


Ordenamiento vial en el área central de San Vito de Coto Brus

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN


Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Gustavo Rojas Moya, Ing. Alejandro Medina Ángulo, Arq. Carlos Ugalde Hernández, Arq. Tomás Martínez Baldares, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.



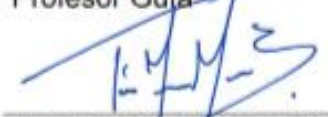
Ing. Gustavo Rojas Moya.
Director



Ing. Alejandro Medina Ángulo.
Profesor Guía



Arq. Carlos Ugalde Hernández.
Profesor Lector



Arq. Tomás Martínez Baldares.
Profesor Observador

Abstract

This project is developed in the area of Traffic Engineering and Urban Planning, and aims to create a proposal for road planning, which optimizes the movement of vehicles and pedestrians in the central area of the district of San Vito in Coto Brus, as a solution which can be executed by the local municipality.

The problem is addressed with the use of the methodology proposed by the General Directorate of Traffic Engineering, it works on identifying the study area, count the vehicular and pedestrian volume of the area, calculate the necessary factors for the modulation, modulate the data, calculate the levels of service and useful life in order to make a comparison between the current behavior and the proposal.

The result is a proposal for road planning with a useful life of 15 years, which is based on the application of improvements in the study area and is expressed in plans.

It is determined that in case that the area continues with the current behavior and without the application of the improvements, its projection of useful life for the area will be 7 years, therefore, the comparison of both models shows that the proposal is convenient for the area.

Keywords:

Road planning, levels of service, vehicular and pedestrian counting.

Resumen

El presente proyecto se desarrolla en el área de Ingeniería de Tránsito y Urbanismo, y tiene como objetivo crear una propuesta de ordenamiento vial, que optimice la circulación de vehículos y peatones en la zona central del distrito de San Vito de Coto Brus, como una solución que pueda ser ejecutada por la municipalidad local.

Se aborda el problema con el uso de la metodología planteada en el SIECA para análisis de tránsito, además con mejoramientos de urbanismo utilizando el reglamento de vialidad de Costa Rica e informes de ordenamiento territorial. En resumen, el trabajo que se realiza es en, identificar la zona de estudio, contar el volumen vehicular y peatonal de la zona, calcular los factores necesarios para la modulación, modular los datos, calcular los niveles de servicio y vida útil para realizar una comparación entre el comportamiento actual y la propuesta, identificar problemas viales y darles una solución que trabaje en conjunto con el urbanismo.

Se obtiene como resultado una propuesta de configuración vial con una vida útil de 15 años, y con mejoras en la parte de urbanismo de la ciudad. Estos resultados y se presentan en planos adjuntos al proyecto.

Se determina que de continuar la zona con el comportamiento actual y sin la aplicación de mejoras, su proyección de vida útil será de 7 años, por lo tanto, la comparación de ambos modelos demuestra que la propuesta es conveniente para la zona.

Palabras clave:

Ordenamiento vial, niveles de servicio, conteo vehicular y peatonal.

Ordenamiento vial en el área central de San Vito de Coto Brus

ROSBYN VARGAS GÓMEZ

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Noviembre del 2018

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

PREFACIO	1
RESUMEN EJECUTIVO.....	7
INTRODUCCIÓN.....	10
MARCO TEÓRICO.....	12
METODOLOGÍA.....	20
RESULTADOS	29
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	76
CONCLUSIONES.....	80
RECOMENDACIONES.....	81
APÉNDICES	82
ANEXOS.....	124
REFERENCIAS	132

Prefacio

Uno de los principales problemas viales, que enfrentan las ciudades, tanto en zonas urbanas como en rurales, es el rápido incremento en el volumen de vehículos y peatones, además el deterioro y falta de capacidad en la infraestructura vial.

En Costa Rica, el ordenamiento vial es una estrategia, que emplea el Ministerio de Obras Públicas y Transporte, mediante la Dirección General de Ingeniería de Tránsito junto con planificación urbanística por parte de las municipalidades locales, generando así una solución a los problemas viales que trabaja en conjunto con vehículos, peatones y comercio, de manera que los 3 entornos se combinan eficientemente.

En este caso se pretende realizar un estudio de ordenamiento vial en la cabecera del cantón de Coto Brus, en la ciudad de San Vito. Este cantón se ubica en la zona sur de Costa Rica.



Figura 1. Mapa con ubicación del Cantón de Coto Brus al Sur de Costa Rica, elaboración propia y de fuente de SNIT.

Con un área aproximada de 950 km²

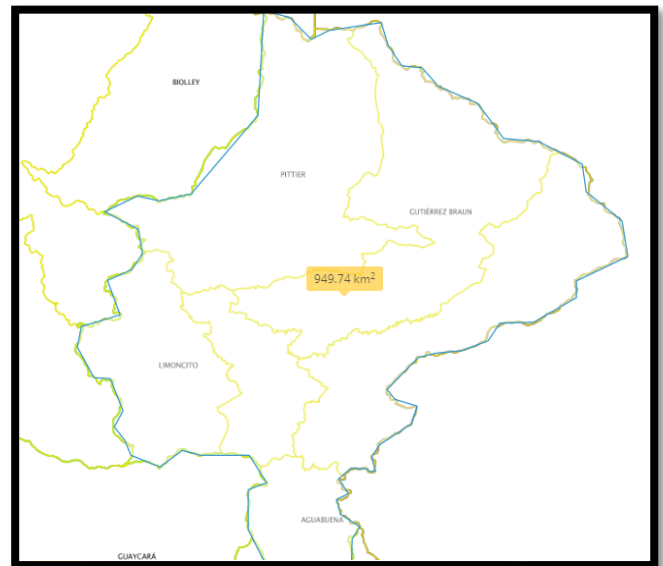


Figura 2. Mapa de los límites del Cantón de Coto Brus y área aproximada, elaboración propia y de fuente de SNIT.

Y cuenta con 6 distritos:

1. San Vito
2. Sabalito
3. Agua Buena
4. Limoncito
5. Pittier
6. Gutiérrez Brown

Coto Brus limita al Norte con el parque nacional La Amistad y Talamanca, al Este con la frontera de Panamá (Mellizas, Río Sereno y La Unión) al Oeste con Buenos Aires y al Sur con el cantón de Corredores.

San Vito cuenta con una población aproximada de 16600 personas según el INEC

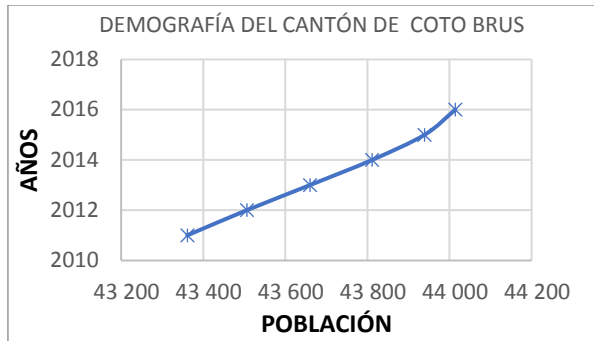


Grafico 1. Demografía del cantón de Coto Brus, fuente INEC

Donde se cumplen los siguientes porcentajes demográficos.

NIÑOS	ADOLESCENTES	ADULTOS
18%	23%	60%

HOMBRES	51%
---------	-----

MUJERES	49%
---------	-----

Tabla 1. Porcentajes demográficos del cantón de Coto Brus, fuente INEC

Coto Brus al ser uno de los cantones con bajo de índice de desarrollo a nivel nacional, según el INEC, es natural que los lugareños de todo el cantón que se dedican a la agricultura, ganadería, recolección de café y demás, vengan desde las zonas alejadas diariamente a la cabecera del cantón (San Vito) a comercializar sus productos o bien a comprar productos, genera un aumento vehicular y peatonal en las calles.

La red vial nacional para llegar al distrito de San Vito es la siguiente:

Rutas Nacionales

- Ruta 612 San Vito - Pittier
- Ruta 237 San Vito – Paso Real
- Ruta 613 San Vito - Mellizas
- Ruta 617 San Vito - Agua Buena- Corredores
- Ruta 1 interamericana Sur
- Ruta 34 Carretera pacifica Fernandez

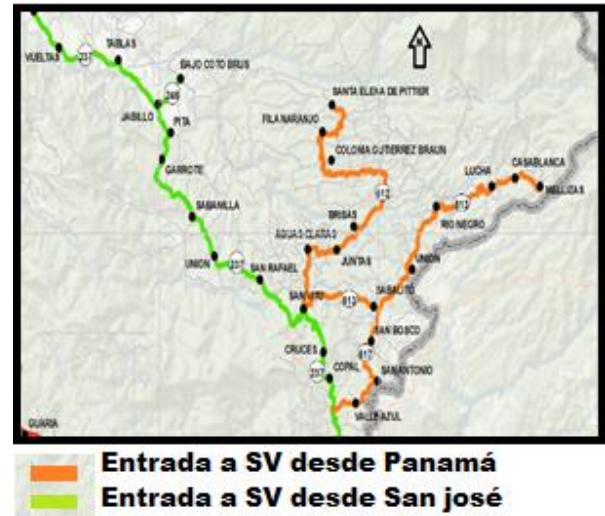
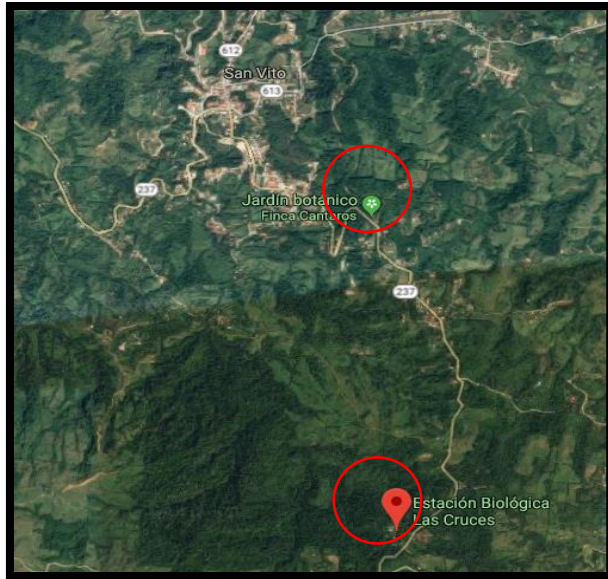


Figura 3. Rutas nacionales que conectan con el cantón de Coto Brus, fuente de MOPT.

Estas rutas conectan directamente con el casco central de San Vito y son altamente transitadas, actualmente se presentan en un estado favorable para transitar, y constantemente el conavi se encarga de darle el mantenimiento respectivo, sin embargo, ya que el clima de la zona es altamente lluvioso, los derrumbes de taludes sobre las carreteras o el colapso de las carreteras generan que algunos sectores de las conexiones sean peligrosos, pero la mayoría del tiempo las rutas no presentan dificultad de tránsito y se pueden transitar sin mayor problema.

Por otra parte, el clima del cantón, principalmente en los distritos de San Vito y Agua Buena es lluvioso y húmedo la mayoría del año, con temperaturas promedio de 23 grados Celsius que usualmente bajan hasta 18 grados Celsius ó más según la temporada. Es un clima generalmente frío, lo cual lo hace adecuado para la vegetación, de hecho, en la zona se encuentran 2 estaciones biológicas de gran importancia a nivel centroamericano, donde se realiza la preservación y cultivos de especies nativas y algunas de exóticas, que son la Finca Cantaros en Linda vista de Coto Brus y La estación biológica las cruces, ubicada a 6 km al Sur del centro de San Vito. Ambos lugares son de alta influencia turística y de investigación para estudiantes Universitarios.



Ubicación de reservas

Figura 4. Ubicación de reservas biológicas en el cantón de Coto Brus, fuente de Google Maps.

Otro lugar de importancia para la investigación biológica y turismo es el parque nacional la Amistad que se ubica al norte de San Vito, en parte del distrito de Pittier. Ya que estos lugares son de importancia para el cantón desde el ámbito económico, es importante mantener el acceso a estos lugares totalmente fluidos manteniendo las carreteras en buen estado y el servicio de transporte público constante.

La ciudad de San Vito al ser un punto de convergencia para llegar a estos centros turísticos, y además, de ser utilizada como ruta alterna hacia el cantón de corredores o de salida para la ruta 1 y 34, se convirtió en un punto de paso de gran importancia, lo cual genera un aumento de tránsito vehicular diariamente. Esto evidentemente ocasiona en las personas que viven en esta zona un malestar de congestión vehicular, y la municipalidad de Coto Brus recibe quejas de la población por problemas en el flujo vehicular y peatonal en el centro de San Vito, ya que con el paso de los años el volumen de población aumenta en Coto Brus y también lo hace el

volumen vehicular según estadísticas del INEC como se evidencia en el gráfico 1.

Las razones del malestar en la población, es que la zona se ha vuelto insegura al cruzar las principales vías, para circular y para estacionarse ya que las zonas de estacionamiento están sin regulación, además no hay zonas de descargas señalizadas, entre otras cuestiones. Esto genera un descontrol y desorden vial que afecta la seguridad y confort de los usuarios.

El distrito de San Vito por ser cabecera de cantón tiene edificaciones como hospitales, áreas de salud, escuelas, bancos, mayoreos comerciales, universidades, farmacias, veterinarias, correos, terminales de transporte público, iglesias, gasolineras, hoteles, instituciones de servicios básicos, ICE, AYA, Municipalidad, en fin, para realizar algún trámite es necesario llegar al centro de San Vito, lo cual implica desplazarse por él con todos los problemas presentados anteriormente.



Figura 5. Ubicación de servicios públicos y privados en el casco central de San Vito de Coto Brus, fuente propia.

Es por esta razón que el flujo vehicular y peatonal en el casco central se ha elevado ocasionando incomodidad a los usuarios como presas, estacionamiento en lugares inapropiados, estrés, riesgo para peatones entre otros. Ya que la municipalidad local no cuenta con un plan regulador ni usos de suelo, es de vital importancia contar con un Plan de Ordenamiento Vial, que ayude a organizar el flujo vehicular y su interacción con peatones y comercio, buscando el equilibrio entre los mismos para generar un beneficio económico y social.

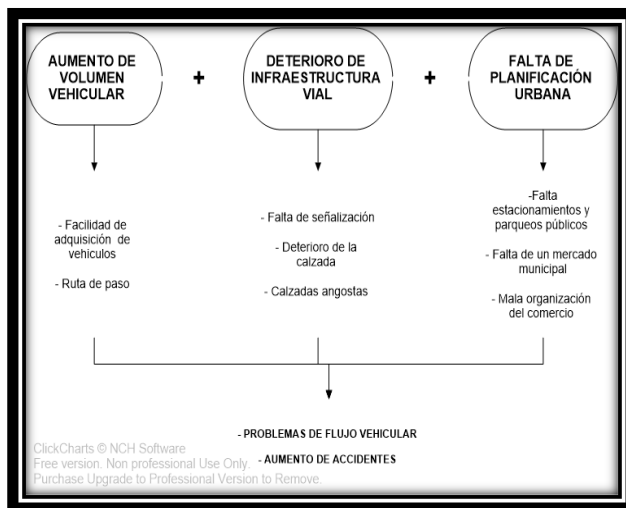


Diagrama 1. Causas y efectos de razones en la problemática vial en distrito de San Vito de Coto Brus, elaboración propia

Por la falta de planificación vial en la municipalidad local se ha ocasionado caos en las calles. El impacto de un ordenamiento vial se ve reflejado en una obra debidamente planificada, que va en armonía con el ambiente, donde conductores y peatones se desplazan fácilmente, en un menor tiempo y con seguridad, asegurando que la tasa de accidentes de tránsito sea menor, lo cual beneficia la calidad de vida.

Para poder realizar un análisis efectivo es necesario delimitar el distrito de San Vito en la zona de mayor congestión vehicular y peatonal, según las visitas a campo se determinó que esa zona a analizar es la siguiente.



Figura 6. Ubicación de calles críticas en el casco central de San Vito de Coto Brus, fuente de Google Maps y elaboración propia.

Ya que es donde el volumen de peatones y vehicular es mayor y está directamente ligado a que esta zona delimitada también es la de mayor actividad comercial del distrito.

Del análisis de delimitación que se realizó, se concluye que las siguientes intersecciones de calles son las que mayores problemas viales tienen, presentando mayores duraciones por giros vehiculares, mayores registros de pasos de deseo, mayores puntos de actividad comercial y burocrática, entonces, se determinaron como los puntos a analizar en el proyecto los cuales prácticamente encierran el casco central de San Vito.

Para efectos del proyecto se van a seguir denotando con la siguiente manera.

- Intersección A = Cruce de servicentro Río Java
- Intersección B = Cruce del parque
- Intersección C = Cruce Palí
- Intersección D = Cruce de Escuela María A.
- Intersección E = Cruce de Acapulco
- Intersección F = Cruce de JJ

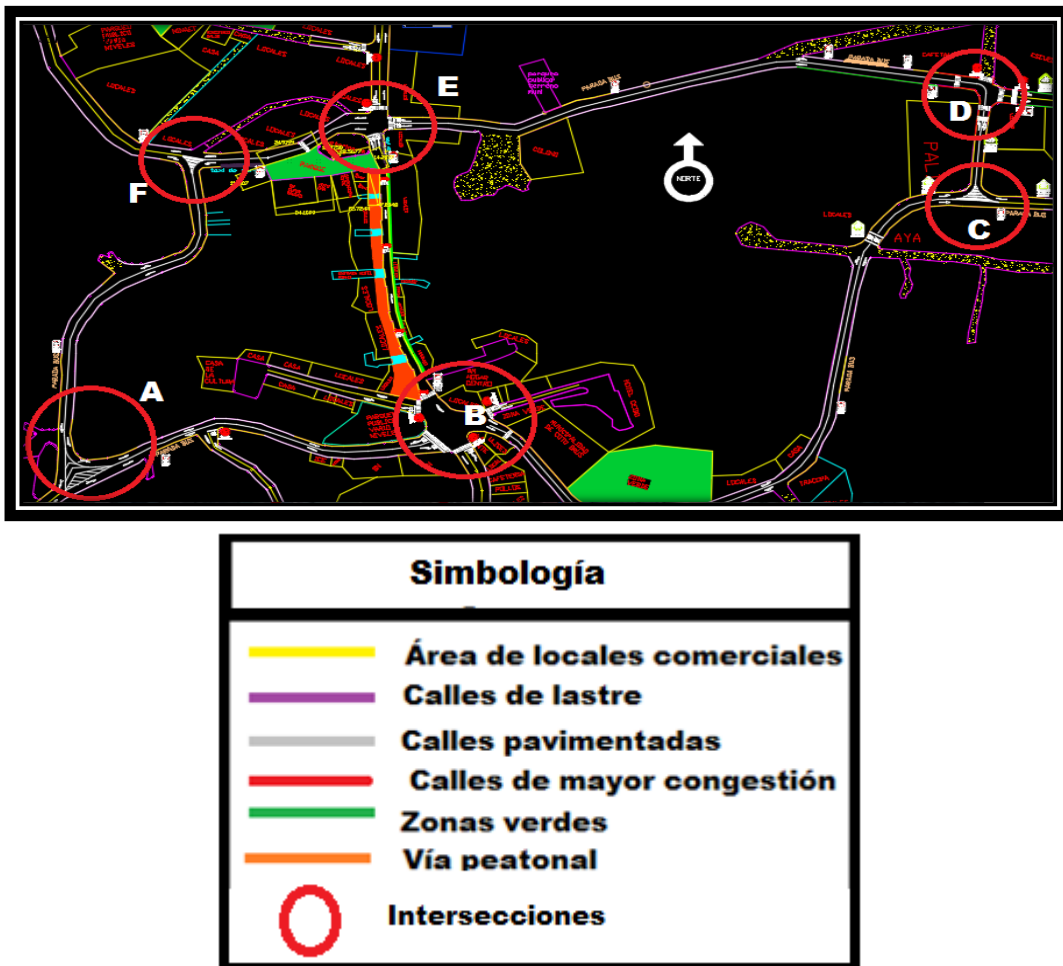


Figura 7. Localización de coinfluencia en el casco central de San Vito de Coto Brus, fuente de Google Maps y elaboración propia.

Para proponer cambios en la infraestructura vial es necesario realizar una propuesta de urbanismo que encierre de manera global la zona de estudio, generando una solución en conjunto para el casco central de San Vito desde el punto de vista económico social y de transporte, para esto es necesario conocer los usos

del suelo, pero como en este caso no existe documentación de usos de suelo en la municipalidad local se propone una zonificación con los usos de suelo que existen en la zona definida como zona crítica.

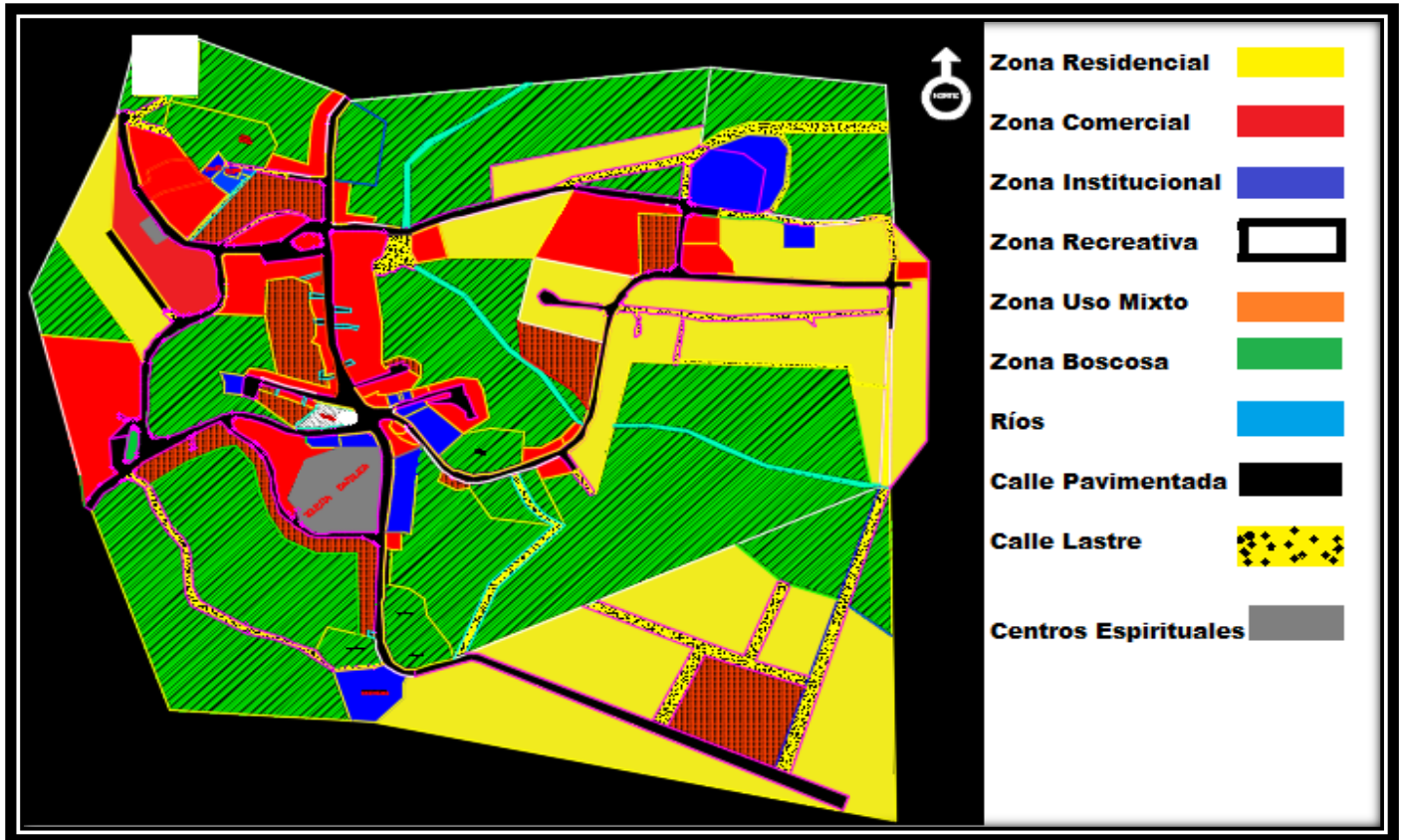


Figura 8. Usos de suelos en el casco central de San Vito de Coto Brus, fuente de Google Maps y elaboración propia.

El uso de la herramienta de zonificación por usos del suelo (en la zona crítica), articulada con el proyecto de ordenamiento vial, prevé un planteamiento técnico interactivo con la realidad urbana espacial y vial de la ciudad.

Por lo tanto la toma de decisiones son coherentes con una planificación eficiente entre los peatones, los usos diversos del suelo de la zona crítica y la movilidad intrínseca.

El objetivo de este proyecto es la creación de una propuesta de ordenamiento vial, que abarque el casco central de la ciudad de San Vito de Coto Brus, de forma integrada con las principales variables de crecimiento urbano de la ciudad, y así poder optimizar la circulación de vehículos y peatones por dicha zona, buscando una solución sostenida en el mayor plazo posible.

Para lograr esto se contempla la obtención de volumen vehicular y peatonal dentro de la zona de estudio para obtener las “horas pico” y la identificación de los principales problemas viales en relación con la actividad urbana que se genera de los usos del suelo, y el uso de suelos, que permitan sugerir los cambios oportunos asociados mayores opciones para una peatonización accesible y segura, a vías, ubicación de paradas de transporte público, parqueos, zonas de carga y descarga, así como otros elementos importantes que serán plasmados en planos viales con su respectiva señalización.

Se agradece la colaboración del personal de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, especialmente a la ingeniera Joselyne Murillo del

Departamento de Estudios y Diseños por la guía brindada, a James Azofeifa Solís, Tony Esquivel Fonseca y Antony Castillo por la colaboración en el levantamiento de volúmenes.

Dedico este trabajo a mi madre y a mi padre en agradecimiento por el incondicional apoyo durante mis años de estudio.

Resumen ejecutivo

El proyecto desarrolló el tema del ordenamiento vial correspondiente al área de Ingeniería de Tránsito y Urbanismo, aplicado a la zona central de San Vito en la provincia de Puntarenas.

La temática surgió del interés de la municipalidad de San Vito debido a la creciente queja de los lugareños respecto al mal flujo vehicular en las vías de la zona e irrespeto de señalización.

El objetivo principal fue crear una propuesta de ordenamiento vial, que optimice la circulación de vehículos y peatones en la zona central del distrito de San Vito de Coto Brus, como una solución que pueda ser ejecutada por la municipalidad local.

Dicho objetivo se desglosó de la siguiente manera:

- Identificar problemas viales de la zona, mediante mediciones y observación en campo.
- Obtener el volumen vehicular y peatonal de las intersecciones críticas en la zona de estudio que permitan analizar los niveles de servicio y las demoras en dichas intersecciones.
- Mostrar una propuesta de urbanismo, para mejorar funcionalidad vial y social de la ciudad de San Vito
- Confeccionar planos con cambios concluidos y la señalización vial correspondiente.

Se abordó el proyecto siguiendo la metodología utilizada por la Dirección General de Ingeniería de Tránsito según SIECA, además de propuestas urbanísticas siguiendo reglamento de SIECA, sugerencias del reglamento de vialidad de San José y reglamento nacional fraccionamiento y urbanización.

Esquemáticamente una forma de ver el proceso para un ordenamiento vial sería el siguiente:

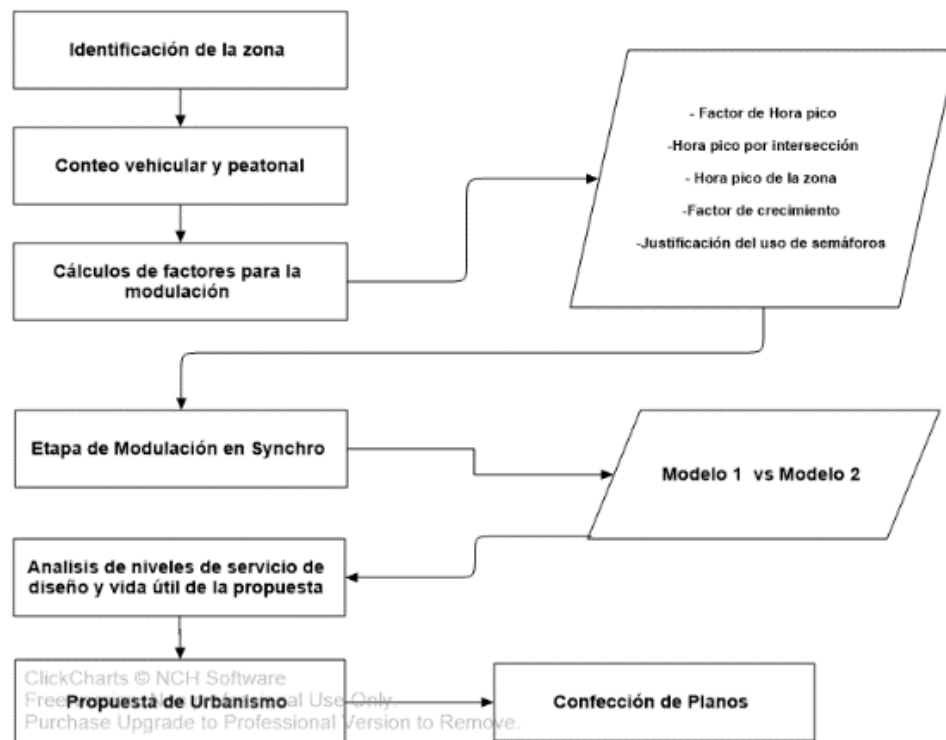


Diagrama 2. Procedimientos por seguir en un análisis de ordenamiento vial, elaboración propia.

1. Identificar la zona de estudio
2. Contabilizar el volumen vehicular y peatonal de la zona
3. Calcular los factores necesarios para la modulación
4. Modular los datos en Synchro 8
5. Calcular los niveles de servicio y vida útil
6. Propuesta de mejoramiento en la movilidad urbana (vehicular y peatón).
7. Confeccionar los planos con las mejoras identificadas.

Al seguir esta metodología se identificaron seis intersecciones críticas, con las cuales obtuvo la delimitación de la zona central de San Vito como área de análisis, ya que se identificaron los siguientes problemas:

- Estacionamiento en paradas exclusivas para taxi y bus

- Problemas en giros por calzada angosta.
- Confusión al circular por falta de señalización.
- Estacionamiento en las islas.

Al no existir información sobre ordenamientos viales previos, se procedió a realizar el conteo vehicular y peatonal en un horario de conteo definido y posteriormente se calcularon los factores necesarios para la modulación, siendo los siguientes:

- Factor de hora pico
- Porcentaje de vehículos pesados
- Hora pico de la intersección
- Hora pico de la zona
- Factor de crecimiento

Los valores obtenidos permitieron modular los datos en el software Synchro 8 en dos modelos:

- Modelo 1: Se estudió la situación actual de la zona de estudio, específicamente los niveles de servicio de cada intersección y se proyectó su situación a futuro para conocer su comportamiento.
- Modelo 2: Se realizó una propuesta de mejora que atacara todos los problemas presentes en la zona.

Al analizar los niveles de servicio de las seis intersecciones del área de estudio se obtuvo un resultado de vida útil para el modelo 1 de siete años y para el modelo 2 de quince años.

La comparación de ambos modelos mostró que la aplicación del ordenamiento vial brindará un resultado positivo para la zona, con una mayor cantidad de años de vida útil que el modelo 1, por lo tanto, se confeccionaron los planos con los cambios a implementar.

Una vez propuesto un modelo nuevo de sentidos de circulación, se procedió al análisis integrado del contexto urbano, usos del suelo de la ciudad de San Vito con la movilidad peatonal y vial, resultando un producto equilibrado y de convivencia urbana entre los peatones (zonas seguras en cruces, estaciones de buses), zonas viales (estacionamientos para carga y descarga) y de estacionamiento en general. La propuesta pretende generar una ciudad eficiente en sus circulaciones generales, tiempos, promoviendo menores deseconomías urbanas y por tanto generando una mejor calidad de vida.

Finalmente, se confeccionaron los planos que muestran los cambios sugeridos en la zona de estudio, con el fin de que puedan ser aplicados por la Municipalidad de San Vito.

Introducción

El presente informe detalla las generalidades del proyecto final de graduación, el cual muestra la información necesaria para desarrollar una propuesta de ordenamiento vial. Esta incluye una referencia teórica que permita, a cualquier tipo de lector, comprender el trabajo realizado, detalla, además, la metodología aplicada junto con sus respectivos resultados y conclusiones.

El proyecto se desarrolla en el área de Infraestructura Vial y Geotecnia, y tiene como objetivo crear una propuesta de ordenamiento vial, que mejore la circulación de vehículos y peatones en la zona central del distrito de San Vito de Coto Brus, como una solución que ejecute la municipalidad local. Dicho objetivo se desglosa de la siguiente manera con el fin de lograr el éxito del proyecto.

- Identificar características y problemas viales de la zona, como dimensiones de vías y aceras, pendientes de vías y aceras, sentidos de circulación, estado de carreteras, zonas de carga y descarga, paradas de buses y taxis, puntos de congestionamiento vehicular, mediante mediciones y observación en campo.
- Obtener el volumen vehicular y peatonal de las intersecciones críticas en la zona de estudio a través de la búsqueda de ordenamientos viales existentes o levantamiento en campo, que permitan analizar los niveles de servicio y las demoras en dichas intersecciones.
- Mostrar una propuesta de mejoramiento urbano, para mejorar funcionalidad vial y peatonal de la ciudad de San vito, donde se identifique con mapas los mejores lugares para asignar las paradas de buses, de taxis, parqueos públicos, zonas de estacionamientos, vías peatonales, zonas de carga y descarga, sin afectar a los usuarios.
- Confeccionar planos con cambios concluidos y la señalización vial correspondiente.

Los principales problemas que afectan la ciudad de San Vito desde la ingeniería de tránsito y el ordenamiento urbano son los siguientes:

- Congestionamiento vial.
- Obstaculización de señales.
- Obstaculización de la vía.
- Puesto de venta en plena vía pública.
- Estacionamiento en fila, doble fila y batería en raya amarilla.
- Estacionamiento en paradas exclusivas para taxi y bus.
- Confusión al circular por falta de señalización.
- Estacionamiento en las islas.
- Problemas en giros por calzada angosta.
- Cruces peatonales inseguros y no marcados.
- Falta de zonas para estacionar y para descargas y cargas insumos debidamente señalizadas.
- Falta de planificación urbana
- Deficiencia para la accesibilidad universal, (ley 7600)

Esta problemática genera confusión y disconformidad en peatones y conductores, por lo que existe un claro interés de la Municipalidad de Coto Brus por ejecutar acciones concretas para resolverlos con la finalidad de preservar la vida de conductores y peatones que transiten por el distrito de San Vito.

Se estima que el ordenamiento vial va a beneficiar a los comerciantes y usuarios al delimitar zonas adecuadas de estacionamiento, paradas de transporte público, zonas de carga y descarga, además de zonas adecuados para el tránsito de peatones.

Existe referencia de un ordenamiento vial realizado en el año 2009 en la ciudad de San Vito; sin embargo, los datos de estudio no se encuentran disponibles por parte de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, por esta razón,

el presente proyecto no comprende análisis comparativo ni parte de datos existentes para su análisis, por el contrario, busca generar información valiosa que esté a disposición de la Municipalidad de Coto Brus para tomar acciones a corto plazo y para futuros análisis.

El proyecto se basa en la aplicación práctica del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgos y Seguridad Vial creado por la Secretaría de Integración Centroamericana (SIECA), en su tercera edición, que integra la aplicación de conceptos del Highway Capacity Manual, en su quinta edición, además del reglamento de vialidad de otras municipalidades como referencias y el reglamento nacional fraccionamiento y urbanización.

El modelado de datos para la obtención de resultados se realiza con el software de simulación Synchro 8, junto con AutoCAD 2017 y Microsoft Excel para la obtención de resultados

Marco teórico

La presente sección se encarga de presentar la información sobre ordenamiento vial, con el fin de generar una base de conocimiento, que permita contextualizar y comprender el proyecto realizado.

Se utiliza como base para el proyecto el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgos y Seguridad Vial publicado por la Secretaría de Integración Centroamericana (SIECA).

Se incluyen en la sección.

- Generalidades del ordenamiento vial
- Marcos de referencia
- Conceptos básicos de un ordenamiento vial
- Software utilizado

Dicha información se muestra de manera ordenada y comprensible.

Además, para la parte de mejoras en el urbanismo local, la municipalidad de Coto Brus no cuenta con plan regulador, no existe zonificación de usos de suelos, ni planes de vialidad por esta razón en este proyecto se van a usar bases de urbanismo sacadas de los planes reguladores de la capital ya que por años han sido modificados por profesionales y presentan normas bastante completas que sirven de guía para este proyecto.

Como los usos de suelo son independientes en cada municipalidad, se propone un modelo de zonificación en el área de estudio, el cual toma fundamentos del Plan Gam 2013 donde se sectoriza la zona de estudio utilizando criterios demostrados en el Plan Gam 2013.

La municipalidad de Coto Brus a través de la dirección general de ingeniería de tránsito de San José recibió un estudio en el 2009 para realizar un ordenamiento vial, del cual no se pudieron encontrar los datos porque en la DGIT se borraron por accidente y no existía ningún respaldo, lo que sí se obtuvo fue el informe final con los resultados del ordenamiento, el cual sí se llevó a cabo en San Vito. Se estudió el informe para ver la convergencia de lo que existe y lo que dicta el

informe, y se encontró que sí se aplicó el ordenamiento según el informe de DGIT por la municipalidad local, pero partiendo del supuesto de que debe ser de acatamiento obligatorio, hay evidencia que no es así, ya que no se cumple lo dictado en la propuesta por parte de los usuarios.

Cabe aclarar que el informe del 2009 de DGIT lo que presenta es información geográfica de las ubicaciones de zonas de taxis, descarga/carga, paradas de buses entre otros resultados, la cual es información que estando en sitio se puede levantar con observación, con esto se aclara para efectos de este proyecto que no se encontró ningún modelo en Synchro ni levantamiento de volúmenes vehiculares y peatonales que se usaran de base para este proyecto actual y que el proyecto comienza con información desde base igual a cero y se debe realizar todos los levantamientos correspondientes.

Generalidades del ordenamiento vial

En la actualidad, la necesidad de transporte es primordial para ciudadanos, comerciantes y entes gubernamentales para movilizar a las personas a sus trabajos y hogares, transportar productos dentro y fuera del país e incluso para la atención de emergencias cuando se requiere la intervención del Cuerpo de Bomberos o la Cruz Roja. Sin embargo, los problemas de circulación de vehículos y tránsito de personas y mercancías por las carreteras de nuestro país se han incrementado con el paso de los años debido al alto tráfico, la mala cultura de conducción y la imprudencia de peatones

Dichos problemas son prioritarios para el Gobierno central y las municipalidades, ya que, cada año, es evidente el aumento en la cantidad

de accidentes de tránsito y el estrés que impacta de manera directa la calidad de vida de peatones y conductores.

Existe una estrategia eficaz para atacar la problemática indicada previamente; se denomina ordenamiento vial.

¿Qué es el ordenamiento vial?

El ordenamiento vial es un estudio, que se realiza en un área específica, con el objetivo de identificar cambios en el sistema vial que procuren el máximo aprovechamiento de la infraestructura vial existente.

Suele llamarse reordenamiento vial cuando dicho estudio se realiza tomando en consideración un análisis previo con el fin de mejorar un problema específico.

Un ordenamiento vial es un trabajo que debe ser coordinado entre el Ministerio de Obras Públicas y Transportes y las municipalidades, donde también intervienen el Consejo de Transporte Público (CTP), el Consejo de Seguridad Vial (COSEVI) y la Dirección de Ingeniería de Tránsito.

¿Qué elementos contempla un ordenamiento vial?

El ordenamiento vial estudia y analiza componentes específicos de la infraestructura vial, según se menciona en el documento de Reordenamiento Vial Casco Central de San Vito (Dirección General de Ingeniería de Tránsito, 2009).

- Estacionamiento en vía pública
- Intersecciones
- Señalización vertical y horizontal
- Paradas oficiales de autobuses y taxis
- Flujo de peatones con aplicaciones de la ley 7600
- Accesos, sentidos y anchos de vía
- Zonas de carga y descarga
- Además utiliza normativas de reglamentos viales de cada municipio responsable donde se hace énfasis a reglamentos de la ley 7600

Si bien cada elemento mencionado constituye, por sí mismo, un objeto de análisis, no se debe perder de vista el enfoque holístico del estudio, ya que las mejoras aplicadas en un punto específico pueden incidir en la totalidad de la zona de estudio.

¿Cuándo se debe realizar un ordenamiento vial?

Un ordenamiento vial conlleva un estudio complejo de los elementos viales y requiere un análisis minucioso de toda la zona de estudio, la cual puede aumentar la complejidad y el tiempo de estudio; por esta razón, los ordenamientos viales se enfocan en problemáticas puntuales y plantean soluciones sostenibles en el mayor periodo posible.

El ordenamiento se realiza cuando una o más de las siguientes situaciones comienzan a representar un problema en una provincia, distrito o cantón específico, según detalla Ramírez (2007).

- Disminución severa de la fluidez vehicular y peatonal.
- Alta cantidad de congestionamientos en carreteras.
- Pérdida de espacios sociales y culturales invadidos por automóviles.
- Alto nivel de contaminación / afectación de la flora por exceso de automóviles.
- Alta incidencia de accidentes de tránsito en puntos específicos por causas conocidas o desconocidas.

Las municipalidades son los entes encargados de plantear las solicitudes de ordenamiento vial a la Dirección de Ingeniería de Tránsito, tal como se indica en el artículo 248 de la Ley de Tránsito por vías públicas terrestres y seguridad vial “La Dirección de Ingeniería de Tránsito tendrá una Oficina Coordinadora y de Asistencia Técnica para asesorar a las municipalidades en los aspectos de ingeniería, planificación y regulación del tránsito”. (Quesada, 2013)

En algunas ocasiones, los ordenamientos viales son parte de planes o programas del Gobierno y/o municipalidades, como por ejemplo.

- Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018, el cual señala, en su apartado del sector transporte e infraestructura, que el principal problema es la “Tendencia creciente en los niveles de congestionamiento vial a nivel nacional causados por la ausencia de un ordenamiento vial permanente” (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, 2014), entre otras razones

- Planes Reguladores de Cantones donde mediante la participación activa de los habitantes se identifican problemas asociados al tránsito y transporte para crear un Plan de trabajo que ayude a resolverlos según menciona el Plan Regulador del Cantón de Poás (Universidad Nacional de Costa Rica, s.f)

Marcos de referencia

Se presentan, a continuación, las bases teóricas del proyecto, los manuales publicados por el SIECA y el TRB respectivamente.

SIECA

La Secretaría de Integración Económica Centroamericana, conocida por sus siglas como SIECA, “es el órgano técnico y administrativo del Proceso de Integración Económica Centroamericana, con personalidad jurídica de derecho internacional”. (SIECA, 2017)

La SIECA establece mediante el Protocolo General de Integración Económica que “los estados promoverán el desarrollo de la infraestructura física y de los servicios, particularmente energía, transporte y telecomunicaciones para incrementar la eficiencia y la competitividad de los sectores productivos, nacionales, regionales e internacionales” (Ruiz, s.f) por lo que cuenta con el Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica (COMITRAN).

Dicho comité es el encargado de la publicación de manuales técnicos que “han sido elaborados en forma conjunta con técnicos especialistas de los ministerios de transporte de la región, los cuales son de cumplimiento obligatorio.” Estos contemplan.

- Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras con enfoque de Gestión de riesgo y seguridad vial.
- Manual hidrológico e hidráulico
- Manual centroamericano de gestión de puentes
- Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras

- Manual de pavimentos
- Manual de normas para la revisión mecánica de vehículos
- Manual de normas ambientales

Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras

El manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial es una guía para realizar el diseño estructural de carreteras y análisis de ingeniería de tránsito.

Este manual muestra conceptos y técnicas para realizar proyectos de planificación, diseño, construcción y mantenimiento de carreteras. Su enfoque es el diseño geométrico donde carretera, vehículo, conductor y peatones funcionen en conjunto de manera eficiente, abarcando temas como los siguientes.

- Clasificación de la red de carreteras
- Controles y criterios de diseño
- Elementos de diseño
- Elementos de la sección transversal
- Intersecciones a nivel
- Intercambios y cruces a desnivel
- Diseño de autopistas
- Gestión de riesgos y seguridad vial en el diseño geométrico de carreteras

Se encuentran en el documento tablas de valores reglamentarios de utilidad en el análisis de ingeniería de tránsito.

Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito

El documento denominado Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito presenta las especificaciones técnicas para la creación de señales de tránsito y el catálogo de señales oficiales para utilizar en las carreteras centroamericanas.

Incluye los siguientes temas.

- Señales verticales
- Demarcación en el pavimento
- Semáforos
- Demarcación de islas en el pavimento

- Dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías
- Control de tránsito en zonas escolares
- Control de tránsito en rutas de bicicletas

Transportation research board

El Comité de Investigación de Transportes conocido como TRB por sus siglas en inglés es una organización sin fines de lucro que provee soluciones independientes, objetivas e interdisciplinarias.

Esta organización es parte de la Academia Nacional de Ciencias, Ingeniería y Medicina de los Estados Unidos, y tiene por objetivo “proveer soluciones innovadoras basadas en la investigación para mejorar el transporte”. (The National Academies of Sciences, 2017) Dichas soluciones resultan de la unión de un panel de expertos con un enfoque interdisciplinario que analizan e investigan los problemas de transporte existentes y generan publicaciones para la comunidad en general, contando actualmente con más de 2300 recursos disponibles que abarcan diferentes modos de transporte.

Su trabajo goza de gran credibilidad y aceptación, ya que sigue un sólido proceso de la mano de distintas organizaciones. Este proceso consiste en: “brindar guía en la investigación técnica y traducir los problemas en propuestas de proyecto con objetivos bien definidos” (The National Academies of Sciences, 2017) “Las propuestas de investigación son solicitadas por organizaciones de investigación públicas o privadas con la capacidad y experiencia en las áreas de problema estudiadas. El panel técnico revisa las propuestas, recomienda adjudicaciones de contrato, monitorea las investigaciones en progreso, provee guía técnica y determina la aceptabilidad del reporte final” (The National Academies of Sciences, 2017)

Highway capacity manual

El Highway capacity manual es un documento publicado por el antes mencionado TRB, enfocado en “mejorar significativamente la forma en que ingenieros y planificadores evalúan el tráfico y los efectos ambientales de los proyectos de

carreteras” (The National Academies of Sciences, 2017).

El HCM en su quinta edición (The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2010) publicada en el año 2010 menciona como principales objetivos.

