



Reordenamiento vial en el casco central de Guápiles

DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO
DEPARTAMENTO DE REGIONALES

MOPT-03-05-01-0798-2022

FICHA TÉCNICA DEL DOCUMENTO

1. N° Informe MOPT-03-05-01-0798-2022		2. N° de Expediente RE-SC-EB-2021-77	
3. Título y subtítulo Reordenamiento vial en el casco central de Guápiles		4. Fecha del informe Diciembre, 2022	
5. Institución Ejecutora Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), Dirección General de Ingeniería de Tránsito (DGIT)		6. Instituciones Receptoras Municipalidad de Pococí Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) Consejo de Transporte Público (CTP)	
7. Tipo de reporte y periodo de extensión Informe final, setiembre 2022– diciembre 2022.		8. Colaboró Sr. Jorge Mora Morales, funcionario DGIT Sr. Alexis Solís Ordoñez, funcionario DGIT Sr. Roger Fabián Cruz López, funcionario DGIT	
9. Elaboró Ing. Raúl Jiménez Guevara Encargado Oficina Regional Siquirres	10. Revisó Ing. Alejandra Acosta Gómez Jefe Departamento de Regionales	11. Autorizó Ing. Junior Araya Villalobos Director General Ingeniería de Tránsito	
Fecha: 20 de diciembre de 2022	Fecha: 20 de diciembre de 2022	Fecha: 20 de diciembre de 2022	
12. Resumen Por medio del presente estudio se identificó que la mayoría de las intersecciones en el casco central del cantón de Guápiles cuentan con niveles de servicio aceptables entre A y D; sin embargo, se identificaron problemas de saturación vehicular principalmente en el sector del cementerio de la localidad y en las inmediaciones de la iglesia católica. Para mejorar las condiciones viales en estos sectores se propone la eliminación de giros izquierdos en el sector del cementerio; y con respecto a la zona de la iglesia católica, se propone cambiar las fases del semáforo vehicular existente, así como la eliminación de virajes en la intersección entre calle 0 – avenida 0. Adicionalmente, se recomienda cambiar el sentido vehicular en el sector conocido como “La Cachera” conservando únicamente el sentido vehicular sur – norte.			
13. Palabras clave Nivel de servicio, semáforo, par vial, vías, estacionamiento, niveles de servicio	14. Nivel de seguridad Público	15. N° de páginas 207	

Resumen ejecutivo

En el presente estudio se desarrolla un análisis de la red vial del casco central de Guápiles, tanto de las características físicas y geométricas de las vías como de los niveles de servicio y tiempos de espera que se generan en las diferentes intersecciones.

En el capítulo 1 se detallan los objetivos de estudio y se esboza el marco teórico para realizar el análisis de la red vial en estudio, se describen conceptos generales como intersección, niveles de servicio o flujo interrumpido y se explica el método para determinar los niveles de servicio en las vías.

En el capítulo 2 se detalla las características físicas de la red vial del cantón y los derechos de vía de las calles y avenidas que la conforman, así como las condiciones del señalamiento vial y los tiempos de demora y los niveles de servicio de las principales intersecciones de la red vial

Se describen las problemáticas encontradas, las causas de éstas y los efectos de las propuestas realizadas para el mejoramiento de la red vial.

Finalmente, en el capítulo 3 se engloban las conclusiones y recomendaciones para mejorar los niveles de servicio y la seguridad vial de la red vial del casco central de Guápiles.

ÍNDICE GENERAL

1.	Introducción	12
1.1	Objetivo general.....	12
1.2	Objetivos específicos.....	12
1.3	Alcance	13
1.4	Marco teórico.....	13
1.5	Limitaciones	22
1.6	Metodología	22
1.7	Aspectos generales.....	24
1.8	Fundamentación jurídica.....	24
2.	Desarrollo	25
2.1	Características viales de la zona en estudio.....	25
2.2	Niveles de servicio actuales	54
2.3	Problemática encontrada.....	82
2.4	Condición propuesta según la norma y efectos de su aplicación.	87
3.	Conclusión.....	125
3.1	Conclusiones.....	125
3.2	Recomendaciones	127
4.	Bibliografía	133
5.	Anexos.....	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Delimitación aproximada de la zona de estudio	25
Figura 2 Rutas Nacionales ciudad de Guápiles.....	26
Figura 3 Nombre de las calles, avenidas y sentidos vehiculares del casco central de Guápiles	26
Figura 4 Sistema de pares viales en funcionamiento entre las avenidas.....	27
Figura 5 Sistema de pares viales en funcionamiento entre las calles	28
Figura 6 Tramo analizado de avenida 7 (Ruta Nacional N° 149)	29
Figura 7 Avenida 7 tramo Ruta Nacional N° 247 - Instituto Nacional de Seguros	30
Figura 8 Avenida 7 tramo calle 9 - calle 7	30
Figura 9 Avenida 7 tramo calle 3 - Calle central.....	31
Figura 10 Tramo analizado de avenida 7 (ruta cantonal)	31
Figura 11 Avenida 7 tramo Ruta Nacional N° 149 – calle 4.....	32
Figura 12 Avenida 7 tramo calle 8 - Ruta Nacional N° 249	33
Figura 13 Tramo analizado de avenida 5	33
Figura 14 Avenida 5 tramo calle 8 - calle 6	34
Figura 15 Avenida 5 tramo calle 2 - calle 0	35
Figura 16 Avenida 5 tramo calle 0 - calle 1	35
Figura 17 Tramo analizado de avenida 3	36
Figura 18 Avenida 3 tramo calle 0 - calle 2	37
Figura 19 Avenida 3 tramo calle 2 - calle 4	37
Figura 20 Avenida 3 tramo calle 4 - calle 6	38
Figura 21 Tramo analizado de avenida 0	38
Figura 22 Avenida 0 tramo Ruta Nacional N° 249 - calle 8	40
Figura 23 Avenida 0 tramo calle 6 - calle 4	40
Figura 24 Avenida 0 tramo calle 4 - calle 2	41
Figura 25 Avenida 0 tramo calle 1- calle 3	41
Figura 26 Avenida 0 tramo calle 7- calle 9	42
Figura 27 Avenida 0 tramo calle 11- Ruta Nacional N° 247	42
Figura 28 Tramo analizado calle 3.....	43
Figura 29 Calle 3 tramo frente la Escuela Central de Guápiles	44
Figura 30 Calle 3 tramo frente al parque de la comunidad	44

Figura 31 Tramo analizado calle 1..... 45

Figura 32 Calle 1 tramo frente al parque de la comunidad 46

Figura 33 Calle 1 tramo frente la Escuela Central de Guápiles 46

Figura 34 Tramo analizado calle 0..... 47

Figura 35 Calle 0 tramo avenida 7 - avenida 5 48

Figura 36 Calle 0 tramo avenida 5 - avenida 3 48

Figura 37 Calle 0 tramo avenida 3 - avenida 0 49

Figura 38 Tramo analizado calle 2..... 49

Figura 39 Calle 2 tramo avenida 0 - avenida 3 50

Figura 40 Calle 2 tramo avenida 3 - avenida 5 51

Figura 41 Calle 2 tramo avenida 5 - avenida 7 51

Figura 42 Sector La Cachera 52

Figura 43 Calle 7 sector estrechamiento sentido norte - sur..... 53

Figura 44 Calle 7 sector estrechamiento sentido sur - norte..... 53

Figura 45 Calle 7 sector inmediaciones sucursal Farmacia CCSS 54

Figura 46 Puntos de conteos vehiculares..... 54

Figura 47 Configuración actual intersección calle 11 - avenida 7, coordenadas 10°12'55.56" N, 83°46'59.76" O..... 56

Figura 48 Configuración actual intersección calle 7 - avenida 7, coordenadas 10°12'56.65" N, 83°47'9.68" O..... 59

Figura 49 Configuración actual intersección calle 0 - avenida 5, coordenadas 10°12'55.61" N, 83°47'23.19" O..... 62

Figura 50 Configuración actual intersección calle 0 - avenida 3, coordenadas 10°12'52.91" N, 83°47'23.43" O..... 65

Figura 51 Configuración actual intersección calle 0 - avenida 0, coordenadas 10°12'49.94" N, 83°47'23.83" O..... 68

Figura 52 Configuración actual intersección calle 2 - avenida 0, coordenadas 10°12'50.19" N, 83°47'27.69" O..... 71

Figura 53 Configuración actual intersección (este) Ruta Nacional N 249 - avenida 0, coordenadas 10°12'47.98" N, 83°47'43.38" O. 74

Figura 54 Configuración actual intersección (oeste) Ruta Nacional N 249 - avenida 0, coordenadas 10°12'47.57" N, 83°47'45.56" O.	77
Figura 55 Configuración actual intersección Ruta Nacional N° 149 - avenida 0, coordenadas 10°12'49.36" N, 83°47'20.41" O.	80
Figura 56 Niveles de servicio por acceso periodo AM	84
Figura 57 Niveles de servicio por acceso periodo MD	85
Figura 58 Niveles de servicio por acceso periodo PM.....	85
Figura 59 Configuración propuesta intersección calle 0 - avenida 0	92
Figura 60 Vías alternas al viraje norte - oeste en la intersección calle 0 - avenida 0.....	95
Figura 61 Vías alternas al acceso sur en la intersección calle 0 - avenida 0	96
Figura 62 Ruta propuesta servicio transporte público.....	99
Figura 63 Configuración propuesta por la Municipalidad de Pococí intersección calle 0 - avenida 0.	100
Figura 64 Configuración propuesta por la Municipalidad de Pococí intersección calle 0 - avenida 0.	103
Figura 65 Propuesta sector cementerio Guápiles.....	106
Figura 66 Propuesta sector cementerio Guápiles con eliminación de giros izquierdos	109
Figura 67 Rutas alternas ante eliminación giro izquierdo sector cementerio	112
Figura 68 Rutas alternas ante eliminación giro izquierdo sector cementerio	115
Figura 69 Configuración actual sector La Cachera	116
Figura 70 Configuración propuesta sector La Cachera	117
Figura 71 Ruta propuesta ante cambio vial sector La Cachera	120
Figura 72 Niveles de servicio por acceso con propuestas para el periodo AM.....	121
Figura 73 Niveles de servicio por acceso con propuestas para el periodo MD	121
Figura 74 Niveles de servicio por acceso con propuestas para el periodo PM.....	122
Figura 75 Sectores con problemas de zona de carga y descarga	123
Figura 76 Zonas de estacionamiento recomendadas	124
Figura 77 Configuración propuesta intersección calle 0 - avenida 0	128
Figura 78 Configuración propuesta sector La Cachera	129
Figura 79 Propuesta sector cementerio Guápiles con eliminación de giros izquierdos	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rango de los niveles de servicio para flujos interrumpidos reguladas por alto y ceda.....	19
Tabla 2 Rango de los niveles de servicio para flujos en intersecciones con semáforo	20
Tabla 3 Horarios de conteos.....	23
Tabla 4 Volúmenes vehiculares, intersección calle 11 – avenida 7	56
Tabla 5 Niveles de servicio horario AM intersección calle 11 – avenida 7	57
Tabla 6 Niveles de servicio horario MD intersección calle 11 – avenida 7	57
Tabla 7 Niveles de servicio horario PM intersección calle 11 – avenida 7.....	58
Tabla 8 Volúmenes vehiculares, intersección calle 7 – avenida 7	59
Tabla 9 Niveles de servicio horario AM intersección calle 7 – avenida 7	60
Tabla 10 Niveles de servicio horario MD intersección calle 7 – avenida 7	60
Tabla 11 Niveles de servicio horario PM intersección calle 7 – avenida 7.....	61
Tabla 12 Volúmenes vehiculares, intersección calle 0 – avenida 5	62
Tabla 13 Niveles de servicio horario AM intersección calle 0 – avenida 5	63
Tabla 14 Niveles de servicio horario MD intersección calle 0 – avenida 5	63
Tabla 15 Niveles de servicio horario PM intersección calle 0 – avenida 5.....	64
Tabla 16 Volúmenes vehiculares, intersección calle 0 – avenida 3	65
Tabla 17 Niveles de servicio horario AM intersección calle 0 – avenida 3	66
Tabla 18 Niveles de servicio horario MD intersección calle 0 – avenida 3	66
Tabla 19 Niveles de servicio horario PM intersección calle 0 – avenida 3.....	67
Tabla 20 Fases semáforo vehicular existente intersección calle 0 - avenida 0.....	67
Tabla 21 Volúmenes vehiculares, intersección calle 0 – avenida 0	68
Tabla 22 Niveles de servicio horario AM intersección calle 0 – avenida 0	69
Tabla 23 Niveles de servicio horario MD intersección calle 0 – avenida 0	69
Tabla 24 Niveles de servicio horario PM intersección calle 0 – avenida 0.....	70
Tabla 25 Volúmenes vehiculares, intersección calle 2 – avenida 0	71
Tabla 26 Niveles de servicio horario AM intersección calle 2 – avenida 0	72
Tabla 27 Niveles de servicio horario MD intersección calle 2 – avenida 0	72
Tabla 28 Niveles de servicio horario PM intersección calle 2 – avenida 0.....	73
Tabla 29 Volúmenes vehiculares, intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0	74

Tabla 30 Niveles de servicio horario AM intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 75

Tabla 31 Niveles de servicio horario MD intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 75

Tabla 32 Niveles de servicio horario PM intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 76

Tabla 33 Volúmenes vehiculares, intersección (oeste) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 77

Tabla 34 Niveles de servicio horario AM intersección (oeste) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 78

Tabla 35 Niveles de servicio horario MD intersección (oeste) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 78

Tabla 36 Niveles de servicio horario PM intersección (oeste) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 79

Tabla 37 Volúmenes vehiculares, intersección Ruta Nacional N° 149 – avenida 0 80

Tabla 38 Niveles de servicio horario AM intersección Ruta Nacional N° 149 – avenida 0 81

Tabla 39 Niveles de servicio horario MD intersección Ruta Nacional N° 149 – avenida 0 81

Tabla 40 Niveles de servicio horario PM intersección Ruta Nacional N° 149 – avenida 0 82

Tabla 41 Resumen niveles de servicio de intersección, periodo AM 83

Tabla 42 Resumen niveles de servicio de intersección, periodo MD 83

Tabla 43 Resumen niveles de servicio de intersección, periodo PM 83

Tabla 44 Condición volumen mínimo calle 11 - avenida 7 87

Tabla 45 Condición interrupción de la continuidad del tránsito calle 11 - avenida 7 87

Tabla 46 Fases y tiempos recomendados semáforo intersección calle 11 - avenida 7 88

Tabla 47 Nivel de servicio con semáforo intersección calle 11 - avenida 7 periodo AM 88

Tabla 48 Nivel de servicio con semáforo intersección calle 11 - avenida 7 periodo MD 89

Tabla 49 Nivel de servicio con semáforo intersección calle 11 - avenida 7 periodo PM 89

Tabla 50 Resultados obtenidos para la intersección con la propuesta de semáforo vehicular calle 11 - avenida 7 90

Tabla 51 Resultados obtenidos para el acceso sur con la propuesta de semáforo vehicular calle 11 - avenida 7 90

Tabla 52 Resultados obtenidos para el acceso este con la propuesta de semáforo vehicular calle 11 - avenida 7 90

Tabla 53 Resultados obtenidos para el acceso norte con la propuesta de semáforo vehicular calle 11 - avenida 7 90

Tabla 54 Plan de fases optimizado intersección calle 0 - avenida 0 91

Tabla 55 Resultados obtenidos optimización semáforo vehicular calle 0 - avenida 0 91

Tabla 56 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo AM con propuesta 1 93

Tabla 57 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo MD con propuesta 1	93
Tabla 58 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo PM con propuesta 1	94
Tabla 59 Resultados obtenidos para la intersección con la propuesta 1 intersección calle 0 - avenida 0	94
Tabla 60 Niveles de servicio intersección RN N° 149 - avenida 0 periodo AM con propuesta 1	96
Tabla 61 Niveles de servicio intersección RN N° 149 - avenida 0 periodo MD con propuesta 1	97
Tabla 62 Niveles de servicio intersección RN N° 149 - avenida 0 periodo PM con propuesta 1	97
Tabla 63 Resultados obtenidos con la propuesta 1 intersección RN N° 149 - avenida 0.....	98
Tabla 64 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo AM con propuesta 2	101
Tabla 65 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo MD con propuesta 2	101
Tabla 66 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo PM con propuesta 2	102
Tabla 67 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo AM con modificación de propuesta 2.....	103
Tabla 68 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo MD con modificación de propuesta 2.....	104
Tabla 69 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo PM con modificación de propuesta 2.....	104
Tabla 70 Resultados obtenidos con la propuesta 2 intersección calle 0 - avenida 0.....	105
Tabla 71 Niveles de servicio horario AM intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta semáforo	107
Tabla 72 Niveles de servicio horario MD intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta semáforo	107
Tabla 73 Niveles de servicio horario PM intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta semáforo	108
Tabla 74 Resultados obtenidos con la propuesta de semáforo intersección este sector cementerio.	108
Tabla 75 Niveles de servicio horario AM intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta eliminación de giro.....	110
Tabla 76 Niveles de servicio horario MD intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta eliminación de giro.....	110
Tabla 77 Niveles de servicio horario MD intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta eliminación de giro.....	111

Tabla 78 Resultados obtenidos con la propuesta eliminación de giro intersección este sector cementerio..... 111

Tabla 79 Niveles de servicio horario AM intersección (oeste) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta eliminación de giro 113

Tabla 80 Niveles de servicio horario MD intersección (oeste) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta semáforo..... 113

Tabla 81 Niveles de servicio horario PM intersección (oeste) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta semáforo 114

Tabla 82 Resultados obtenidos con la propuesta de eliminación de giro intersección oeste sector cementerio 114

Tabla 83 Niveles de servicio horario AM intersección calle 7 – avenida 7 con propuesta cambio vial118

Tabla 84 Niveles de servicio horario MD intersección calle 7 – avenida 7 con propuesta cambio vial118

Tabla 85 Niveles de servicio horario PM intersección calle 7 – avenida 7 con propuesta cambio vial 119

Tabla 86 Resultados obtenidos con la propuesta de cambio de vías intersección calle 7 - avenida 7 119

Tabla 87 Niveles de servicio intersección calle 3 – avenida 7 antes cambios viales..... 120

Tabla 88 Fases y tiempos recomendados semáforo intersección calle 11 - avenida 7 131

Tabla 89 Fases y tiempos recomendados semáforo intersección calle 0 - avenida 0 escenario 1 132

1. Introducción

En atención al oficio número SMP-355-2021 de la Municipalidad de Pococí, para que la Dirección General de Ingeniería de Tránsito (DGIT) llevara a cabo un estudio técnico para el reordenamiento vial de varios sectores del casco central de la comunidad de Guápiles, con el fin de aumentar la seguridad vial y el uso óptimo de las vías; la DGIT acogió la solicitud y procedió a llevar a cabo una serie de estudios de tránsito para analizar las posibles recomendaciones que solucionen los problemas viales detectados.

1.1 Objetivo general

Establecer un plan de ordenamiento vial en el casco central del distrito de Guápiles, por medio de conteos vehiculares que permiten establecer los niveles de servicio en las principales intersecciones de la red vial, que permita mejorar las condiciones actuales de funcionamiento.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar un levantamiento físico de la red vial del distrito con el fin de identificar las condiciones geométricas y físicas de la zona, cantidad de carriles, ancho y sentidos de circulación vehicular en las diferentes vías del distrito, radios de giro y centros de atracción.
- Realizar conteos vehiculares con el fin de contar con datos numéricos de los aforos vehiculares en las intersecciones principales del distrito.
- Procesar los datos obtenidos en los conteos vehiculares para determinar las horas pico y los volúmenes de tránsito presentes en dichas horas.
- Revisar los tiempos actuales programados en los diferentes semáforos instalados en el centro de la comunidad de Guápiles.
- Llevar a cabo una modelación de los datos obtenidos para las horas pico, en el programa de computación SYNCHRO 11, el cual permitirá conocer entre otros datos, los niveles de servicio y los tiempos de demora en las intersecciones seleccionadas para realizar el estudio.
- Determinar de acuerdo a la modelación realizada, aquellas intersecciones que cuenten con tiempos de demora más elevados que los establecidos para el nivel de servicio “D”, el cual será

el parámetro indicador de la necesidad de analizar cambios con el fin de mejorar sus niveles de servicio y funcionalidad para los usuarios de las vías.

- Analizar funcionalmente las propuestas generadas para mejorar los niveles de servicio en la toda la red vial.
- Determinar por medio de visitas de campo los sectores de la red vial donde más se concentra el comercio y se generan problemas de congestionamiento vial por la carga y descarga de materiales.
- Por medio del levantamiento de campo y las condiciones geométricas de las vías determinar la posibilidad de la demarcación de zonas de estacionamiento con boleta.
- Preparar un informe técnico con los análisis efectuados.

1.3 Alcance

La zona de alcance del estudio se definió mediante visitas de campo con el fin de determinar los puntos de mayor conflicto vehicular, así como las solicitudes realizadas por la Municipalidad de Pococí.

La ubicación de semáforos vehiculares, así como los principales puntos de reunión pública en Guápiles, como lo son las instituciones públicas y los comercios de la zona, fueron también incluidos dentro del presente estudio y definieron la zona de estudio.

1.4 Marco teórico

En un estudio de reordenamiento vial se mencionan una serie de términos y procedimientos los cuales son necesarios de ampliar antes de abarcar el desarrollo del mismo.

1.4.1 Intersección. Se define como intersección la zona en la que confluyen dos o más vías y los tramos de carreteras que convergen en la intersección se denominan como accesos o ramales.

Las intersecciones constituyen una parte esencial de la red vial, ya que son los puntos en los que se puede cambiar de vía para seguir el itinerario deseado. En ellas los vehículos pueden seguir distintas trayectorias, y es necesario ordenarlas para reducir los conflictos entre los distintos movimientos.

Por otra parte, las intersecciones son puntos críticos desde el punto de vista de la capacidad, en los cuales se produce también una disminución sensible del nivel de servicio, porque es necesario reducir la velocidad, y si la intensidad del tránsito es elevada, puede ser preciso esperar durante algún tiempo antes de poder atravesar una intersección.

De igual forma, son críticas desde el punto de vista de la seguridad, tanto en zonas urbanas como rurales, por esta razón, gran parte de los accidentes con víctimas en zonas urbanas, ocurren en intersecciones.

Una intersección proyectada para permitir el paso seguro de un volumen vehicular importante, resulta relativamente costosa, dado el área que es necesario ocupar y pavimentar, además del costo de la señalización y otros medios de control de tránsito a instalar. Resulta entonces necesario, equilibrar las exigencias de un tránsito más rápido y seguro con el costo de las instalaciones necesarias.

Para indicar a los conductores las maniobras necesarias para seguir su ruta, además de una señalización adecuada, es preciso que el trazado de la intersección resulte comprensible para el conductor. Esto se puede conseguir más fácilmente si existe una cierta uniformidad en todas las intersecciones de la red, lo que no quiere decir que deban ser todas iguales, sino que se apliquen en general los mismos principios de diseño.

Por todo lo anterior, para encontrar la solución adecuada en el proyecto de una intersección, se requiere un estudio detallado de los múltiples factores que intervienen.

Las intersecciones en ángulo recto son las que proporcionan las mínimas áreas de conflicto. Además, disminuyen la gravedad de los posibles choques y facilitan las maniobras, puesto que permiten a los conductores juzgar en condiciones más favorables las posiciones relativas de los demás.

Se consideran aceptables las intersecciones con ángulos comprendidos entre 60° y 120°.

1.4.2 El factor de hora pico, FHP. El factor de hora pico o 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 quince minutos dentro de dicha hora pico. O sea que, al afectar los volúmenes horarios de diseño por este factor, se están asumiendo las condiciones más exigentes de la demanda, a las cuales debe responder la propuesta de solución de reconstrucción, mejoramiento o ampliación de una carretera determinada.

La decisión de afectar o no el volumen horario de diseño por este factor, muy utilizado en los cálculos de capacidad y niveles de servicio, depende del grado en que las fluctuaciones del movimiento vehicular durante la hora máxima, por su relevante significación, afectan las decisiones operativas y de diseño de la carretera. En muchas soluciones viales en el área rural, los analistas se limitan a examinar las condiciones promedio durante la hora pico. En general, se considera que cuando el FHP es menor de 0.85 las condiciones operativas de la carretera variarán sustancialmente.

Se calcula mediante la relación entre el volumen total horario y la intensidad de circulación máxima producida en un período de 15 minutos dentro de la hora:

$$FHP = \frac{\text{Volumen horario}}{\text{Intensidad de circulación de punta (dentro de la hora)}} \quad [1]$$

Luego, si se utilizan períodos de 15-min, el FHP se calculará así:

$$FHP = \frac{Q}{(4*Q_{15})} \quad [2]$$

Donde,

FHP = el factor de hora punta

Q = el volumen horario, en vehículos por hora (veh/h)

Q₁₅ = el volumen durante los 15-min punta de la hora, en v/15 min.

Para el caso particular de Costa Rica, no se utilizan en los estudios de tránsito, factores de hora pico inferiores a 0.8 con el fin de modelar las condiciones de tránsito vial, de manera que cuenten con un margen de seguridad pero que no aumente las fluctuaciones de tránsito de manera desproporcionada,

sobre todo por las limitaciones económicas existentes en nuestro país, ya que se debe tener presente que al aplicar este factor se está sobre diseñando.

1.4.3 Flujo interrumpido. La condición de flujo interrumpido se observa en carreteras cuyas características presentan puntos específicos en los cuales existen conflictos entre los vehículos que circulan por la vía, por lo que el flujo debe ser regulado por medio de señales de control de tránsito tales como: semáforos, alto, ceda y otros. Las calles urbanas son el ejemplo más común de este tipo de flujo.

De esta forma, los estudios de tránsito son vitales para establecer diversos escenarios mediante los cuales se evalúen los distintos parámetros que permiten definir al diseñados cuál es la opción óptima para la zona en estudio.

1.4.4 Tiempos de recorrido y demora. En los accesos a las ciudades y en zonas urbanas la velocidad de los vehículos es muy variable, llegando a detenerse e incluso permanecer inmóvil. El trabajar con las velocidades instantáneas o locales no suele ser útil, por lo cual es preferible trabajar con tiempos de recorrido. Se entiende por tiempo de recorrido, el tiempo empleado por un vehículo en desplazarse entre dos puntos fijos separados una cierta longitud. La velocidad de recorrido será la relación entre la longitud del viaje y el tiempo de recorrido. Cuando se mide el tiempo de recorrido conviene distinguir el tiempo de vehículo en movimiento y el tiempo de vehículo parado.

La demora es una medida crítica de las condiciones existentes en vías con circulación discontinua.

La demora media detenida es la medida de eficacia principal utilizada en la evaluación del nivel de servicio en las intersecciones semaforizadas o controladas por ALTO/CEDA y se define como el tiempo que un vehículo permanece parado en una cola mientras espera su turno para pasar por la intersección, dividida entre el volumen total que entra en la intersección por el acceso o grupo de carriles durante el mismo período, expresada en segundos por vehículo.

Se utiliza la demora detenida porque es un parámetro relativamente sencillo de medir y conceptualmente simple. La demora debida a la circulación a velocidades inferiores a las deseadas es

difícil de obtener pues requeriría la determinación de una velocidad deseada razonable para cada segmento de carretera.

1.4.5 Carriles de circulación. El carril es la unidad de medida transversal, para la circulación de una sola fila de vehículos, siendo el ancho de la calzada o superficie de rodamiento, la sumatoria de los carriles y los espaldones. Para ofrecer las mejores condiciones de seguridad y comodidad para los usuarios, la superficie de rodamiento de las carreteras debe ser plana y sin irregularidades, resistente al deslizamiento y habilitada para la circulación del tránsito bajo todas las condiciones climáticas previsibles.

En el ambiente vial centroamericano, un ancho de carril de 3.6 metros se considera como el ideal para las condiciones físicas más exigentes de la vía y el tránsito, variando hasta un mínimo tolerable de 2.8 metros en caminos de poco tránsito y sin presencia de vehículos pesados. El carril de 3.0 metros de ancho es aceptable únicamente en el caso de vías diseñadas para baja velocidad.

1.4.6 Determinación de volúmenes de tránsito. El buen diseño de una carretera solamente puede lograrse si se dispone de la adecuada información sobre la intensidad del movimiento vehicular que la utiliza y la utilizará hasta el término del período seleccionado de diseño, sea que se trate de una nueva carretera o de una carretera existente que se propone reconstruir o ampliar. Esta visión cuantificada del lado de la demanda del tránsito, es comparada con la oferta de capacidad que promete la solución del diseñador, para establecer su necesaria compatibilidad y consistencia.

La medición de los volúmenes del flujo vehicular se obtiene normalmente y a veces de manera sistemática, por medios mecánicos y/o manuales, a través de **conteos o aforos** volumétricos del tránsito en las propias carreteras, lo mismo que mediante investigaciones de **origen y destino (O/D)** que, dependiendo de la metodología utilizada, arrojarán datos sobre la estructura, distribución, naturaleza y modalidad de los viajes. En las intersecciones, los estudios volumétricos de tránsito clasificados por dirección de los movimientos en los accesos a las mismas, durante períodos de tiempo determinados, proporcionan a su vez los datos básicos necesarios para enfrentar las particulares características de su diseño.

Dependiendo del tipo de servicio y la localización de una carretera, es indispensable tomar en cuenta que los vehículos pesados, como camiones y autobuses, pueden llegar a alcanzar una incidencia significativa en la composición del flujo vehicular, influenciando según su relevancia porcentual, en forma más o menos determinante, el diseño geométrico de las carreteras y los espesores de los pavimentos. El efecto de un camión sobre las operaciones del tránsito es a menudo equivalente al de varios automóviles, siendo mayor la relación a medida que son mayores las pendientes y menores las distancias de visibilidad disponibles. En la categoría de vehículos pesados se sitúan los camiones con peso bruto total de 4 toneladas métricas o más y los vehículos que presentan llantas dobles en el eje trasero.

1.4.7 Nivel de servicio. El flujo vehicular de servicio para diseño 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, tras conciliar los intereses de los conductores, dispuestos quizá a tolerar un mínimo de congestión; los estándares de diseño vigentes, que predeterminarán algunos requerimientos básicos según la clasificación funcional de la vía; y los recursos disponibles para atender estas necesidades. Conviene aclarar que hablar de congestión en una carretera no es hablar de paralización de todo el movimiento. El congestión se inicia con la creciente interferencia o fricción entre los vehículos en la corriente del tránsito, que empieza a perder su calidad de flujo libre.

El Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA 2011) establece seis niveles de servicio, identificados subjetivamente por las letras desde la **A** hasta la **F**, donde al nivel de servicio **A** se logra un flujo vehicular totalmente libre, mientras que al nivel de servicio **F** se alcanza el flujo forzado que refleja condiciones de utilización a plena capacidad de la vía o de sus componentes esenciales, como decir las rampas y las secciones para entrecruzamientos.

Los diseñadores deben escoger, entre aquellos extremos, el nivel de servicio que mejor se adecua a la realidad del proyecto que se propone desarrollar. La escogencia de un determinado nivel de servicio conduce a la adopción de un flujo vehicular de servicio para diseño, que al ser excedido indica que las condiciones operativas se han desmejorado con respecto a dicho nivel.

Como criterio de análisis, se expresa que el flujo vehicular de servicio para diseño debe ser mayor que el flujo de tránsito durante el período de 15 minutos de mayor demanda durante la hora de diseño. La escogencia de un nivel de servicio dado, indica también que todos los elementos de la carretera deben diseñarse en correspondencia.

Las condiciones generales de operación para los niveles de servicio, se describen en las tablas 1 y 2 para intersecciones reguladas por altos y cedas y para intersecciones reguladas por semáforos, respectivamente:

Tabla 1 Rango de los niveles de servicio para flujos interrumpidos reguladas por alto y ceda

Nivel de Servicio	Descripción
A	Se refiere a los accesos cuya demora promedio es de menos de 10 s por vehículo. Dicho flujo se caracteriza por presentar condiciones de flujo libre, con presencia de colas prácticamente nulas.
B	Son demoras entre los 10 y 15 segundos por vehículo para intersecciones de tipo Alto Ceda. Las condiciones funcionales, son similares a las experimentadas en el nivel de servicio A, sin embargo, pueden llegar a experimentarse colas a partir de la posición de servicio del acceso en cuestión.
C	Es propio de accesos con demoras entre los 15 y 25 segundos por vehículo para intersecciones de tipo Alto-Ceda. En este caso, una parte importante de los vehículos logra pasar la intersección sin detenerse, pero, por otro lado, el flujo restante se detiene por un tiempo promedio que varía dentro del intervalo indicado.
D	Cuenta con demoras que oscilan entre los 25 y 35 segundos por vehículo para intersecciones de tipo Alto-Ceda. Este tiempo de espera está asociado directamente con la cantidad de vehículos en espera en la intersección o acceso analizado. Existe una combinación de factores que afecta el funcionamiento de la intersección, entre ellas: duraciones largas de ciclo, razones v/c (volumen – capacidad) altas, y un avance desfavorable.
E	Describe la situación funcional de una intersección o acceso que presente demoras entre los 35 y 50 segundos por vehículo para intersecciones de tipo Alto-Ceda. Se caracteriza por la presencia de longitudes de cola extensas y grados de frustración e incomodidad altos por parte de los usuarios de la misma.
F	Describe el nivel de operación para el cual la demora por vehículo es mayor a los 55 segundos en intersecciones tipo Alto-Ceda. Este nivel de demoras se considera inaceptable debido a que un nivel de servicio de este tipo se caracteriza por la sobresaturación, de decir, que las tasas de flujo de llegada superan a las tasas de salida, por lo cual la capacidad de la intersección se ve comprometida.

Fuente: Manual HCM-2010

Tabla 2 Rango de los niveles de servicio para flujos en intersecciones con semáforo

Nivel de servicio	Demora en segundos
A	Se refiere a los accesos cuya demora promedio es de menos de 10 s por vehículo
B	Son demoras entre los 10 y 20 segundos por vehículo
C	Es propio de accesos con demoras entre los 20 y 35 segundos por vehículo
D	Cuenta con demoras que oscilan entre los 35 y 55 segundos por vehículo
E	Cuenta con demoras que oscilan entre los 55 y 80 segundos por vehículo
F	Describe el nivel de operación para el cual la demora por vehículo es mayor a los 80 segundos en intersecciones semaforizadas

Fuente: Manual HCM-2010

1.4.8 Par vial. La Red Vial Nacional está dividida en dos grandes grupos: rutas nacionales y rutas cantonales. Las primeras son administradas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y sus órganos adscritos; mientras que a las segundas las administra cada municipio según su jurisdicción territorial.

Las rutas nacionales, a su vez, están divididas en: primarias, secundarias, terciarias y de travesía. El reglamento sobre Clasificación Funcional Caminos Públicos (Decreto Ejecutivo T-13041, del 20 de octubre de 1981) define los tres primeros tipos de rutas nacionales así:

Rutas nacionales primarias: son aquellas “cuya función principal sea la de permitir el tránsito de vehículos automotores y, en menor proporción, el acceso a las propiedades aledañas”. Estas ofrecen la opción de viajes de larga distancia, conectando los principales aeropuertos, puertos, capitales de provincia y fronteras del país.

Rutas nacionales secundarias: estas rutas tienen como función “la de permitir el tránsito de vehículos automotores, como la de suministrar acceso a las propiedades aledañas”. Conectan centros de población, producción o turismo importantes que no están servidos por las rutas nacionales primarias.

Rutas nacionales terciarias: Conectan rutas primarias o secundarias, así como distritos importantes, convirtiéndose en las principales rutas intrarregionales. Su función de suministrar acceso a las propiedades aledañas es más importante que la de permitir el tránsito expedito de vehículos.

Con relación a las rutas de travesía, en la Ley 7798 “Creación del Consejo Nacional de Vialidad” se indica que son “el conjunto de carreteras públicas nacionales que atraviesan el cuadrante de un área urbana o de calles que unen dos secciones de carretera nacional en el área referida, de conformidad con el artículo 3 de la Ley General de Caminos”, sin indicar cómo se definen o qué características deben cumplir.

Existen tres motivos principales por los que es conveniente cambiar la administración de una vía pública de local a nacional.

Duplicidad: Se considera el principal motivo para realizar este cambio. La conectividad se refiere a la conveniencia para el país de que dos zonas estén conectadas de manera terrestre de manera que si existe alguna situación con la ruta nacional que las une siempre exista otra ruta con características similares que mantenga esta conexión.

Alternabilidad: Se trata de ofrecer al conductor una ruta alterna que facilite la movilidad entre dos puntos de interés para la Administración. La razón principal es el alto tiempo de viaje que se presenta en la ruta nacional debido a congestiónamiento y se busca proveer al usuario de una ruta más expedita entre estos dos puntos, de manera que funcione para distribuir los viajes y se mejore el funcionamiento de la principal.

Conectividad: Es común que, en cuadrantes de ciudades, para facilitar la movilidad y mejorar la seguridad vial, se establezcan calles con un único sentido de vía. Cuando esto sucede con rutas nacionales, es conveniente ofrecer al usuario una vía en el sentido contrario que mantenga condiciones similares a la nacional, por lo que se declara como ruta de travesía el conjunto de calles locales que brinden el sentido opuesto a la ruta nacional que tiene un único sentido de circulación.

Adicionalmente, se han presentado en la administración pública varios fenómenos que afectan la adecuada intervención de las carreteras para cumplir con un fin único, y se refiere al hecho de que existen carreteras paralelas donde una de ellas es de administración del MOPT y otra es municipal, de manera que cuando se requieren desarrollar estrategias de movilidad con el fin de reducir distancias

de desplazamiento, tiempos de viaje, entre otras, la intervención es ineficiente, puesto que los presupuestos y planificación de obras son ejecutadas por instituciones distintas, de manera que el modelo de par vial implica que se toman estas dos carreteras paralelas y cada una de ellas cambia a un solo sentido de circulación contrarios entre sí, y de esta forma funcionan como una sola carretera de dos sentidos, de manera que incluso el derecho de vía de cada una de ellas aporta para constituirse en uno solo.

Esto a su vez, permite contribuir con las mejoras en la vialidad en la zona de estudio, ya que un par vial no será implementado a menos de que mediante el análisis técnico se demuestre que los resultados de nivel de servicio y demoras, así como conflictos por estacionamiento, radios de giro, y paso de vehículos pesados mejoran sustancialmente al compararlo con la situación actual.

1.5 Limitaciones

- Los datos referentes al flujo vehicular de los distintos periodos de hora pico del día, fueron obtenidos a partir de conteos vehiculares manuales, los cuales, a pesar de ser estadísticamente representativos, pueden contener un porcentaje de error asociado a la naturaleza humana.
- Se analizarán primordialmente las intersecciones con mayor flujo vehicular y en horas pico según los resultados de conteos vehiculares efectuados y las zonas de mayor afluencia comercial.
- A pesar de las invitaciones realizadas por la Municipalidad de Pococí al Consejo de Transporte Público (CTP) para ser parte de la mesa de trabajo para el reordenamiento vial de Guápiles (ver anexo 1), no se contó con la participación de dicho consejo.

1.6 Metodología

Para desarrollar un estudio técnico de reordenamiento vial es necesario llevar a cabo un proceso el cual contempla varias etapas, las cuales se describen a continuación:

- a) Definir las características viales de la zona en estudio, esto mediante inspecciones de campo, tomando en cuenta levantamientos físicos, áreas de estacionamiento, señalamiento vial existente y condiciones geométricas de los puntos de conflicto.
- b) Establecer puntos representativos para analizar los aforos vehiculares de manera que refleje la realidad del flujo vehicular en los sectores de estudio, en las horas de mayor tránsito vehicular.
- c) Realizar conteos vehiculares en los puntos previamente definidos durante la visita de campo durante los horarios de mayor demanda vehicular.

Los conteos se realizaron durante los siguientes horarios:

Tabla 3 Horarios de conteos

Horario	Periodo
Mañana	6:00 - 8:30
Medio día	11:00 - 13:30
Tarde	16:00 - 18:30

Con los volúmenes vehiculares obtenidos se podrá conocer la composición y la dirección de los flujos vehiculares, durante las horas de la mañana, medio día y tarde en los diferentes sectores analizados.

- d) Para realizar el análisis de la situación actual y las diferentes propuestas se utilizó el programa de cómputo SYNCHRO 11, el cual es alimentado con la información recolectada en campo y de esta forma brinda cuantitativamente y cualitativamente las características de la red vial.

Este modelo proporciona para cada intersección los valores que determinan los niveles de servicio, los cuales miden cualitativamente, las condiciones de operación dentro de un sistema de tránsito y cómo los conductores perciben estas condiciones al utilizar una intersección o la red vial.

- e) Elaboración de un informe técnico donde se expongan la propuesta de mejoramiento necesaria de las actuales vías de la red vial del casco central de la ciudad de Guápiles.

1.7 Aspectos generales

Como parte de las programaciones de los trabajos para llevar a cabo el análisis del reordenamiento vial en el casco central del distrito de Guápiles, se realizó una serie de reuniones con el Concejo Municipal de Guápiles (ver anexo 2), donde se trataron los temas de interés por parte del concejo municipal y fuerzas vivas de la comunidad. Entre las solicitudes realizadas por el concejo municipal se encuentran las siguientes.

- Reordenamiento vial en el sector conocido como La Cachera.
- Establecer zonas de carga y descarga sobre la Ruta Nacional N° 149, en el tramo entre el Instituto Nacional de Seguros (INS) y el Banco Popular.
- La revisión de los tiempos de todos los semáforos ubicados en el casco central de Guápiles.
- Analizar soluciones al funcionamiento de las intersecciones cercanas al Cementerio de Guápiles.

1.8 Fundamentación jurídica

El sustento legal para el presente estudio se basa en los establecido en la ley y manuales de diseño mencionados a continuación:

- Ley N° 6324 “Ley de administración vial”
- Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, SIECA 2014
- Manual Centroamericano de Diseño Geométrico, SIECA 2011

2. Desarrollo

La zona de estudio se encuentra en la provincia de Limón, cantón de Pococí, específicamente en el centro del distrito de Guápiles. En la siguiente figura se muestra encerrado en el rectángulo rojo la zona de estudio mediante el programa Google Earth.

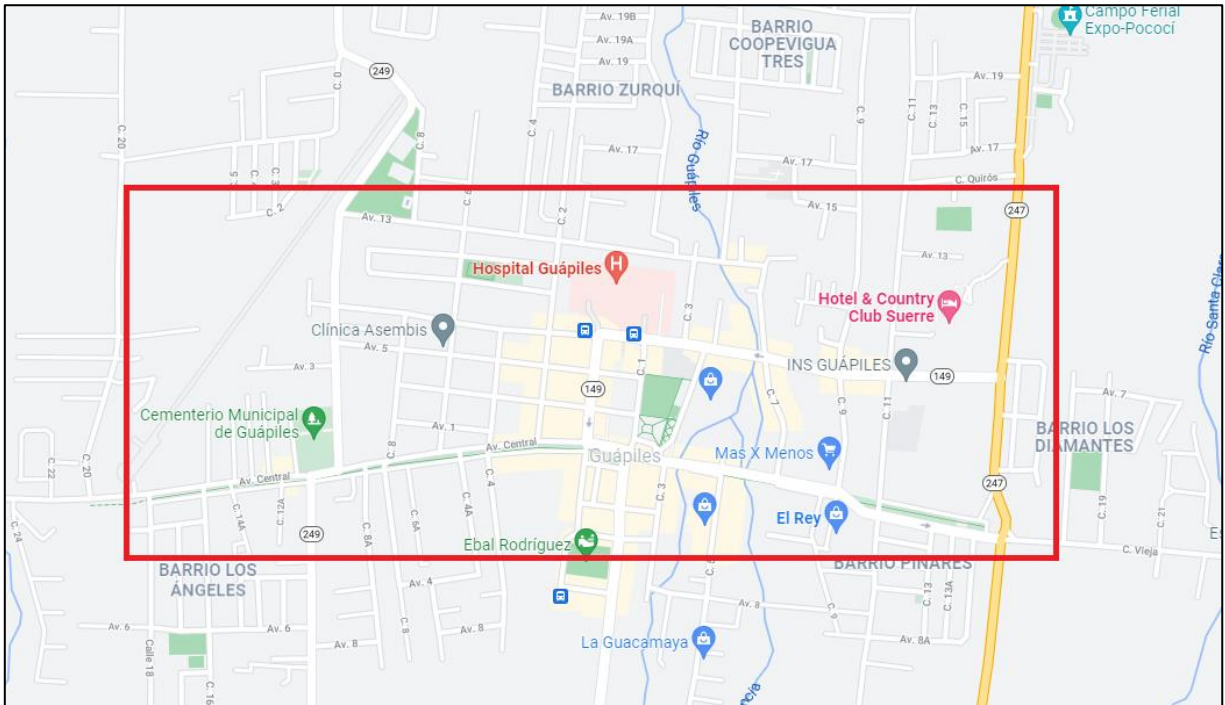


Figura 1 Delimitación aproximada de la zona de estudio

2.1 Características viales de la zona en estudio

En las figuras 2 y 3 se muestran las diferentes calles y avenidas que componen la red vial de Guápiles y que se analizarán en el presente estudio, así como el sentido vehicular de las mismas, respectivamente.

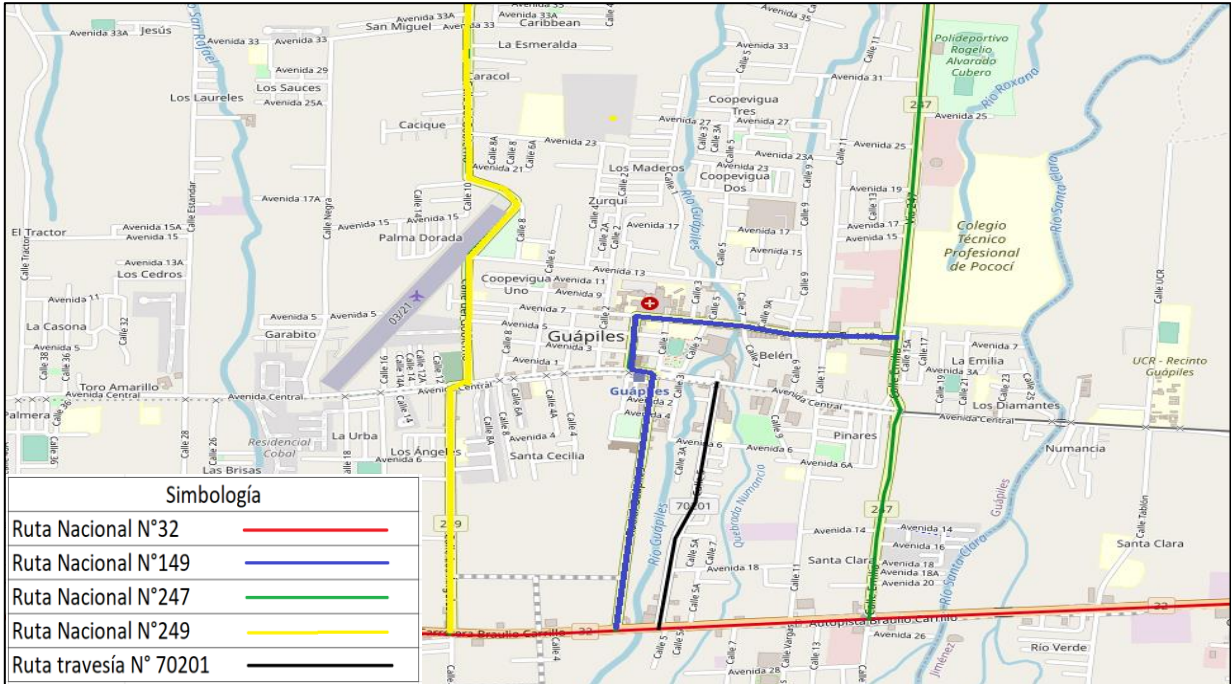


Figura 2 Rutas Nacionales ciudad de Guápiles

Fuente: Geoportal MOPT

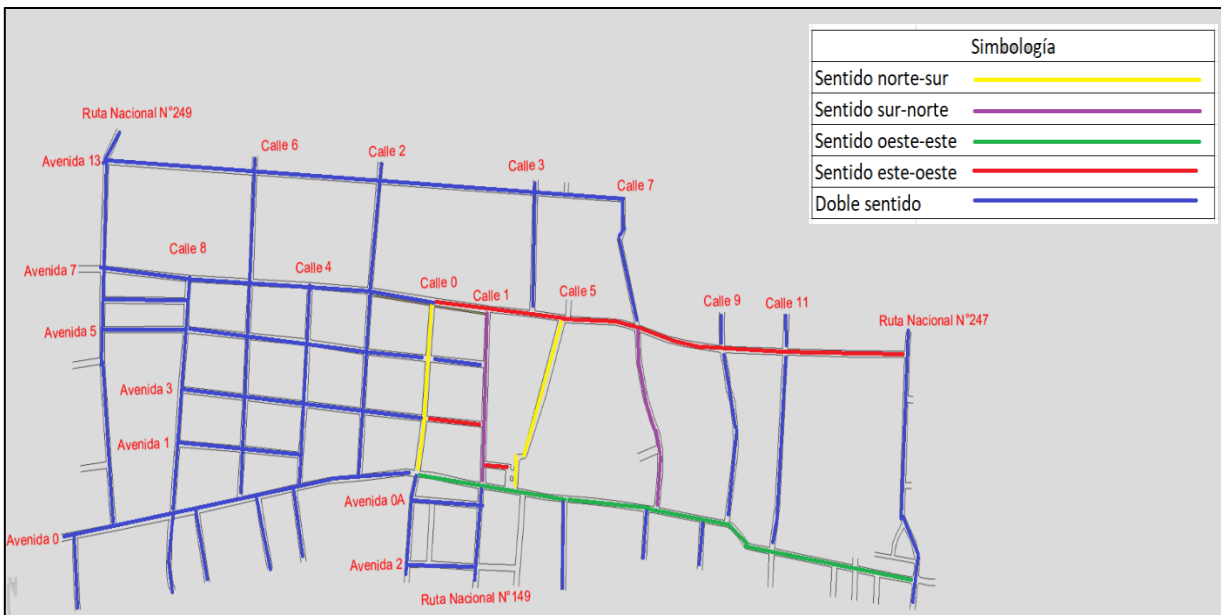


Figura 3 Nombre de las calles, avenidas y sentidos vehiculares del casco central de Guápiles

Actualmente, como se observa en la figura 3, en el casco central de la ciudad de Guápiles, se cuenta con un sistema de pares viales en funcionamiento (un sistema en las avenidas y otro sistema para las calles), los cuales se muestran por separado en las siguientes figuras para una mejor visualización.