- Proporciona un enfoque multimodal integrado para el análisis y la evaluación de las calles urbanas desde los puntos de vista de los conductores de automóviles, pasajeros en tránsito, ciclistas y peatones.
- Examina la gestión activa del tráfico en relación con la demanda y la capacidad.
- Explora herramientas específicas y tablas de volúmenes de servicios generalizados, para ayudar a los planificadores a dimensionar rápidamente las instalaciones futuras.

Reglamento de espacios públicos, vialidad y transporte de San José

La Municipalidad de San José, con fundamento en las potestades que le otorga la Ley de Planificación Urbana N° 4240 del 15 de noviembre de 1968 y sus modificaciones, así como el Código Municipal Ley 4574, del cuatro de mayo de mil novecientos setenta y sus reformas, artículos: 4 y 7 inciso a). siguientes y concordantes, además la Ley General de Caminos Públicos N° 5060 del 27 de agosto de 1972 y sus reformas, artículos 1, 3, 19 siguientes y concordantes, Ley de Construcciones N° 833 del 4 de noviembre de 1949 y sus reformas artículos 6, 13, 3, 5 y 36 siguientes concordantes, se reforma este reglamento que en lo sucesivo se llamará Reglamento de Espacios Públicos. Vialidad y Transporte el cual regirá una vez que haya sido aprobado por el Concejo Municipal y publicado en el Diario oficial y está complementado supletoriamente en lo no regulado por cualquier disposición legal o reglamentaria conexas que no se le oponga.

Es de competencia de la Municipalidad el uso racional de las vías públicas de la Red Cantonal y dictar las medidas necesarias tendientes a lograr que el espacio público ofrezca seguridad, salubridad, comodidad y belleza, por lo cual resolverá: dictar los alineamientos en las vías. concesionar los permisos de ocupación de la vía pública con el

mobiliario urbano (casetas, bancas, basureros, casetas de teléfonos públicos, arborización.), nomenclatura, mensajes publicitarios, obras provisionales y ferias y espectáculos públicos. (Sistema costarricense de información jurídica, 2018)

Para efecto de este proyecto en la metodología se aplican referencias de algunas normativas del reglamento de la municipalidad de San José, ya que la municipalidad de Coto Brus no cuenta con ningún reglamento de este tipo y es necesario para un proyecto donde se planten cambios de mejoramiento urbano como en aceras, calles, paradas de autobuses y taxis, vías peatonales y estacionamientos públicos. Además, estos puntos de mejoramientos urbanos también están regulados por la ley 7600.

Informe de ordenamiento territorial del Estado la Nación 2015

Informe realizado por el estado de la nación en el 2015 enfocado a la modalidad GAM en donde en su capítulo de ordenamiento territorial realiza una explicación de implicaciones para el desarrollo humano abarcando temas como:

- Crecimiento urbano es insostenible, excluyente y sin planificación.
- Crecimiento urbano no planificado genera altos costos económicos y para la calidad de vida de los costarricenses.
- Marco jurídico disperso y debilidades institucionales limitan la definición de planes reguladores cantonales.
- Distribución y tamaño de viviendas reflejan amplias brechas sociales en la GAM.

Estos temas se utilizaron de análisis comparativos y referencia para este proyecto de ordenamiento vial en San Vito. (El Estado de la Nación, 2015)

Este informe no se integró directamente a la propuesta del ordenamiento vial de San Vito de Coto Brus, pero para efectos de realizar un prefacio adecuado de este proyecto en San Vito en aspectos de ordenamiento territorial fue necesario analizarlo y comprender temas en la

materia de urbanismo contempla una propuesta de ordenamiento vial.

Conceptos básicos de un ordenamiento vial

Se detallan, en la presente sección, los conceptos relacionados con el ordenamiento vial, que ayudan, al lector, a tener claridad en los futuros capítulos.

El punto de partida es la necesidad de movilización de personas y vehículos denominada Tránsito, el cual es descrito por el Manual centroamericano de diseño geométrico como la “actividad de personas y vehículos que circulan por una vía.” (SIECA, 2011) O como “la acción de desplazarse o trasladarse de un lugar a otro.” (Consejo de Seguridad Vial, Ministerio de Obras Públicas y Transporte, 2016)

El tránsito vehicular se da justamente en vías, entendidas como cualquier “calle, camino o carretera por donde transitan los vehículos (SIECA, 2000) y se extiende para describir la vía pública como “toda vía por la que haya libre circulación de tránsito, sea esta de propiedad pública o de propiedad privada pero permitido el uso público.” (SIECA, 2000)

En el país, existe una clasificación de la red vial según el SIECA (2000) en su documento Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito en:

- Red vial nacional: red vial constituida por las carreteras primarias, secundarias y terciarias. Su constitución y administración corresponden a la Administración Pública. Dentro de las áreas urbanas son seleccionadas las travesías de esta red.
- Red vial cantonal: red vial constituida por los caminos vecinales, calles locales o caminos no clasificados, no incluidos dentro de la red vial nacional. Su administración corresponde a las municipalidades, pero la colocación de dispositivos de control de tránsito debe ser aprobada por la autoridad competente de cada país.

Las vías cuentan con elementos importantes de conocer, como las siguientes.

- Acceso: “ingreso y/o salida a una instalación u obra de infraestructura vial”. (SIECA, 2011)

- Paso de deseo: “zona no demarcada en la vía pública que se usa como cruce de peatones”. (SIECA, 2000)
- Espaldón: “área o superficie adyacente en ambos lados de la superficie de ruedo, cuya finalidad es dar soporte lateral al pavimento, servir para el tránsito de peatones y proporcionar espacio para las emergencias y para el estacionamiento eventual de vehículos”. (SIECA, 2000)
- Calzada: “superficie de la vía sobre la que transitan los vehículos, compuesta por uno o varios carriles de circulación. No incluye el espaldón”. (SIECA, 2000)
Según el reglamento de vialidad, para zonas rurales deben tener un ancho por carril de 3.30 m como mínimo.
- Acera: Exclusivas para el paso de peatones con un ancho mínimo de 2.5 m según el reglamento de vialidad de la municipal de San José utilizado como referencia.
- Vía peatonal: Diseñados para paso de peatones, pero existen tres tipos de vías en Costa Rica según el reglamento de vialidad paso peatonal, alameda residencial y uso mixto, para este proyecto nos vamos a enfocar en el la de uso mixto. La cual combina paso de peatones, paso de vehículos y zonas de descarga y carga.

Las vías están destinadas para el tránsito de peatones y vehículos, los cuales se entienden de la siguiente forma:

- Peatón: toda persona que transita a pie.
- Vehículo: cualquier componente del tránsito cuyas ruedas no están confinadas dentro de rieles. Se clasifican en los siguientes tipos.
 - Vehículos livianos: automotor de peso bruto hasta de 4 toneladas.
 - Vehículos pesados: automotor de peso bruto mayor a 4 toneladas.

Clasificación funcional de las carreteras

El Manual centroamericano de diseño geométrico de carreteras define como clasificación funcional al “proceso por el cual las carreteras y calles son agrupadas en clases, o sistemas, de acuerdo con

las características de servicio al tráfico que se intente proveer.”

El sistema de diseño funcional se basa en el estudio de todos los movimientos de viaje, realizando una clasificación funcional que “reconoce que los caminos y calles individuales no sirven a los viajes de forma independiente, por el contrario, comprenden movimientos a través de redes de caminos”.

Funcionalmente las carreteras y calles se clasifican según el Manual centroamericano de diseño geométrico (SIECA, 2011) en los siguientes tipos.

- Arterial: provee el mayor nivel de servicio con las mayores velocidades permitidas en distancias de viaje ininterrumpido, con algún grado de control en los accesos.
- Colector: provee un menor nivel de servicio que la arterial. Se permiten velocidades menores en distancias cortas por servir de colector de tráfico de caminos locales y los conecta con las arteriales.
- Local: consiste en todas las carreteras no definidas como arteriales o colectoras; su servicio principal es proveer acceso a la mayoría de lugares y sirve a los viajes sobre distancias relativamente cortas.

La anterior clasificación se realiza en función a los accesos y flujo vehicular existentes en las redes de carreteras.

Área de trabajo

Las áreas de trabajo tienen diferentes características, según se menciona en el Manual centroamericano de diseño geométrico con respecto a la densidad y tipos de uso de la tierra, densidad de redes de calles y carreteras, naturaleza de los patrones de viaje, y la forma en que estos elementos están relacionados. Dichas áreas se clasifican en las siguientes.

- Área urbana: “son aquellos lugares dentro de los límites establecidos por los funcionarios estatales y locales responsables, con una población de 5,000 o más habitantes”. (SIECA, 2011)
- Área rural: “son las áreas ubicadas fuera de los límites de las áreas urbanas (de menos de 5,000 habitantes)”. (SIECA, 2011)

Tipos de carreteras

Las carreteras son “las superficies preparadas para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo con las normas técnicas vigentes en la SIECA” (SIECA, 2011)

El tipo de carretera es un importante elemento para el cálculo de niveles de servicio de diseño, por lo tanto, se desglosan a continuación, según lo especificado en el Manual centroamericano de diseño geométrico (SIECA, 2011):

- **Tipo I:** la velocidad de circulación es el parámetro principal para evaluar capacidad. En este tipo, se incluyen:
 - Vías principales
 - Tráfico de viajes al trabajo y ocio
 - Distancias de viaje largas
-
- **Tipo II:** el porcentaje del DT es el parámetro principal para evaluar la capacidad. En este tipo se incluyen:
 - Accesos a carreteras tipo I
 - Carreteras turísticas
 - Distancias cortas, viajes de recreo
- **Tipo III:** el porcentaje de lograr la velocidad libre es el parámetro principal para evaluar la capacidad. En este tipo, se incluyen:
 - Accesos a zonas en crecimiento
 - Carreteras de paso intermedio entre tipo I y tipo II.

Características del tránsito

Esta sección describe los componentes necesarios para realizar los cálculos asociados a un ordenamiento vial.

- Capacidad de carretera: “es el máximo número de vehículos que pueden circular en un punto dado durante un período específico de tiempo, bajo condiciones prevalecientes de la carretera y el tránsito. Asumiendo que no hay influencia del tránsito más adelante, dentro del punto en análisis.” (SIECA, 2011)
- Hora pico: “horas de máximo movimiento vehicular respecto de las veinticuatro horas del día, siendo el período más crítico.” (SIECA, 2011)

- Tránsito promedio diario anual (TPDA): “El volumen total durante un período determinado de tiempo (en general días), mayor que un día y menor o igual que un año, dividido por el número de días comprendido en ese período de tiempo”. (SIECA, 2011)
- Volumen por hora (VPH): “es la cantidad de vehículos que pasa sobre una sección de la vía durante 60 minutos consecutivos.” (SIECA, 2011)
- Vía principal: “es el acceso o accesos de una calzada en una intersección que normalmente tiene el volumen mayor de tránsito”. (SIECA, 2000)
- Vía secundaria: “es el acceso o accesos de una calzada en una intersección que normalmente tiene volumen menor de tránsito, o al menos inferior al de la calle principal”. (SIECA, 2000)
- Factor de hora pico (FHP): se expresa como la relación que siempre será igual o menor que la unidad, entre la cuarta parte del volumen de tránsito durante la hora pico y el volumen mayor registrado durante el lapso de 15 minutos dentro de dicha hora pico.
- Porcentaje de vehículos pesados: es la proporción de vehículos referentes al conteo que se clasifican como pesados.
- Factor de crecimiento: el factor de crecimiento se utiliza para proyectar el crecimiento vehicular de una zona. Está en función del crecimiento anual según el tránsito promedio diario y de un periodo de años definido por el responsable del estudio.
- Nivel de servicio: “es el máximo volumen horario de tránsito que una carretera puede acomodar, sin que el grado de congestión alcance los niveles preseleccionados por el diseñador”. (SIECA, 2011) (Ver figura 9 de los anexos para mayor detalle.)
- La condición de volumen mínimo de vehículos: se entiende que es para ser aplicada donde el volumen de tránsito en la intersección es la razón principal para considerar la instalación de un semáforo. La condición se cumple cuando en la vía principal y en los accesos de mayor flujo de la vía secundaria, existen los

- volúmenes mínimos indicados en el Cuadro 4.1 del Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito, en cada una de ocho horas de un día representativo” (SIECA, 2000)
- Interrupción de la continuidad del tránsito: “la condición de interrupción del tránsito continuo se entiende que es para ser aplicada donde las condiciones de operación de una vía sean tales, que el

Intersecciones

El estudio del ordenamiento vial se analiza a partir de intersecciones, definidas como “sitio de una vía en el cual convergen dos o más vías y donde los vehículos pueden virar o mantener la dirección de su trayectoria” (SIECA, 2000)

Existen dos tipos de controles aplicables a las intersecciones, la regulación por semáforo y la regulación con señal de alto o ceda.

Las intersecciones se analizan de acuerdo con la demora que es “el tiempo que le toma a un vehículo realizar un giro en una intersección” (SIECA, 2000). Este tiempo se mide en segundos.

Señalización

Las señales de tránsito son “los dispositivos instalados a nivel del camino, por encima o sobre él, destinado a reglamentar, informar o advertir al tránsito mediante palabras o símbolos” (SIECA, 2000). Se encuentran normadas por el SIECA, de acuerdo con lo establecido en el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito.

El “conjunto de señales destinado a regular, prevenir o informar el tránsito vehicular” (SIECA, 2000) se conoce como señalización, la cual se coloca en puntos clave de las vías para ayudar a peatones y conductores a dirigirse de manera segura.

Existen señales destinadas a resolver diferentes tipos de problemas, que son definidas en el Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito (SIECA, 2000) como:

tránsito de la vía secundaria sufre una demora excesiva o riesgo al entrar a la vía principal o al cruzarla. Este requisito se satisface cuando, durante cada una de ocho horas de un día representativo en la vía principal y en la aproximación de mayor volumen de la vía secundaria, se tienen los volúmenes mínimos indicados en el cuadro 4.2 y si la instalación de semáforos no trastorna la circulación progresiva del tránsito.” (SIECA, 2000)

- Semáforo: dispositivo electromecánico o electrónico que, por medio de varias unidades ópticas de distinto color, asigna en forma alterna el derecho de paso de vehículos y peatones que confluyen en una intersección, paso peatonal o paso escolar. Puede ser accionado en forma manual, predeterminada o mediante sensores.
- Señal horizontal: marca de pintura de color amarillo o blanco que se graba sobre la superficie de rodamiento para reglamentar, prevenir o informar a los usuarios de la vía.
- Señal vertical: aviso o señal de tránsito, que se adhiere al suelo, colocado en forma vertical, para informar, reglamentar o prevenir a los usuarios de la vía.

Las señales también pueden ser agrupadas de acuerdo con su finalidad para el usuario final.

El Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito las define como:

- Señal de información: señal usada para indicar rutas, destinos, direcciones, distancias, servicios, puntos de interés u otra información geográfica o cultural.
- Señal de prevención: señal usada para advertir sobre las condiciones geométricas, ambientales y de cualquier otra naturaleza en una carretera o calle o adyacentes a ellas, que sean potencialmente peligrosas a las operaciones del tránsito vehicular, de ciclistas o peatonal.
- Señal de reglamentación o restrictiva: señal usada para notificar a los usuarios de la vía sobre disposiciones de leyes o reglamentaciones de tránsito.
- Uso de texturas en aceras para personas no videntes.

Metodología

En esta sección, se explican los procedimientos necesarios para realizar un ordenamiento vial, en este caso para el distrito de San Vito de Coto Brus.

Para realizar un ordenamiento vial, debe existir una justificación que siempre se va a relacionar con una problemática vial presente en una zona específica. Posteriormente, se debe analizar el estado de la zona y comprobar con resultados que sí es una necesidad real de ordenamiento vial.

Para lograrlo anterior, se deben tener los datos del volumen vehicular y peatonal del lugar; es decir, contar con evidencia del comportamiento vial del lugar en estudio.

Es importante tener en cuenta que los datos de un conteo vehicular y peatonal nos darán un comportamiento vial aproximado de una zona, y que ese comportamiento debe ser representativo de la mayoría de meses del año. Por lo tanto, para el caso en el que no existan datos de ordenamientos viales anteriores, y se deba realizar la medición en campo de esos volúmenes, se tienen que escoger meses adecuados y representativos de la mayoría del año. En otras palabras, no se debe realizar el conteo en meses que tengan un flujo vial distinto por actividades temporales.

En Costa Rica, generalmente, el periodo óptimo para realizar los conteos vehiculares y peatonales es aproximadamente de 10 meses dejando por fuera los meses de diciembre y enero y las primeras dos semanas del mes de febrero, además del periodo de vacaciones escolares de medio año, ya que el comportamiento vehicular en épocas de vacaciones es distinto.

En la zona de San Vito, otra actividad temporal, que modifica el flujo vial, es la temporada de recolección de café; por esta razón, el conteo se realiza en la última semana de febrero del 2017 ya que no existe ningún inconveniente en esa fecha.

Las herramientas digitales utilizadas para el correcto análisis y obtención de resultados fueron:

Software

Los complejos cálculos ligados a un estudio de ordenamiento vial requieren la ayuda de herramientas de software, que faciliten la modulación de datos de volúmenes de vehículos y peatones.

Dicho software facilita la rápida obtención de resultados en comparación con la realización de cálculos anuales.

La principal herramienta para el ordenamiento vial es Microsoft Excel, donde se registran todos los datos para su posterior modulación.

Synchro 8

El software Synchro es “una aplicación de software de optimización y análisis macroscópico” (Trafficware, s.f.) que contempla las especificaciones técnicas del HCM.

Synchro es creado por Trafficware, una reconocida empresa fabricante de software de análisis de tráfico, permitiendo:

- Obtener niveles de servicio.
- Análisis de intersecciones señalizadas, sin señalizar y rotondas.
- Obtener capacidad de intersecciones.

Su principal ventaja es la facilidad de uso de la herramienta y la rapidez con que se obtienen resultados.

AutoCAD

Autodesk es una empresa “líder mundial en software de diseño, ingeniería y entretenimiento

3D” (Autodesk, s.f.) creadora de la aplicación AutoCAD.

El AutoCAD es una herramienta destinada al modelado y visualización en tercera dimensión, útil para el manejo de planos de la zona en estudio.



Diagrama 3. Diagrama de fases de la metodología para un ordenamiento vial. Elaboración propia

Identificación de la zona

Lo primero por realizar es una visita a campo con el fin de identificar los problemas, que se presentan en la zona de estudio, se realiza el levantamiento de las características de las vías en la zona como el estado de la demarcación horizontal y vertical anchos y pendientes de calzada, sentidos de circulación, estacionamientos, zonas de carga y descarga, estado del pavimento, cruces peatonales o bien pasos de deseo.

Se debe crear un mapa de la zona de estudio, en el cual se incorporen todos los datos levantados en el párrafo anterior para poder tener la información de forma práctica.

Una vez identificados los problemas, se puede concluir, mediante un criterio visual, si es necesario o no realizar un análisis para un ordenamiento vial.

Como segundo paso, se debe delimitar la zona de estudio, la cual debería tomar en cuenta las intersecciones con flujos críticos interactuado con los usos del suelo. Lo anterior se logra con lo observado en campo determinando la zona de mayor volumen vehicular y peatonal.

Luego de definir la zona de estudio, se deben buscar informes de ordenamientos viales realizados en la zona, ya que, en ellos, se puede localizar información valiosa, que va a evitar realizar levantamiento de datos y agilizar el estudio, que se pretende realizar; si no existe la información mencionada, se procede a realizar el levantamiento de datos. En caso de no contar con ordenamientos viales pasados con la información requerida, y no se logre obtener la información de volúmenes vehiculares y peatonales, se tiene que determinar la ubicación de los puntos de conteo; además de las horas y días en que se realiza el levantamiento de datos por intersección.

Conteo vehicular y peatonal

El procedimiento del levantamiento del volumen vehicular y peatonal se realiza, según lo especifica el HCM 2010, para intersecciones controladas por señales de alto y ceda.

Para realizar satisfactoriamente este proceso, se debe realizar una clasificación entre vehículos livianos y pesados según lo define la

guía suministrada por el MOPT denominada Inducción para conteos vehiculares (Dirección general de ingeniería de tránsito) (ver figura 1 en anexos).

La clasificación de vehículos se realiza en función del peso y número de ejes de las llantas. Para vehículos de dos ejes, uno trasero y otro delantero, se clasifica como liviano; y de tres ejes en adelante, son vehículos pesados, a excepción de los buses, que siempre se cuentan como vehículos pesados, y las motocicletas, que no se toman en cuenta en el conteo, ya que no se consideran vehículos que aumenten las demoras en las intersecciones. En caso de existir ciclo vías, se deben tomar en cuenta en el estudio. De igual forma, aunque no existan ciclo vías se debe realizar un sondeo visual para ver si es necesario realizar los conteos de bicicletas. Se debe tomar en cuenta el número de bicicletas que transitan por la ciudad si cuando se realiza la inspección visual se nota que el factor de bicicletas incide en el tránsito de la ciudad, sino es así se puede obviarse y tomarse como un caso de motocicleta, o sea que no influye el flujo vehicular.

Una vez identificados los puntos de control y generadas las tablas de registro vehicular de acuerdo con el formato suministrado por la Dirección General de Ingeniería de Tránsito de Costa Rica (ver figura 2 en anexos), se procede a realizar el conteo vehicular y peatonal dividiendo la zona en intersecciones y sus respectivos accesos, realizando los conteos con cortes cada 15 minutos para tener datos en cuartos de horas y además realizar los conteos en rangos de horas matutinas, meridianas y nocturnas; de esta forma, se logra conocer el comportamiento vial a lo largo del día.

El horario de conteo se define a criterio del responsable del proyecto con la visita al campo.

Una vez concluido el conteo, se procede a tabular todos los datos y a realizar los cálculos respectivos, para generar la información necesaria que permita crear un modelo en el software de modulación de tránsito Synchro 8, el cual va a ayudar a obtener los resultados de los niveles de servicio y demoras en cada intersección rápidamente.

Cálculos de factores para la modulación

Antes de hacer la modulación, se debe calcular a mano una serie de datos de entrada, que solicita Synchro 8, para realizar una modulación correcta.

obtener, por cada intersección, el porcentaje de vehículos pesados, el factor de hora pico, la hora pico, la hora pico general de la zona y la justificación de implementación de semáforos en las intersecciones.

El factor de hora pico debe estar en un rango de 0.8 -1; es decir, para intersecciones con valores menores a 0.8, se utiliza el valor mínimo

Estos datos de entrada se especifican y se definen en el Highway capacity manual.

Con lo recolectado en el proceso de levantamiento de datos, se cuenta con el volumen vehicular y peatonal de cada intersección en análisis, en un horario definido por el responsable a cargo del proyecto, a partir del cual se logra que es 0.8 en la modulación. Este factor se puede entender como aquel factor que, entre más cercano a uno, mejor flujo vehicular existe. En Costa Rica, según una entrevista realizada a la ingeniera Joselyn Murillo del Departamento de Estudios y Diseños de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, el valor mínimo aceptado del factor de hora pico es de 0.8

Hora pico de la intersección

A partir de la definición mencionada en el marco teórico de la hora pico, se presenta la siguiente tabla que muestra un ejemplo de cómo se realiza un cálculo de hora pico por intersección y, posteriormente, una explicación de cada columna

ACCESO OESTE											
MOVIMIENTO HORA	O-N			O-E			Total Acceso	Acceso		Intersección	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico
6:15-6:30	4	1	5	8	0	8	13	128		527	
6:30-6:45	10	1	11	21	2	23	34	142		606	
6:45-7:00	13	3	16	35	1	36	52	148	6:45-7:45	617	6:45-7:45
7:00-7:15	6	0	6	21	2	23	29	136		567	
7:15-7:30	9	1	10	16	1	17	27	133		526	
7:30-7:45	10	1	11	23	6	29	40	122		477	
7:45-8:00	11	2	13	24	3	27	40	120		493	
8:00-8:15	7	2	9	16	1	17	26	112		451	
8:15-8:30	7	1	8	7	1	8	16				
8:30-8:45	9	1	10	23	5	28	38				
8:45-9:00	3	0	3	26	3	29	32				
TOTAL			102			245	347				

Figura 9. Volumen vehicular y hora pico del acceso oeste y global en la intersección A. Elaboración propia Excel 2016

La primera columna de izquierda a derecha refleja las horas de conteo en un acceso específico de la intersección, la segunda y tercera columna de izquierda a derecha indican el volumen vehicular de livianos y pesados por giros o movimiento en el acceso, la cuarta columna de izquierda a derecha refleja la sumatoria total (vehículos livianos y pesados) de todos los giros que se realizan en el acceso y la quinta columna de izquierda a derecha refleja la suma total por hora (cuartos de hora) de todos los giros en el acceso y también da la hora pico de ese acceso en específico y la sexta columna de izquierda a derecha refleja la hora pico de la intersección en función de la sumatoria total de vehículos livianos y pesados de todos los accesos de la intersección.

Factor de hora pico (FHP)

A partir de la definición vista en el marco teórico, se aplica la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Sumatoria Total de vehiculos livianos y pesados de los 4 cuartos de la hora pico}}{4 \times (\text{la maxima sumatoria de los 4 cuartos})}$$

Porcentaje de vehículos pesados

A partir de la definición vista en el marco teórico, se aplica la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Sumatoria de pesados en los 4 cuartos de la hora pico}}{\text{Sumatoria Total de vehiculos livianos y pesados de los 4 cuartos de la hora pico}}$$

Este porcentaje no tiene restricciones y se aplica su valor real en la modulación.

Hora pico de la zona

La hora pico de la zona parte del concepto anterior de hora pico de la intersección, con la diferencia de que toma en cuenta el volumen total (vehículos livianos y pesados) de todas las intersecciones en estudio de la zona para realizar el cálculo. Esta es la hora que se utiliza de referencia para la modulación en Synchro 8, eso quiere decir que los volúmenes, que se introduzcan en cada intersección del modelo, son los reportados en la hora que dicte el cálculo de la hora pico de la zona.

Factor de crecimiento

El factor de crecimiento se define con la siguiente fórmula $(1 + \%TPD)^{(\text{años})}$, donde el porcentaje de TPD se toma del Anuario de Tránsito 2013 publicado por el MOPT según la zona, que se observa en mayor detalle en las figuras 3 y 4 en anexos, y los años los define el profesional que realiza el estudio.

Justificación de la necesidad de semáforos

Para la justificación de la colocación de semáforos, se toman las indicaciones del Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito en el capítulo 4, sección de semáforos.

Se deben cumplir todas las siguientes condiciones para que se justifique la colocación.

- Condición A: *volumen mínimo de vehículos*
- Condición B: *interrupción de la Continuidad del Tránsito*
- Condición C: *volumen mínimo de peatones*
- Condición D: *pasos peatonales en escuelas*
- Condición E: *movimiento progresivo*
- Condición F: *experiencia en accidentes*
- Condición G: *condiciones del sistema*
- Condición H: *combinación de condiciones*
- Condición I: *volúmenes en cuatro horas*
- Condición J: *demora en hora pico*
- Condición K: *volumen en hora pico*

Etapa de modulación en Synchro 8

Con la ayuda del programa Synchro 8, se realiza la modulación de las intersecciones.

Se deben generar dos modelos. El primero o modelo 1 debe representar el estado actual de la zona de estudio, este funciona para verificar cuáles son los niveles de servicios que tiene cada intersección actualmente; pero también se debe proyectar dicho modelo actual a futuro para conocer cuál sería el comportamiento de la zona en una cantidad de años definida por el profesional responsable del estudio. Para llevar el modelo actual a futuro se debe introducir, en el programa, el factor de crecimiento calculado a la cantidad de años que el analista desee.

En función de los resultados, que se obtengan, se opta por dejar las intersecciones tal y como están en el caso de contar con buenos niveles de servicios en el modelo actual y el proyectado; en caso contrario, se debe generar y analizar una propuesta para mejorar la zona de estudio, la cual se convertiría en el segundo modelo o modelo 2, el cual se acepta si los resultados obtenidos son mejores que los del modelo 1. Posterior a esto, también se debe llevar el modelo 2 a futuro y comparar con la proyección del modelo 1 para ver si la propuesta, que se realiza, trae mejoras al flujo vehicular y peatonal. Al comparar los resultados, se debe reflejar que la necesidad de la nueva propuesta es una realidad.

Procedimiento para realizar el modelo

Lo primero que se tiene que ingresar en el programa es el mapa de la zona, los anchos y pendientes de las vías, el volumen por movimiento en intersecciones, el factor de hora pico, el

¿Qué datos de entrada utilizar en el modelo 2?

Como el modelo 2 es independiente del modelo 1, no se pueden utilizar los datos de este último directamente, pero sí indirectamente.

porcentaje de vehículos pesados, el volumen de peatones, las características de la intersección como la demarcación horizontal y vertical y el factor de crecimiento vehicular.

El programa permite colocar las características por ventanas específicas. En la primera "Lane setting", es posible editar las características geométricas por carril (ver figura 5 en anexos). La segunda ventana permite editar las opciones de volúmenes "Volumes setting", (ver figura 6 en anexos), en donde se ingresa el volumen por giro, el FHP por giro, el cual no debe ser menor de 0.8 ni mayor a 1, el volumen de peatones, el porcentaje de vehículos pesados, que se calculan en apartados anteriores con las fórmulas indicadas.

Cuando se generen los modelos 1 y 2 proyectados al futuro, en la ventana de "Volumes setting", es donde se inserta el nuevo factor de crecimiento, que se calcula, ya que por defecto el programa tiene un valor igual a 1.

En la tercera ventana, se pueden editar los tiempos y la señalización de la intersección, "signing setting" (ver figura 7 en anexos). En esta parte, se define el tipo de control de la intersección, siendo así cruces controlados por semáforos o por señales de alto y ceda; y posterior a esto, indicarle, al software, cuáles señales se presentan en las diferentes intersecciones. Los resultados, que se van a analizar y comparar de estos dos modelos, son los niveles de servicio (LOS) y las demoras en segundos por giros en cada intersección.

Para poder ver los resultados del modelo en la interfaz al lado derecho, viene una serie de funciones (ver figura 8 en anexos), en las cuales se puede ver el resultado del análisis del software. El botón LOS muestra el nivel de servicio de la intersección seleccionada, y el de demoras cuánto tiempo, en segundos, le toma a un vehículo en hacer el giro en la intersección.

Esto se refiere a que como el modelo 2 va a tener cambios en sentidos de vías, giros, cruces peatonales, señalización entre otros, es lógico que los volúmenes vehiculares, peatonales, factores y porcentajes de cada intersección van a ser diferentes.

Al no existir una forma de conocer estos valores ya que no son reales; es decir, son parte

de una propuesta, que físicamente no existe, se utiliza para poder realizar el modelo 2 la información básica de volumen vehicular y peatonal en cada intersección.

La forma de obtener los volúmenes es realizando una comparación de un mapa de la zona actual con la información de volúmenes por giro de todas sus intersecciones en análisis, con un mapa de la propuesta e ir realizando sumas del volumen vehicular del mapa actual de los posibles giros que realicen con la nueva propuesta; en otras palabras, el volumen actual es la base para que, a criterio del profesional que realiza el análisis, se logre tener el volumen que puede existir cada una de las intersecciones de la propuesta.

Otro valor que cambia es el factor de "hora pico", pero, por falta de datos para la nueva propuesta, no se puede calcular directamente de los datos de volumen vehicular, entonces lo que se debe realizar es un promedio entre 0.8 y 1 lo cual da como resultado 0.9 y ese valor se utiliza para todos los giros de la propuesta en estudio.

Como tampoco se conoce el porcentaje de vehículos pesados, el valor, que se toma de referencia, es el mismo porcentaje por intersección que se obtiene en el conteo real.

Problemas en la modulación

Si el modelo, que se introduce en Synchro 8, tiene una intersección con más de cuatro calles y el tipo de control son señales de alto y ceda, el modelo da un error y no calcula los niveles de servicio ni las demoras.

Si esto sucede, se deben calcular los niveles de servicio a mano, con el procedimiento que indica el Manual centroamericano de diseño geométrico, segundos para intersecciones controladas por Alto y Ceda, ver figura 9 de anexos.

Una vez definido el nivel de servicio de diseño, se realizan proyecciones en el modelo 2, hasta cumplir con ese nivel de servicio establecido como mínimo o permitido, la cantidad de años, que acompañe a la ecuación del factor de crecimiento, que sirve para definir el nivel de servicio de diseño es el valor que se utiliza como tiempo de funcionamiento óptimo del ordenamiento vial.

Ahora para el nivel de servicio de diseño del análisis manual el Manual centroamericano de diseño geométrico especifica que se debe tomar en cuenta el tipo de carretera en la zona de estudio

en su tercera edición, en el capítulo 2, páginas 61 en adelante.

Niveles de servicio de diseño y vida útil de la propuesta

Toda propuesta de ordenamiento vial pretende conseguir buenos niveles de servicio.

Para lograr eso, se analizan, muy detalladamente, la zona y proponer la mejor solución que logre cumplir la expectativa de altos niveles de servicio.

Según se define en el Manual centroamericano de diseño geométrico, en su apartado del HCM 2010, los niveles de servicio van desde A hasta F otorgando el mejor comportamiento vial al nivel A y el más crítico al nivel F, para ver detalladamente las características de cada uno de estos niveles (ver figura 9 en los anexos).

Estos niveles de servicio de la figura 9 de anexos son exclusivos para intersecciones controladas por señales de alto y ceda y analizados con el algún programa.

Esto significa que existen otros niveles de servicio para casos de intersecciones controladas por semáforos y se deben utilizar solo en ese caso.

Respecto de los niveles de servicio de diseño, todo ordenamiento vial está ligado a un tiempo de funcionamiento óptimo.

En Costa Rica según la Dirección General de Ingeniería de Tránsito el mínimo nivel de servicio permitido es D con demoras entre 35 – 55

y el tipo de zona según lo especifica el HCM 2010, ver figura 11 de anexos.

Requerimientos base para una propuesta de mejoramiento urbano

En la parte urbanística se hace uso de la información de usos de suelo analizada en este proyecto, ya que en este cantón no se cuenta con planes reguladores, además se hace uso del reglamento de vialidad de la municipalidad de San José y el reglamento nacional de fraccionamiento y urbanismo como referencias, de los cuales se extrae todo lo referente a dimensiones y normas de diseños viales como estacionamientos, paradas de autobuses, vías peatonales, aceras, dimensiones de calzadas y otros que se explican en los resultados de este proyecto.

El primer requerimiento que se utiliza son las dimensiones que deben de respetarse según los reglamento de vialidad de San Jose utilizado como referencia en este proyecto, mencionado en el marco teórico. En este caso serían:

- Carriles: ancho mínimo de 3.30 m
- Aceras: ancho mínimo de 2.50 m con una zona verde de 1 m y adoquines para discapacitados con huellas en cada intersección y con uso de texturas para discapacitados
- Estacionamientos en vía pública: ancho de 2.50 m por un largo mínimo de 6 m
- Retiros de esquinas: 10 m mínimo
- Aplicación de ley 7600 implementando rampas para discapacitados: se deben construir rampas en aceras, parques, calles, puentes peatonales y plazas, con la siguiente nomenclatura, en rampas de 1 m de largo o menos la pendiente debe tener la relación 1:12 y longitudes de 1 a 3 m la relación debe ser 1:8 y mayores a esto deben tener descansos de 1.2 m de largo. Todas las rampas tendrán un mínimo de 0.9 m acompañadas por barandas a 0.9 m de altura con barandillas a 0.75 m.

Además, para poder aplicar estos conceptos de urbanismo en una ciudad, es necesario conocer

los usos de suelo que existen para tomar decisiones que no afecten el entorno ya conformado y más bien la beneficien. Los usos de suelos nos ayudan a clasificar la ciudad por zonas según sea el tipo y así poder justificar las propuestas de urbanismo y de este modo integrar la propuesta vial con las características y el contexto de la ciudad. y de este modo integrar la propuesta vial con las características y el contexto de la ciudad.

Para este proyecto como la municipalidad de Coto Brus no cuenta con un registro de usos de suelo se realizó un levantamiento de zonas y se realizó un modelo en donde se proponen las siguientes zonas dentro del área de estudio.

- Zona residencial
- Zona comercial
- Zona de uso mixto
- Zona boscosa
- Zona recreativa
- Zona institucional
- Centros espirituales

ZONA RESIDENCIAL

En esta zona se ubican los sectores utilizados para vivienda como urbanizaciones, residenciales, condominios.

ZONA COMERCIAL

En esta zona se ubican los sectores utilizados para la venta de productos alimenticios, fármacos, combustibles, materiales y herramientas constructivas, ventas de tecnologías, mueblerías, servicios privados, industrias y todos los ligados a una actividad con fines de lucro.

ZONA DE USO MIXTO

En esta zona se ubican los sectores que en un área pequeña combina comercio, zona residencial y zonas institucionales

ZONA BOSCOSA

En esta zona se ubican los sectores que mantiene una vegetación boscosa con cuencas o sin ellas.

ZONA RECREATIVA

En esta zona se ubican los sectores utilizados para recreación de la población como parques, estadios, zonas de juegos, plazas.

ZONA INSTITUCIONAL

En esta zona se ubican los sectores públicos, instituciones del gobierno como municipalidades, áreas de salud, juzgados de justicia, bancos, escuelas, colegios y universidades públicas, entre otros relacionados directamente el gobierno de Costa Rica.

CENTROS ESPIRITUALES

En esta categoría se encuentran los centros de actividades cristianas, budistas, judaísmo, hinduismo y todas las actividades relacionadas con eventos espirituales.

Para lograr una adecuada sectorización es necesario medir desde campo las ubicaciones de cada sector y presentarlas en un plano.

Los croquis que las propuestas de usos de suelos se encuentran en los resultados de este proyecto.

Una vez confeccionado el plano de usos de suelo se debe realizar una contraposición de los usos de suelo en una capa más clara y sobre ella montar un mapa que represente de manera gráfica los diferentes problemas viales en la zona de estudio.

Este nuevo plano que nace de fusionar usos de suelo y problemas viales sirve para analizar de manera global los nodos con mayores problemas y aislar el problema en cada uno de ellos y darle una solución o identificar el problema común en los nodos en estudio y darle una solución al problema.

Confección de planos

Una vez terminados los modelos y con los resultados analizados, se realiza un mapa con todos los cambios de la propuesta de mejoramiento.

El mapa debe presentar todos los cambios respectivos al análisis que se realizan en la modulación de la propuesta. Estos suelen ser:

- Cambios en sentidos de vías.
- Cambios de paradas de buses y taxis.
- Cambios de señalización horizontal y vertical
- Modificaciones en infraestructura vial.

Resultados

Se realiza la búsqueda de informes de ordenamientos viales en la zona de San Vito de Coto Brus en las posibles entidades del gobierno, que se encargan del tema. El primer lugar es la municipalidad de Coto Brus, pero no cuentan con los datos; entonces la indicación de los ingenieros municipales es buscar la información en la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, en donde hay información de un ordenamiento vial realizado en el 2009; sin embargo, no se logran obtener ni los volúmenes en las intersecciones, ni el modelo, ya que esa información está extraviada. Lo único que se obtiene es el informe final del estudio, pero no cuenta con la información requerida.

Debido a esta situación, se procede a realizar el levantamiento vehicular y peatonal, cuyos resultados se pueden ver detalladamente en el apéndice en la sección de resultados del conteo vehicular y peatonal.

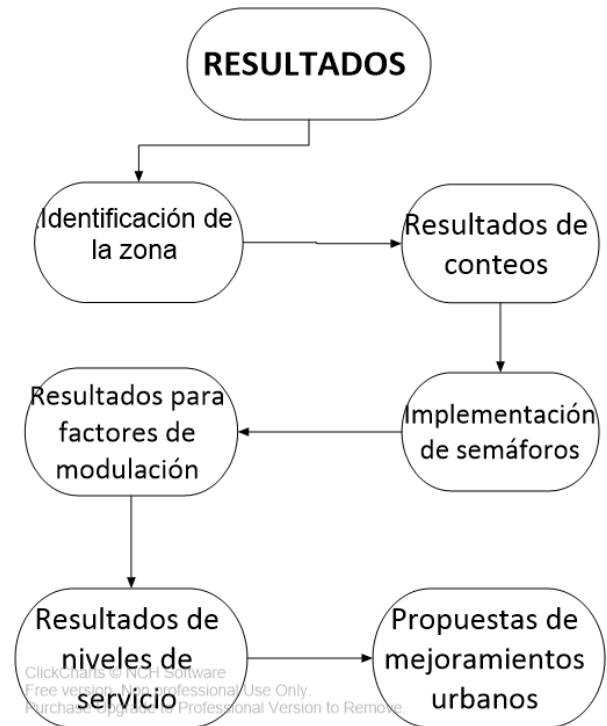


Diagrama 4. Resultados del proyecto elaboración propia

Identificación de la zona

La identificación de la zona prevé varios puntos tanto características geométricas como problemas de vialidad.

Parte de conceptos para definir la zona de estudio son los siguientes puntos.

Problemas en la zona

La visita a campo permite identificar los siguientes problemas viales.

- Congestionamiento vial

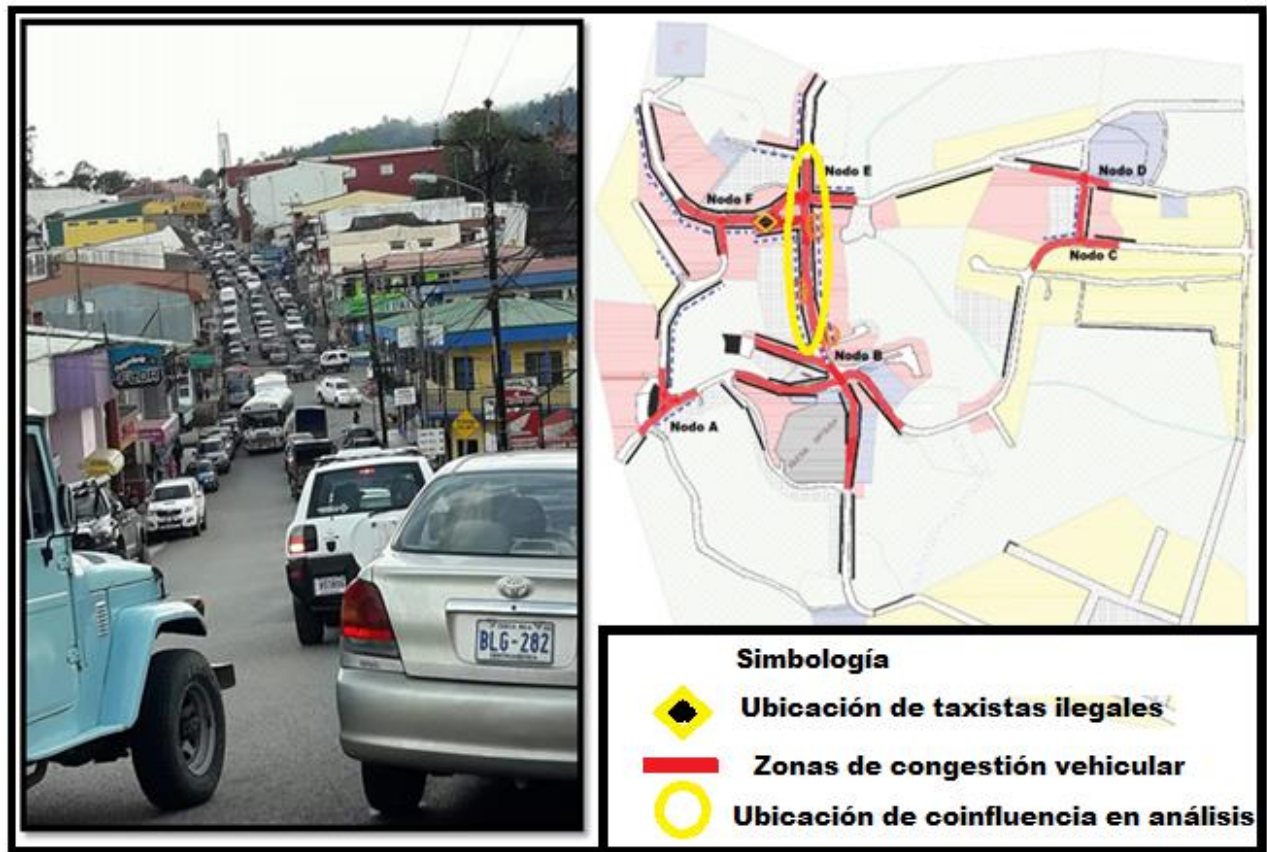


Figura 10. Congestión en las calles de San Vito de Coto Brus, elaboración propia.

Obstaculización de señales



Figura 11. Obstaculización de señales verticales en calles de San Vito de Coto Brus, elaboración propia.

- Obstaculización de la vía

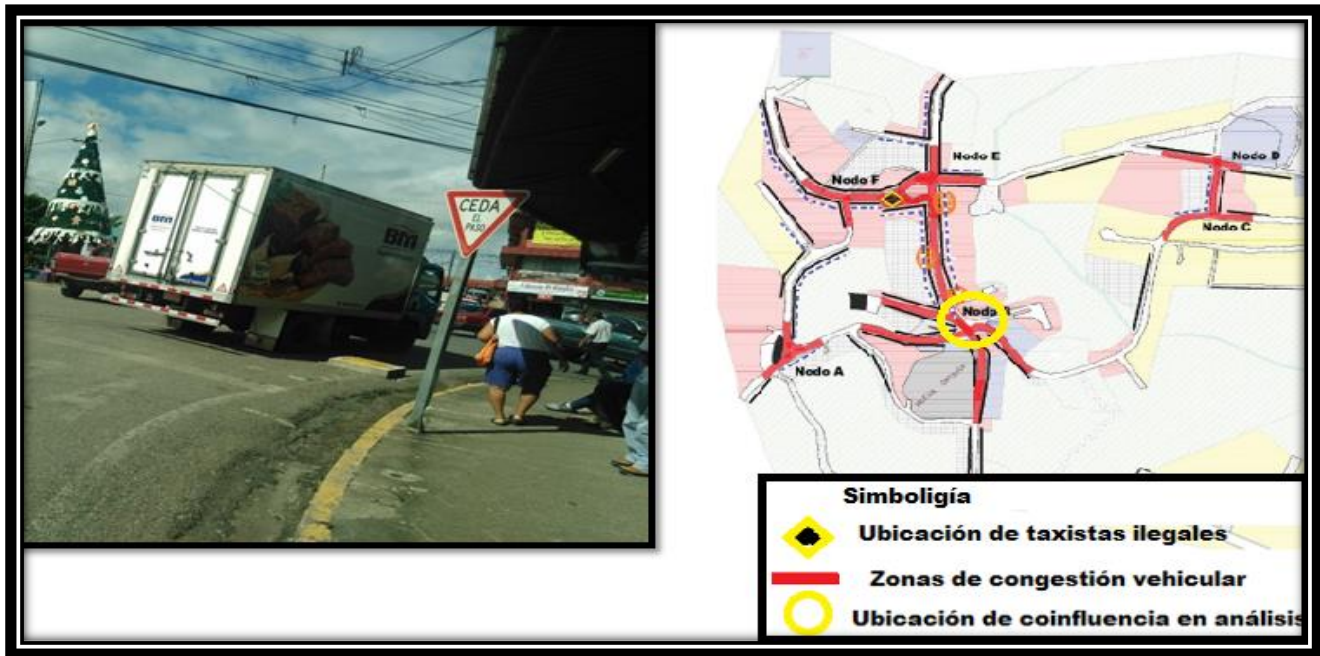


Figura 12. Obstaculización del paso en calles de San Vito de Coto Brus, elaboración propia.