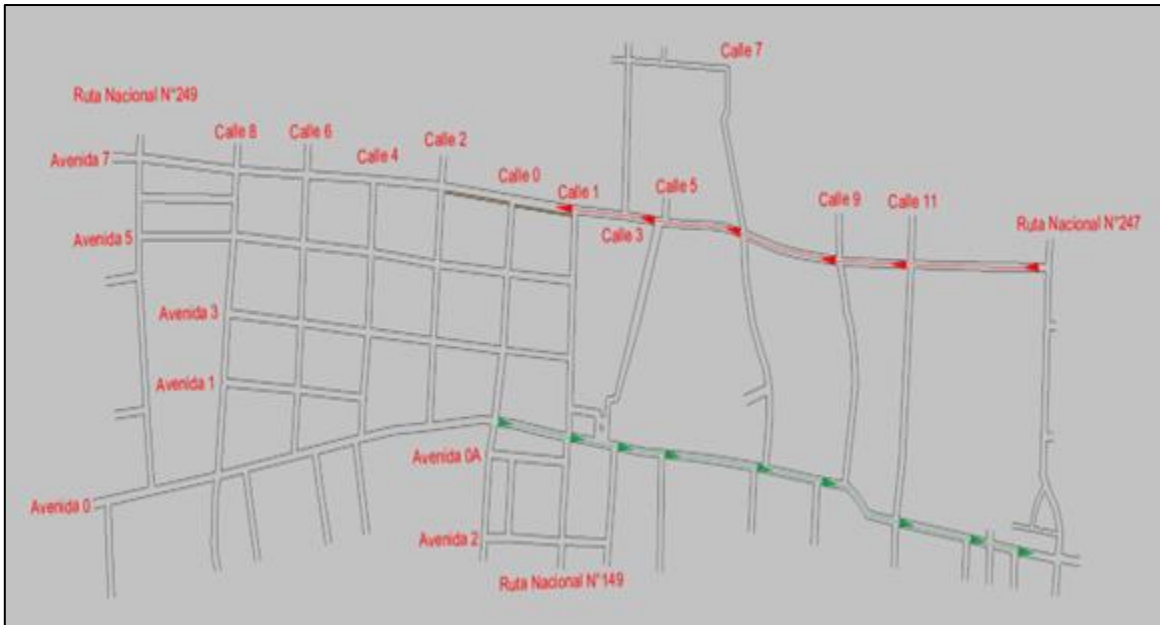


Figura 4 Sistema de pares viales en funcionamiento entre las avenidas



Figura 5 Sistema de pares viales en funcionamiento entre las calles

A continuación, se describen el trayecto de las calles y avenidas que conforman la red vial del casco central del distrito de Guápiles, así como el estado de la carpeta asfáltica, el señalamiento vial que las conforma y las aceras peatonales.

2.1.1 Avenida 7 (Tramo Ruta Nacional N° 149). Esta vía comunica la Ruta Nacional N° 247 con el Hospital de Guápiles al oeste de la ciudad. En la siguiente figura se muestra el trayecto de la ruta analizado en color rojo.

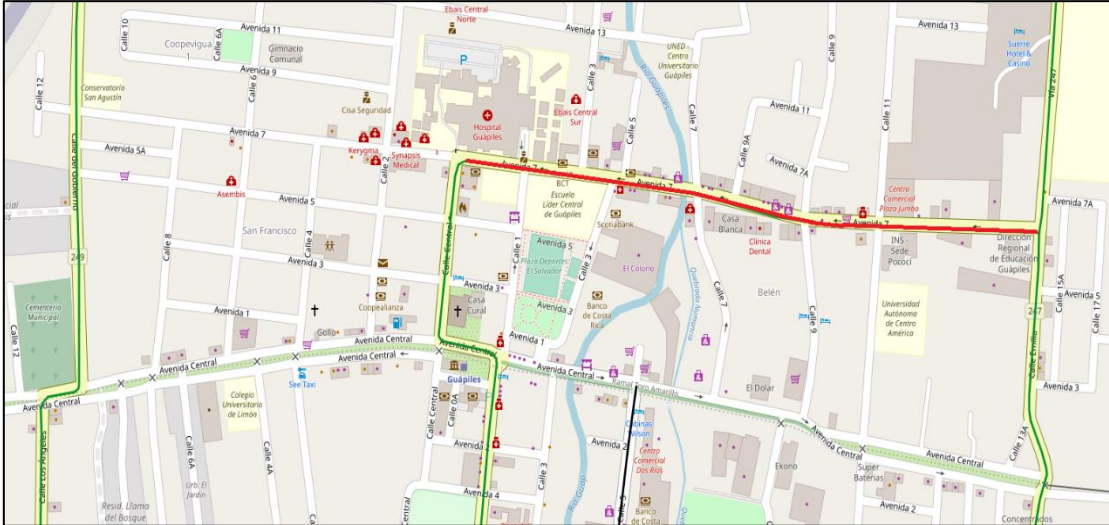


Figura 6 Tramo analizado de avenida 7 (Ruta Nacional N° 149)

Esta vía cuenta con sentido vehicular este- oeste en todos los tramos que la componen, y tiene un ancho promedio de 8,8 metros de calzada. La carpeta asfáltica se encuentra en buenas condiciones, donde no se evidencia presencia de materiales gruesos expuestos o agrietamiento. Con respecto al señalamiento vial, la vía cuenta con demarcación de líneas de carril las cuales se encuentran borrosas en algunos sectores, se cuenta con captaluces en todos los tramos y señalamiento vertical incompleto y de estado variable. En ambos márgenes de la vía se cuenta con aceras peatonales con un ancho que oscila entre 0,8 y 1,8 metros con una superficie en buen estado donde no se evidencian agrietamientos.

En las siguientes figuras se muestran las condiciones de la vía en sus diferentes trayectos.



Señalamiento vertical en mal estado

Figura 7 Avenida 7 tramo Ruta Nacional N° 247 - Instituto Nacional de Seguros



Falta de señalamiento vertical que indique prohibición de estacionar

Figura 8 Avenida 7 tramo calle 9 - calle 7



Parada de taxis ubicada en el costado de la vía incorrecto

Figura 9 Avenida 7 tramo calle 3 - Calle central

2.1.2 Avenida 7 (Tramo ruta cantonal). Esta vía comunica la Ruta Nacional N° 149 al este con la Ruta Nacional N° 249 al oeste de la ciudad. En la siguiente figura se muestra el trayecto de la ruta analizado en color rojo.

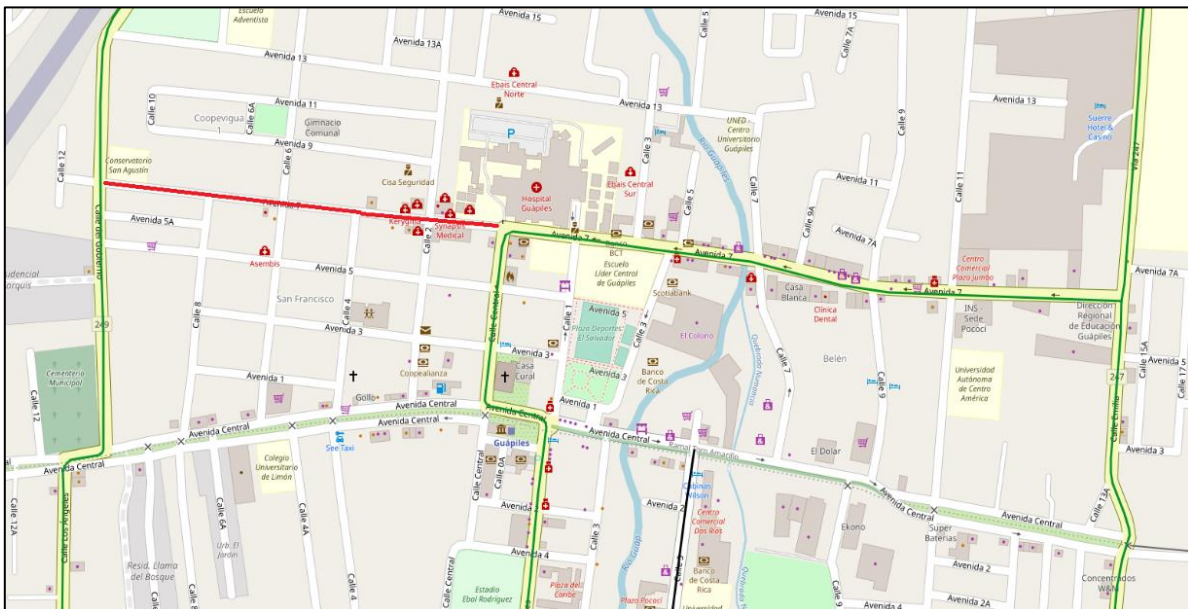


Figura 10 Tramo analizado de avenida 7 (ruta cantonal)

Esta vía cuenta con doble sentido vehicular en todos los tramos que la componen y tiene un ancho promedio de 8,8 metros de calzada. En la carpeta asfáltica no se evidencia presencia de materiales gruesos expuestos o agrietamiento. Con respecto al señalamiento horizontal la vía cuenta con demarcación de líneas de carril en un estado borroso y no se cuenta con la presencia de captaluces. El señalamiento vertical se encuentra incompleto, donde se evidencia la presencia de señales de ALTO en los accesos correspondientes.

En el tramo entre Calle 8 y la Ruta Nacional N° 249 no se cuenta con aceras peatonales, sin embargo, en el resto de los tramos se cuenta con aceras peatonales en ambos márgenes de la vía, con un ancho que oscila entre 0,8 y 1,8 metros, y el estado de su superficie varía según el sector.

En las siguientes figuras se muestran las condiciones de la vía en sus diferentes trayectos.



Carpeta asfáltica
sin presencia de
agrietamientos

Figura 11 Avenida 7 tramo Ruta Nacional N° 149 – calle 4



Falta de aceras peatonales

Figura 12 Avenida 7 tramo calle 8 - Ruta Nacional N° 249

2.1.3 Avenida 5. Esta vía comunica el parque de la comunidad al este con la Ruta Nacional N° 249 al oeste de la ciudad. En la siguiente figura se muestra el trayecto de la ruta analizado en color rojo.

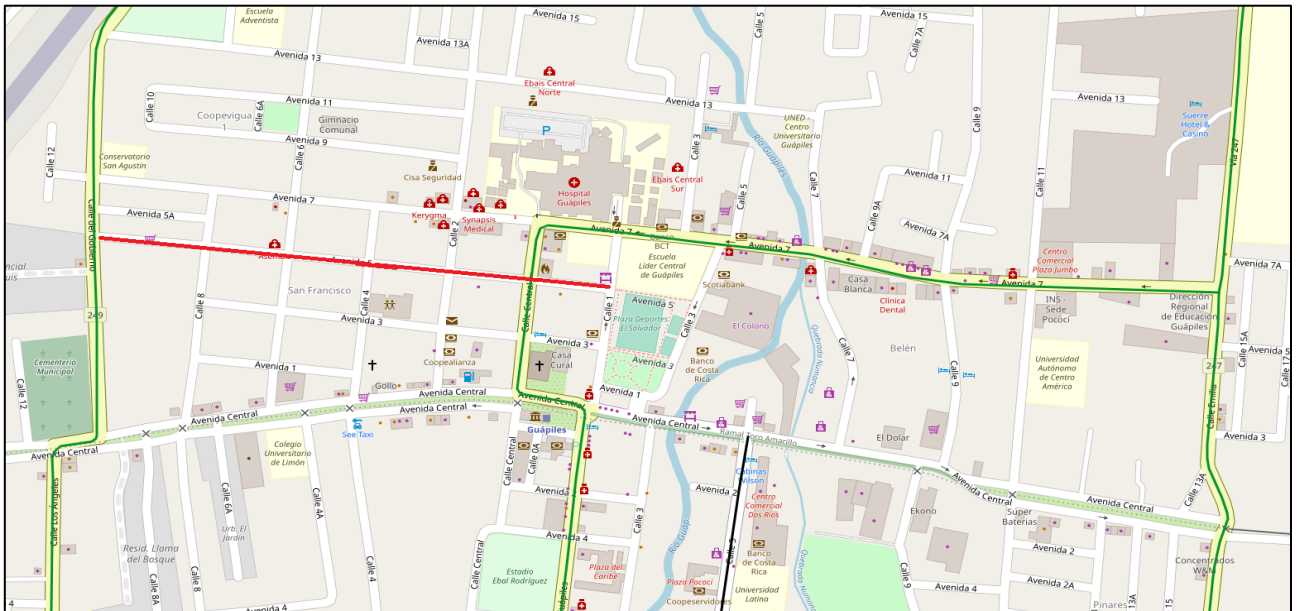


Figura 13 Tramo analizado de avenida 5

Esta vía cuenta con doble sentido vehicular en todos los tramos que la componen y tiene un ancho promedio de 9,4 metros de calzada. La carpeta asfáltica se encuentra en buenas condiciones donde no se evidencia exposición de materiales gruesos o agrietamiento. Con respecto al señalamiento horizontal la vía cuenta con demarcación de líneas de carril que se notan borrosas y no se cuenta con captaluces. El señalamiento vertical se encuentra incompleto, y únicamente se evidencia la presencia de ALTO en los entronques.

En ambos márgenes de la vía se cuenta con aceras peatonales con un ancho que oscila entre 1 y 2 metros y una superficie en buen estado donde no se evidencian agrietamientos.

En las siguientes figuras se muestra las condiciones de la vía en sus diferentes trayectos.



Falta de señalamiento que indique la prohibición de estacionamiento en ambos márgenes de la vía

Figura 14 Avenida 5 tramo calle 8 - calle 6



Señalamiento horizontal borrosos

Figura 15 Avenida 5 tramo calle 2 - calle 0



Señalamiento horizontal borrosos

Figura 16 Avenida 5 tramo calle 0 - calle 1

2.1.4 Avenida 3. Esta vía comunica el parque de la comunidad al este con calle 8 al oeste de la ciudad. En la siguiente figura se muestra el trayecto de la ruta analizado en color rojo.

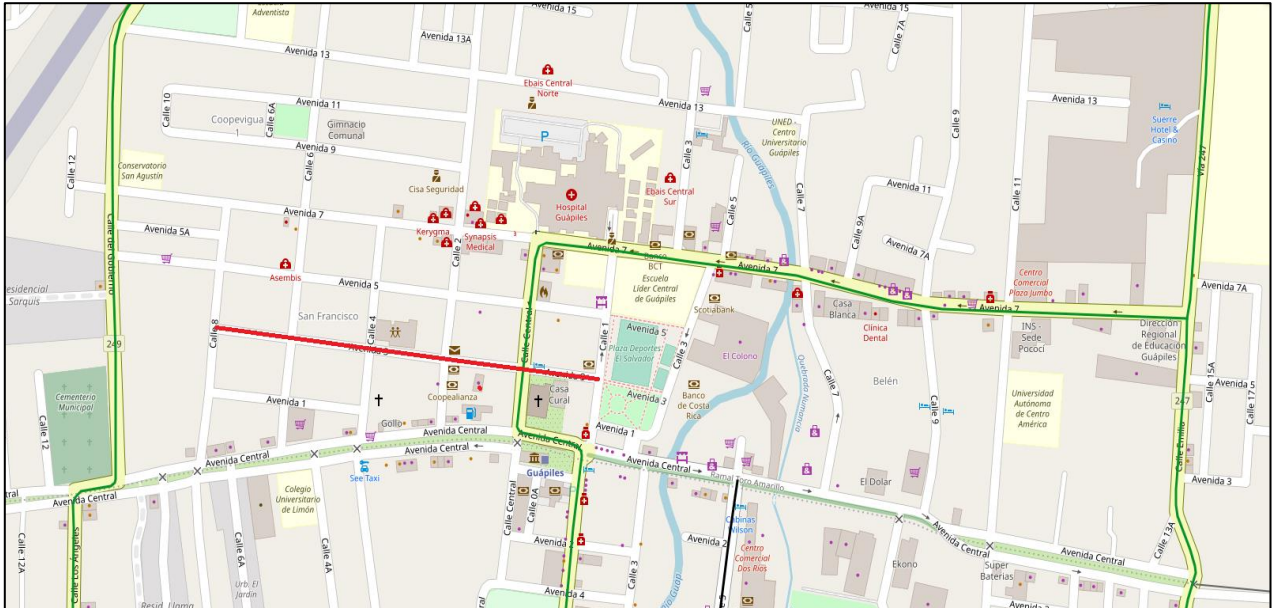


Figura 17 Tramo analizado de avenida 3

Esta vía cuenta con doble sentido vehicular en todos los tramos que la componen y tiene un ancho promedio de 10,6 metros de calzada. La carpeta asfáltica se encuentra en buenas condiciones donde no se evidencia presencia de materiales gruesos expuestos o agrietamiento. Con respecto al señalamiento horizontal la vía cuenta con demarcación de líneas de carril visiblemente borrosas.

Con respecto al señalamiento vertical este se encuentra incompleto, y únicamente se cuenta con señales de ALTO en los entronques.

Con excepción del tramo entre Calle 4 – Calle 6, se cuenta con aceras peatonales en ambos márgenes, se cuenta con aceras peatonales con un ancho que oscila entre 0,8 y 2 metros, con una superficie en buen estado donde no se evidencian agrietamientos.

En las siguientes figuras se muestra las condiciones de la vía en sus diferentes trayectos.



Señalamiento horizontal borroso

Figura 18 Avenida 3 tramo calle 0 - calle 2



Demarcación confusa de espacios para feria del agricultor

Figura 19 Avenida 3 tramo calle 2 - calle 4



Ausencia de
aceras
peatonales

Figura 20 Avenida 3 tramo calle 4 - calle 6

2.1.5 Avenida 0. Esta vía comunica la Ruta Nacional N° 249 al oeste de la ciudad con la Ruta Nacional N° 247 al este. En la siguiente figura se muestra el trayecto de la ruta analizado en color rojo.

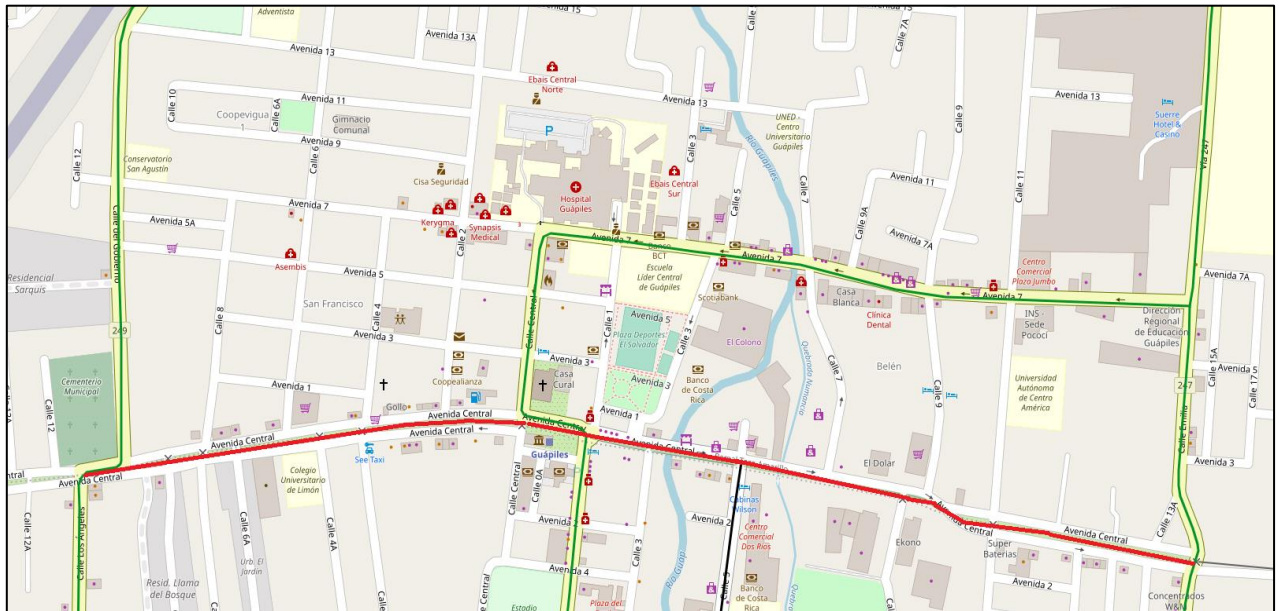


Figura 21 Tramo analizado de avenida 0

Esta vía cuenta con diferentes sentidos de circulación vehicular según como se describe a continuación:

- Entre la Ruta Nacional N° 249 y calle 0 se cuenta con 2 carriles de circulación, 1 por sentido vehicular.
- Entre calle 0 y la Ruta Nacional N° 247, se cuenta con 2 carriles de circulación, ambos en sentido oeste - este.

La vía tiene un ancho promedio de 10 metros de calzada y un sobreecho de 4 metros en el margen sur de la vía. En la carpeta asfáltica no se evidencia presencia de materiales gruesos o agrietamientos. Con respecto al señalamiento horizontal la vía cuenta con demarcación de líneas de carril que en algunos sectores están borradas en su totalidad y únicamente se cuenta con captaluces en los tramos entre Calle 0 y la Ruta Nacional N° 247.

El señalamiento vertical se encuentra incompleto y únicamente se observa la presencia de señales de ALTO en los entronques. En ambos márgenes de la vía se cuenta con aceras peatonales con un ancho que oscila entre 0,8 y 2 metros y una superficie en buen estado donde no se evidencian agrietamientos.

En las siguientes figuras se muestra las condiciones de la vía en sus diferentes trayectos.



Ausencia de
señalamiento
horizontal

Figura 22 Avenida 0 tramo Ruta Nacional N° 249 - calle 8



Acera peatonal
en buen estado

Figura 23 Avenida 0 tramo calle 6 - calle 4



Ausencia de
señalamiento
horizontal

Figura 24 Avenida 0 tramo calle 4 - calle 2



Acera peatonal
en buen estado

Figura 25 Avenida 0 tramo calle 1- calle 3



Señalamiento horizontal y captaluz

Figura 26 Avenida 0 tramo calle 7- calle 9



Sobre ancho utilizado para el estacionamiento

Figura 27 Avenida 0 tramo calle 11- Ruta Nacional N° 247

2.1.6 Calle 3. Esta vía comunica la Ruta Nacional N° 149 al norte de la ciudad con avenida 0 al sur. En la siguiente figura se muestra el trayecto de la ruta analizado en color rojo.

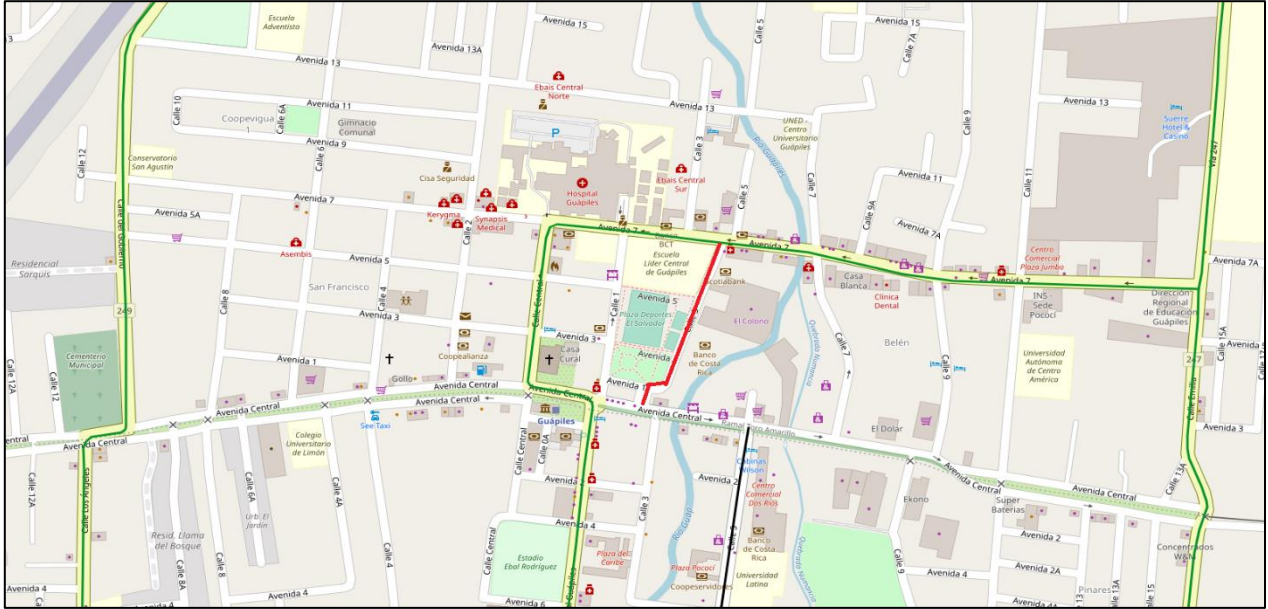


Figura 28 Tramo analizado calle 3

Esta vía cuenta únicamente con sentido vehicular de norte a sur en todos los tramos que la componen y tiene un ancho promedio de 11 metros de calzada, la carpeta asfáltica se encuentra en buenas condiciones donde no se evidencia presencia de materiales gruesos o agrietamientos. Con respecto al señalamiento horizontal la vía cuenta con demarcación de líneas de carril borradas prácticamente en su totalidad y no se cuenta con captaluces. El señalamiento vertical se encuentra incompleto únicamente se cuenta con señales de ALTO en los entronques.

En ambos márgenes de la vía se cuenta con aceras peatonales con un ancho que oscila entre 0,8 y 1,7 metros con una superficie en buen estado donde no se evidencia agrietamiento.

En las siguientes figuras se muestra las condiciones de la vía en sus diferentes trayectos.



Ausencia de señalamiento horizontal

Figura 29 Calle 3 tramo frente la Escuela Central de Guápiles



Aceras peatonales en buen estado

Figura 30 Calle 3 tramo frente al parque de la comunidad

2.1.7 Calle 1. Esta vía comunica avenida 0 al norte con la Ruta Nacional N° 149 al sur en las inmediaciones de la Escuela Central de Guápiles. En la siguiente figura se muestra el trayecto de la ruta analizado en color rojo.



Ausencia de señalamiento horizontal

Figura 32 Calle 1 tramo frente al parque de la comunidad



Señalización escolar prácticamente borrada en su totalidad

Figura 33 Calle 1 tramo frente la Escuela Central de Guápiles

2.1.8 Calle 0 (Ruta Nacional N° 149). Esta vía comunica al sur con la Ruta Nacional N° 149 en las inmediaciones del Hospital de Guápiles y al norte con avenida 0 en las inmediaciones de la iglesia católica. En la siguiente figura se muestra el trayecto de la ruta analizado en color rojo.

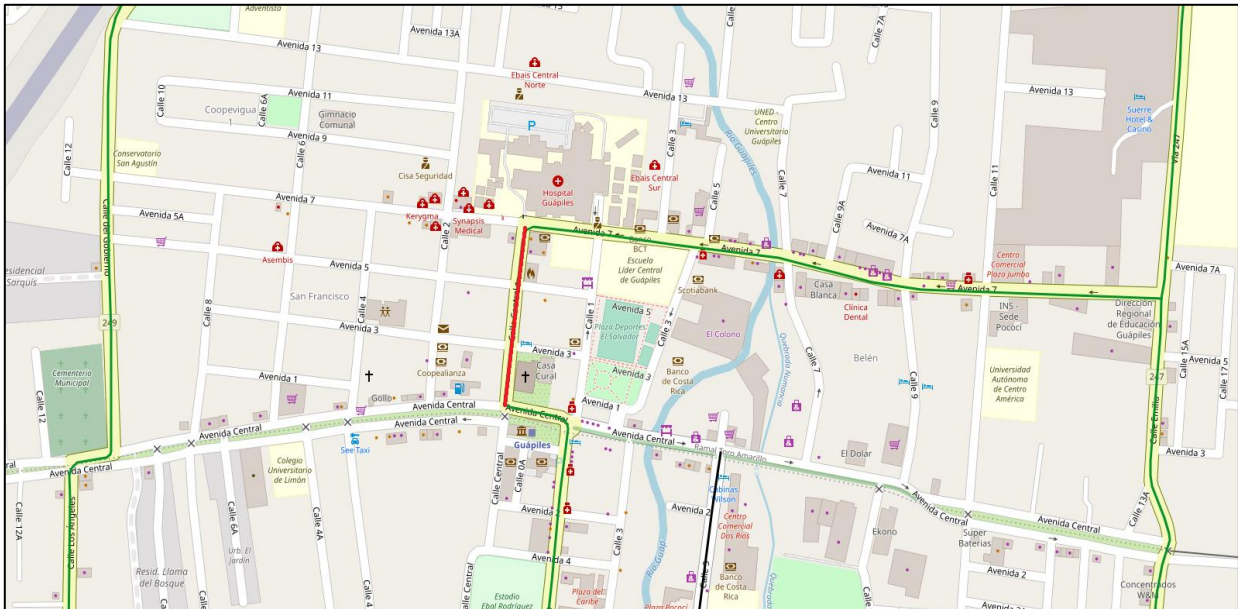


Figura 34 Tramo analizado calle 0

Esta vía cuenta únicamente con sentido vehicular de norte a sur en todos los tramos que la componen y tiene un ancho promedio de 9,8 metros de calzada. La carpeta asfáltica se encuentra en buenas condiciones donde no se evidencia presencia de materiales gruesos o agrietamiento. Con respecto al señalamiento horizontal la vía cuenta con demarcación de líneas de carril parcialmente borradas y se cuenta con captaluces. El señalamiento vertical se encuentra incompleto presentando únicamente señales de ALTO en los entronques.

En ambos márgenes de la vía se cuenta con aceras peatonales con un ancho que oscila entre 1 y 2 metros con una superficie en buen estado donde no se evidencian agrietamientos.

En las siguientes figuras se muestra las condiciones de la vía en sus diferentes trayectos.



Aceras peatonales en buen estado

Figura 35 Calle 0 tramo avenida 7 - avenida 5



Falta de señalamiento vertical que indique la prohibición de estacionamiento en ambos márgenes de la vía

Figura 36 Calle 0 tramo avenida 5 - avenida 3



Líneas de carril parcialmente borradas

Figura 37 Calle 0 tramo avenida 3 - avenida 0

2.1.9 Calle 2. Esta vía comunica al sur con avenida 7 y al norte con avenida 0. En la siguiente figura se muestra el trayecto de la ruta analizado en color rojo.

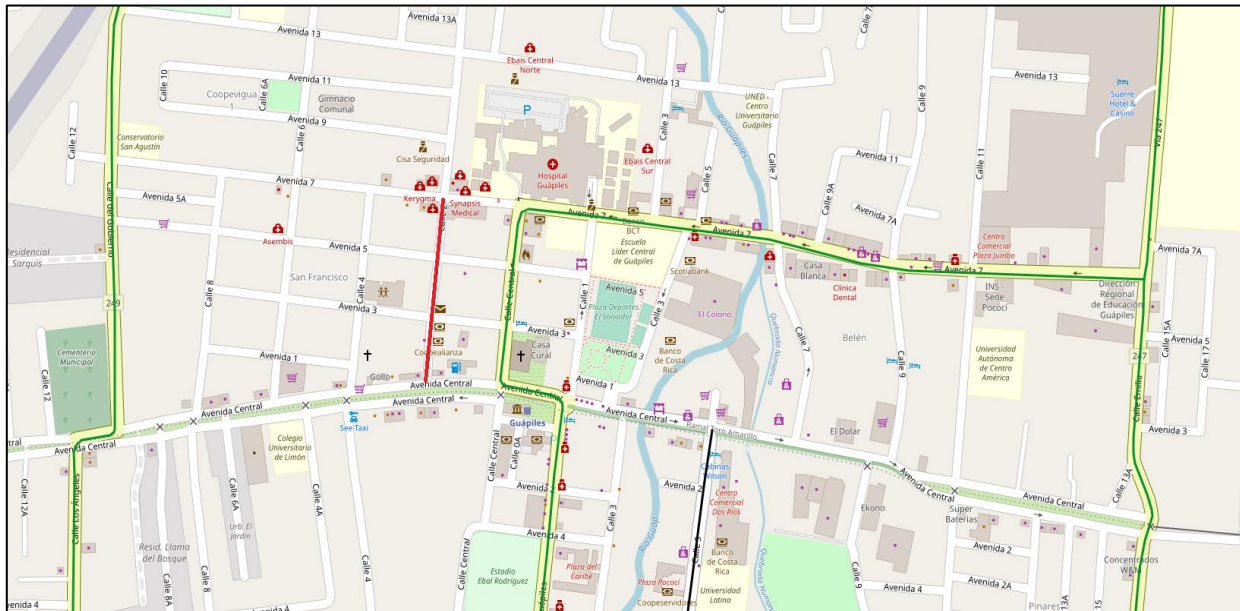


Figura 38 Tramo analizado calle 2

Esta vía cuenta doble sentido vehicular en todos los tramos que la componen y tiene un ancho promedio de 10,5 metros de calzada. La carpeta asfáltica se encuentra en buenas condiciones donde no se evidencia presencia de materiales gruesos o agrietamientos. Con respecto al señalamiento horizontal la vía cuenta con demarcación de líneas de carril borrosas y no se cuenta con captaluces. El señalamiento vertical se encuentra incompleto y únicamente se cuenta con señales de ALTO en los entronques.

En ambos márgenes de la vía se cuenta con aceras peatonales con un ancho que oscila entre 0,8 y 2 metros con una superficie en buen estado donde no se evidencia agrietamiento.

En las siguientes figuras se muestra las condiciones de la vía en sus diferentes trayectos.

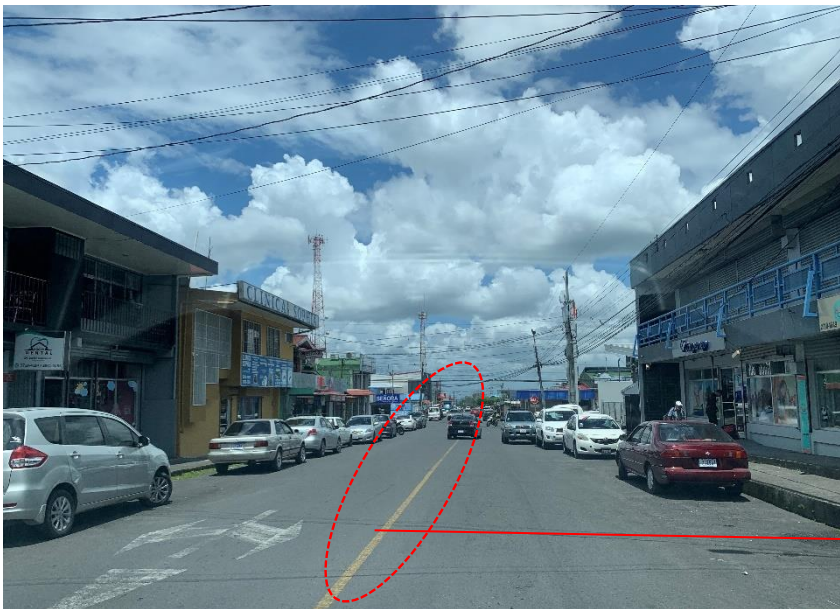


Figura 39 Calle 2 tramo avenida 0 - avenida 3



Demarcación espacios feria del agricultor

Figura 40 Calle 2 tramo avenida 3 - avenida 5



Señalamiento horizontal parcialmente borrado

Figura 41 Calle 2 tramo avenida 5 - avenida 7

2.1.10 Sector La Cachera. Este sector se encuentra sobre calle 7 y avenida 13, permite el acceso a 2 puntos importantes de reunión pública con lo son la farmacia regional de la Caja Costarricense de Seguro Social y la Universidad Estatal a Distancia (UNED). En la siguiente figura se muestra el trayecto de la ruta analizado en color rojo.

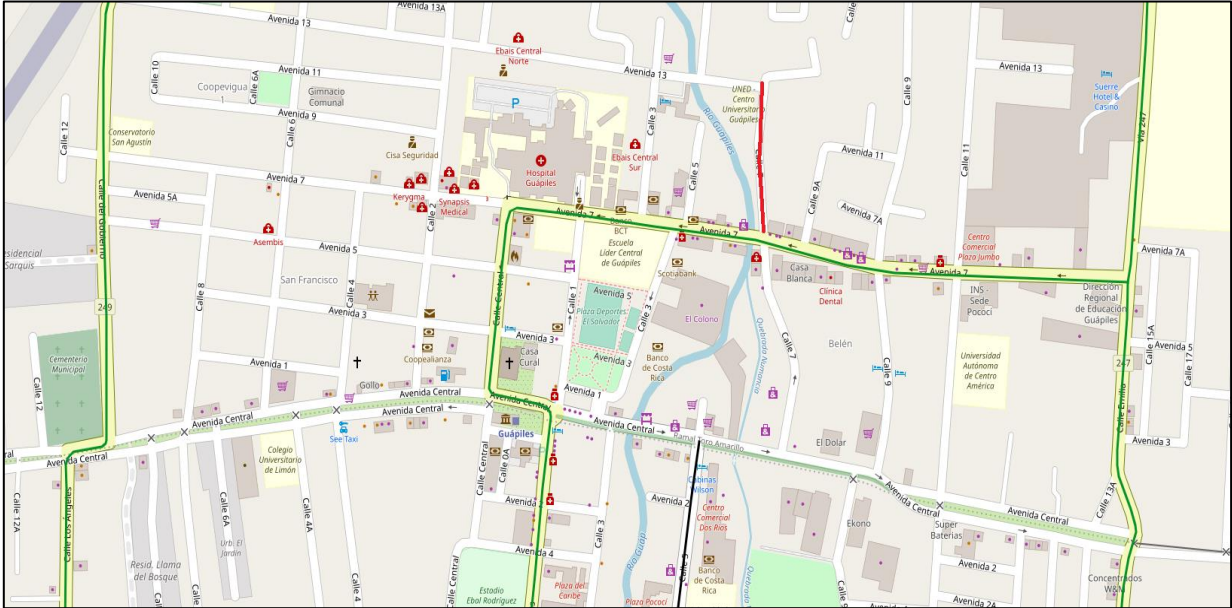


Figura 42 Sector La Cachera

Esta vía cuenta con doble sentido vehicular y tiene un ancho promedio de 4,8 metros de calzada; sin embargo, cuenta con un estrechamiento importante en las inmediaciones de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) con un ancho aproximado de 3,8 metros, por lo cual, el paso de los vehículos se encuentra regulado por una señal de CEDA; sin embargo, debido a las condiciones geométricas de la zona, no se cuenta con visibilidad para que los conductores puedan determinar si se aproximan otros vehículos desde el otro extremo del tramo.

La carpeta asfáltica se encuentra en regulares condiciones donde se evidencia presencia de materiales gruesos o agrietamientos. Con respecto al señalamiento horizontal la vía no cuenta con demarcación de líneas de carril y el señalamiento vertical se encuentra conformado por una señal de CEDA.

En las siguientes figuras se muestra las condiciones de la vía en sus diferentes trayectos.



Estrechamiento de la vía

Figura 43 Calle 7 sector estrechamiento sentido norte - sur



Señalización de CEDA horizontal y vertical

Figura 44 Calle 7 sector estrechamiento sentido sur - norte



Estacionamiento en los márgenes de la vía

Figura 45 Calle 7 sector inmediaciones sucursal Farmacia CCSS

2.2 Niveles de servicio actuales

Con base en las visitas de campo, los inventarios de centros de atracción pública y las solicitudes realizadas por la Municipalidad de Pococí, se seleccionaron las siguientes intersecciones para analizar, las cuales se marcan en la siguiente figura:

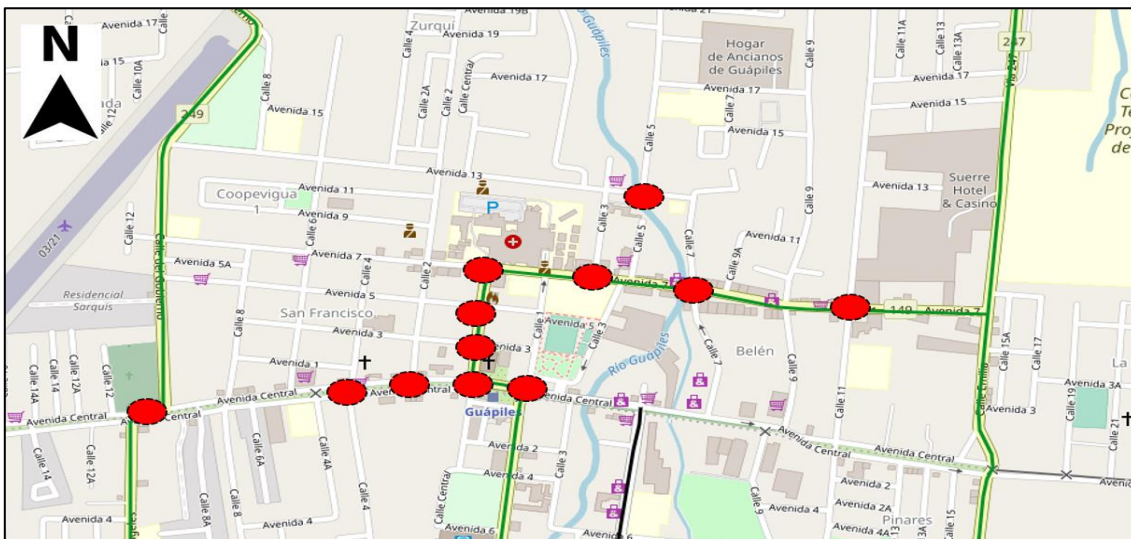


Figura 46 Puntos de conteos vehiculares

Los conteos en la zona de estudio en los periodos de la mañana, medio día y tarde se realizaron con personal de la DGIT, perteneciente a la Oficina Regional de Siquirres.

Es importante mencionar que se efectuaron conteos en distintas intersecciones de la red en análisis, pero se mostrarán y analizarán los resultados obtenidos en los puntos de mayor conflicto.

Una vez incluida toda la información en el programa de modelación, y obteniendo de él los valores de los niveles de servicio y los tiempos de demora en los diferentes accesos de las intersecciones analizadas, al identificar alguna intersección con tiempos de demora desfavorables que superen el nivel de servicio D, se procederá con la inclusión de mejoras en ese sector específico, dentro de las cuales podrían contemplarse: cambios de vías, cambio de prioridad de paso, inclusión de semáforos, mejoras en el señalamiento e inclusión de cordones amarillos; para ordenar la zona y permitir una mejor fluidez.

A continuación, se muestran y analizan los resultados en cada intersección en estudio.

2.2.1 Intersección calle 11 – avenida 7. Para esta intersección se obtuvieron los volúmenes vehiculares en cada uno de los accesos que conforman la intersección (este, sur y norte), para los periodos de mañana (AM), medio día (MD) y la tarde (PM). En la siguiente figura se muestra la configuración actual de la intersección.

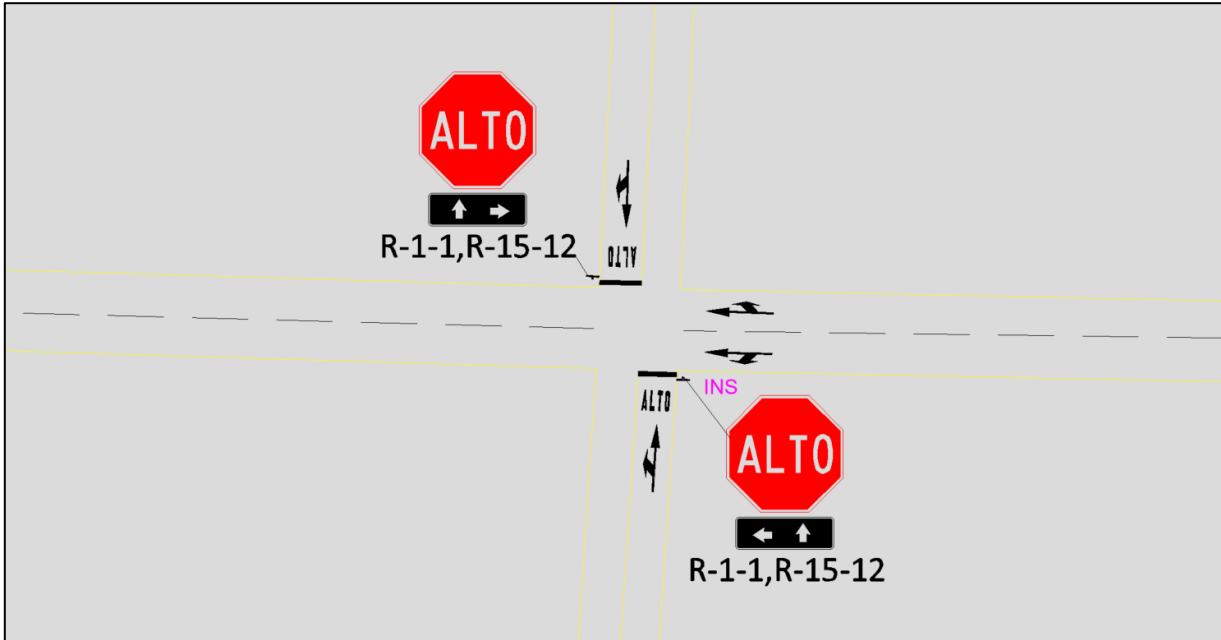


Figura 47 Configuración actual intersección calle 11 - avenida 7, coordenadas 10°12'55.56" N, 83°46'59.76" O.

En la siguiente tabla se detallan los volúmenes para dichas horas pico.

Tabla 4 Volúmenes vehiculares, intersección calle 11 – avenida 7

PARÁMETRO/PERIODO	ACCESO ESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular/AM	39	785	2	106	42	-	-	127	94
Volumen vehicular/MD	32	775	1	197	87	-	-	32	70
Volumen vehicular/PM	51	1009	14	157	114	-	-	39	59

Los resultados obtenidos en los tres periodos de conteos se incluyen en el programa de cómputo SYNCHRO 11, junto con la información general de la intersección analizada como lo es la cantidad de carriles, cantidad de accesos, movimientos permitidos en la intersección, dimensiones geométricas y prioridades de paso (Altos y cedas).

Una vez incluida la información en el programa, el mismo arroja los valores de los niveles de servicio y los tiempos de demora en los diferentes accesos de la intersección analizada, como se muestra a continuación.

Tabla 5 Niveles de servicio horario AM intersección calle 11 – avenida 7

PARÁMETRO	ACCESO ESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	39	785	2	106	42	-	-	127	94
Dispositivo de control				ALTO	ALTO			ALTO	ALTO
Demora por acceso (s)	0.2	0.4	0.0	30.0	30.0			18.6	18.6
Nivel de servicio del acceso	A	A	A	D	D			C	C
Demora de la intersección (s)	8.1								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 6 Niveles de servicio horario MD intersección calle 11 – avenida 7

PARÁMETRO	ACCESO ESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	32	775	1	197	87	-	-	32	70
Dispositivo de control				ALTO	ALTO			ALTO	ALTO
Demora por acceso (s)	0.2	0.4	0.0	33.9	33.9			11.5	11.5
Nivel de servicio del acceso	A	A	A	D	D			B	B
Demora de la intersección (s)	10.0								
Nivel de servicio de la intersección	B								

Tabla 7 Niveles de servicio horario PM intersección calle 11 – avenida 7

PARÁMETRO	ACCESO ESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	51	1009	14	157	114	-	-	39	59
Dispositivo de control				ALTO	ALTO			ALTO	ALTO
Demora por acceso (s)	0.4	0.6	0.0	91.1	91.1			14.4	14.4
Nivel de servicio del acceso	A	A	A	F	F			B	B
Demora de la intersección (s)	20.4								
Nivel de servicio de la intersección	C								

Como se muestra en las tablas anteriores, la intersección cuenta con niveles de servicio A, B y C para los periodos de la mañana, medio día y tarde respectivamente, dichos niveles de servicio se encuentran entre los rangos de buenos y aceptables para el presente estudio.

Con respecto a los accesos que compone la intersección, el acceso sur tiene niveles de servicio D para los periodos de la mañana y el medio día, y F para el periodo de la tarde; por lo tanto, al desarrollar mejoras en esta intersección, se debe prestar especial atención al acceso sur.

2.2.2 Intersección calle 7 – avenida 7. Para esta intersección se obtuvieron los volúmenes vehiculares en cada uno de los accesos que conforman la intersección (este, sur y norte), para los periodos de mañana (AM), medio día (MD) y la tarde (PM). En la siguiente figura se muestra la configuración actual de la intersección.

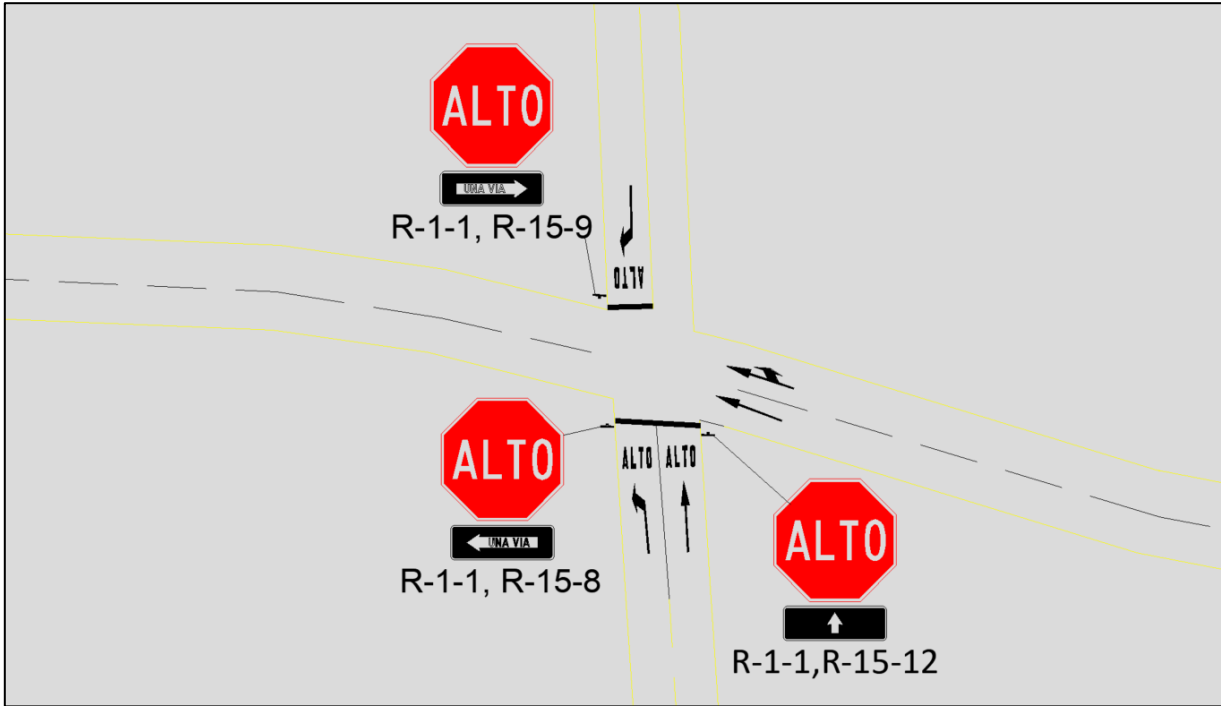


Figura 48 Configuración actual intersección calle 7 - avenida 7, coordenadas 10°12'56.65" N, 83°47'9.68" O.

En la siguiente tabla se detallan los volúmenes para dichas horas pico.

Tabla 8 Volúmenes vehiculares, intersección calle 7 – avenida 7

PARÁMETRO/PERIODO	ACCESO ESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular/AM	-	970	20	104	38	-	-	-	79
Volumen vehicular/MD	-	1100	35	227	78	-	-	-	81
Volumen vehicular/PM	-	1170	16	343	73	-	-	-	89

Una vez incluida la información en el programa, el mismo arroja los valores de los niveles de servicio y los tiempos de demora en los diferentes accesos de la intersección analizada, como se muestra a continuación.

Tabla 9 Niveles de servicio horario AM intersección calle 7 – avenida 7

PARÁMETRO	ACCESO ESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	970	20	104	38	-	-	-	79
Dispositivo de control				ALTO	ALTO				ALTO
Demora por acceso (s)		0.0	0.0	16.8	16.8				10.2
Nivel de servicio del acceso		A	A	C	C				B
Demora de la intersección (s)	2.7								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 10 Niveles de servicio horario MD intersección calle 7 – avenida 7

PARÁMETRO	ACCESO ESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	1100	35	227	78	-	-	-	81
Dispositivo de control				ALTO	ALTO				ALTO
Demora por acceso (s)		0.0	0.0	26.1	23.5				10.3
Nivel de servicio del acceso		A	A	D	C				B
Demora de la intersección (s)	5.8								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 11 Niveles de servicio horario PM intersección calle 7 – avenida 7

PARÁMETRO	ACCESO ESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	1170	16	343	73	-	-	-	89
Dispositivo de control				ALTO	ALTO				ALTO
Demora por acceso (s)		0.0	0.0	81.5	27.3				10.8
Nivel de servicio del acceso		A	A	F	D				B
Demora de la intersección (s)	17.0								
Nivel de servicio de la intersección	C								

Como se muestra en las tablas anteriores, la intersección cuenta con niveles de servicio A para los periodos de la mañana y medio día y C para el periodo de la tarde, dichos niveles de servicio se encuentran entre los rangos de buenos y aceptables para el presente estudio.

Con respecto a los accesos que compone la intersección, el acceso sur tiene nivel de servicio F específicamente para el viraje izquierdo en el periodo de la tarde, por lo tanto, al desarrollar mejoras en esta intersección, se debe prestar especial atención al acceso sur.

2.2.3 Intersección calle 0 – avenida 5. Para esta intersección se obtuvieron los volúmenes vehiculares en cada uno de los accesos que conforman la intersección (este, oeste y norte), para los periodos de mañana (AM), medio día (MD) y la tarde (PM). En la siguiente figura se muestra la configuración actual de la intersección.

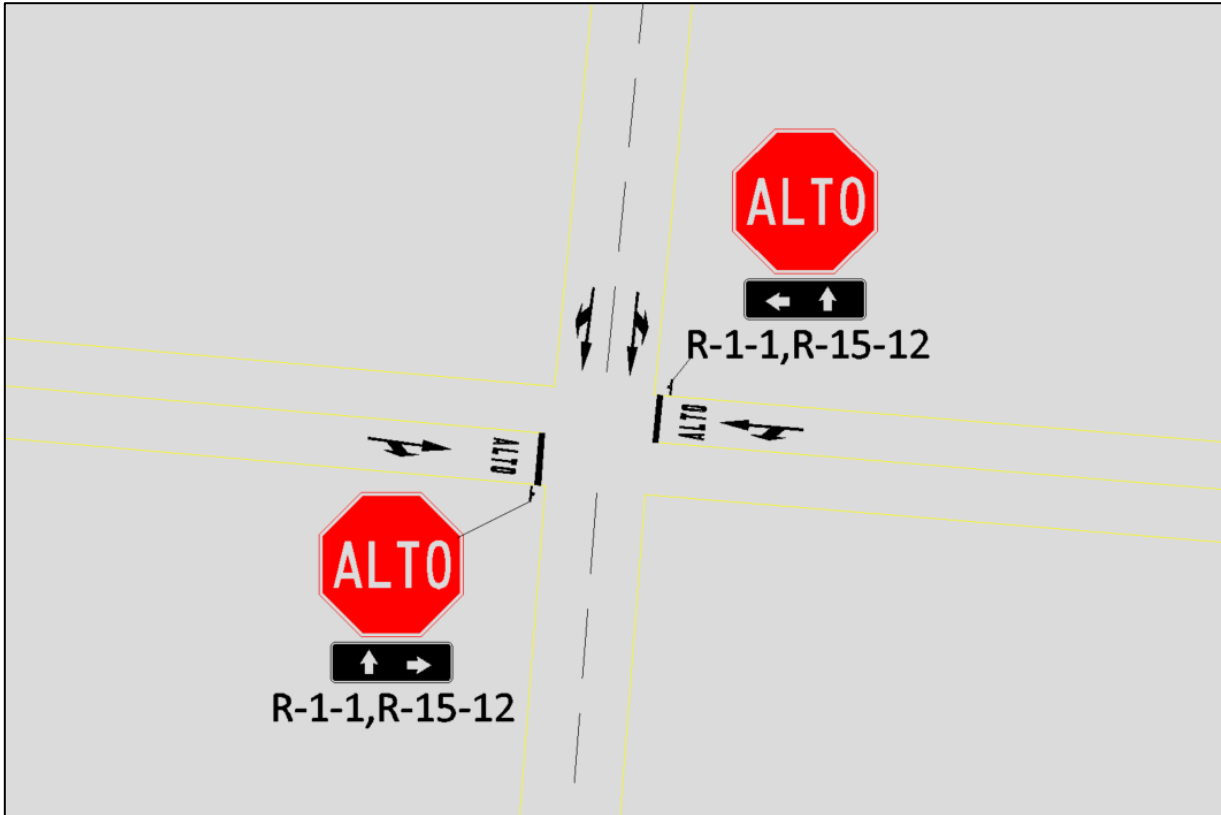


Figura 49 Configuración actual intersección calle 0 - avenida 5, coordenadas 10°12'55.61" N, 83°47'23.19" O.

En la siguiente tabla se detallan los volúmenes para dichas horas pico.

Tabla 12 Volúmenes vehiculares, intersección calle 0 – avenida 5

PARÁMETRO/PERIODO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular/AM	-	49	118	26	39	-	60	555	35
Volumen vehicular/MD	-	42	110	45	53	-	33	1180	69
Volumen vehicular/PM	-	26	111	59	69	-	27	1270	77

Una vez incluida la información en el programa, el mismo arroja los valores de los niveles de servicio y los tiempos de demora en los diferentes accesos de la intersección analizada, como se muestra a continuación.

Tabla 13 Niveles de servicio horario AM intersección calle 0 – avenida 5

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	49	118	26	39	-	60	555	35
Dispositivo de control		ALTO	ALTO	ALTO	ALTO				
Demora por acceso (s)		11.8	11.8	15.8	15.8		0.4	0.8	0.0
Nivel de servicio del acceso		B	B	C	C		A	A	A
Demora de la intersección (s)	4.1								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 14 Niveles de servicio horario MD intersección calle 0 – avenida 5

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	42	110	45	53	-	33	1180	69
Dispositivo de control		ALTO	ALTO	ALTO	ALTO				
Demora por acceso (s)		20.3	20.3	40.1	40.1		0.3	0.3	0.0
Nivel de servicio del acceso		C	C	E	E		A	A	A
Demora de la intersección (s)	4.8								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 15 Niveles de servicio horario PM intersección calle 0 – avenida 5

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	26	111	59	69	-	27	1270	77
Dispositivo de control		ALTO	ALTO	ALTO	ALTO				
Demora por acceso (s)		17.1	17.1	51.8	51.8		0.3	0.3	0.0
Nivel de servicio del acceso		C	C	E	E		A	A	A
Demora de la intersección (s)	5.7								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Como se muestra en las tablas anteriores, la intersección cuenta con niveles de servicio A para los tres periodos en análisis, dicho nivel de servicio se considera bueno para el presente estudio.

Sin embargo, con respecto a los accesos que compone la intersección, el acceso este tiene nivel de servicio E específicamente para los periodos del medio día y la tarde, por lo tanto, al desarrollar mejoras en esta intersección, se debe prestar especial atención al acceso este.

2.2.4 Intersección calle 0 – avenida 3. Para esta intersección se obtuvieron los volúmenes vehiculares en cada uno de los accesos que conforman la intersección (norte, oeste este), para los periodos de mañana (AM), medio día (MD) y la tarde (PM). En la siguiente figura se muestra la configuración actual de la intersección.

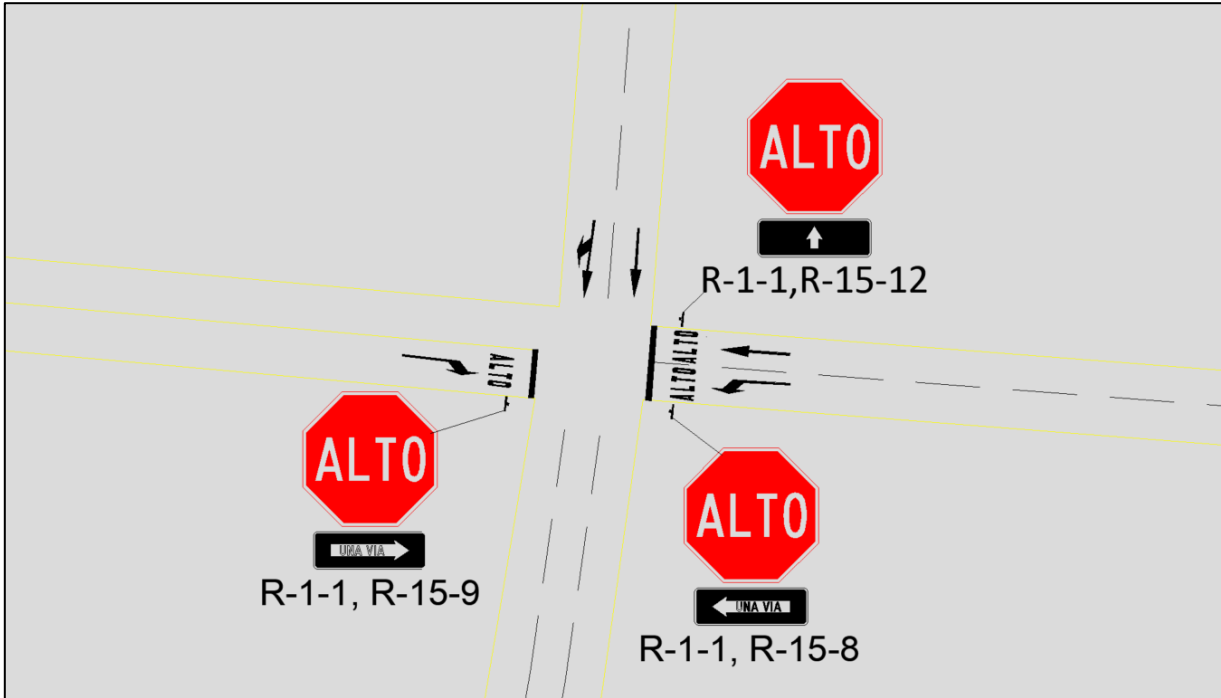


Figura 50 Configuración actual intersección calle 0 - avenida 3, coordenadas 10°12'52.91" N, 83°47'23.43" O.

En la siguiente tabla se detallan los volúmenes para dichas horas pico.

Tabla 16 Volúmenes vehiculares, intersección calle 0 – avenida 3

PARÁMETRO/PERIODO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular/AM	-	-	15	16	8	-	-	743	13
Volumen vehicular/MD	-	-	45	47	41	-	-	1280	63
Volumen vehicular/PM	-	-	59	40	26	-	-	1370	66

Una vez incluida la información en el programa, el mismo arroja los valores de los niveles de servicio y los tiempos de demora en los diferentes accesos de la intersección analizada, como se muestra a continuación.

Tabla 17 Niveles de servicio horario AM intersección calle 0 – avenida 3

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	-	15	16	8	-	-	743	13
Dispositivo de control			ALTO	ALTO	ALTO				
Demora por acceso (s)			9.0	11.3	11.3			0.0	0.0
Nivel de servicio del acceso			A	B	B			A	A
Demora de la intersección (s)	0.6								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 18 Niveles de servicio horario MD intersección calle 0 – avenida 3

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	-	45	47	41	-	-	1280	63
Dispositivo de control			ALTO	ALTO	ALTO				
Demora por acceso (s)			10.4	17.1	20.6			0.0	0.0
Nivel de servicio del acceso			B	C	C			A	A
Demora de la intersección (s)	1.5								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 19 Niveles de servicio horario PM intersección calle 0 – avenida 3

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	-	59	40	26	-	-	1370	66
Dispositivo de control			ALTO	ALTO	ALTO				
Demora por acceso (s)			11.0	18.1	22.1			0.0	0.0
Nivel de servicio del acceso			B	C	C			A	A
Demora de la intersección (s)	1.6								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Como se muestra en las tablas anteriores, la intersección cuenta con nivel de servicio A para los tres periodos de análisis, en donde los accesos de la intersección cuentan con nivel de servicio entre A y C en los diferentes periodos de análisis, por lo tanto, no se presentan problemas de saturación vehicular.

2.2.5 Intersección calle 0 – avenida 0. Esta intersección se encuentra regulada por un semáforo vehicular el cual cuenta con las siguientes fases y tiempos.

Tabla 20 Fases semáforo vehicular existente intersección calle 0 - avenida 0

Fases	Movimiento por fase	Tiempos de las fases (segundos)		
		6:00 am - 11:00 am	11:00 am - 15:00 pm	15:00 am - 20:00 pm
		Verde	verde	verde
1	O-E, O-S	40	35	50
2	N-E, N-S, N-O	25	23	40
3	S-E	9	8	8

Para esta intersección se obtuvieron los volúmenes vehiculares en cada uno de los accesos que conforman la intersección (oeste, sur y norte), para los periodos de mañana (AM), medio día (MD) y la tarde (PM). En la siguiente figura se muestra la configuración actual de la intersección.

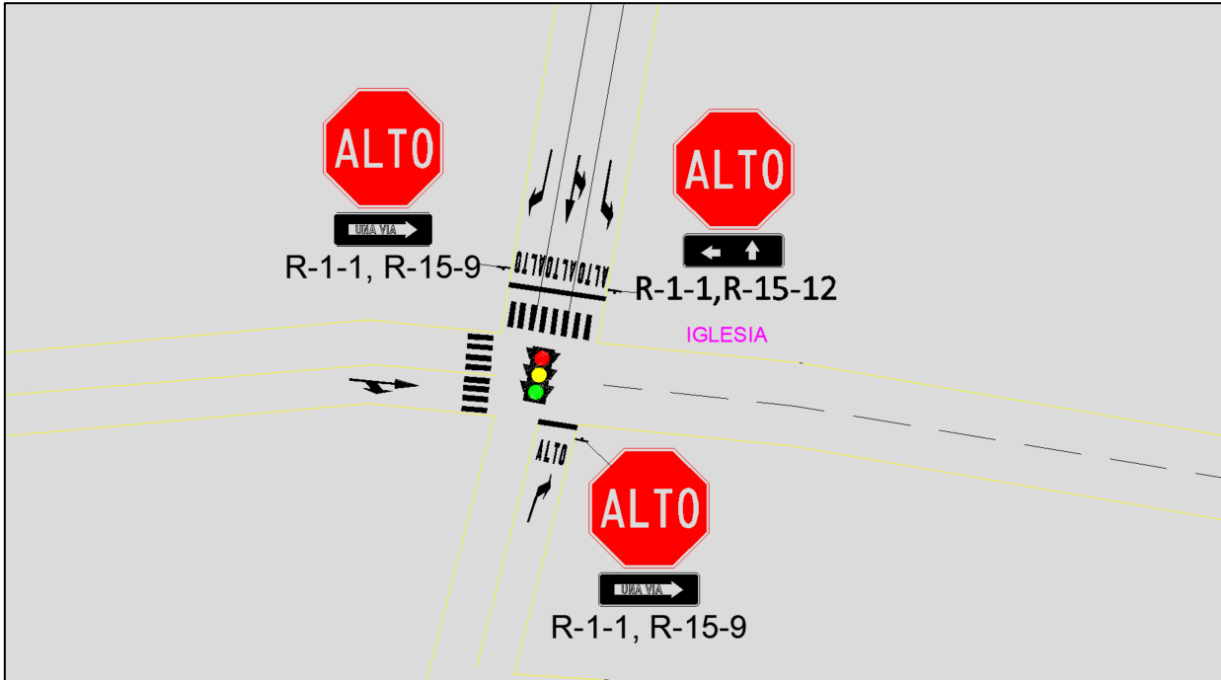


Figura 51 Configuración actual intersección calle 0 - avenida 0, coordenadas 10°12'49.94" N, 83°47'23.83" O.

En la siguiente tabla se detallan los volúmenes para dichas horas pico.

Tabla 21 Volúmenes vehiculares, intersección calle 0 – avenida 0

PARÁMETRO/PERIODO	ACCESO OESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular/AM	-	493	69	-	-	29	457	120	197
Volumen vehicular/MD	-	535	96	-	-	58	867	246	259
Volumen vehicular/PM	-	700	92	-	-	67	900	226	352

Una vez incluida la información en el programa, el mismo arroja los valores de los niveles de servicio y los tiempos de demora en los diferentes accesos de la intersección analizada, como se muestra a continuación.

Tabla 22 Niveles de servicio horario AM intersección calle 0 – avenida 0

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	493	69	-	-	29	457	120	197
Dispositivo de control		semáforo				semáforo		semáforo	
Demora por acceso (s)		26.4				1.7	14.1	23.7	5.9
Nivel de servicio del acceso		C				A	B	C	A
Demora de la intersección (s)	19.8								
Nivel de servicio de la intersección	B								

Tabla 23 Niveles de servicio horario MD intersección calle 0 – avenida 0

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	535	96	-	-	58	867	246	259
Dispositivo de control		semáforo				semáforo		semáforo	
Demora por acceso (s)		38.0				5.2	148.9	176.4	6.2
Nivel de servicio del acceso		D				A	F	F	A
Demora de la intersección (s)	102.8								
Nivel de servicio de la intersección	F								

Tabla 24 Niveles de servicio horario PM intersección calle 0 – avenida 0

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	700	92	-	-	67	900	226	352
Dispositivo de control		semáforo				semáforo		semáforo	
Demora por acceso (s)		88.2				34.1	75.6	94.6	6.8
Nivel de servicio del acceso		F				C	E	F	A
Demora de la intersección (s)	72.3								
Nivel de servicio de la intersección	E								

Como se muestra en las tablas anteriores, la intersección cuenta con nivel de servicio F y E para los periodos del medio día y la tarde respectivamente, dichos niveles de servicio se encuentran entre los rangos inaceptables para el presente estudio.

Con respecto a los accesos que compone la intersección, el acceso norte tiene niveles de servicio entre E y F para los periodos del medio día y la tarde y el acceso oeste cuenta con un nivel de servicio F en el periodo de la tarde, por lo tanto, al desarrollar mejoras en esta intersección, se debe prestar especial atención a dichos accesos.

2.2.6 Intersección calle 2 – avenida 0. Para esta intersección se obtuvieron los volúmenes vehiculares en cada uno de los accesos que conforman la intersección (este, oeste y norte), para los periodos de mañana (AM), medio día (MD) y la tarde (PM). En la siguiente figura se muestra la configuración actual de la intersección.

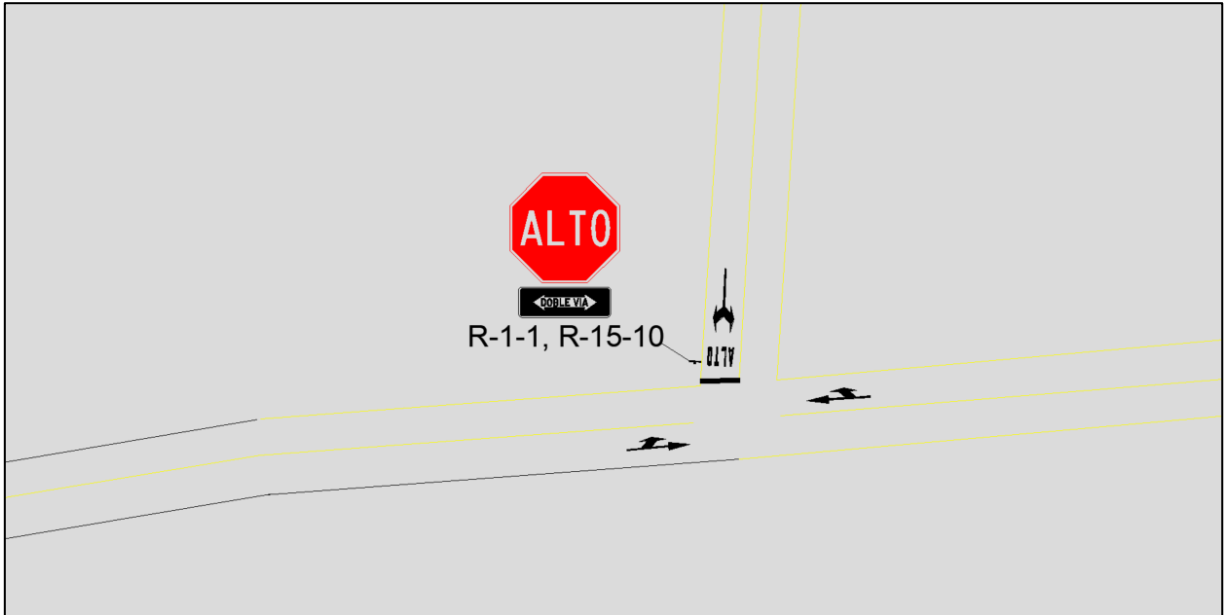


Figura 52 Configuración actual intersección calle 2 - avenida 0, coordenadas 10°12'50.19" N, 83°47'27.69" O.

En la siguiente tabla se detallan los volúmenes para dichas horas pico.

Tabla 25 Volúmenes vehiculares, intersección calle 2 – avenida 0

PARÁMETRO/PERIODO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular/AM	33	483	-	--	166	15	84	-	37
Volumen vehicular/MD	29	488	-	--	220	25	61	-	50
Volumen vehicular/PM	18	686	-	--	270	40	86	-	57

Una vez incluida la información en el programa, el mismo arroja los valores de los niveles de servicio y los tiempos de demora en los diferentes accesos de la intersección analizada, como se muestra a continuación.

Tabla 26 Niveles de servicio horario AM intersección calle 2 – avenida 0

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	33	483	-	-	166	15	84	-	37
Dispositivo de control							ALTO		ALTO
Demora por acceso (s)	0.3	0.8			0.0	0.0	15.8		15.8
Nivel de servicio del acceso	A	A			A	A	C		C
Demora de la intersección (s)	2.8								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 27 Niveles de servicio horario MD intersección calle 2 – avenida 0

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	29	488	-	-	220	25	61	-	50
Dispositivo de control							ALTO		ALTO
Demora por acceso (s)	0.3	0.7			0.0	0.0	14.4		14.4
Nivel de servicio del acceso	A	A			A	A	B		B
Demora de la intersección (s)	2.3								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 28 Niveles de servicio horario PM intersección calle 2 – avenida 0

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	18	626	-	-	270	40	86	-	57
Dispositivo de control							ALTO		ALTO
Demora por acceso (s)	0.6	0.9			0.0	0.0	78.1		78.1
Nivel de servicio del acceso	A	A			A	A	F		F
Demora de la intersección (s)	6.5								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Como se muestra en las tablas anteriores, la intersección cuenta con nivel de servicio A para los tres periodos de análisis, dichos niveles de servicio se encuentran entre los rangos buenos para el presente estudio.

Con respecto a los accesos que componen la intersección, el acceso norte presenta un nivel de servicio F en el periodo de la tarde, por lo tanto, al desarrollar mejoras en esta intersección, se debe prestar especial atención a este acceso.

2.2.7 Intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0. Para esta intersección se obtuvieron los volúmenes vehiculares en cada uno de los accesos que conforman la intersección (este, oeste y norte), para los periodos de mañana (AM), medio día (MD) y la tarde (PM). En la siguiente figura se muestra la configuración actual de la intersección.

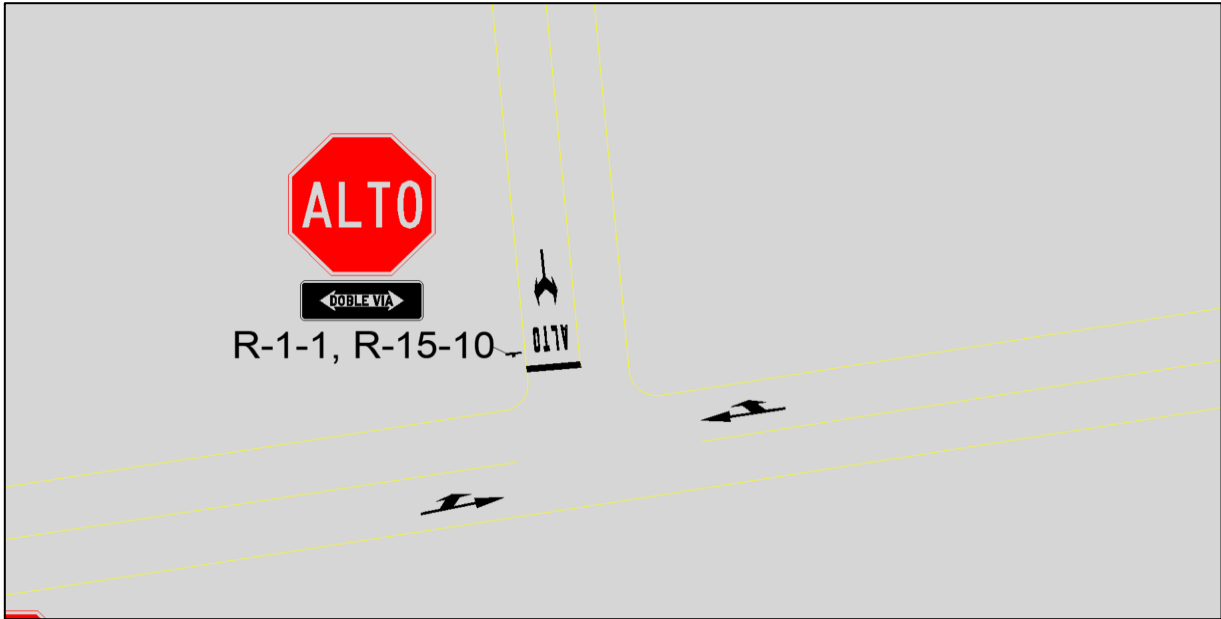


Figura 53 Configuración actual intersección (este) Ruta Nacional N 249 - avenida 0, coordenadas 10°12'47.98" N, 83°47'43.38" O.

En la siguiente tabla se detalla los volúmenes para dichas horas pico.

Tabla 29 Volúmenes vehiculares, intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0

PARÁMETRO/PERIODO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular/AM	280	638	-	-	380	43	60	-	195
Volumen vehicular/MD	148	465	-	-	464	56	57	-	145
Volumen vehicular/PM	240	681	-	-	490	47	47	-	170

Una vez incluida la información en el programa, el mismo arroja los valores de los niveles de servicio y los tiempos de demora en los diferentes accesos de la intersección analizada, como se muestra a continuación.

Tabla 30 Niveles de servicio horario AM intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	280	638	-	-	380	43	60	-	195
Dispositivo de control							ALTO		ALTO
Demora por acceso (s)	5.8	7.0			0.0	0.0	179.2		179.2
Nivel de servicio del acceso	A	A			A	A	F		F
Demora de la intersección (s)	31.5								
Nivel de servicio de la intersección	D								

Tabla 31 Niveles de servicio horario MD intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	148	465	-	-	464	56	57	-	145
Dispositivo de control							ALTO		ALTO
Demora por acceso (s)	2.4	4.2			0.0	0.0	26.5		26.5
Nivel de servicio del acceso	A	A			A	A	D		D
Demora de la intersección (s)	5.6								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 32 Niveles de servicio horario PM intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	240	681	-	-	490	47	47	-	170
Dispositivo de control							ALTO		ALTO
Demora por acceso (s)	5.1	6.4			0.0	0.0	61.4		61.4
Nivel de servicio del acceso	A	A			A	A	F		F
Demora de la intersección (s)	11.7								
Nivel de servicio de la intersección	B								

Como se muestra en las tablas anteriores, la intersección cuenta con niveles de servicio entre A y D para los periodos en análisis los cuales se encuentran entre los rangos buenos y aceptables para el presente estudio.

Con respecto a los accesos que compone la intersección, el acceso norte tiene un nivel de servicio F para los periodos de la mañana y la tarde, por lo tanto, al desarrollar mejoras en esta intersección, se debe prestar especial atención a dicho acceso.

2.2.8 Intersección (oeste) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0. Para esta intersección se obtuvieron los volúmenes vehiculares en cada uno de los accesos que conforman la intersección (este, oeste y sur), para los periodos de mañana (AM), medio día (MD) y la tarde (PM). En la siguiente figura se muestra la configuración actual de la intersección.

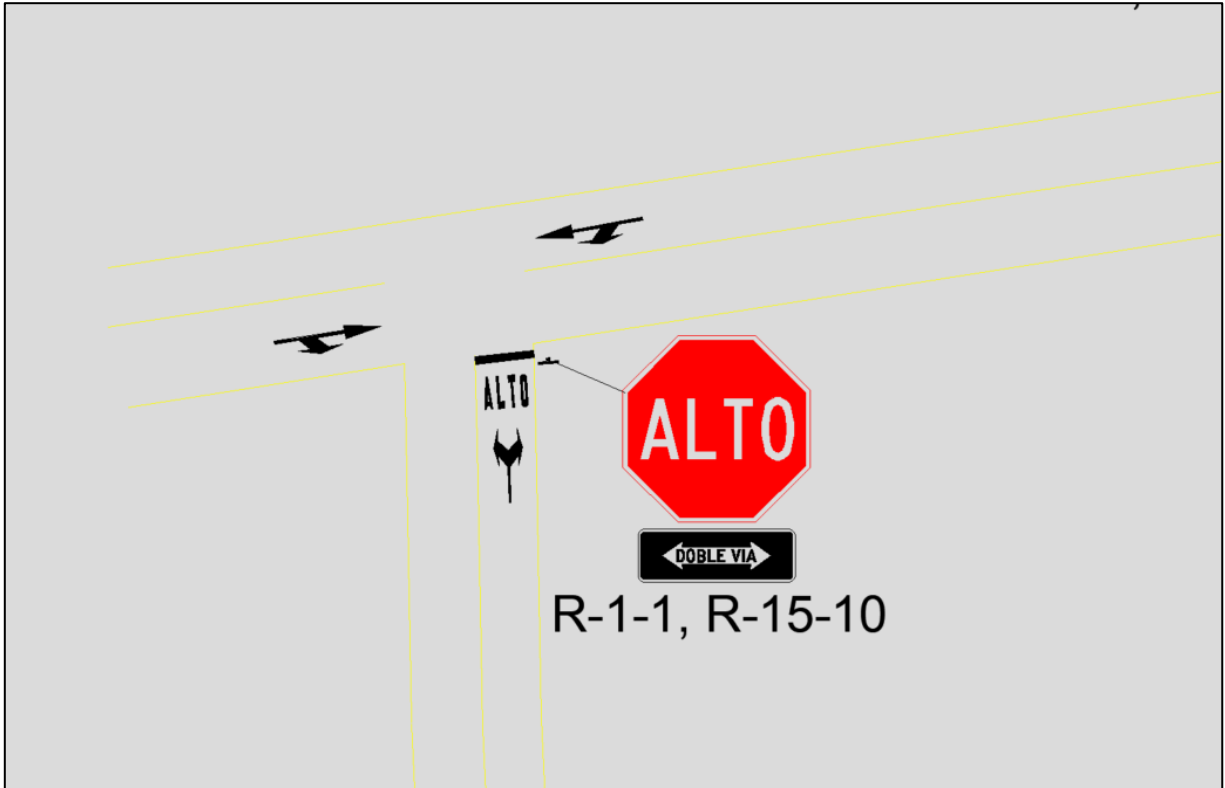


Figura 54 Configuración actual intersección (oeste) Ruta Nacional N 249 - avenida 0, coordenadas 10°12'47.57" N, 83°47'45.56" O.

En la siguiente tabla se detallan los volúmenes para dichas horas pico.

Tabla 33 Volúmenes vehiculares, intersección (oeste) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0

PARÁMETRO/PERIODO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO SUR		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular/AM	-	645	70	235	340	-	35	-	280
Volumen vehicular/MD	-	400	41	223	390	-	43	-	220
Volumen vehicular/PM	-	621	45	227	447	-	49	-	301

Una vez incluida la información en el programa, el mismo arroja los valores de los niveles de servicio y los tiempos de demora en los diferentes accesos de la intersección analizada, como se muestra a continuación.

Tabla 34 Niveles de servicio horario AM intersección (oeste) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO SUR		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	645	70	235	340	-	35	-	280
Dispositivo de control							ALTO		ALTO
Demora por acceso (s)		0.0	0.0	5.4	8.0		104.7		104.7
Nivel de servicio del acceso		A	A	A	A		F		F
Demora de la intersección (s)	24.3								
Nivel de servicio de la intersección	C								

Tabla 35 Niveles de servicio horario MD intersección (oeste) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO SUR		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	400	41	223	390	-	43	-	220
Dispositivo de control							ALTO		ALTO
Demora por acceso (s)		0.0	0.0	3.3	5.5		25.4		25.4
Nivel de servicio del acceso		A	A	A	A		D		D
Demora de la intersección (s)	7.8								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 36 Niveles de servicio horario PM intersección (oeste) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO SUR		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	621	45	227	447	-	49	-	301
Dispositivo de control							ALTO		ALTO
Demora por acceso (s)		0.0	0.0	5.6	7.9		528.3		528.3
Nivel de servicio del acceso		A	A	A	A		F		F
Demora de la intersección (s)	109.6								
Nivel de servicio de la intersección	F								

Como se muestra en las tablas anteriores, la intersección cuenta con nivel de servicio F para el periodo la tarde el cual se encuentran entre los rangos inaceptables para el presente estudio.

Con respecto a los accesos que compone la intersección, el acceso sur tiene un nivel de servicio F para los periodos de la mañana y la tarde, por lo tanto, al desarrollar mejoras en esta intersección, se debe prestar especial atención a dicho acceso.

2.2.9 Intersección Ruta Nacional N° 149 – avenida 0. Para esta intersección se obtuvieron los volúmenes vehiculares en cada uno de los accesos que conforman la intersección (oeste y sur), para los periodos de mañana (AM), medio día (MD) y la tarde (PM). En la siguiente figura se muestra la configuración actual de la intersección.



Figura 55 Configuración actual intersección Ruta Nacional N° 149 - avenida 0, coordenadas 10°12'49.36" N, 83°47'20.41" O.

En la siguiente tabla se detallan los volúmenes para dichas horas pico.

Tabla 37 Volúmenes vehiculares, intersección Ruta Nacional N° 149 – avenida 0

PARÁMETRO/PERIODO	ACCESO ESTE			ACCESO SUR		
	Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular/AM	-	700	200	-	-	344
Volumen vehicular/MD	-	1153	273	-	-	270
Volumen vehicular/PM	-	1363	304	-	-	363

Una vez incluida la información en el programa, el mismo arroja los valores de los niveles de servicio y los tiempos de demora en los diferentes accesos de la intersección analizada, como se muestra a continuación

Tabla 38 Niveles de servicio horario AM intersección Ruta Nacional N° 149 – avenida 0

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO SUR		
	Movimiento			Movimiento		
	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	700	200	-	-	334
Dispositivo de control						Alto
Demora por acceso (s)		0.0	0.0			12.7
Nivel de servicio del acceso		A	A			B
Demora de la intersección (s)	3.6					
Nivel de servicio de la intersección	A					

Tabla 39 Niveles de servicio horario MD intersección Ruta Nacional N° 149 – avenida 0

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO SUR		
	Movimiento			Movimiento		
	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	1153	273	-	-	270
Dispositivo de control						Alto
Demora por acceso (s)		0.0	0.0			14.8
Nivel de servicio del acceso		A	A			B
Demora de la intersección (s)	2.3					
Nivel de servicio de la intersección	A					

Tabla 40 Niveles de servicio horario PM intersección Ruta Nacional N° 149 – avenida 0

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO SUR		
	Movimiento			Movimiento		
	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	1363	304	-	-	363
Dispositivo de control						Alto
Demora por acceso (s)		0.0	0.0			22.1
Nivel de servicio del acceso		A	A			C
Demora de la intersección (s)	4.1					
Nivel de servicio de la intersección	A					

Como se muestra en las tablas anteriores, la intersección cuenta con nivel de servicio A para los tres periodos de análisis, en donde los accesos de la intersección cuentan con un nivel de servicio entre A y C en los diferentes periodos de análisis, por lo tanto, no se presentan problemas de saturación vehicular.

2.3 Problemática encontrada.

Entre las principales problemáticas encontradas en las vías del casco central de Guápiles se encuentran las descritas a continuación.

2.3.1 Niveles de servicio. A pesar de que se cuenta con niveles de servicio entre A y C en la mayoría de las intersecciones analizadas, se identificaron deficiencias en algunos niveles de servicio, mismas que se resaltan en color rojo, como se muestra en las siguientes tablas resumen.

Tabla 41 Resumen niveles de servicio de intersección, periodo AM

Horario Matutino			
Intersección en estudio	Tiempo de demora (s)	Sistema regulación	Nivel de Servicio
Calle 1 - avenida 7	8.1	Señalamiento (Altos)	A
Calle 7 - avenida 7	2.7	Señalamiento (Altos)	A
Calle 0 - avenida 5	4.1	Señalamiento (Altos)	A
Calle 0 - avenida 3	0.6	Señalamiento (Altos)	A
Calle 0 - avenida 0	19.8	Semáforo	B
Calle 2 - avenida 0	2.8	Señalamiento (Altos)	A
Ruta Nacional N° 249 (este) - avenida 0	31.5	Señalamiento (Altos)	D
Ruta Nacional N° 249 (oeste) - avenida 0	24.3	Señalamiento (Altos)	C
Ruta Nacional N° 149 - avenida 0	3.6	Señalamiento (Altos)	A

Tabla 42 Resumen niveles de servicio de intersección, periodo MD

Horario Medio día			
Intersección en estudio	Tiempo de demora (s)	Sistema regulación	Nivel de Servicio
Calle 1 - avenida 7	10.0	Señalamiento	B
Calle 7 - avenida 7	5.8	Señalamiento	A
Calle 0 - avenida 5	4.8	Señalamiento	A
Calle 0 - avenida 3	1.5	Señalamiento	A
Calle 0 - avenida 0	102.8	Semáforo	F
Calle 2 - avenida 0	2.3	Señalamiento	A
Ruta Nacional N° 249 (este) - avenida 0	5.6	Señalamiento	A
Ruta Nacional N° 249 (oeste) - avenida 0	7.8	Señalamiento	A
Ruta Nacional N° 149 - avenida 0	2.3	Señalamiento	A

Tabla 43 Resumen niveles de servicio de intersección, periodo PM

Horario Tarde			
Intersección en estudio	Tiempo de demora (s)	Sistema regulación	Nivel de Servicio
Calle 1 - avenida 7	20.4	Señalamiento	C
Calle 7 - avenida 7	17.0	Señalamiento	C
Calle 0 - avenida 5	5.7	Señalamiento	A
Calle 0 - avenida 3	1.6	Señalamiento	A
Calle 0 - avenida 0	72.3	Semáforo	E
Calle 2 - avenida 0	6,5	Señalamiento	A
Ruta Nacional N° 249 (este) - avenida 0	11.7	Señalamiento	B
Ruta Nacional N° 249 (oeste) - avenida 0	109.6	Señalamiento	F
Ruta Nacional N° 149 - avenida 0	4.1	Señalamiento	A

Como se muestra en las tablas anteriores, las intersecciones resaltadas en color rojo presentan niveles de servicio inaceptables, ya que los mismos representan problemas de saturación vehicular, lo cual lleva a que la red vial en general presente situaciones de congestión vehicular y largas filas en uno o más accesos que causan afectación en otras intersecciones.

Adicionalmente, se identificaron intersecciones con niveles de servicio buenos y aceptables; sin embargo, con respecto a los accesos que las componen, se presentan problemas de saturación vehicular, por lo que habrá que intervenirlos.

En las siguientes figuras se muestran las condiciones actuales de la red vial según los niveles de servicio y tiempos de demora identificados por acceso, lo cual permite identificar de forma visual los sectores con posibles conflictos vehiculares.

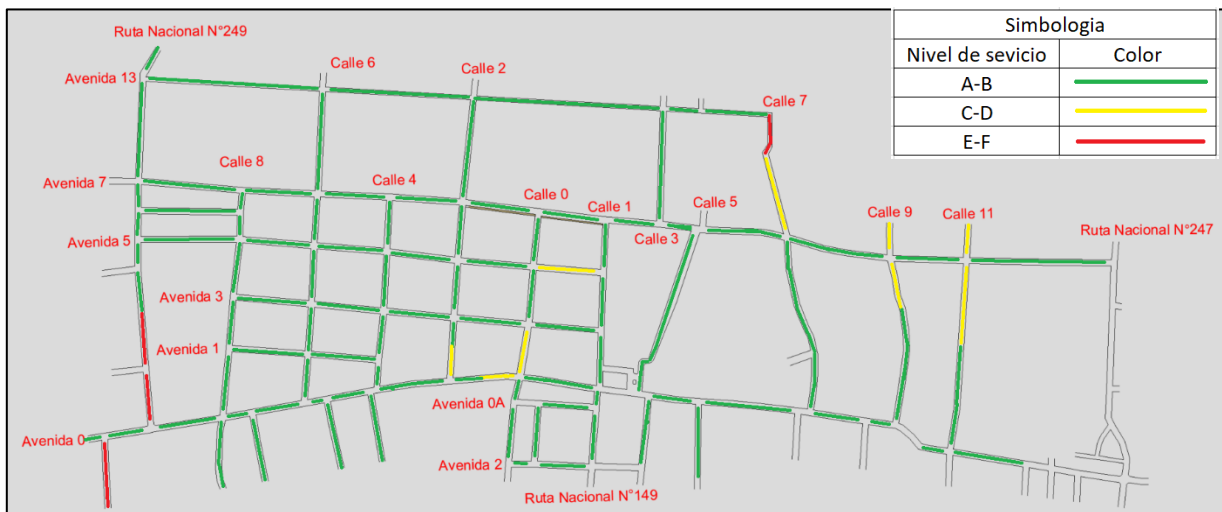


Figura 56 Niveles de servicio por acceso periodo AM



Figura 57 Niveles de servicio por acceso periodo MD

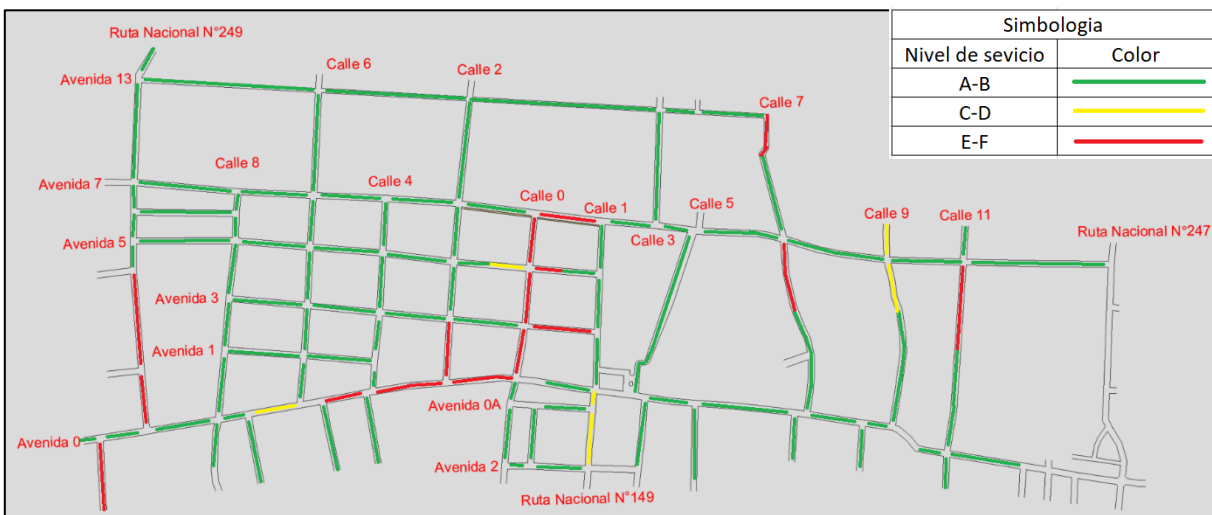


Figura 58 Niveles de servicio por acceso periodo PM

Como se puede observar en las figuras anteriores, las zonas que presentan problemática a nivel de intersección o por accesos, se encuentran principalmente en los sectores de las intersecciones entre calle 0 – avenida 0, lo cual provoca una cola que afecta las intersecciones cercanas.