- Puesto de venta en plena vía pública



Figura 13. Puestos de ventas en las calles de San Vito de Coto Brus, elaboración propia.



Figura 14. Parqueo en fila en raya amarilla en las calles de San Vito de Coto Brus, elaboración propia.

- Estacionamiento fila, doble fila y batería en raya amarilla

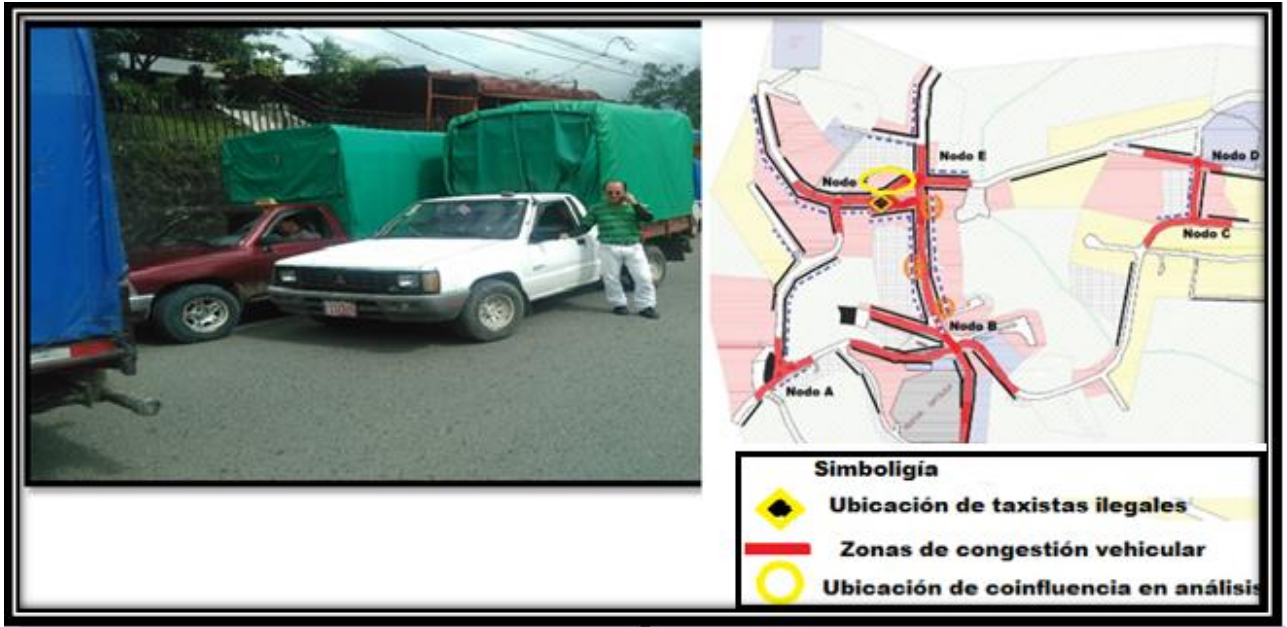


Figura 15. Parqueo en doble fila en las calles de San Vito de Coto Brus, elaboración propia.



Figura 16. Parqueo en batería en raya amarilla en las calles de San Vito de Coto Brus, elaboración propia.

- Estacionamiento en paradas exclusivas para taxi y bus

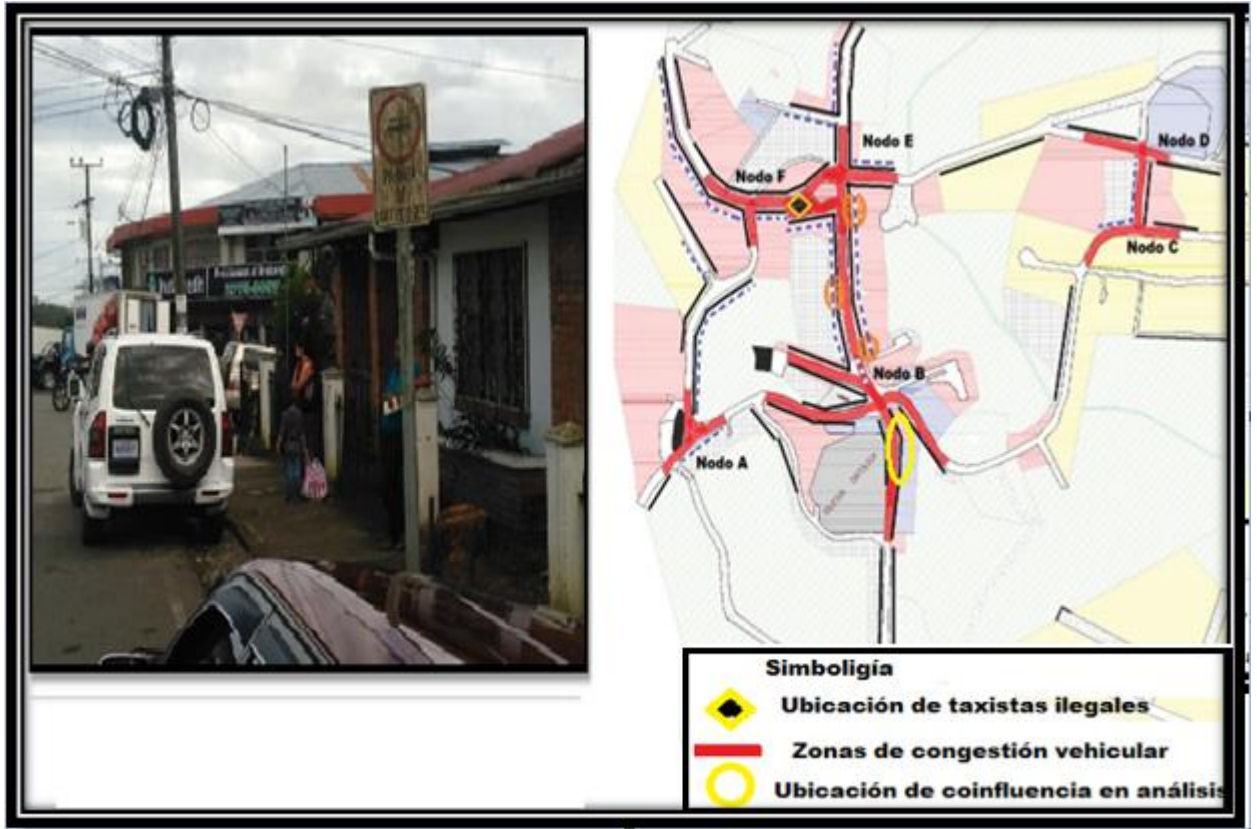


Figura 17. Estacionamientos en paradas exclusivas de bus y taxi en las calles de San Vito de Coto Brus, elaboración propia.

- Confusión al circular por falta de señalización horizontal



Figura 18. Confusión a la hora de manejar por falta de señalización horizontal en las calles de San Vito de Coto Brus, elaboración propia.

- Estacionamiento en las islas



Figura 19. Estacionamiento en islas y congestionamiento vial en las calles de San Vito de Coto Brus, elaboración propia.

- Problemas en giros por calzada angosta



Figura 20. Congestionamiento vial y problemas en giros por calzada angosta en San Vito de Coto Brus, elaboración propia.

- Descargas de materiales en zonas no permitidas



Figura 21. Descargas de materiales en zonas no permitidas en las calles de San Vito de Coto Brus, elaboración propia.

Levantamiento de detalles de las vías

De los datos levantados, que son parte de la confección de planos, se plantea lo siguiente.

- Las calles tienen anchos de calzada promedios de 10 m.
- Todas las calles son en doble sentido de vía y solo con un carril por sentido de circulación.
- El estado del pavimento es bueno.
- No presenta espaldón en la mayoría de la zona.
- La geometría de las calles no es solamente tipo cuadrante, sino que presenta varias configuraciones, como tipo T y cruces hasta con cinco salidas.
- La señalización vertical y horizontal ya no funcionan, la demarcación no es visible.
- Las pendientes en las calles van desde 2% hasta 25%.

- Las aceras presentan anchos de 2.4 m sin rampas y normativa para discapacitados.
- No hay señalización de zonas de descargas y cargas autorizadas
- No hay pasos peatonales visibles
- No hay parqueos públicos disponibles

Delimitación de la zona e intersecciones en análisis

Se delimita la zona de estudio observando en campo la zona crítica con mayor congestión vehicular y presencia peatonal, además, se identificaron los puntos llamados intersecciones en los cuales se realiza los conteos para conocer los niveles de servicio.

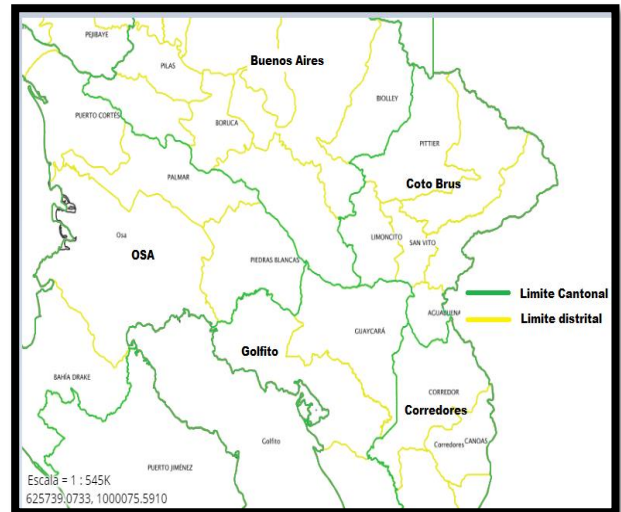


Figura 22.1 Mapa de los límites cantonales y distritales de la zona Sur, elaboración propia y de fuente de SNIT.

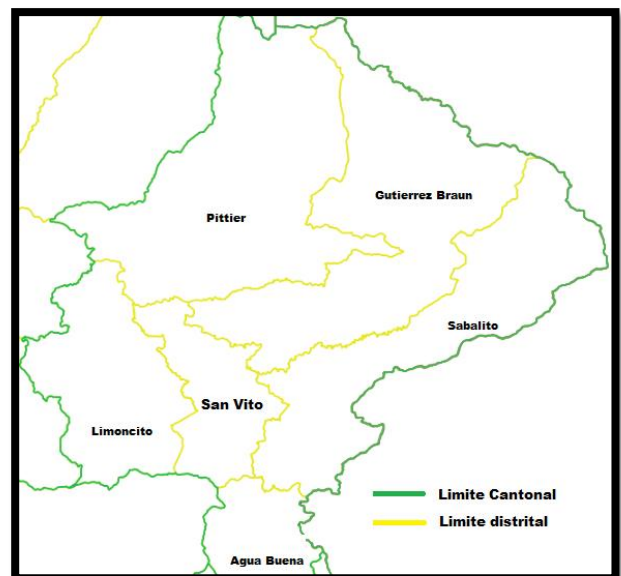


Figura 22.2 Mapa de los límites distritales del cantón de Coto Brus, elaboración propia y de fuente de SNIT.



Figura 22.3 Mapa área de estudio de San Vito de Coto Brus, elaboración propia y de fuente de google maps.

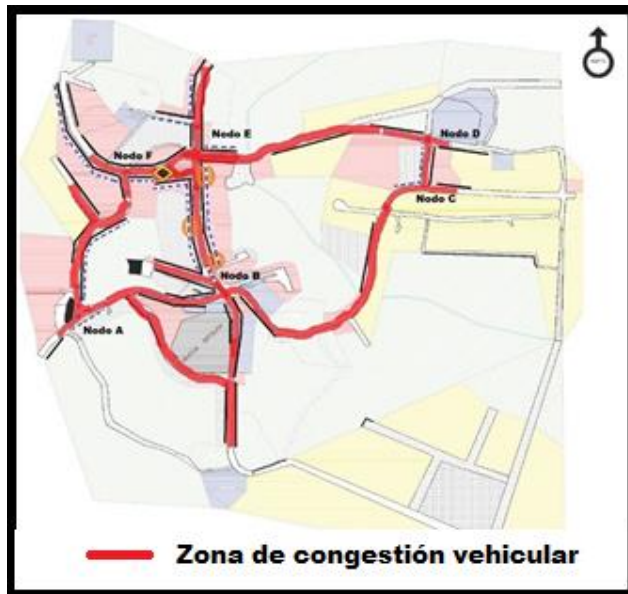


Figura 22. Delimitación de la zona con mayor congestión vehicular y peatonal de San Vito de Coto Brus, fuente de Google Maps y elaboración propia.

Las intersecciones que se presentan a continuación son las analizadas en el ordenamiento vial y se ubican en la figura 23.

- Intersección A: Cruce Servicentro, río Java
- Intersección B: Cruce del parque
- Intersección C: Cruce de Palí
- Intersección D: Cruce Escuela María Auxiliadora
- Intersección E: Cruce Acapulco
- Intersección F: Cruce licorera JJ

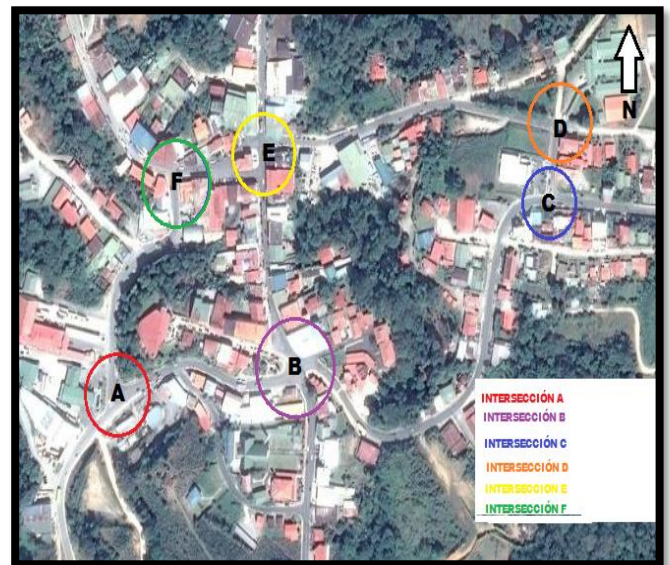


Figura 23. Localización de intersecciones críticas en el casco central de San Vito de Coto Brus, fuente de Google Maps y elaboración propia.

Resultados del conteo vehicular y peatonal

Como los resultados del conteo por intersección son muchos datos, se presenta un ejemplo de un acceso de una intersección, para ver todos los resultados en los apéndices en el apartado de conteos vehiculares.

El volumen total de peatones y vehículos en la etapa de levantamiento es de:

RESUMEN DEL LEVANTAMIENTO VEHICULAR Y PEATONAL		
INTERSECCIÓN	VOLUMEN VEHICULAR	VOLUMEN PEATONAL
A	4277	163
B	6841	2130
C	1236	15
D	665	609
E	5899	2344
F	3756	928
TOTAL	22674	6189

Figura 24. Volumen total de vehículos y peatones que se contabilizaron. Elaboración propia, programa Excel 2013.

MOVIMIENTO HORA	O-N		Total
	Livianos	Pesados	
6:15-6:30	4	1	5
6:30-6:45	10	1	11
6:45-7:00	13	3	16
7:00-7:15	6	0	6
7:15-7:30	9	1	10
7:30-7:45	10	1	11
7:45-8:00	11	2	13
8:00-8:15	7	2	9
8:15-8:30	7	1	8
8:30-8:45	9	1	10
8:45-9:00	3	0	3
TOTAL			102

Figura 25. Volumen de vehículos por acceso en intersección A. Elaboración propia, programa Excel 2013

Para ver los resultados de volúmenes de todas las intersecciones, ver en apéndices, en sección de resultados del conteo vehicular y peatonal.

Resultados de factores para la modulación

Un ejemplo del FHP y el porcentaje de vehículos pesados se puede observar en la siguiente tabla

ACCESO OESTE						
MOVIMIENTO HORA	O-N			O-E		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
6:45-7:00	13	3	16	35	1	36
7:00-7:15	6	0	6	21	2	23
7:15-7:30	9	1	10	16	1	17
7:30-7:45	10	1	11	23	6	29
Total	38	5	43	95	10	105
FHP	0.67			0.73		
% PES.	11.6%			9.5%		

Figura 26. Factor de hora pico y porcentajes de vehículos pesados en intersección A. Elaboración propia, programa Excel 2013

Factor de hora pico (FHP)

Al emplear las fórmulas vistas en la metodología, se obtiene:

$$\frac{\text{Sumatoria Total de vehiculos livianos y pesados de los 4 cuartos de la hora pico}}{4 \times (\text{la maxima sumatoria de los 4 cuartos})}$$

Se puede ver el cálculo de un factor de hora pico para el acceso oeste en la intersección A $FHP = 43/4 * (16) = 0.67$

En este caso como el resultado es menor a 0.8 se utiliza el valor mínimo de 0.8.

Los resultados de todos los cálculos se pueden ver en apéndices, en la sección de resultados de los cálculos previos al modelo.

Porcentaje de vehículos pesados

Al emplear las fórmulas vistas en la metodología, es posible realizar el cálculo de porcentaje de vehículos pesados:

$$\frac{\text{Sumatoria de pesados en los 4 cuartos de la hora pico}}{\text{Sumatoria Total de vehiculos livianos y pesados de los 4 cuartos de la hora pico}}$$

Se puede ver el cálculo de un porcentaje de vehículos livianos para el acceso oeste en la intersección A.

$$\% \text{pesados} = 5/43 = 0.11 * 100 = 11\%$$

Los resultados de todos los cálculos se pueden ver en apéndices, en la sección de resultados de los cálculos previos al modelo.

Factor de crecimiento

El factor de crecimiento es dado por la siguiente fórmula:

$$(1 + \%TPD)^{años}$$

El TPD de San Vito Coto Brus = 3.97 % por lo tanto los factores de crecimiento a desde el año 1 (A partir del 2017 en adelante) hasta el año 15 son:

TPDA	3.97%
AÑOS	FACTOR DE CRECIMIENTO
1	1.040
2	1.081
3	1.124
4	1.169
5	1.215
6	1.263
7	1.313
8	1.365
9	1.420
10	1.476
11	1.535
12	1.595
13	1.659
14	1.725
15	1.793

Figura 27. Factor de crecimiento para la zona de estudio. Elaboración propia, programa Excel 2013

A partir del año 15 en adelante los niveles de servicio de algunas intersecciones cumplen con que el máximo permitido, por lo tanto, la vida útil de la propuesta es de 15 años.

En los siguientes gráficos se muestra como el factor de crecimiento anual afecta las demoras en las intersecciones en el modelo 1 y 2.

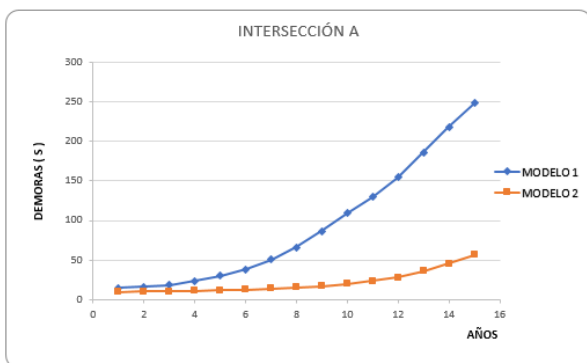


Gráfico 1. Comparación de demoras del modelo 1 y 2 a través del tiempo en la intersección A. Elaboración propia, programa Excel 2013

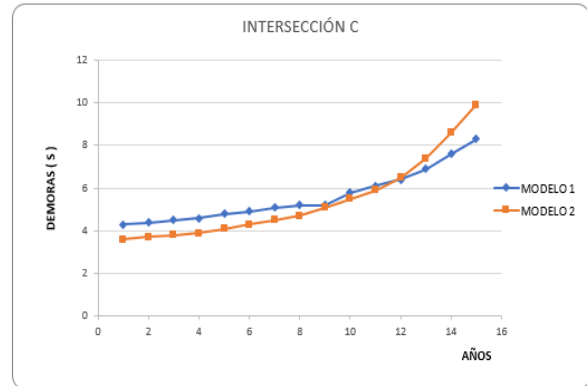


Gráfico 2. Comparación de demoras del modelo 1 y 2 a través del tiempo en la intersección C. Elaboración propia, programa Excel 2013

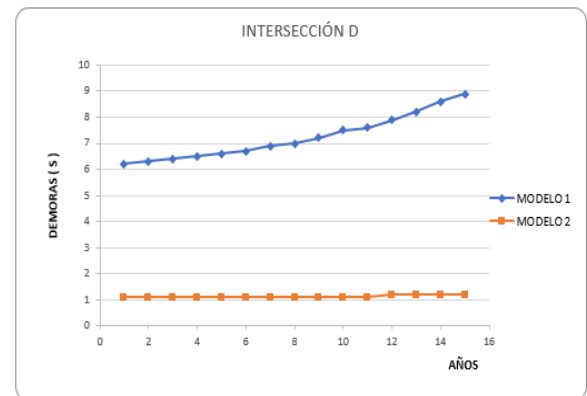


Gráfico 3. Comparación de demoras del modelo 1 y 2 a través del tiempo en la intersección D. Elaboración propia, programa Excel 2013

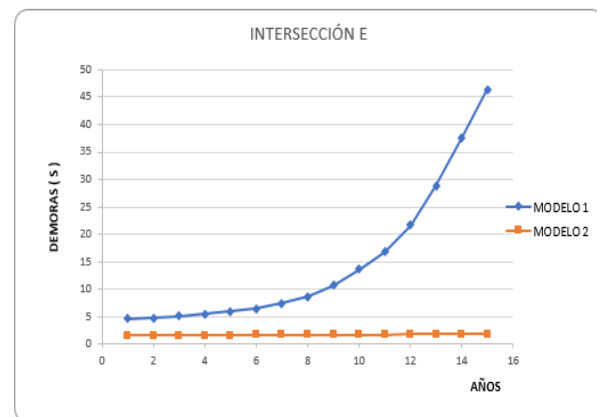


Gráfico 4. Comparación de demoras del modelo 1 y 2 a través del tiempo en la intersección E. Elaboración propia, programa Excel 2013

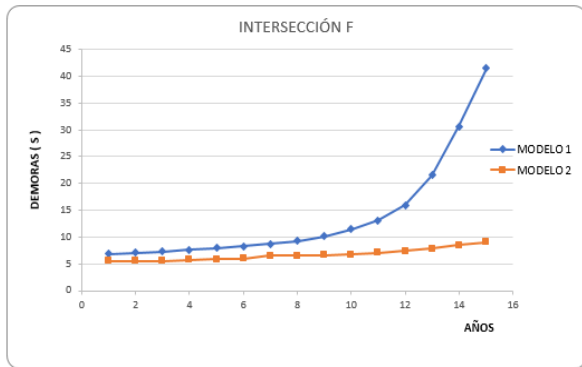


Gráfico 5. Comparación de demoras del modelo 1 y 2 a través del tiempo en la intersección F. Elaboración propia, programa Excel 2013

Implementación de semáforos

Cuando se realizaron los cálculos para conocer si se requiere de la colocación de un semáforo según lo indicado en el del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito en el capítulo 4, sección de semáforos. Se determina que solo se van a comprobar las condiciones A y B, ya que los resultados de estas dos condiciones en todas las intersecciones no justifican el uso de semáforo ya que no se cumplen las condiciones mínimas. Según la teoría se dicta que si no se cumple alguno de estos parámetros, no se deben colocar semáforos.

Un ejemplo de la justificación para la colocación de semáforos se puede ver en la siguiente tabla.

Hora pico de la zona

De la memoria de cálculo generada en Excel con los datos del levantamiento de volumen vehicular se obtuvieron los siguientes resultados

- Intersección A
 - Periodo matutino: 6:45-7:45 am
 - Periodo meridiano: 12:30-1:30 md
 - Periodo nocturno: 4:45-5:45 pm
- Intersección B
 - Periodo matutino: 7:45-8:45 am
 - Periodo meridiano: 11:00-12:00 md
 - Periodo nocturno: 5:00 - 6:00 pm
- Intersección C
 - Periodo matutino: 6:45 - 7:45 am
 - Periodo nocturno: 5:15 - 6:15 pm
- Intersección D
 - Periodo matutino: 6:45 - 7:45 am
 - Periodo nocturno: 5:00 - 6:00 pm
- Intersección E
 - Periodo matutino: 6:45 - 7:45 am
 - Periodo meridiano: 12:00-1:00 md
 - Periodo nocturno: 4:15 - 5:15 pm
- Intersección F
 - Periodo matutino: 6:45 - 7:45 am
 - Periodo meridiano: 12:45 - 1:45 md
 - Periodo nocturno: 4:30 - 5:30 pm

Para así obtener una hora pico global de la zona en el periodo nocturno: 5:00 -6:00 pm

I N T E R S E C C I O N A	CONDICION 1. Volumen mínimo de vehículos				
	Número de Carriles		YPH en la principal (Total en ambos accesos)	YPH (mayor volumen) Yía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
	Yía principal	Yía secundaria			
	1	1	396	225	NO
	CONDICION 2. Interrupción de la continuidad del tránsito				
	Número de Carriles		YPH en la principal (Total en ambos accesos)	YPH (mayor volumen) Yía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
	Yía principal	Yía secundaria			
	1	1	396	225	NO
	CONCLUSION: NO SE JUSTIFICA LA INSTALACION DEL SEMAFORO				

Figura 28. Justificación para uso de semáforo en intersección A. Elaboración propia, programa Excel 2013

Los resultados de los cálculos para la justificación del uso de semáforos en cada intersección se pueden ver en la sección de apéndices, desde la figura 93 a la 98; y los cuadros de requisitos de las condiciones A y B se pueden ver en la figura 13 y 14 de los anexos.

Resultado de niveles de servicio y demoras según Synchro 8.

Los resultados obtenidos de la modulación se resumen en cuadros; y se realizan comparaciones entre los resultados del comportamiento actual y la propuesta y también se comparan ambos comportamientos proyectados a 15 años

RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO ACTUAL			
INTERSECCION	NODO	NIVEL DE SERVICIO	DEMORA (s)
A	# 31	(B)	13
B	# 11	(C)	-
C	# 4	(A)	4.2
D	# 2	(A)	6.1
E	# 8	(A)	4.4
F	# 23	(A)	6.8

Figura 29. Niveles de servicio y demoras por giro de la zona actualmente. Elaboración propia, programa Excel 2013 y Synchro 8

RESULTADOS DE LA PROPUESTA			
INTERSECCION	NODO	NIVEL DE SERVICIO	DEMORA (s)
A	# 31	(A)	9.6
B	# 11	(C)	-
C	# 4	(A)	3.5
D	# 2	(A)	1.1
E	# 8	(A)	1.6
F	# 23	(A)	5.4

Figura 30. Niveles de servicio y demoras por giro de la zona con la propuesta. *Elaboración propia, programa Excel 2013 y Synchro 8*

INTERSECCION	CUADRO COMPARATIVO A 15 AÑOS			
	COMPORTAMIENTO ACTUAL		PROPUESTA	
	NIVEL DE SERVICIO	DEMORA (s)	NIVEL DE SERVICIO	DEMORA (s)
A	F	247	D	52.8
B	C	-	D	-
C	A	8.3	A	9.9
D	A	8.9	A	1.2
E	D	46.4	A	1.9
F	D	41.5	A	9.1

Figura 31. Resumen comparativo de niveles de servicio y demoras entre el comportamiento actual y la propuesta proyectada a 15 años. *Elaboración propia, programa Excel 2013 y Synchro 8*

Los resultados de niveles de servicio obtenidos en Synchro 8 se pueden ver en los apéndices, en la sección de resultados de los niveles de servicio con ayuda de la modulación en Synchro 8.

Resultado de niveles de servicio a mano

Para la intersección B, se realiza el cálculo de LOS a mano según la metodología del Manual centroamericano de diseño geométrico.

El tipo de carretera en la zona de estudio es del tipo 2, según el HCM 2010, por ser una zona rural ondulada, con accesos a carreteras tipo 1, por ser de distancias cortas y servir de comunicación a zonas turísticas. El detalle de cada tipo de carretera se encuentra en la figura 10 en los anexos.

El funcionamiento óptimo es de 15 años como máximo ya que, según el Manual centroamericano

de diseño geométrico, el nivel de servicio de diseño para carreteras tipo 2, como en la intersección B de San Vito de Coto Brus es D como el mínimo aceptable y siguiendo esta indicación (ver figura 11 de anexos)

Lo anterior se cumple cuando el factor de crecimiento es igual a 1.79; por esta razón, se define que la vida de funcionamiento óptimo del ordenamiento es de 15 años. El resultado de la intersección, como se encuentra actualmente, según una serie de parámetros y cálculos, que dicta el manual, el cruce tiene un LOS de C y no es posible conocer la demora por giro.

Parámetros			Cálculos		
VOLUMEN	588	veh/h	Fg	0.71	cuadro 2.9
% PESADOS	9%	%	PT	0.09	ecuacion 2-4
FHP	0.80		PR	0.04	ecuacion 2-4
TIPO DE TERRENO	ONDULADO		ET	2.50	cuadro 2.11
ANCHO DE ESPALDON	0.1	m	ER	1.10	cuadro 2.12
ANCHO DE CALZADA	3.65	m	FHV	0.88	ecuacion 2-4
% ZONA DE REVASE	20%	%	Vp1	1179.11 < 3200	ecuacion 2-3
% DISTRIBUCION	50%	%	Vp2	589.55 < 1700	ecuacion 2-3
RVs	4%	%	FLs	6.80	ecuacion 2-2
VELOCIDAD	40	km/h	FA	1.50	ecuacion 2-2
LONGITUD DE TRAMO	0.4	km	FFS	31.70	ecuacion 2-2
CANTIDAD DE ACCESOS	2.5	unidad/km	ATS	15.09 km/h	ecuacion 2-5
CARRETERA TIPO 2			fnp	1.88	cuadro 2.13
			Fg	0.77	cuadro 2.10
			FHV	1.03	ecuacion 2-4
			Vp1	926.00 < 3200	ecuacion 2-3
			Vp2	463.00 < 1700	ecuacion 2-3
			BPTSF	55.69 %	ecuacion 2-7
			PTSF	57.57 %	ecuacion 2-6

Figura 32. Resultados de LOS a mano de la intersección B con la configuración actual.

LOS	% de tiempo utilizado en seguir un vehículo
A	≤ 40
B	>40 - 55
C	>55 - 70
D	>70 - 85
E	> 85
F	Aplica cuando la razón de flujo excede la capacidad del segmento.

Cuadro 2.5. Criterio del LOS para carreteras de dos carriles Carreteras Tipo II

Figura 33. Criterio según el manual centroamericano de diseño geométrico, para escoger un LOS.

Como en la propuesta, la configuración actual de calles no se pretende cambiar, se analiza la proyección del volumen actual vehicular a 15 años y el resultado obtenido es que el cruce baja a un LOS de D, que es el nivel de servicio mínimo permitido por las normas. (Ver figura 11 de anexos)

Parámetros			Cálculos		
VOLUMEN	1053.696	veh/h	Fg	0.71	cuadro 2.9
% PESADOS	9%	%	PT	0.09	ecuacion 2-4
FHP	0.80		PR	0.04	ecuacion 2-4
TIPO DE TERRENO	ONDULADO		ET	2.50	cuadro 2.11
ANCHO DE ESPALDON	0.1	m	ER	1.10	cuadro 2.12
ANCHO DE CALZADA	3.65	m	FHV	0.88	ecuacion 2-4
% ZONA DE REVASE	20%	%	Vp1	2112.96 < 3200	ecuacion 2-3
% DISTRIBUCION	50%	%	Vp2	1056.48 < 1700	ecuacion 2-3
RVs	4%	%	FLs	6.80	ecuacion 2-2
VELOCIDAD	40	km/h	FA	1.50	ecuacion 2-2
LONGITUD DE TRAMO	0.4	km	FFS	31.70	ecuacion 2-2
CANTIDAD DE ACCESOS	2.5	unidad/km	ATS	3	ecuacion 2-5
CARRETERA TIPO 2			fnp	1.88	cuadro 2.13
			Fg	0.77	cuadro 2.10
			FHV	1.03	ecuacion 2-4
			Vp1	1659.40 < 3200	ecuacion 2-3
			Vp2	829.70 < 1700	ecuacion 2-3
			BPTSF	76.74 %	ecuacion 2-7
			PTSF	79 %	ecuacion 2-6

Figura 34. Resultados de LOS a mano de la intersección B proyectado a 12 años con la configuración actual.

LOS	% de tiempo utilizado en seguir un vehículo
A	≤ 40
B	>40 - 55
C	>55 - 70
D	>70 - 85
E	> 85
F	Aplica cuando la razón de flujo excede la capacidad del segmento.

Cuadro 2.5. Criterio del LOS para carreteras de dos carriles Carreteras Tipo II

Figura 35. Criterio según el manual centroamericano de diseño geométrico, para escoger un LOS.

Propuesta de mejoramientos urbanos

Los cambios que se proponen se realizan en función de los resultados obtenidos en el modelo 2 en Synchro 8 y de la contraposición de los problemas viales con los usos de suelos. Las propuestas que se plantean tienen la singularidad que van enfocadas a generar en el usuario mejoras en el tiempo, la fluidez, seguridad y confort vehicular y peatonal tomando en cuenta las normativas de la ley de discapacitados en los puntos en donde se requiera.

Los criterios utilizados en la propuesta se fundamentan en el SIECA, en plan vialidad de San José, en la propuesta de usos de suelos planteada y la diagramación de los problemas locales en los diferentes puntos de la ciudad de San Vito.

La propuesta del ordenamiento vial sugiere una serie de cambios para un funcionamiento óptimo en San Vito, los cuales pretenden solucionar y evitar el mayor tiempo posible aspectos urbanos como:

- Crecimiento urbano es insostenible, excluyente y sin planificación.

El proyecto va enfocado en la planificación y ordenamiento de la ciudad de tal forma que se logre un buen comportamiento del tránsito y que el crecimiento urbano a través del tiempo no afecte este comportamiento de forma drástica, sino más bien que las proyecciones de crecimiento vehicular y peatonal que se presentaron en los resultados sean lo más aproximadas posibles de tal forma que si el crecimiento real está dentro de los rangos proyectados, la vida útil de la propuesta sirva para medir el tiempo necesario de otra intervención de planificación, además la propuesta que se presentó da la opción de realizar mejoras que van a favorecer a la ciudad cuando se acerque el final de la vida útil de esta propuesta.

- Crecimiento urbano no planificado genera altos costos económicos y para la calidad de vida de los costarricenses.

Las propuestas que se plantean tienen la singularidad que van enfocadas a generar en el usuario mejoras en el tiempo, la fluidez, seguridad y confort vehicular y peatonal lo cual genera directamente al usuario mejoras en la calidad de vida desde costos económicos como desplazarse más eficazmente por la ciudad dando al usuario mayor tiempo de calidad con sus familias.

- Marco jurídico disperso y debilidades institucionales limitan la definición de planes reguladores cantonales.

Una de las principales ventajas de presentar este ordenamiento vial a la municipalidad local es que ya se contaría con el primer documento de planificación cantonal y sería la apertura para que los gobernantes locales inciten a realizar reglamentos, mapas e instrumentos de planificación para el beneficio de los ciudadanos locales.

Las propuestas urbanas que se presentan a continuación van a ser de beneficio para el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos del distrito de San Vito.

Usos de suelos

Según el levantamiento que se realizó en campo se plantea la siguiente sectorización de usos de suelo utilizando las categorías planteadas en la metodología

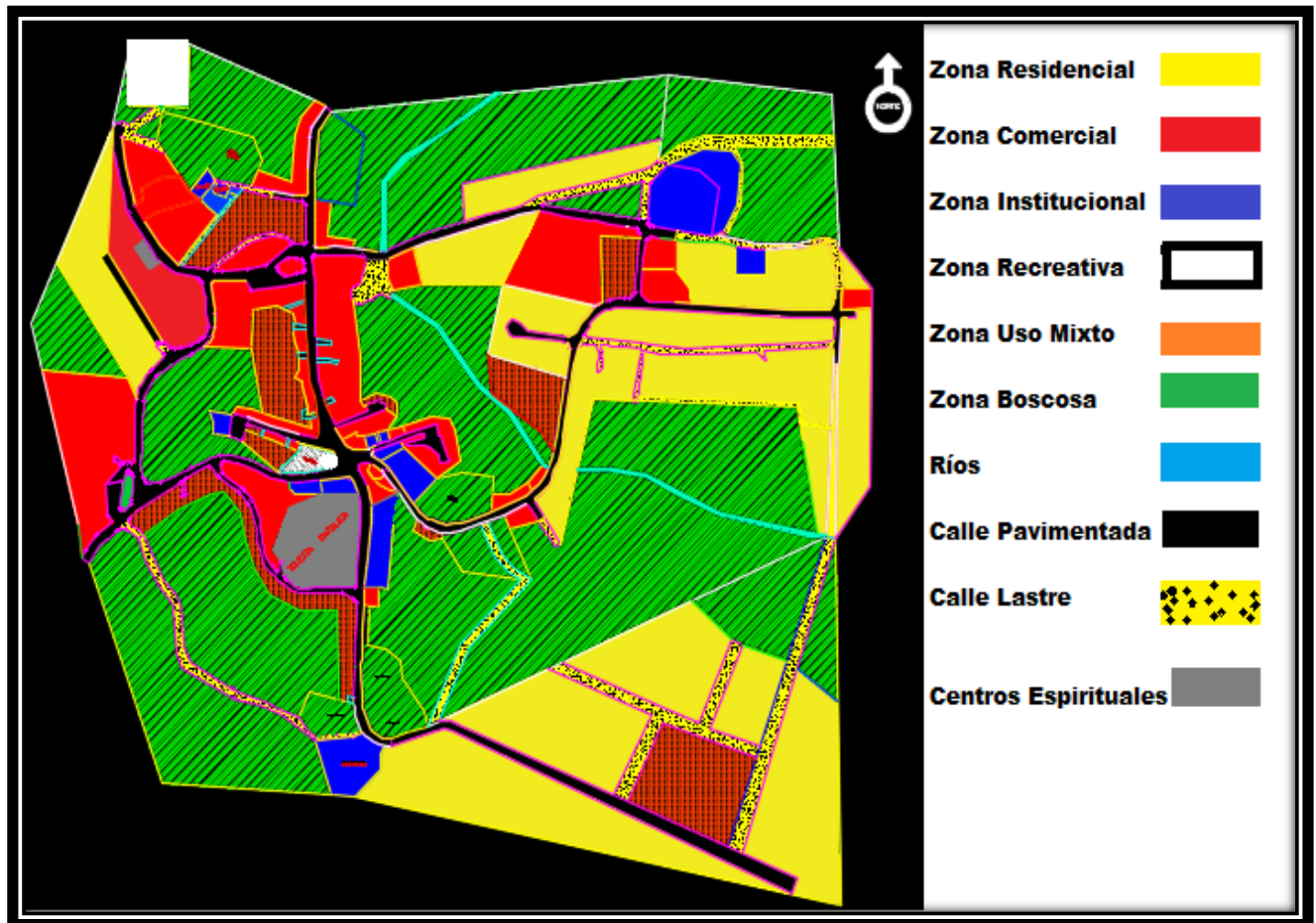


Diagrama 5. Usos de suelos del casco central de San Vito de Coto Brus.

Localización de problemas viales sobre la zona de estudio y mapa de calor de la situación actual

Con la contraposición de problemas viales sobre los usos de suelos, da como resultado el del diagrama 5 a continuación.

Con esta herramienta se realiza un análisis de los problemas específicos y comunes en la zona de estudio, a partir de este análisis se realizan las propuestas de mejoramiento urbano, las cuales se mencionan posteriormente.

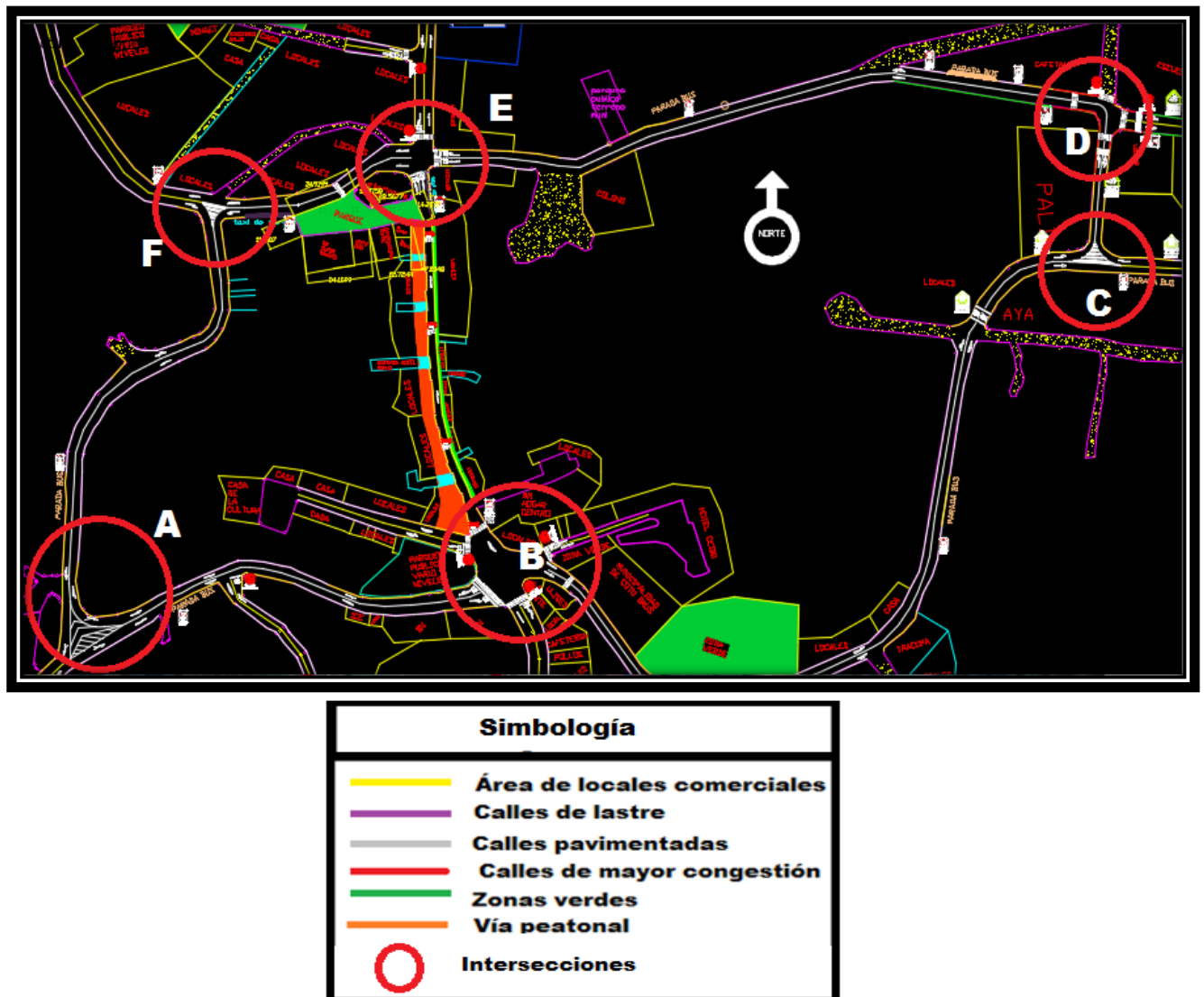


Diagrama 6 Puntos de confluencia en el casco central de San Vito de Coto Brus.

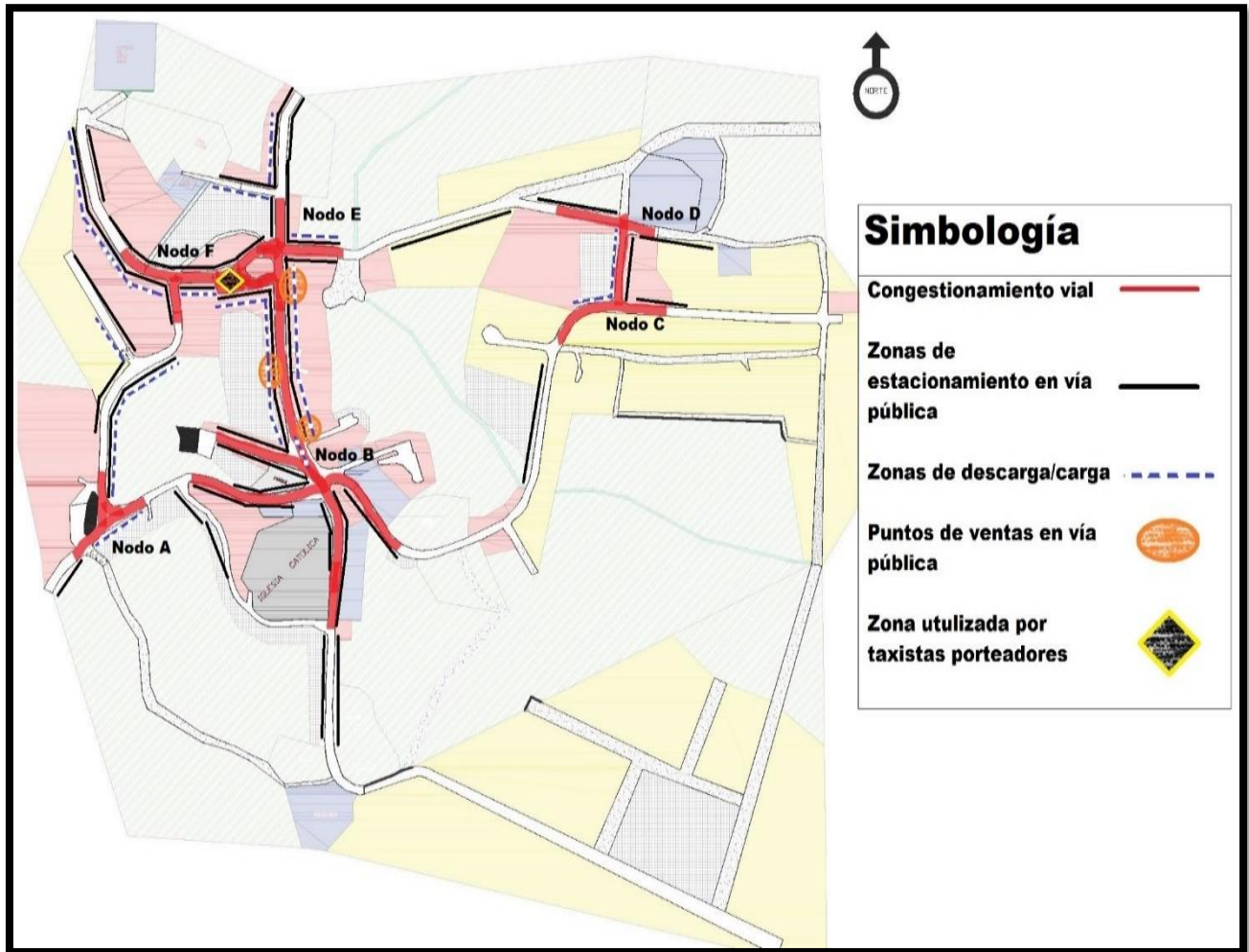


Diagrama 7. Diagramación de problemas viales sobre los usos de suelos actuales del casco central de San Vito de Coto Brus.