De igual forma, en el sector oeste de la ciudad, en las inmediaciones del cementerio de la comunidad, las 2 intersecciones ubicadas entre la Ruta Nacional N° 249 y avenida 0, presentan problemas con los

niveles de servicio debido a que en apariencia el sistema actual de prioridad de paso regulado con señales de ALTO, no es funcional.

A continuación, se describe el origen de la problemática presentada por intersección.

2.3.1.1 Intersección calle 11 – avenida 7. Debido al alto tránsito vehicular, principalmente en el acceso sur de la intersección, específicamente en el periodo de la tarde, el sistema actual de regulación de prioridad de paso con ALTO en apariencia no es funcional provocando la afectación en los niveles de servicio.

Para el periodo de la tarde se cuenta con problemas de saturación vehicular en el acceso norte de la intersección donde se presenta un nivel de servicio F con tiempo de demora de 91.1 segundos, por lo tanto, bajo las condiciones actuales, este acceso presenta problemas de saturación vial.

De igual forma en los periodos de la mañana y del medio día se cuenta con un nivel de servicio D con tiempos de demora entre los 30 y 33.9 segundos, por lo cual, en estos periodos la intersección presentará problemas de saturación vehicular en el futuro a corto plazo.

2.3.1.2 Intersección calle 0 – avenida 0. Debido al alto tránsito vehicular tanto en los accesos oeste y norte, principalmente en los periodos del medio día y de la tarde, el sistema actual de semáforos no cuenta con la capacidad de dar un buen nivel de servicio a los usuarios que transitan por la zona.

Las colas producidas en los acceso oeste y norte de la intersección producen un efecto domino que afecta las intersecciones cercanas produciendo embotellamientos en los sectores cercanos a esta intersección como se mostró en las figuras 56, 57 y 58.

2.3.1.3 Sector cementerio. Debido al alto tránsito vehicular que se presenta en la zona y a la cercanía de las 2 intersecciones en el sector, las cuales cuentan con un sistema de regulación de prioridad de paso con ALTO, el cual, en apariencia ya no es funcional.

2.3.1.4 Sector La Cachera. Debido a las condiciones geométricas de la vía no permite una visibilidad adecuada en el sector regulado por el CEDA, así como el ancho de aproximadamente 3.9 metros en su punto más angosto el cual no permite el tránsito de vehículos de forma simultánea por los 2 carriles que componen la vía.

2.4 Condición propuesta según la norma y efectos de su aplicación.

A continuación, se detallan las propuestas para las problemáticas identificadas en la red vial de Guápiles, así como los efectos de la aplicación de las propuestas.

2.4.1 Niveles de servicio. Con respecto a los niveles de servicio presentados se plantean los siguientes escenarios:

2.4.1.1 Intersección calle 11 – avenida 7. Para esta intersección se plantea la instalación de un semáforo para regular el flujo vehicular, por lo cual, se realiza inicialmente la verificación del cumplimiento de los requisitos establecidos en el SIECA 2014 para la instalación de semáforos.

Tabla 44 Condición volumen mínimo calle 11 - avenida 7

Periodo horario	Vehículos por hora en la vía principal (total ambos accesos)	Vehículos por hora en el acceso de mayor volumen de la vía secundaria (un solo acceso)	¿Se justifica?
Matutino	826	221	NO
Medio día	808	284	SI
Vespertino	1074	271	SI

Tabla 45 Condición interrupción de la continuidad del tránsito calle 11 - avenida 7

Periodo horario	Vehículos por hora en la vía principal (total ambos accesos)	Vehículos por hora en el acceso de mayor volumen de la vía secundaria (un solo acceso)	¿Se justifica?
Matutino	826	221	SI
Medio día	808	284	SI
Vespertino	1074	271	SI

Como se observa en las tablas anteriores, los volúmenes de tránsito en los periodos del medio día y de la tarde por medio del criterio de volumen mínimo, requieren la implementación de un semáforo vehicular, y con respecto al criterio de interrupción de la continuidad del tránsito, para los tres periodos de análisis se cumple con los requisitos para la instalación de un semáforo vehicular.

El semáforo vehicular recomendado deberá llevar el plan de fases mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 46 Fases y tiempos recomendados semáforo intersección calle 11 - avenida 7

Fases	Movimiento por fase	Tiempos de las fases (segundos)								
		5:00 am - 11:00 am			11:00 am - 4:00 pm			4:00 am - 10:00 pm		
		Verde	Amarillo	Rojo	Verde	Amarillo	Rojo	Verde	Amarillo	Rojo
1	E-O, E-N, E-S	30	3	2	30	3	2	40	3	2
2	N-O, N-S	15	3	2	10	3	2	10	3	2
3	S-O, S-N	15	3	2	15	3	2	20	3	2

Con la implementación del semáforo vehicular se obtendrían los siguientes niveles de servicio.

Tabla 47 Nivel de servicio con semáforo intersección calle 11 - avenida 7 periodo AM

PARÁMETRO	ACCESO ESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	39	785	2	106	42	-	-	127	94
Dispositivo de control	semáforo	semáforo	semáforo	semáforo	semáforo			semáforo	semáforo
Demora por acceso (s)		25.6			29.6			26.9	
Nivel de servicio del acceso		C			C			C	
Demora de la intersección (s)	26.4								
Nivel de servicio de la intersección	C								

Tabla 48 Nivel de servicio con semáforo intersección calle 11 - avenida 7 periodo MD

PARÁMETRO	ACCESO ESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	32	775	1	197	87	-	-	32	70
Dispositivo de control	semáforo	semáforo	semáforo	semáforo	semáforo			semáforo	semáforo
Demora por acceso (s)		25.0			25.1			19.6	
Nivel de servicio del acceso		C			C			C	
Demora de la intersección (s)	24.5								
Nivel de servicio de la intersección	C								

Tabla 49 Nivel de servicio con semáforo intersección calle 11 - avenida 7 periodo PM

PARÁMETRO	ACCESO ESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	51	1009	14	157	114	-	-	39	59
Dispositivo de control	semáforo	semáforo	semáforo	semáforo	semáforo			semáforo	semáforo
Demora por acceso (s)		21.1			48.3			30.3	
Nivel de servicio del acceso		C			D			C	
Demora de la intersección (s)	27.4								
Nivel de servicio de la intersección	C								

En las siguientes tablas resumen se muestra la comparación entre los niveles de servicio actuales y los resultados obtenidos en la intersección y los accesos que la componen con la implementación del semáforo vehicular.

Tabla 50 Resultados obtenidos para la intersección con la propuesta de semáforo vehicular calle 11 - avenida 7

Condición actual de la intersección			Condición propuesta para la intersección	
Periodo	Demora(segundos)	NS	Demora(segundos)	NS
Mañana	8.1	A	26.4	C
Medio día	10.0	B	24.5	C
Tarde	20.4	C	27.4	C

Tabla 51 Resultados obtenidos para el acceso sur con la propuesta de semáforo vehicular calle 11 - avenida 7

Condición actual acceso sur			Condición propuesta acceso sur		
Periodo	Demora total (hr)	Demora por vehículo /s)	Periodo	Demora total (hr)	Demora por vehículo /s)
Mañana	30.0	D	Mañana	29.6	D
Medio día	33.9	D	Medio día	25.1	C
Tarde	91.1	F	Tarde	48.3	D

Tabla 52 Resultados obtenidos para el acceso este con la propuesta de semáforo vehicular calle 11 - avenida 7

Condición actual acceso este			Condición propuesta acceso este		
Periodo	Demora total (hr)	Demora por vehículo /s)	Periodo	Demora total (hr)	Demora por vehículo /s)
Mañana	0.4	A	Mañana	25.6	C
Medio día	0.4	A	Medio día	25.0	C
Tarde	0.6	A	Tarde	21.1	C

Tabla 53 Resultados obtenidos para el acceso norte con la propuesta de semáforo vehicular calle 11 - avenida 7

Condición actual acceso norte			Condición propuesta acceso norte		
Periodo	Demora total (hr)	Demora por vehículo /s)	Periodo	Demora total (hr)	Demora por vehículo /s)
Mañana	18.6	C	Mañana	26.9	C
Medio día	11.5	B	Medio día	19.6	C
Tarde	14.4	B	Tarde	30.3	C

Como se muestra en la tabla 50, el nivel de servicio general de la intersección no se logra mejorar con la implementación de un semáforo vehicular; sin embargo, a nivel de accesos se mejora el nivel de

servicio en el acceso sur de la intersección, pasando de un nivel de servicio F a D en el periodo de la tarde como se muestra en la tabla 51.

2.4.1.2 Intersección calle 0 – avenida 0. Para la presente intersección se analizarán 3 propuestas, la primera consiste en la optimización del plan de fases del semáforo vehicular existente, la segunda propuesta conservando las condiciones geométricas actuales de la intersección y aplicando la eliminación de virajes, y una tercera propuesta basada en la solicitud de la Municipalidad de Pococí donde se propone a futuro la construcción de un tercer carril en el acceso oeste (ver anexo 2).

2.4.1.2.1 Optimización plan de fases semáforo vehicular existente. Bajo las condiciones geométricas actuales de la intersección, se propone optimizar el plan de fases en busca de mejorar los niveles de servicios actuales en la intersección.

En las siguientes tablas se muestra el plan de fases optimizado y los niveles de servicio obtenidos con la implementación de esta propuesta.

Tabla 54 Plan de fases optimizado intersección calle 0 - avenida 0

Fases	Movimiento por fase	Tiempos de las fases (segundos)		
		6:00 am - 11:00 am	11:00 am - 15:00 pm	15:00 am - 20:00 pm
		Verde	verde	verde
1	O-E, O-S	30	39	76
2	N-E, N-S, N-O	21	42	63
3	S-E	9	9	11

Tabla 55 Resultados obtenidos optimización semáforo vehicular calle 0 - avenida 0

Condición actual de la intersección			Condición propuesta para la intersección	
Periodo	Demora(segundos)	NS	Demora(segundos)	NS
Mañana	19.8	B	31.1	C
Medio día	102.8	F	66.3	E
Tarde	72.3	E	73.1	F

Como se muestra en la tabla 55, con la optimización del plan de fases del semáforo existente en la intersección analizada, no se logra mejorar los niveles de servicio, por lo tanto, se deberán analizar otras alternativas para que las condiciones del flujo de tránsito mejoren por dicha intersección.

2.4.1.2.2 Propuesta condición geométrica actual. Bajo las condiciones geométricas actuales de la intersección, se propone eliminar el viraje norte - oeste, y eliminar de igual forma el ingreso a la intersección por medio del acceso sur cambiando el sentido vehicular de calle 0 conservando únicamente el sentido norte - sur, específicamente en el tramo frente a la Casa de la Cultura, así como el cambio de sentido vehicular en el acceso oeste de la intersección conservando únicamente el sentido oeste – este desde la intersección entre calle 2 – avenida 0 y hasta la intersección analizada. En la siguiente figura se muestra la configuración propuesta.



Figura 59 Configuración propuesta intersección calle 0 - avenida 0

Con la implementación de esta modificación en la configuración de la intersección se obtendrían los siguientes niveles de servicio.

Tabla 56 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo AM con propuesta 2

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento		
	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	493	69	457	120	-
Dispositivo de control		semáforo	semáforo	semáforo	semáforo	
Demora por acceso (s)		11.8			8.5	
Nivel de servicio del acceso		B			A	
Demora de la intersección (s)	9.8					
Nivel de servicio de la intersección	A					

Tabla 57 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo MD con propuesta 2

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento		
	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	535	96	867	246	-
Dispositivo de control		semáforo	semáforo	semáforo	semáforo	
Demora por acceso (s)		14.5			13.6	
Nivel de servicio del acceso		B			B	
Demora de la intersección (s)	13.7					
Nivel de servicio de la intersección	B					

Tabla 58 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo PM con propuesta 2

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento		
	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	700	92	900	226	-
Dispositivo de control		semáforo	semáforo	semáforo	semáforo	
Demora por acceso (s)		13.5			15.4	
Nivel de servicio del acceso		B			B	
Demora de la intersección (s)	14.2					
Nivel de servicio de la intersección	B					

En la siguiente tabla resumen se muestra la comparación entre los niveles de servicio actuales de la intersección y los resultados obtenidos con el cambio de la configuración de la intersección.

Tabla 59 Resultados obtenidos para la intersección con la propuesta 2 intersección calle 0 - avenida 0

Condición actual de la intersección			Condición propuesta para la intersección	
Periodo	Demora(segundos)	NS	Demora(segundos)	NS
Mañana	19.8	B	9.8	A
Medio día	102.8	F	13.7	B
Tarde	72.3	E	14.2	B

Como se muestra en la tabla 59, los cambios en los niveles de servicio son muy favorables en la intersección con la implementación de los cambios propuestos, principalmente en los periodos del medio día y de la tarde pasando de niveles de servicio F y E a B en ambos periodos y con esto eliminando las colas que afectaban intersecciones cercanas.

Ante el escenario planteado, el volumen vehicular que realiza el viraje norte – oeste para dirigirse al oeste de la ciudad, cuenta con diversas vías alternas entre las que se encuentra las avenidas 7, 5 y 3, así como las calles 2, 4, 6, 8 y la Ruta Nacional N° 249 según el destino final buscado por los usuarios, por lo cual, no implicaría una afectación mayor para el tránsito de la zona ni tiempos de recorridos muy amplios.

En la siguiente figura se muestran las alternativas principales señalizadas en color azul, y en color rojo y verde opciones secundarias utilizando calle 0 para distribuir el tránsito ante la eliminación del giro derecho en la intersección de calle 0 – avenida 0.

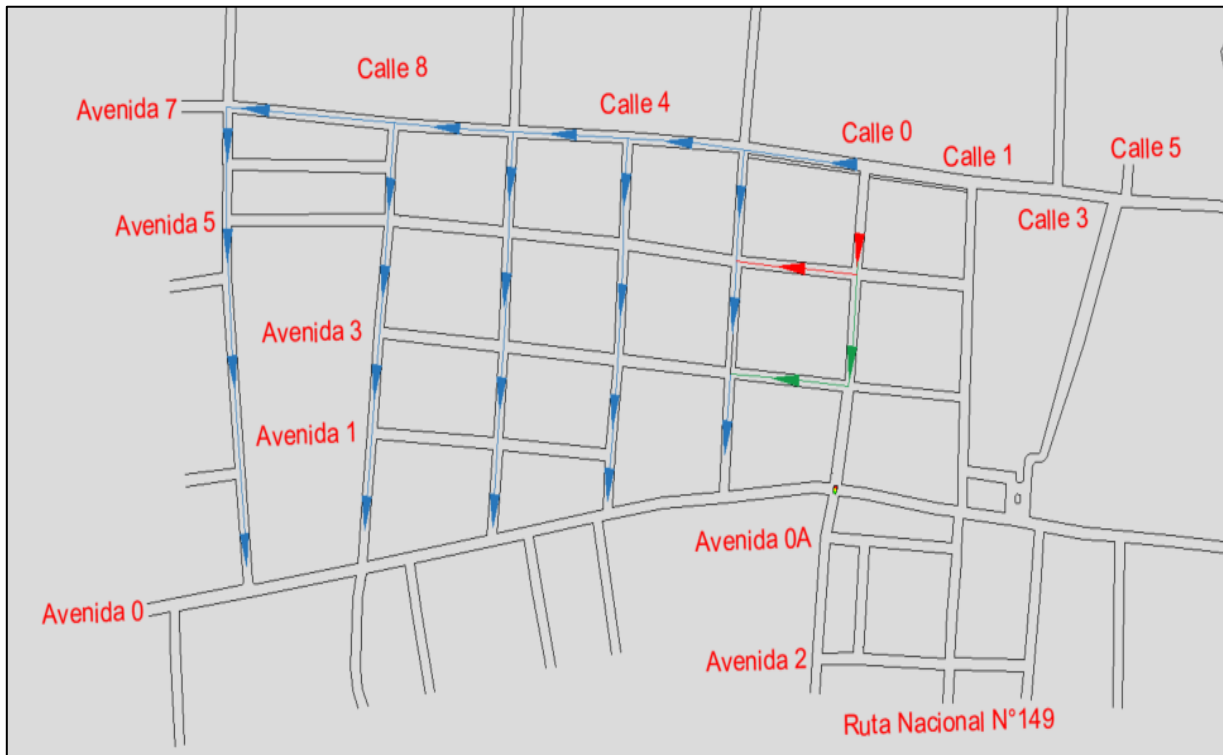


Figura 60 Vías alternas al viraje norte - oeste en la intersección calle 0 - avenida 0

Como se muestra en la figura anterior se cuenta con una cantidad importante de rutas alternas, incluso debido a la cantidad de avenidas y calles disponibles no es posible mostrar la totalidad de configuraciones de desvíos posibles; por lo tanto, la red vial del casco central de Guápiles cuenta con capacidad de distribuir el flujo vehicular sin representar un inconveniente en los niveles de servicio de la red, adicionalmente las longitudes a recorrer tampoco se aumentan debido a que las rutas alternas son vías paralelas a la original.

Con respecto a los vehículos que ingresan actualmente a la intersección por medio del acceso sur, se cuenta con una única ruta alterna por medio de la Ruta Nacional N° 149, la cual se muestra en la siguiente figura.



Figura 61 Vías alternas al acceso sur en la intersección calle 0 - avenida 0

En las siguientes tablas se muestran los niveles de servicio en la intersección entre la Ruta Nacional N° 149 y avenida 0 al recibir el flujo vehicular del viraje sur – este como ruta alterna.

Tabla 60 Niveles de servicio intersección RN N° 149 - avenida 0 periodo AM con propuesta 2

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO SUR		
	Movimiento			Movimiento		
	lzc.	Dir.	Dcho.	lzc.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	671	200	-	-	363
Dispositivo de control						Alto
Demora por acceso (s)		0.0	0.0			11.6
Nivel de servicio del acceso		A	A			B
Demora de la intersección (s)	3.6					
Nivel de servicio de la intersección	A					

Tabla 61 Niveles de servicio intersección RN N° 149 - avenida 0 periodo MD con propuesta 2

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO SUR		
	Movimiento			Movimiento		
	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	1095	273	-	-	328
Dispositivo de control						Alto
Demora por acceso (s)		0.0	0.0			13.4
Nivel de servicio del acceso		A	A			B
Demora de la intersección (s)	2.5					
Nivel de servicio de la intersección	A					

Tabla 62 Niveles de servicio intersección RN N° 149 - avenida 0 periodo PM con propuesta 2

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO SUR		
	Movimiento			Movimiento		
	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	1363	304	-	-	363
Dispositivo de control						Alto
Demora por acceso (s)		0.0	0.0			17.1
Nivel de servicio del acceso		A	A			C
Demora de la intersección (s)	3.7					
Nivel de servicio de la intersección	A					

En la siguiente tabla resumen se muestra la comparación entre los niveles de servicio actuales de la intersección y los resultados obtenidos al aumentar el flujo vehicular en el acceso sur.

Tabla 63 Resultados obtenidos con la propuesta 2 intersección RN N° 149 - avenida 0

Condición actual			Condición propuesta	
Periodo	Demora(segundos)	NS	Demora(segundos)	NS
Mañana	3.6	A	3.6	A
Medio día	2.3	A	2.5	A
Tarde	4.1	A	3.7	A

Como se muestra en la tabla 63, los cambios en los niveles de servicio incluso son levemente favorables en la intersección con la implementación de los cambios en la intersección de calle 0 – avenida 0, donde se logra mantener los mismos niveles de servicio y se disminuye levemente los tiempos de demora, esto producto de la disminución del flujo vehicular en el sentido oeste – este.

Adicionalmente con la implementación de esta propuesta se deberá cambiar el actual trayecto de servicio de autobuses que ingresan a la intersección por el acceso norte y realizan el giro derecho con dirección hacia el oeste de la ciudad.

En la siguiente figura se muestra en color verde la ruta actual de los autobuses, y en color azul la ruta propuesta.

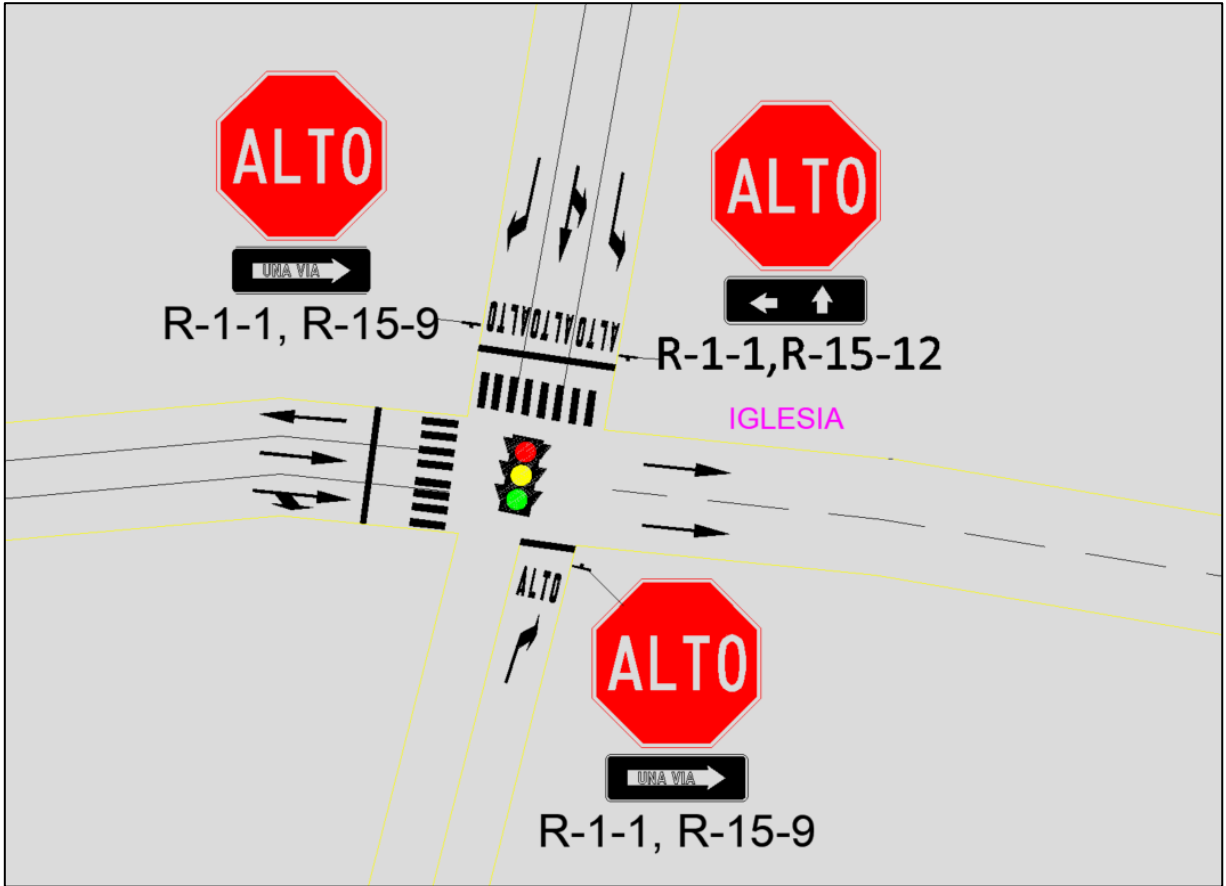


Figura 63 Configuración propuesta por la Municipalidad de Pococí intersección calle 0 - avenida 0

Con la implementación de esta modificación en la configuración de la intersección se obtendrían los siguientes niveles de servicio.

Tabla 64 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo AM con propuesta 3

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	.	493	69	-	-	29	457	120	197
Dispositivo de control		semáforo				semáforo		semáforo	
Demora por acceso (s)		23.6				0.6	10.8	11.1	4.9
Nivel de servicio del acceso		C				A	B	B	A
Demora de la intersección (s)	15.0								
Nivel de servicio de la intersección	B								

Tabla 65 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo MD con propuesta 3

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	.	535	96	-	-	58	867	246	259
Dispositivo de control		semáforo				semáforo		semáforo	
Demora por acceso (s)		27.1				3.9	37.9	38.6	6.2
Nivel de servicio del acceso		C				A	D	D	A
Demora de la intersección (s)	29.6								
Nivel de servicio de la intersección	C								

Tabla 66 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo PM con propuesta 3

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	.	700	92	-	-	67	900	226	352
Dispositivo de control		semáforo				semáforo		semáforo	
Demora por acceso (s)		41.5				16.9	30.2	31.7	3.3
Nivel de servicio del acceso		D				B	C	C	A
Demora de la intersección (s)	29.5								
Nivel de servicio de la intersección	C								

Como se muestra en las tablas anteriores, el nivel de servicio se logra mejorar de formar sustancial a nivel de intersección; sin embargo, con el fin de mejorar más los niveles de servicio en la intersección se plantea sumarle a la propuesta de ampliación del acceso oeste, la eliminación del acceso sur de la intersección, cambiando el sentido vehicular de calle 0 conservando únicamente el sentido norte - sur, específicamente en el tramo frente a la Casa de la Cultura, con la finalidad de emular los resultados obtenidos en la propuesta 1 y garantizar el funcionamiento adecuado de la intersección en el futuro a mediano y largo plazo, en la siguiente figura se muestra la configuración propuesta.

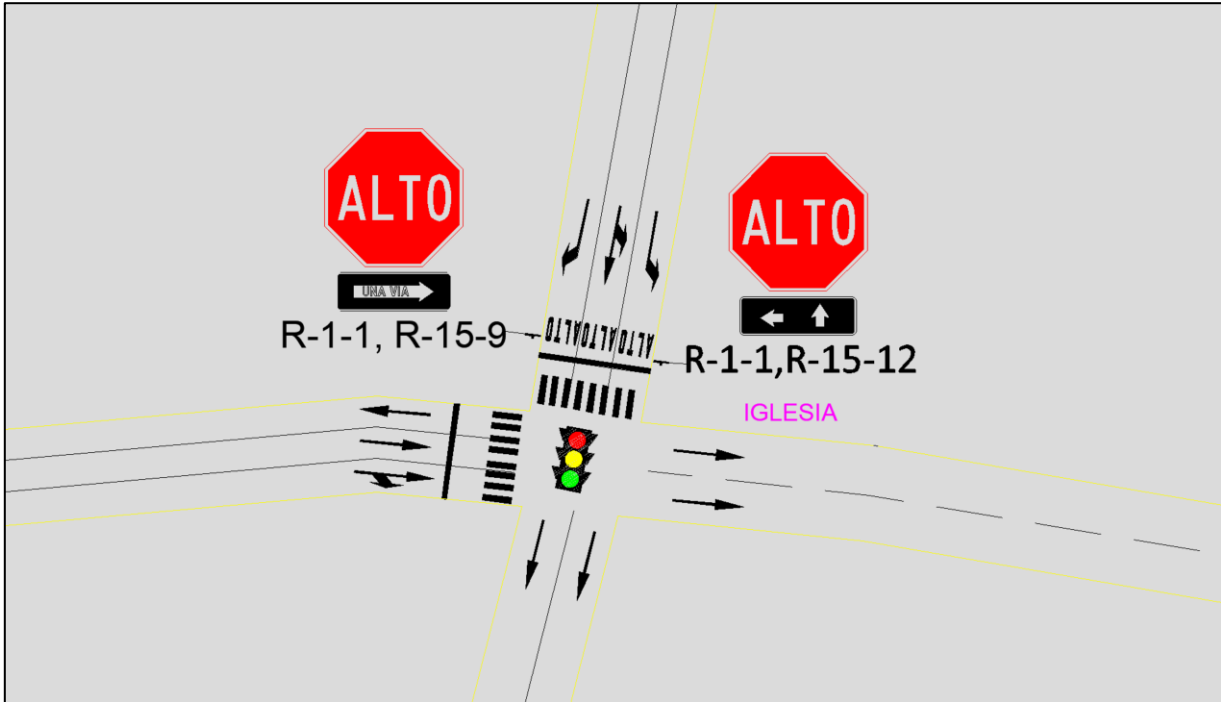


Figura 64 Configuración propuesta por la Municipalidad de Pococí intersección calle 0 - avenida 0

Con la implementación de esta modificación a la propuesta realizada por la Municipalidad de Pococí en la configuración de la intersección se obtendrían los siguientes niveles de servicio.

Tabla 67 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo AM con modificación de propuesta 3

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento		
	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	493	69	457	120	197
Dispositivo de control		semáforo	semáforo	semáforo	semáforo	semáforo
Demora por acceso (s)		13.1		10.1	10.1	3.2
Nivel de servicio del acceso		B		B	B	A
Demora de la intersección (s)	10.4					
Nivel de servicio de la intersección	B					

Tabla 68 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo MD con modificación de propuesta 3

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento		
	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	535	96	867	246	259
Dispositivo de control		semáforo	semáforo	semáforo	semáforo	semáforo
Demora por acceso (s)		20.5		22.9	23.1	2.6
Nivel de servicio del acceso		C		C	C	A
Demora de la intersección (s)	19.5					
Nivel de servicio de la intersección	B					

Tabla 69 Niveles de servicio intersección calle 0 - avenida 0 periodo PM con modificación de propuesta 3

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento		
	lzq.	Dir.	Dcho.	lzq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	700	92	900	226	352
Dispositivo de control		semáforo	semáforo	semáforo	semáforo	semáforo
Demora por acceso (s)		23.5		21.6	22.5	2.7
Nivel de servicio del acceso		C		C	C	A
Demora de la intersección (s)	19.4					
Nivel de servicio de la intersección	B					

En la siguiente tabla resumen se muestra la comparación entre los niveles de servicio actuales de la intersección y los resultados obtenidos con la aplicación de la propuesta 3 y la modificación agregada en el acceso sur de la intersección.

Tabla 70 Resultados obtenidos con la propuesta 3 intersección calle 0 - avenida 0

Condición actual			Condición propuesta	
Periodo	Demora(segundos)	NS	Demora(segundos)	NS
Mañana	19.8	B	10.4	B
Medio día	102.8	F	19.5	B
Tarde	72.3	E	19.4	B

Como se muestra en la tabla 70 los cambios en los niveles de servicio son muy favorables en la intersección con la implementación de propuesta 3 y la modificación del acceso sur, principalmente en los periodos del medio día y de la tarde pasando de niveles de servicio E y F a B en ambos periodos y con estos eliminando las colas que afectaban intersecciones cercanas.

Con respecto a los vehículos que ingresaban a la intersección por medio del acceso sur, aplican las mismas condiciones analizadas en la figura 61 y en las tablas 60, 61 y 62.

2.4.1.3 Sector Cementerio de Guápiles. Para este sector ya se cuenta con una propuesta por parte de la DGIT por medio del informe técnico N° MOPT-03-05-01-0348-2018 (anexo 3), donde se recomienda la instalación de semáforo vehicular en las 2 intersecciones de la zona entre la Ruta Nacional N° 249 y avenida 0, los cuales se encuentren sincronizados facilitando el flujo vehicular en los sentido este – oeste y viceversa y la ampliación de un tercer carril exclusivo para virajes como se muestra en la siguiente figura.

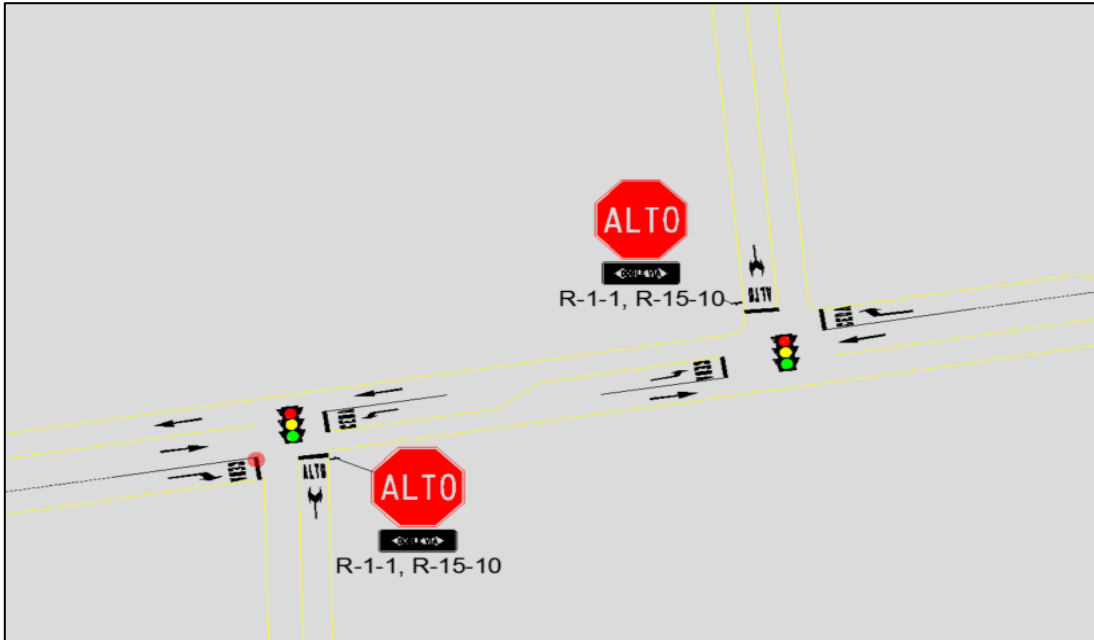


Figura 65 Propuesta sector cementerio Guápiles

Por lo tanto, al ya contarse con una propuesta, se llevará a cabo una revisión para verificar que bajo los volúmenes vehiculares actuales la misma aún permita el funcionamiento óptimo del sector, dicha revisión es necesaria debido a que el estudio técnico fue llevado a cabo en el 2018.

Con la implementación de la propuesta de ampliación y la instalación de semáforos vehiculares en la zona se obtienen los siguientes niveles de servicio en las intersecciones al día de hoy.

Tabla 71 Niveles de servicio horario AM intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta semáforo

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	280	638	-	-	380	43	60	-	195
Dispositivo de control	semáforo	semáforo			semáforo	semáforo	semáforo		Semáforo
Demora por acceso (s)	83.5	35.9			24.8	5.1	20.0		20.0
Nivel de servicio del acceso	F	D			C	A	C		C
Demora de la intersección (s)	38.5								
Nivel de servicio de la intersección	D								

Tabla 72 Niveles de servicio horario MD intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta semáforo

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	148	465	-	-	464	56	57	-	145
Dispositivo de control	semáforo	semáforo			semáforo	semáforo	semáforo		Semáforo
Demora por acceso (s)	42.2	10.0			38.1	5.0	43.5		43.5
Nivel de servicio del acceso	D	B			D	A	D		D
Demora de la intersección (s)	28.2								
Nivel de servicio de la intersección	C								

Tabla 73 Niveles de servicio horario PM intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta semáforo

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	240	681	-	-	490	47	47	-	170
Dispositivo de control	semáforo	semáforo			semáforo	semáforo	semáforo		Semáforo
Demora por acceso (s)	104.2	63.4			37.6	6.8	15.9		15.9
Nivel de servicio del acceso	F	E			D	A	B		B
Demora de la intersección (s)	53.9								
Nivel de servicio de la intersección	D								

En la siguiente tabla resumen se muestra la comparación entre los niveles de servicio actuales de la intersección y los resultados obtenidos con la aplicación de la propuesta.

Tabla 74 Resultados obtenidos con la propuesta de semáforo intersección este sector cementerio.

Condición actual			Condición propuesta	
Periodo	Demora(segundos)	NS	Demora(segundos)	NS
Mañana	31.5	D	38.5	D
Medio día	5.6	A	28.2	C
Tarde	11.7	B	53.9	D

Como se muestra en la tabla 74 los niveles de servicio con la propuesta original no se logran mejorar, por el contrario, en el periodo de la tarde se pasa de un nivel de servicio B a D, con respecto al acceso norte se identificó que cuentan con niveles de servicio F para los periodos de la mañana y la tarde por lo tanto se presenta problemas de saturación vial.

Por lo tanto, esta propuesta realizada en el 2018 ya no es funcional, por lo cual se plantea una segunda propuesta que consiste en eliminar los virajes izquierdos, tanto del acceso norte de la intersección este

como del acceso sur de la intersección oeste y conservando la regulación por un sistema de altos y cedas.

En la siguiente figura se muestra la configuración recomendada.

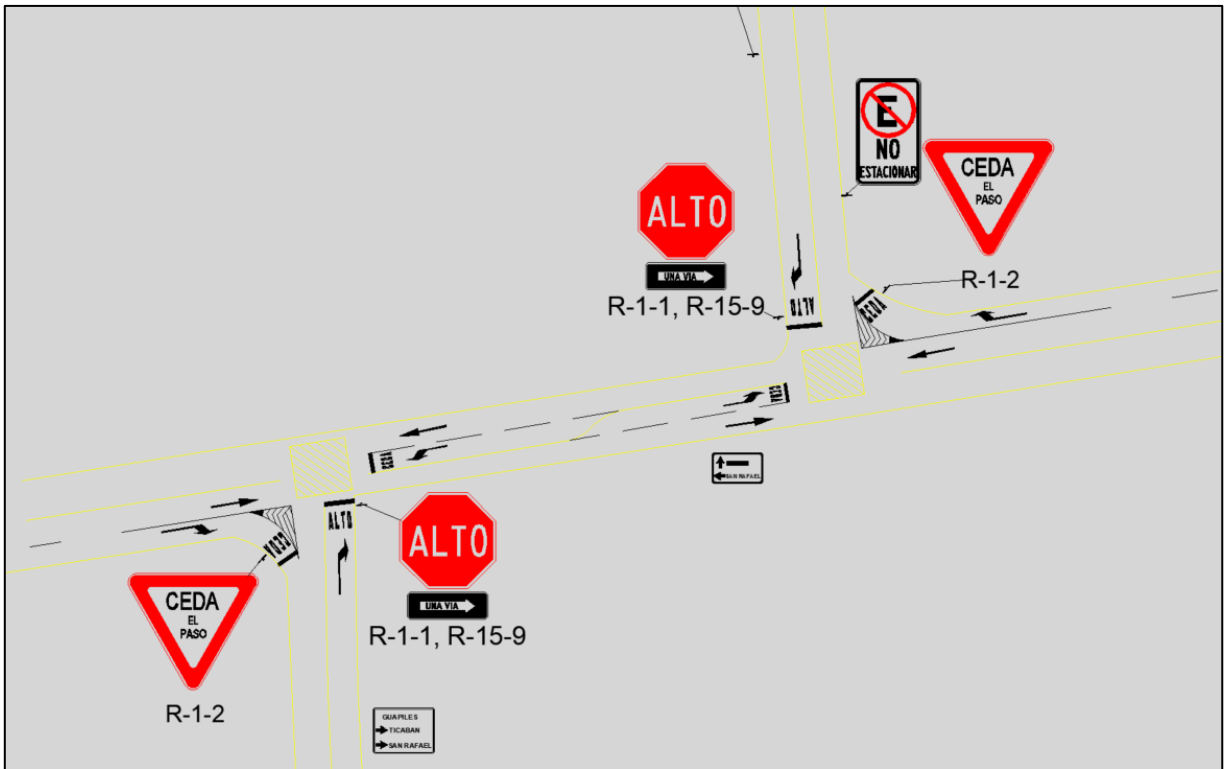


Figura 66 Propuesta sector cementerio Guápiles con eliminación de giros izquierdos

Con la aplicación de esta propuesta eliminando los giros izquierdos se obtienen los siguientes niveles de servicio.

Tabla 75 Niveles de servicio horario AM intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta eliminación de giro

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	280	638	-	-	380	43	-	-	195
Dispositivo de control						CEDA			ALTO
Demora por acceso (s)	17.4	0.0			0.0	0.0			10.3
Nivel de servicio del acceso	C	A			A	A			B
Demora de la intersección (s)	4.4								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 76 Niveles de servicio horario MD intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta eliminación de giro

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	148	465	-	-	464	56		-	145
Dispositivo de control	ALTO	ALTO			ALTO	ALTO			ALTO
Demora por acceso (s)	13.6	0.0			0.0	0.0			10.2
Nivel de servicio del acceso	B	A			A	A			B
Demora de la intersección (s)	2.7								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 77 Niveles de servicio horario MD intersección (este) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta eliminación de giro

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	240	681	-	-	490	47		-	170
Dispositivo de control	ALTO	ALTO			ALTO	ALTO			ALTO
Demora por acceso (s)	17.2	0.0			0.0	0.0			10.8
Nivel de servicio del acceso	C	A			A	A			B
Demora de la intersección (s)	3.7								
Nivel de servicio de la intersección	A								

En la siguiente tabla resumen se muestra la comparación entre los niveles de servicio actuales de la intersección y los resultados obtenidos con la aplicación de la propuesta.

Tabla 78 Resultados obtenidos con la propuesta eliminación de giro intersección este sector cementerio.

Condición actual			Condición propuesta	
Periodo	Demora(segundos)	NS	Demora(segundos)	NS
Mañana	31.5	D	4.4	A
Medio día	5.6	A	2.7	A
Tarde	11.7	B	3.7	A

Como se muestra en la tabla anterior los niveles de servicio se mejoran principalmente en el periodo de la mañana pasando de D a A, con respecto a los accesos de la intersección los niveles de servicio se mejoran considerablemente principalmente en el acceso norte donde se pasan de nivel de servicio F a A en los periodos de la mañana y la tarde.

Ante la eliminación del giro izquierdo en el acceso norte de la intersección este, los usuarios cuentan con las rutas alternas mostradas en la siguiente figura.

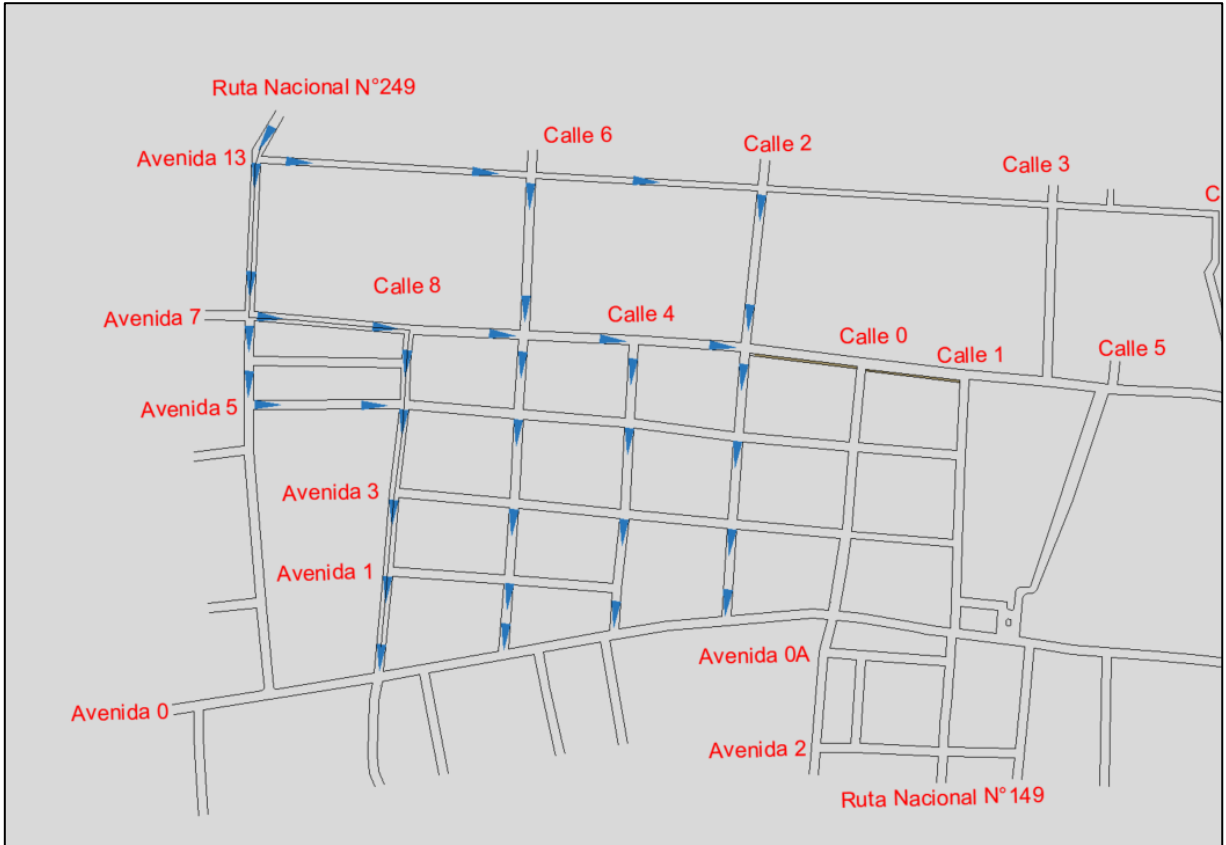


Figura 67 Rutas alternas ante eliminación giro izquierdo sector cementerio

Con respecto a la intersección oeste del sector del cementerio de Guápiles en las siguientes tablas se muestra el resultado obtenido con la implementación de la eliminación del giro izquierdo y los carriles de giros exclusivos.

Tabla 79 Niveles de servicio horario AM intersección (oeste) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta eliminación de giro

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO SUR		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	645	70	235	340	-	-	-	280
Dispositivo de control			CEDA	CEDA					Alto
Demora por acceso (s)		0.0	0.0	10.9	0.0				18.7
Nivel de servicio del acceso		A	A	B	A				C
Demora de la intersección (s)	5.2								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 80 Niveles de servicio horario MD intersección (oeste) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta semáforo

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO SUR		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	400	41	223	390	-	-	-	220
Dispositivo de control			CEDA	CEDA					Alto
Demora por acceso (s)		0.0	0.0	9.1	0.0				11.5
Nivel de servicio del acceso		A	A	A	A				B
Demora de la intersección (s)	3.7								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 81 Niveles de servicio horario PM intersección (oeste) Ruta Nacional N° 249 – avenida 0 propuesta semáforo

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO SUR		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	621	45	227	447	-	-	-	301
Dispositivo de control			CEDA	CEDA					Alto
Demora por acceso (s)		0.0	0.0	23.4	0.0				15.2
Nivel de servicio del acceso		A	A	C	A				C
Demora de la intersección (s)	5.9								
Nivel de servicio de la intersección	A								

En la siguiente tabla resumen se muestra la comparación entre los niveles de servicio actuales de la intersección y los resultados obtenidos con la aplicación de la propuesta.

Tabla 82 Resultados obtenidos con la propuesta de eliminación de giro intersección oeste sector cementerio

Periodo	Condición actual		Condición propuesta	
	Demora(segundos)	NS	Demora(segundos)	NS
Mañana	24.3	C	5.2	A
Medio día	7.8	A	3.7	A
Tarde	109.6	F	5.9	A

Como se muestra en la tabla 82 el nivel de servicio general de la intersección se logra mejorar considerablemente en el periodo de la tarde pasando de F a A, con respecto a los accesos de la intersección el acceso sur de la intersección que presentaba niveles de servicio F para los periodos de la mañana y la tarde se logra mejorar a C para ambos periodos.

Ante la eliminación del giro izquierdo en el acceso sur de la intersección oeste, los usuarios de vehículos pesados cuentan con las rutas alternas mostradas en la siguiente figura.