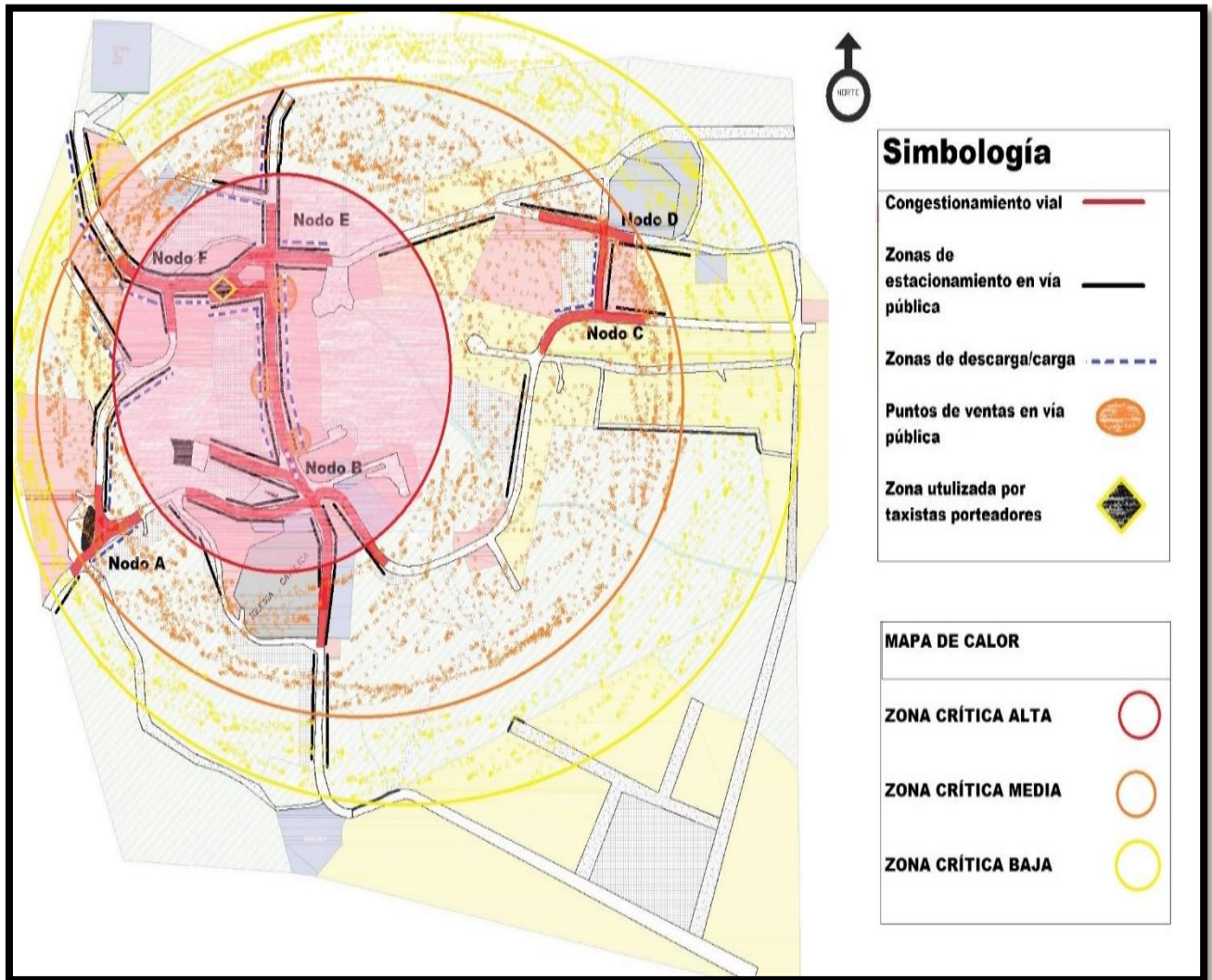


Diagrama 8. Mapa de calor de problemas viales sobre los usos de suelos actuales del casco central de San Vito de Coto Brus.

Según el análisis que se realizó del diagrama anterior, los puntos a mejorar son los siguientes en la zona de estudio.

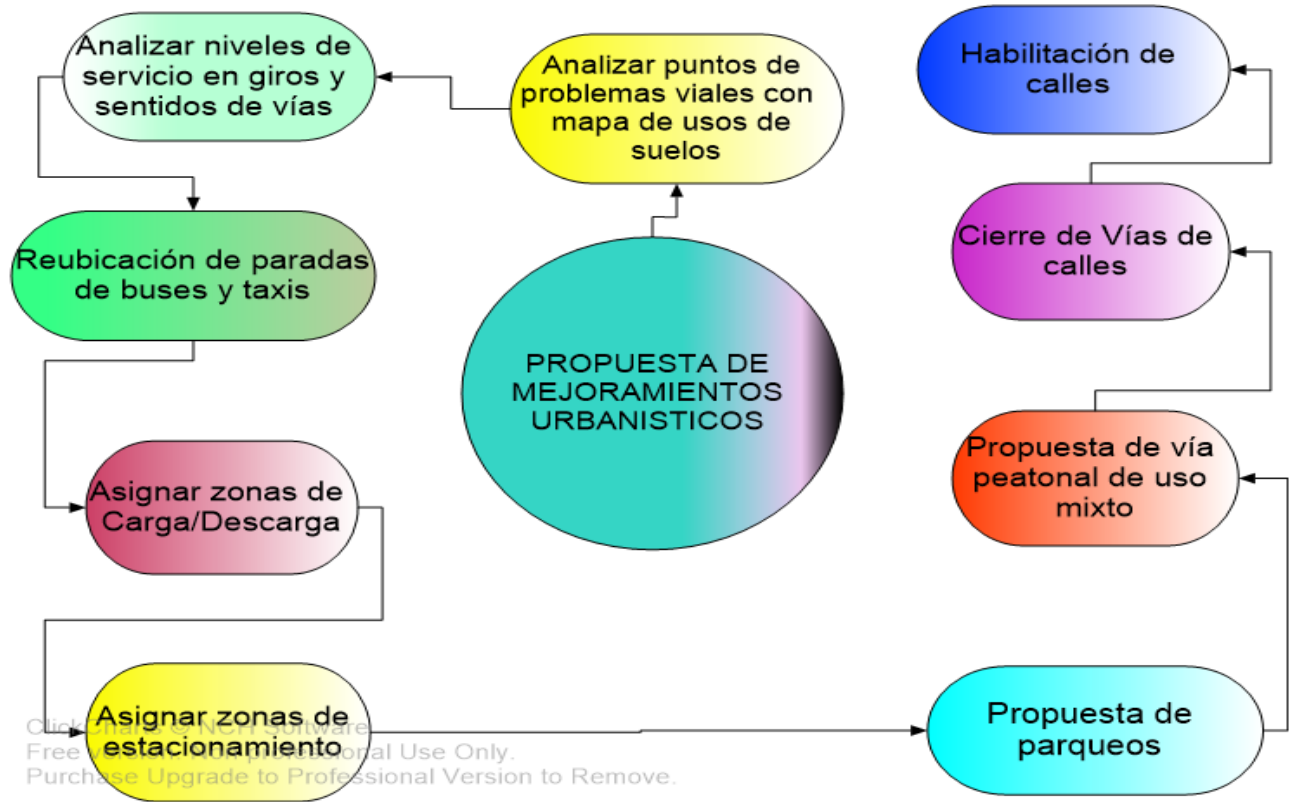


Diagrama 9. Planteamiento de pasos para una propuesta de mejoramiento urbanístico.

Cambios en giros y sentidos de vías.

Las nomenclaturas actuales de los giros y configuración de vías de la ciudad generan que los niveles de servicio no sean los idóneos, analizando la configuración total del casco central y la combinación de los problemas viales y usos de suelos se proponen mejorar los niveles de servicio de San Vito en las intersecciones A, B,C,D,E y F con los siguientes cambios en cada intersección.

Intersección A

En la intersección A, se restringen dos movimientos; uno en el acceso oeste (giro O-N); y el otro, en el acceso este (giro E-N).

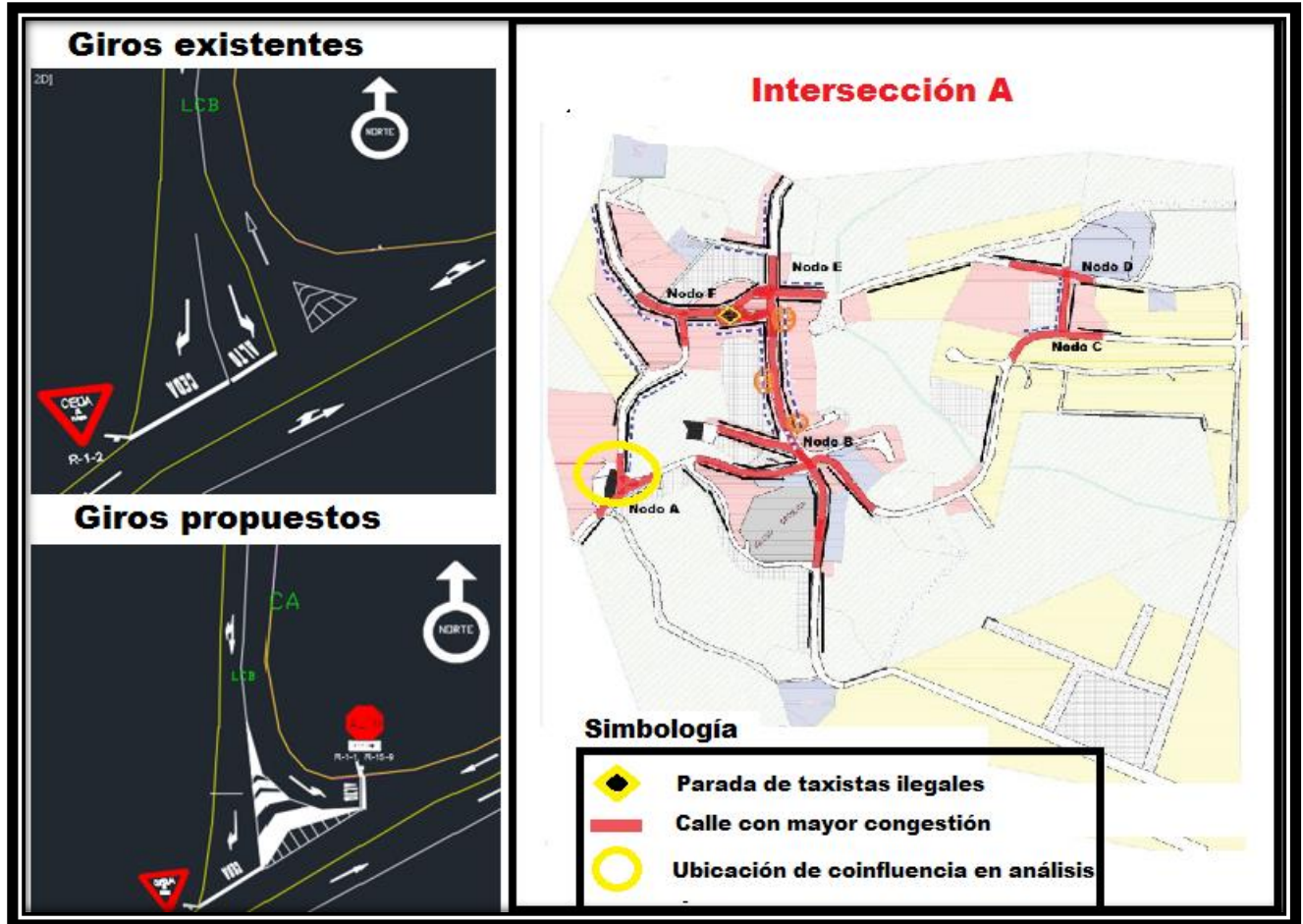


Figura 36. Mapa con cambios de giros en la intersección A

Intersección C

En la intersección C se restringieron 2 movimientos, uno en el acceso oeste (giro O-N) y el otro en el acceso este (giro E-N).

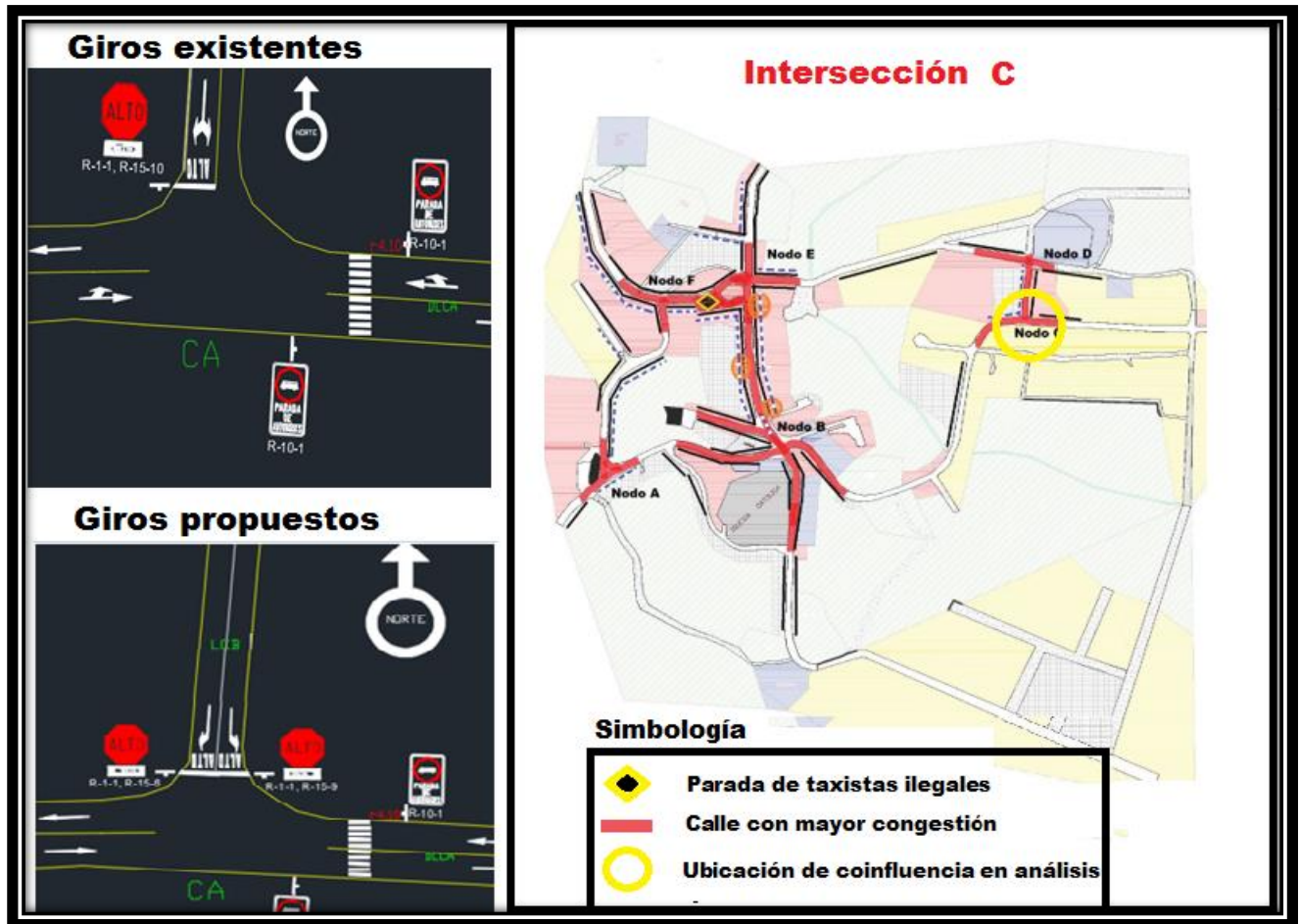


Figura 37. Mapa con cambios de giros en la intersección C

Intersección D

En la intersección D, se restringen cinco movimientos; uno en el acceso norte (giro N-O); otro en el acceso este (giro E-O); en el acceso sur, se restringen todos y se cambia el sentido de circulación, quedando solamente vía para el sur

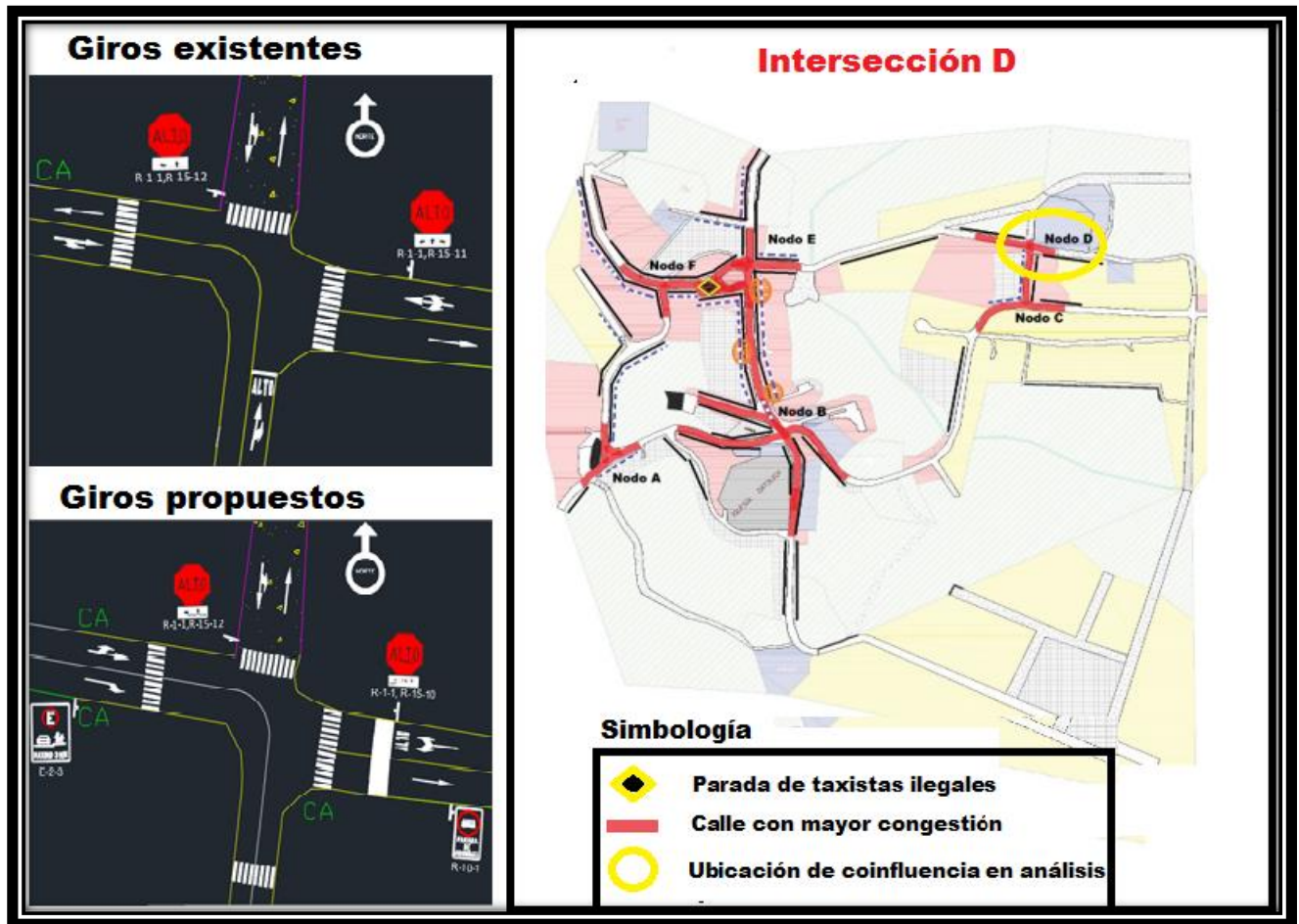


Figura 38. Mapa con cambios de giros en la intersección D.

Intersección E

En la intersección E, se restringen tres movimientos; dos en el acceso este (giro E-N y E-O); y el otro, en el acceso norte (giro N-E), quedando el acceso este solamente con vía para el este.

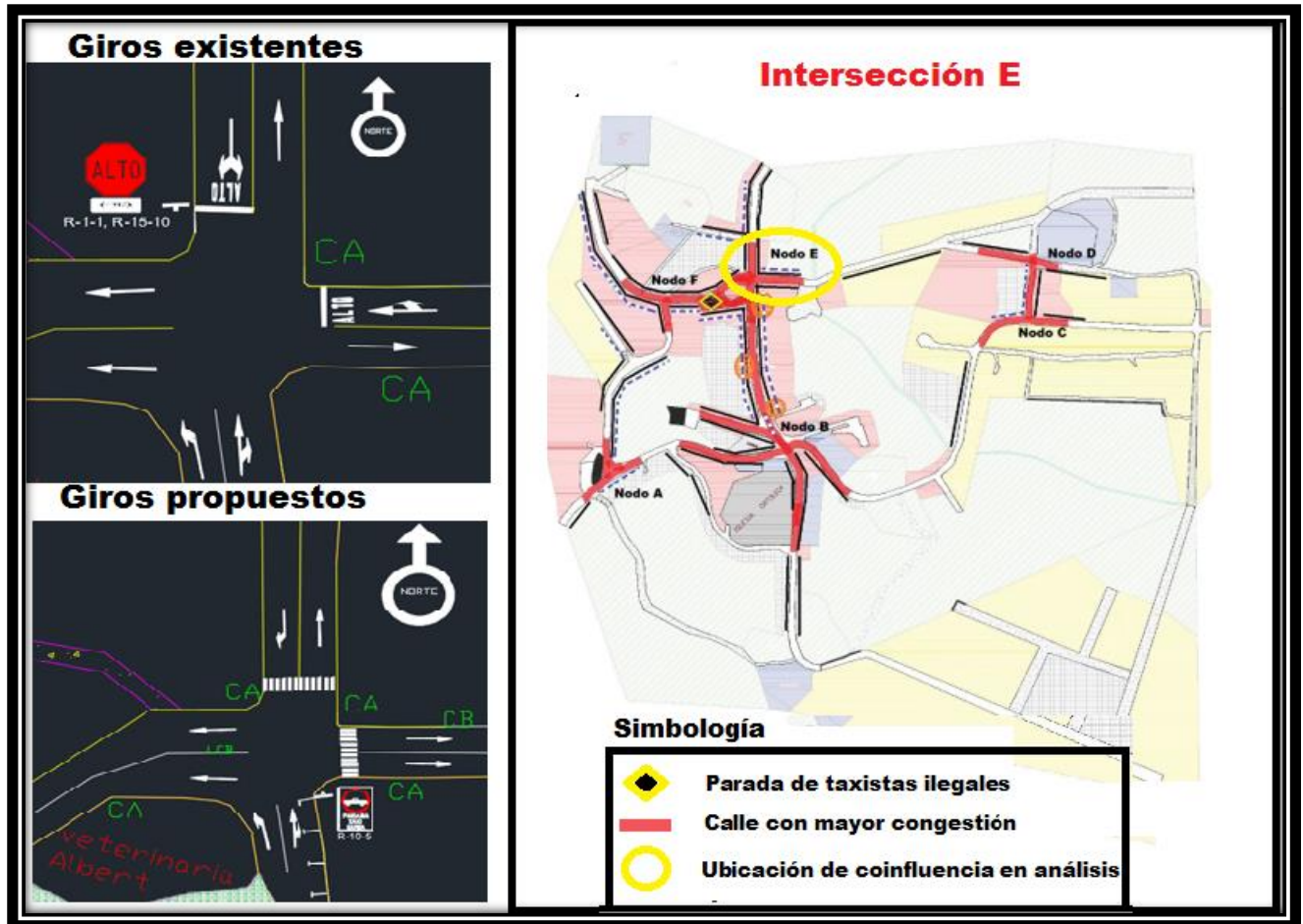


Figura 39. Mapa con cambios de giros en la intersección E.

Intersección F

En la intersección F, se restringen tres movimientos; uno en el acceso oeste (giro O-E) y los otros dos en el acceso sur (giro S-E y S-O), dejando el acceso sur solamente con vía para el sur. Se pasa de una calle con dos sentidos de vía a una calle con un sentido de vía y dos carriles, esto en la unión de las intersecciones F-A, C-D.

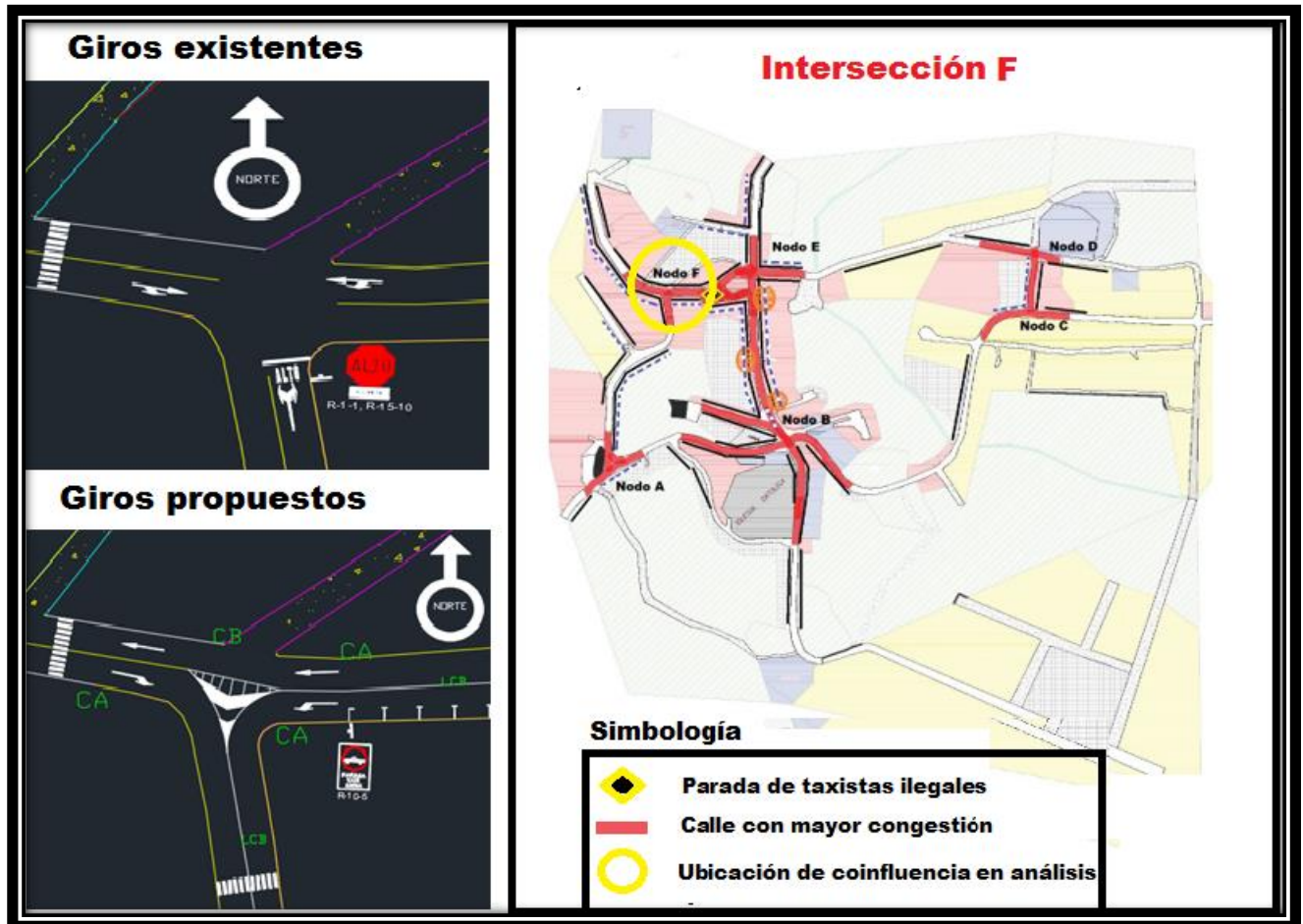


Figura 40. Mapa con cambios de giros en la intersección F.

Reubicación de paradas de buses y taxis

PROPUESTA

Las paradas de taxis rojos se dejan donde permanecen actualmente con trece espacios.
Las paradas de taxis de carga actual se desplazan de lugar y se asignan nueve espacios.

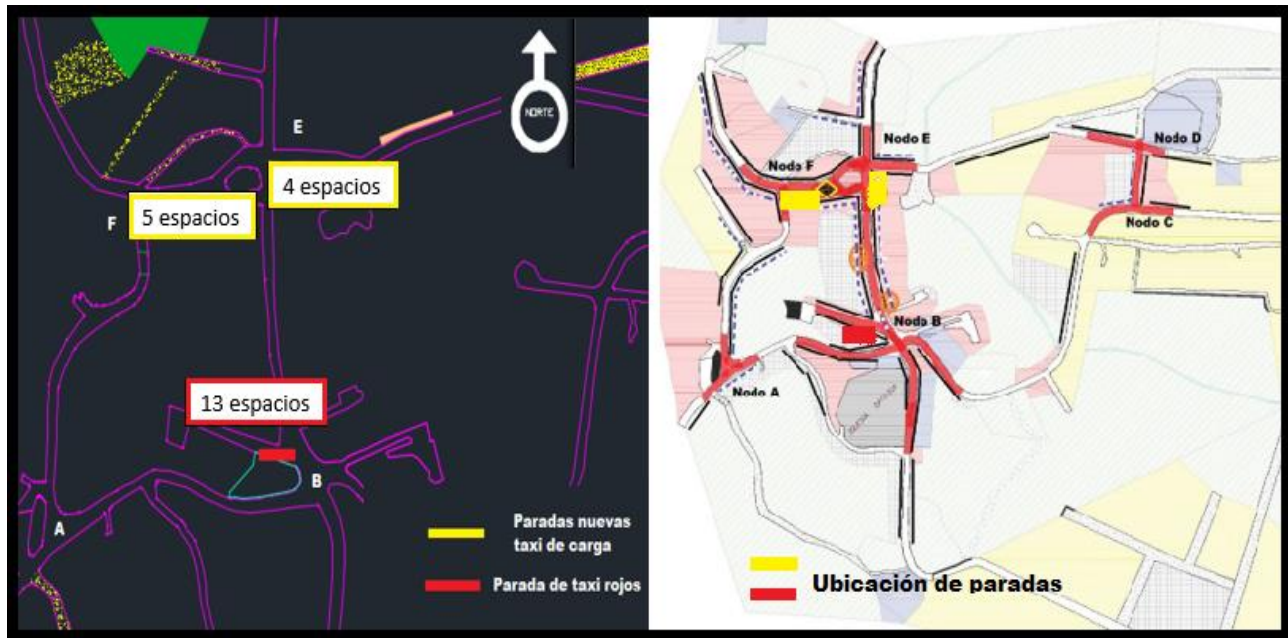


Figura 41. Reubicación de paradas de taxis, elaboración propia, programa AutoCAD 2017

- 5 espacios al costado al frente de pollo crispí
- 4 al frente de carnicería la central
- 13 espacios en el parque para taxi rojo

PARADAS DE AUTOBUSES NUEVAS

En cuanto a las paradas de buses se mantienen 7 paradas en sus posiciones actuales, y se asignan 10 nuevas paradas, y se eliminaron 3 paradas.

- Entre intersección E-F, se asignó una parada al frente de tienda casan
- Entre intersección A-B, se asignó una parada al frente de banco popular
- Entre intersección B-C, se asignó una parada a 50 m sureste de la municipalidad de coto Brus
Y 2 más en frente de MAG
- Entre intersección C y frío Sur, se asignaron dos paradas, al frente de frío Sur.
- Al costado este de la escuela maría auxiliadora se asignaron 2 paradas
- Entre intersección D-E, se asignó una parada al frente a sucursal del ICE

PARADAS DE AUTOBUSES ELIMINADAS

- La que se ubica al costado sur del parque central.
- La segunda la que se ubica frente a pinturas sur.
- La tercera es la que se ubica al costado este del servicentro Rio Java en el sentido sur-norte.

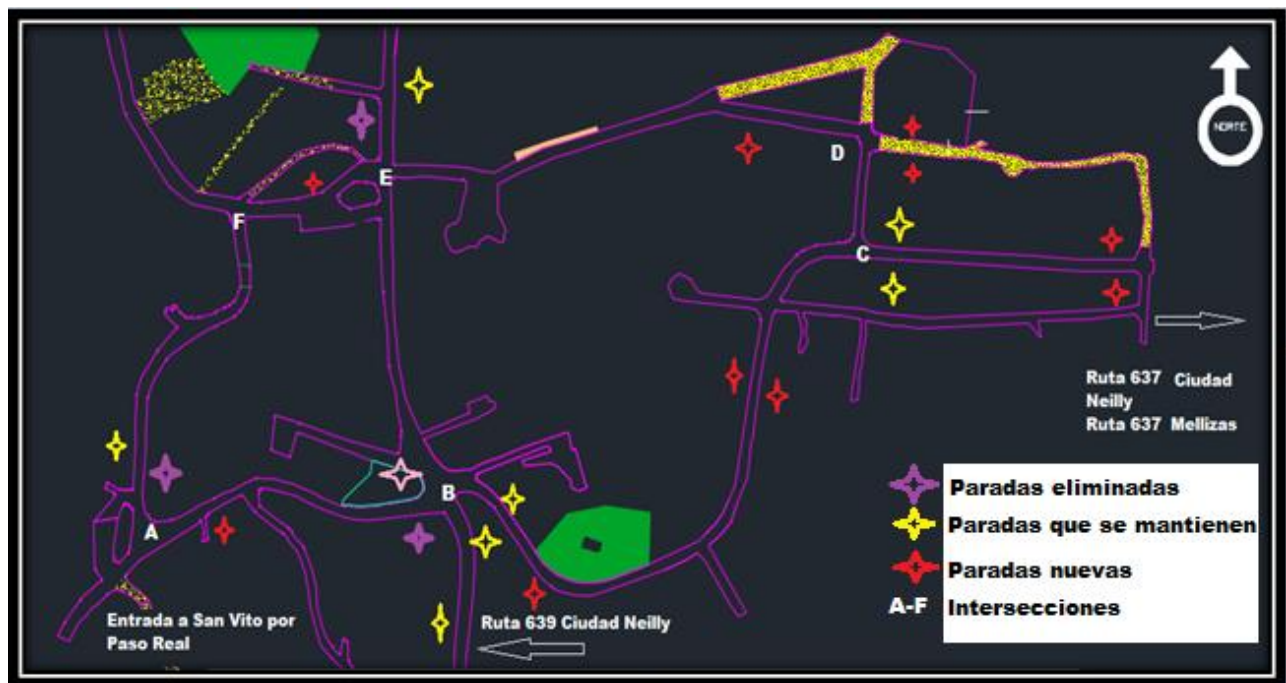


Figura 42. Reubicación de parada de buses, elaboración propia, programa AutoCAD 2017

Zonas de carga y descarga

PROPUESTA

Se estudio que es posible asignar 25 espacios exclusivos para carga y descarga de insumos en la vía pública, en los alrededores de mayor comercio. Se estudiaron 3 puntos para ubicar estas zonas exclusivas para carga y descarga de insumos con la intención de que estos ayuden a los comercios que por mala gestión municipal actualmente no presentan área de parqueo, descarga o carga.

El primero en la calle del comercio, o sea entre la intersección B y la E,

asignando ocho bahías dentro del uso mixto de la vía peatonal. Dos con dimensiones de 2.50 m de ancho por 15 m de largo para vehículos entre 2 y 3 ejes y seis con dimensiones de 2.50 m de ancho por 6 m de largo para vehículos de 2 ejes. Estas dimensiones cumplen con el reglamento de vialidad de San José del cual se está tomando referencias en este proyecto.

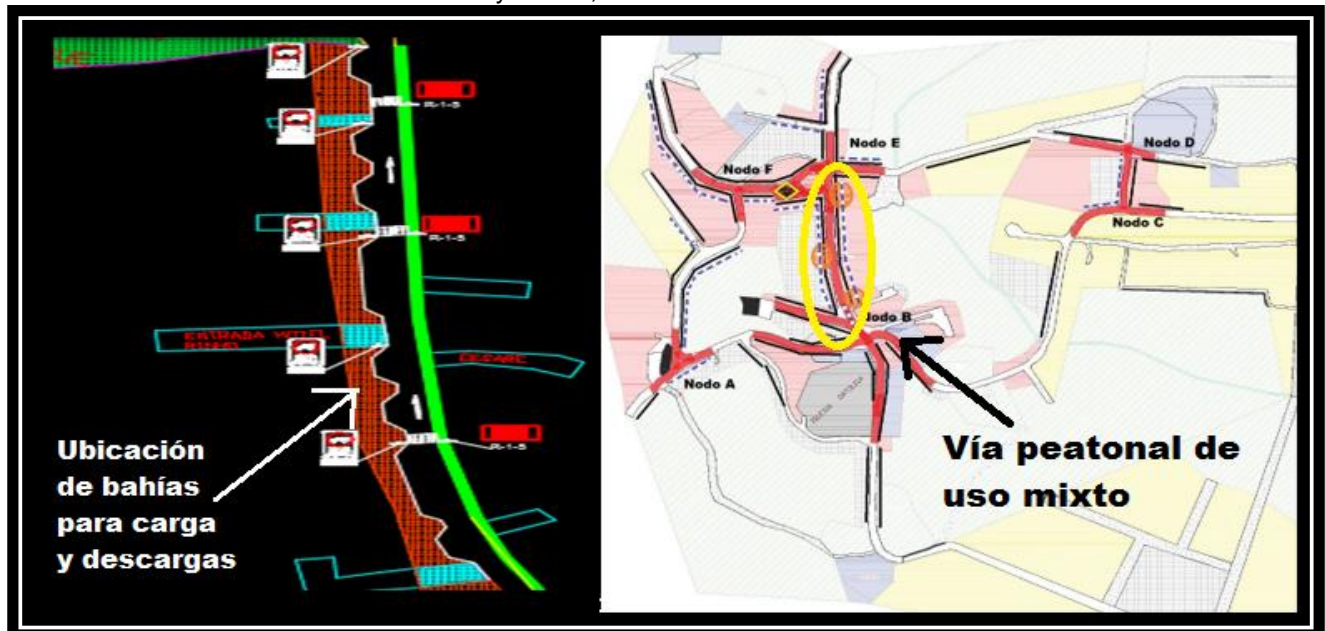


Figura 43. Zona de carga/descarga 1, elaboración propia, programa AutoCAD 2017

Cabe destacar en la actualidad en este sector no entran vehículos pesados de más de 3 ejes, y en esta propuesta de ordenamiento vial se mantiene dicha normativa, regulada a través de señal de reglamentación R-7-3 que prohíbe el paso de camiones de más de 3 ejes, ya que la calle es estrecha para el paso de vehículos de grandes dimensiones.

Según los levantamientos y datos que se tomaron durante el proceso de recolecta de información se determinó que las dimensiones máximas de los vehículos de carga pesada que entran en esta zona son las siguientes:

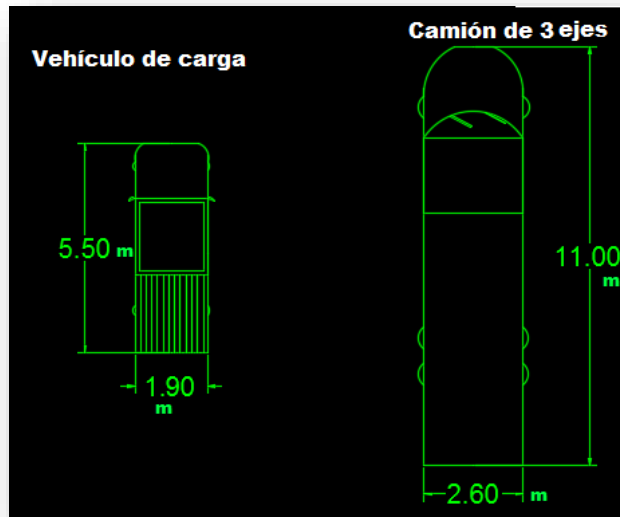


Figura 43.1 Dimensiones de vehículos de carga, elaboración propia, programa AutoCAD 2017

Y las dimensiones disponibles para que ambos tipos de vehículos realicen sus maniobras para entrar a cargar/descargas y salir serían según el reglamento de vialidad de San José

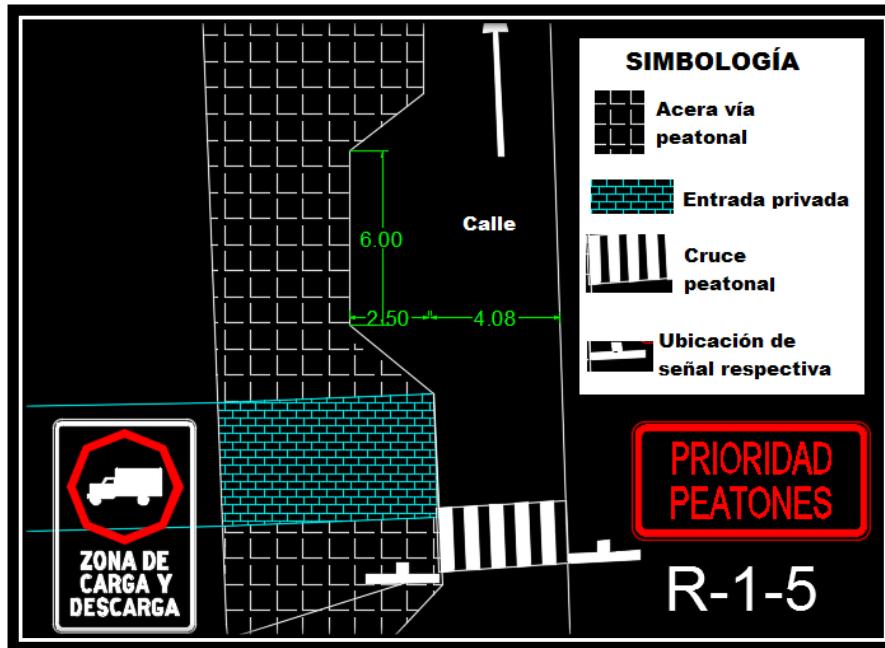


Figura 43.2 Dimensiones de espacios para maniobra de estacionamiento de carros, elaboración propia, programa AutoCAD 2017

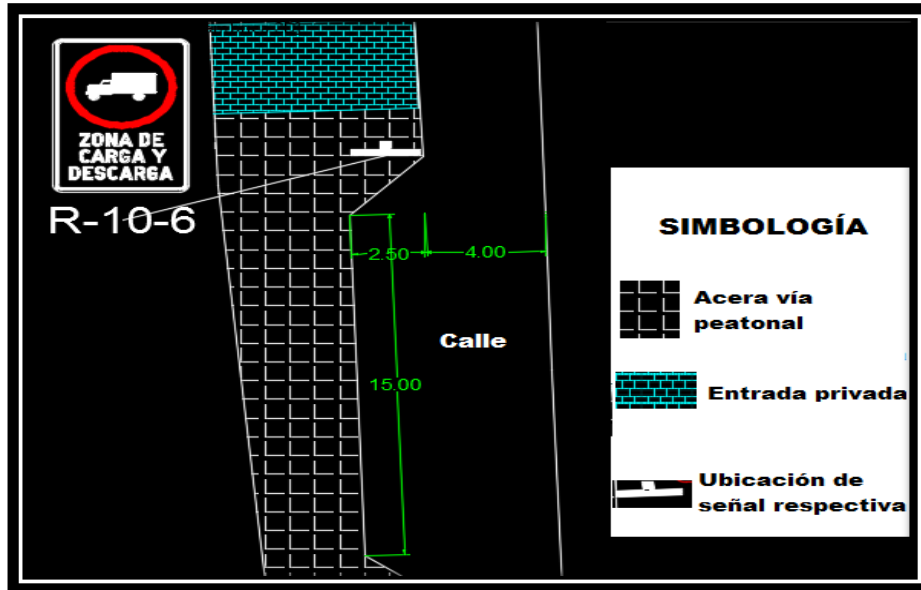


Figura 43.3 Dimensiones de espacios para maniobra de estacionamiento de camiones, elaboración propia, programa AutoCAD 2017

Según la figura 43.2 y 43.3 el espacio disponible parece ser suficiente para que los conductores puedan estacionar los vehículos sin embargo en los siguientes diagramas se explica la maniobra a proceder por los conductores para estacionarse además se logra dimensionar a través de la visual que los vehículos pueden operar sin riesgo de accidente.

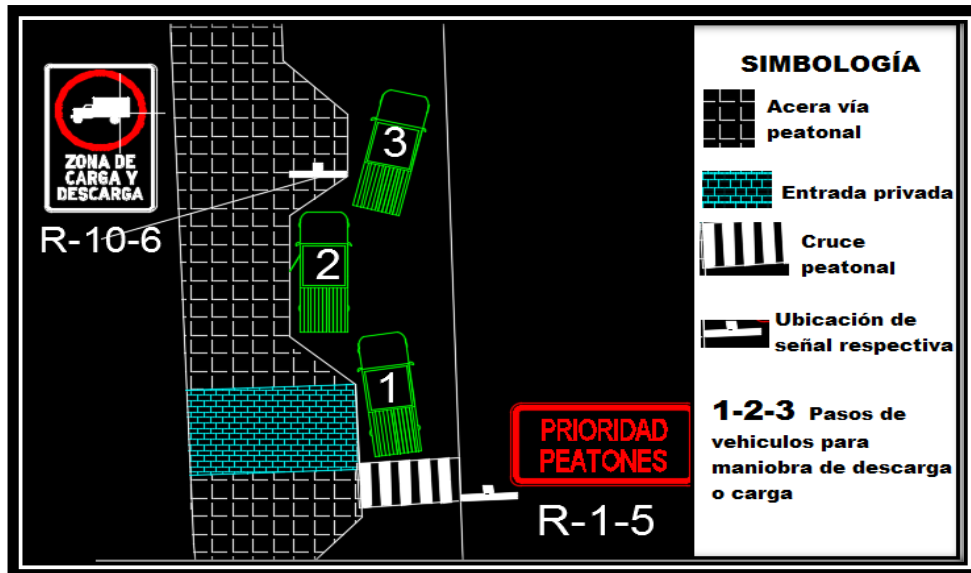


Figura 43.4 Maniobra de estacionamiento de carros de carga, elaboración propia, programa AutoCAD 2017

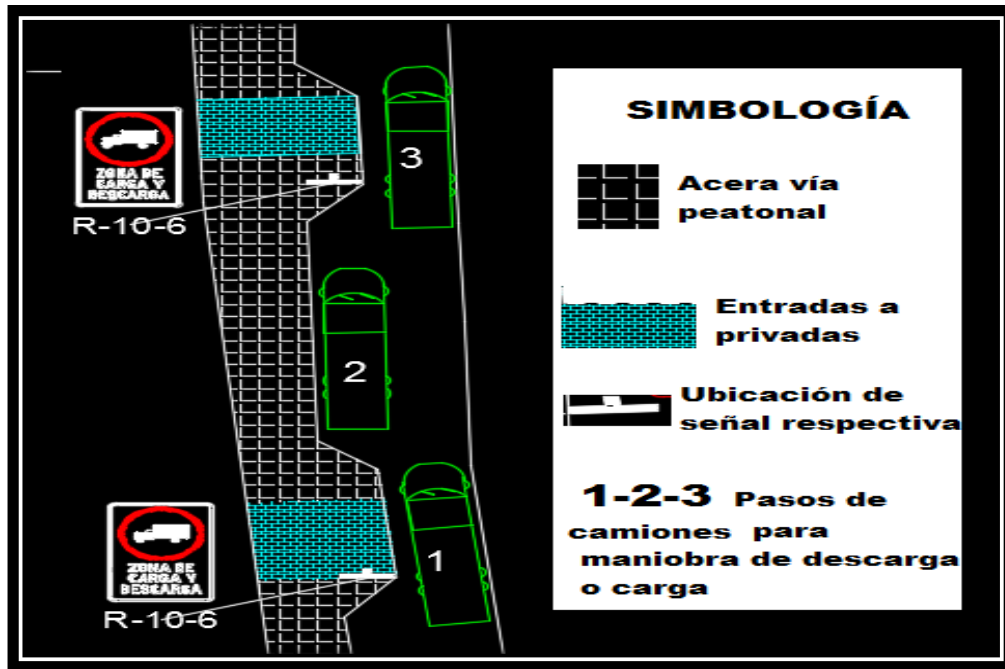


Figura 43.5 Maniobra de estacionamiento de camiones de carga, elaboración propia, programa AutoCAD 2017.

Evidentemente las dimensiones existentes para las maniobras de estacionar un vehículo de carga, carro o camión en las bahías de la vía peatonal son suficientes.

La segunda en la calle Acapulco, asignado 5 espacios exclusivos para esta función, dos con dimensiones de 15 m y tres más de 6 m de largo.

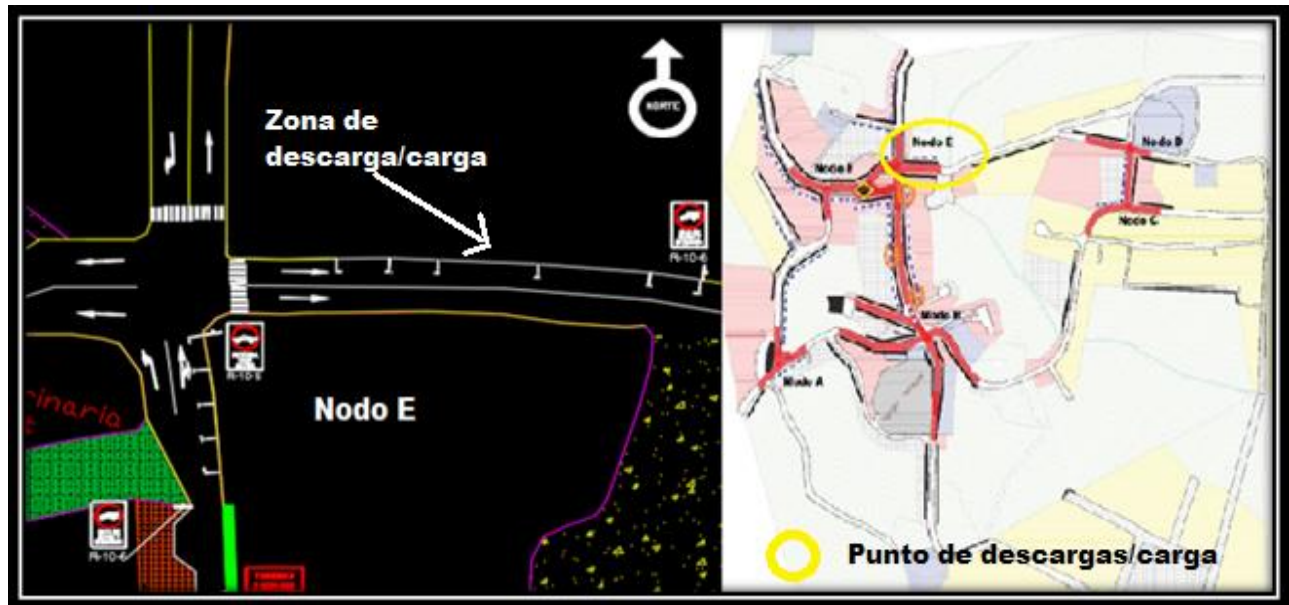


Figura 44. Zona de carga/descarga 2, elaboración propia, programa AutoCAD 2017.

El tercer punto es en la calle Hnos Méndez asignado 5 espacios exclusivos para esta función, dos con dimensiones de 2.50 m de ancho por 15 m de largo y tres más de 6 m de largo.

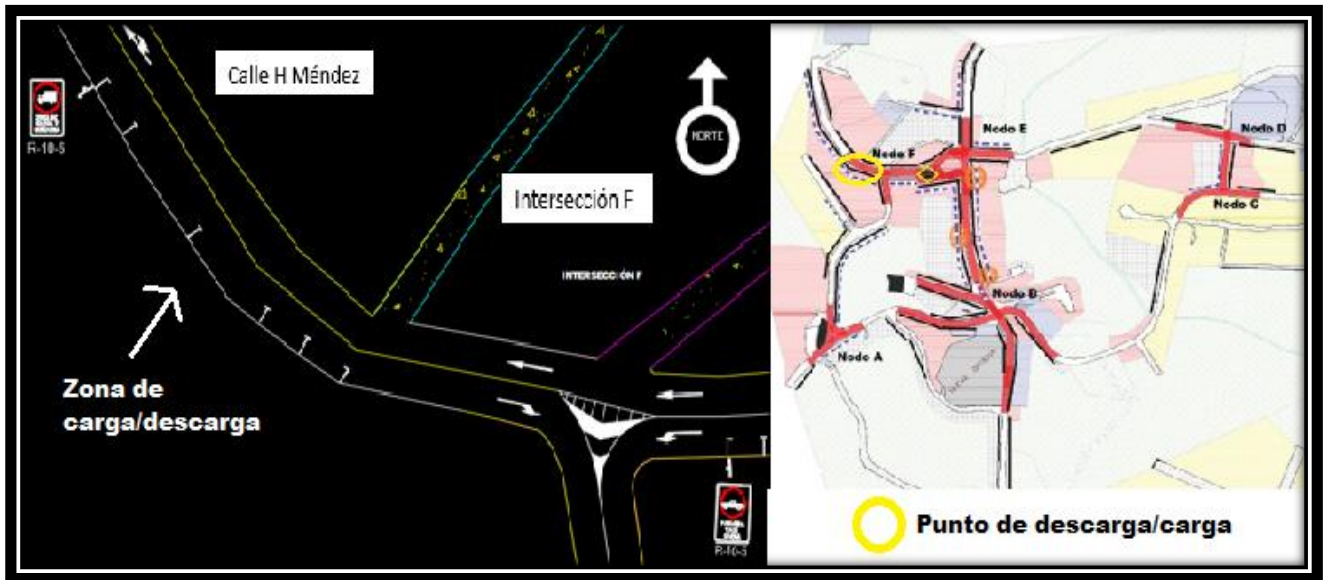


Figura 45. Zona de carga/descarga 3, elaboración propia, programa AutoCAD 2017.

Estos espacios deben de acompañarse de una señal vertical (código R-10-6) con la indicación que son exclusivos para cargas y descargas de objetos, o sea, que no son para estacionamiento



Figura 46. Señal de zona de descarga y carga tomada del Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito

JUSTIFICACIÓN

Analizando el mapa de contraposición de los problemas viales con los usos de suelos se determina que hay una relación del congestionamiento vehicular con los puntos de mayor comercio y una de las razones de congestión vehicular en las intersecciones A,B,E,F es por motivo de que no existe regulación municipal en cuanto a lugares asignados para descargar y cargar insumos en esta zona de comercio como se evidencia en el mapa de usos de suelo, y que por esto los conductores realizan esta acción donde les sea más conveniente sin tomar en cuenta que son un problema para el flujo vehicular. Analizando la zona donde hay mayor comercio y que no cuentan con áreas propias para la carga y descargas de insumos se plantean las 3 ubicaciones mencionadas generando una configuración que conforman triángulo de los comercios con problemas de espacio para realizar la acción de descargas/cargas, la idea es que el radio de acción de cada zona es el suficiente para cubrir las necesidades de los comercios en cuanto a descargas y cargas.

La ubicación de estas zonas de cargas/ descargas tienen la ventaja que no interfieren con el flujo continuo de vehículos, y de que se encuentran cerca de los locales comerciales de mayor necesidad por la población como supermercados, veterinarias, farmacias, mueblerías, tiendas entre otros.

La ciudad de San Vito se construyó sin una planificación como la mayoría de las ciudades, pero en la actualidad no se ha reformado esta condición y la municipalidad local no cuenta con un plan regulador, ni usos de

Suelo, es por esto que muchos de los edificios de la zona de comercio no cuentan con parqueos propios ni lugares para realizar la descarga y carga de insumos que requieran, es por esta razón que actualmente los comerciantes y usuarios se estacionan frente a los locales para realizar sus respectivas cargas y descargas generando un problema al flujo vehicular.

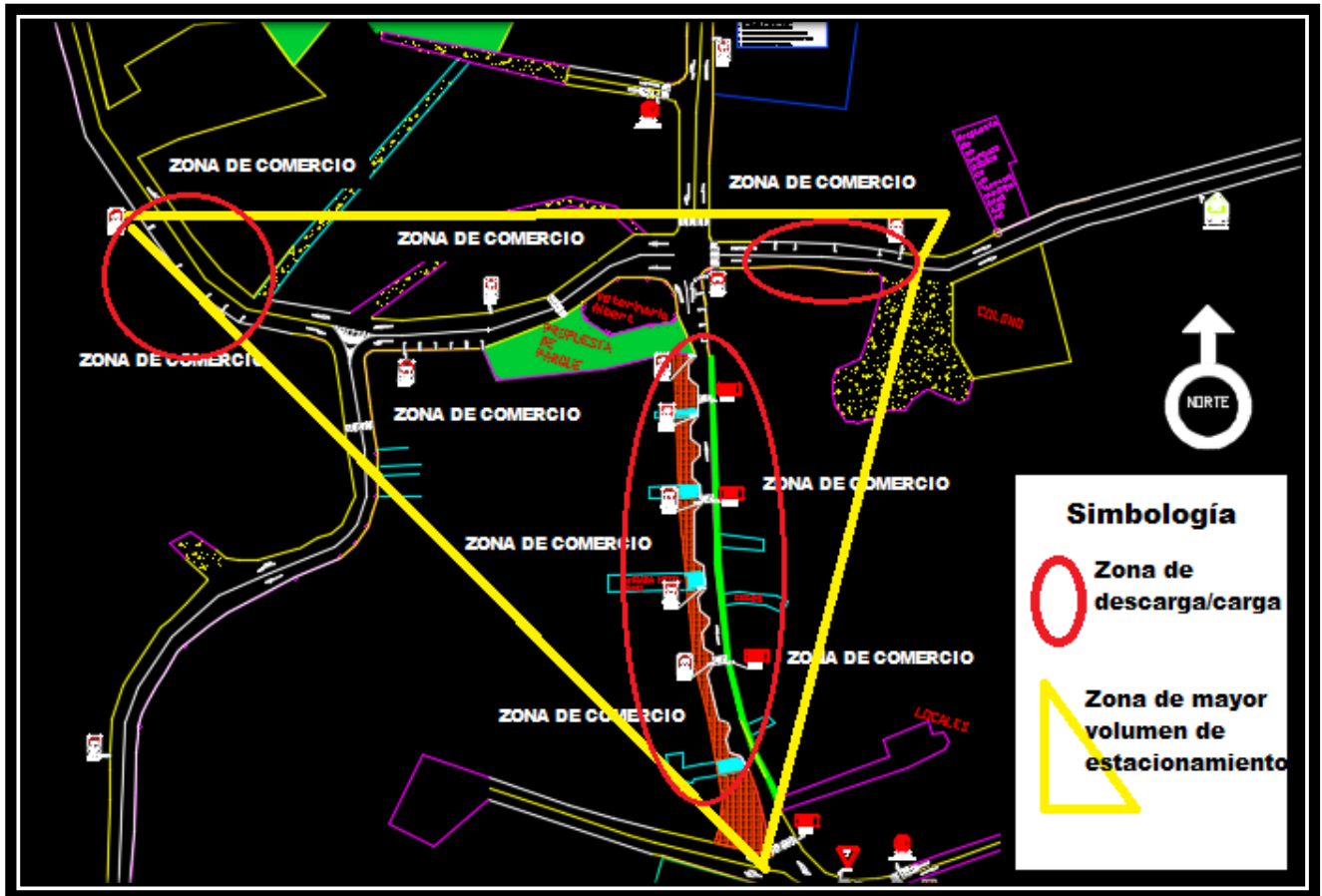


Figura 47. Área general de zona de carga/descarga, elaboración propia, programa AutoCAD2017.

Zonas de estacionamiento

Según el análisis vial realizado con la ayuda de la contraposición de problemas viales y los usos de suelos actuales, las calles entre las intersecciones A-B, B-E, E-F y C-D son las que más problemas de congestión vial y peatonal presentan, una razón de este problema es que las calles ubicadas entre los cruces mencionados son utilizados como lugares de estacionamiento en un horario aproximado entre 7:00 am y 6:30 pm por los conductores de la zona. Esto genera que el espacio disponible de la calzada pase de un valor promedio de calzada de 10 m de ancho a 5 m ya que los conductores utilizan ambos lados de la calzada para estacionar y el espacio que queda disponible es difícil para que 2 vehículos puedan maniobrar al mismo tiempo lo cual implica una serie de retrasos. Tratando de dar solución a este problema se midieron los lugares utilizados usualmente para estacionar y se determinó que ronda los 2300 m. Analizando los lugares que pueden servir como estacionamiento en vía pública sin afectar el flujo vehicular se destinan aproximadamente 1707 m distribuidos en toda la zona de estudio para estacionar con línea blanca sobre vía pública, que son aproximadamente 285 espacios designando 6 m por estacionamiento según lo indica en el reglamento de vialidad de San José utilizado como referencia. Además, existen comercios con sus propios estacionamientos, que ayudan a reducir el congestionamiento vial en las calles por causa del mal estacionamiento. Como actualmente la zona tiene 2300 m aproximadamente de estacionamiento en vía pública entre zonas autorizadas y no autorizadas distribuidas en toda la zona de estudio, que son aproximadamente 383 espacios de parqueo, los cuales necesitan ubicarse en lugares designados para ese uso. Evidentemente lo propuesto no asimila la capacidad máxima de la zona, por esta razón se propone la construcción de un parqueo públicos con una capacidad aproximada de 130 espacios, lo cual le da capacidad suficiente a la zona por aproximadamente 2 años según la tasa y factor de crecimiento anual la capacidad proyectada es $= 383 * (1 + 3,97\%)^2 = 414$ espacios y la capacidad propuesta es = 415 espacios. Luego de estos 2 años debe de ampliarse la zona de parqueos con otras propuestas

Los datos anteriores presentan la condición más crítica donde las zonas de parqueo de la ciudad estarían totalmente llenas tomando en cuenta motocicletas, vehículos liviana y vehículos pesados.

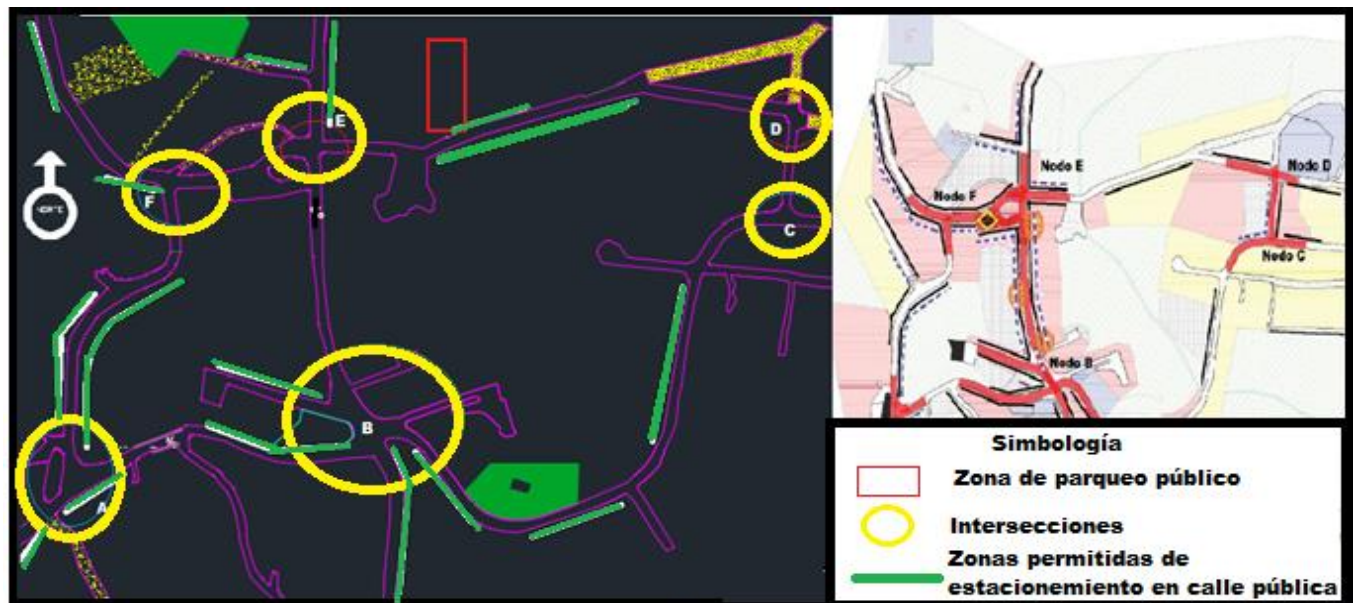


Figura 47.1. Zonas de estacionamiento, elaboración propia, programa AutoCAD2017.

Parqueos públicos

PROPUESTA

Se investigó sobre terrenos que funcionen como parqueos públicos, se encontró un terreno que pertenece a la municipalidad local, el cual cuenta con una posición adecuada, o sea cerca de la zona de alto comercio, se propone construir un parqueo que tenga capacidad de 130 vehículos diarios ya que en la zona no existe ninguno en la actualidad. La ubicación de este sería a 200 m de la intersección E, al frente de ferretería el colono construcción.

El terreno tiene aproximadamente un área de 436 m², y tomando un área por vehículo de 15 m² el terreno tendría una capacidad para 26 vehículos

por nivel, esto ya considerando que se debe restar un aproximado de 10% de área de caminos y accesos. Con estos datos es necesario que el parqueo cuente con unos 5 niveles, se puede hablar de 130 espacios disponibles en la propuesta del parqueo público, este dato representa el mínimo necesario para cumplir con lo solicitado en los cálculos de las proyecciones demostrados en el enunciado anterior 'Zonas de estacionamientos', de lo cual podría decirse que es necesario construir más parqueos en otros puntos o bien más pisos en este parqueo después del segundo año iniciado el proyecto, o sea, aproximadamente para el año 2020.

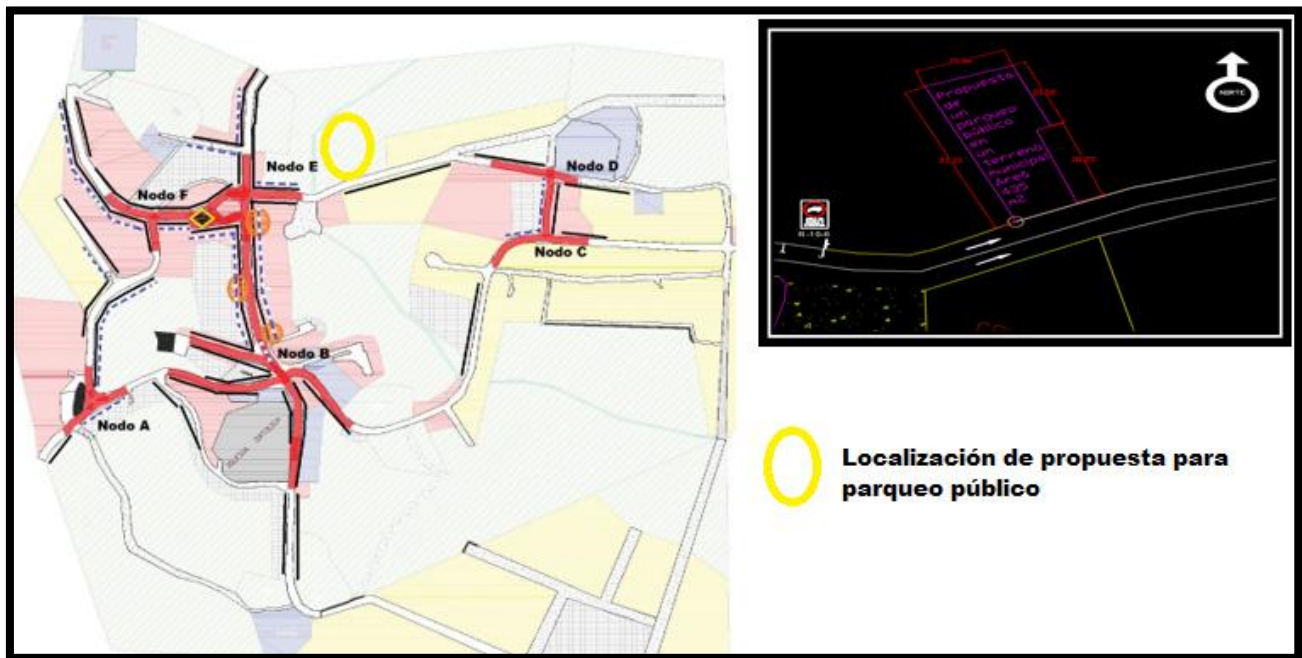


Figura 48. Área propuesta para parqueo público, elaboración propia, programa AutoCAD

Vía Peatonal

PROPUESTA

Se propone una vía peatonal de uso mixto en la calle del comercio, que conecta las intersecciones B y E, manteniéndola con un ancho variable en toda su longitud, y así manteniendo un ancho constante de la calzada de la calle de 4 metros.

Se pretende que la vía peatonal vaya acompañada con basureros que ayuden al reciclaje, puntos para descansar (Bancas), Además de los requerimientos de la ley 7600 mencionados en la Guía para el diseño y la construcción del espacio público en CR, os cuales son

- 1) Aceras con un ancho mínimo de 1.20 m, acabado antiderrapante sin presentar escalones además deberá contener una franja táctil para las personas no videntes
- 2) La gradiente en sentido transversal tendrá como máximo el 3%.
- 3) Deberá contener rampas de acceso para discapacitados y adultos mayores, con las barra indicadas y mencionadas en la sección de la metodología llamada "requerimientos base para mejoras urbanísticas"

Además, también se propone implementar la vegetación nativa de la zona que no genera problemas de basura ni daños estructurales a las aceras, además esta vegetación fue escogida por profesionales del Minaet, estaciones biológicas cantaros y las cruces. Estas plantas son de alta resistencia a las condiciones de la ciudad dándole a la zona embellecimiento natural y salud pública. (La lista viene adjunta al final de este documento) La ubicación de esta vía peatonal como ya se ha mencionado en este proyecto se puede identificar en la figura 49.

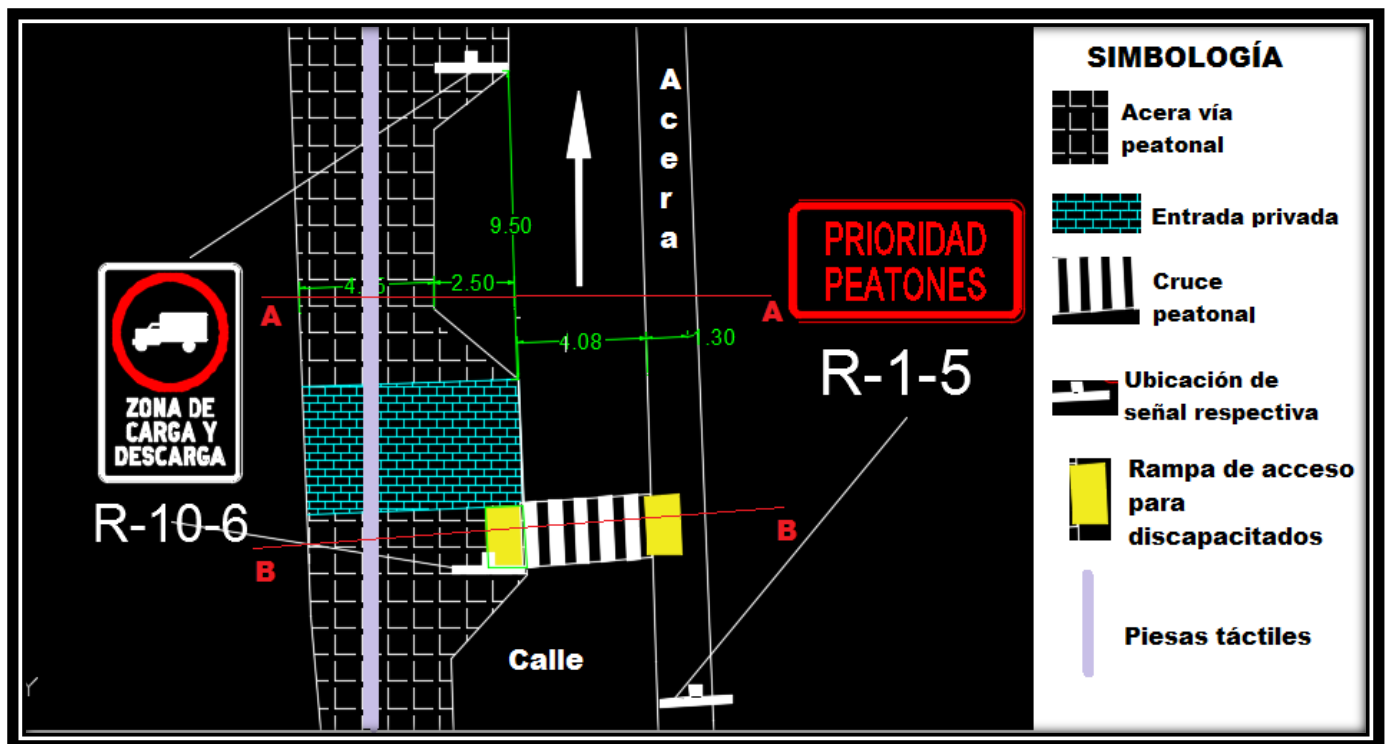


Figura 49 Definición de dimensiones y señales de la vía peatonal, elaboración propia, programa AutoCAD

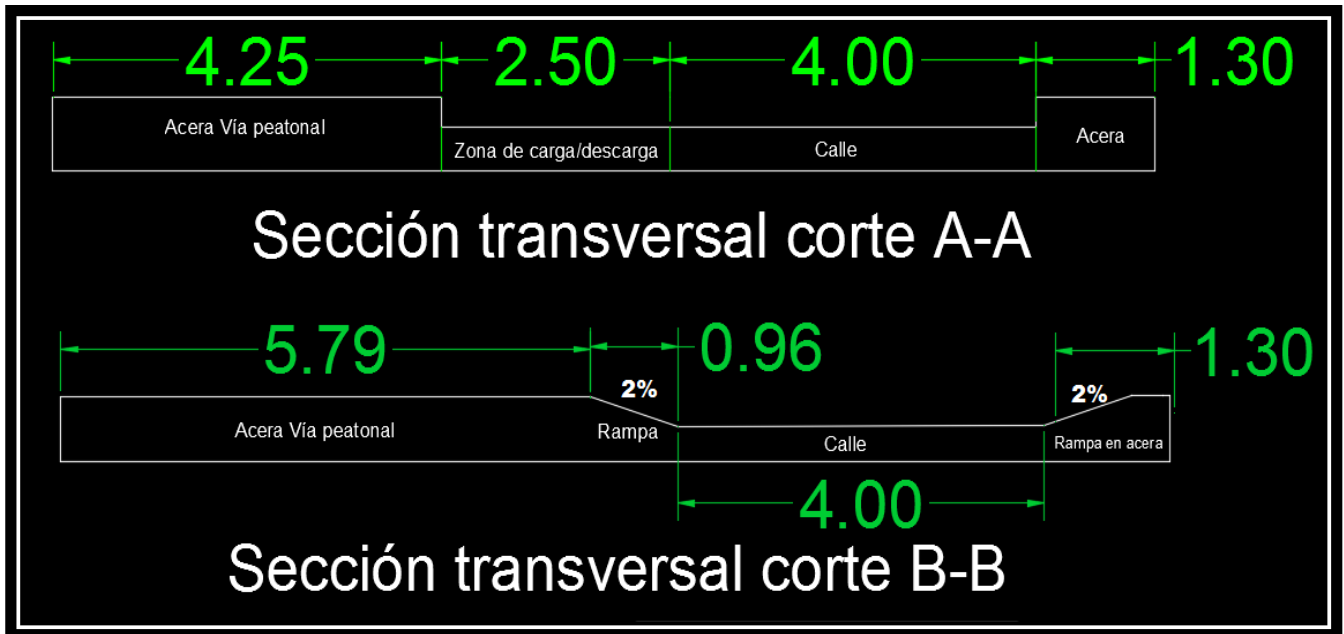


Figura 49.1 Secciones transversales de vía peatonal, elaboración propia, programa AutoCAD

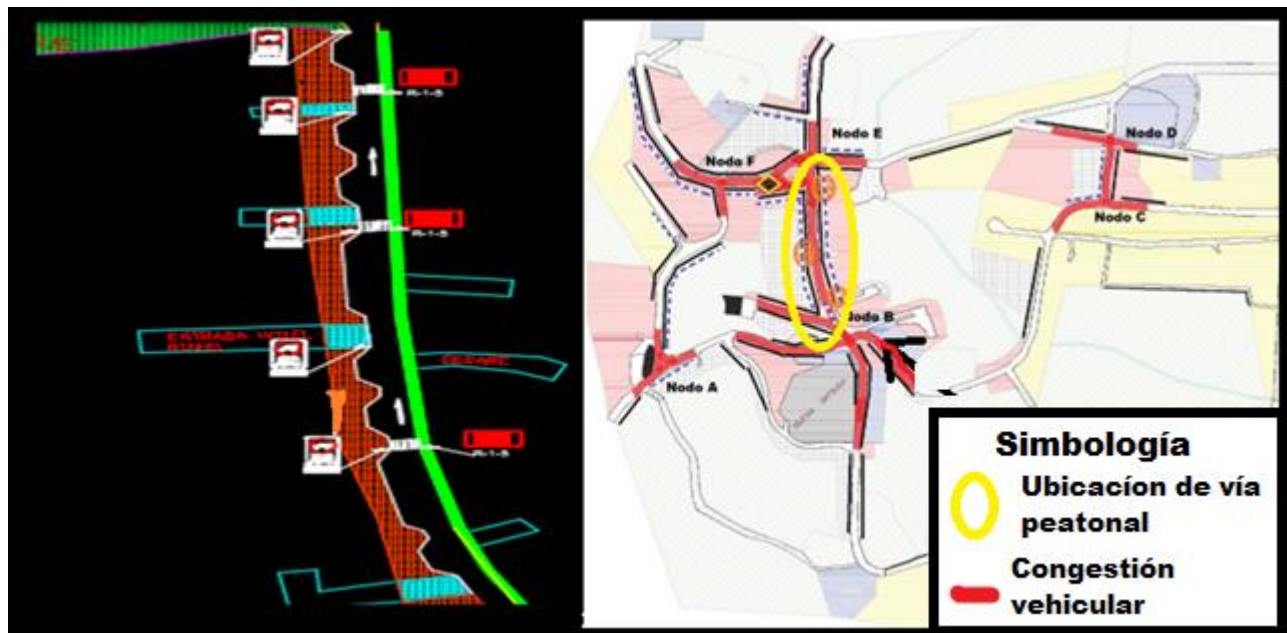


Figura 49.2 Ubicación de área propuesta para vía peatonal, elaboración propia, programa AutoCAD.

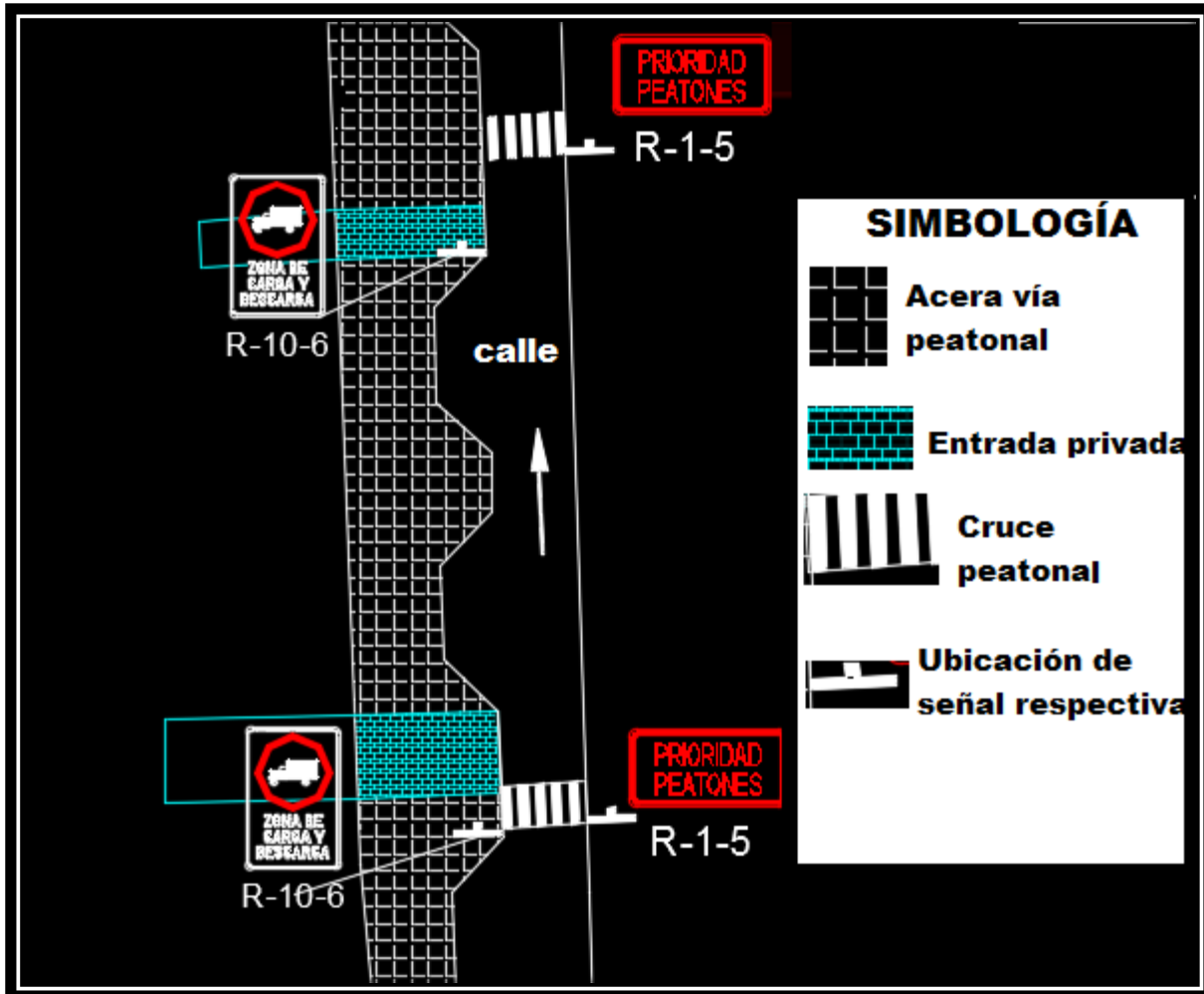


Figura 50. Uso de señales para la seguridad en la vía peatonal, elaboración propia, programa AutoCAD 2017.

JUSTIFICACIÓN

En el análisis que se llevó a cabo con la herramienta de los usos de suelos y los problemas viales de la zona, en este sector tan importante para el comercio se determinó que los problemas de congestionamiento vehicular se generan por una combinación de acciones las cuales son: La reducción de calzada por estacionamiento a ambos lados de la calle, por gran cantidad de pasos de deseos por peatones, por asentamientos de ventas de diferentes productos de consumo en plena vía pública y por acciones de descarga y carga de materiales. Por estas razones es necesario una intervención urbana que logre

eliminar o por lo menos busqué reducir la congestión vehicular, sin afectar la parte comercial y además que los peatones puedan transitar seguros por este sector.

Por eso la construcción de una vía peatonal de uso mixto presenta características compatibles con lo que se necesita solucionar.

El principal objetivo por el cual se propone la vía peatonal en este sector es que la calle prácticamente se utiliza de parqueo, ya que los conductores no respetan la señalización de línea amarilla y se estacionan a ambos lados de la calle. Como lo evidencia la figura 10 de resultados.

Evidentemente está prohibido por demarcación de línea amarilla, además esta acción genera que

la calle quede con un espacio disponible muy reducido para los conductores que pasan, lo cual genera un riesgo de un posible accidente. Lo que se pretende con la vía peatonal es desalojar los vehículos impidiéndoles el estacionamiento y dejar espacio necesario para que puedan pasar sin parquarse, excepto para los vehículos de carga los cuales tendrán unas bahías exclusivas para esta función

También se pretende que sirva de conexión principal para los peatones que utilizan las paradas de buses de la parte norte de San Vito con las paradas de la parte sur de San Vito, además, también sirve de conexión entre 2 parques, uno que existe y uno que se propone construir con el fin de que las personas que lo transitan puedan sentirse atraídas por las ventas locales y utilicen las zonas de recreación para compartir más en familia, esto indirectamente contribuye positivamente a la economía de la zona.

Además, se van a asignar 3 puntos de cruces peatonales a lo largo de la calle que sirven para controlar esta acción de una manera óptima.

EFFECTOS QUE GENERA LA PROPUESTA

Genera el tránsito seguro de peatones ya que con una vía peatonal al ancho (Aproximado de 4.5 m) de la acera va a permitir que se fluya con mayor comodidad para familias enteras, lo cual genera que las familias se integren a la ciudad con un mayor confort y seguridad.

Otro efecto que genera es que esta calle por ubicarse en la zona de gran comercio se utiliza mucho para de cargar y descargar materiales y con la propuesta se estaría limitando esta acción.

Los usuarios del cantón tampoco la podrán usar como estacionamiento mientras realizan sus cuestiones, que es uno de los objetivos que se pretende con esta propuesta, esto genera que se pierdan alrededor de 59 espacios de parqueo en esta zona

Los detalles de dimensiones se ven en los planos adjuntos.

Además otro efecto que tiene la construcción de una vía peatonal sobre un sector tan importante del comercio de San Vito es que a la hora de mejorar las condiciones para el peatón se va a generar un incremento de uso es esta vía y por lo tanto un aumento en las ventas en los locales

comerciales tal y como sucedió con la avenida central en la Capital de Costa Rica, donde según el economistas lo llaman el gran mall ya que la creación de este boulevard dispararon las ventas de la zona por el gran flujo de personas que diariamente lo transita.

SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS GENERADOS

Respecto a los espacios para cargar y descargar es imposible eliminarlos de esta zona ya que generaría gran afectación al comercio, por esta razón se plantea colocar entre la vía peatonal y la calzada, 6 bahías de dimensiones de 2.5 m de ancho por 6 m de largo, exclusivas para vehículos de cargas de 2 ejes, para que puedan realizar sus descargas o cargas de insumos, y 2 bahías más de 2.5 m de ancho por 15 m de largo, exclusivas para vehículos de cargas pesadas de más de 2 ejes

Ambos contarán con una señalización que indicara al tiempo máximo para realizar sus trabajos.

Respecto a los casi 59 estacionamiento que se pierden en ese sector, se propone la construcción de un parqueo público bajo techo muy cerca, a escasos 200 m de la zona del comercio, entre la intersección E y la escuela María Auxiliadora, el frente de la ferretería Colono construcción. El parqueo debe tener la capacidad para darle estacionamiento a unos 130 vehículos diariamente, además de los 284 espacios que se destinaron por toda la zona de estudio con línea blanca permitiendo el estacionamiento en vía pública. (Ver plano Adjunto)

Cierre de vías

Otro cambio que se propone en la infraestructura vial es el cierre de la vía vehicular que conecta las intersecciones F y E en el sentido oeste-este.

La razón de este cierre es que por la configuración de calles que se propone a partir del análisis vial, resulta que esta calle queda sin uso entonces la idea es que no se pierda dicha zona y se aproveche de alguna manera favorable para la zona.

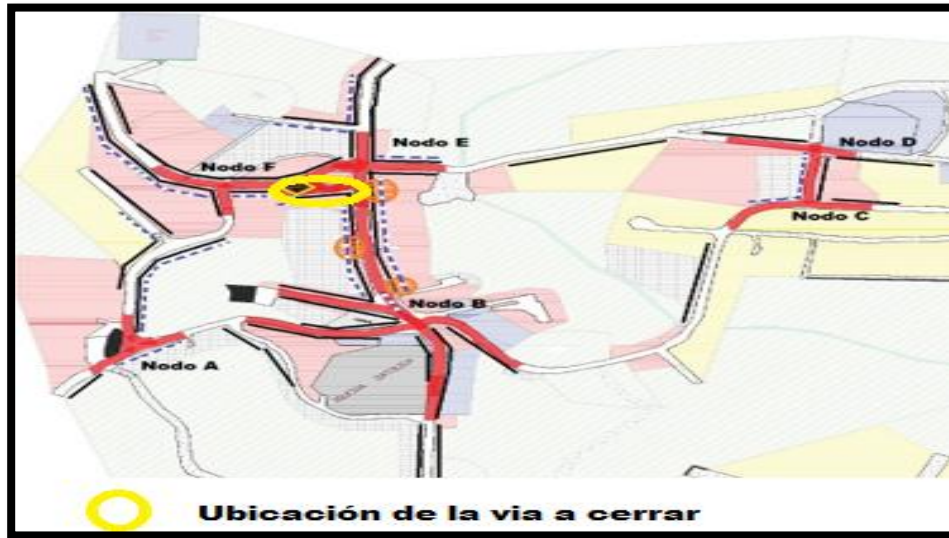


Figura 51. Localización de vía pública, *elaboración propia*.

Actualmente la zona cuenta con la configuración de calles que se presenta en la figura 52

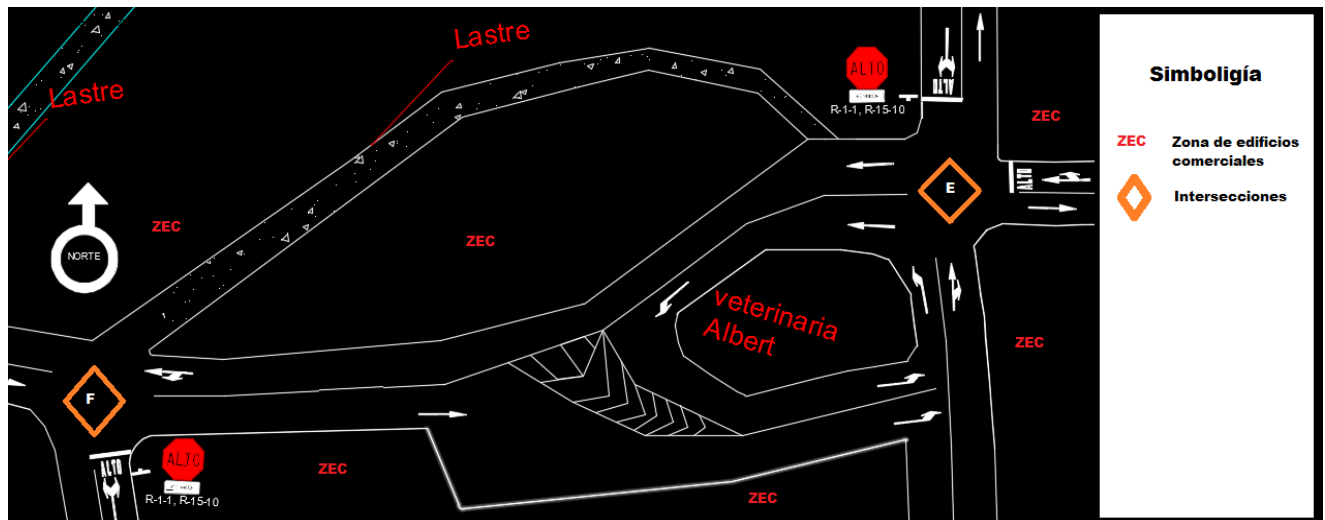


Figura 52. Configuración actual de calles entre intersecciones E y F, *elaboración propia*.

En esta área se propone construir un parque, con el fin de aprovechar el espacio para embellecer con naturaleza nativa la ciudad de San Vito. Por este motivo, se realiza una lista de vegetación nativa de la zona que es resistente a la contaminación de la ciudad, la cual se hace con ayuda de ingenieros del Minaet de San Vito, la Estación Biológica Las Cruces y Finca Cántaros, las cuales se encargan del estudio y análisis de las plantas nativas (La lista se adjunta en el apéndice 7).