Figura 68 Rutas alternas ante eliminación giro izquierdo sector cementerio

Adicionalmente para los usuarios de vehículos livianos se cuenta con las rutas alternas por Barrio Los Ángeles y la Urbanización Toro Amarillo.

2.4.1.4 Sector La Cachera. En atención a la solicitud realizada por la Municipalidad de Pococí debido a los problemas de tránsito ocasionados por las dimensiones de la vía se analizará cambiar el orden vial de la zona permitiendo únicamente el flujo vehicular en el sentido sur – norte, lo cual, al eliminar un viraje en la intersección entre calle 7 – avenida 7 ayuda a mejorar de igual manera los niveles de servicio en dicha intersección.

En las siguientes figuras se muestra el cambio propuesto tanto sobre calle como sobre a intersección mencionada.

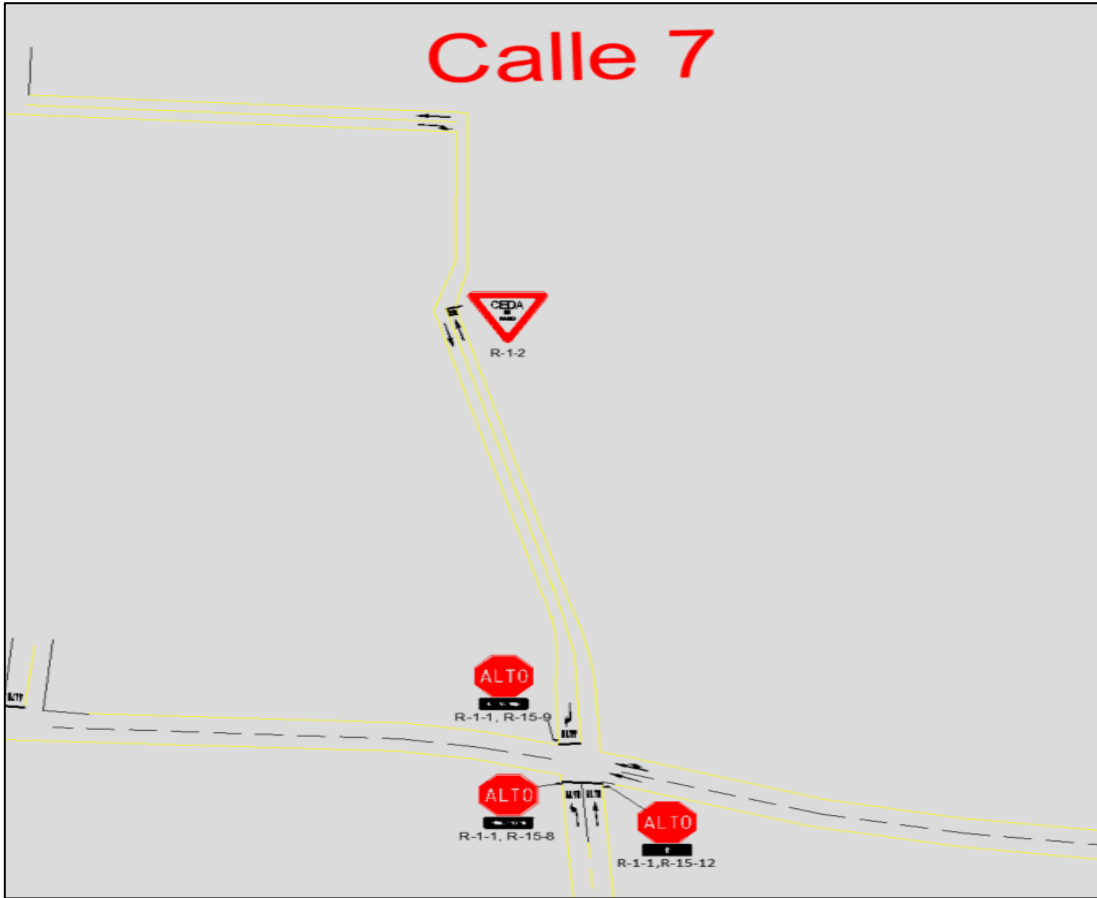


Figura 69 Configuración actual sector La Cachera

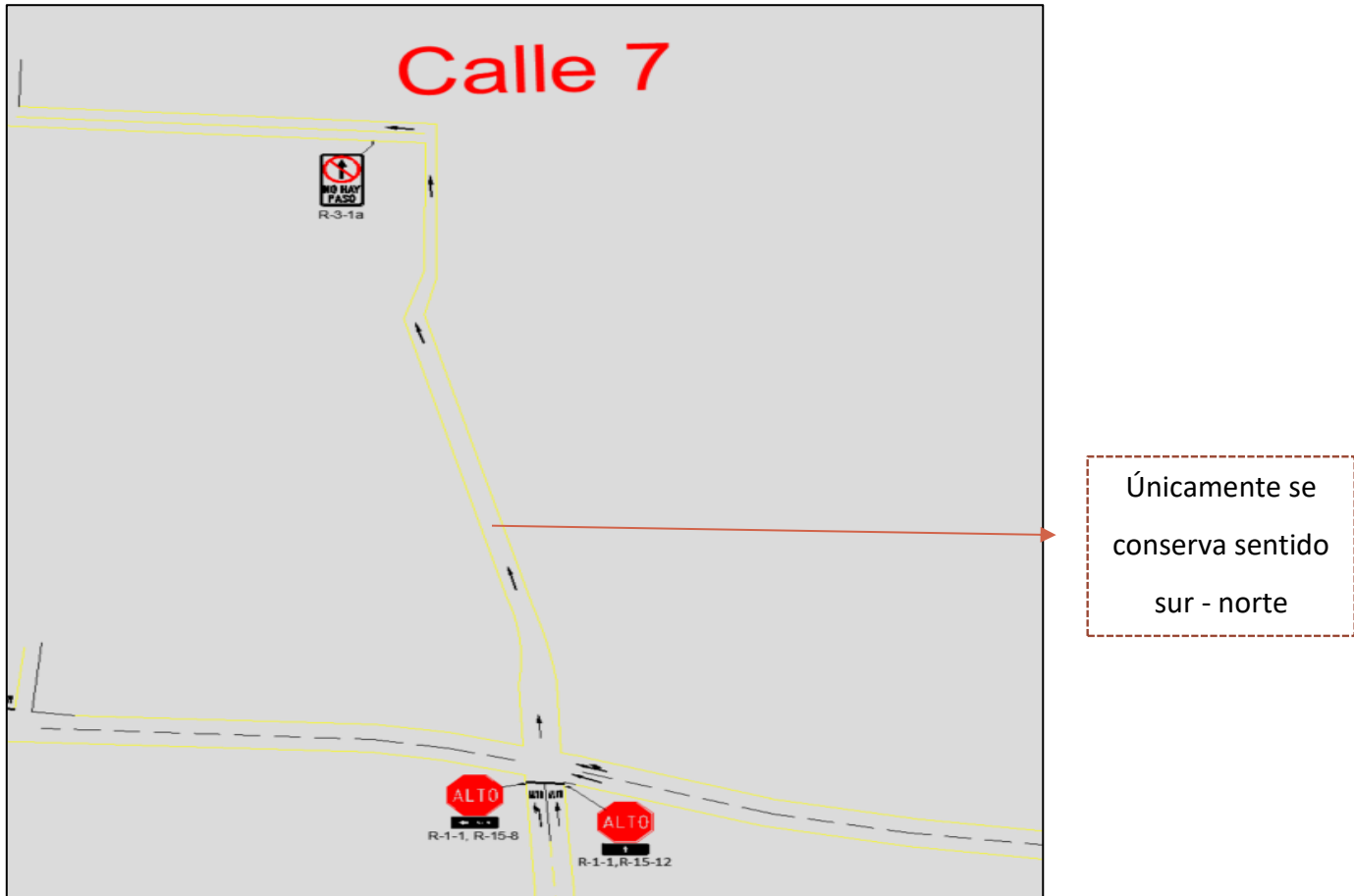


Figura 70 Configuración propuesta sector La Cachera

Actualmente al sector se puede ingresar por medio de la intersección entre calle 7 – avenida 7 la cual al eliminarse un giro presentará mejoras en los niveles de servicio como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 83 Niveles de servicio horario AM intersección calle 7 – avenida 7 con propuesta cambio vial

PARÁMETRO	ACCESO ESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	970	20	104	38	-	-	-	-
Dispositivo de control				ALTO	ALTO				
Demora por acceso (s)		0.0	0.0	10.8	16.4				
Nivel de servicio del acceso		A	A	B	C				
Demora de la intersección (s)	1.5								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 84 Niveles de servicio horario MD intersección calle 7 – avenida 7 con propuesta cambio vial

PARÁMETRO	ACCESO ESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	1100	35	227	78	-	-	-	-
Dispositivo de control				ALTO	ALTO				
Demora por acceso (s)		0.0	0.0	13.2	13.2				
Nivel de servicio del acceso		A	A	B	B				
Demora de la intersección (s)	3.3								
Nivel de servicio de la intersección	A								

Tabla 85 Niveles de servicio horario PM intersección calle 7 – avenida 7 con propuesta cambio vial

PARÁMETRO	ACCESO ESTE			ACCESO SUR			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.	Izq.	Dir.	Dcho.
Volumen vehicular	-	1170	16	343	73	-	-	-	-
Dispositivo de control				ALTO	ALTO				
Demora por acceso (s)		0.0	0.0	14.6	21.6				
Nivel de servicio del acceso		A	A	B	C				
Demora de la intersección (s)	3.9								
Nivel de servicio de la intersección	A								

En la siguiente tabla resumen se muestra la comparación entre los niveles de servicio actuales de la intersección y los resultados obtenidos con la aplicación de la propuesta.

Tabla 86 Resultados obtenidos con la propuesta de cambio de vías intersección calle 7 - avenida 7

Periodo	Condición actual		Condición propuesta	
	Demora(segundos)	NS	Demora(segundos)	NS
Mañana	2.7	A	1.5	A
Medio día	5.8	A	3.3	A
Tarde	17.0	C	3.9	A

Como se muestra en las tablas anteriores con los cambios en la configuración de la intersección entre avenida 7 – calle 7 producto del cambio en los sentidos de circulación en el sector de La Cachera se logra mejorar los niveles de servicio generales principalmente en el periodo de la tarde pasando de C a A.

Con respecto al volumen vehicular que utilizaba el sector de La Cachera para ingresar a la Ruta Nacional N° 149 como opción directa se cuenta con la intersección entre calle 3 – avenida 7. En la siguiente figura en color verde se muestra la ruta propuesta y en color rojo el recorrido actual.

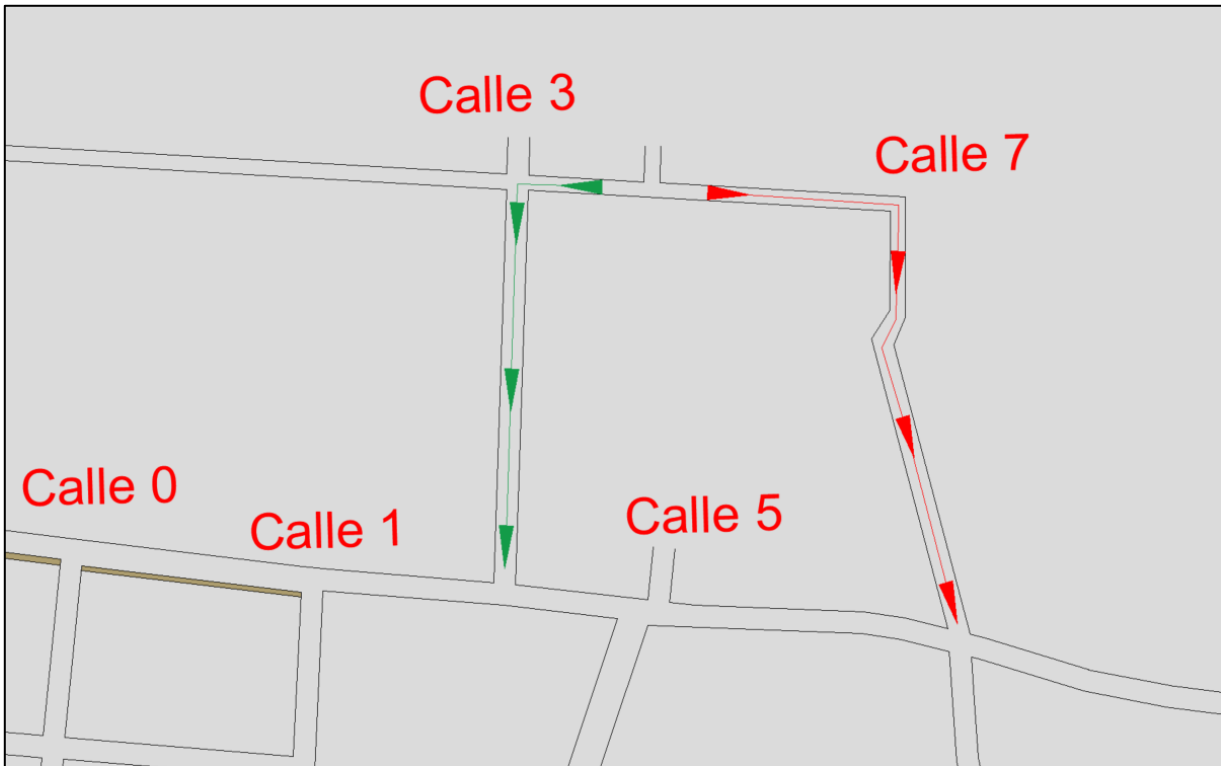


Figura 71 Ruta propuesta ante cambio vial sector La Cachera

En la siguiente tabla resumen se muestran los niveles de servicio en la intersección entre calle 3 – avenida 7 al recibir el flujo vehicular como ruta alterna al sector conocido como La Cachera.

Tabla 87 Niveles de servicio intersección calle 3 – avenida 7 antes cambios viales

Condición actual			Condición propuesta	
Periodo	Demora(segundos)	NS	Demora(segundos)	NS
Mañana	2.9	A	3.3	A
Medio día	1.9	A	2.4	A
Tarde	1.7	A	2.0	A

Como se muestra en la tabla anterior a pesar de que se asume un escenario crítico donde todos los conductores utilicen la intersección entre calle 3 – avenida 7 como vía alterna al sector de La Cachera, los niveles de servicio en dicha intersección no son afectado debido a que se conserva niveles de servicio A en los tres periodos de análisis.

2.4.1.5 Nivel de servicio de la red general implementando las propuestas. Con la aplicación de las propuestas analizadas anteriormente se logra una mejora sustancial en los tiempos de demora y por lo tanto del nivel de servicio general de la red vial del casco central de la ciudad de Guápiles.

En las siguientes figuras se muestra el resultado en los niveles de servicio por intersección y accesos con las recomendaciones realizadas.

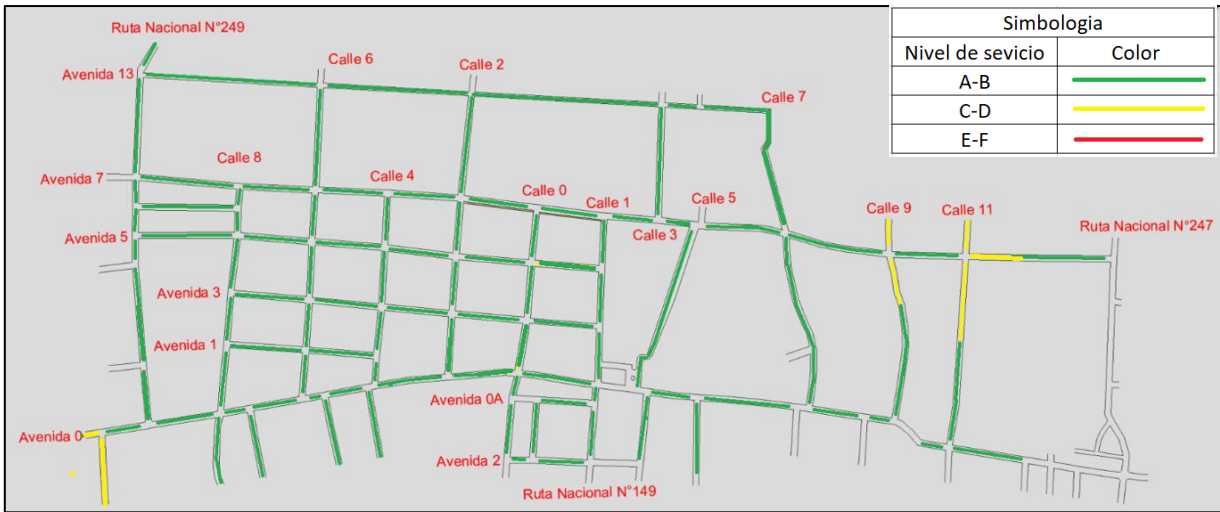


Figura 72 Niveles de servicio por acceso con propuestas para el periodo AM

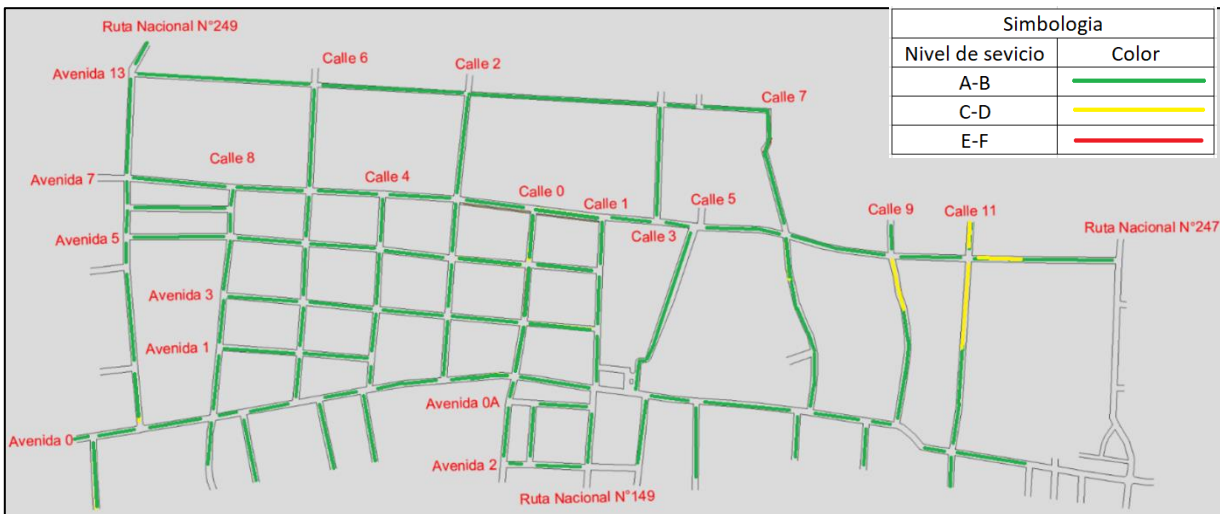


Figura 73 Niveles de servicio por acceso con propuestas para el periodo MD

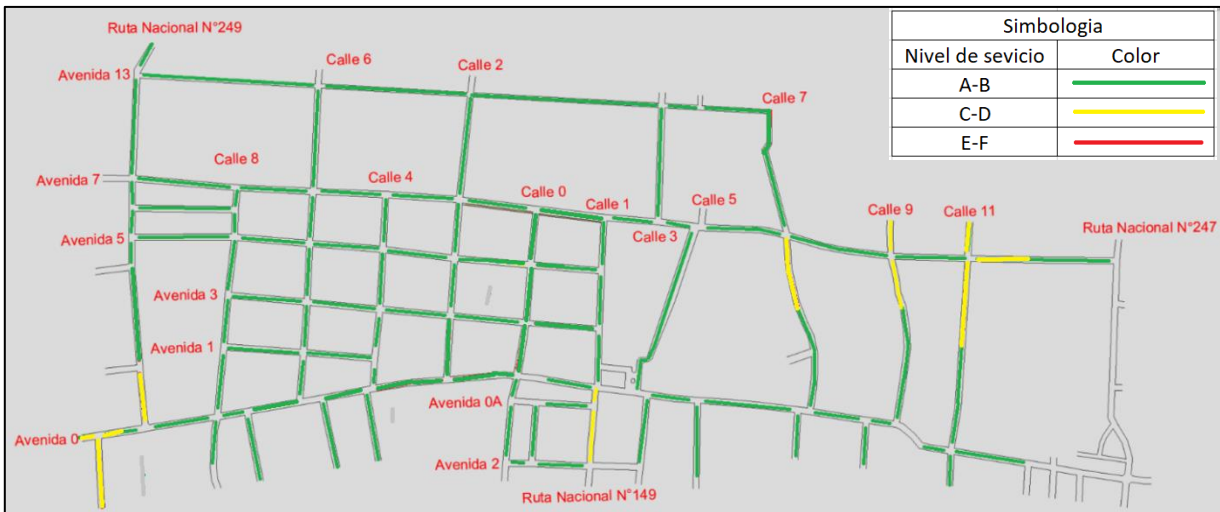


Figura 74 Niveles de servicio por acceso con propuestas para el periodo PM

A nivel de acceso como se muestra en las figuras anteriores, se mejoró el nivel de servicio por intersecciones y por accesos principalmente sobre las intersecciones de calle 0 – avenida 0 y en el sector del cementerio de la localidad, siendo estos los 2 sectores de la red vial donde se presentaban los mayores problemas de saturación vehicular.

Con la aplicación de todas las propuestas planteadas con respecto a medidas de efectividad de la red vial, emitidas por el programa SYNCHRO 11, se obtienen los resultados mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 88 Mejora con respecto a las medidas de efectividad de la red vial

Condición actual			Condición propuesta		
Periodo	Demora total (hr)	Demora promedio (s/veh)	Periodo	Demora total (hr)	Demora promedio (s/veh)
Mañana	47	9	Mañana	23	5
Medio día	135	20	Medio día	48	7
Tarde	166	21	Tarde	68	8

Con los datos de la tabla 88 se puede extraer que para la demora total se tiene una mejora del 51 %, 64 % y 59 % para los periodos de la mañana, medio día y la tarde respectivamente. Con respecto a la demora promedio se logra mejorar en un 45 %, 6 5% y 62 % para los periodos de la mañana, medio día y la tarde respectivamente.

2.4.2 Zonas de carga y descarga Ruta Nacional N° 149. Ante la solicitud de la Municipalidad de Pococí de recomendar un horario para la carga y descarga de materiales para el comercio localizado en el centro del distrito de Guápiles, se llevó a cabo una inspección de la zona donde se determinó los sectores afectados por la problemática de no contar con periodos establecidos para esta actividad.

En la siguiente figura se muestran resaltados en color rojo los principales sectores afectados.

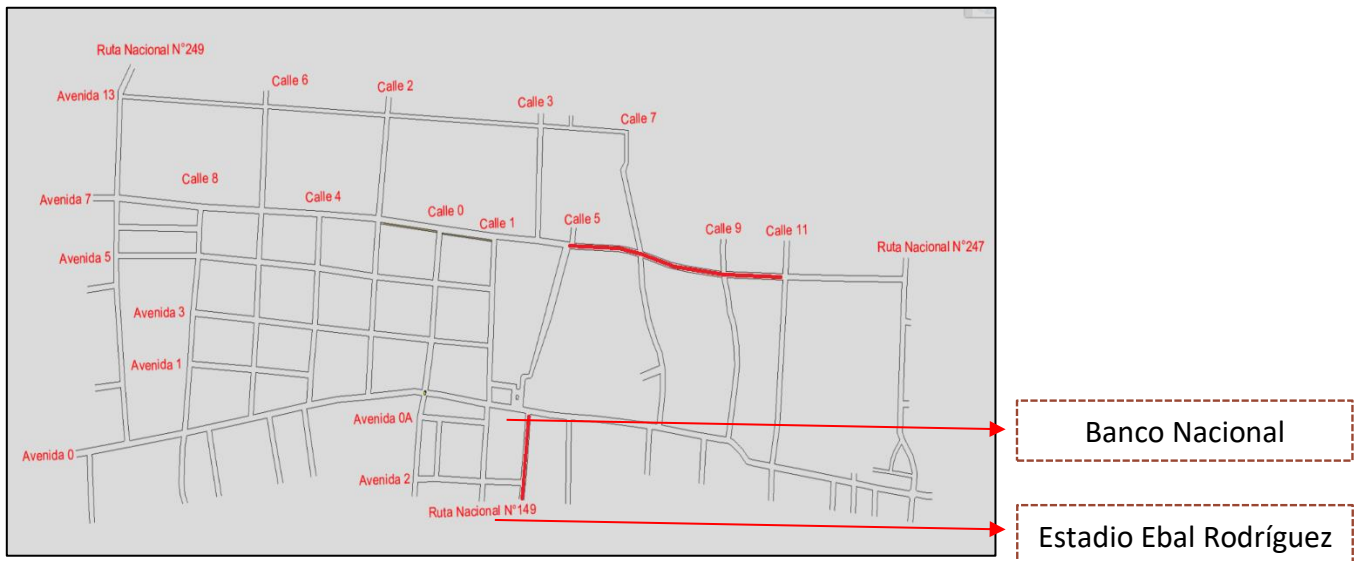


Figura 75 Sectores con problemas de zona de carga y descarga

Como se muestra en la figura anterior los puntos donde más se presentan problemas por saturación vehicular debido a la carga y descarga de materiales se presentan sobre la Ruta Nacional N° 149, específicamente en los sectores entre calle 11 y calle 5 y en las inmediaciones entre El Estadio Ebal Rodríguez y el Banco Nacional.

Tomando como referencia los periodos de mayor saturación vehicular, se recomiendan los siguientes horarios para llevar a cabo la actividad de carga y descarga en todas las vías del casco central del distrito de Guápiles:

Periodo mañana: 8:00 horas – 10:00 horas

Periodo tarde: 13:00 horas – 15:00 horas

Para mitigar el impacto de esta actividad se recomienda generar un reglamento que establezca los horarios recomendados y las zonas para la carga y descarga en todas las vías del casco central de la ciudad de Guápiles.

2.4.3 Zonas de estacionamiento. Ante la solicitud de la Municipalidad de Pococí de recomendar sectores para la ubicación de zonas de estacionamiento localizados en el centro del distrito de Guápiles, se llevó a cabo una inspección para determinar los puntos más convenientes según las condiciones geométricas de las vías y el uso de suelos de las zonas, evitando las principales zonas residenciales.

En la siguiente figura se muestran los sectores donde se recomienda la instalación de zona de estacionamiento con boleta.

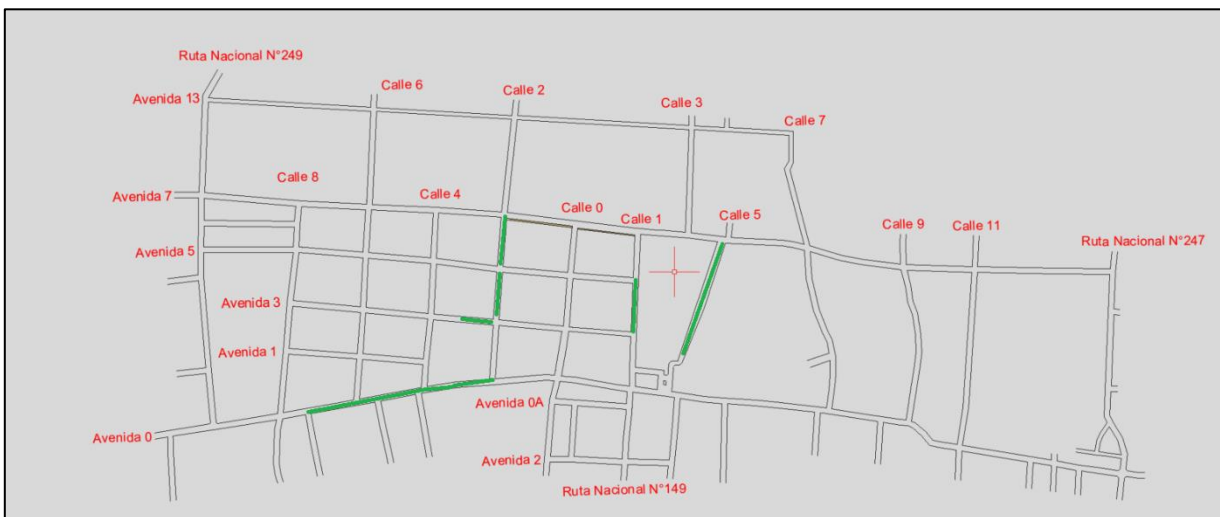


Figura 76 Zonas de estacionamiento recomendadas

- Sobre calle 2 entre avenida 7 y 3 en el margen oeste de la vía se recomienda la demarcación de 16 espacios de estacionamiento con boleta.
- Sobre avenida 0 entre calles 8 y 2 en el margen sur se recomienda la demarcación de 28 espacios para estacionamiento con boleta, esto sujeto a los trabajos de mejoramiento en el sobre ancho por parte de la Municipalidad de Pococí.

- Sobre avenida 3 entre calles 2 y 4 en el margen sur se recomienda la demarcación de 5 espacios de estacionamiento con boleta.
- Sobre calle 3 entre avenidas 7 y 0 en el margen oeste de la vía se recomienda la demarcación de 8 espacios de estacionamiento con boleta conservando los 10 espacios de taxi carga aprobados por el CTP.
- Sobre calle 1 entre avenidas 3 y 5 en el margen este de la vía se recomienda la demarcación de 8 espacios de estacionamiento con boleta conservando los 10 espacios de taxi aprobados por el CTP.

La cantidad de espacios a demarcar en las diferentes vías propuesta quedarán sujetas a una inspección final por parte de la Municipalidad de Pococí con la finalidad de determinar que las condiciones actuales sean iguales al momento de establecer en firme los espacios a señalar.

3. Conclusión.

3.1 Conclusiones

- La mayoría de las intersecciones cuentan con niveles de servicio buenos y aceptables entre A y D, sin embargo, se identificaron problemas de saturación vehicular en las principales intersecciones de avenida 0, específicamente las intersecciones con las Rutas Nacionales N° 149 y 249 que generan efectos de cola afectando las intersecciones cercanas.
- Se identificó un serio problema de seguridad vial en el sector conocido como La Cachera donde la vía no cuenta con las dimensiones mínimas para albergar 2 carriles de circulación y con problemas de visibilidad en las cercanías de la UNED donde el paso se encuentra regulado por un CEDA sin visibilidad entre flujos opuestos.
- Se identificaron problemas de saturación vehicular en la intersección de calle 11 – avenida 7, específicamente en el acceso sur de la intersección con un nivel de servicio F para el periodo de la tarde y de D para los periodos de la mañana y el medio día.
- Se identificaron problemas de saturación vehicular en el sector del cementerio de la comunidad, específicamente en el viraje acceso norte de la intersección este donde se cuenta con niveles de servicio F en los periodos de la mañana y la tarde, adicionalmente en el acceso

sur de la intersección oeste se identificó niveles de servicio F para los periodos de mañana y la tarde.

- Se logró mejorar los niveles de servicio de la intersección entre calle 11 y avenida 7 con la implementación de un semáforo vehicular el cual regule el paso por la intersección. Con esta propuesta se logró mejorar el nivel de servicio en el acceso sur de la intersección pasado de F a C para el periodo de la tarde.
- Para la intersección entre calle 0 y avenida 0, con el cambio de sentido de circulación en el acceso oeste conservando únicamente el sentido oeste – este y la eliminación del viraje derecho del acceso norte, se logró mejorar de forma sustancial los niveles de servicio de la intersección pasando de F y E para los periodos del medio día y la tarde, a B para ambos periodos de análisis.
- Para el sector del cementerio, con la propuesta de ampliación para la creación de carriles de giro exclusivos, así como, la eliminación de los virajes izquierdos tanto del acceso norte de la intersección este y del acceso sur de la intersección oeste, se logró mejorar los niveles de servicio para la intersección este pasando de D a A para el periodo de la mañana y para la intersección oeste de F a A en el periodo de la tarde.
- Se logró mejorar las condiciones de vialidad en el sector de La Cachera eliminando el doble sentido vehicular conservando únicamente el sentido sur – norte; además, esta medida permitió mejorar los niveles de servicio en la intersección entre calle 7 y avenida 7 pasando de C a A en el periodo de la tarde.
- Se identificaron las principales vías para la demarcación de zonas de estacionamiento entre las que se encuentran calles 2 y 3 y avenidas 0, 3 y 5.
- Se identificaron las principales vías afectadas por la carga y descarga, ubicándose las 2 zonas más afectadas por esta actividad sobre la Ruta Nacional N° 149, por lo tanto, se establecieron los horarios para permitir dicha actividad tomando como referencia los periodos de mayor de saturación vehicular en el casco central de la comunidad de Guápiles.

3.2 Recomendaciones

Con base en los análisis realizados se determinó que se requieren implementar las siguientes medidas con el fin de mejorar las condiciones actuales de la red vial de Guápiles.

3.2.1 A la Municipalidad de Pococí.

3.2.1.1 Calle 0 – avenida 0. Con la finalidad de mejorar los niveles de servicio de la intersección y de las zonas cercanas se requiere:

1. Aplicar el cambio en el sentido vehicular de avenida 0 en el tramo entre calles 0 y calle 2 con el fin de únicamente permitir el tránsito en el sentido oeste – este.
2. Aplicar el cambio en el sentido vehicular de calle 0 en el tramo frente la Casa de la Cultura con el fin de únicamente permitir el tránsito en el sentido norte – sur.

En la siguiente figura se muestra la configuración propuesta para la intersección con la aplicación de los sentidos vehiculares descritos anteriormente.

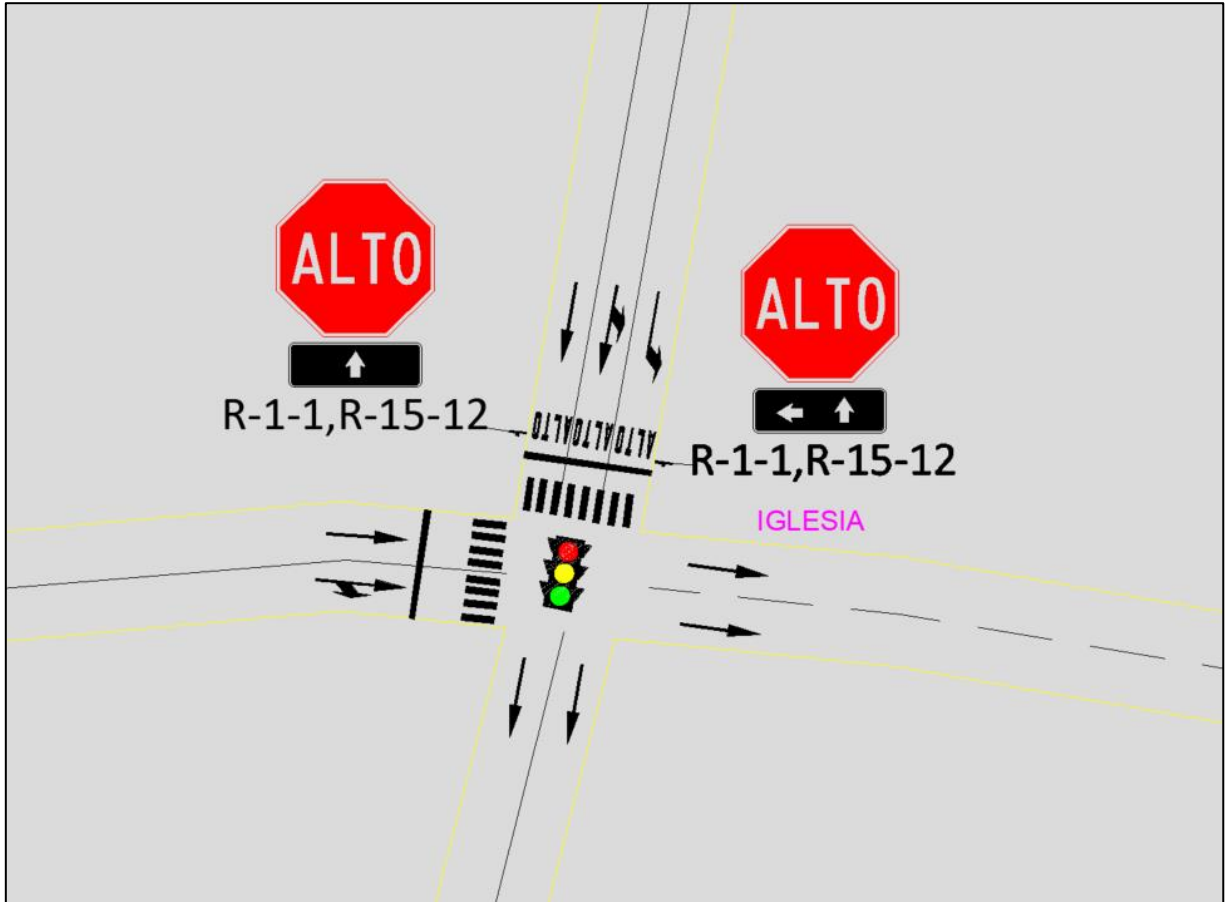


Figura 77 Configuración propuesta intersección calle 0 - avenida 0

3.2.1.2 Sector La Cachera. Aplicar el siguiente cambio vial.

- Conservar únicamente el sentido sur – norte de circulación, lo cual permitirá mejorar los niveles de servicio en la intersección entre calle 7 y avenida 7 y mejorar la seguridad vial de la zona, en la siguiente figura se muestra la el cambio de vías propuesto.

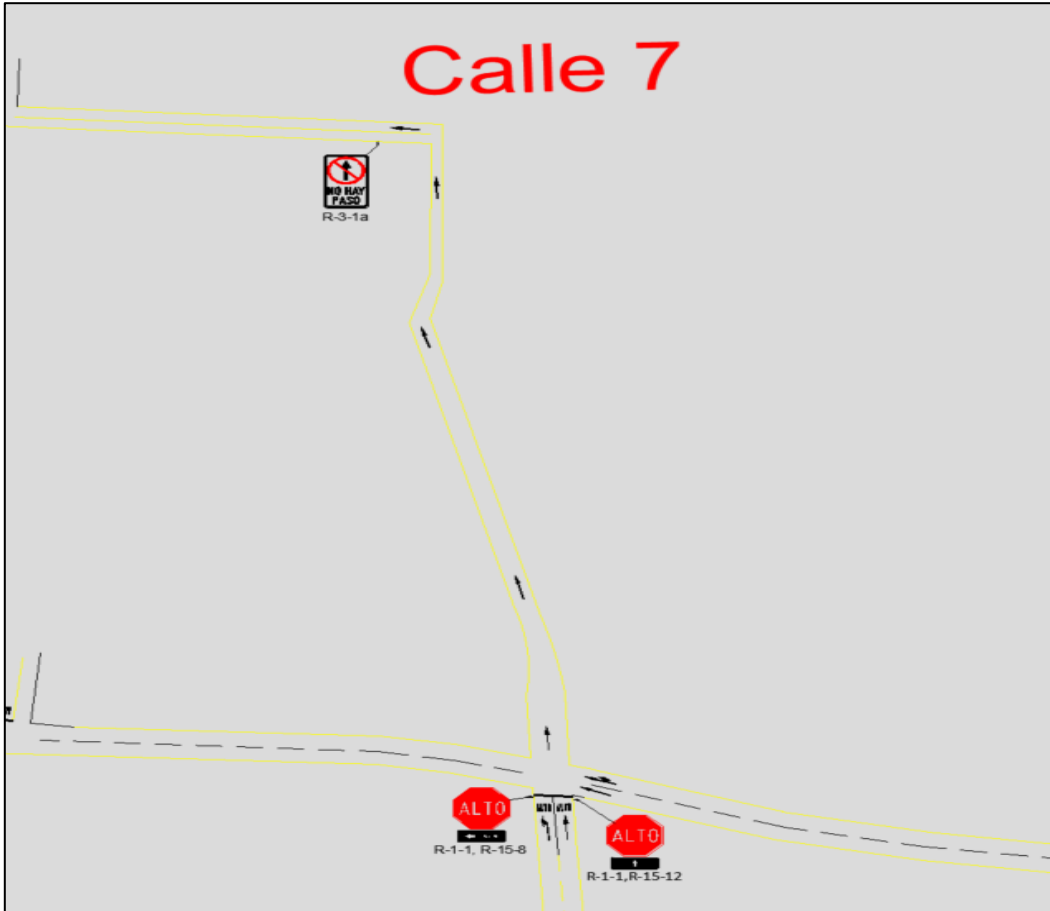


Figura 78 Configuración propuesta sector La Cachera

3.2.1.3 Sector el cementerio de Guápiles.

- Ampliar al menos por una longitud de 50 metros, los accesos oeste y este al sector, con la finalidad de establecer carriles exclusivos de giro a la derecha.

En la siguiente figura se muestra la configuración propuesta para las intersecciones de la zona.

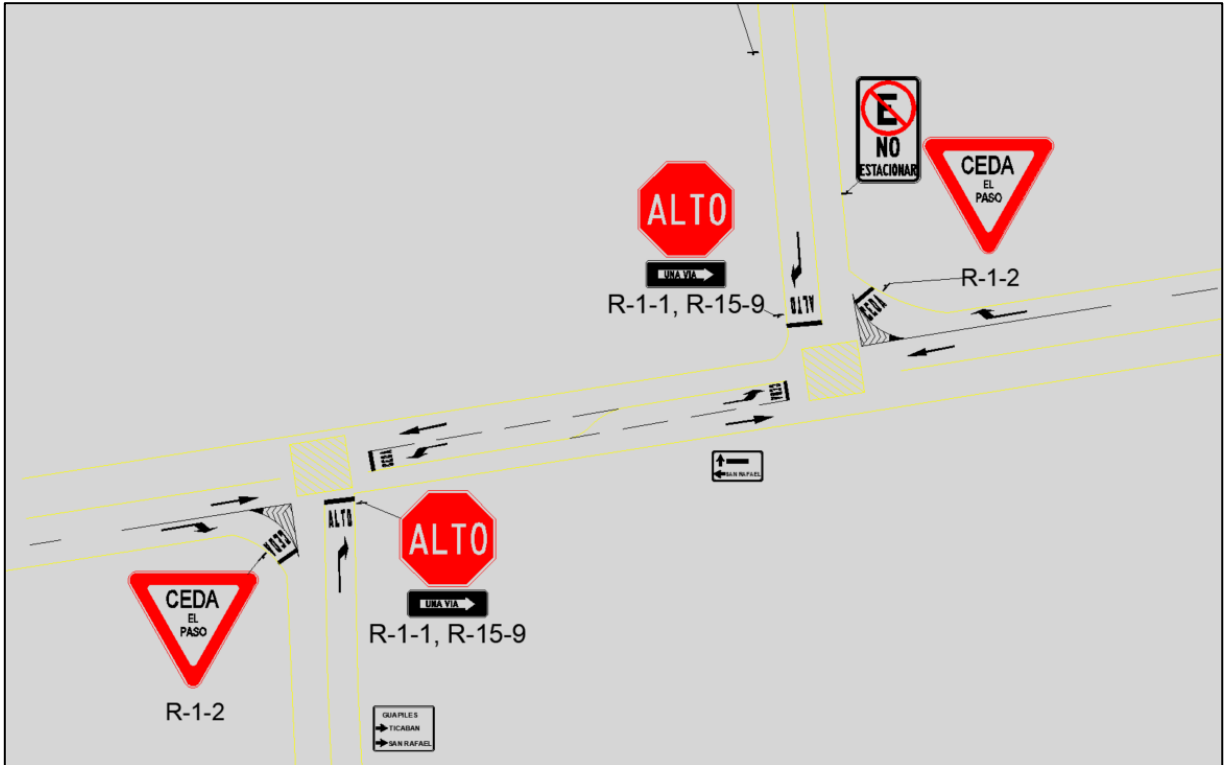


Figura 79 Propuesta sector cementerio Guápiles ampliación vías cantonal para giros exclusivos derechos

3.2.1.4 Horario de carga y descarga.

Establecer un reglamento que regule los horarios de carga y descarga de materiales sobre las vías del casco central de la ciudad de Guápiles en base a los siguientes horarios recomendados:

Periodo mañana: 8:00 horas – 10:00 horas

Periodo tarde: 13:00 horas – 15:00 horas

3.2.1.5 Señalización vial y zonas de estacionamiento.

- Llevar a cabo, en coordinación con la DGIT, el mantenimiento de la demarcación vial del casco central de Guápiles con el fin de aumentar la seguridad vial de la zona.
- Llevar a cabo la demarcación de las siguientes zonas de estacionamiento.

- Sobre calle 2 entre avenida 7 y 3 en el margen oeste de la vía se recomienda la demarcación de 16 espacios de estacionamiento con boleta.
- Sobre avenida 0 entre calles 8 y 2 en el margen sur se recomienda la demarcación de 28 espacios para estacionamiento con boleta, esto sujeto a los trabajos de mejoramiento en el sobre ancho por parte de la Municipalidad de Pococí.
- Sobre avenida 3 entre calles 2 y 4 en el margen sur se recomienda la demarcación de 5 espacios de estacionamiento con boleta.
- Sobre calle 3 entre avenidas 7 y 0 en el margen oeste de la vía se recomienda la demarcación de 8 espacios de estacionamiento con boleta conservando los 10 espacios de taxi carga aprobados por el CTP.
- Sobre calle 1 entre avenidas 3 y 5 en el margen este de la vía se recomienda la demarcación de 8 espacios de estacionamiento con boleta conservando los 10 espacios de taxi aprobados por el CTP.

Todas las propuestas de señalización y demarcación se muestran en los planos adjuntos en el anexo 4.

3.2.2 Al Departamento de semáforos de la DGIT.

3.2.2.1 Intersección calle 11 – avenida 7.

Llevar a cabo la instalación de un semáforo vehicular el cual cuente con los siguientes tiempos.

Tabla 89 Fases y tiempos recomendados semáforo intersección calle 11 - avenida 7

Fases	Movimiento por fase	Tiempos de las fases (segundos)								
		5:00 am - 11:00 am			11:00 am - 4:00 pm			4:00 am - 10:00 pm		
		Verde	Amarillo	Rojo	Verde	Amarillo	Rojo	Verde	Amarillo	Rojo
1	E-O, E-N, E-S	23	3	2	23	3	2	28	3	2
2	N-O, N-S	16	3	2	10	3	2	9	3	2
3	S-O, S-N	15	3	2	21	3	2	17	3	2

3.2.2.2 Intersección calle 0 – avenida 0.

Una vez aprobados los cambios en los sentidos vehiculares por la Municipalidad de Pococí modificar el semáforo vehicular instalado en la intersección y programarlo con las siguientes fases y tiempos.

Tabla 90 Fases y tiempos recomendados semáforo intersección calle 0 - avenida 0 escenario 1

Fases	Movimiento por fase	Tiempos de las fases (segundos)								
		5:00 am - 11:00 am			11:00 am - 4:00 pm			4:00 am - 10:00 pm		
		Verde	Amarillo	Rojo	Verde	Amarillo	Rojo	Verde	Amarillo	Rojo
1	N-S, N-E	20	3	2	26	3	2	23	3	2
2	O-E, O-S	20	3	2	24	3	2	23	3	2

3.2.3 Al Concejo de Transporte Público

- Realizar el cambio en las rutas de autobuses que se ven afectadas por el cambio de vías propuesto en la intersección entre calle 0 – avenida 0.
- Trasladar la parada de transporte público ubicada en las inmediaciones de la intersección entre calle 0 – avenida 0.
- Trasladar la parada de taxi ubicada sobre calle 7, específicamente frente al Hospital de Guápiles con el fin de que se cumpla con la normativa vigente y la puerta de acompañante no quede del lado de la vía.

3.2.4 Al Concejo Nacional de Vialidad

- Llevar a cabo la ampliación a 3 carriles con la finalidad de contar con carriles de giro exclusivos izquierdo sobre la Ruta Nacional N° 249, específicamente frente al cementerio de la localidad como se muestra en la figura 80.