Este parque debe ser diseñado por un profesional en el área de la arquitectura para darle mayor provecho a esta área que aproximadamente es de 830 m² donde deber colocarse basureros que ayuden al reciclaje, bancas, lámparas entre otros instrumentos de atracción para las personas, además se debe realizar un diseño del parque adecuado que vele por la seguridad del peatón y del conductor donde se integren aspecto básicos de la guía de diseño y construcción de espacios públicos de Costa Rica como por ejemplo:

- Pasos peatonales en cada cruce que se proponga
- Rampas para discapacitados con pendientes no mayores a 2%
- Piezas táctiles (texturas) en las aceras
- Aceras con la franja de Circulación no menor a 1.20 m de ancho con acabado antideslizante
- Franja de Amoblamiento en aceras el cual es un espacio donde se localiza la vegetación. Esta franja se ubica entre el área de circulación y la calzada.
- La pendiente de la acera hacia el cordón no podrá exceder del 2% y el material de piso deberá tener superficie antideslizante.
- La gradiente en sentido transversal tendrá como máximo el 3%.

Estas condiciones con algunas que sugiere la guía de diseño y construcción de espacios públicos de Costa Rica las cuales se deben de aplicar al diseño de la propuesta del parque con el fin de darle mejor seguridad y confort al peatón.



Figura 53. Propuesta de parque y configuración de calles entre intersecciones E y F, *elaboración propia.*

Además, según la guía de diseño y construcción de espacios públicos de Costa Rica es necesario que se respeten los siguientes criterios para el diseño de parques.

- Contar con condiciones adecuadas para el uso público como lo es la circulación, la accesibilidad, seguridad, higiene y servicio de recreación.
- Procurar el máximo aprovechamiento de los elementos y valores del medio existente mediante ambiente y paisajismo.
- Fomentar la inserción de los parques en la cultura local
- Involucrar a la comunidad en lo posible desde el diseño hasta el manejo de cada parque reforzando el sentido de pertenencia y aprobación.
- Organizarlos jerárquicamente y en forma de red para garantizar el cubrimiento de la ciudad.

A partir de estos criterios es posible conformar un parque con logística urbanística y organizada.

JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

Esta propuesta nace del levantamiento en campo y del análisis de los usos de suelos con la contraposición de los problemas viales, donde se observó que los conductores de la zona no respetan la señalización de este tramo de calle donde especialmente la disposición de no parquear en dichas áreas, el mayor problema lo genera una cuadrilla de porteadores que tomaron este sector como parqueo y dificultan el flujo vehicular por esta calle que es de alto tránsito actualmente.

La congestión vehicular en este punto responde al efecto de combinar estacionamiento en vía pública por los conductores de la zona, área tomada por taxista porteadores como con zona de recolección de personas y puntos de descarga/carga de materiales. En la figura 54 se puede demostrar el área afectada por esta problemática



Figura 54. Ubicación de taxistas ilegales entre las calles entre intersecciones E y F, *elaboración propia*



Figura 55. Espacios de estacionamiento no permitidos en vía pública, *elaboración propia*.

VENTAJAS

Se elimina la problemática de los taxistas porteadores que generan presas diariamente, los cuales se obligarían a buscar otro punto para reunirse, impidiéndoles la zona de crítica, esto los obligaría a alejarse del casco central y generando menos congestión vehicular.

Otra ventaja es que se puede convertir una zona que actualmente cuenta con problemas de presas, ruidos, alta densidad vehicular, zona de riesgo para el peatón, en una zona de tranquilidad embellecida por naturaleza donde las familias pueden acercarse a compartir. Con la creación de este parque el comercio local se va a ver beneficiado por el aumento de personas en un punto de descanso y de consumo materialista, (Entiéndase comida y artículos varios) lo cual favorece la economía local.

Además, esta propuesta, se pueden ejecutar sin afectar la circulación vehicular y peatonal de la ciudad, al contrario, más bien la favorece.

DESVENTAJAS

Existe un problema que se va a generar en exactamente en 4 locales comerciales los cuales se van a ver afectados ya que no podrán realizar las descargas de materiales directamente al frente de cada local, pero justamente a 30 m se encuentra la zona de descarga/ carga de la vía peatonal y la podrán usar para realizar dichas descargas o bien cargas insumos por parte de los usuarios de cada local comercial, además los locales en este sector son tiendas de ropa, una mueblería y un bar lo cual es insuma que es sencillamente de manipular a través de carretillos o burras para carga pesadas.

Habilitación de vías

PROPUESTA

Dentro de los análisis que se generaron una propuesta de mejoramiento es habilitar la calle que conecta el cruce D con el local comerciar Frío Sur, la cual llevaría aceras debidamente construidas con lo referente a los requerimientos base para mejoramiento urbanísticos mencionados en la

metodología de este proyecto y con los requerimientos que propone la guía de diseño y construcción de espacios públicos de Costa Rica, como, por ejemplo:

- Pasos peatonales en cada cruce que se proponga son señales de prioridad para peatones por ser una zona escolar.
- Rampas para discapacitados con pendientes no mayores a 2%.
- Piezas táctiles (texturas) en las aceras.
-
- Aceras con la franja de Circulación no menor a 1.20 m de ancho con acabado antideslizante.
- La pendiente de la acera hacia el cordón no podrá exceder del 2% y el material de piso deberá y superficie antideslizante.
- La gradiente en sentido transversal tendrá como máximo el 3%.

Ya que esta conexión va a facilitar el transporte de estudiantes, debido a que en el cruce D se ubica la escuela María Auxiliadora, que también se utiliza en horario nocturno como instalación del colegio Cindea. Este tramo debe ser pavimentado, ya que actualmente cuenta con una superficie de lastre.

JUSTIFICACIÓN

Con la construcción de este tramo de calle los conductores que vienen del lado oeste de San Vito evitan dar una vuelta de 1 km, y lo reducen a 270 m, lo cual es un evidente ahorro económico, de tiempo, y de reducción de emisiones de gases.

Según el mapa de contraposición de problemas viales y usos de suelo si se realiza la habilitación de esta calle se estaría evitando por la nueva configuración de calles que los conductores entren a la zona de mayor congestión vehicular, reduciendo así en un porcentaje el volumen de vehículos que transitarían por la intersección B y E.

EFFECTOS QUE GENERA LA PROPUESTA

Reduce huella de carbono, reduce gasto de combustible, reduce tiempo, favorece al tránsito local evitando que los vehículos entren a la zona crítica.

Básicamente no genera problemas a la ciudad sino más bien la favorece.

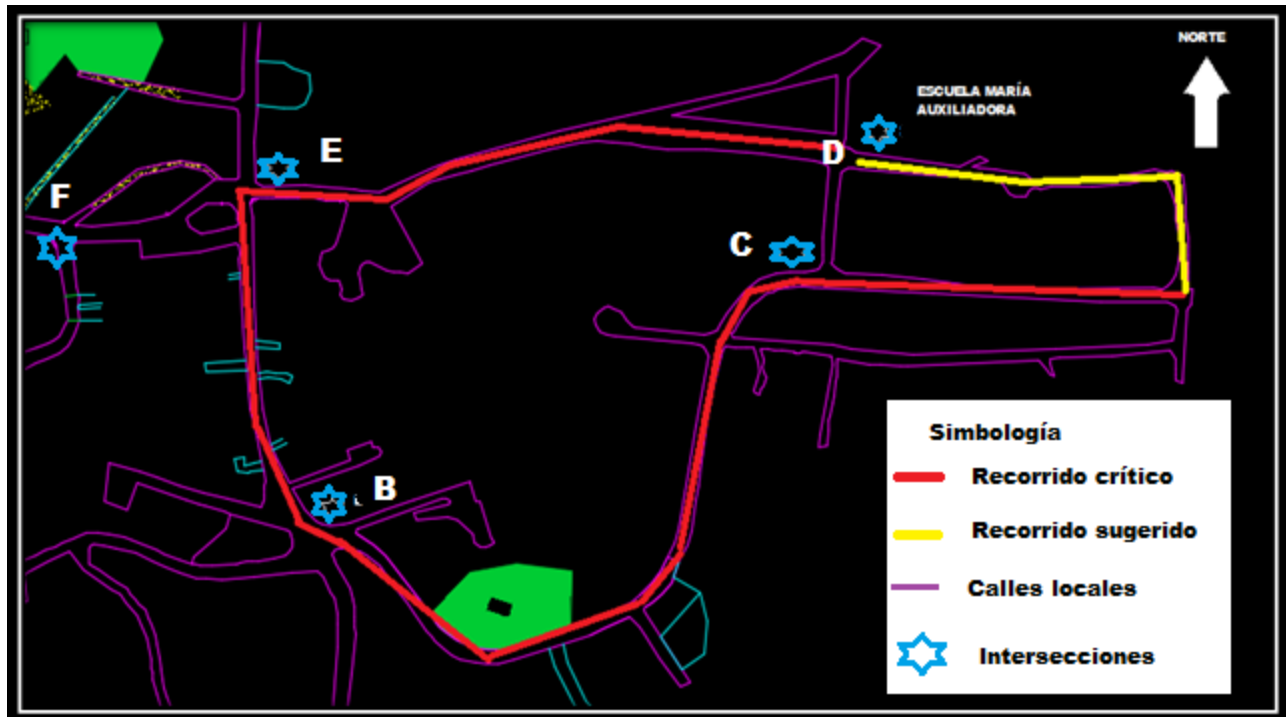


Figura 56. Mapa de ruta crítica vs ruta propuesta, elaboración propia.

Análisis de los resultados

En este apartado, se estudian los valores obtenidos con el levantamiento de datos, los modelos de Synchro 8, y se comparan los niveles de servicio y las demoras de cada intersección del modelo uno versus el modelo dos.

Del levantamiento realizado, se puede decir que la zona de estudio presenta gran cantidad de movimientos de vehículos y peatones, ya que se contabilizan, en la zona, un total de 22674 vehículos por día y 6189 personas cruzando por pasos de deseo en un tiempo aproximado de 10 horas consecutivas.

Un parámetro de referencia para conocer el flujo vehicular, que entra a la zona de estudio, es el TPD ya que, según el Informe de Evaluación de la Red Vial Nacional Pavimentada de Costa Rica (Mora Mata, Quesada Arroyo, Badilla Piedra, & Murillo Barboza, 2017), la clasificación de la zona es baja con un TPD menor a 5000 vehículos. (Ver figura 12 de anexos)

De los datos levantados y evidenciados en la confección de planos, se presenta la siguiente información.

- Las calles tienen buenos anchos de calzada en la mayoría de vías, aproximados de 10 m.
- El estado del pavimento es óptimo para circular.
- No presenta espaldón en la mayoría de la zona.
- La geometría de las calles no es solamente tipo cuadrante, sino que presenta varias configuraciones, entre ellas tipo T, cuadrante, tipo cruces hasta con cinco salidas.
- El terreno es ondulado con pendiente de 2% hasta 25%.

Intersección A

En la zona de estudio, la intersección A, es la segunda con niveles de servicios y demoras más críticos,

Los niveles de servicio obtenidos en esta intersección muestran que el comportamiento actual es de flujo libre, con un LOS igual a B, y una demora promedio por giro de 13 segundos, lo cual indica que la intersección funciona bien.

Cuando se hace la proyección del comportamiento actual año tras año el gráfico 1 de la sección de resultados evidencia que a partir del año 7 contando desde el año actual, la intersección llega a el mínimo nivel de servicio permitido "D"

Estos resultados dan evidencia que la intersección se debe intervenir, ya que antes de 7 años a partir del 2017 se van a empezar a presentar problemas de tránsito.

Con la propuesta que se presenta, se obtienen buenos resultados desde el año actual hasta los próximos 15 años. Las mejoras, que ofrece, la propuesta o el llamado modelo dos no son muy evidentes en los primeros años, pero a partir del año 5 en adelante se empieza a ver una mejora notable respecto a la actual.

El nivel de servicios de la propuesta para el año actual (2017) es igual a A con demoras por giro de 9.6 segundos y proyectados a 15 años (vida óptima de la propuesta del ordenamiento vial realizado) son iguales a D con demoras de 52.8 segundos por giro, mientras que, si se mantiene la configuración actual, en los próximos 15 años, LOS sería de F con demoras de 247.7 segundos.

Evidentemente, la propuesta ofrece un gran mejoramiento a la intersección.

Intersección B

Por limitaciones en el modelo, la intersección B se tiene que calcular con el procedimiento, que se indica en el Manual centroamericano de diseño geométrico, tercera edición, en el capítulo 2.

Al realizarlo de esta forma, no se pueden calcular las demoras por giro, sino solamente el nivel de servicio de la intersección.

Los resultados obtenidos con este procedimiento indican que el nivel de servicio de esta intersección es C o sea es la intersección más crítica, con un comportamiento regular, y, eventualmente se podría mejorar con alguna propuesta.

En la etapa de análisis de una propuesta funcional para todas las intersecciones, no se considera ninguna modificación en la intersección B, ya que es conveniente que se mantenga con la misma configuración, debido a que de esta intersección, dependen el resto de intersecciones de la zona por la ubicación que posee.

También se realiza, para la intersección en análisis, la proyección para conocer el nivel de servicio de diseño, el cual, según los cálculos del procedimiento sugeridos en el Manual centroamericano de diseño geométrico, tercera edición, en el capítulo 2, tiene un LOS igual a D.

De esta intersección y de la intersección A, dependen los años de funcionamiento de la propuesta, ya que el mínimo nivel de servicio permitido, según el Manual centroamericano de diseño geométrico y la Dirección General de Ingeniería de Tránsito. (Ver figura 11 de los anexos)

Cuando se toma el volumen actual en esta intersección y se proyecta a través del tiempo resulta que para 15 años a partir del año actual y con un factor de crecimiento de 1.79 por año la intersección pasa a nivel D y llegaría al mínimo permitido.

Intersección C

La intersección C es la que tiene el mejor nivel de servicio y demoras más bajas en la zona de estudio, con un LOS igual a A, y una demora por giro de 4.2 segundos, lo cual indica que la intersección funciona bien.

Estos resultados evidencian que el comportamiento en la intersección es bastante

bueno y que no requiere de ningún cambio, sin embargo, aunque la intersección se comporte bien con la configuración actual, se deben realizar los cambios sugeridos en la propuesta, ya que el análisis de la zona debe ser global, ya que un cambio en una intersección va a afectar directamente a otra intersección.

Las mejoras que ofrece la propuesta o el llamado modelo dos al año actual tiene un LOS = A con demoras por giros de 3.5 segundos y proyectado a 15 años (vida óptima de la propuesta del ordenamiento vial realizado) LOS = A con demoras de 9.9 segundos por giro, mientras que, si se mantiene la configuración actual, en los próximos 15 años, LOS = A con demoras de 8.3 segundos.

Esta es la única intersección que parece verse afectada por la propuesta de mejoramiento, ya que a partir del año 12 en adelante según se muestra en el gráfico dos la propuesta tiene demoras por giro superiores al comportamiento actual, pero como son mínimas y se mantiene en el nivel de servicio A según la figura 9 de anexos con un rango de 1 a 10 segundos.

El motivo de esta diferencia se debe a que como el modelo crece exponencialmente, para el año 12 en adelante, el volumen vehicular de la propuesta en esta intersección podría estar siendo un poco mayor que el que habría en la intersección si se deja la configuración actual.

Intersección D

La intersección D es la tercera con los mejores niveles de servicios y demoras. Los resultados del comportamiento del flujo de tránsito actual tienen un LOS igual a A, y una demora por giro de 6.4 segundos, lo cual indica que la intersección funciona bien.

Cuando se hace la proyección a 15 años del modelo actual, el nivel de servicio sigue siendo A y la demora pasa a 8.9 segundos por giro.

Estos resultados dan evidencia que el comportamiento en la intersección, al igual que la intersección C, es bastante bueno a través del tiempo.

Sin embargo, aunque la intersección presente un buen comportamiento con la configuración actual, se deben realizar los cambios sugeridos en la propuesta, ya que al ser un análisis global puede afectar los resultados proyectados para otras intersecciones,

principalmente, si se toma en consideración que la zona de estudio es relativamente pequeña.

Las mejoras, que ofrece la propuesta o el llamado modelo dos en el año actual, tiene niveles de servicio de A con demoras de 1.1 segundos y proyectados a 15 años (vida óptima de la propuesta del ordenamiento vial realizado) son de niveles de servicio igual a A con demoras de 1.2 segundos por giro siendo casi constante el nivel de servicio a través del tiempo, mientras que, si se mantiene la configuración actual, en los próximos 15 años, LOS = A con demoras de 8.9 segundos.

Evidentemente, la propuesta ofrece un pequeño mejoramiento a la intersección, pero sí se debe realizar para no afectar los cambios de las otras intersecciones que tienen LOS críticos.

Intersección E

La intersección E es la segunda mejor con un nivel de servicio igual a A, y una demora por giro de 4.4 segundos, lo cual indica que la intersección funciona bien.

Lo interesante de esta intersección es que, aunque actualmente trabaja bien, se va a deteriorar muy rápido en el tiempo en comparación con otras intersecciones con LOS actuales similares, como la intersección C y D. Esto sucede porque esta intersección tiene volúmenes vehiculares mucho mayores a la intersección C y D y el factor de crecimiento anual lo afecta exponencialmente según la gráfica 4.

El hecho que, actualmente, la intersección E tenga niveles de servicio similares a la intersección C y D, pero con volúmenes vehiculares mucho más grandes, quiere decir que, la configuración actual es capaz de ofrecer un buen funcionamiento, pero, con cualquier proyección que implique un aumento vehicular, el deterioro en el nivel de servicio va a ser grande.

Cuando se hace la proyección del comportamiento actual a 15 años, el nivel de servicio es igual a D y la demora a 46.4 segundos por giro.

Estos resultados indican que el comportamiento actual en la intersección va a ser un problema en el futuro ya que en 15 años se llega al límite de los niveles de servicio permitidos y lo mejor es intervenir esta intersección con una propuesta de mejoramiento en los niveles de servicio.

Las mejoras, que ofrece la propuesta o el llamado modelo dos en el año actual, tiene niveles de servicio igual a A con demoras por giro de 1.6 segundos y a 15 años (vida óptima de la propuesta del ordenamiento vial realizado) son de niveles de servicio igual a A con demoras de 1.9 segundos por giro, evidentemente, la propuesta ofrece un mejoramiento importante en la intersección.

Intersección F

La intersección F tiene un nivel de servicio igual a A, y una demora por giro de 6.8 segundos, lo cual indica que la intersección funciona bien.

Esta intersección, al igual que la anterior, actualmente, trabaja bien, pero se va a deteriorar exponencialmente en el tiempo según la gráfica 5

El hecho de que, actualmente, la intersección F tenga niveles de servicio similares a la intersección C y D, pero con volúmenes vehiculares mucho más grandes, quiere decir que, la configuración actual es capaz de ofrecer un buen funcionamiento, pero, con cualquier proyección, el deterioro en el nivel de servicio va a ser grande.

Cuando se hace la proyección a 15 años, el nivel de servicio pasa a D y la demora a 41.5 segundos por giro.

Estos resultados indican que el comportamiento actual en la intersección va a ser un problema en el futuro ya que en 15 años se llega al límite de los niveles de servicio permitidos y lo mejor es intervenir esta intersección con una propuesta de mejoramiento en los niveles de servicio.

Las mejoras, que ofrece la propuesta o el llamado modelo dos en el año actual, tiene niveles de servicio igual a A con demoras por giro de 5.4 segundos; y a 15 años (vida óptima de la propuesta del ordenamiento vial realizado) son niveles de servicio igual a A con demoras de 9.1 segundos por giro, evidentemente la propuesta ofrece un mejoramiento importante en la intersección.

Análisis de la contraposición de los problemas viales con los usos de suelos actuales.

Según el diagrama 5 que se planteó en los resultados se realiza un análisis donde se determina que los problemas de congestión vial de la zona se deben a razones comunes en los 6 nodos en análisis las cuales se deben a la mala organización de la ciudad.

Los problemas comunes en los nodos o intersecciones de la ciudad que está en análisis son los siguientes:

- Puntos aleatorios de descarga/carga de material.
- Estacionamiento en vía pública sin ningún control o planificación.
- Pasos de deseo de peatones sin regulación
- Puntos de ventas en vía públicas que interfieren con el flujo vehicular

Con ayuda del mapa de calor de los problemas viales (Diagrama 5.1) las intersecciones más afectadas son las B, E y F y siendo de menor afectación las intersecciones A, C y D pero de igual manera presentan de congestión vehicular asociada a los problemas anteriores.

Se analiza de los diagramas 4,5,5.1 que la combinación de puntos comunes como, locales comerciales, centros de salud, bancos, centros espirituales con acciones de descarga/carga materiales, estacionamiento en vía pública y constante flujo vehicular y peatonal generan la actual situación en el casco central de San Vito la cual debe de mejorar con la serie de propuestas que se plantean en los resultados de este proyecto.

Según el diagrama 5.1, el llamado mapa de calor la zona más crítica la comparten las intersecciones B, E, y F es por esta razón que la mayoría de las propuestas de mejoramiento urbano se concentran en esta zona.

En fin, la herramienta del resultado de realizar la contraposición de los problemas viales y las posibles coincidencias de los usos de suelos lo que pretenden es analizar de manera gráfica que parte de la ciudad es la más crítica y atacar de forma inmediata el sector destacado con propuesta de mejoramiento y para efectos de este proyecto eso fue lo que se planteó y logró.

Conclusiones

Al realizar este proyecto, se concluye lo siguiente:

- Se determina, en la visita a campo, que los problemas viales de la zona son graves y que requieren intervención inmediata, ya que los conductores no respetan la señalización local.
- Se determina que el ancho de la calzada en la intersección D es angosto con 4 m menos que el promedio; y por esto se debe ampliar el ancho del acceso sur.
- Con el análisis de la contraposición de problemas y usos de suelos, diagrama 5 y el mapa de calor o diagrama 5.1 se determinó que las intersecciones con mayores problemas viales son la B, E y F
- Con el análisis de la contraposición de problemas y usos de suelos, diagrama 5 y el mapa de calor o diagrama 5.1 se determinó que las intersecciones con problemas viales menos críticos son la A, C y D
- Con lo observado en campo, se determina que es necesario zonas exclusivas de carga y descarga.
- Es necesario reubicar la parada de bus que se ubica a un costado del parque de San Vito para seguridad de los conductores.
- Al analizar la zona, se determina que es necesario reubicar las paradas de taxis de carga con el fin de mejorar el flujo vial.
- Respecto al levantamiento vehicular realizado, se determina que la “hora pico” de la zona es en el horario nocturno de 5:00 pm a 6:00 pm.
- De acuerdo con los resultados del modelo uno, todas las intersecciones, actualmente, tienen niveles de servicios intermedios, pero con las propuestas mostradas pueden mejorarse mucho
- Con el análisis del volumen vehicular, se concluye que las intersecciones críticas de la zona son las intersecciones A y B.
- Con la comparación de resultados del modelo uno vs el modelo dos según la figura 9 y los gráficos reportados en los resultados, la propuesta es conveniente para la zona.
- Según el factor de crecimiento anual de la zona, se determina que la propuesta de mejora tiene una vida útil de 15 años a partir del año 2017.
- En ninguna intersección de la zona, se justifica el uso de semáforos.
- Se asignan un aproximado de 285 espacios de estacionamiento en la vía pública con raya blanca y 130 más parqueos públicos.
- Se asignaron 13 espacios exclusivos para cargas y descargas.
- Se asignaron 9 espacios exclusivos para taxis de carga.
- Se concluye que la habilitación de la ruta que el local Frío Sur con la intersección D genera beneficios en reducción de tiempo, dinero y emisiones de gases.
- Se determina que para la buena funcionalidad del proyecto se deben seguir los reglamentos y requerimientos presentados en este proyecto en lo que se refiere a medidas, accesorios y recomendaciones para discapacitados.
- Se confeccionan los planos con los cambios concluidos.

Recomendaciones

- Se recomienda al final de la vida útil del proyecto realizar un conteo de la cantidad de bicicletas que circulan en la zona para ver si es necesario proponer ciclovías en la zona de estudio.
- Se recomienda que en la construcción de islas en las vías se hagan físicas para mayor control del tránsito, ya sea en concreto o bien sistemas utilizados actualmente por DGIT del MOPT
- Es necesario que a partir del año 3 la municipalidad local busque más opciones de parqueos públicos.
- A partir del año 15 es necesario realizar un análisis de tránsito para determinar si es necesario el uso de semáforos en la zona de estudio.
- Se recomienda en la calle que conecta intersección B con la Intersección E se planifique la ubicación de reductores de velocidad para mayor seguridad de peatones
- Se recomiendan que la municipalidad local realice campañas de educación vial en la escuelas y colegio de la zona con el fin de que las personas mejoren sus conductas y respeto en las calles cuando conduce y circula a pie.
- Se recomienda realizar la propuesta por etapas para que los conductores de adapten a los cambios en las vías.
- Se recomienda que la municipalidad local invierta en la implementación de un grupo de policía municipal que controle las situaciones viales que se den en la zona.

Apéndices

Se encuentran en el apéndice, las siguientes secciones:

- Apéndice 1: Resultados del conteo vehicular por intersección y horario.
- Apéndice 2: Resultados del conteo peatonal por intersección.
- Apéndice 3: Resultados de los cálculos previos al modelo.
- Apéndice 4: Justificación de uso de semáforos en cada intersección.
- Apéndice 5: Resultados de los niveles de servicio con ayuda de la modulación en Synchro 8.
- Apéndice 6: Plantas nativas para el parque de San Vito.
- Apéndice 7: Lista de señales de tránsito

Apéndice 1: Resultados del conteo vehicular por intersección y horario

Intersección A- comportamiento en el horario matutino

ACCESO OESTE											
MOVIMIENTO HORA	O-N			O-E			Total Acceso	Acceso		Intersección	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico
6:15-6:30	4	1	5	8	0	8	13	128		527	
6:30-6:45	10	1	11	21	2	23	34	142		606	
6:45-7:00	13	3	16	35	1	36	52	148	6:45-7:45	617	6:45-7:45
7:00-7:15	6	0	6	21	2	23	29	136		567	
7:15-7:30	9	1	10	16	1	17	27	133		526	
7:30-7:45	10	1	11	23	6	29	40	122		477	
7:45-8:00	11	2	13	24	3	27	40	120		493	
8:00-8:15	7	2	9	16	1	17	26	112		451	
8:15-8:30	7	1	8	7	1	8	16				
8:30-8:45	9	1	10	23	5	28	38				
8:45-9:00	3	0	3	26	3	29	32				
TOTAL			102			245	347				

Figura 1. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste y global en la intersección A, elaboración propia Excel 2016

ACCESO ESTE										
MOVIMIENTO HORA	E-N			E-O			Total Acceso	Acceso		Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico	
6:15-6:30	5	2	7	2	0	2	9	77		
6:30-6:45	3	1	4	6	0	6	10	93		
6:45-7:00	16	2	18	13	1	14	32	99	6:45-7:45	
7:00-7:15	11	2	13	12	1	13	26	84		
7:15-7:30	13	1	14	11	0	11	25	84		
7:30-7:45	8	2	10	4	2	6	16	79		
7:45-8:00	7	0	7	7	3	10	17	85		
8:00-8:15	10	0	10	12	4	16	26	75		
8:15-8:30	7	1	8	7	5	12	20			
8:30-8:45	5	0	5	15	2	17	22			
8:45-9:00	3	1	4	2	1	3	7			
TOTAL			100			110	210			

Figura 2. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso este en la intersección A, elaboración propia Excel 2016

ACCESO NORTE								Acceso	
MOVIMIENTO HORA	N-O			N-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
6:15-6:30	5	2	7	12	2	14	33	322	6:30-7:30
6:30-6:45	12	1	13	37	5	42	70	371	
6:45-7:00	5	0	5	63	6	69	108	370	
7:00-7:15	16	2	18	73	1	74	111	347	
7:15-7:30	10	5	15	40	3	43	82	309	
7:30-7:45	9	0	9	34	5	39	69	276	
7:45-8:00	9	2	11	49	5	54	85	288	
8:00-8:15	10	2	12	42	0	42	73	264	
8:15-8:30	9	0	9	23	1	24	49		
8:30-8:45	19	2	21	40	5	45	81		
8:45-9:00	6	6	12	39	3	42	61		
TOTAL			132			488	822		

Figura 3. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso norte en la intersección A, elaboración propia Excel 2016

Intersección A-comportamiento en el horario meridiano

ACCESO OESTE								Acceso		Intersección		
MOVIMIENTO HORA	O-N			O-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total						
10:45-11:00	3	0	3	4	1	5	8	85		426	12:30-1:30	
11:00-11:15	6	2	8	8	1	9	17	107		516		
11:15-11:30	6	3	9	18	1	19	28	123		558		
11:30-11:45	12	1	13	17	2	19	32	123		586		
11:45-12:00	9	0	9	19	2	21	30	121		564		
12:00-12:15	17	0	17	15	1	16	33	130		670		
12:15-12:30	8	0	8	17	3	20	28	135		657		
12:30-12:45	5	2	7	20	3	23	30	143	12:30-1:30	729		
12:45-1:00	15	1	16	20	3	23	39	139		718		
1:00-1:15	11	2	13	23	2	25	38					
1:15-1:30	8	1	9	17	10	27	36					
1:30-1:45	6	1	7	16	3	19	26					
TOTAL			116			221	337					

Figura 4. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste y global en la intersección A, elaboración propia Excel 2016

ACCESO ESTE									
MOVIMIENTO HORA	E-N			E-O			Total Acceso	Acceso	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico
10:45-11:00	3	0	3	3	1	4	7	70	
11:00-11:15	10	0	10	4	1	5	15	68	
11:15-11:30	8	0	8	12	3	15	23	71	
11:30-11:45	9	3	12	8	5	13	25	70	
11:45-12:00	3	0	3	1	1	2	5	55	
12:00-12:15	8	0	8	9	1	10	18	70	
12:15-12:30	11	0	11	10	1	11	22	72	12:15-1:15
12:30-12:45	6	0	6	4	0	4	10	70	
12:45-1:00	7	0	7	8	5	13	20	72	12:45-1:45
1:00-1:15	7	1	8	12	0	12	20		
1:15-1:30	7	1	8	12	0	12	20		
1:30-1:45	3	0	3	8	1	9	12		
TOTAL			87			110	197		

Figura 5. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso este en la intersección A, elaboración propia Excel 2016

ACCESO NORTE									
MOVIMIENTO HORA	N-O			N-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
10:45-11:00	8	0	8	10	1	11	36	271	
11:00-11:15	19	3	22	23	2	25	76	341	
11:15-11:30	13	2	15	44	5	49	75	364	
11:30-11:45	12	2	14	50	5	55	84	393	
11:45-12:00	6	1	7	68	4	72	106	388	
12:00-12:15	23	2	25	53	2	55	99	470	
12:15-12:30	8	0	8	74	6	80	104	450	
12:30-12:45	8	1	9	53	2	55	79	516	12:30-1:30
12:45-1:00	14	1	15	45	4	49	188	507	
1:00-1:15	11	1	12	60	4	64	79		
1:15-1:30	8	2	10	71	2	73	170		
1:30-1:45	6	1	7	57	6	63	70		
TOTAL									

Figura 6. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso norte en la intersección A, elaboración propia Excel 2016

Intersección A- comportamiento en el horario nocturno

ACCESO OESTE								Acceso		Intersección	
MOVIMIENTO HORA	O-N			O-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total					
4:00-4:15	3	0	3	4	1	5	8	85		573	
4:15-4:30	6	2	8	8	1	9	17	107		642	
4:30-4:45	6	3	9	18	1	19	28	123		639	
4:45-5:00	12	1	13	17	2	19	32	123		650	4:45-5:45
5:00-5:15	9	0	9	19	2	21	30	121		621	
5:15-5:30	17	0	17	15	1	16	33	130		586	
5:30-5:45	8	0	8	17	3	20	28	135		603	
5:45-6:00	5	2	7	20	3	23	30	143	5:45-6:45	574	
6:00-6:15	15	1	16	20	3	23	39				
6:15-6:30	11	2	13	23	2	25	38				
6:30-6:45	8	1	9	17	10	27	36				
TOTAL			116			221	319				

Figura 7. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste y global en la intersección A, elaboración propia Excel 2016

ACCESO ESTE									
MOVIMIENTO HORA	E-N			E-O			Total Acceso	Acceso	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico
4:00-4:15	5	0	5	10	1	11	16	99	
4:15-4:30	11	2	13	8	4	12	25	105	
4:30-4:45	14	0	14	14	3	17	31	109	4:30-5:30
4:45-5:00	12	0	12	15	0	15	27	109	4:45-5:45
5:00-5:15	10	2	12	10	0	10	22	104	
5:15-5:30	19	0	19	8	2	10	29	104	
5:30-5:45	11	1	12	16	3	19	31	104	
5:45-6:00	8	1	9	9	4	13	22	91	
6:00-6:15	9	0	9	13	0	13	22		
6:15-6:30	13	0	13	16	0	16	29		
6:30-6:45	12	0	12	6	0	6	18		
TOTAL			130			142	272		

Figura 8. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso este en la intersección A, elaboración propia Excel 2016

ACCESO NORTE									
MOVIMIENTO HORA	N-O			N-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
4:00-4:15	9	1	10	60	6	66	76	389	
4:15-4:30	25	1	26	74	6	80	106	430	4:15-5:15
4:30-4:45	19	4	23	65	7	72	95	407	
4:45-5:00	34	5	39	70	3	73	112	418	
5:00-5:15	25	5	30	84	3	87	117	396	
5:15-5:30	12	3	15	65	3	68	83	352	
5:30-5:45	19	0	19	81	6	87	106	364	
5:45-6:00	11	3	14	74	2	76	90	340	
6:00-6:15	21	1	22	50	1	51	73		
6:15-6:30	24	1	25	69	1	70	95		
6:30-6:45	16	0	16	63	3	66	82		
TOTAL			239			796	1035		

Figura 9. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso norte en la intersección A, elaboración propia Excel 2016

Intersección B- comportamiento en el horario matutino

ACCESO OESTE														
MOVIMIENTO HORA	O-N			O-E			O-S			Total Acceso	Acceso		Intersección	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico
6:15-6:30	4	0	4	5	0	5	1	0	1	10	152		588	
6:30-6:45	8	0	8	16	1	17	9	2	11	36	175		714	
6:45-7:00	10	0	10	20	4	24	18	1	19	53	172		680	
7:00-7:15	19	0	19	17	2	19	15	0	15	53	163		691	
7:15-7:30	6	2	8	9	1	10	14	1	15	33	150		686	
7:30-7:45	7	0	7	7	3	10	13	3	16	33	166		694	
7:45-8:00	12	1	13	13	0	13	14	4	18	44	187	7:45-8:45	737	7:45-8:45
8:00-8:15	14	0	14	9	3	12	13	1	14	40				
8:15-8:30	13	2	15	17	2	19	11	4	15	49				
8:30-8:45	20	1	21	15	2	17	12	4	16	54				
TOTAL			119			146			140	405				

Figura 10. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste y global en la intersección B, elaboración propia Excel 2016

ACCESO SUR										Acceso		
MOVIMIENTO HORA	S-O			S-N			S-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
6:15-6:30	4	0	4	1	0	1	4	0	4	9	189	
6:30-6:45	5	0	5	35	2	37	18	1	19	61	223	6:30-7:30
6:45-7:00	18	1	19	37	3	40	12	1	13	72	195	
7:00-7:15	12	0	12	22	4	26	8	1	9	47	188	
7:15-7:30	9	1	10	20	3	23	10	0	10	43	182	
7:30-7:45	3	0	3	17	2	19	10	1	11	33	182	
7:45-8:00	10	8	18	30	7	37	10	0	10	65	194	
8:00-8:15	8	0	8	25	1	26	6	1	7	41		
8:15-8:30	7	1	8	28	0	28	7	0	7	43		
8:30-8:45	5	0	5	24	5	29	10	1	11	45		
TOTAL			92			266			101	459		

Figura 11. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso sur en la intersección B, elaboración propia Excel 2016

ACCESO ESTE										Acceso					
MOVIMIENTO HORA	E-N			E-O			E-S			E-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
6:15-6:30	3	0	3	0	0	0	2	0	2	0	0	0	5	145	
6:30-6:45	13	1	14	11	0	11	10	0	10	0	0	0	35	177	
6:45-7:00	24	2	26	11	1	12	20	0	20	0	0	0	58	180	6:45-7:45
7:00-7:15	25	0	25	7	1	8	10	2	12	2	0	2	47	157	
7:15-7:30	10	2	12	13	0	13	11	1	12	0	0	0	37	148	
7:30-7:45	12	3	15	8	1	9	12	2	14	0	0	0	38	140	
7:45-8:00	10	2	12	10	3	13	8	2	10	0	0	0	35	138	
8:00-8:15	18	2	20	6	2	8	8	2	10	0	0	0	38		
8:15-8:30	9	2	11	10	1	11	7	0	7	0	0	0	29		
8:30-8:45	17	0	17	8	1	9	10	0	10	0	0	0	36		
TOTAL	141	14	155	84	10	94	98	9	107	2	0	2	358		

Figura 12. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso este en la intersección B, elaboración propia Excel 2016

ACCESO NORESTE								Acceso	
MOVIMIENTO HORA	E-N			E-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
6:15-6:30	1	0	1	0	0	0	1	6	
6:30-6:45	1	0	1	1	0	1	2	7	
6:45-7:00	0	0	0	0	0	0	0	9	
7:00-7:15	3	0	3	0	0	0	3	11	7:00-8:00
7:15-7:30	0	0	0	2	0	2	2	9	
7:30-7:45	3	1	4	0	0	0	4	9	
7:45-8:00	2	0	2	0	0	0	2	6	
8:00-8:15	1	0	1	0	0	0	1		
8:15-8:30	0	0	0	2	0	2	2		
8:30-8:45	1	0	1	0	0	0	1		
TOTAL			13				18		

Figura 13. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso noreste en la intersección B, elaboración propia Excel 2016

ACCESO NOROESTE										Acceso					
MOVIMIENTO HORA	O-O			O-E			O-N			O-S			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
6:15-6:30	1	0	1	0	0	0	3	1	4	1	0	1	6	96	
6:30-6:45	2	0	2	3	0	3	40	1	41	7	0	7	53	132	
6:45-7:00	0	0	0	1	0	1	10	1	11	2	0	2	14	124	
7:00-7:15	0	0	0	0	0	0	22	0	22	1	0	1	23	172	
7:15-7:30	0	0	0	3	0	3	36	0	36	3	0	3	42	197	
7:30-7:45	1	0	1	2	0	2	42	0	42	0	0	0	45	197	
7:45-8:00	0	0	0	1	0	1	47	2	49	12	0	12	62	212	7:45-8:45
8:00-8:15	0	0	0	0	0	0	47	0	47	1	0	1	48		
8:15-8:30	0	0	0	0	0	0	38	1	39	3	0	3	42		
8:30-8:45	0	0	0	3	0	3	51	4	55	2	0	2	60		
TOTAL	4		4	13		13	346		346	32		32	395		

Figura 14. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso noroeste en la intersección B, elaboración propia Excel 2016

Intersección B - comportamiento en el horario meridiano

ACCESO OESTE											Acceso		Intersección	
MOVIMIENTO HORA	O-N			O-E			O-S			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total					
10:45-11:00	16	0	16	9	1	10	7	0	7	33	205		632	
11:00-11:15	23	0	23	17	4	21	13	2	15	59	221		691	11:00-12:00
11:15-11:30	26	0	26	22	3	25	13	2	15	66	227	11:15-12:15	689	
11:30-11:45	13	0	13	20	2	22	12	0	12	47	205		643	
11:45-12:00	22	0	22	15	1	16	7	4	11	49	192		613	
12:00-12:15	22	1	23	21	3	24	15	3	18	65	197		608	
12:15-12:30	16	0	16	12	0	12	12	4	16	44	181		577	
12:30-12:45	8	0	8	13	2	15	10	1	11	34				
12:45-1:00	9	3	12	13	1	14	18	10	28	54				
1:00-1:15	17	0	17	10	1	11	16	5	21	49				
TOTAL			176			170			154	500				

Figura 15. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste y global en la intersección B, elaboración propia Excel 2016

ACCESO SUR											Acceso	
MOVIMIENTO HORA	S-O			S-N			S-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
10:45-11:00	1	0	1	7	1	8	3	0	3	12	153	
11:00-11:15	3	6	9	26	2	28	18	4	22	59	181	11:00-12:00
11:15-11:30	11	0	11	18	1	19	11	1	12	42	164	
11:30-11:45	15	0	15	20	1	21	4	0	4	40	157	
11:45-12:00	8	1	9	25	1	26	5	0	5	40	151	
12:00-12:15	6	1	7	27	2	29	6	0	6	42	154	
12:15-12:30	3	0	3	24	0	24	7	1	8	35	149	
12:30-12:45	4	1	5	17	1	18	10	1	11	34		
12:45-1:00	10	1	11	26	0	26	6	0	6	43		
1:00-1:15	7	0	7	22	1	23	7	0	7	37		
TOTAL			78			222			84	384		

Figura 16. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso sur en la intersección B, elaboración propia Excel 2016

ACCESO ESTE											Acceso				
MOVIMIENTO HORA	E-N			E-O			E-S			E-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
10:45-11:00	9	2	11	6	0	6	11	1	12	0	0	0	18	102	
11:00-11:15	13	1	14	4	0	4	12	1	13	3	0	3	20	107	
11:15-11:30	23	1	24	12	3	15	15	1	16	0	0	0	31	110	11:15-12:15
11:30-11:45	16	0	16	13	2	15	18	0	18	0	0	0	33	99	
11:45-12:00	15	2	17	6	0	6	15	1	16	1	0	1	23	77	
12:00-12:15	25	1	26	10	0	10	11	2	13	0	0	0	23	67	
12:15-12:30	17	1	18	10	0	10	9	0	9	0	1	1	20	66	
12:30-12:45	12	1	13	4	2	6	5	0	5	0	0	0	11		
12:45-1:00	19	2	21	6	0	6	6	1	7	0	0	0	13		
1:00-1:15	21	2	23	6	0	6	14	2	16	0	0	0	22		
TOTAL	170	13	183	77	7	84	116	9	125	4	1	5	214		

Figura 17. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso este en la intersección B, elaboración propia Excel 2016

ACCESO NORESTE								Acceso	
MOVIMIENTO HORA	E-N			E-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
10:45-11:00	1	0	1	0	0	0	1	4	
11:00-11:15	1	0	1	2	0	2	3	3	
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0	0	2	
11:30-11:45	0	0	0	0	0	0	0	5	
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	0	9	
12:00-12:15	1	1	2	0	0	0	2	10	12:00-1:00
12:15-12:30	1	0	1	2	0	2	3	8	
12:30-12:45	4	0	4	0	0	0	4		
12:45-1:00	0	0	0	1	0	1	1		
1:00-1:15	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL	9						14		

Figura 18. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso noreste en la intersección B, elaboración propia Excel 2016

ACCESO NOROESTE										Acceso					
MOVIMIENTO HORA	O-O			O-E			O-N			O-S			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
10:45-11:00	0	0	0	3	0	3	28	0	28	4	0	4	35	168	
11:00-11:15	0	0	0	2	0	2	44	0	44	1	0	1	47	179	
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0	50	1	51	3	0	3	54	186	11:15-12:15
11:30-11:45	1	0	1	1	0	1	28	0	28	2	0	2	32	177	
11:45-12:00	1	0	1	0	0	0	40	1	41	4	0	4	46	184	
12:00-12:15	0	0	0	3	0	3	44	1	45	6	0	6	54	180	
12:15-12:30	0	0	0	2	0	2	40	0	40	3	0	3	45	173	
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	34	1	35	4	0	4	39		
12:45-1:00	2	0	2	1	0	1	32	0	32	6	1	7	42		
1:00-1:15	1	0	1	2	0	2	39	0	39	5	0	5	47		
TOTAL	5			14			383			39			441		

Figura 19. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso noroeste en la intersección B, elaboración propia Excel 2016

Intersección B -comportamiento en el horario nocturno

ACCESO OESTE										Acceso		Intersección		
MOVIMIENTO HORA	O-N			O-E			O-S			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total					
4:00-4:15	16	0	16	18	0	18	14	4	18	52	301		925	
4:15-4:30	22	1	23	27	2	29	26	2	28	80	328		1033	
4:30-4:45	29	0	29	28	1	29	25	3	28	86	325		1014	
4:45-5:00	29	0	29	29	4	33	18	3	21	83	342	4:45-5:45	1055	
5:00-5:15	22	0	22	30	2	32	25	0	25	79	333		1068	5:00-6:00
5:15-5:30	38	0	38	23	3	26	11	2	13	77	315		1002	
5:30-5:45	31	1	32	30	3	33	33	5	38	103	284		916	
5:45-6:00	25	0	25	14	2	16	31	2	33	74				
6:00-6:15	23	2	25	15	1	16	20	0	20	61				
6:15-6:30	10	0	10	18	1	19	17	0	17	46				
TOTAL	249			251			241			741				

Figura 20. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste y global en la intersección A, elaboración propia Excel 2016

ACCESO SUR										Acceso		
MOVIMIENTO HORA	S-O			S-N			S-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
4:00-4:15	6	1	7	19	1	20	6	0	6	33	183	
4:15-4:30	4	1	5	33	0	33	6	1	7	45	217	
4:30-4:45	7	0	7	24	5	29	12	0	12	48	216	
4:45-5:00	8	3	11	37	1	38	8	0	8	57	226	4:45-5:45
5:00-5:15	9	1	10	35	4	39	18	0	18	67	218	
5:15-5:30	11	0	11	21	0	21	10	2	12	44	190	
5:30-5:45	9	4	13	27	0	27	16	2	18	58	186	
5:45-6:00	9	0	9	28	2	30	10	0	10	49		
6:00-6:15	5	1	6	17	1	18	13	2	15	39		
6:15-6:30	4	11	15	16	1	17	6	2	8	40		
TOTAL			94			272			114	480		

Figura 22. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso sur en la intersección B, elaboración propia Excel 2016

ACCESO ESTE										Acceso					
MOVIMIENTO HORA	E-N			E-O			E-S			E-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
4:00-4:15	17	2	19	13	2	15	9	0	9	0	0	0	43	208	
4:15-4:30	33	0	33	18	4	22	10	3	13	0	0	0	68	227	
4:30-4:45	18	1	19	17	0	17	15	0	15	0	1	1	52	219	
4:45-5:00	20	8	28	5	1	6	11	0	11	0	0	0	45	232	
5:00-5:15	30	1	31	10	0	10	19	1	20	0	0	1	62	255	5:00-6:00
5:15-5:30	29	1	30	13	0	13	17	0	17	0	0	0	60	252	
5:30-5:45	33	1	34	7	0	7	21	3	24	0	0	0	65	225	
5:45-6:00	33	3	36	16	1	17	14	1	15	0	0	0	68		
6:00-6:15	25	0	25	18	0	18	16	0	16	0	0	0	59		
6:15-6:30	9	1	10	8	0	8	13	2	15	0	0	0	33		
TOTAL			265			133			155			2	555		