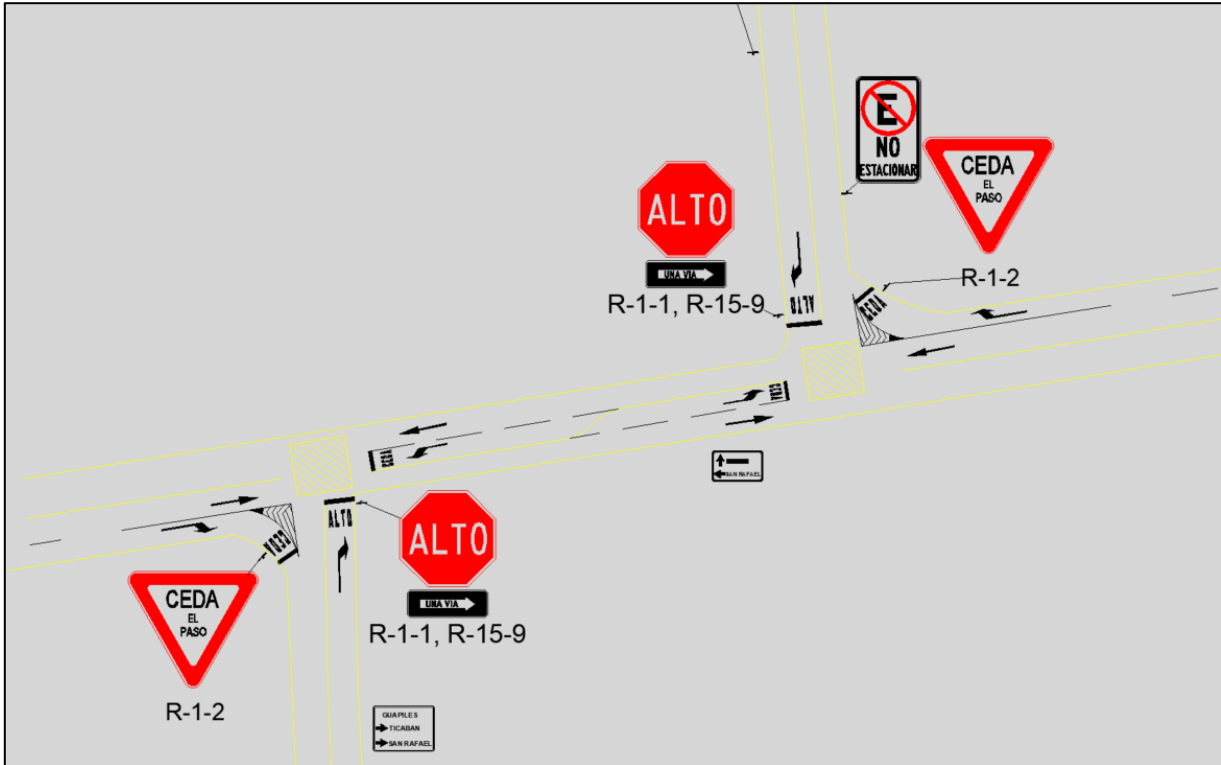


Figura 80 Propuesta sector cementerio Guápiles ampliación Ruta Nacional N° 249 para giros exclusivos izquierdos

4. Bibliografía

SIECA (Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito). (2014). Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito. Guatemala: SIECA.

SIECA (Manual de Diseño Geométrico). (2011). Manual Centroamericano de Diseño Geométrico: SIECA.

5. Anexos

5.1 Oficio 198-2022 invitación comisión de transporte público Municipalidad de Pococí.



Municipalidad de Pococí
 Secretaría de Comisiones
 Teléfono/Fax: 2713-6560. Ext. 133
secretariacomisiones@municipococi.go.cr



Guápiles, 14 de julio de 2022

Oficio-198-2022

Señores (a):

- Comisión Municipal Transporte
- Lic. Wanda Mendez.
Coordinadora del departamento de Licencias y patentes
- Lic Ademar Reyes Barrios
Dpto. Licencias y Patentes.
- Lic. Cynthia Ávila Madrigal
Coordinadora del Dpto. Dirección Jurídica.
- Lic. Roy Gómez Lizano (Asesor)
Representante de la Cámara de Comercio
- Ing. Raúl Jiménez Guevara
Dirección General de Ingeniería de Tránsito, Oficina Regional
- Ing. Rafael Magaña Aguilar
Coordinador del Departamento de Ingeniería Consejo de Transporte Público (CTP)
- Sr. Luis Muñoz Vega (Asesor)
- Sr. Iván Angulo Vargas (Asesor)

Asunto:

Convocatoria para el martes 26 de julio del 2022, al ser las 10:00 a.m.

Estimados (as):

Reciban un cordial saludo, con instrucciones de la Reg. Yaslin Morales Grajal presidenta Municipal, se convoca a la Comisión de Especial de transporte, para el martes 26 de julio del 2022, a las 10:00 a .m, solicitamos de su participación en esta comisión, esto con el propósito de poder tomar acuerdos más precisos de acuerdo con sus conocimientos de ante mano agradecemos su participación.

Punto para tratar:

Seguimiento acuerdos enviados por la comisión Especial de Transporte.

Sin más que agregar, se suscribe.

MARIBEL
 OLIVAS AMAYA
 (FIRMA)

Firmado digitalmente
 por MARIBEL OLIVAS
 AMAYA (FIRMA)
 Fecha: 2022.07.14
 11:02:00 -06'00'

Maribel Olivas Amaya
 Secretaría Comisiones

Sitio Web: municipococi.go.cr / Facebook: @MunicipalidadDePococi

5.2 Oficio CMPL-77-2021. Solicitud reordenamiento vial Guápiles



Municipalidad de Pococí
Secretaría del Concejo Municipal
Teléfono/Fax: 2711-1227
secretaria@municipococi.go.cr



Guápiles, 12 de marzo del 2021
CMPL-77-2021

Señor:
Ing. Junior Araya Villalobos
Dirección de Ingeniería de Tránsito

Asunto: Convocatoria a mesa de trabajo para tratar el tema de ordenamiento vial del cantón de Pococí

Estimado Señor:

Reciba un cordial saludo, deseándole éxitos en sus gestiones, por este medio le informo que en **Acuerdo N°415, Artículo V, Acta Ordinaria 18 del 11-03-2021 (SMP-355-2021)**, se tomó el siguiente acuerdo:

Por UNANIMIDAD, Se Acuerda: Se aprueba la moción presentada por la Reg. Yaslyn Morales Grajal. Para que la Comisión Municipal Permanente de Seguridad Ciudadana invite a los departamento de Ingeniería de Tránsito a una mesa de trabajo en relación al ordenamiento vial del cantón de Pococí. Que la Secretaría Municipal coordine el día y convoque al Ing. Freddy Rivera de la Unidad Técnica de Gestión Vial Municipal y al Ing. Henry Madrigal Calvo del departamento de Desarrollo y Control Urbano. Se Dispensa del Trámite de Comisión. Acuerdo Definitivamente Aprobado.

Para este Gobierno Local es de suma importancia lograr una solución armoniosa a la problemática actual del ordenamiento vial de nuestro cantón, por lo que solicito respetuosamente me pueda brindar una fecha a su conveniencia, para realizar dicha sesión de trabajo con la Comisión Municipal Permanente de Seguridad Ciudadana e ingenieros de la Municipalidad de Pococí.

Sin más por el momento y agradeciendo la atención, se suscribe;

ANA LUCIA
MADRIGAL
ASTORGA
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por ANA LUCIA
MADRIGAL ASTORGA
(FIRMA)
Fecha: 2021.03.12
12:42:54 -05'00'

Bach. Ana Lucía Madrigal Astorga
Secretaria Municipal a.i

C/c Comisión Municipal Permanente de Seguridad Ciudadana / Ing. Freddy Rivera de la Unidad Técnica de Gestión Vial Municipal / Ing. Henry Madrigal Calvo del departamento de Desarrollo y Control Urbano

“Apoyando el desarrollo de nuestro cantón”

5.3 Informe técnico MOPT-03-05-01-384-2018. Estudio técnico semáforos sector
cementerio de Guápiles



DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO

DEPARTAMENTO DE REGIONALES

MOPT-03-05-01-384-2018

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR DOS SEMÁFOROS
VEHICULARES EN LAS INTERSECCIONES SOBRE AVENIDA CENTRAL Y RUTA NACIONAL N° 249,
CONTIGUO AL CEMENTERIO DE GUÁPILES EN LA PROVINCIA DE LIMÓN.

PREPARADO POR:

ING. JOSHIMAR TEJEDA VALVERDE

REVISADO POR:

ING. ALEJANDRA ACOSTA GÓMEZ

MAYO 2018

SAN JOSÉ, COSTA RICA



ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción 7

2. Objetivos 8

 2.1. Objetivo General 8

 2.2. Objetivos Específicos 8

3. Marco Teórico 9

 3.1. Capacidad de una vía 9

 3.2. Determinación de los volúmenes de tránsito 10

 3.3. Análisis y simulación funcional de los escenarios de estudio 11

 3.4. Nivel de Servicio 12

 3.5. Cálculo del Factor de Hora Pico 14

 3.6. Demoras 15

 3.7. Capacidad en una intersección semaforizada 16

4. Descripción de la zona de estudio 17

5. Metodología del estudio 21

 5.1. Justificación técnica del uso de semáforos 22

 5.2. Requisitos para justificar un semáforo vehicular 23

6. Resultados del estudio 24

 6.1. Intervenciones de la zona de estudio: 30

II

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

6.1.1. Intersección Oeste:.....	30
6.1.2. Intersección Este:.....	30
6.2. Situación Actual	30
6.3. Propuestas de solución.....	31
6.3.1. Propuesta de solución N° 01: Incorporación de semáforos con las condiciones actuales de la vía (1 carril por sentido).....	31
6.3.2. Propuesta de solución N° 02: Semáforos y ampliación de la geometría de la zona de estudio de acuerdo con la figura 8	33
6.4. Análisis de Resultados.....	37
7. Recomendaciones:.....	46
Al Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI):.....	46
A la Oficina Regional de Siquirres de la DGIT:.....	47
Al Departamento de Semáforos:.....	47
8. Bibliografía.....	49
9. Anexos.....	50
Anexo A: Ampliación y demarcación recomendada en las intersecciones de la zona de estudio	50
Anexo B: Notas de señalamiento vial.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Zona de estudio.....	18
Figura 2.	Situación actual de la zona de estudio.....	19
Figura 3.	Intersección oeste. Foto 1. Acceso Oeste. Foto 2. Accesos este y sur.....	20
Figura 4.	Intersección este. Foto 1. Acceso oeste. Foto 2. Acceso norte y este... ..	20
Figura 5.	Zona de estudio a intervenir en Guápiles de Pococí. Intersecciones Este y Oeste.....	29
Figura 6.	Primera propuesta de semáforos: semáforo en condiciones actuales de la calzada.....	32
Figura 7.	Segunda propuesta de semáforos: semáforo y ampliación de la calzada. ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 8.	Ampliación propuesta para la solución final de los semáforos en las intersecciones de la zona de estudio.....	34
Figura 9.	Plan de fases en las intersecciones de la zona de estudio..... ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 10.	Sección recomendada para ampliar en la Ruta Nacional N° 249... ¡Error! Marcador no definido.	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Rango de los niveles de servicio.....	13
Cuadro 2.	Demoras y nivel de servicio en una intersección.....	16

IV

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOPI DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 3.	Características de la intersección oeste.....	17
Cuadro 4.	Características de la intersección este.....	17
Cuadro 5.	Volumen mínimo de vehículos.....	23
Cuadro 6.	Interrupción de la continuidad del tránsito.....	24
Cuadro 7.	Conteos vehiculares en periodo matutino en Intersección Oeste.....	24
Cuadro 8.	Conteos vehiculares en periodo meridiano en Intersección Oeste.....	25
Cuadro 9.	Conteos vehiculares en periodo vespertino en Intersección Oeste.....	25
Cuadro 10.	Justificación del semáforo en Intersección Oeste. Condición Volumen Mínimo de Vehículos.....	26
Cuadro 11.	Justificación del semáforo en Intersección Oeste. Condición Interrupción de la Continuidad del Tránsito.....	26
Cuadro 12.	Conteos vehiculares en periodo matutino en Intersección Este.....	27
Cuadro 13.	Conteos vehiculares en periodo meridiano en Intersección Este.....	27
Cuadro 14.	Conteos vehiculares en periodo vespertino en Intersección Este.....	28
Cuadro 15.	Justificación del semáforo en Intersección Este. Condición Volumen Mínimo de Vehículos.....	28
Cuadro 16.	Justificación del semáforo en Intersección Este. Condición Interrupción de la Continuidad del Tránsito.....	29
Cuadro 17.	Condiciones funcionales de la situación actual de ambas intersecciones de estudio.....	31
Cuadro 18.	Condiciones funcionales de la situación actual y la primera propuesta de semáforo en la zona de estudio.....	33

V

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 19. Condiciones funcionales de la situación actual, la primera propuesta de semáforo y la segunda propuesta definitiva de semáforo y ampliación geométrica de la zona de estudio. 36

Cuadro 20. Relación v/c, demoras totales, nivel de servicio y longitudes de cola al 95% de confianza. Intersección oeste en el horario vespertino..... 39

Cuadro 21. Relación v/c, demoras totales, nivel de servicio y longitudes de cola al 95% de confianza. Intersección este en el horario vespertino..... 40

Cuadro 22. Periodo matutino en Intersección Oeste..... 41

Cuadro 23. Periodo de medio día en Intersección Oeste..... 42

Cuadro 24. Periodo vespertino en Intersección Oeste..... 42

Cuadro 25. Resumen de tiempos de verde en la Intersección Oeste 43

Cuadro 26. Periodo matutino en Intersección Este..... 43

Cuadro 27. Periodo de medio día en Intersección Este 44

Cuadro 28. Periodo vespertino en Intersección Este 44

Cuadro 29. Resumen de tiempos de verde en la Intersección Este..... 45

VI

1. Introducción

En atención a la solicitud realizada al Departamento de Regionales de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito (DGIT), en la cual se requiere analizar dos intersecciones que actualmente se encuentran reguladas por señalamiento reglamentario R-1-1 / R-15-10 de "ALTO", pues presentan niveles de congestión muy altos. Ambas intersecciones presentan altas longitudes de cola, principalmente en los accesos secundarios y en las horas pico de la mañana y tarde. El propósito del presente estudio consiste en analizar la funcionalidad de la intersección, mediante la propuesta de un semáforo vehicular que permita ser incorporado en cada una de las intersecciones en mención para mejorar la demora y la capacidad de la totalidad de la zona de estudio. La zona de estudio se ubica en Guápiles de Pococí de la provincia de Limón contiguo al cementerio del distrito.

A continuación, se presenta el desarrollo del estudio solicitado, a partir del cual se realizan las conclusiones atinentes al caso. Para responder a la solicitud de la municipalidad, la DGIT inició los estudios de ingeniería respectivos de conformidad con la normativa legal y técnica vigente para realizarlos.

Por consiguiente, se procedió a realizar una visita de campo para conocer la zona y así recopilar la información vial necesaria para elaborar el análisis correspondiente. Aunado a lo anterior, para iniciar el estudio fue necesario analizar los datos de aforos vehiculares que recopiló el equipo de trabajo de la oficina regional de Siquirres en la zona de estudio, datos que fueron proyectados a la fecha actual mediante la metodología correspondiente de proyección de tránsito. El análisis efectuado abarca los periodos críticos del día, siendo estos los de la mañana, medio día y de la tarde de un día representativo.

A continuación, se muestra el detalle del informe respectivo:

7

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Realizar un estudio de tránsito en dos intersecciones contiguas al cementerio de Guápiles con el fin de justificar la necesidad de colocar un semáforo vehicular para mejorar y ordenar el movimiento del tránsito presente en la zona de estudio.

2.2. Objetivos Específicos

- Recolectar información de las características físicas y viales presentes de cada una de las intersecciones y de las zonas aledañas para analizar todas las variables necesarias que permitan comprender la situación actual de la zona de estudio.
- Realizar conteos vehiculares y peatonales en la zona de estudio para conocer la demanda del tránsito en cada una de las intersecciones.
- Desarrollar escenarios de análisis en cada una de las intersecciones de estudio y generar resultados y cuadros comparativos entre distintos escenarios para determinar la mejor propuesta de solución que permita mejorar la regulación del tránsito vehicular.

3. Marco Teórico

3.1. Capacidad de una vía

La capacidad se define como el flujo máximo del tránsito en una carretera o en una sección de ella, la cual ocurre cuando se alcanza la densidad crítica de la carretera, siendo medida en vehículos por kilómetro, y el tránsito moviéndose a la velocidad crítica. A medida que se alcanza la capacidad de una carretera, el flujo vehicular se torna menos estable o menos fluido, debido a que las brechas disponibles para maniobrar en la corriente del tránsito se reducen. En condiciones inestables la operación se vuelve difícil de sostener por largos períodos, se forman largas colas y el flujo vehicular se torna forzado o se interrumpe.

Algunos de los impactos negativos de la congestión vehicular se pueden resumir en tiempo perdido, consumo de combustible, contaminación ambiental, estrés, problemas lumbares, accidentes de tránsito, entre otros; siendo los problemas mencionados convergentes a la causa de grandes pérdidas económicas. Por lo anterior, es necesaria la implementación de soluciones técnicas para el control y regulación del tránsito que mejoren la fluidez en carretera generando mayor capacidad a la vía.

Cuando se estudia la capacidad de una vía, es importante definir con la mayor precisión posible el nivel de servicio que brinda cada tipo de infraestructura y el impacto que tendrían determinadas modificaciones (ya sean geométricas o de operación) sobre la misma.

En la ecuación oferta-demanda de una carretera, del lado de la demanda se sitúa el volumen de diseño, que es el volumen de tránsito horario proyectado para utilizar dicha carretera en el año de diseño, o sea al término de un período de proyección que normalmente es de veinte años, mientras que la oferta, por su parte, se mide mediante la capacidad, que es el máximo volumen horario de tránsito que puede, de manera

razonable, circular por un punto o una sección de la carretera, bajo las condiciones prevalecientes de la carretera y el mismo tránsito vehicular.

3.2. Determinación de los volúmenes de tránsito

El buen diseño de una carretera solamente puede lograrse si se dispone de la adecuada información sobre la intensidad del movimiento vehicular que la utiliza y la utilizará hasta el término del período seleccionado de diseño, sea que se trate de una nueva carretera o de una carretera existente que se propone reconstruir o ampliar. Esta visión cuantificada del lado de la demanda del tránsito, es comparada con la oferta de capacidad que promete la solución del diseñador, para establecer su necesaria compatibilidad y consistencia.

La medición de los volúmenes del flujo vehicular se obtiene normalmente y a veces de manera sistemática, por medios mecánicos y/o manuales, a través de conteos o aforos volumétricos del tránsito en las propias carreteras, lo mismo que mediante investigaciones de origen y destino (O/D) que, dependiendo de la metodología utilizada, arrojarán datos sobre la estructura, distribución, naturaleza y modalidad de los viajes.

Dependiendo del tipo de servicio y la localización de una carretera, es indispensable tomar en cuenta que los vehículos pesados, como camiones y autobuses, pueden llegar a alcanzar una incidencia significativa en la composición del flujo vehicular, influenciando según su relevancia porcentual, en forma más o menos determinante, el diseño geométrico de las carreteras y los espesores de los pavimentos. El efecto de un camión sobre las operaciones del tránsito es a menudo equivalente al de varios automóviles, siendo mayor la relación a medida que son mayores las pendientes de la calzada y menores las distancias de visibilidad disponibles. En la categoría de vehículos pesados se sitúan los camiones con peso bruto total de 4 toneladas métricas o más y los vehículos que presentan llantas dobles en el eje trasero.

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

La composición vehicular que se recomienda utilizar en el estudio es la siguiente: vehículos livianos (automóviles, camionetas, pick up's), vehículos pesados (autobuses de pasajeros, camiones de carga).

En el caso de existir congestión vehicular en algunos de los tramos que conformen la zona de estudio, resulta indispensable periodizar la demanda, es decir, obtener los aforos horarios a lo largo del día, para así conocer los periodos de "alta" congestión, "media" congestión y sin congestión. Lo anterior resulta importante para no sobreestimar o subestimar los beneficios directos y/o indirectos del proyecto.

Por esta razón se establecen los conteos vehiculares en tres horarios, con el fin de establecer la hora pico o de mayor concentración de volumen vehicular y peatonal en los siguientes horarios:

- o Mañana 6:30-8:30 a.m.
- o Medio Día 11:00 a.m-1:00 p.m.
- o Tarde 4:00-6:30 p.m.

3.3. Análisis y simulación funcional de los escenarios de estudio

Cada intersección o sección de análisis de una carretera se revisa con la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (Transportation Research Board, 2010) mediante el programa de cómputo Synchro 9 y HCS-2000, para lo cual se procesan los datos obtenidos de los conteos, con el fin de determinar el nivel de servicio que presentan las intersecciones o zona de estudio, y así proceder a efectuar los análisis de la situación actual sin el proyecto y de la situación con el proyecto implementado sin que se afecte la fluidez del tránsito. Estos datos son importantes ya que son utilizados en el programa de cómputo que simula las condiciones de la red vial de la zona.

Según los criterios establecidos en el Manual de Capacidad de Carreteras, se califica dicho funcionamiento de acuerdo con la demora promedio (medida en segundos) que sufre cada vehículo al atravesar la intersección y se clasifica en rangos de tiempo, llamados Niveles de Servicio.

Los conteos vehiculares permiten conocer la cantidad de vehículos que transitan sobre una determinada zona, así como la distribución de los distintos movimientos vehiculares. De igual forma, es posible establecer la composición del tránsito vehicular de acuerdo a los diferentes tipos de vehículos (por su peso) que se desee analizar. Se distinguen tres tipos:

- Livianos: vehículos con un peso inferior a cuatro toneladas. Incluye camiones de dos ejes con dos llantas por eje.
- Pesados: Vehículos con un peso superior a cuatro toneladas, incluye camiones de tres o más ejes, además de vehículos de dos ejes con cuatro llantas en uno de sus ejes.
- Autobuses: Vehículos pesados destinados al transporte colectivo de personas.

3.4. Nivel de Servicio

El flujo vehicular de servicio para diseño 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, tras conciliar los intereses de los conductores, dispuestos quizá a tolerar un mínimo de congestión; los estándares de diseño vigentes, que predeterminarán algunos requerimientos básicos según la clasificación funcional de la vía; y los recursos disponibles para atender estas necesidades.

El Manual de Capacidades de Carreteras establece seis niveles de servicio, identificados subjetivamente por las letras desde la A hasta la F, donde al nivel de servicio A se logra un flujo vehicular totalmente libre, mientras que al nivel de servicio F se alcanza el flujo forzado que refleja condiciones de utilización a plena capacidad

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE LA PROVINCIA DE LIMÓN.

de la vía o de sus componentes esenciales, como decir las rampas y las secciones para entrecruzamientos.

Los diseñadores deben escoger, entre aquellos extremos, el nivel de servicio que mejor se adecua a la realidad del proyecto que se propone desarrollar. La escogencia de un determinado nivel de servicio conduce a la adopción de un flujo vehicular de servicio para diseño, que al ser excedido indica que las condiciones operativas se han desmejorado con respecto a dicho nivel. Como criterio de análisis, se expresa que el flujo vehicular de servicio para diseño debe ser mayor que el flujo de tránsito durante el período de 15 minutos de mayor demanda durante la hora de diseño. La escogencia de un nivel de servicio dado, indica también que todos los elementos de la carretera deben diseñarse en correspondencia.

Las condiciones generales de operación para los niveles de servicio, se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Rango de los niveles de servicio.

Nivel de Servicio	Descripción
A	Flujo libre de vehículos, bajos volúmenes de tránsito y relativamente altas velocidades de operación.
B	Flujo libre razonable, pero la velocidad empieza a ser restringida por las condiciones del tránsito.
C	Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad.
D	Acercándose a flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar.
E	Flujo inestable, suceden pequeños embotellamientos.
F	Flujo forzado, condiciones de congestión de tránsito.

3.5. Cálculo del Factor de Hora Pico

El factor de hora pico o 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 quince minutos dentro de dicha hora pico. O sea que, al afectar los volúmenes horarios de diseño por este factor, se están asumiendo las condiciones más exigentes de la demanda, a las cuales debe responder la propuesta de solución de reconstrucción, mejoramiento o ampliación de una carretera determinada.

Para el caso particular de Costa Rica, es recomendable utilizar en los estudios de tránsito factores de hora pico iguales o superiores a 0,8 con el fin de modelar las condiciones de tránsito vial, de manera que se cuente con un margen de seguridad pero que no aumente las fluctuaciones de tránsito de manera desproporcionada, sobre todo por las limitaciones económicas existentes en nuestro país, ya que se debe tener presente que al aplicar este factor se propone un diseño conservador.

El FHP se calcula mediante la relación entre el volumen total horario y la intensidad de circulación máxima producida en un período de 15 minutos dentro de la hora:

$$FHP = \frac{\text{Volumen Horario}}{\text{Intensidad de circulación Punta (dentro de la hora)}}$$

Luego, si se utilizan períodos de 15-min, el FHP se calculará así:

$$FHP = \frac{Q}{4 * Q_{15}}$$

Donde,

FHP = el factor de hora pico

Q = el volumen horario, en vehículos por hora (veh/h)

Q15 = el volumen durante los 15-min más alto de la hora, en v/15 min.

3.6. Demoras

La demora es una medida crítica de las condiciones existentes en vías con circulación discontinua y en accesos a grandes ciudades.

La demora media detenida es la medida de eficacia principal utilizada en la evaluación del nivel de servicio en las intersecciones controladas por semáforo o por señales de ALTO/CEDA, y se define como el tiempo en que un vehículo permanece parado en una cola mientras espera su turno para pasar por la intersección, dividida entre el volumen total que entra en la intersección por el acceso o grupo de carriles durante el mismo período, expresada en segundos por vehículo.

Se utiliza la demora detenida porque es un parámetro relativamente sencillo de medir y conceptualmente simple. La demora debida a la circulación a velocidades inferiores a las deseadas es difícil de obtener pues requeriría la determinación de una velocidad deseada razonable para cada segmento de carretera.

A continuación, se presenta un cuadro que asocia las demoras de un análisis funcional con el nivel de servicio correspondiente:

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE LA PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 2. Demoras y nivel de servicio en una intersección

Nivel de servicio	Demora media [s/veh]
A	≤ 10
B	$>10 \text{ y } \leq 20$
C	$>20 \text{ y } \leq 30$
D	$>30 \text{ y } \leq 40$
E	$>40 \text{ y } \leq 75$
F	>75

3.7. Capacidad en una intersección semaforizada

La capacidad de intersecciones con semáforo se define para cada acceso como la tasa de flujo máxima que puede pasar a través de la intersección bajo condiciones prevalecientes del tránsito, de la carretera y del semáforo.

Se miden vehículos por hora (vph) con base en flujos que tienen períodos picos de 15 minutos.

Las condiciones prevalecientes del tránsito incluyen los volúmenes por tipo de movimiento (izquierda, directo, derecha), su composición vehicular (automóviles, buses camiones), maniobras de estacionamiento, conflictos peatonales y paradas de autobuses. Las condiciones prevalecientes del semáforo incluyen la secuencia de fases, asignación de tiempos y el tipo de operación o control.

Por lo tanto, para el análisis de la capacidad se debe calcular la relación volumen a capacidad (v/c) para movimientos críticos en carriles simples o grupos de carriles en todo el acceso. La relación v/c se determina dividiendo, para los 15 minutos pico, el flujo actual del acceso o grupo de carriles de un acceso que carga un conjunto de flujos vehiculares, formado con base en las características geométricas del acceso y en las características de los flujos vehiculares.

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE LA PROVINCIA DE LIMÓN.

La relación v/c límite permitida en Costa Rica es de 0.90, valores superiores a estos en una intersección se consideran inapropiados debido a que la geometría de la misma no cuenta con suficiente capacidad para albergar todo el volumen de ingreso

4. Descripción de la zona de estudio

Respecto a las características de la zona de estudio se indica que las intersecciones se forman de la convergencia de dos rutas, una cantonal (Avenida Central) y la Ruta Nacional N° 249. Por lo tanto, en este caso se analizaron un total de dos intersecciones con el fin de mejorar las condiciones funcionales del tránsito en las horas de máxima demanda de la mañana, medio día y de la tarde.

Adicionalmente se presenta la siguiente información recopilada:

Ubicación Geográfica: distrito: Guápiles, cantón: Pococí, provincia: Limón.

Coordenadas CRTM05: 522352 Este / 1129342 Norte

Cuadro 3. Características de la intersección oeste.

Intersección Oeste				
Rutas	Ancho promedio (m)	Cantidad de Carriles	Estado Superficie de Rodamiento	Estado de la demarcación
249	7,0	2	Buena	Borrosa
Avenida Central	8,0	2	Buena	Borrosa

Cuadro 4. Características de la intersección este.

Intersección Este				
Rutas	Ancho promedio (m)	Cantidad de Carriles	Estado Superficie de Rodamiento	Estado de la demarcación
249	7,0	2	Buena	Borrosa
Avenida Central	8,0	2	Buena	Borrosa

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

Ambas intersecciones están compuestas por tres accesos, este, oeste y sur en la intersección oeste, y accesos este, oeste y norte en la intersección este. En los accesos norte y sur se encuentra las señales reglamentarias R-1-1 / R-15-10 y en los accesos este y oeste se tiene flujo libre.

A continuación, se ilustra la zona de estudio:



Figura 1. Zona de estudio.

Los accesos norte y sur cuentan con un total de dos carriles (un carril por sentido). Dichos accesos se encuentran regulados por una señal restrictiva de ALTO (R-1-1 / R-15-10), lo cual, aunado al volumen opuesto de la vía principal (accesos este y oeste), implica una demora importante asociada a los vehículos que se incorporan a la Avenida Central desde los accesos secundarios.

A continuación, se ilustran las condiciones funcionales de la situación actual de la zona de estudio:

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.



Figura 2. Situación actual de la zona de estudio.

Por su parte, los accesos este y oeste (Avenida Central), cuentan con un carril de llegada a la intersección, exactamente igual que los accesos norte y sur de ambas intersecciones. Dada la importancia de la vía principal (Avenida Central) y debido a la cantidad de flujo (veh/hr) de esta, no se cuenta con una señal restrictiva para controlar los movimientos que provengan de esta vía; por lo cual los accesos secundarios (norte y sur) son los que presentan el mayor perjuicio.

En las siguientes figuras se ilustra la configuración geométrica de las intersecciones Oeste y Este.

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.



Figura 3. Intersección oeste. Foto 1. Acceso Oeste. Foto 2. Accesos este y sur.



Figura 4. Intersección este. Foto 1. Acceso oeste. Foto 2. Acceso norte y este.

Una vez conocidas las condiciones actuales de la infraestructura existente, así como también las características funcionales de la zona, se presenta a continuación la metodología tomada en cuenta para completar el análisis correspondiente.

5. Metodología del estudio

Para realizar el presente estudio se consideran los lineamientos indicados por el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (MCDUCT) (SIECA, 2014). Dicha metodología indica que para realizar estos estudios para justificar semáforos se deben cumplir las condiciones del tránsito y las características físicas de los sitios por analizar.

Las condiciones del tránsito se establecen a partir de la realización de visitas de campo, aforos vehiculares y análisis estadísticos posteriores al procesamiento de la información generada en campo, por lo que específicamente se debe contar, como mínimo, con la siguiente información:

- El número de vehículos que ingresa a la intersección por hora. Por tanto, debe monitorearse como mínimo los periodos correspondientes a la mañana y la tarde para obtener las condiciones críticas de operación del sector, es decir, determinar la hora de máxima demanda y hora pico de cada uno de estos periodos indicados.
- El recuento de volúmenes peatonales, los cuales se realizan al mismo tiempo que los aforos vehiculares. Estos resultados también deben reflejar los volúmenes de mayor afluencia peatonal para los periodos de la mañana y de la tarde.
- Un diagrama, esquema o plano detallado que especifique:
 - Detalles físicos del sitio, tales como geometría, canalizaciones y condiciones que faciliten u obstaculicen la visibilidad de los usuarios.
 - Superficie de ruedo, puntos de convergencia y divergencia vehicular.
 - Señalamiento vertical y demarcación existente en el sitio.
 - Uso de suelo (puntos de referencia) para facilitar la lectura de la información presentada.

A continuación, se muestran los requisitos técnicos necesarios para justificar la colocación de un semáforo:

5.1. Justificación técnica del uso de semáforos

Los semáforos no deben ser instalados al menos que se cumpla con una o más de las condiciones establecidas en la sección "5.3.2 CONDICIONES PARA JUSTIFICAR EL USO DE SEMÁFOROS" del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito, SIECA 2014. Además, es importa recalcar que cumplir con una o dos condiciones no es por sí mismo una justificación suficiente para usar un semáforo. Se debe realizar estudios de ingeniería y posteriormente comparar los resultados con los criterios prescritos para justificar el uso de un semáforo. El estudio debe indicar que la instalación de un semáforo debe mejorar tanto la seguridad como la operación de la intersección. Si estos requisitos no se cumplen, un semáforo no debe instalarse o continuar operando (si ya se encontraba instalado).

Para este estudio en particular serán revisadas dos condiciones, Volumen Mínimo de Vehículos e Interrupción de la Continuidad del Tránsito.

La condición de volumen mínimo de vehículos, se entiende que es para aplicarse 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 que se cumplen en el Cuadro 5, en cada una de las ocho horas de un día representativo.

La condición de interrupción del tránsito continuo se entiende que es para aplicarse donde las condiciones de operación de una vía sean tales, que el tránsito de la vía secundaria sufre una demora excesiva o riesgo al entrar a la vía principal o al cruzarla.

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

Este requisito se satisface cuando, durante cada una de las ocho horas de un día representativo en la vía principal y en la aproximación de mayor volumen de la vía secundaria se cumplen los volúmenes mínimos indicados en el Cuadro 6. Además se debe verificar si la eventual instalación de semáforos no trastoma la circulación progresiva del tránsito.

A continuación, se describe la aplicación de los criterios supra-mencionados:

5.2. Requisitos para justificar un semáforo vehicular

Para justificar la colocación de un semáforo vehicular, se deben cumplir con los siguientes valores de flujo vehicular en función de la categorización de vía analizada. Se tomarán en cuenta dos condiciones, la primera es "volumen mínimo de vehículos" y la segunda "interrupción de la continuidad de tránsito". En los siguientes cuadros se describe el cumplimiento de las dos condiciones:

Cuadro 5. Volumen mínimo de vehículos

Número de carriles de circulación 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

Fuente: (SIECA, 2014)

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE LA PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 6. 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

Fuente: (SIECA, 2014)

6. Resultados del estudio

Una vez procesados los aforos vehiculares se cuenta con criterio suficiente para realizar un análisis de tránsito más profundo que logre justificar técnicamente la necesidad de colocar un semáforo vehicular en las intersecciones analizadas. En los cuadros siguientes se muestran los resultados obtenidos de los aforos vehiculares de la intersección oeste:

Cuadro 7. Conteos vehiculares en periodo matutino en Intersección Oeste.

Periodo Matutino	Hacia el Este			Hacia el Oeste			Hacia el Oeste			Hacia el Sur		
	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD
Origen / Destino	ON	OE	OS	ES	EO	EN	SO	SN	SE	NE	NS	NO
Volumen	0	615	53	261	333	0	29	0	262	0	0	0
FHP	-	0,86	0,74	0,74	0,84	-	0,73	-	0,82	-	-	-
% Pesados	-	6,99	3,77	9,96	4,50	-	24,14	-	8,02	-	-	-

I: Giro Izquierdo / DIR: Directo / GD: Giro Derecho

FHP: Factor de Hora Pico

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE LA PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 8. Conteos vehiculares en periodo meridiano en Intersección Oeste.

Periodo Meridiano	Hacia el Este			Hacia el Oeste			Hacia el Oeste			Hacia el Sur		
	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD
Origen / Destino	ON	OE	OS	ES	EO	EN	SO	SN	SE	NE	NS	NO
Volumen	0	383	36	264	384	0	41	0	214	0	0	0
FHP	-	0,87	0,82	0,78	0,81	-	0,93	-	0,79	-	-	-
% Pesados	-	5,48	27,78	6,44	3,13	-	9,76	-	4,67	-	-	-

I: Giro Izquierdo / DIR: Directo / GD: Giro Derecho

FHP: Factor de Hora Pico

Cuadro 9. Conteos vehiculares en periodo vespertino en Intersección Oeste.

Periodo Vespertino	Hacia el Este			Hacia el Oeste			Hacia el Oeste			Hacia el Sur		
	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD
Origen / Destino	ON	OE	OS	ES	EO	EN	SO	SN	SE	NE	NS	NO
Volumen	0	594	43	341	444	0	47	0	278	0	0	0
FHP	-	0,80	0,90	0,85	0,92	-	0,78	-	0,89	-	-	-
% Pesados	-	4,04	13,95	5,87	2,03	-	12,77	-	5,40	-	-	-

I: Giro Izquierdo / DIR: Directo / GD: Giro Derecho

FHP: Factor de Hora Pico

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

A continuación, se muestran los resultados de la justificación del semáforo con la condición volumen mínimo de vehículos e interrupción de la continuidad del tránsito para la intersección oeste:

Cuadro 10. Justificación del semáforo en Intersección Oeste. Condición Volumen Mínimo de Vehículos.

Periodo	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)	¿Se Justifica?
Matutino	1262	291	SI
Medio día	1067	255	SI
Vespertino	1422	325	SI

Cuadro 11. Justificación del semáforo en Intersección Oeste. Condición Interrupción de la Continuidad del Tránsito.

Periodo	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)	¿Se Justifica?
Matutino	1262	291	SI
Medio día	1067	255	SI
Vespertino	1422	325	SI

En los cuadros siguientes se muestran los resultados obtenidos de los aforos vehiculares de la intersección este:

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE LA PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 12. Conteos vehiculares en periodo matutino en Intersección Este.

Periodo Matutino	Hacia el Este			Hacia el Oeste			Hacia el Oeste			Hacia el Sur		
	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD
Origen / Destino	ON	OE	OS	ES	EO	EN	SO	SN	SE	NE	NS	NO
Volumen	262	518	0	0	363	40	0	0	0	60	0	192
FHP	0,68	0,80	-	-	0,80	0,71	-	-	-	0,79	-	0,86
% Pesados	6,11	5,02	-	-	4,13	2,50	-	-	-	18,33	-	9,90

I: Giro Izquierdo / DIR: Directo / GD: Giro Derecho

FHP: Factor de Hora Pico

Cuadro 13. Conteos vehiculares en periodo meridiano en Intersección Este.

Periodo Meridiano	Hacia el Este			Hacia el Oeste			Hacia el Oeste			Hacia el Sur		
	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD
Origen / Destino	ON	OE	OS	ES	EO	EN	SO	SN	SE	NE	NS	NO
Volumen	147	398	0	0	452	53	0	0	0	53	0	137
FHP	0,82	0,87	-	-	0,84	0,74	-	-	-	0,88	-	0,95
% Pesados	7,48	2,26	-	-	2,65	0,00	-	-	-	9,43	-	8,03

I: Giro Izquierdo / DIR: Directo / GD: Giro Derecho

FHP: Factor de Hora Pico

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOPI DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 14. Conteos vehiculares en periodo vespertino en Intersección Este.

Periodo Vespertino	Hacia el Este			Hacia el Oeste			Hacia el Oeste			Hacia el Sur		
	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD
Origen / Destino	ON	OE	OS	ES	EO	EN	SO	SN	SE	NE	NS	NO
Volumen	268	466	0	0	440	45	0	0	0	45	0	165
FHP	0,88	0,91	-	-	0,85	0,75	-	-	-	0,87	-	0,84
% Pesados	4,48	4,51	-	-	4,77	0,00	-	-	-	20,00	-	6,67

I: Giro Izquierdo / DIR: Directo / GD: Giro Derecho

FHP: Factor de Hora Pico

A continuación, se muestran los resultados de la justificación del semáforo con la condición volumen mínimo de vehículos e interrupción de la continuidad del tránsito para la intersección este:

Cuadro 15. Justificación del semáforo en Intersección Este. Condición Volumen Mínimo de Vehículos.

Periodo	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)	¿Se Justifica?
Matutino	1183	252	SI
Medio día	1050	190	NO
Vespertino	1219	210	NO

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE LA PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 16. Justificación del semáforo en Intersección Este. Condición Interrupción de la Continuidad del Tránsito.

Periodo	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)	¿Se Justifica?
Matutino	1183	252	SI
Medio día	1050	190	SI
Vespertino	1219	210	SI

Como se observa en los cuadros anteriores, los resultados demuestran claramente la necesidad de realizar el análisis indicado para colocar un semáforo en cada una de las intersecciones de estudio, principalmente por el cumplimiento de la condición "Interrupción de la Continuidad del Tránsito, pues en las mismas el flujo vehicular de la vía secundaria se ve altamente perjudicado; por lo tanto, a continuación se detallan las mejoras a implementar para optimizar la funcionalidad de la zona analizada.

La siguiente figura muestra la zona de estudio a intervenir:



Figura 5. Zona de estudio a intervenir en Guápiles de Pococí. Intersecciones Este y Oeste.

6.1. Intervenciones de la zona de estudio:**6.1.1. Intersección Oeste:**

- Incorporar un semáforo vehicular de tres fases y ejecutar la demarcación recomendada en este informe.
- Ampliar 175 m del tramo de la Avenida Central a 11,0 m de ancho de calzada. La ampliación abarca entre los 50 m oeste de la intersección oeste y 50 m este de la intersección este.
- Demarcar una canalización de CEDA para giro derecho en el acceso sur.

6.1.2. Intersección Este:

- Incorporar un semáforo vehicular de tres fases y ejecutar la ampliación y demarcación recomendada en este informe.
- Ampliar 175 m del tramo de la Avenida Central a 11,0 m de ancho de calzada. La ampliación abarca entre los 50 m oeste de la intersección oeste y 50 m este de la intersección este.

6.2. Situación Actual

En el Cuadro 17 se puede observar que, en la situación actual de la intersección oeste, en horario vespertino, se presenta una demora de 115.30 s y una relación volumen / capacidad (v/c) igual a 2.20, lo cual indica que la intersección funciona más allá de su máxima capacidad y presenta un nivel de servicio "F". En los horarios restantes y en ambas intersecciones no se presentan demoras como la anterior, sin embargo las relaciones v/c en ambas intersecciones y en horario matutino, presentan valores muy altos (1.06 y 1.05) lo cual indica que las intersecciones no cuentan con la capacidad adecuada para regular todo el flujo vehicular que ingresa con el sistema de control actual.

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE LA PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 17. Condiciones funcionales de la situación actual de ambas intersecciones de estudio.

Acceso	Periodo	Situación Actual		
		Parámetros		
		v/c	Demora	NS
INT. OESTE	Mañana	1,06	23,4	C
	Medio día	0,84	13,60	B
	Tarde	2,20	115,30	F
INT. ESTE	Mañana	1,05	21,30	C
	Medio día	0,52	5,20	A
	Tarde	0,73	9,1	A

A continuación se presenta una primera propuesta de solución incorporando un semáforo vehicular en cada una de las intersecciones:

6.3. Propuestas de solución

6.3.1. Propuesta de solución N° 01: Incorporación de semáforos con las condiciones actuales de la vía (1 carril por sentido)

Se efectúa una primera propuesta de colocación de un semáforo en ambas intersecciones, propuesta que consiste en colocar un semáforo de tres fases en cada una de ellas, donde cada fase se asigna a cada uno de los accesos presentes. En la siguiente figura se observa la propuesta recomendada:

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.



Figura 5. Primera propuesta de semáforos: semáforo en condiciones actuales de la calzada.

Los resultados de esta propuesta se observan en el Cuadro 18, los cuales reflejan parámetros funcionales muy negativos, pues en horas pico matutino y vespertino presenta valores de demora que son superiores a los 65 s y relaciones v/c mayores a 0,98. La información anterior indica que, con la incorporación del semáforo en cada una de las intersecciones, la situación actual de la zona de estudio podría empeorar sustancialmente perjudicando en gran medida las condiciones funcionales. En el siguiente cuadro se muestran los resultados comparativos de las condiciones funcionales de la zona de estudio antes y después de implementado el semáforo:

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 18. Condiciones funcionales de la situación actual y la primera propuesta de semáforo en la zona de estudio.

Acceso	Periodo	Situación Actual			Semáforo y condiciones actuales		
		Parámetros			Parámetros		
		v/c	Demora	NS	v/c	Demora	NS
INT. OESTE	Mañana	1,06	23,4	C	1,05	65,9	E
	Medio día	0,84	13,60	B	0,98	42,40	E
	Tarde	2,20	115,30	F	2,04	292,80	F
INT. ESTE	Mañana	1,05	21,30	C	1,13	75,50	F
	Medio día	0,52	5,20	A	0,89	41,60	E
	Tarde	0,73	9,1	A	1,71	244,2	F

Como consecuencia de los resultados anteriores, se procede a analizar un nuevo escenario de solución, el cual consiste en la incorporación del semáforo, pero con una pequeña ampliación de la vía de 175 m de longitud de la vía principal.

Antes de realizar esta propuesta técnica de ampliar parte de la zona de estudio, se verificó en sitio el espacio disponible, determinándose que, efectivamente se cuenta con los espacios requeridos para realizar la recomendación, dado que el derecho de vía en esa zona es de 20 m de acuerdo con.

6.3.2. Propuesta de solución N° 02: Semáforos y ampliación de la geometría de la zona de estudio de acuerdo con la figura 8

La ampliación recomendada corresponde a la extensión del ancho de pavimento existente, el cual en la actualidad cuenta con aproximadamente 7,5 m de ancho y se prevé que finalmente cuente con aproximadamente 11,0 m de ancho para albergar adecuadamente tres carriles de circulación por 175 m de longitud de la zona de estudio, lo cual corresponde con 50 m al oeste de la intersección oeste, 75 m entre ambas intersecciones y 50 m al este de la intersección este.

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

Estas ampliaciones se requieren para crear un carril adicional por sentido de circulación en la longitud de 75 m entre ambas intersecciones, con el fin de generar carriles de almacenamiento de giro izquierdo separados de los movimientos directos. En la siguiente figura se ilustra el detalle de la nueva propuesta:



Figura 7. Ampliación propuesta para la solución final de los semáforos en las intersecciones de la zona de estudio.

Una vez propuesta la ampliación geométrica de la calzada, se propone un nuevo plan de fases del semáforo de cada una de las intersecciones; cada semáforo cuenta con tres fases, las cuales se describen y se ilustran seguidamente:

o Intersección Oeste:

Fase 1: Movimientos directos oeste – este y este – oeste.

Fase 2: Giro izquierdo este – sur compartido con movimiento directo este – oeste.

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCCI DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

Fase 3: Giro izquierdo suroeste.

A continuación se ilustra el plan de fases propuesto de la intersección Oeste:



Figura 8. Plan de fases en intersección Oeste.

o Intersección Este:

Fase 1: Movimientos directos oeste – este y este – oeste.

Fase 2: Giro izquierdo oeste – norte compartido con movimiento directo oeste – este.

Fase 3: Giro izquierdo noreste y giro derecho noroeste.

En la siguiente figura se ilustra el plan de fases propuesto de la intersección Este:

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

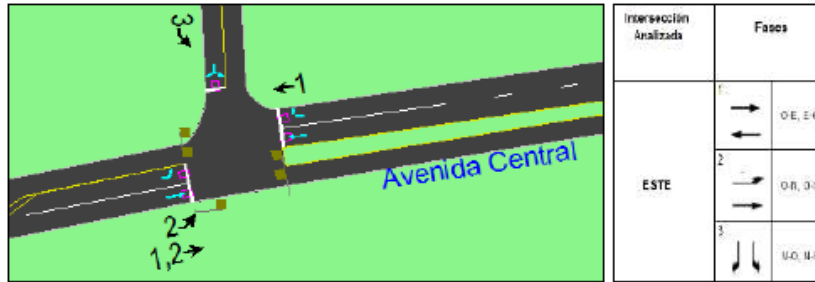


Figura 9. Plan de fases en intersección Este.

Cabe indicar que la presente propuesta presenta una sincronización de los tiempos de verde en los movimientos oeste – este y este – oeste de ambas intersecciones.

El propósito de esta alternativa es permitir la fluidez en los movimientos más importantes de ambas intersecciones.

Seguidamente, se muestran los resultados funcionales de la configuración propuesta del semáforo con la ampliación de carriles, los cuales reportan resultados muy positivos en relación a la situación actual y a la primera propuesta del semáforo.

Cuadro 19. Condiciones funcionales de la situación actual, la primera propuesta de semáforo y la segunda propuesta definitiva de semáforo y ampliación geométrica de la zona de estudio.