Figura 23. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso este en la intersección B, elaboración propia Excel 2016

ACCESO NORESTE								Acceso	
MOVIMIENTO HORA	E-N			E-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
4:00-4:15	1	0	1	0	0	0	1	6	4:00-5:00
4:15-4:30	1	0	1	0	0	0	1	6	4:15-5:15
4:30-4:45	4	0	4	0	0	0	4	5	
4:45-5:00	0	0	0	0	0	0	0	2	
5:00-5:15	0	0	0	1	0	1	1	2	
5:15-5:30	0	0	0	0	0	0	0	2	
5:30-5:45	0	0	0	1	0	1	1	3	
5:45-6:00	0	0	0	0	0	0	0		
6:00-6:15	1	0	1	0	0	0	1		
6:15-6:30	1	0	1	0	0	0	1		
TOTAL			8			2	10		

Figura 24. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso noreste en la intersección B, elaboración propia Excel 2016

Intersección C -comportamiento en el horario matutino

ACCESO NORTE							Acceso		Intersección		
MOVIMIENTO HORA	N-O			N-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total					
6:30-6:45	6	0	6	8	0	8	14	101		338	
6:45-7:00	22	1	23	18	0	18	41	105	6:45-7:45	373	6:45-7:45
7:00-7:15	12	0	12	17	0	17	29	93		323	
7:15-7:30	5	0	5	12	0	12	17	69		262	
7:30-7:45	5	0	5	13	0	13	18				
7:45-8:00	13	0	13	16	0	16	29				
8:00-8:15	0	0	0	5	0	5	5				
TOTAL			64			89	153				

Figura 25. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso norte y global en la intersección C, elaboración propia Excel 2016

ACCESO OESTE								Acceso	
MOVIMIENTO HORA	O-E			O-N			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
6:30-6:45	5	0	5	4	0	4	9	98	6:45-7:45
6:45-7:00	17	1	18	24	0	24	42	113	
7:00-7:15	17	0	17	7	0	7	24	93	
7:15-7:30	16	1	17	6	0	6	23	77	
7:30-7:45	18	0	18	6	0	6	24		
7:45-8:00	17	0	17	5	0	5	22		
8:00-8:15	7	0	7	1	0	1	8		
TOTAL			99			53	152		

Figura 26. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste en la intersección C, elaboración propia Excel 2016

ACCESO ESTE								Acceso	
MOVIMIENTO HORA	E-O			E-N			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
6:30-6:45	9	0	9	3	0	3	12	139	6:45-7:45
6:45-7:00	46	0	46	15	0	15	61	155	
7:00-7:15	24	0	24	7	0	7	31	137	
7:15-7:30	26	0	26	9	0	9	35	116	
7:30-7:45	20	0	20	8	0	8	28		
7:45-8:00	33	0	33	10	0	10	43		
8:00-8:15	6	0	6	4	0	4	10		
TOTAL			164			56	220		

Figura 27. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso este en la intersección C, elaboración propia Excel 2016

Intersección C - comportamiento en el horario nocturno

ACCESO NORTE								Acceso		Intersección			
MOVIMIENTO HORA	N-O			N-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total							
5:00-5:15	5	0	5	15	0	15	20	129	5:15-6:15	432	5:15-6:15		
5:15-5:30	17	0	17	26	0	26	43	161		512			
5:30-5:45	17	0	17	30	0	30	47	145		494			
5:45-6:00	5	0	5	14	0	14	19						
6:00-6:15	15	0	15	37	0	37	52						
6:15-6:30	10	0	10	17	0	17	27						
TOTAL			69			139	208						

Figura 28. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso norte y global en la intersección C, elaboración propia Excel 2016

ACCESO OESTE								Acceso		
MOVIMIENTO HORA	O-E			O-N			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total				
5:00-5:15	19	0	19	4	0	4	23	120	5:15-6:15	
5:15-5:30	27	0	27	12	1	13	40	146		
5:30-5:45	19	0	19	6	0	6	25	139		
5:45-6:00	27	0	27	5	0	5	32			
6:00-6:15	42	0	42	7	0	7	49			
6:15-6:30	29	0	29	4	0	4	33			
TOTAL			170			40	210			

Figura 29. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste en la intersección C, elaboración propia Excel 2016

ACCESO ESTE									
MOVIMIENTO HORA	E-O			E-N			Total Acceso	Acceso	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico
5:00-5:15	24	0	24	9	0	9	33	183	
5:15-5:30	45	0	45	13	0	13	58	205	
5:30-5:45	35	0	35	9	0	9	44	210	5:30-6:30
5:45-6:00	42	0	42	6	0	6	48		
6:00-6:15	44	0	44	11	0	11	55		
6:15-6:30	52	0	52	10	1	11	63		
TOTAL	248			63			311		

Figura 30. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso este en la intersección C, elaboración propia Excel 2016

Intersección D - comportamiento en el horario matutino

ACCESO OESTE														
MOVIMIENTO HORA	O-N			O-E			O-S			Total Acceso	Acceso		Intersección	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico
6:30-6:45	2	0	2	2	0	2	20	2	22	26		217		
6:45-7:00	6	0	6	0	0	0	38	3	41	47	6:30-7:30	233	6:45-7:45	
7:00-7:15	1	0	1	2	0	2	20	0	20	23		161		
7:15-7:30	1	0	1	0	0	0	5	1	6	7		149		
7:30-7:45	2	1	3	1	0	1	12	0	12	16				
7:45-8:00	0	0	0	1	1	2	4	2	6	8				
8:00-8:15	2	0	2	0	0	0	6	2	8	10				
TOTAL	15			7			115			137				

Figura 31. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste y global en la intersección D, elaboración propia Excel 2016

ACCESO SUR												
MOVIMIENTO HORA	S-O			S-N			S-E			Total Acceso	Acceso	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico
6:30-6:45	6	0	6	0	0	0	0	0	0	6	100	
6:45-7:00	26	0	26	16	0	16	4	0	4	46	120	6:45-7:45
7:00-7:15	13	0	13	2	0	2	1	0	1	16	93	
7:15-7:30	26	2	28	1	0	1	3	0	3	32	89	
7:30-7:45	20	1	21	3	1	4	1	0	1	26		
7:45-8:00	15	3	18	1	0	1	0	0	0	19		
8:00-8:15	9	2	11	0	0	0	1	0	1	12		
TOTAL	123			24			10			157		

Figura 32. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso sur en la intersección D, elaboración propia Excel 2016

ACCESO ESTE												
MOVIMIENTO HORA	E-S			E-O			E-N			Total Acceso	Acceso	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico
6:30-6:45	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	11	
6:45-7:00	5	0	5	3	0	3	0	0	0	8	14	6:45-7:45
7:00-7:15	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	8	
7:15-7:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
7:30-7:45	1	0	1	2	1	3	0	0	0	4		
7:45-8:00	1	1	2	0	0	0	0	0	0	2		
8:00-8:15	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2		
TOTAL	8			11			0			19		

Figura 33. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste en la intersección D, elaboración propia Excel 2016

ACCESO NORTE												
MOVIMIENTO HORA	N-E			N-S			N-O			Total Acceso	Acceso	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico
6:30-6:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
6:45-7:00	0	0	0	1	2	3	0	0	0	3	6	
7:00-7:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
7:15-7:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	7:15-8:15
7:30-7:45	0	0	0	2	0	2	1	0	1	3		
7:45-8:00	0	0	0	1	0	1	2	0	2	3		
8:00-8:15	0	0	0	2	1	3	2	0	2	5		
TOTAL	0			9			5			14		

Figura 34. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso norte en la intersección D, elaboración propia Excel 2016

Intersección D - comportamiento en el horario nocturno

ACCESO OESTE														
MOVIMIENTO HORA	O-N			O-E			O-S			Total Acceso	Acceso		Intersección	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico
5:00-5:15	1	0	1	0	1	1	27	3	30	32	143		231	5:00-6:00
5:15-5:30	1	0	1	0	3	3	36	2	38	42	153	5:15-6:15	230	
5:30-5:45	2	0	2	1	0	1	38	5	43	46	142		213	
5:45-6:00	0	0	0	0	0	0	23	0	23	23				
6:00-6:15	5	1	6	0	0	0	36	0	36	42				
6:15-6:30	0	1	1	0	0	0	29	1	30	31				
TOTAL	11			5			200			216				

Figura 35. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste y global en la intersección D, elaboración propia Excel 2016

ACCESO SUR												
MOVIMIENTO HORA	S-O			S-N			S-E			Total Acceso	Acceso	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico
5:00-5:15	16	0	16	2	0	2	2	0	2	20	71	5:00-6:00
5:15-5:30	11	5	16	3	0	3	1	1	2	21	67	
5:30-5:45	13	0	13	2	0	2	0	0	0	15	58	
5:45-6:00	8	1	9	4	0	4	2	0	2	15		
6:00-6:15	15	0	15	1	0	1	0	0	0	16		
6:15-6:30	10	1	11	1	0	1	0	0	0	12		
TOTAL	80			13			6			99		

Figura 36. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso sur en la intersección D, elaboración propia Excel 2016

ACCESO ESTE												
MOVIMIENTO HORA	E-S			E-O			E-N			Total Acceso	Acceso	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico
5:00-5:15	3	0	3	1	0	1	0	0	0	4	11	
5:15-5:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
5:30-5:45	1	0	1	2	1	3	1	0	1	5	12	5:30-6:30
5:45-6:00	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2		
6:00-6:15	0	1	1	1	0	1	0	0	0	2		
6:15-6:30	0	0	0	2	1	3	0	0	0	3		
TOTAL	7			8			1			16		

Figura 37. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso este en la intersección D, elaboración propia Excel 2016

ACCESO NORTE											Acceso	
MOVIMIENTO HORA	N-E			N-S			N-O			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
5:00-5:15	1	0	1	3	0	3	1	0	1	5	6	5:00-6:00
5:15-5:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
5:30-5:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
5:45-6:00	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1		
6:00-6:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6:15-6:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL	1			4			1			6		

Figura 38. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso norte en la intersección D, elaboración propia Excel 2016

Intersección E - comportamiento en el horario matutino

ACCESO NORTE											Acceso		Intersección	
MOVIMIENTO HORA	N-O			N-E			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico			
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total								
6:30-6:45	32	0	32	10	0	10	42	256	6:30-7:30	680				
6:45-7:00	65	1	66	34	1	35	101	255		704	6:45-7:45			
7:00-7:15	50	2	52	19	0	19	71	194		566				
7:15-7:30	31	5	36	6	0	6	42	189		569				
7:30-7:45	30	1	31	10	0	10	41	181		551				
7:45-8:00	27	2	29	11	0	11	40	198		582				
8:00-8:15	50	4	54	10	2	12	66	215		595				
8:15-8:30	23	4	27	6	1	7	34	213		568				
8:30-8:45	47	6	53	5	0	5	58	214		562				
8:45-9:00	36	7	43	14	0	14	57	210		543				
9:00-9:15	49	3	52	12	0	12	64	184		506				
9:15-9:30	27	1	28	7	0	7	35							
9:30-9:45	37	3	40	11	3	14	54							
9:45-10:00	25	2	27	3	1	4	31							
TOTAL	570			166			736							

Figura 39. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso norte y global en la intersección E, elaboración propia Excel 2016

ACCESO ESTE											Acceso	
MOVIMIENTO HORA	E-O			E-N			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico			
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total						
6:30-6:45	1	0	1	8	0	8	9	78				
6:45-7:00	16	1	17	15	0	15	32	80	6:45-7:45			
7:00-7:15	10	0	10	8	0	8	18	58				
7:15-7:30	10	0	10	4	5	9	19	50				
7:30-7:45	5	0	5	6	0	6	11	37				
7:45-8:00	4	2	6	4	0	4	10	40				
8:00-8:15	5	0	5	4	1	5	10	40				
8:15-8:30	2	0	2	4	0	4	6	45				
8:30-8:45	7	1	8	6	0	6	14	47				
8:45-9:00	6	1	7	3	0	3	10	44				
9:00-9:15	8	1	9	5	1	6	15	45				
9:15-9:30	2	3	5	3	0	3	8					
9:30-9:45	5	0	5	6	0	6	11					
9:45-10:00	5	1	6	4	1	5	11					
TOTAL	96			88			184					

Figura 40. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso este en la intersección E, elaboración propia Excel 2016

ACCESO SUR												
MOVIMIENTO HORA	S-E			S-N			S-O			Total Acceso	Acceso	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico
6:30-6:45	8	0	8	25	3	28	11	0	11	47	346	6:30-7:30
6:45-7:00	20	1	21	62	7	69	32	3	35	125	369	
7:00-7:15	14	1	15	40	4	44	33	2	35	94	314	
7:15-7:30	15	2	17	30	5	35	25	3	28	80	330	
7:30-7:45	13	1	14	30	4	34	21	1	22	70	333	
7:45-8:00	13	0	13	32	5	37	19	1	20	70	344	
8:00-8:15	20	1	21	46	6	52	37	0	37	110	340	
8:15-8:30	21	2	23	26	7	33	26	1	27	83	310	
8:30-8:45	8	2	10	35	4	39	32	0	32	81	301	
8:45-9:00	13	2	15	32	2	34	15	2	17	66	289	
9:00-9:15	13	2	15	38	1	39	24	2	26	80	277	
9:15-9:30	15	1	16	30	2	32	23	3	26	74		
9:30-9:45	14	0	14	27	4	31	19	5	24	69		
9:45-10:00	9	0	9	25	4	29	15	1	16	54		
TOTAL			211			536			356	1103		

Figura 41. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso sur en la intersección E, elaboración propia Excel 2016

ACCESO OESTE						
MOVIMIENTO HORA	O-N			Total Acceso	Acceso	
	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico
6:30-6:45	12	1	13	13	100	7:45-8:45
6:45-7:00	37	3	40	40	108	
7:00-7:15	24	0	24	24	95	
7:15-7:30	23	0	23	23	108	
7:30-7:45	20	1	21	21	112	
7:45-8:00	26	1	27	27	117	
8:00-8:15	37	0	37	37	120	
8:15-8:30	27	0	27	27	111	
8:30-8:45	26	0	26	26	110	
8:45-9:00	30	0	30	30	106	
9:00-9:15	28	0	28	28	97	
9:15-9:30	26	0	26	26		
9:30-9:45	22	0	22	22		
9:45-10:00	21	0	21	21		
TOTAL			365	365		

Figura 42. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste en la intersección E, elaboración propia Excel 2016

Intersección E - comportamiento en el horario meridiano

ACCESO NORTE											
MOVIMIENTO HORA	N-O			N-E			Total Acceso	Acceso		Intersección	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico
12:00-12:15	42	2	44	12	0	12	56	190		609	12:00-1:00
12:15-12:30	38	2	40	6	0	6	46	189		596	
12:30-12:45	31	4	35	6	0	6	41	195	12:30-1:30	604	
12:45-1:00	30	5	35	12	0	12	47				
1:00-1:15	43	2	45	9	1	10	55				
1:15-1:30	35	5	40	12	0	12	52				
TOTAL			239			58	297				

Figura 43. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso norte y global en la intersección E, elaboración propia Excel 2016

ACCESO ESTE									
MOVIMIENTO HORA	E-O			E-N			Total Acceso	Acceso	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico
12:00-12:15	6	0	6	4	0	4	10	55	
12:15-12:30	7	0	7	7	0	7	14	62	12:15-1:15
12:30-12:45	8	0	8	3	1	4	12	61	
12:45-1:00	11	2	13	6	0	6	19		
1:00-1:15	8	0	8	9	0	9	17		
1:15-1:30	5	0	5	6	2	8	13		
TOTAL			47			38	85		

Figura 44. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso este en la intersección E, elaboración propia Excel 2016

ACCESO SUR												
MOVIMIENTO HORA	S-E			S-N			S-O			Total Acceso	Acceso	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico
12:00-12:15	20	0	20	45	7	52	33	1	34	106	364	12:00-1:00
12:15-12:30	26	0	26	24	2	26	23	2	25	77	345	
12:30-12:45	21	1	22	31	5	36	30	1	31	89	348	
12:45-1:00	24	3	27	33	6	39	23	3	26	92		
1:00-1:15	20	0	20	40	4	44	21	2	23	87		
1:15-1:30	14	1	15	46	2	48	15	2	17	80		
TOTAL			115			197			139	531		

Figura 45. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso sur en la intersección E, elaboración propia Excel 2016

ACCESO OESTE						
MOVIMIENTO HORA	O-N			Total Acceso	Acceso	
	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico
12:00-12:15	24	0	24	24	115	
12:15-12:30	32	0	32	32	120	6:30-7:30
12:30-12:45	23	0	23	23	109	
12:45-1:00	33	3	36	36		
1:00-1:15	29	0	29	29		
1:15-1:30	21	0	21	21		
TOTAL			144			

Figura 46. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste en la intersección E, elaboración propia Excel 2016

Intersección E - comportamiento en el horario nocturno

ACCESO NORTE											
MOVIMIENTO HORA	N-O			N-E			Total Acceso	Acceso		Intersección	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico
4:00-4:15	43	5	48	12	2	14	62	257		994	
4:15-4:30	38	3	41	15	0	15	56	282		1061	4:15-5:15
4:30-4:45	25	6	31	18	2	20	51	298		1048	
4:45-5:00	59	4	63	24	1	25	88	301	4:45-5:45	1045	
5:00-5:15	67	0	67	18	2	20	87	275		1002	
5:15-5:30	48	5	53	18	1	19	72	247		938	
5:30-5:45	40	1	41	13	0	13	54	212		899	
5:45-6:00	48	4	52	10	0	10	62				
6:00-6:15	47	0	47	11	1	12	59				
6:15-6:30	27	1	28	9	0	9	37				
TOTAL			471			157	628				

Figura 47. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso norte y global en la intersección E, elaboración propia Excel 2016

ACCESO ESTE										Acceso	
MOVIMIENTO HORA	E-O			E-N			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total					
4:00-4:15	3	0	3	5	0	5	8	64			
4:15-4:30	8	0	8	7	0	7	15	81			
4:30-4:45	6	1	7	11	0	11	18	83	4:30-5:30		
4:45-5:00	13	0	13	10	0	10	23	82			
5:00-5:15	15	0	15	10	0	10	25	77			
5:15-5:30	8	1	9	8	0	8	17	75			
5:30-5:45	9	0	9	8	0	8	17	75			
5:45-6:00	8	3	11	7	0	7	18				
6:00-6:15	9	2	11	12	0	12	23				
6:15-6:30	7	0	7	10	0	10	17				
TOTAL			93			88	181				

Figura 48. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso este en la intersección E, elaboración propia Excel 2016

ACCESO SUR										Acceso		
MOVIMIENTO HORA	S-E			S-N			S-O			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total			
4:00-4:15	17	0	17	59	5	64	34	1	35	116	487	
4:15-4:30	18	0	18	51	7	58	45	0	45	121	508	4:15-5:15
4:30-4:45	20	0	20	52	1	53	38	0	38	111	494	
4:45-5:00	25	1	26	70	2	72	39	2	41	139	490	
5:00-5:15	30	0	30	65	3	68	38	1	39	137	484	
5:15-5:30	23	2	25	48	4	52	29	1	30	107	452	
5:30-5:45	24	2	26	37	3	40	41	0	41	107	444	
5:45-6:00	27	0	27	53	2	55	50	1	51	133		
6:00-6:15	19	1	20	50	2	52	30	3	33	105		
6:15-6:30	19	0	19	40	0	40	38	2	40	99		
TOTAL			228			554			393	1175		

Figura 49. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso sur en la intersección E, elaboración propia Excel 2016

ACCESO OESTE						
MOVIMIENTO HORA	O-N			Total Acceso	Acceso	
	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico
4:00-4:15	41	0	41	41	186	
4:15-4:30	56	0	56	56	190	4:15-5:15
4:30-4:45	35	0	35	35	173	
4:45-5:00	54	0	54	54	172	
5:00-5:15	45	0	45	45	166	
5:15-5:30	39	0	39	39	164	
5:30-5:45	34	0	34	34	168	
5:45-6:00	48	0	48	48		
6:00-6:15	43	0	43	43		
6:15-6:30	43	0	43	43		
TOTAL			438	438		

Figura 50. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste en la intersección E, elaboración propia Excel 2016

Intersección F comportamiento en el horario matutina

ACCESO ESTE											
MOVIMIENTO HORA	E-O			E-S			Total Acceso	Acceso		Intersección	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico
6:15-6:30	4	0	4	22	3	25	29	246		450	
6:30-6:45	10	0	10	39	3	42	52	288		531	
6:45-7:00	14	2	16	80	5	85	101	312	6:45-7:45	554	6:45-7:45
7:00-7:15	15	1	16	48	0	48	64	276		518	
7:15-7:30	24	5	29	41	1	42	71	271		498	
7:30-7:45	17	0	17	52	7	59	76	281		497	
7:45-8:00	17	0	17	44	4	48	65				
8:00-8:15	9	0	9	47	3	50	59				
8:15-8:30	16	1	17	60	4	64	81				
TOTAL	135			463			598				

Figura 51. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso este y global en la intersección F, elaboración propia Excel 2016

ACCESO SUR											
MOVIMIENTO HORA	S-O			S-E			Total Acceso	Acceso		Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico		
6:15-6:30	1	1	2	3	0	3	5	65			
6:30-6:45	6	0	6	10	4	14	20	72		6:30-7:30	
6:45-7:00	4	2	6	13	1	14	20	65			
7:00-7:15	2	0	2	17	1	18	20	68			
7:15-7:30	4	0	4	8	0	8	12	60			
7:30-7:45	2	1	3	9	1	10	13	67			
7:45-8:00	13	2	15	7	1	8	23				
8:00-8:15	1	2	3	9	0	9	12				
8:15-8:30	2	0	2	16	1	17	19				
TOTAL	43			90			133				

Figura 52. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso sur en la intersección F, elaboración propia Excel 2016

ACCESO OESTE											
MOVIMIENTO HORA	O-E			O-S			Total Acceso	Acceso		Suma Por Hora	Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico		
6:15-6:30	2	0	2	11	0	11	19	139			
6:30-6:45	5	0	5	15	2	17	38	171			
6:45-7:00	14	1	15	12	1	13	50	177		6:45-7:45	
7:00-7:15	5	0	5	8	1	9	32	174			
7:15-7:30	4	1	5	11	2	13	51	167			
7:30-7:45	5	2	7	13	4	17	44	149			
7:45-8:00	6	0	6	9	0	9	47				
8:00-8:15	7	0	7	6	0	6	25				
8:15-8:30	4	0	4	10	0	10	33				
TOTAL	56			105			339				

Figura 53. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste en la intersección F, elaboración propia Excel 2016

Intersección F comportamiento en el horario meridiano

ACCESO ESTE											
MOVIMIENTO HORA	E-O			E-S			Total Acceso	Acceso		Intersección	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico
11:00-11:15	32	0	32	36	2	38	70	330		523	
11:15-11:30	16	2	18	63	3	66	84	337	11:15-12:15	524	
11:30-11:45	15	0	15	67	6	73	88	333		509	
11:45-12:00	12	2	14	72	2	74	88	317		491	
12:00-12:15	22	0	22	54	1	55	77	299		473	
12:15-12:30	14	5	19	56	5	61	80	311		479	
12:30-12:45	13	0	13	53	6	59	72	326		494	
12:45-1:00	16	1	17	51	2	53	70	321		527	12:45-1:45
1:00-1:15	19	2	21	65	3	68	89				
1:15-1:30	10	3	13	76	6	82	95				
1:30-1:45	19	1	20	43	4	47	67				
TOTAL	172			638			810				

Figura 54. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso este y global en la intersección F, elaboración propia Excel 2016

ACCESO SUR											
MOVIMIENTO HORA	S-O			S-E			Total Acceso	Acceso		Intersección	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico
11:00-11:15	4	0	4	17	0	17	21	102			
11:15-11:30	2	0	2	23	2	25	27	107	11:15-12:15		
11:30-11:45	9	4	13	16	2	18	31	98			
11:45-12:00	3	1	4	19	0	19	23	84			
12:00-12:15	13	0	13	13	0	13	26	82			
12:15-12:30	5	0	5	12	1	13	18	77			
12:30-12:45	5	1	6	10	1	11	17	84			
12:45-1:00	8	0	8	11	2	13	21	82			
1:00-1:15	3	2	5	14	2	16	21				
1:15-1:30	4	0	4	20	1	21	25				
1:30-1:45	3	0	3	12	0	12	15				
TOTAL	67			187			245				

Figura 55. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso sur en la intersección F, elaboración propia Excel 2016

ACCESO OESTE											
MOVIMIENTO HORA	O-E			O-S			Total Acceso	Acceso		Intersección	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico
11:00-11:15	14	1	15	15	0	15	30	91			
11:15-11:30	11	0	11	10	2	12	23	80			
11:30-11:45	7	1	8	9	1	10	18	78			
11:45-12:00	7	0	7	12	1	13	20	90			
12:00-12:15	6	0	6	13	0	13	19	92			
12:15-12:30	5	0	5	13	3	16	21	91			
12:30-12:45	9	0	9	17	4	21	30	84			
12:45-1:00	9	0	9	11	2	13	22	124	12:45-1:45		
1:00-1:15	5	3	8	9	1	10	18				
1:15-1:30	5	1	6	7	1	8	14				
1:30-1:45	6	1	7	57	6	63	70				
TOTAL	91			194			84				

Figura 56. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste en la intersección F, elaboración propia Excel 2016

Intersección F - comportamiento en el horario nocturno

ACCESO ESTE											
MOVIMIENTO HORA	E-O			E-S			Total Acceso	Acceso		Intersección	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico	Suma Por Hora	Hora Pico
4:00-4:15	18	2	20	75	1	76	96	417		622	
4:15-4:30	20	2	22	58	7	65	87	454		683	
4:30-4:45	24	0	24	101	7	108	132	469	4:30-5:30	697	4:30-5:30
4:45-5:00	27	0	27	72	3	75	102	415		638	
5:00-5:15	31	2	33	95	5	100	133	409		628	
5:15-5:30	21	3	24	74	4	78	102	365		548	
5:30-5:45	16	1	17	59	2	61	78	345		508	
5:45-6:00	21	0	21	73	2	75	96				
6:00-6:15	24	1	25	63	1	64	89				
6:15-6:30	19	1	20	61	1	62	82				
TOTAL			116			221	997				

Figura 57. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso este y global en la intersección F, elaboración propia Excel 2016

ACCESO SUR										
MOVIMIENTO HORA	S-O			S-E			Total Acceso	Acceso		Hora Pico
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		Suma Por Hora	Hora Pico	
4:00-4:15	6	0	6	20	1	21	27	106		4:00-5:00
4:15-4:30	9	1	10	17	3	20	30	106		4:15-5:15
4:30-4:45	6	4	10	15	1	16	26	95		
4:45-5:00	9	0	9	14	0	14	23	91		
5:00-5:15	8	0	8	19	0	19	27	86		
5:15-5:30	3	0	3	15	1	16	19	87		
5:30-5:45	2	0	2	18	2	20	22	77		
5:45-6:00	2	1	3	15	0	15	18			
6:00-6:15	3	0	3	24	1	25	28			
6:15-6:30	4	0	4	5	0	5	9			
TOTAL			130			142	272			

Figura 58. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso sur en la intersección F, elaboración propia Excel 2016

ACCESO OESTE										
MOVIMIENTO HORA	O-E			O-S			Total Acceso	Suma Por Hora	Hora Pico	
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total				
4:00-4:15	8	0	8	12	3	15	23	99		
4:15-4:30	7	1	8	13	0	13	21	123		
4:30-4:45	9	1	10	14	2	16	26	133	4:30-5:30	
4:45-5:00	9	1	10	19	0	19	29	132		
5:00-5:15	19	0	19	27	1	28	47	133		5:00-6:00
5:15-5:30	8	2	10	20	1	21	31	96		
5:30-5:45	6	0	6	17	2	19	25	86		
5:45-6:00	13	2	15	15	0	15	30			
6:00-6:15	5	0	5	5	0	5	10			
6:15-6:30	7	0	7	14	0	14	21			
TOTAL			239			796	1035			

Figura 59. Volumen vehicular y "hora pico" del acceso oeste en la intersección F, elaboración propia Excel 2016

Apéndice 2: Resultados del conteo peatonal por intersección

INTERSECCION A			
ACCESO	NORTE	OESTE	ESTE
HORA	PEATON	PEATON	PEATON
6:15-6:30	0	0	0
6:30-6:45	2	1	1
6:45-7:00	7	3	2
7:00-7:15	2	2	1
7:15-7:30	0	1	0
7:30-7:45	0	5	3
7:45-8:00	0	1	1
8:00-8:15	2	0	11
8:15-8:30	2	0	1
8:30-8:45	0	0	1
8:45-9:00	1	0	4
10:45-11:00	2	2	2
11:00-11:15	2	3	1
11:15-11:30	4	2	2
11:30-11:45	3	1	1
11:45-12:00	5	1	1
12:00-12:15	6	1	2
12:15-12:30	4	3	0
12:30-12:45	1	1	2
12:45-1:00	3	0	1
1:00-1:15	2	0	0
1:15-1:30	2	0	2
1:30-1:45	2	0	2
4:00-4:15	3	0	2
4:15-4:30	1	0	3
4:30-4:45	5	0	0
4:45-5:00	4	4	0
5:00-5:15	1	5	0
5:15-5:30	2	3	0
5:30-5:45	2	3	0
5:45-6:00	3	2	0
6:00-6:15	0	0	0
6:15-6:30	0	0	0
6:30-6:45	0	0	0

Figura 1. Volumen peatonal de la intersección A, elaboración propia Excel 2016

INTERSECCION B							
ACCESO	ESTE	SUR	NORESTE	OESTE	CENTRAL	NOROESTE	NORTE
HORA	PEATON	PEATON	PEATON	PEATON	PEATON	PEATON	PEATON
6:15-6:30	0	0	0	0	0	15	15
6:30-6:45	3	8	8	7	6	5	5
6:45-7:00	8	7	19	24	3	4	4
7:00-7:15	5	3	14	15	9	8	9
7:15-7:30	2	8	21	16	16	13	15
7:30-7:45	1	5	19	41	12	11	10
7:45-8:00	8	7	33	17	20	29	14
8:00-8:15	2	2	26	15	9	9	6
8:15-8:30	1	1	24	20	4	28	9
8:30-8:45	1	9	12	27	11	14	5
10:45-11:00	1	3	29	21	13	9	3
11:00-11:15	6	14	34	67	10	14	3
11:15-11:30	0	10	7	30	12	12	2
11:30-11:45	0	7	17	13	1	16	3
11:45-12:00	6	1	22	19	13	10	4
12:00-12:15	0	4	9	20	4	21	6
12:15-12:30	1	4	15	22	14	17	3
12:30-12:45	2	3	28	29	13	20	6
12:45-1:00	0	4	14	22	14	15	4
1:00-1:15	1	3	17	26	8	13	4
4:00-4:15	1	2	9	13	4	11	3
4:15-4:30	0	4	36	16	4	20	5
4:30-4:45	3	13	10	36	10	14	5
4:45-5:00	2	2	16	25	9	10	3
5:00-5:15	0	1	22	17	6	18	6
5:15-5:30	1	2	12	15	7	8	2
5:30-5:45	1	0	10	14	2	6	2
5:45-6:00	2	8	10	14	4	6	2
6:00-6:15	1	1	8	16	4	9	4
6:15-6:30	0	0	5	10	2	8	3

Figura 2. Volumen peatonal de la intersección B, elaboración propia Excel 2016

INTERSECCIÓN C	
ACCESO	ESTE
HORA	PEATON
6:15-6:30	0
6:30-6:45	4
6:45-7:00	2
7:00-7:15	4
7:15-7:30	3
7:30-7:45	2
7:45-8:00	0
8:00-8:15	0
5:00-5:15	0
5:15-5:30	0
5:30-5:45	0
5:45-6:00	0
6:00-6:15	0
6:15-6:30	0

Figura 3. Volumen peatonal de la intersección C, elaboración propia Excel 2016

INTERSECCIÓN D				
ACCESO	SUR	ESTE	NORTE	OESTE
HORA	PEATON	PEATON	PEATON	PEATON
6:15-6:30				
6:30-6:45	0	10	12	0
6:45-7:00	2	47	77	0
7:00-7:15	1	24	57	4
7:15-7:30	3	2	0	0
7:30-7:45	4	4	3	3
7:45-8:00	5	3	4	1
8:00-8:15	5	1	3	0
5:00-5:15	3	10	2	0
5:15-5:30	28	118	26	0
5:30-5:45	30	33	20	5
5:45-6:00	5	9	3	4
6:00-6:15	7	5	2	4
6:15-6:30	2	8	8	2

Figura 4. Volumen peatonal de la intersección D, elaboración propia Excel 2016

INTERSECCIÓN E						
ACCESO	ESTE 1	SUR 1	SUR 2	OESTE	ESTE 2	NORTE
HORA	PEATON	PEATON	PEATON	PEATON	PEATON	PEATON
6:30-6:45	3	12	1	25	3	8
6:45-7:00	0	1	3	13	7	11
7:00-7:15	8	8	2	7	7	7
7:15-7:30	9	4	3	11	16	12
7:30-7:45	16	6	7	15	10	12
7:45-8:00	13	8	5	21	2	13
8:00-8:15	8	7	2	11	3	7
8:15-8:30	19	7	5	26	5	5
8:30-8:45	16	15	1	45	0	9
8:45-9:00	16	14	3	34	14	15
9:00-9:15	16	10	8	58	20	25
9:15-9:30	8	8	4	29	8	14
9:30-9:45	16	11	6	40	11	13
9:45-10:00	8	9	7	29	7	12
12:00-12:15	10	5	1	31	13	24
12:15-12:30	8	7	5	38	10	24
12:30-12:45	10	3	4	41	7	12
12:45-1:00	16	8	9	35	27	15
1:00-1:15	8	12	5	34	9	15
1:15-1:30	13	9	1	44	12	12
4:00-4:15	18	8	10	34	8	22
4:15-4:30	15	8	10	28	16	24
4:30-4:45	20	8	5	53	10	10
4:45-5:00	13	5	5	39	10	25
5:00-5:15	15	24	12	48	7	15
5:15-5:30	10	6	7	41	5	4
5:30-5:45	16	4	2	36	10	10
5:45-6:00	10	10	2	25	8	5
6:00-6:15	10	2	3	36	2	4
6:15-6:30	4	8	1	27	1	0

Figura 5. Volumen peatonal de la intersección E, elaboración propia Excel 2016

INTERSECCION F			
ACCESO	ESTE	SUR	OESTE
HORA	PEATON	PEATON	PEATON
6:15-6:30	2	5	0
6:30-6:45	18	0	6
6:45-7:00	17	10	4
7:00-7:15	14	7	4
7:15-7:30	15	6	2
7:30-7:45	26	7	4
7:45-8:00	33	7	0
8:00-8:15	19	6	9
8:15-8:30	27	15	4
11:00-11:15	22	7	1
11:15-11:30	28	9	3
11:30-11:45	24	5	3
11:45-12:00	19	12	5
12:00-12:15	30	11	4
12:15-12:30	29	13	2
12:30-12:45	14	13	2
12:45-1:00	32	5	9
1:00-1:15	37	17	1
1:15-1:30	20	11	3
1:30-1:45	11	6	1
4:00-4:15	24	4	4
4:15-4:30	21	6	4
4:30-4:45	20	7	4
4:45-5:00	25	7	6
5:00-5:15	16	3	4
5:15-5:30	10	5	7
5:30-5:45	15	3	9
5:45-6:00	14	1	2
6:00-6:15	9	1	1
6:15-6:30	14	6	0

Figura 6. Volumen peatonal de la intersección E, elaboración propia Excel 2016

Apéndice 3: Resultados de los cálculos previos al modelo

Intersección A

ACCESO OESTE						
MOVIMIENTO	O-N			O-E		
HORA	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
6:45-7:00	13	3	16	35	1	36
7:00-7:15	6	0	6	21	2	23
7:15-7:30	9	1	10	16	1	17
7:30-7:45	10	1	11	23	6	29
Total	38	5	43	95	10	105
FHP	0.67			0.73		
% PES.	11.6%			9.5%		
ACCESO ESTE						
MOVIMIENTO	E-N			E-O		
HORA	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
6:45-7:00	16	2	18	13	1	14
7:00-7:15	11	2	13	12	1	13
7:15-7:30	13	1	14	11	0	11
7:30-7:45	8	2	10	4	2	6
Total	48	7	55	40	4	44
FHP	0.76			0.79		
% PES.	12.7%			9.1%		
ACCESO NORTE						
MOVIMIENTO	N-O			N-E		
HORA	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
6:45-7:00	5	0	5	63	6	69
7:00-7:15	16	2	18	73	1	74
7:15-7:30	10	5	15	40	3	43
7:30-7:45	9	0	9	34	5	39
Total	40	7	47	210	15	225
FHP	0.65			0.76		
% PES.	14.9%			6.7%		

Figura 1. Resultados de FHP y % de pesados en la "hora pico" matutina de la intersección A, elaboración propia Excel 2016

ACCESO OESTE						
MOVIMIENTO HORA	O-N			O-E		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
12:30-12:45	5	2	7	20	3	23
12:45-1:00	15	1	16	20	3	23
1:00-1:15	11	2	13	23	2	25
1:15-1:30	8	1	9	17	10	27
Total	39	6	45	80	18	98
FHP	0.70			0.91		
% PES.	13.3%			18.4%		
ACCESO ESTE						
MOVIMIENTO HORA	E-N			E-O		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
12:30-12:45	6	0	6	4	0	4
12:45-1:00	7	0	7	8	5	13
1:00-1:15	7	1	8	12	0	12
1:15-1:30	7	1	8	12	0	12
Total	27	2	29	36	5	41
FHP	0.91			0.79		
% PES.	6.9%			12.2%		
ACCESO NORTE						
MOVIMIENTO HORA	N-O			N-E		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
12:30-12:45	8	1	9	53	2	55
12:45-1:00	14	1	15	45	4	49
1:00-1:15	11	1	12	60	4	64
1:15-1:30	8	2	10	71	2	73
Total	41	5	46	229	12	241
FHP	0.77			0.83		
% PES.	10.9%			5.0%		

Figura 2. Resultados de FHP y % de pesados en la "hora pico" meridiana de la intersección A, elaboración propia Excel 2016

ACCESO OESTE						
MOVIMIENTO HORA	O-N			O-E		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	9	0	9	19	2	21
5:15-5:30	17	0	17	15	1	16
5:30-5:45	8	0	8	17	3	20
5:45-6:00	5	2	7	20	3	23
Total	39	2	41	71	9	80
FHP	0.60			0.87		
% PES.	4.9%			11.3%		
ACCESO ESTE						
MOVIMIENTO HORA	E-N			E-O		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	10	2	12	10	0	10
5:15-5:30	19	0	19	8	2	10
5:30-5:45	11	1	12	16	3	19
5:45-6:00	8	1	9	9	4	13
Total	48	4	52	43	9	52
FHP	0.68			0.68		
% PES.	7.7%			17.3%		
ACCESO NORTE						
MOVIMIENTO HORA	N-O			N-E		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	25	5	30	84	3	87
5:15-5:30	12	3	15	65	3	68
5:30-5:45	19	0	19	81	6	87
5:45-6:00	11	3	14	74	2	76
Total	67	11	78	304	14	318
FHP	0.65			0.91		
% PES.	14.1%			4.4%		

Figura 3. Resultados de FHP y % de pesados en la "hora pico" nocturna de la intersección A, elaboración propia Excel 2016

Intersección B

ACCESO OESTE											
MOVIMIENTO HORA	O-N			O-E			O-S				
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		
7:45-8:00	12	1	13	13	0	13	14	4	18		
8:00-8:15	14	0	14	9	3	12	13	1	14		
8:15-8:30	13	2	15	17	2	19	11	4	15		
8:30-8:45	20	1	21	15	2	17	12	4	16		
Total	59	4	63	54	7	61	50	13	63		
FHP	0.75			0.80			0.88				
% PES.	6.3%			11.5%			20.6%				

ACCESO SUR											
MOVIMIENTO HORA	S-O			S-N			S-E				
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		
7:45-8:00	10	8	18	30	7	37	10	0	10		
8:00-8:15	8	0	8	25	1	26	6	1	7		
8:15-8:30	7	1	8	28	0	28	7	0	7		
8:30-8:45	5	0	5	24	5	29	10	1	11		
Total	30	9	39	107	13	120	33	2	35		
FHP	0.54			0.81			0.80				
% PES.	23.1%			10.8%			5.7%				

ACCESO ESTE														
MOVIMIENTO HORA	E-N			E-O			E-S			E-E				
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		
7:45-8:00	10	2	12	10	3	13	8	2	10	0	0	0		
8:00-8:15	18	2	20	6	2	8	8	2	10	0	0	0		
8:15-8:30	9	2	11	10	1	11	7	0	7	0	0	0		
8:30-8:45	17	0	17	8	1	9	10	0	10	0	0	0		
Total	54	6	60	34	7	41	33	4	37	0	0	0		
FHP	0.75			0.79			0.93			-				
% PES.	10.0%			17.1%			10.8%			-				

ACCESO NORESTE						
MOVIMIENTO HORA	E-N			E-E		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
7:45-8:00	2	0	2	0	0	0
8:00-8:15	1	0	1	0	0	0
8:15-8:30	0	0	0	2	0	2
8:30-8:45	1	0	1	0	0	0
Total	4	0	4	2	0	2
FHP	0.50			0.25		
% PES.	0.0%			0.0%		

ACCESO NOROESTE														
MOVIMIENTO HORA	O-O			O-E			O-N			O-S				
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total		
7:45-8:00	0	0	0	1	0	1	47	2	49	12	0	12		
8:00-8:15	0	0	0	0	0	0	47	0	47	1	0	1		
8:15-8:30	0	0	0	0	0	0	38	1	39	3	0	3		
8:30-8:45	0	0	0	3	0	3	51	4	55	2	0	2		
Total	0	0	0	4	0	4	183	7	190	18	0	18		
FHP	-			0.33			0.86			0.38				
% PES.	-			0.0%			3.7%			0.0%				

Figura 4. Resultados de FHP y % de pesados en la "hora pico" matutina de la intersección B, elaboración propia Excel 2016

ACCESO OESTE									
MOVIMIENTO HORA	O-N			O-E			O-S		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
11:00-11:15	23	0	23	17	4	21	13	2	15
11:15-11:30	26	0	26	22	3	25	13	2	15
11:30-11:45	13	0	13	20	2	22	12	0	12
11:45-12:00	22	0	22	15	1	16	7	4	11
Total	84	0	84	74	10	84	45	8	53
FHP	0.81			0.84			0.88		
% PES.	0.0%			11.9%			15.1%		

ACCESO SUR									
MOVIMIENTO HORA	S-O			S-N			S-E		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
11:00-11:15	3	6	9	26	2	28	18	4	22
11:15-11:30	11	0	11	18	1	19	11	1	12
11:30-11:45	15	0	15	20	1	21	4	0	4
11:45-12:00	8	1	9	25	1	26	5	0	5
Total	37	7	44	89	5	94	38	5	43
FHP	0.73			0.84			0.49		
% PES.	15.9%			5.3%			11.6%		

ACCESO ESTE												
MOVIMIENTO HORA	E-N			E-O			E-S			E-E		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
11:00-11:15	13	1	14	4	0	4	12	1	13	3	0	3
11:15-11:30	23	1	24	12	3	15	15	1	16	0	0	0
11:30-11:45	16	0	16	13	2	15	18	0	18	0	0	0
11:45-12:00	15	2	17	6	0	6	15	1	16	1	0	1
Total	67	4	71	35	5	40	60	3	63	4	0	4
FHP	0.74			0.67			0.88			0.33		
% PES.	5.6%			12.5%			4.8%			0.0%		

ACCESO NORESTE						
MOVIMIENTO HORA	E-N			E-E		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
11:00-11:15	1	0	1	2	0	2
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0
11:30-11:45	0	0	0	0	0	0
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0
Total	1	0	1	2	0	2
FHP	0.25			0.25		
% PES.	0.0%			0.0%		

ACCESO NOROESTE												
MOVIMIENTO HORA	O-O			O-E			O-N			O-S		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
11:00-11:15	0	0	0	2	0	2	44	0	44	1	0	1
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0	50	1	51	3	0	3
11:30-11:45	1	0	1	1	0	1	28	0	28	2	0	2
11:45-12:00	1	0	1	0	0	0	40	1	41	4	0	4
Total	2	0	2	3	0	3	162	2	164	10	0	10
FHP	0.50			0.38			0.80			0.63		
% PES.	0.0%			0.0%			1.2%			0.0%		

Figura 5. Resultados de FHP y % de pesados en la "hora pico" meridiana de la intersección B, elaboración propia Excel 2016

ACCESO OESTE									
MOVIMIENTO	O-N			O-E			O-S		
HORA	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	22	0	22	30	2	32	25	0	25
5:15-5:30	38	0	38	23	3	26	11	2	13
5:30-5:45	31	1	32	30	3	33	33	5	38
5:45-6:00	25	0	25	14	2	16	31	2	33
Total	116	1	117	97	10	107	100	9	109
FHP	0.77			0.81			0.72		
% PES.	0.9%			9.3%			8.3%		

ACCESO SUR									
MOVIMIENTO	S-O			S-N			S-E		
HORA	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	9	1	10	35	4	39	18	0	18
5:15-5:30	11	0	11	21	0	21	10	2	12
5:30-5:45	9	4	13	27	0	27	16	2	18
5:45-6:00	9	0	9	28	2	30	10	0	10
Total	38	5	43	111	6	117	54	4	58
FHP	0.83			0.75			0.81		
% PES.	11.6%			5.1%			6.9%		

ACCESO ESTE												
MOVIMIENTO	E-N			E-O			E-S			E-E		
HORA	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	30	1	31	10	0	10	19	1	20	0	0	1
5:15-5:30	29	1	30	13	0	13	17	0	17	0	0	0
5:30-5:45	33	1	34	7	0	7	21	3	24	0	0	0
5:45-6:00	33	3	36	16	1	17	14	1	15	0	0	0
Total	125	6	131	46	1	47	71	5	76	0	0	1
FHP	0.91			0.69			0.79			0.25		
% PES.	4.6%			2.1%			6.6%			0.0%		