Acceso	Periodo	Situación Actual			Semáforo y condiciones actuales			Semáforo y ampliación		
		Parámetros			Parámetros			Parámetros		
		v/c	Demora	NS	v/c	Demora	NS	v/c	Demora	NS
INT. OESTE	Mañana	1,06	23,4	C	1,05	65,9	E	0,87	24,9	C
	Medio día	0,84	13,60	B	0,98	42,40	E	0,75	17,0	B
	Tarde	2,20	115,30	F	2,04	292,80	F	0,92	39,40	D
INT. ESTE	Mañana	1,05	21,30	C	1,13	75,50	F	0,77	17,3	B
	Medio día	0,52	5,20	A	0,89	41,60	E	0,61	13,9	B
	Tarde	0,73	9,1	A	1,71	244,2	F	0,78	17,7	B

En el Cuadro 19 se pueden observar los parámetros generales del análisis funcional realizado, donde se presentan demoras menores a los 24.9 s en todos los escenarios presentes a excepción de uno, lo cual indica que en estos escenarios los niveles de servicio de las intersecciones son tipo "C", niveles aceptables dentro de los parámetros establecidos en Costa Rica.

En el caso particular del horario vespertino de la intersección oeste, se presenta una demora total de 39.4 s, lo cual se asocia con un nivel de servicio "D" y una relación v/c de 0.92, lo cual indica que la intersección estaría acercándose a flujo inestable y los vehículos tienen poca libertad para maniobrar. En el siguiente cuadro se muestran los resultados antes mencionados:

A continuación, se describe el análisis de resultados de la propuesta de solución final:

6.4. Análisis de Resultados

Propuesta de solución N° 02: Semáforos y ampliación de la geometría de la zona de estudio

Los puntos negativos del escenario en horario vespertino en la intersección oeste se presentan en los movimientos oeste – este y en los giros este – sur, ya que las demoras que presenta la simulación de los respectivos movimientos vehiculares son muy altas. En el movimiento oeste – este se cuenta con demoras de 58.5s, lo cual indica un nivel de servicio "E", y en el giro este – sur se tiene una demora de 68.2 s, lo que indica que el nivel de servicio de ese movimiento presenta una condición "E", es decir, que en ambos movimientos presentarían una condición de flujo inestable en los cuales pueden ocurrir pequeños embotellamientos. Sin embargo, en esta condición crítica, la intersección oeste presenta una relación v/c de 0.92, una demora total de 39.4 s para un nivel de servicio D. La intersección este presenta una relación v/c de 0.78, una

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

demora total de 17.7 s para un nivel de servicio B; por lo tanto, al comparar la mejora sustancial que representó la solución propuesta del semáforo y la ampliación de la carretera en una disminución de 75 s en demora y una relación v/c aceptable de 0,92 en relación a la situación actual para la condición de hora pico vespertina de la intersección oeste, los resultados obtenidos son satisfactorios para mejorar la problemática existente de regulación del tránsito en la zona de estudio.

En el Cuadro 20 y Cuadro 21 se ilustra un resumen de la relación v/c, las demoras, y los niveles de servicio del escenario crítico del horario vespertino de la intersección oeste y la intersección este:

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 20. Relación v/c, demoras totales, nivel de servicio y longitudes de cola al 95% de confianza. Intersección oeste en el horario vespertino.

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO SUR		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD
Volumen vehicular	0	594	43	341	444	0	47	0	278
Dispositivo de control		Libre			Libre			Alto	
Demora por acceso (s)	-	58,5	5,3	68,2	2,8	-	22	-	22
Nivel de servicio del acceso	-	E	A	E	A	-	C	-	C
Demora total del acceso (s)	55,3			32,5			22		
Nivel de servicio del acceso	E			D			C		
Relación V/C del acceso	-	0,92	0,08	0,83	0,33	-	0,80	-	0,80
Relación V/C de la intersección	0,92								
Demora de la intersección (s)	39,4								
Nivel de servicio de la intersección	D								

I: Giro Izquierdo / DIR: Directo / GD: Giro Derecho

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE LA PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 21. Relación v/c, demoras totales, nivel de servicio y longitudes de cola al 95% de confianza. Intersección este en el horario vespertino.

PARÁMETRO	ACCESO OESTE			ACCESO ESTE			ACCESO NORTE		
	Movimiento			Movimiento			Movimiento		
	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD	GI	DIR	GD
Volumen vehicular	268	466	0	0	440	45	45	0	165
Dispositivo de control	-	Libre	-	-	Libre	-	-	Alto	-
Demora por acceso (s)	35	3,7	-	-	20,1	4,9	22,9	-	22,9
Nivel de servicio del acceso	D	A	-	-	C	A	C	-	C
Demora total del acceso (s)	15,6			18,5			22,9		
Nivel de servicio del acceso	B			B			C		
Relación V/C del acceso	0,78	0,35	-	-	0,57	0,07	0,69	-	0,69
Relación V/C de la intersección	0,78								
Demora de la intersección (s)	17,7								
Nivel de servicio de la intersección	B								

I: Giro Izquierdo / DIR: Directo / GD: Giro Derecho

Para este caso en particular de la intersección oeste, los valores v/c se consideran aceptables, pues de todos los escenarios presentes, sólo uno (horario vespertino) presenta esta condición de relación v/c igual a 0.92, valor que se considera permitido dentro de los parámetros establecidos, en vista que en relación a la situación actual hubo una mejora significativa. Cabe destacar que entre más cercanos a cero "0" son

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

los valores de v/c , mejor es el diseño de semáforos propuesto, y entre más se acercan estos valores a 1, se indica que el diseño propuesto no es funcional, por esa razón en Costa Rica se maneja un límite aceptable de 0,90.




Por lo tanto, se procede a recomendar la propuesta técnica antes descrita y se propone el siguiente plan de fases para las intersecciones de la zona de estudio:

Cuadro 22. Periodo matutino en Intersección Oeste




Intersección Analizada	Fases	AM / 5:00 a.m. - 11:00 a.m.			
		Verde	Amarillo	Rojo	
OESTE	1 → ← O-E, E-O	32	3	2	
	2 ← ↙ E-S, E-O	20	3	2	
	3 ↑ ↓ S-O, S-E	10	3	2	
	Ciclo Total (s)		62		
	Demora Total (s)		24,9		
	Nivel de Servicio		C		
	v/c		0,87		

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE LA PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 23. Periodo de medio día en Intersección Oeste




Intersección Analizada	Fases		MD / 11:00 a.m. - 4:00 p.m.		
			Verde	Amarillo	Rojo
OESTE	1	 O-E, E-O	22	3	2
	2	 E-S, E-O	28	3	2
	3	 S-O, S-E	20	3	2
	Ciclo Total (s)		68		
	Demora Total (s)		17,0		
	Nivel de Servicio		B		
	v/c		0,75		

Cuadro 24. Periodo vespertino en Intersección Oeste




Intersección Analizada	Fases		PM / 4:00 p.m. - 10:00 p.m.		
			Verde	Amarillo	Rojo
OESTE	1	 O-E, E-O	23	3	2
	2	 E-S, E-O	37	3	2
	3	 S-O, S-E	20	3	2
	Ciclo Total (s)		80		
	Demora Total (s)		39,4		
	Nivel de Servicio		D		
	v/c		0,82		

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE LA PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 25. Resumen de tiempos de verde en la Intersección Oeste




Intersección Analizada	Fases		Tiempos de verde (s)			
			5:00 a.m. - 11:00 a.m.	11:00 a.m. - 4:00 p.m.	4:00 p.m. - 10:00 p.m.	10:00 p.m. - 5:00 a.m.
OESTE	1	 O-E, E-O	32	22	23	Intermitencia amarillo / rojo
	2	 E-S, E-O	20	26	37	Intermitencia amarillo / rojo
	3	 S-O, S-E	10	20	20	Intermitencia amarillo / rojo

Cuadro 26. Periodo matutino en Intersección Este




Intersección Analizada	Fases		AM / 5:00 a.m. - 11:00 a.m.		
			Verde	Amarillo	Rojo
ESTE	1	 O-E, E-O	21	3	2
	2	 O-N, O-E	28	3	2
	3	 N-O, N-E	15	3	2
Ciclo Total (s)			62		
Demora Total (s)			17,3		
Nivel de Servicio			B		
v/c			0,77		

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE LA PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 27. Periodo de medio día en Intersección Este




Intersección Analizada	Fases		MD / 11:00 a.m. - 4:00 p.m.		
			Verde	Amarillo	Rojo
ESTE	1	 O-E, E-O	28	3	2
	2	 O-N, O-E	20	3	2
	3	 N-O, N-E	20	3	2
	Ciclo Total (s)		68		
	Demora Total (s)		13,9		
	Nivel de Servicio v/c		B 0,61		

Cuadro 28. Periodo vespertino en Intersección Este

Intersección Analizada	Fases		PM / 4:00 p.m. - 10:00 p.m.		
			Verde	Amarillo	Rojo
ESTE	1	 O-E, E-O	35	3	2
	2	 O-N, O-E	25	3	2
	3	 N-O, N-E	20	3	2
	Ciclo Total (s)		80		
	Demora Total (s)		17,7		
	Nivel de Servicio v/c		B 0,78		

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE LA PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 29. Resumen de tiempos de verde en la Intersección Este

Intersección Analizada	Fases		Tiempos de verde (s)			
			5:00 a.m. - 11:00 a.m.	11:00 a.m. - 4:00 p.m.	4:00 p.m. - 10:00 p.m.	10:00 p.m. - 5:00 a.m.
ESTE	1	 O-E, E-O	21	28	35	Intermitencia amarillo / rojo
	2	 O-N, O-E	26	20	25	Intermitencia amarillo / rojo
	3	 N-O, N-E	15	20	20	Intermitencia amarillo / rojo

En el Cuadro 25 y Cuadro 29 se indica que entre las 10:00 p.m. y las 5:00 a.m. se recomienda programar los semáforos para que operen con intermitencia amarilla en sentido este – oeste y viceversa, y con intermitencia roja en las vías secundarias del acceso sur en la intersección oeste y en el acceso norte en la intersección este.

Los semáforos vehiculares que operan en otros horarios con intermitencia amarilla y roja, son semáforos que sustituyen su operación normal para regular el tránsito de vehículos en horarios donde la demanda de tránsito es baja, por ejemplo, el caso presente entre 10:00 p.m. y 5:00 a.m.

Finalmente, en vista de las mejoras esperadas en la intersección estudiada, el Departamento de Regionales de la DGIT, recomienda las siguientes propuestas técnicas para mejorar la vialidad en la zona de estudio antes descrita:

7. Recomendaciones:

Al Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI):

- Ejecutar la ampliación propuesta en la Figura 10 de este informe técnico, donde se recomienda ampliar en 175 m en las intersecciones de la Ruta Nacional N° 249, específicamente cuando se traslapa con la Avenida Central de Guápiles.
- La ampliación recomendada corresponde a la extensión del ancho de pavimento existente, el cual en la actualidad cuenta con aproximadamente 7,5 m de ancho y se prevé que finalmente cuente con aproximadamente 11,0 m de ancho para albergar adecuadamente tres carriles de circulación por 175 m de longitud de la zona de estudio, lo cual corresponde con 50 m al oeste de la intersección oeste, 75 m entre ambas intersecciones y 50 m al este de la intersección este. En la siguiente figura se ilustra la ampliación recomendada:



Figura 10. Ampliación propuesta para la solución final de los semáforos en las intersecciones de la zona de estudio.

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE LA PROVINCIA DE LIMÓN.

- Notificar a la Oficina Regional de Siquirres de la DGIT una vez que la ampliación de carriles se encuentre ejecutada, ya que tanto la implementación del sistema de semáforos como la señalización vial, se llevarán a cabo hasta tanto no se hayan efectuado las ampliaciones necesarias para el adecuado funcionamiento de los sistemas propuestos y con ello, mejorar el nivel de servicio de las intersecciones y disminuir las demoras que sufren los conductores en este sector.

A la Oficina Regional de Siquirres de la DGIT:

- Dar seguimiento al tema de la ampliación de carriles solicitado al CONAVI para la implementación de los sistemas de semáforos en las intersecciones en cuestión.
- Una vez desarrollada la ampliación de carriles recomendada al CONAVI, deberá coordinar con el Departamento de Semáforos de la DGIT para que incluyan en su programación la colocación de los sistemas recomendados, de manera que, se proceda a informar a la Municipalidad de Pococí la fecha en cuestión.
- Ejecutar el señalamiento vial horizontal y vertical recomendado en este estudio técnico, al menos 2 días antes de la colocación de los sistemas de semáforos con el fin de que los mismos queden activos de forma inmediata. La demarcación en cuestión se adjunta en el Anexo A y Anexo B. La demarcación respectiva deberá cumplir con las notas de señalamiento vial indicadas.

Al Departamento de Semáforos:







- Una vez informados oficialmente por parte de la Oficina Regional de Siquirres sobre la ejecución de los trabajos de ampliación por parte del CONAVI, programar la fecha de instalación de los sistemas, e informar a dicha oficina.

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

- o Proceder con la colocación de los sistemas semafóricos recomendados en los cuadros 25 y 29 para las intersecciones respectivas, de acuerdo con la fecha indicada.
- o Proceder con la sincronización de los tiempos de verde en los movimientos oeste – este y este - oeste de ambas intersecciones tal y como se indicó en la sección 6.3.2. El propósito de esta alternativa es permitir la fluidez en los movimientos más importantes de ambas intersecciones




El plan de fases de ambas intersecciones se muestra en los siguientes cuadros:

Cuadro 25. Resumen de tiempos de verde en la Intersección Oeste

Intersección Analizada	Fases		Tiempos de verde (s)			
			5:00 a.m. - 11:00 a.m.	11:00 a.m. - 4:00 p.m.	4:00 p.m. - 10:00 p.m.	10:00 p.m. - 5:00 a.m.
OESTE	1	  O-E, E-O	32	22	23	Intermitencia amarillo / rojo
	2	  E-S, E-O	20	26	37	Intermitencia amarillo / rojo
	3	  S-O, S-E	10	20	20	Intermitencia amarillo / rojo

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE LA PROVINCIA DE LIMÓN.

Cuadro 29. Resumen de tiempos de verde en la Intersección Este

Intersección Analizada	Fases		Tiempos de verde (s)			
			5:00 a.m. - 11:00 a.m.	11:00 a.m. - 4:00 p.m.	4:00 p.m. - 10:00 p.m.	10:00 p.m. - 5:00 a.m.
ESTE	1	 O-E, E-O	21	28	35	Intermitencia amarillo / rojo
	2	 O-N, O-E	26	20	25	Intermitencia amarillo / rojo
	3	 N-O, NE	15	20	20	Intermitencia amarillo / rojo

Toda la señalización debe ser ejecutada de acuerdo con lo establecido en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito, SIECA 2014.

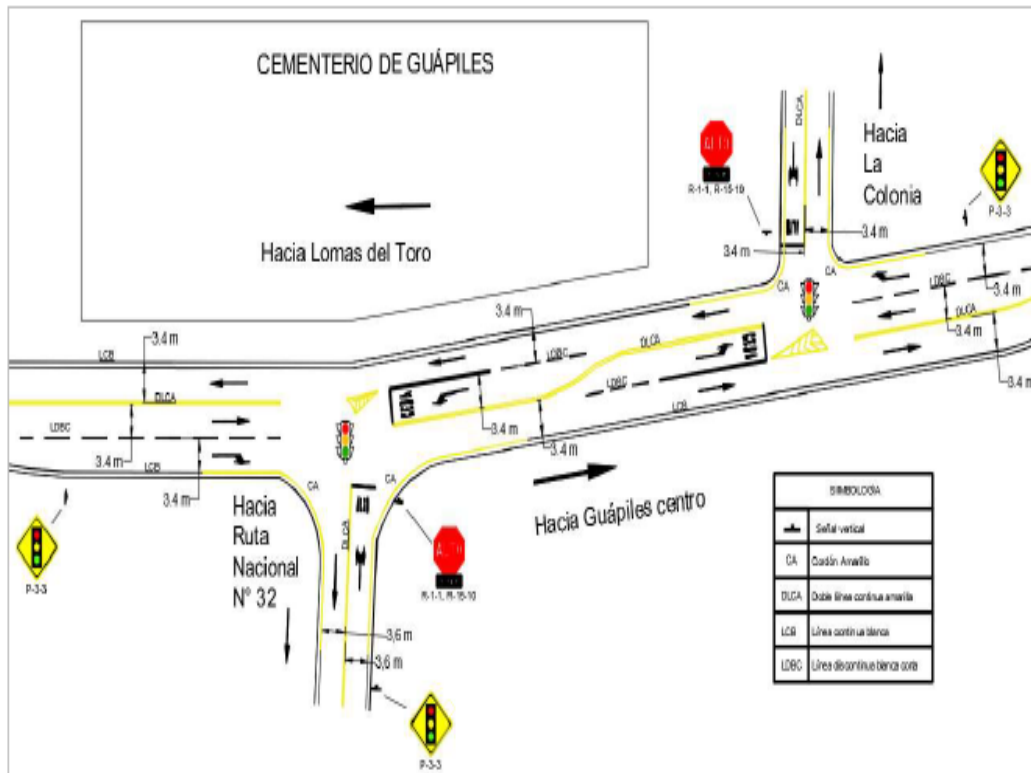
8. Bibliografía

- SIECA. (Marzo de 2011). Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales. (Segunda Edición). Guatemala.
- SIECA. (2014). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito*. Guatemala: SIECA.
- Transportation Research Board. (2010). *HIGHWAY CAPACITY MANUAL*. Washington D.C: TRB Business Office .

ESTUDIO TÉCNICO PARA JUSTIFICAR LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SEMÁFOROS VEHICULARES EN DOS INTERSECCIONES EN GUÁPILES DE POCOCÍ DE A PROVINCIA DE LIMÓN.

9. Anexos

Anexo A: Ampliación y demarcación recomendada en las intersecciones de la zona de estudio



Anexo B: Notas de señalamiento vial

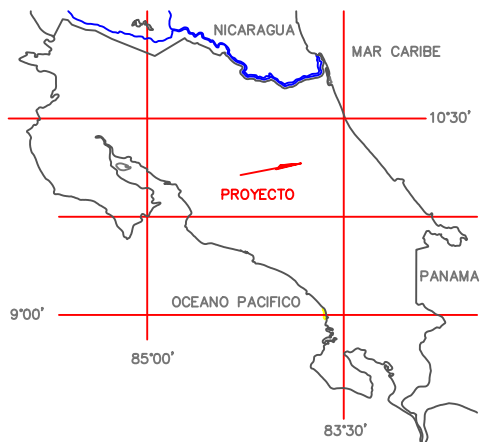
Señalamiento Horizontal

1. Las líneas de borde, líneas discontinuas y las líneas de centro deberán ser mínimo de 10 cm de ancho.
2. La pintura deberá ser pintura de tránsito retrorreflectiva con esferas de vidrio.
3. En cada esquina de las intersecciones se pintará de con pintura amarilla desde la esquina hasta una distancia de 10 m en línea de borde para restringir los estacionamientos indebidos y evitar que la intersección pierda capacidad.
4. A menos que se indique lo contrario, en cada acceso de toda intersección se pintará una línea central amarilla mínimo de 10 cm de ancho.
5. Las líneas discontinuas tendrán una longitud de 5 m y una separación entre ellas de 10 m para velocidades iguales o menores a 60 KPH.
6. Las líneas dobles amarillas tendrán una separación mínima de 15 cm entre ellas y un ancho mínimo de 10 cm.

Señalamiento Vertical

1. Seguir las especificaciones del Anexo D del Manual Centroamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito, ASTM D4956.
2. Emplear papel retrorreflectivo grado de ingeniería.
3. Respetar el claro vertical y lateral de las señales verticales en zonas urbanas que recomienda el Manual Centroamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito, SIECA 2014.

5.4 Diseño propuesto de señalamiento vial Guápiles



UBICACIÓN DEL PROYECTO

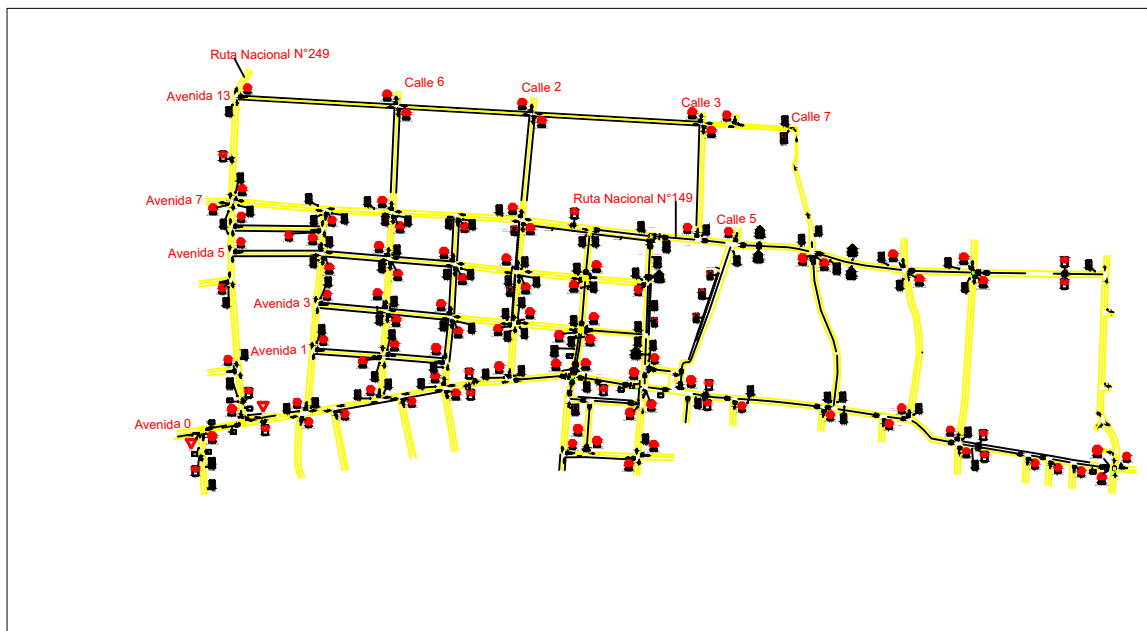
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES

DIVISIÓN DE TRANSPORTES
 DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO
 DEPARTAMENTO DE REGIONALES



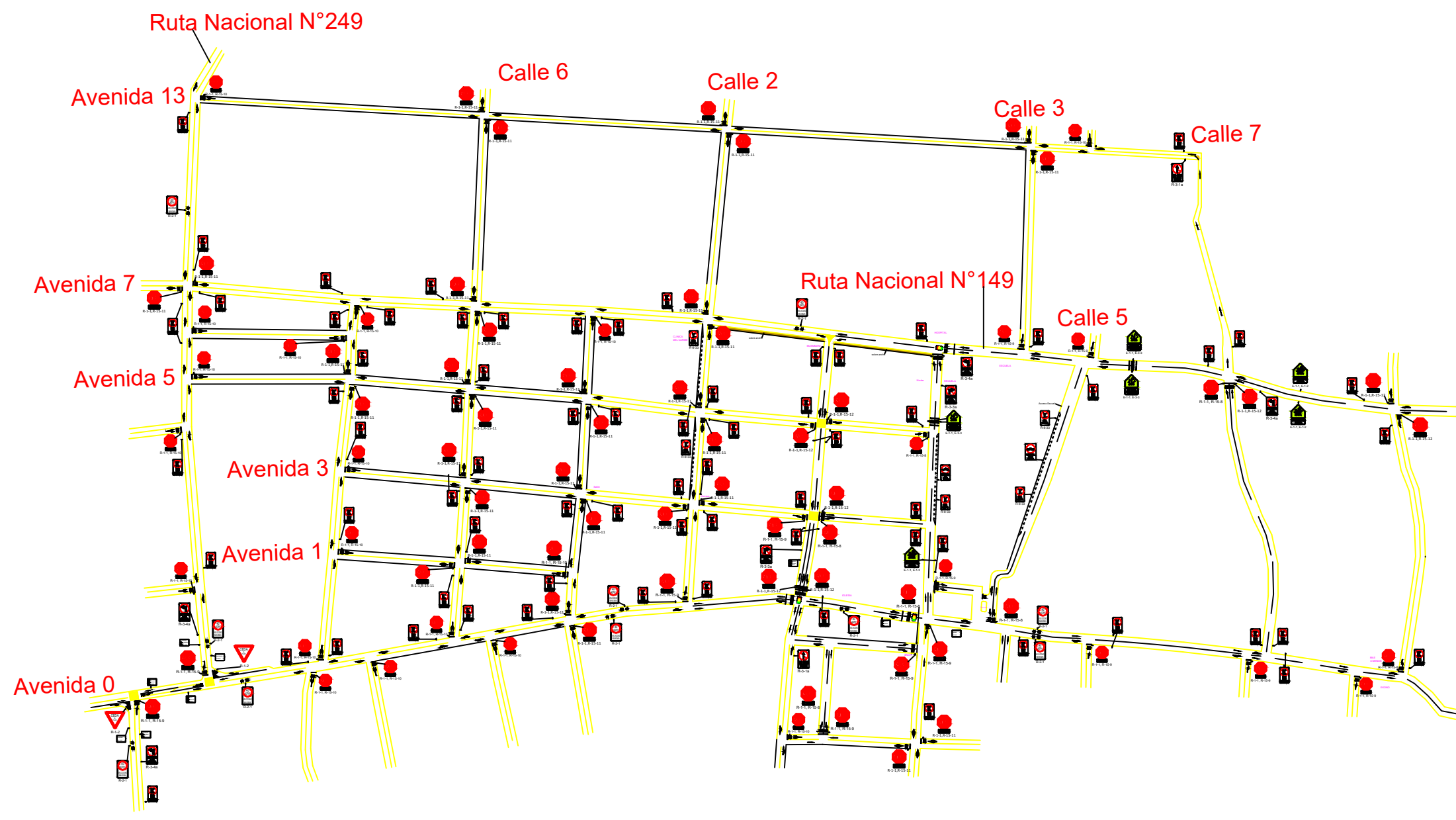
Diseño señalamiento vial casco central Guápiles

EXPEDIENTE : RE-SI-EB-21-77
 INFORME: MOPT-03-05-0798-2022
 Noviembre 2022



Índice de Láminas	
Lámina No.	Descripción
	PORTADA
01-16	Láminas señalamiento vial
17-20	Láminas especificaciones técnicas

SIMBOLOGÍA	
	Cordón de caño
	Línea centro amarilla
	Línea centro blanca
	Semáforo
	Paso peatonal

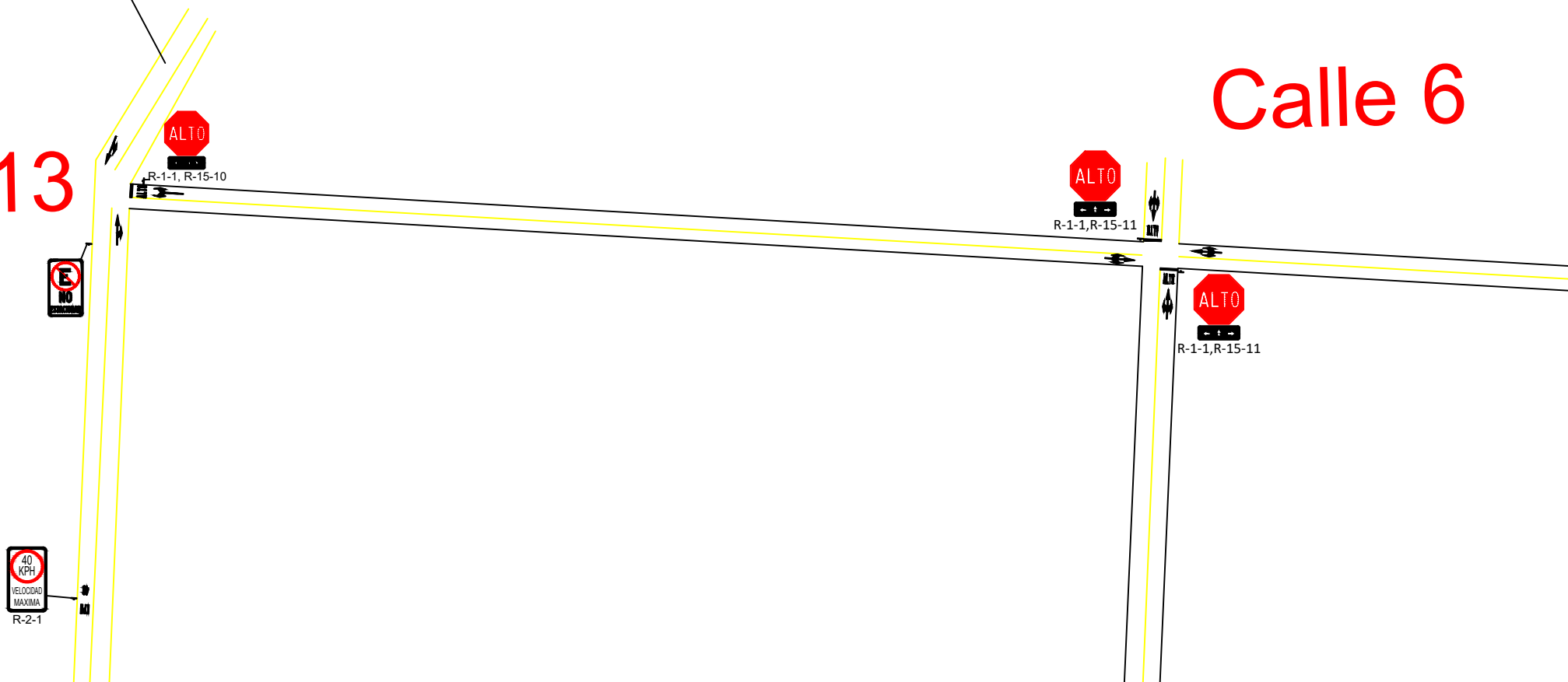



Expediente: RE-SI-EB-21-77	Oficio: MOPT-03-05-01-0798-2020	Fecha: 11/2022	Lámina: 01/20	Escala: 1:1	Dibujo: Ing. Raúl Jiménez Guevara	Diseño: Ing. Raúl Jiménez Guevara Prof. Responsable	Revisión: Ing. Alejandra Acosta Gómez Prof. Responsable	Aprobación: Ing. Junior Araya Villalobos Prof. Responsable	DIVISIÓN DE TRANSPORTES DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DEPARTAMENTO DE REGIONALES
Proyecto: Estudio técnico reordenamiento vial Guápiles			Contenido: Diseño señalamiento vial casco central Guápiles condición propuesta						

Ruta Nacional N°249

Calle 6

ida 13



Expediente: RE-SI-EB-21-77	Oficio: MOPT-03-05-01-0798-2020	Fecha: 11/2022	Lámina: 02/20	Escala: 1:1	Dibujo: Ing. Raúl Jiménez Guevara	Diseño:	Revisión:	Aprobación:	DIVISIÓN DE TRANSPORTES DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DEPARTAMENTO DE REGIONALES  Ministerio Obras Públicas y Transportes
Proyecto: Estudio técnico reordenamiento vial Guápiles						Ing. Raúl Jiménez Guevara	Ing. Alejandra Acosta Gómez	Ing. Junior Araya Villalobos	
Contenido: Diseño señalamiento vial casco central Guápiles condición propuesta						Prof. Responsable	Prof. Responsable	Prof. Responsable	

Calle 3

Calle 7



R-1-1, R-15-11




R-1-1, R-15-10

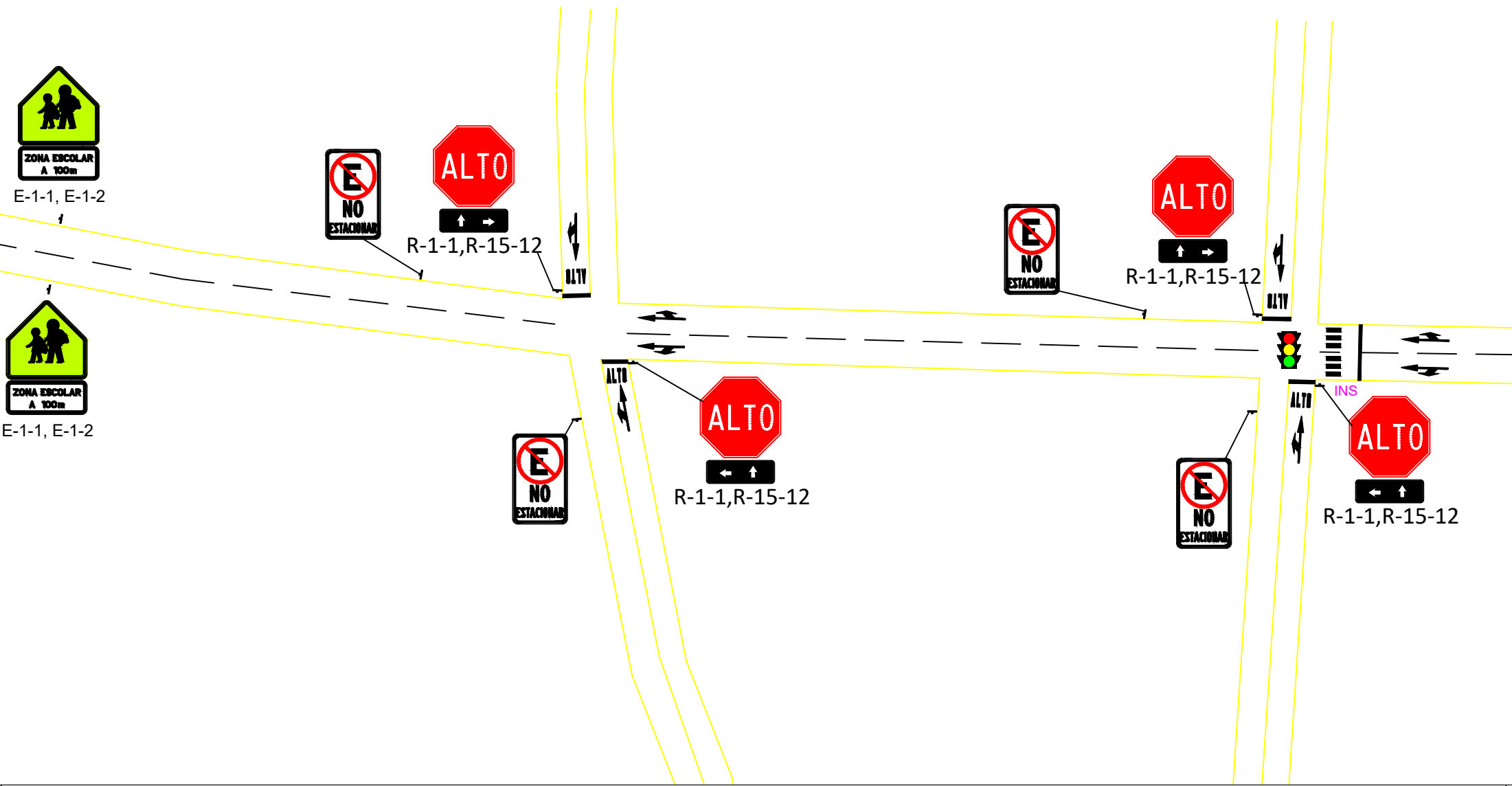



R-1-1, R-15-11



R-3-1a

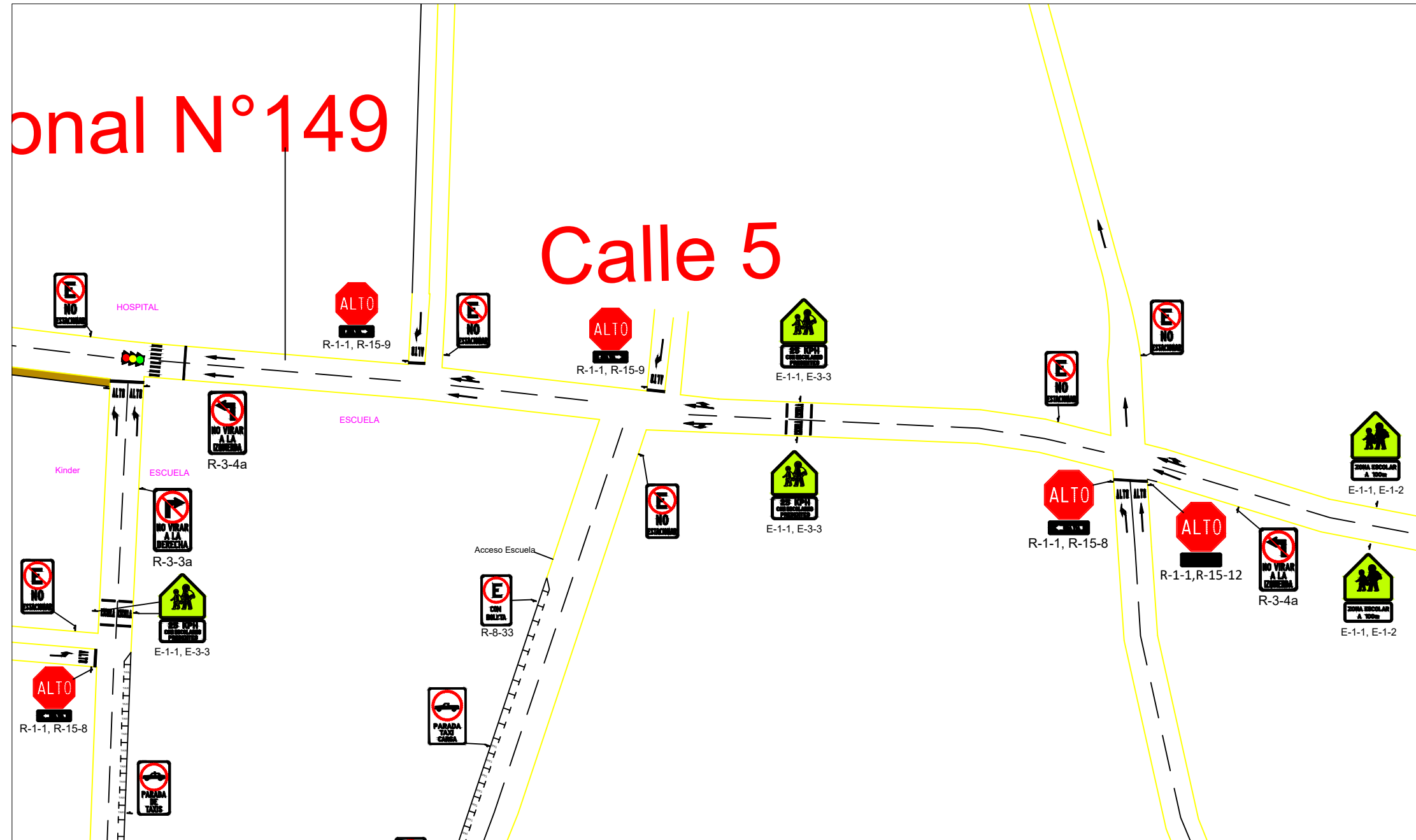
Expediente: RE-SI-EB-21-77	Oficio: MOPT-03-05-01-0798-2020	Fecha: 11/2022	Lámina: 03/20	Escala: 1:1	Dibujo: Ing. Raúl Jiménez Guevara	Diseño: Ing. Raúl Jiménez Guevara Prof. Responsable	Revisión: Ing. Alejandra Acosta Gómez Prof. Responsable	Aprobación: Ing. Junior Araya Villalobos Prof. Responsable	DIVISIÓN DE TRANSPORTES DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DEPARTAMENTO DE REGIONALES  Ministerio Obras Públicas y Transportes
Proyecto: Estudio técnico reordenamiento vial Guápiles		Contenido: Diseño señalamiento vial casco central Guápiles condición propuesta							




Expediente: RE-SI-EB-21-77	Oficio: MOPT-03-05-01-0798-2020	Fecha: 11/2022	Lámina: 04/20	Escala: 1:1	Dibujo: Ing. Raúl Jiménez Guevara	Diseño: Ing. Raúl Jiménez Guevara Prof. Responsable	Revisión: Ing. Alejandra Acosta Gómez Prof. Responsable	Aprobación: Ing. Junior Araya Villalobos Prof. Responsable	DIVISIÓN DE TRANSPORTES DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DEPARTAMENTO DE REGIONALES  Ministerio Obras Públicas y Transportes
Proyecto: Estudio técnico reordenamiento vial Guápiles		Contenido: Diseño señalamiento vial casco central Guápiles condición propuesta							

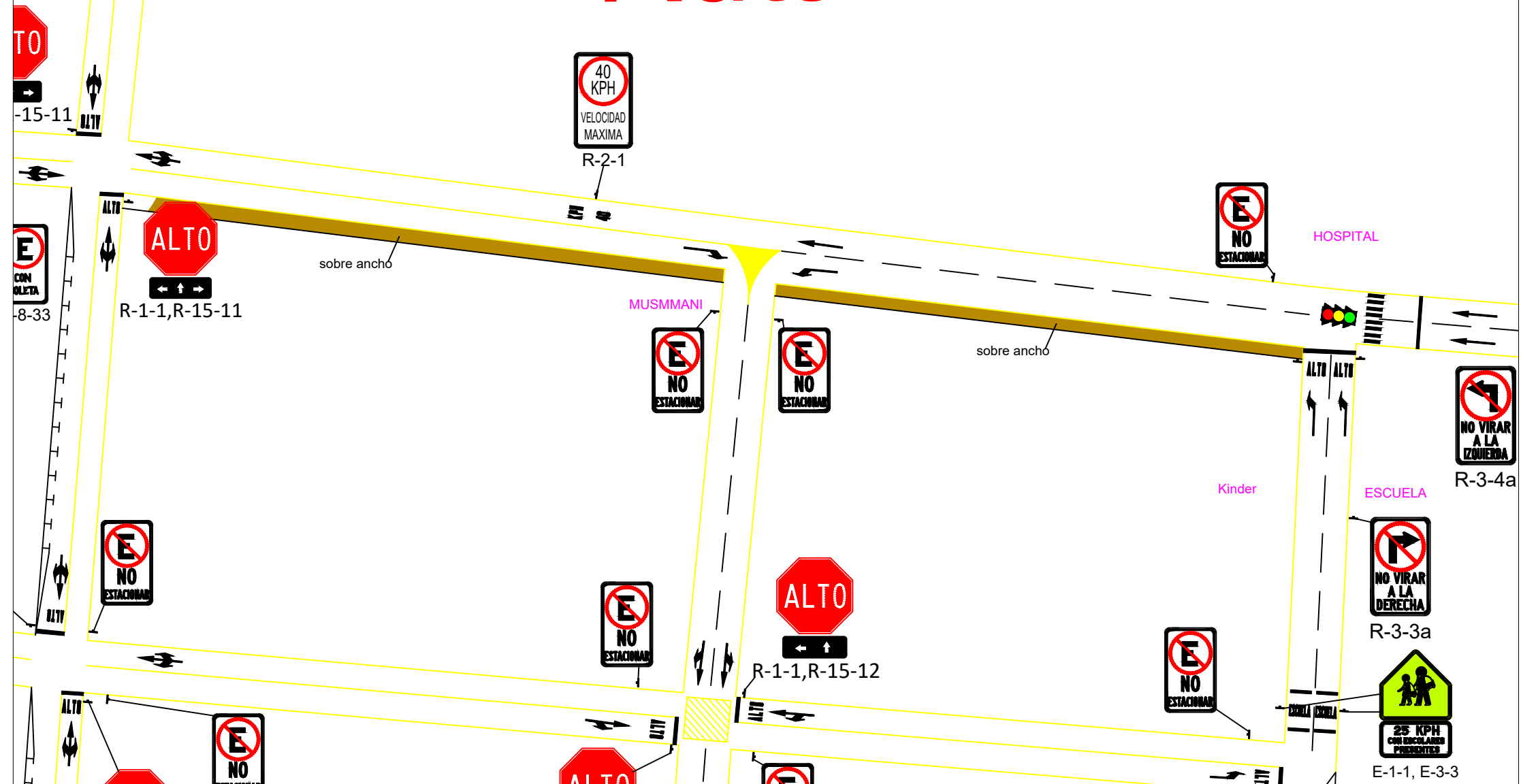
onal N°149


Calle 5

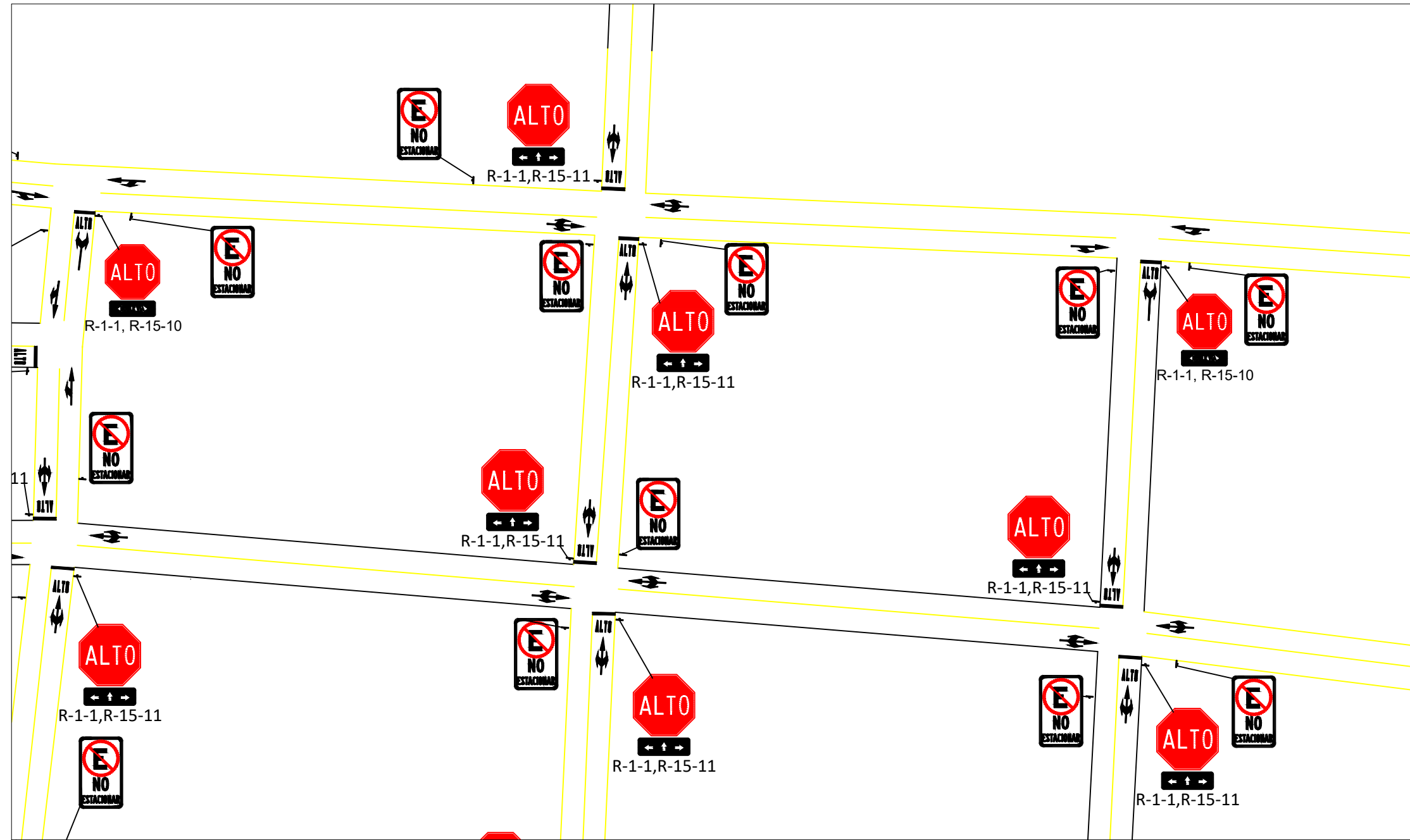


Expediente: RE-SI-EB-21-77	Oficio: MOPT-03-05-01-0798-2020	Fecha: 11/2022	Lámina: 05/20	Escala: 1:1	Dibujo: Ing.Raúl Jiménez Guevara	Diseño: Ing.Raúl Jiménez Guevara Prof. Responsable	Revisión: Ing.Alejandra Acosta Gómez Prof. Responsable	Aprobación: Ing.Junior Araya Villalobos Prof. Responsable	DIVISIÓN DE TRANSPORTES DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DEPARTAMENTO DE REGIONALES  Ministerio Obras Públicas y Transportes
Proyecto: Estudio técnico reordenamiento vial Guápiles		Contenido: Diseño señalamiento vial casco central Guápiles condición propuesta							

Ruta Nacional N°



Expediente: RE-SI-EB-21-77	Oficio: MOPT-03-05-01-0798-2020	Fecha: 11/2022	Lámina: 06/20	Escala: 1:1	Dibujo: Ing. Raúl Jiménez Guevara	Diseño:	Revisión:	Aprobación:	DIVISIÓN DE TRANSPORTES DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DEPARTAMENTO DE REGIONALES  Ministerio Obras Públicas y Transportes
Proyecto: Estudio técnico reordenamiento vial Guápiles						Ing. Raúl Jiménez Guevara	Ing. Alejandra Acosta Gómez	Ing. Junior Araya Villalobos	
Contenido: Diseño señalamiento vial casco central Guápiles condición propuesta						Prof. Responsable	Prof. Responsable	Prof. Responsable	