ACCESO NORESTE						
MOVIMIENTO	E-N			E-E		
HORA	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	0	0	0	1	0	1
5:15-5:30	0	0	0	0	0	0
5:30-5:45	0	0	0	1	0	1
5:45-6:00	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	2	0	2
FHP	-			0.50		
% PES.	-			0.0%		

ACCESO NOROESTE												
MOVIMIENTO	O-O			O-E			O-N			O-S		
HORA	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	1	0	1	10	0	10	63	0	63	1	0	1
5:15-5:30	2	0	2	6	1	7	49	0	49	4	0	4
5:30-5:45	1	0	1	1	0	1	57	0	57	0	0	0
5:45-6:00	2	0	2	5	0	5	55	0	55	2	0	2
Total	6	0	6	22	1	23	224	0	224	7	0	7
FHP	0.75			0.58			0.89			0.44		
% PES.	0.0%			4.3%			0.0%			0.0%		

Figura 6. Resultados de FHP y % de pesados en la "hora pico" nocturna de la intersección B, elaboración propia Excel 2016

Intersección C

ACCESO NORTE						
MOVIMIENTO	N-O			N-E		
HORA	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
6:45-7:00	22	1	23	18	0	18
7:00-7:15	12	0	12	17	0	17
7:15-7:30	5	0	5	12	0	12
7:30-7:45	5	0	5	13	0	13
Total	44	1	45	60	0	60
FHP	0.49			0.83		
% PES.	2.2%			0.0%		
ACCESO OESTE						
MOVIMIENTO	O-E			O-N		
HORA	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
6:45-7:00	17	1	18	24	0	24
7:00-7:15	17	0	17	7	0	7
7:15-7:30	16	1	17	6	0	6
7:30-7:45	18	0	18	6	0	6
Total	68	2	70	43	0	43
FHP	0.97			0.45		
% PES.	2.9%			0.0%		
ACCESO ESTE						
MOVIMIENTO	E-O			E-N		
HORA	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
6:45-7:00	46	0	46	15	0	15
7:00-7:15	24	0	24	7	0	7
7:15-7:30	26	0	26	9	0	9
7:30-7:45	20	0	20	8	0	8
Total	116	0	116	39	0	39
FHP	0.63			0.65		
% PES.	0.0%			0.0%		

Figura 7. Resultados de FHP y % de pesados en la "hora pico" matutina de la intersección C, elaboración propia Excel 2016

ACCESO NORTE						
MOVIMIENTO	N-O			N-E		
HORA	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	5	0	5	15	0	15
5:15-5:30	17	0	17	26	0	26
5:30-5:45	17	0	17	30	0	30
5:45-6:00	5	0	5	14	0	14
Total	44	0	44	85	0	85
FHP	0.65			0.71		
% PES.	0.0%			0.0%		
ACCESO OESTE						
MOVIMIENTO	O-E			O-N		
HORA	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	19	0	19	4	0	4
5:15-5:30	27	0	27	12	1	13
5:30-5:45	19	0	19	6	0	6
5:45-6:00	27	0	27	5	0	5
Total	92	0	92	27	1	28
FHP	0.85			0.54		
% PES.	0.0%			3.6%		
ACCESO ESTE						
MOVIMIENTO	E-O			E-N		
HORA	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	24	0	24	9	0	9
5:15-5:30	45	0	45	13	0	13
5:30-5:45	35	0	35	9	0	9
5:45-6:00	42	0	42	6	0	6
Total	146	0	146	37	0	37
FHP	0.81			0.71		
% PES.	0.0%			0.0%		

Figura 8. Resultados de FHP y % de pesados en la "hora pico" nocturna de la intersección C, elaboración propia Excel 2016

Intersección D

ACCESO OESTE									
MOVIMIENTO	O-H			O-E			O-S		
HORA	Livianar	Paradar	Total	Livianar	Paradar	Total	Livianar	Paradar	Total
6:45-7:00	6	0	6	0	0	0	38	3	41
7:00-7:15	1	0	1	2	0	2	20	0	20
7:15-7:30	1	0	1	0	0	0	5	1	6
7:30-7:45	2	1	3	1	0	1	12	0	12
Total	10	1	11	3	0	3	75	4	79
FHP	0.46			0.38			0.48		
% PES.	9.1%			0.0%			5.1%		
ACCESO SUR									
MOVIMIENTO	S-O			S-N			S-E		
HORA	Livianar	Paradar	Total	Livianar	Paradar	Total	Livianar	Paradar	Total
6:45-7:00	26	0	26	16	0	16	4	0	4
7:00-7:15	13	0	13	2	0	2	1	0	1
7:15-7:30	26	2	28	1	0	1	3	0	3
7:30-7:45	20	1	21	3	1	4	1	0	1
Total	85	3	88	22	1	23	9	0	9
FHP	0.79			0.36			0.56		
% PES.	3.4%			4.3%			0.0%		
ACCESO ESTE									
MOVIMIENTO	E-S			E-O			E-N		
HORA	Livianar	Paradar	Total	Livianar	Paradar	Total	Livianar	Paradar	Total
6:45-7:00	5	0	5	3	0	3	0	0	0
7:00-7:15	0	0	0	2	0	2	0	0	0
7:15-7:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30-7:45	1	0	1	2	1	3	0	0	0
Total	6	0	6	7	1	8	0	0	0
FHP	0.30			0.67			-		
% PES.	0.0%			12.5%			-		
ACCESO NORTE									
MOVIMIENTO	N-E			N-S			N-O		
HORA	Livianar	Paradar	Total	Livianar	Paradar	Total	Livianar	Paradar	Total
6:45-7:00	0	0	0	1	2	3	0	0	0
7:00-7:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:15-7:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30-7:45	0	0	0	2	0	2	1	0	1
Total	0	0	0	3	2	5	1	0	1
FHP	-			0.42			0.25		
% PES.	-			40.0%			0.0%		

Figura 9. Resultados de FHP y % de pesados en la "hora pico" matutina de la intersección D, elaboración en Excel 2016

ACCESO OESTE									
MOVIMIENTO HORÁ	O-N			O-E			O-S		
	Livianar	Paradar	Total	Livianar	Paradar	Total	Livianar	Paradar	Total
5:00-5:15	1	0	1	0	1	1	27	3	30
5:15-5:30	1	0	1	0	3	3	36	2	38
5:30-5:45	2	0	2	1	0	1	38	5	43
5:45-6:00	0	0	0	0	0	0	23	0	23
Total	4	0	4	1	4	5	124	10	134
FHP	0.50			0.42			0.75		
% PES.	0.0%			3.3%			7.5%		
ACCESO SUR									
MOVIMIENTO HORÁ	S-O			S-N			S-E		
	Livianar	Paradar	Total	Livianar	Paradar	Total	Livianar	Paradar	Total
5:00-5:15	16	0	16	2	0	2	2	0	2
5:15-5:30	11	5	16	3	0	3	1	1	2
5:30-5:45	13	0	13	2	0	2	0	0	0
5:45-6:00	8	1	9	4	0	4	2	0	2
Total	48	6	54	11	0	11	5	1	6
FHP	0.34			0.69			0.75		
% PES.	11.1%			0.0%			16.7%		
ACCESO ESTE									
MOVIMIENTO HORÁ	E-S			E-O			E-N		
	Livianar	Paradar	Total	Livianar	Paradar	Total	Livianar	Paradar	Total
5:00-5:15	3	0	3	1	0	1	0	0	0
5:15-5:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30-5:45	1	0	1	2	1	3	1	0	1
5:45-6:00	2	0	2	0	0	0	0	0	0
Total	6	0	6	3	1	4	1	0	1
FHP	0.50			0.33			0.25		
ACCESO NORTE									
MOVIMIENTO HORÁ	N-E			N-S			N-O		
	Livianar	Paradar	Total	Livianar	Paradar	Total	Livianar	Paradar	Total
5:00-5:15	1	0	1	3	0	3	1	0	1
5:15-5:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30-5:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:45-6:00	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Total	1	0	1	4	0	4	1	0	1
FHP	0.25			0.33			0.25		
% PES.	0.0%			0.0%			0.0%		

Figura 10. Resultados de FHP y % de pesados en la "hora pico" nocturna de la intersección D, elaboración en Excel 2016

Intersección E

ACCESO NORTE						
MOVIMIENTO HORA	N-O			N-E		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
6:45-7:00	65	1	66	34	1	35
7:00-7:15	50	2	52	19	0	19
7:15-7:30	31	5	36	6	0	6
7:30-7:45	30	1	31	10	0	10
Total	176	9	185	69	1	70
FHP	0.70			0.50		
% PES.	4.9%			1.4%		

ACCESO ESTE						
MOVIMIENTO HORA	E-O			E-N		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
6:45-7:00	16	1	17	15	0	15
7:00-7:15	10	0	10	8	0	8
7:15-7:30	10	0	10	4	5	9
7:30-7:45	5	0	5	6	0	6
Total	41	1	42	33	5	38
FHP	0.62			0.63		
% PES.	2.4%			13.2%		

ACCESO SUR									
MOVIMIENTO HORA	S-E			S-N			S-O		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
6:45-7:00	20	1	21	62	7	69	32	3	35
7:00-7:15	14	1	15	40	4	44	33	2	35
7:15-7:30	15	2	17	30	5	35	25	3	28
7:30-7:45	13	1	14	30	4	34	21	1	22
Total	62	5	67	162	20	182	111	9	120
FHP	0.80			0.66			0.86		
% PES.	7.5%			11.0%			7.5%		

ACCESO OESTE			
MOVIMIENTO HORA	O-N		
	Livianos	Pesados	Total
6:45-7:00	37	3	40
7:00-7:15	24	0	24
7:15-7:30	23	0	23
7:30-7:45	20	1	21
Total	12	1	13
FHP	0.08		
% PES.	7.7%		

Figura 11. Resultados de FHP y % de pesados en la "hora pico" matutina de la intersección E, elaboración propia en Excel 2016

ACCESO NORTE						
MOVIMIENTO HORA	N-O			N-E		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
12:00-12:15	6	0	6	4	0	4
12:15-12:30	7	0	7	7	0	7
12:30-12:45	8	0	8	3	1	4
12:45-1:00	11	2	13	6	0	6
Total	32	2	34	20	1	21
FHP	0.65			0.75		
% PES.	5.9%			4.8%		

ACCESO ESTE						
MOVIMIENTO HORA	E-O			E-N		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
12:00-12:15	6	0	6	4	0	4
12:15-12:30	7	0	7	7	0	7
12:30-12:45	8	0	8	3	1	4
12:45-1:00	11	2	13	6	0	6
Total	32	2	34	20	1	21
FHP	0.65			0.75		
% PES.	5.9%			4.8%		

ACCESO SUR									
MOVIMIENTO HORA	S-E			S-N			S-O		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
12:00-12:15	20	0	20	45	7	52	33	1	34
12:15-12:30	26	0	26	24	2	26	23	2	25
12:30-12:45	21	1	22	31	5	36	30	1	31
12:45-1:00	24	3	27	33	6	39	23	3	26
Total	91	4	95	133	20	153	109	7	116
FHP	0.88			0.74			0.85		
% PES.	4.2%			13.1%			6.0%		

ACCESO OESTE			
MOVIMIENTO HORA	O-N		
	Livianos	Pesados	Total
12:00-12:15	24	0	24
12:15-12:30	32	0	32
12:30-12:45	23	0	23
12:45-1:00	33	3	36
Total	112	3	115
FHP	0.80		
% PES.	2.6%		

Figura 12. Resultados de FHP y % de pesados en la "hora pico" meridiana de la intersección E, elaboración propia en Excel 2016

ACCESO NORTE						
MOVIMIENTO HORA	N-O			N-E		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	67	0	67	18	2	20
5:15-5:30	48	5	53	18	1	19
5:30-5:45	40	1	41	13	0	13
5:45-6:00	48	4	52	10	0	10
Total	203	10	213	59	3	62
FHP	0.79			0.78		
% PES.	4.7%			4.8%		

ACCESO ESTE						
MOVIMIENTO HORA	E-O			E-N		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	15	0	15	10	0	10
5:15-5:30	8	1	9	8	0	8
5:30-5:45	9	0	9	8	0	8
5:45-6:00	8	3	11	7	0	7
Total	40	4	44	33	0	33
FHP	0.73			0.83		
% PES.	9.1%			0.0%		

ACCESO SUR									
MOVIMIENTO HORA	S-E			S-N			S-O		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	30	0	30	65	3	68	38	1	39
5:15-5:30	23	2	25	48	4	52	29	1	30
5:30-5:45	24	2	26	37	3	40	41	0	41
5:45-6:00	27	0	27	53	2	55	50	1	51
Total	104	4	108	203	12	215	158	3	161
FHP	0.90			0.79			0.79		
% PES.	3.7%			5.6%			1.9%		

ACCESO OESTE			
MOVIMIENTO HORA	O-N		
	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	45	0	45
5:15-5:30	39	0	39
5:30-5:45	34	0	34
5:45-6:00	48	0	48
Total	166	0	166
FHP	0.86		
% PES.	0.0%		

Figura 13. Resultados de FHP y % de pesados en la "hora pico" nocturna de la intersección E, elaboración propia en Excel 2016

Intersección F

ACCESO ESTE						
MOVIMIENTO HORA	E-O			E-S		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
6:45-7:00	14	2	16	80	5	85
7:00-7:15	15	1	16	48	0	48
7:15-7:30	24	5	29	41	1	42
7:30-7:45	17	0	17	52	7	59
Total	70	8	78	221	13	234
FHP	0.67			0.69		
% PES.	10.3%			5.6%		
ACCESO SUR						
MOVIMIENTO HORA	S-O			S-E		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
6:45-7:00	4	2	6	13	1	14
7:00-7:15	2	0	2	17	1	18
7:15-7:30	4	0	4	8	0	8
7:30-7:45	2	1	3	9	1	10
Total	12	3	15	47	3	50
FHP	0.63			0.69		
% PES.	20.0%			6.0%		
ACCESO OESTE						
MOVIMIENTO HORA	O-E			O-S		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
6:45-7:00	14	1	15	12	1	13
7:00-7:15	5	0	5	8	1	9
7:15-7:30	4	1	5	11	2	13
7:30-7:45	5	2	7	13	4	17
Total	28	4	32	44	8	52
FHP	0.53			0.76		
% PES.	12.5%			15.4%		

Figura 14. Resultados de FHP y % de pesados en la "hora pico" matutina de la intersección F, elaboración propia en Excel 2016

ACCESO ESTE						
MOVIMIENTO HORA	E-O			E-S		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
12:45-1:00	16	1	17	51	2	53
1:00-1:15	19	2	21	65	3	68
1:15-1:30	10	3	13	76	6	82
1:30-1:45	19	1	20	43	4	47
Total	64	7	71	235	15	250
FHP	0.85			0.76		
% PES.	9.9%			6.0%		
ACCESO SUR						
MOVIMIENTO HORA	S-O			S-E		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
12:45-1:00	8	0	8	11	2	13
1:00-1:15	3	2	5	14	2	16
1:15-1:30	4	0	4	20	1	21
1:30-1:45	3	0	3	12	0	12
Total	18	2	20	57	5	62
FHP	0.63			0.74		
% PES.	10.0%			8.1%		
ACCESO OESTE						
MOVIMIENTO HORA	O-E			O-S		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
12:45-1:00	9	0	9	11	2	13
1:00-1:15	5	3	8	9	1	10
1:15-1:30	5	1	6	7	1	8
1:30-1:45	6	1	7	57	6	63
Total	25	5	30	84	10	94
FHP	0.83			0.37		
% PES.	16.7%			10.6%		

Figura 15. Resultados de FHP y % de pesados en la "hora pico" meridiana de la intersección F, elaboración propia en Excel 2016

ACCESO ESTE						
MOVIMIENTO HORA	E-O			E-S		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	31	2	33	95	5	100
5:15-5:30	21	3	24	74	4	78
5:30-5:45	16	1	17	59	2	61
5:45-6:00	21	0	21	73	2	75
Total	89	6	95	301	13	314
FHP	0.72			0.79		
% PES.	6.3%			4.1%		
ACCESO SUR						
MOVIMIENTO HORA	S-O			S-E		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	8	0	8	19	0	19
5:15-5:30	3	0	3	15	1	16
5:30-5:45	2	0	2	18	2	20
5:45-6:00	2	1	3	15	0	15
Total	15	1	16	67	3	70
FHP	0.50			0.88		
% PES.	6.3%			4.3%		
ACCESO OESTE						
MOVIMIENTO HORA	O-E			O-S		
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total
5:00-5:15	19	0	19	27	1	28
5:15-5:30	8	2	10	20	1	21
5:30-5:45	6	0	6	17	2	19
5:45-6:00	13	2	15	15	0	15
Total	46	4	50	79	4	83
FHP	0.66			0.74		
% PES.	8.0%			4.8%		

Figura 16. Resultados de FHP y % de pesados en la "hora pico" nocturna de la intersección F, elaboración propia en Excel 2016

Apéndice 4: Justificación del uso de semáforos en cada intersección

Intersección A

I N T E R S E C C I O N A	CONDICION 1. Volumen mínimo de vehículos				
	Número de Carriles		VPH en la principal (Total en ambos accesos)	VPH (mayor volumen) Vía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
	Vía principal	Vía secundaria			
	1	1	396	225	NO
	CONDICION 2. Interrupción de la continuidad del tránsito				
	Número de Carriles		VPH en la principal (Total en ambos accesos)	VPH (mayor volumen) Vía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
	Vía principal	Vía secundaria			
	1	1	396	225	NO
	CONCLUSION: NO SE JUSTIFICA LA INSTALACION DEL SEMAFORO				

Figura 1. Justificación de uso de semáforo en la intersección A, elaboración propia Excel 2016

Intersección B

I N T E R S E C C I O N B	CONDICION 1. Volumen mínimo de vehículos				
	Número de Carriles		VPH en la principal (Total en ambos accesos)	VPH (mayor volumen) Vía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
	Vía principal	Vía secundaria			
	2	1	588	260	NO
	CONDICION 2. Interrupción de la continuidad del tránsito				
	Número de Carriles		VPH en la principal (Total en ambos accesos)	VPH (mayor volumen) Vía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
	Vía principal	Vía secundaria			
	2	1	588	260	NO
	CONCLUSION: NO SE JUSTIFICA LA INSTALACION DEL SEMAFORO				

Figura 2. Justificación de uso de semáforo en la intersección B, elaboración propia Excel 2016

Intersección C

I N T E R S E C C I O N C	CONDICION 1. Volumen mínimo de vehículos				
	Número de Carriles		VPH en la principal (Total en ambos accesos)	VPH (mayor volumen) Vía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
	Vía principal	Vía secundaria			
	2	1	303	129	NO
	CONDICION 2. Interrupción de la continuidad del tránsito				
	Número de Carriles		VPH en la principal (Total en ambos accesos)	VPH (mayor volumen) Vía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
	Vía principal	Vía secundaria			
	2	1	303	129	NO
	CONCLUSION: NO SE JUSTIFICA LA INSTALACION DEL SEMAFORO				

Figura 3. Justificación de uso de semáforo en la intersección C, elaboración propia Excel 2016

Intersección D

I N T E R S E C C I O N D	CONDICION 1. Volumen mínimo de vehículos				
	Número de Carriles		VPH en la principal (Total en ambos accesos)	VPH (mayor volumen) Vía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
	Vía principal	Vía secundaria			
	2	1	154	70	NO
	CONDICION 2. Interrupción de la continuidad del tránsito				
	Número de Carriles		VPH en la principal (Total en ambos accesos)	VPH (mayor volumen) Vía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
	Vía principal	Vía secundaria			
	2	1	154	70	NO
	CONCLUSION: NO SE JUSTIFICA LA INSTALACION DEL SEMAFORO				

Figura 4. Justificación de uso de semáforo en la intersección D, elaboración propia Excel 2016

Intersección E

I N T E R S E C C I O N E	CONDICION 1. Volumen mínimo de vehículos				
	Número de Carriles		VPH en la principal (Total en ambos accesos)	VPH (mayor volumen) Vía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
	Vía principal	Vía secundaria			
	2	1	759	77	NO
	CONDICION 2. Interrupción de la continuidad del tránsito				
	Número de Carriles		VPH en la principal (Total en ambos accesos)	VPH (mayor volumen) Vía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
	Vía principal	Vía secundaria			
	2	1	759	77	NO
	CONCLUSION: NO SE JUSTIFICA LA INSTALACION DEL SEMAFORO				

Figura 5. Justificación de uso de semáforo en la intersección E, elaboración propia Excel 2016

Intersección F

I N T E R S E C C I O N F	CONDICION 1. Volumen mínimo de vehículos				
	Número de Carriles		VPH en la principal (Total en ambos accesos)	VPH (mayor volumen) Vía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
	Vía principal	Vía secundaria			
	2	1	542	86	NO
	CONDICION 2. Interrupción de la continuidad del tránsito				
	Número de Carriles		VPH en la principal (Total en ambos accesos)	VPH (mayor volumen) Vía secundaria (un solo sentido)	SE JUSTIFICA
	Vía principal	Vía secundaria			
	2	1	542	86	NO
	CONCLUSION: NO SE JUSTIFICA LA INSTALACION DEL SEMAFORO				

Figura 6. Justificación de uso de semáforo en la intersección F, elaboración propia Excel 2016

Apéndice 5: Resultados de los niveles de servicio con ayuda de la modulación en Synchro 8

NODE SETTINGS		NODE SETTINGS		NODE SETTINGS	
Node #	31	Node #	4	Node #	23
Zone:		Zone:		Zone:	
X East (ft)	228	X East (ft)	1985	X East (ft)	457
Y North (ft)	-1116	Y North (ft)	-429	Y North (ft)	-371
Z Elevation (ft)	0	Z Elevation (ft)	0	Z Elevation (ft)	0
Description		Description		Description	
Control Type	Unsig	Control Type	Unsig	Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	0.67	Max v/c Ratio:	0.24	Max v/c Ratio:	0.29
Intersection Delay (s):	13.0	Intersection Delay (s):	4.2	Intersection Delay (s):	6.8
NODE SETTINGS		NODE SETTINGS			
Node #	2	Node #	8		
Zone:		Zone:			
X East (ft)	1990	X East (ft)	818		
Y North (ft)	-204	Y North (ft)	-279		
Z Elevation (ft)	0	Z Elevation (ft)	0		
Description		Description			
Control Type	Unsig	Control Type	Unsig		
Max v/c Ratio:	0.23	Max v/c Ratio:	0.35		
Intersection Delay (s):	6.1	Intersection Delay (s):	4.4		

Figura 1. Resultados de los niveles de servicio y demoras del comportamiento actual, elaboración propia, programa Synchro 8

NODE SETTINGS		NODE SETTINGS		NODE SETTINGS	
Node #	31	Node #	4	Node #	23
Zone:		Zone:		Zone:	
X East (ft)	228	X East (ft)	1985	X East (ft)	457
Y North (ft)	-1116	Y North (ft)	-429	Y North (ft)	-371
Z Elevation (ft)	0	Z Elevation (ft)	0	Z Elevation (ft)	0
Description		Description		Description	
Control Type	Unsig	Control Type	Unsig	Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	0.51	Max v/c Ratio:	0.28	Max v/c Ratio:	0.33
Intersection Delay (s):	9.6	Intersection Delay (s):	3.5	Intersection Delay (s):	5.4
NODE SETTINGS		NODE SETTINGS			
Node #	2	Node #	8		
Zone:		Zone:			
X East (ft)	1990	X East (ft)	818		
Y North (ft)	-204	Y North (ft)	-279		
Z Elevation (ft)	0	Z Elevation (ft)	0		
Description		Description			
Control Type	Unsig	Control Type	Unsig		
Max v/c Ratio:	0.10	Max v/c Ratio:	0.26		
Intersection Delay (s):	1.1	Intersection Delay (s):	1.6		
Intersection LOS:	A	Intersection LOS:	A		

Figura 2. Resultados de los niveles de servicio y demoras de la propuesta, *elaboración propia, programa Synchro 8*

NODE SETTINGS		NODE SETTINGS		NODE SETTINGS	
Node #	31	Node #	4	Node #	23
Zone:		Zone:		Zone:	
X East (ft):	228	X East (ft):	1985	X East (ft):	457
Y North (ft):	-1116	Y North (ft):	-429	Y North (ft):	-371
Z Elevation (ft):	0	Z Elevation (ft):	0	Z Elevation (ft):	0
Description		Description		Description	
Control Type	Unsig	Control Type	Unsig	Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	1.80	Max v/c Ratio:	0.63	Max v/c Ratio:	1.36
Intersection Delay (s):	247.7	Intersection Delay (s):	8.3	Intersection Delay (s):	41.5
NODE SETTINGS		NODE SETTINGS		NODE SETTINGS	
Node #	2	Node #	8		
Zone:		Zone:			
X East (ft):	1990	X East (ft):	818		
Y North (ft):	-204	Y North (ft):	-279		
Z Elevation (ft):	0	Z Elevation (ft):	0		
Description		Description			
Control Type	Unsig	Control Type	Unsig		
Max v/c Ratio:	0.48	Max v/c Ratio:	1.82		
Intersection Delay (s):	8.9	Intersection Delay (s):	46.4		

Figura 3. Resultados de los niveles de servicio y demoras del comportamiento actual proyectados a 15 años, *elaboración propia, programa Synchro 8*

NODE SETTINGS		NODE SETTINGS		NODE SETTINGS	
Node #	31	Node #	4	Node #	23
Zone:		Zone:		Zone:	
X East (ft):	228	X East (ft):	1985	X East (ft):	457
Y North (ft):	-1116	Y North (ft):	-429	Y North (ft):	-371
Z Elevation (ft):	0	Z Elevation (ft):	0	Z Elevation (ft):	0
Description		Description		Description	
Control Type	Unsig	Control Type	Unsig	Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	1.09	Max v/c Ratio:	0.77	Max v/c Ratio:	0.69
Intersection Delay (s):	52.8	Intersection Delay (s):	9.9	Intersection Delay (s):	9.1
NODE SETTINGS		NODE SETTINGS		NODE SETTINGS	
Node #	2	Node #	8		
Zone:		Zone:			
X East (ft):	1990	X East (ft):	818		
Y North (ft):	-204	Y North (ft):	-279		
Z Elevation (ft):	0	Z Elevation (ft):	0		
Description		Description			
Control Type	Unsig	Control Type	Unsig		
Max v/c Ratio:	0.18	Max v/c Ratio:	0.46		
Intersection Delay (s):	1.2	Intersection Delay (s):	1.9		

Figura 4. Resultados de los niveles de servicio y demoras de la propuesta proyectados a 15 años, *elaboración propia, programa Synchro 8*

Apéndice 6: Plantas nativas para el parque de San Vito

Lista de plantas nativas elaborada a petición del autor por:

Rebecca Cole, Ph.D, Directora de la Estacion Biologica Las Cruces, O.E.T. (Organización para Estudios Tropicales),

Federico Oviedo Brenes, Taxónomo,

Gail Hewson Hull, Dueña, Finca Cántaros,

Greg Nace, Horticultor, Jardín Botánico Wilson, Las Cruces

Árboles Pequeños

- *Cojoba undulatomarginata*
- *Diphysa americana* – Guachipelin
- *Eugenia pittieri*
- *Eugenia uniflora* - Pitanga
- *Eugenia wilsonii*
- *Hamelia patens*
- *Miconia longifolia*
- *Miconia schlimii*
- *Tecoma stans*
- *Stemmademia litoralis*

Palmas y similar

- *Carludovica rotundifolia*
- *Geonoma interrupta*

Arbustos

- *Ardesia opegrapha*
- *Buddleja americana*
- *Calathea crotalifera*
- *Justicia aurea*
- *Palicourea padifolia*
- *Turneria ulmifolia*

Hierbas

- *Cochliostema odoratissimum*
- *Scutellaria costaricana*

Apéndice 7: Lista de señales de tránsito

En este proyecto se utilizaron las siguientes señales con sus respectivos códigos

R- Señales de Reglamentación	
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
CEDA EL PASO	R-1-2
ALTO CON PLACA	R-1-1, R-15-9
ALTO CON PLACA	R-1-1, R-15-10
ALTO CON PLACA	R-1-1, R-15-11
ALTO CON PLACA	R-1-1, R-15-12
PARADA DE TAXI	R-10-4
PRIORIDAD PEATONES	R-1-5
PARADA DE AUTOBUS	R-10-1
FIN DE ZONA ESCOLAR	E-2-4
ESTACIONAMIENTO MÁXIMO 3 MIN	E-2-3
PARADA DE TAXI DE CARGA	R-10-5
ZONA DE DESCARGA Y CARGA	R-10-6

P- Señales de Prevención	
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
ZONA ESCOLAR A 100 m	E-11, E-12
CON ESCOLARES A 25 KPH	E-11, E-33

Anexos

Se presentan los siguientes anexos.

- Anexo 1: Información referente al levantamiento de datos brindado por la Dirección de Ingeniería de Tránsito del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- Anexo 2: Configuración y funciones de Synchro 8.
- Anexo 3: Conceptos y valores de referencia para cálculos, tomados del Manual centroamericano de diseño geométrico en su tercera edición.

Anexo 1: Información referente el levantamiento de datos



División de Transportes
Dirección General de Ingeniería de Tránsito
Departamento de Estudios y Diseños

Clasificación de Vehículos

Bicicletas:



Vehículos Livianos:



Vehículos Pesados:



LAS
MOTOCICLETAS
NO SE CUENTAN!

Figura 1. Clasificación de vehículos livianos y pesados, fuente MOPT



DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

Fecha:

Técnico responsable:

Sitio de estudio:

MOVIMIENTO	1		6		8
	LIVIANO	PESADO	LIVIANO	PESADO	PEATON
6:15A6:30A.M.					
6:30A6:45A.M.					
6:45A7:00A.M.					
7:00A7:15A.M.					

Figura 2. Formato para levantamiento vehicular y peatonal, fuente MOPT

ANUARIO DE INFORMACION DE TRANSITO 2013					
RUTAS SECUNDARIAS					
RUTA	ESTACIÓN	SECC CONTROL	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	
231	231	30290	CARTAGO(R.10)(Av.2/C.10)-LOURDES(PORTON FABRICA CEMENTO)	CERRILLOS(FRENTE LIGA LA CAÑA)	
231	689	30290	CARTAGO(R.10)(Av.2/C.10)-LOURDES(PORTON FABRICA CEMENTO)	AGUA CALIENTE(PUENTE RIO AGUA CALIENTE)	
232	440-593	30130	ESLABON(R.10)-LA SUIZA(R.413)(R.414)	ESLABON(A 0+100 MTS INICIO RUTA)/CANADA(FRENTE ESCUELA)	
233	632	30260	CARTAGO(R.10)(BARRIO LOS ANGELES)-LTE CAN.CARTAGO/OREAMUNO(RIO TOYOGRES)	CARTAGO(PUENTE RIO TOYOGRES)	
233		30610	LTE CANT.CARTAGO/OREAMUNO(RIO TOYOGRES)-CUESTA CHINCHILLA(R.219)		
234	305	70230	PENSHURT(R.36)-PANDORA(CRUCO PUENTE COLGANTE RIO LA ESTRELLA)	PENSHURT(A 0+300 MTS DE INICIO RUTA)	
235	792	60462	JUNTA NARANJO(R.34)-QUEPOS(R.618)	JUNTA NARANJO(A 0+100 MTS INICIO RUTA)	
235	450	60461	QUEPOS(R.618)-LA MANAGUA(R.34)(R.616)	LA MANAGUA(0+100 MTS ANTES ENTRONQUE RUTA 34)	
236	273	30051	TARAS(R.219)-GUADALUPE DE CARTAGO(R.10)	TARAS(PUENTE RIO REVENTADO)	
236		30052	GUADALUPE DE CARTAGO(R.10)-LTE CANT.CARTAGO/EL GUARCO(ULTIMO CUADRANTE)		
236	693	30180	LTE CANT.CARTAGO/EL GUARCO(ULTIMO CUADRANTE)-EL TEJAR DEL GUARCO(R.228)	TEJAR(FRENTE CEMENTERIO)	
237	304	60982	PASO REAL(R.2)-JABILLO(R.246)	PASO REAL(PUENTE RIO TERRABA)	
237	301	60981	JABILLO(R.246)-LTE CANT.BUENOS AIRES/COTO BRUS(CRUCO SANTA MARTA)	SANTA CECILIA(FRENTE ESCUELA)	
237	303	60340	LTE CAN.BUENOS AIRES/COTO BRUS(CRUCO SANTA MARTA)-SAN VITO(R.612)(R.613)	SAN RAFAEL(2+000 KMS ANTES ENTRADA SAN VITO)	
237	735	60292	SAN VITO DE COTO BRUS(R.612)(R.613)-AGUA BUENA(IGLESIA)	COPAL(FRENTE ESCUELA)	
237	5/N	60291	AGUA BUENA(IGLESIA)-LTE COTO BRUS/CORREDORES(500 DESP IGLESIA CAMPO DOS Y MEDIO)		
237	5/N	60282	LTE COTO BRUS/CORREDORES(500 DESP IGLESIA CAMPO DOS Y MEDIO)-CAÑO SECO(ESC)		
237	715	60281	CAÑO SECO(ESCUELA)-CIUDAD NEILY(R.2)	CAÑO SECO(1+000 ANTES RIO CAÑO SECO)	
238	723	60261	CANOSAS(R.2)-LA CUESTA(IGLESIA)	CANOSAS(2+000 KM DESPUES INICIO RUTA)	
238	INVENTARIO	60262	LA CUESTA(IGLESIA)-LAUREL(CUADRANTE PRINCIPAL)	QUEBRADA ARENA KM 9+375	
238	INVENTARIO	60263	LAUREL(CUADRANTE PRINCIPAL)-BELLA LUZ(R.611)	PUENTE SOBRE CANAL KM 16+285	

Figura 3. Registro de ruta 237 San Vito para realizar conteo de tránsito promedio diario, fuente MOPT

ANUARIO DE INFORMACIÓN DE TRÁNSITO 2013

RUTA	ESTACIÓN	SECC CONTROL	AÑO	TPD	CLASIFICACIÓN							TPD ESTIM 2013	% CRECIM. 2013-2023
					PASAJ	C. LIV.	BUSES	2 EJES	3 EJES	4 EJES	5 EJES		
232	440	30130	2009	2880	58.03	25.30	4.09	10.00	1.97		0.61	3471	4.78
232	593	30130	2009	2514	64.93	19.06	4.38	10.96	0.67			3217	5.76
233	632	30260	2009	10300	74.7	16.81	3.93	3.99	0.34		0.23	12115	3.39
233	Rec.12h	30610	2012	8174	65.01	22.63	2.67	8.04	1.41		0.24	8565	4.78
234	305	70230	2007	888	51.35	29.38	3.95	12.95	0.32		2.05	1175	4.78
235	792	60462	2011	8817	73.98	17.22	2.74	4.52	1.34		0.20	10311	6.07
235	450	60461	2011	4540	77.75	14.63	3.87	3.33	0.42			4984	4.78
236	273	30051	2010	11563	69.16	13.89	10.38	5.40	0.94		0.23	13302	4.78
236	S/N	30052	2009	8508	75.21	17.52	1.62	4.78	0.40		0.47	10255	4.78
236	693	30180	2009	4368	71.43	18.18	2.90	6.39	0.70		0.40	5704	5.99
237	304	60982	2008	649	41.55	31.64	4.35	15.70	3.14		3.62	820	4.78
237	301	60981	2013	684	45.95	30.16	6.28	12.55	2.02		3.04	684	4.78
237	303	60340	2008	951	48.34	29.7	6.16	12.64	1.26	1.9		1168	3.97
237	735	60292	2013	1311	62.83	24.92	2.75	6.76	1.90	0	0.84	1311	4.78
237	735	60291	2013	1311	62.83	24.92	2.75	6.76	1.90	0	0.84	1311	4.78
237	715	60282	2008	1163	52.35	32.93	3.62	9.53	1.21		0.36	1597	6.32
237	715	60281	2008	1163	52.35	32.93	3.62	9.53	1.21		0.36	1597	6.32
238	723	60261	2006	4023	66.20	21.51	1.66	8.83	0.97		0.83	5718	4.45
238	1 AÑO REC.	60262	2008	2269	61.83	23.20	2.62	9.32	1.10		1.93	2866	4.78

Figura 4. Factor de crecimiento en función del tránsito promedio diario, anuario del 2013 hasta el 2023 del MOPT

Anexo 2: Configuración y funciones de Synchro 8

LANE SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)												
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	44	33	161	215	108	62	0	213
Street Name												
Link Distance (ft)	—	222	—	—	1174	—	—	101	—	—	264	—
Link Speed (mph)	—	25	—	—	25	—	—	25	—	—	25	—
Set Arterial Name and Speed	—	EB	—	—	WB	—	—	NB	—	—	SB	—
Travel Time (s)	—	6.1	—	—	32.0	—	—	2.8	—	—	7.2	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Lane Width (ft)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Grade (%)	—	0	—	—	15	—	—	-10	—	—	0	—
Area Type CBD	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—
Storage Length (ft)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	60
Storage Lanes (#)												1
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	Stop	—	—	None	—	—	Stop
Curb Radius (ft)	—	—	—	—	—	50	—	—	—	—	—	50
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	—	—	—	—	0.943	—	1.000	0.950	—	1.000	—	0.850
Left Turn Factor (prot)	—	—	—	—	1.000	—	0.950	1.000	—	0.950	—	1.000
Saturated Flow Rate (prot)	—	—	—	—	1658	—	1956	1894	—	1810	—	1619
Left Turn Factor (perm)	—	—	—	—	1.000	—	0.950	1.000	—	0.950	—	1.000
Right Ped Bike Factor	—	—	—	—	1.000	—	1.000	1.000	—	1.000	—	1.000
Left Ped Factor	—	—	—	—	1.000	—	1.000	1.000	—	1.000	—	1.000
Saturated Flow Rate (perm)	—	—	—	—	1658	—	1956	1894	—	1810	—	1619
Right Turn on Red?	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	—	—	—	40	—	201	67	—	0	—	266

Figura 5. Ventana lane settings para editar las características de los carriles en el Synchro 8.

VOLUME SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)												
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	44	33	161	215	108	62	0	213
Conflicting Peds. (#/hr)	30	—	0	0	—	150	23	—	0	16	—	18
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.80	0.92	0.92	0.92	0.80	0.83	0.80	0.80	0.80	0.80	0.92	0.80
Growth Factor	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	0	9	0	2	6	4	5	0	5
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	EB	—	—	WB	—	—	NB	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	0	0	0	0	120	87	439	586	294	169	0	580
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—
Lane Group Flow (vph)	0	0	0	0	207	0	439	880	0	169	0	580

Figura 6. Ventana Volumen settings para editar las características del comportamiento vehicular en el Synchro 8.

SIGNING SETTINGS																																							
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR			
Lanes and Sharing (#RL)																																							
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	44	33	161	215	108	62	0	213																											
Sign Control	—	Stop	—	—	Stop	—	—	Free	—	—	Free	—																											
Median Width (ft)	—	0	—	—	0	—	—	12	—	—	12	—																											
TWLT Median	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—																											
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	Stop	—	—	None	—	—	Stop																											
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	—	6.6	6.2	4.1	—	—	4.1	—	—																											
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	—	4.1	3.3	2.2	—	—	2.2	—	—																											
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	—	4.09	4.09	0.28	0.52	0.52	0.23	—	0.34																											

Figura 7. Ventana signing settings para editar las características del tipo de control en la intersección en el Synchrono 8

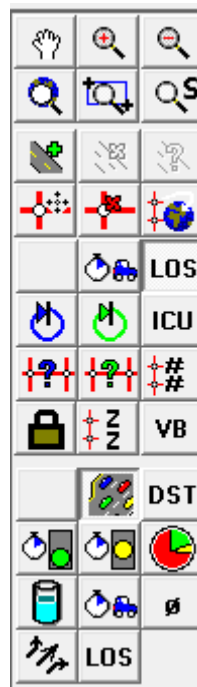


Figura 8. Ventana de funciones para ver resultados y datos en la intersección en el Synchrono 8

Anexo 3: Conceptos y valores de referencia para cálculos

NIVEL DE SERVICIO	DEMORA MEDIA (s/veh.)	DESCRIPCIÓN
A	0-10	Flujo libre de vehículos, bajos volúmenes de tránsito y relativamente altas velocidades de operación.
B	>10-20	Flujo libre razonable, pero la velocidad empieza a ser restringida por las condiciones del tránsito.
C	>20-35	Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad.
D	>35-55	Acercándose a flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar.
E	>55-80	Flujo inestable, suceden pequeños embotellamientos.
F	>80	Flujo forzado, condiciones de congestión de tránsito.

Figura 9. Rangos de niveles de servicio para intersecciones controladas por ALTO y CEDA, Manual centroamericano de diseño geométrico.

- **Carreteras Tipo I:** la velocidad de circulación es el parámetro principal para evaluar capacidad. Entre este tipo se incluyen:
 - Vías principales
 - Tráfico de viajes al trabajo y ocio
 - Distancias de viaje largas
- **Carreteras Tipo II:** el porcentaje del DT es el parámetro principal para evaluar la capacidad. Entre este tipo se incluyen:
 - Accesos a Carreteras Tipo I
 - Carreteras Turísticas
 - Distancias cortas, viajes de recreo
- **Carreteras Tipo III:** el porcentaje de lograr la velocidad libre es el parámetro principal para evaluar la capacidad. Entre este tipo se incluyen:
 - Accesos a Zonas en crecimiento
 - Carreteras de paso intermedio entre Tipo I y Tipo II
 - Distancias cortas, viajes de recreo

Figura 10. Definición de cada tipo de carretera según el HCM 2010

Tipo de carretera	Tipo de Área y Nivel de Servicio Apropriado			
	Rural Plano	Rural Ondulado	Rural Montañoso	Urbano y Suburbano
Autopista	B	B	C	C
Arterial	B	B	C	C
Colectora	C	C	D	D
Locales	D	D	D	D

Figura 11. Niveles de servicio de diseño para cada tipo de carretera según el Manual centroamericano de diseño geométrico.

Tránsito promedio diario (TPD)	Rango
Bajo	menor a 5000
Medio	entre 5000 y 15000
Alto	entre 15000 y 40000
Especiales	mayores a 40000

Figura 12. Clasificación de TPD, Informe de Evaluación de la Red Vial Nacional Pavimentada de Costa Rica.

Cuadro 4.1			
Requisito A : Volumen Mínimo de Vehículos			
Número de Carriles por acceso		Vehículos por hora en la vía principal (total en ambos accesos)	Vehículos por hora en el acceso de mayor volumen de la vía secundaria (un solo sentido)
Vía Principal	Vía Secundaria		
1	1	600	250
2 o más	1	750	250
2 o más	2 o más	750	300
1	2 o más	600	300

Figura 13. Requisito A para la justificación de colocación de semáforo, Manual centroamericano de dispositivos de control de tránsito

Cuadro 4.2			
Requisito B : Interrupción de la Continuidad del Tránsito			
Número de Carriles por acceso		Vehículos por hora en la vía principal (total en ambos accesos)	Vehículos por hora en el acceso de mayor volumen de la vía secundaria (un solo sentido)
Vía Principal	Vía Secundaria		
1	1	800	150
2 o más	1	950	150
2 o más	2 o más	950	200
1	2 o más	800	200

Figura 14. Requisito B para la justificación de colocación de semáforo, Manual centroamericano de dispositivos de control de tránsito

Referencias

- Autodesk. (s.f.). *AutoCAD*. Obtenido de Autodesk: <https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview>
- Consejo de Seguridad Vial, Ministerio de Obras Públicas y Transporte. (2016). *Manual del Conductor*. (E. UNED, Ed.) San José, Costa Rica.
- INEC (Enero de 2018) Población Obtenido de (<http://www.inec.go.cr/>)
- Dirección general de ingeniería de tránsito . (s.f.). *Inducción para conteos vehiculares* . En I. D. A.. San jose.
- Dirección General de Ingeniería de Tránsito. (Octubre de 2009). *Reordenamiento Vial Casco Central de San Vito*.
- Martínez, J. (Diciembre de 2016). *Urbanismo en ordenamientos viales*. (R. Vargas, Entrevistador) Desamparados, San José.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (Noviembre de 2014). *Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 "Alberto Cañas Escalante"*. San José, Costa Rica.
- Mora Mata, J., Quesada Arroyo, D., Badilla Piedra, E., & Murillo Barboza, J. (2017). *COMPARACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS MECANÍSTICO EMPÍRICO CONTRA EMPÍRICO AASHTO 93*. Tecnológico de Costa Rica, Escuela de ingeniería en construcción, Cartago.
- Murillo, J. (28 de 09 de 2017). *ORDENAMIENTOS VIALES EN COSTA RICA*. (R. Vargas, Entrevistador) San José , San José , Costa Rica.
- Quesada, V. P. (2013). *Ley de tránsito por vías públicas terrestres y seguridad vial*. Obtenido de https://www.imprentanacional.go.cr/editorialdigital/libros/textos%20juridicos/ley_de_trnsito.pdf
- Informe de ordenamiento territorial. Del Estado de la nación (2015)
- Ramírez, J. R. (09 de 2007). *ORDENAMIENTO VIAL Y TERMINAL DE TRANSPORTE DEL MUNICIPIO DE SAN RAYMUNDO*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_1851.pdf
- Ruiz, L. B. (s.f). *El rol de la SIECA en el marco del transporte intrarregional*. Obtenido de <http://www.civiles.org/publicaciones/transportes/SIECA.pdf>
- SIECA. (2000). *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito*. Ciudad Guatemala, Guatemala.
- SIECA. (2004). *Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2* (2da. ed.). Ciudad de Guatemala, Guatemala .
- SIECA. (2011). *Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras* (3 Edición ed.). Ciudad Guatemala, Gutemala.
- SIECA. (12 de 10 de 2017). *La Secretaría de Integración Económica Centroamericana*. Obtenido de <http://www.sieca.int/index.php/acerca-de-la-sieca/que-es-la-sieca/>
- INVU .Planes de ordenamiento territorial (abril de 2018)
- The National Academies of Sciences, E. a. (2017). *TRB-Mission and Services*. Obtenido de

<http://www.trb.org/AboutTRB/MissionandServices.aspx>

The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2010). *Highway Capacity Manual 2010 (HCM2010)*. Obtenido de

<http://www.trb.org/Main/Blurbs/164718.aspx>

Trafficware. (s.f.). *Synchro Studio*. Obtenido de Trafficware:

<http://www.trafficware.com/synchro.html>

Reglamentación de espacios públicos, vialidad y transporte de San Jose. (marzo de 2018)

Universidad Nacional de Costa Rica. (s.f). *Plan regulador en el Canton de Poás*.

Obtenido de

http://www.geo.una.ac.cr/phocadownload/Plan_regulador/que_es_un_plan_regulador.pdf

Guía de diseño y construcción de espacios públicos. (2009) Colegio federado de arquitectos e ingenieros.