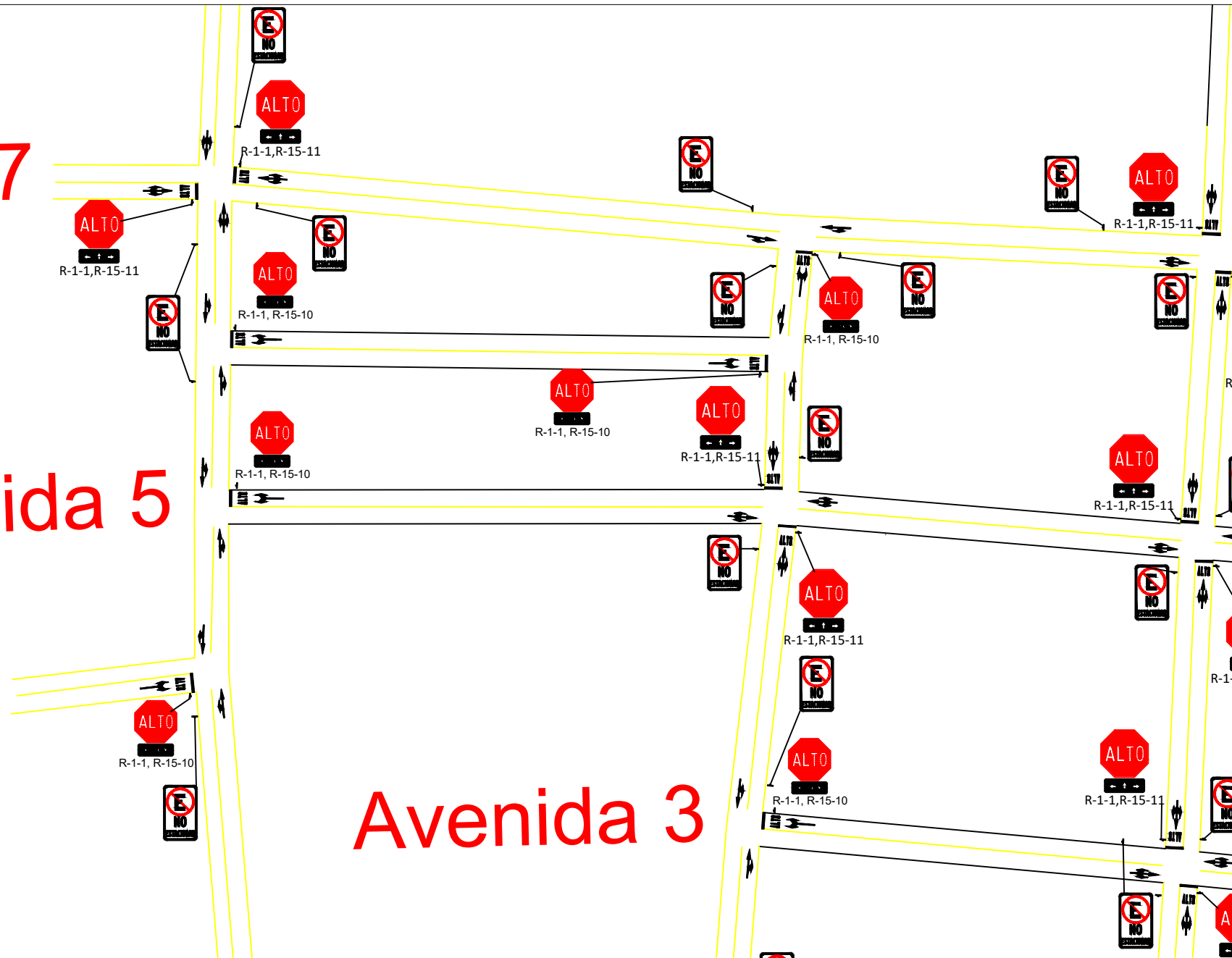


Expediente: RE-SI-EB-21-77	Oficio: MOPT-03-05-01-0798-2020	Fecha: 11/2022	Lámina: 07/20	Escala: 1:1	Dibujo: Ing. Raúl Jiménez Guevara	Diseño: Ing. Raúl Jiménez Guevara Prof. Responsable	Revisión: Ing. Alejandra Acosta Gómez Prof. Responsable	Aprobación: Ing. Junior Araya Villalobos Prof. Responsable	DIVISIÓN DE TRANSPORTES DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DEPARTAMENTO DE REGIONALES
Proyecto: Estudio técnico reordenamiento vial Guápiles			Contenido: Diseño señalamiento vial casco central Guápiles condición propuesta						

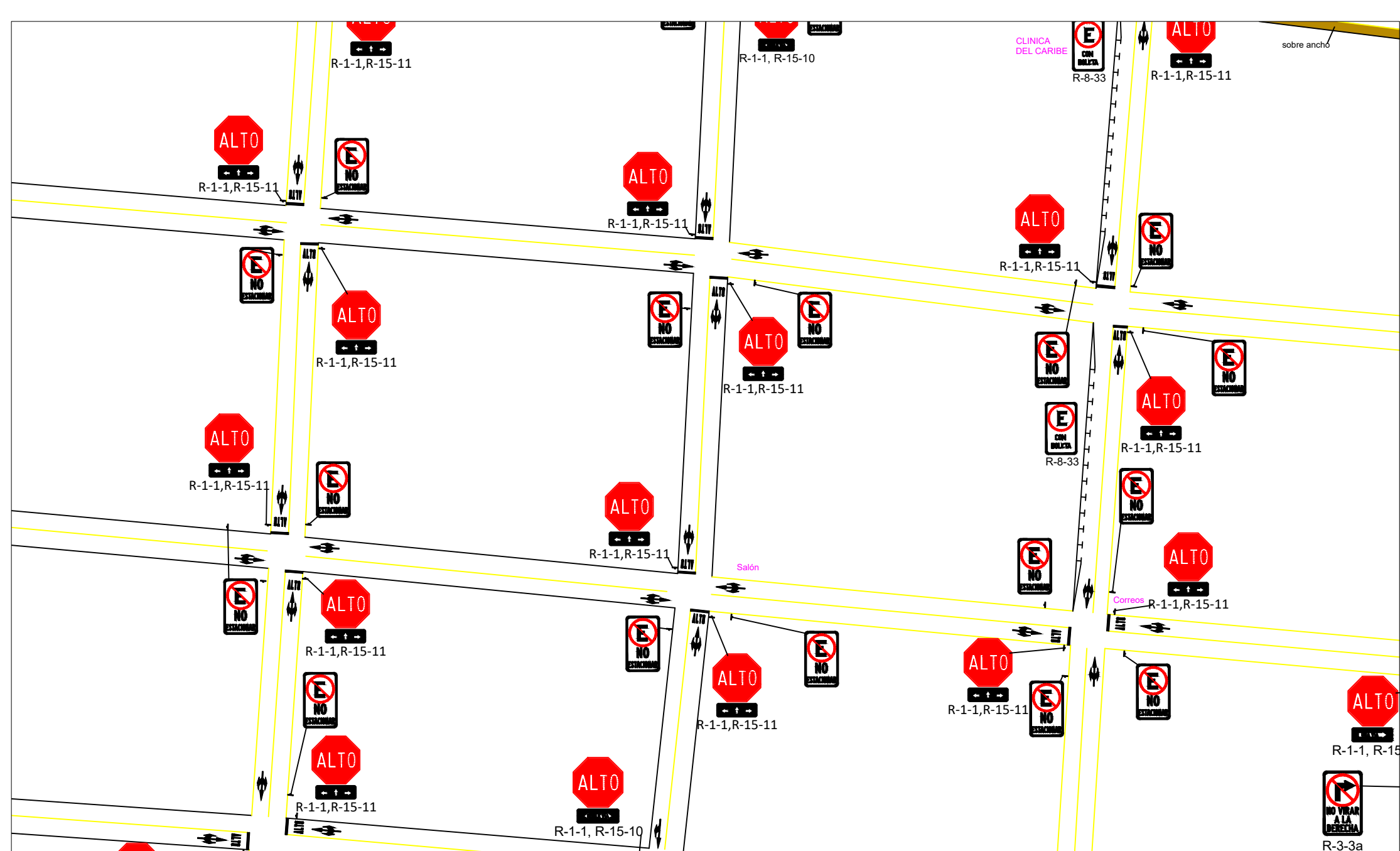
Avenida 7


Avenida 5

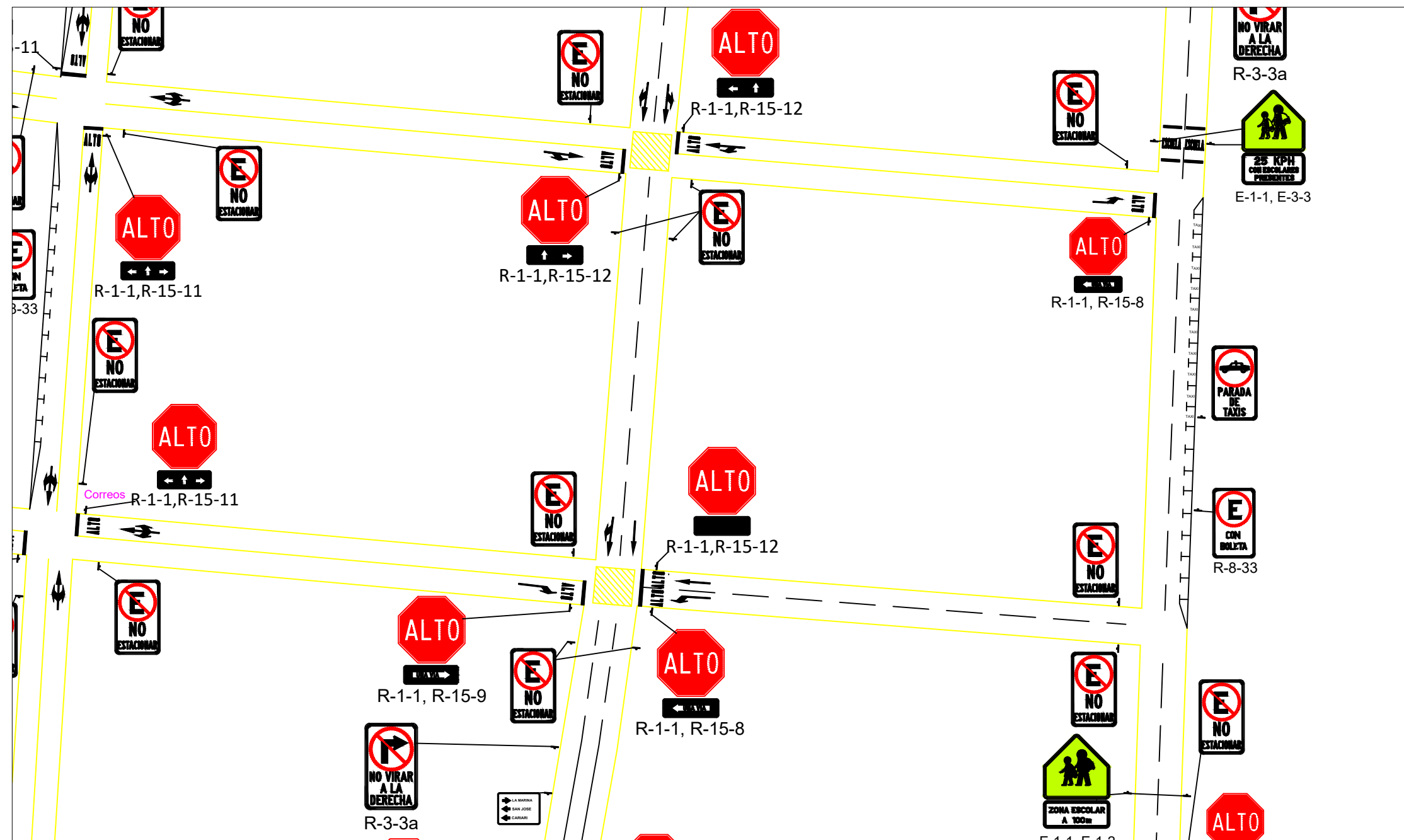
Avenida 3




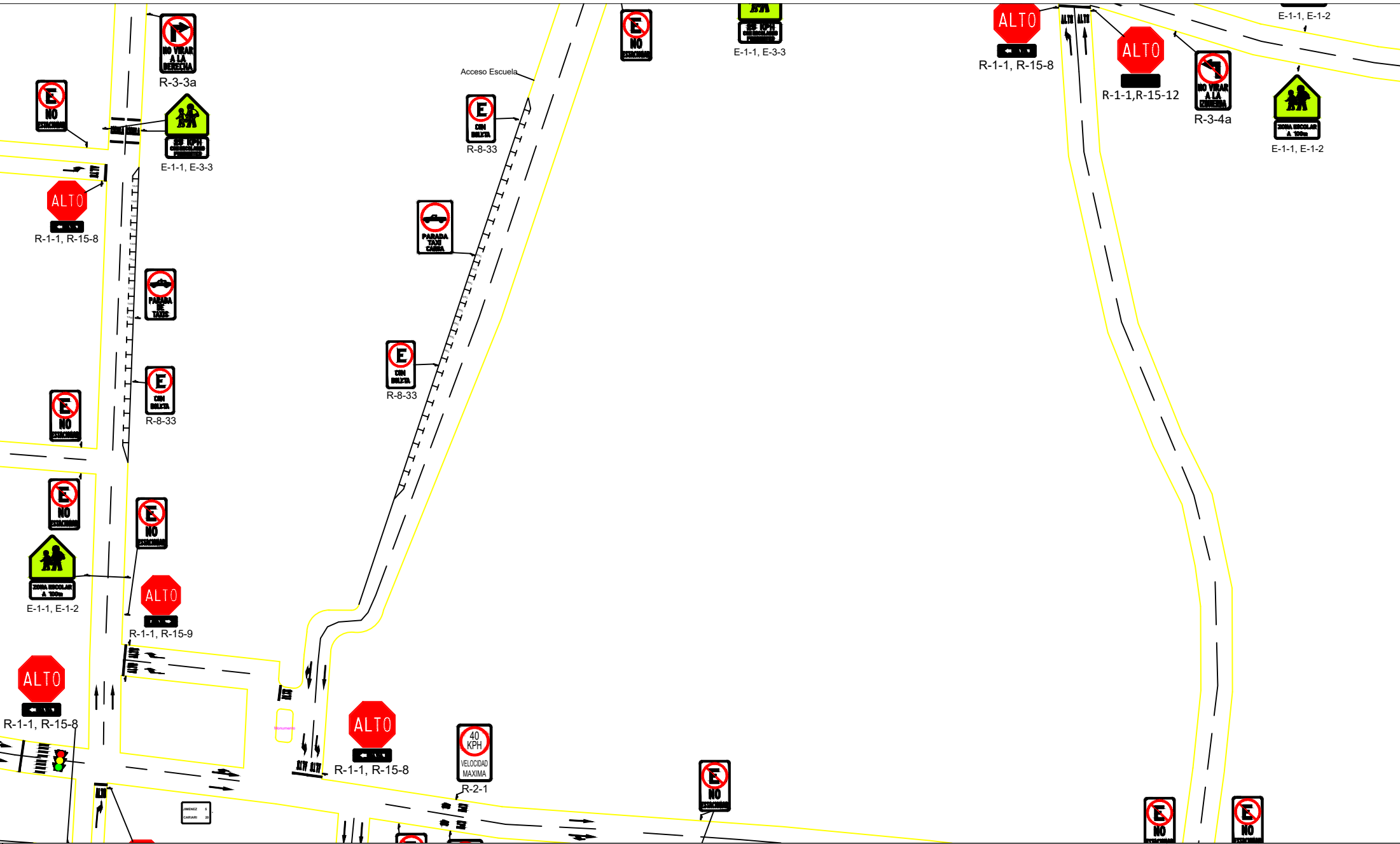
Expediente: RE-SI-EB-21-77	Oficio: MOPT-03-05-01-0798-2020	Fecha: 11/2022	Lámina: 08/20	Escala: 1:1	Dibujo: Ing. Raúl Jiménez Guevara	Diseño: Ing. Raúl Jiménez Guevara Prof. Responsable	Revisión: Ing. Alejandra Acosta Gómez Prof. Responsable	Aprobación: Ing. Junior Araya Villalobos Prof. Responsable	DIVISIÓN DE TRANSPORTES DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DEPARTAMENTO DE REGIONALES Ministerio Obras Públicas y Transportes
Proyecto: Estudio técnico reordenamiento vial Guápiles		Contenido: Diseño señalamiento vial casco central Guápiles condición propuesta							



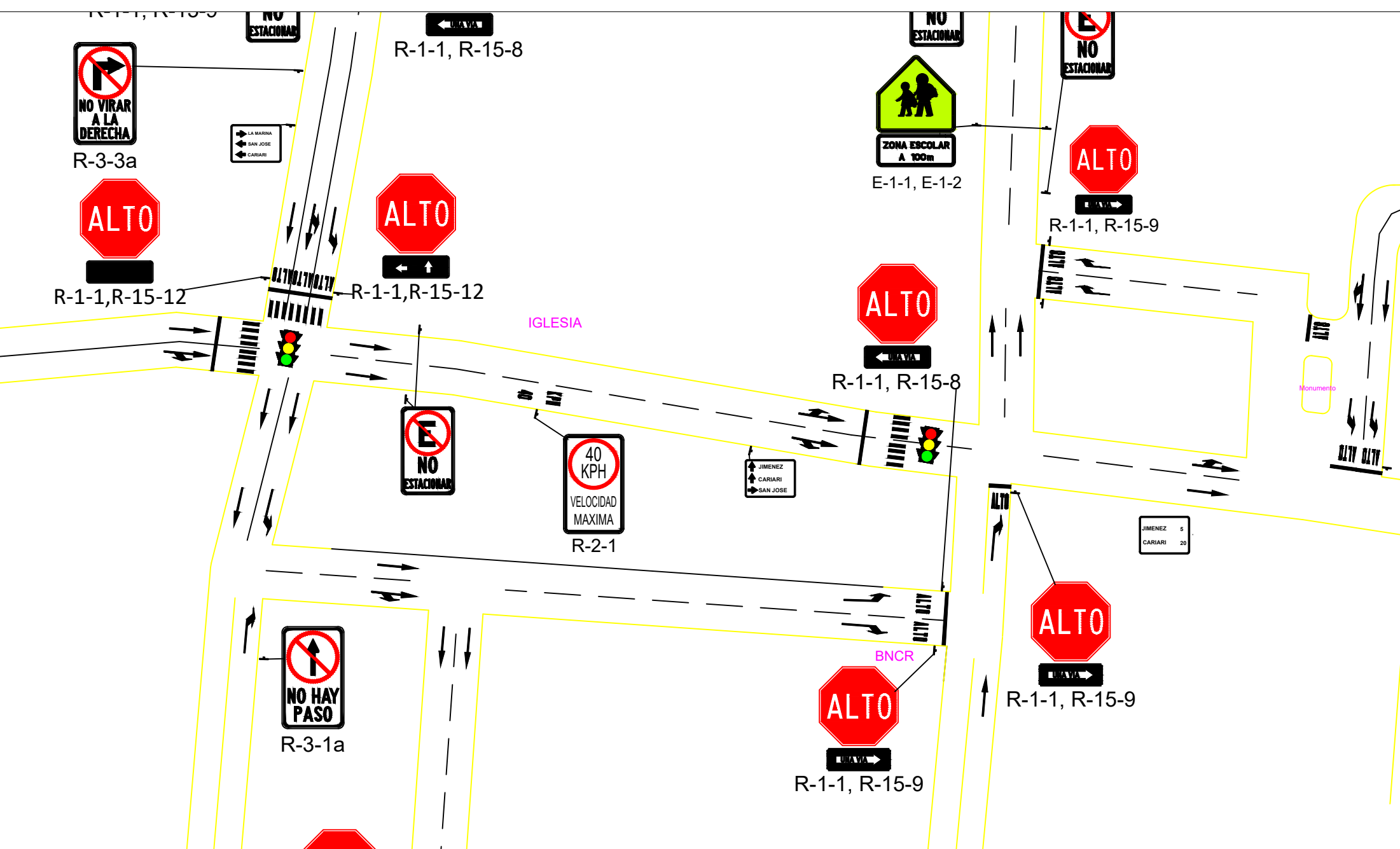
Expediente: RE-SI-EB-21-77	Oficio: MOPT-03-05-01-0798-2020	Fecha: 11/2022	Lámina: 09/20	Escala: 1:1	Dibujo: Ing. Raúl Jiménez Guevara	Diseño:	Revisión:	Aprobación:	DIVISIÓN DE TRANSPORTES DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DEPARTAMENTO DE REGIONALES  Ministerio Obras Públicas y Transportes
Proyecto: Estudio técnico reordenamiento vial Guápiles			Contenido: Diseño señalamiento vial casco central Guápiles condición propuesta			Ing. Raúl Jiménez Guevara Prof. Responsable	Ing. Alejandra Acosta Gómez Prof. Responsable	Ing. Junior Araya Villalobos Prof. Responsable	




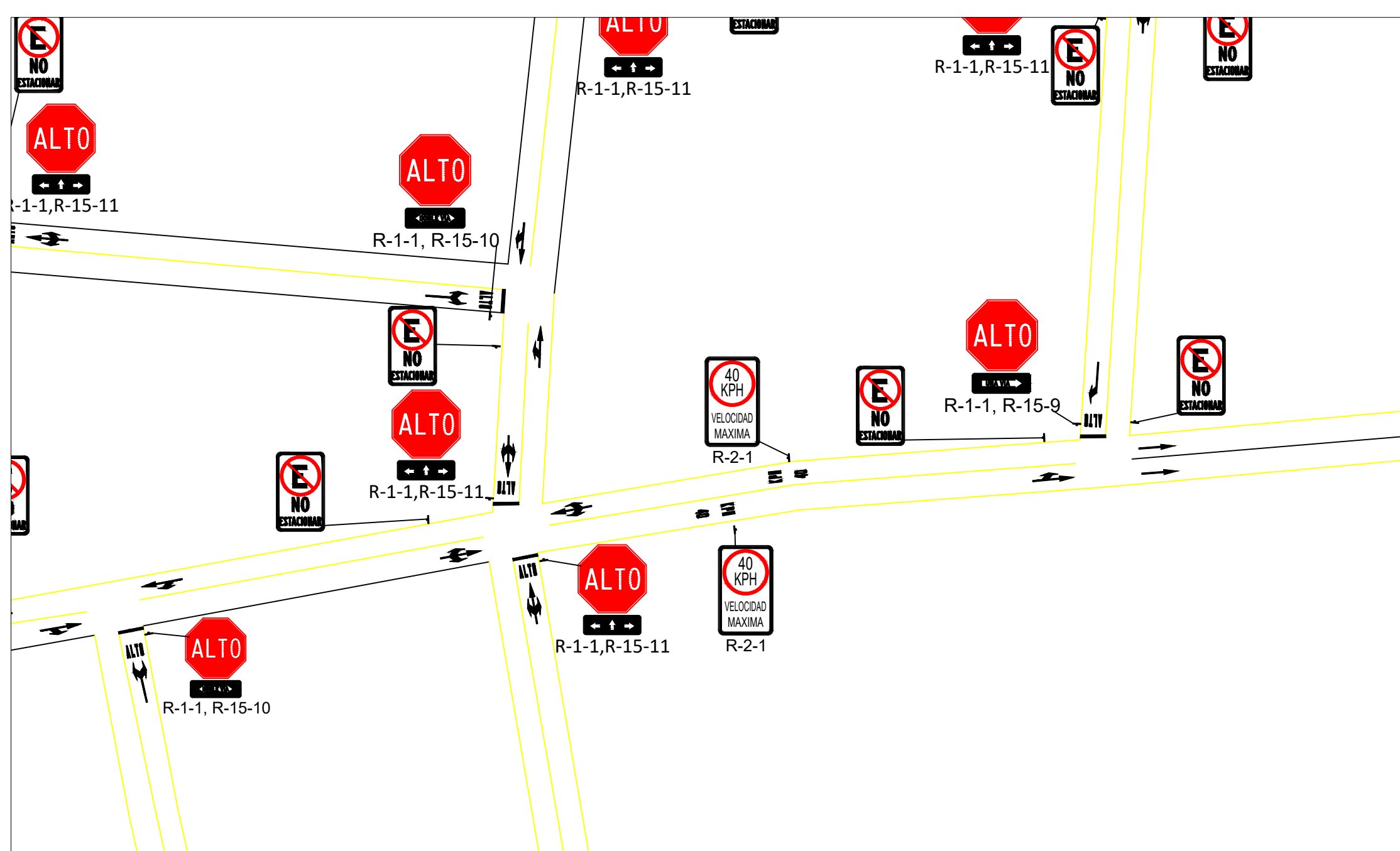
Expediente: RE-SI-EB-21-77	Oficio: MOPT-03-05-01-0798-2020	Fecha: 11/2022	Lámina: 10/20	Escala: 1:1	Dibujo: Ing. Raúl Jiménez Guevara	Diseño:	Revisión:	Aprobación:	DIVISIÓN DE TRANSPORTES DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DEPARTAMENTO DE REGIONALES  Ministerio Obras Públicas y Transportes
Proyecto: Estudio técnico reordenamiento vial Guápiles		Contenido: Diseño señalamiento vial casco central Guápiles condición propuesta				Ing. Raúl Jiménez Guevara Prof. Responsable	Ing. Alejandra Acosta Gómez Prof. Responsable	Ing. Junior Araya Villalobos Prof. Responsable	




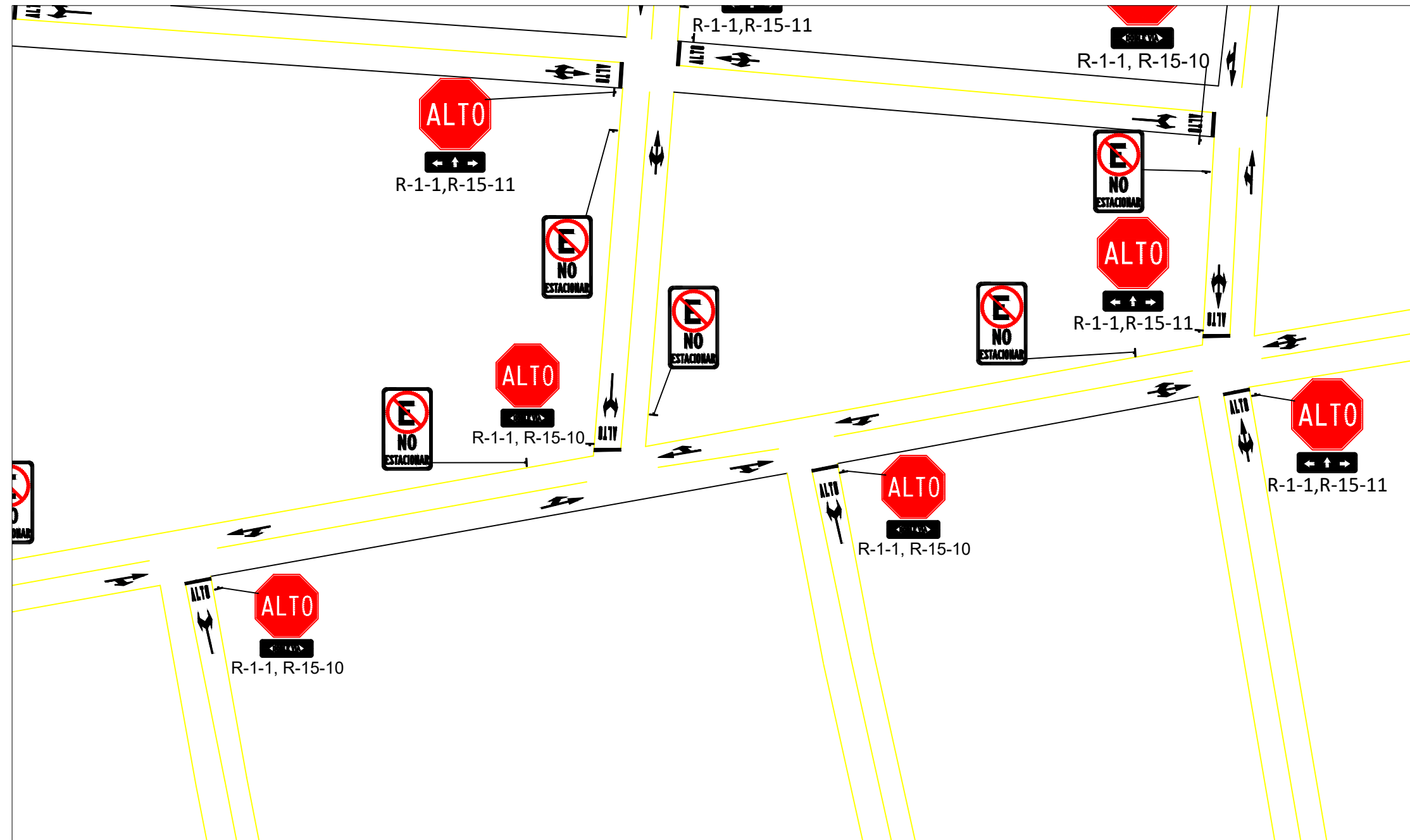
Expediente: RE-SI-EB-21-77	Oficio: MOPT-03-05-01-0798-2020	Fecha: 11/2022	Lámina: 11/20	Escala: 1:1	Dibujo: Ing. Raúl Jiménez Guevara	Diseño: Ing. Raúl Jiménez Guevara Prof. Responsable	Revisión: Ing. Alejandra Acosta Gómez Prof. Responsable	Aprobación: Ing. Junior Araya Villalobos Prof. Responsable	DIVISIÓN DE TRANSPORTES DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DEPARTAMENTO DE REGIONALES
Proyecto: Estudio técnico reordenamiento vial Guápiles			Contenido: Diseño señalamiento vial casco central Guápiles condición propuesta						




Expediente: RE-SI-EB-21-77	Oficio: MOPT-03-05-01-0798-2020	Fecha: 11/2022	Lámina: 12/20	Escala: 1:1	Dibujo: Ing.Raúl Jiménez Guevara	Diseño:	Revisión:	Aprobación:	DIVISIÓN DE TRANSPORTES DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DEPARTAMENTO DE REGIONALES  Ministerio Obras Públicas y Transportes
Proyecto: Estudio técnico reordenamiento vial Guápiles		Contenido: Diseño señalamiento vial casco central Guápiles condición propuesta				Ing.Raúl Jiménez Guevara Prof. Responsable	Ing.Alejandra Acosta Gómez Prof. Responsable	Ing.Junior Araya Villalobos Prof. Responsable	

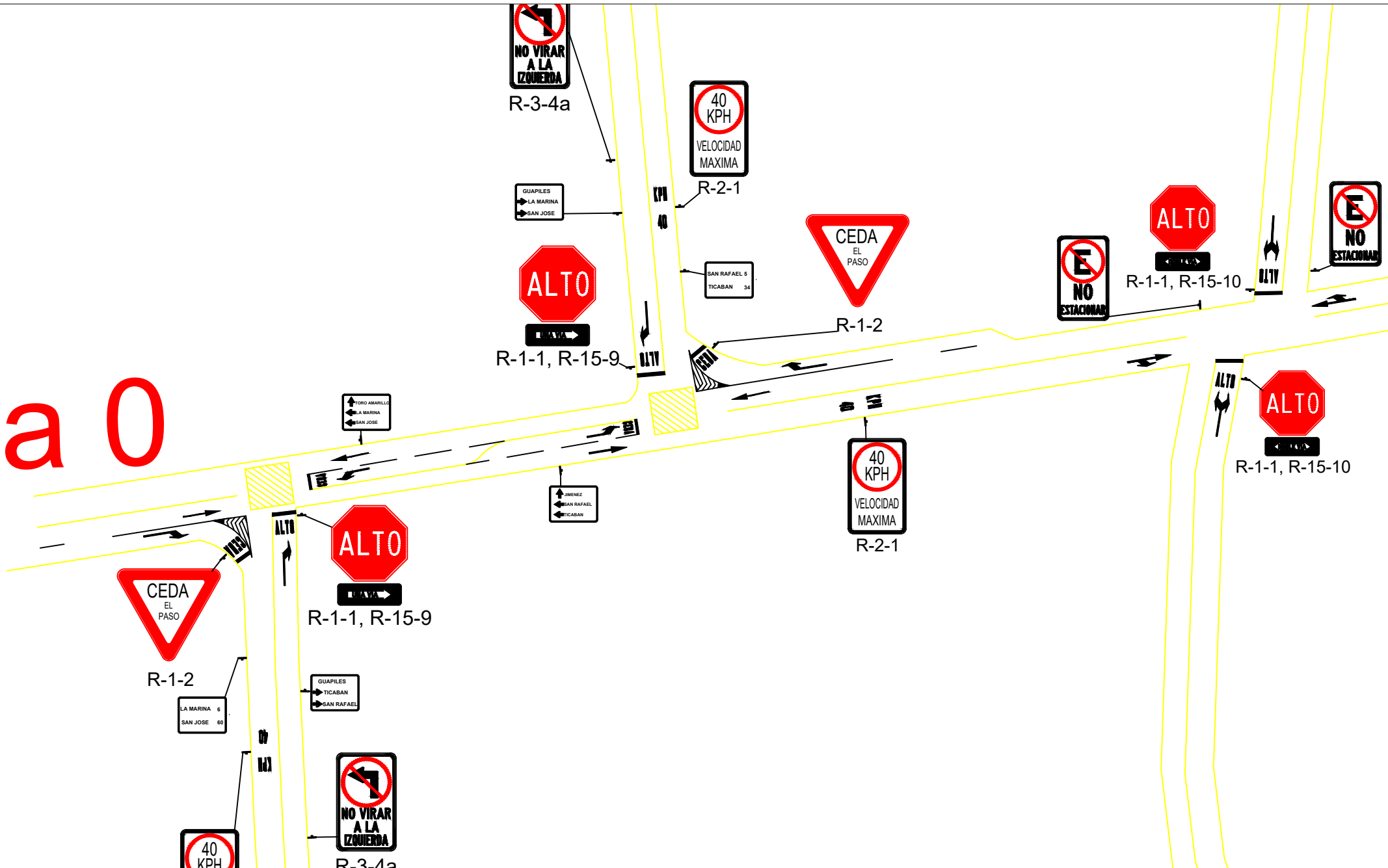



Expediente: RE-SI-EB-21-77	Oficio: MOPT-03-05-01-0798-2020	Fecha: 11/2022	Lámina: 13/20	Escala: 1:1	Dibujo: Ing.Raúl Jiménez Guevara	Diseño:	Revisión:	Aprobación:	DIVISIÓN DE TRANSPORTES DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DEPARTAMENTO DE REGIONALES  Ministerio Obras Públicas y Transportes
Proyecto: Estudio técnico reordenamiento vial Guápiles					Contenido: Diseño señalamiento vial casco central Guápiles condición propuesta		Ing.Raúl Jiménez Guevara Prof. Responsable	Ing.Alejandra Acosta Gómez Prof. Responsable	



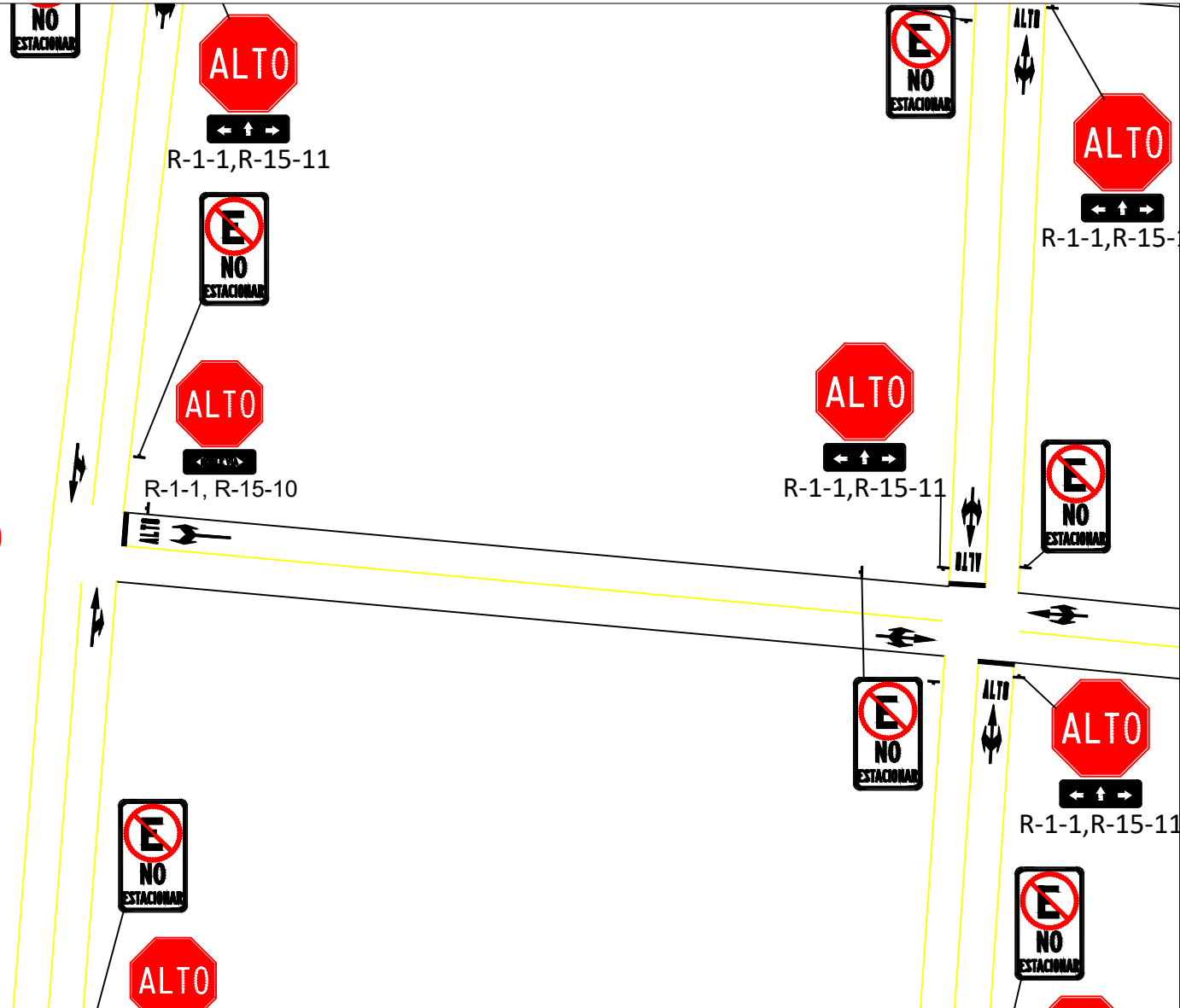
Expediente: RE-SI-EB-21-77	Oficio: MOPT-03-05-01-0798-2020	Fecha: 11/2022	Lámina: 14/20	Escala: 1:1	Dibujo: Ing. Raúl Jiménez Guevara	Diseño: Ing. Raúl Jiménez Guevara Prof. Responsable	Revisión: Ing. Alejandra Acosta Gómez Prof. Responsable	Aprobación: Ing. Junior Araya Villalobos Prof. Responsable	DIVISIÓN DE TRANSPORTES DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DEPARTAMENTO DE REGIONALES  Ministerio Obras Públicas y Transportes
Proyecto: Estudio técnico reordenamiento vial Guápiles		Contenido: Diseño señalamiento vial casco central Guápiles condición propuesta							


da 0



Expediente: RE-SI-EB-21-77	Oficio: MOPT-03-05-01-0798-2020	Fecha: 11/2022	Lámina: 15/20	Escala: 1:1	Dibujo: Ing. Raúl Jiménez Guevara	Diseño: Ing. Raúl Jiménez Guevara Prof. Responsable	Revisión: Ing. Alejandra Acosta Gómez Prof. Responsable	Aprobación: Ing. Junior Araya Villalobos Prof. Responsable	DIVISIÓN DE TRANSPORTES DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DEPARTAMENTO DE REGIONALES  Ministerio Obras Públicas y Transportes
Proyecto: Estudio técnico reordenamiento vial Guápiles		Contenido: Diseño señalamiento vial casco central Guápiles condición propuesta							

Avenida 3



Expediente: RE-SI-EB-21-77	Oficio: MOPT-03-05-01-0798-2020	Fecha: 11/2022	Lámina: 16/20	Escala: 1:1	Dibujo: Ing. Raúl Jiménez Guevara	Diseño: Ing. Raúl Jiménez Guevara Prof. Responsable	Revisión: Ing. Alejandra Acosta Gómez Prof. Responsable	Aprobación: Ing. Junior Araya Villalobos Prof. Responsable	DIVISIÓN DE TRANSPORTES DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DEPARTAMENTO DE REGIONALES  Ministerio Obras Públicas y Transportes
Proyecto: Estudio técnico reordenamiento vial Guápiles		Contenido: Diseño señalamiento vial casco central Guápiles condición propuesta							

NOTAS

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

- LA CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LAS SEÑALES PODRÁ SER ELABORADA A PARTIR DE UNA MEZCLA DE CONCRETO CON UNA RESISTENCIA DE $f'c = 175$ KG/CM².

- LOS ELEMENTOS DE SOPORTE DE LAS SEÑALES VERTICALES DEBERÁN SER TUBOS CUADRADOS, GALVANIZADOS, CON UNA CRUZ DE REFUERZO EN LA PARTE SUPERIOR, Y TAPAS EN LOS

EXTREMOS PARA EVITAR LA CORROSIÓN (VER DETALLE EN PLANOS). DICHS TUBOS TENDRÁN DIMENSIONES DE 0,075 X 0,075 X 3,0 M PARA VELOCIDADES MENORES O IGUAL A 40 KM/HR.

- EL EMPATE DE LA PLANTILLA CON EL ELEMENTO DE SOPORTE DEBERÁ REALIZARSE CON TORNILLO GALVANIZADO, TODO CON ROSCA, CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL, Y ARANDELA A PRESIÓN.

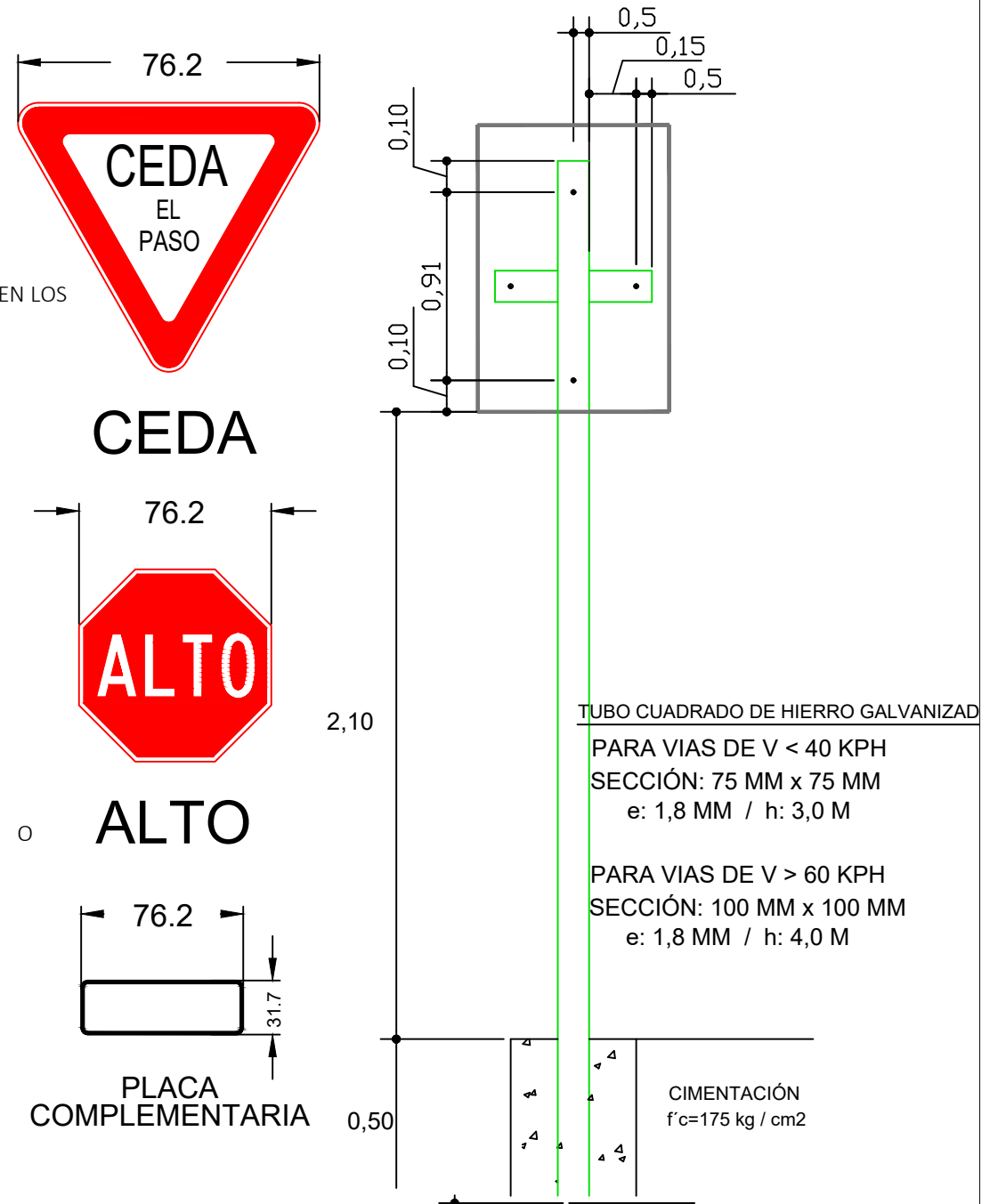
- TODO EL SEÑALAMIENTO DEBE CUMPLIR CON LO DISPUESTO POR EL *MANUAL CENTROAMERICANO DE DISPOSITIVOS UNIFORMES PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO* (MCDUCT), SIECA, V 2014.

- LA ELABORACIÓN DE SEÑALES DEBERÁ LLEVARSE A CABO CON PAPEL REFLECTIVO DE ALTA INTENSIDAD, Y RESPETANDO LAS COORDENADAS CROMÁTICAS ESPECIFICADAS EN EL CUADRO ADJUNTO.

- LOS TAMAÑOS DE LAS SEÑALES DEBERÁN SER ACORDE CON LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN DE LAS VÍAS EN LAS CUALES SERÁN COLOCADAS, YA SEA TAMAÑO *ESTÁNDAR PISTA*.

- TODA SEÑAL EXISTENTE QUE SE ENCUENTRE FUERA DE LO ESTABLECIDO EN PLANOS, DEBERÁ SER REMOVIDA, DE FORMA COMPLETA.

COORDENADA CROMÁTICA DE COLORES PATONE								
COLOR	1		2		3		4	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
AMARILLO (116 C)	0.498	0.412	0.557	0.442	0.479	0.520	0.428	0.472
ROJO (485 C)	0.648	0.351	0.735	0.265	0.629	0.281	0.565	0.346
VERDE (348 C)	0.026	0.399	0.166	0.364	0.286	0.446	0.207	0.771
BLANCO (WHITE)	0.303	0.300	0.368	0.366	0.340	0.393	0.274	0.329
AZUL (294C)	0.140	0.035	0.244	0.210	0.190	0.255	0.065	0.216



SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

- LA SUPERFICIE DE RUEDO DEBERÁ ESTAR SECA Y LIMPIA, LIBRE DE POLVO, GRASA, ACEITE, O CUALQUIER OTRA PARTÍCULA QUE PERJUDIQUE LA DURABILIDAD DE LA PINTURA.

- EL BORRADO DE LÍNEAS, LETREROS, O ERRORES DEBERÁ REALIZARSE CON MÁQUINA. POR NINGUNA RAZÓN SERÁ ACEPTABLE BORRAR CON PINTURA NEGRA.

- LA PINTURA PARA LA SEÑALIZACIÓN DEBERÁ SER PINTURA BASE SOLVENTE, CON ESFERA DE VIDRIO. ESTA DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMATIVA INTECO INTE 11-02-01:2012 PARTE II.

- LOS VALORES DE RETRO REFLECTIVIDAD ACEPTABLES PARA LAS MARCAS HORIZONTALES SERÁ COMO SE MUESTRA EN EL CUADRO ADJUNTO.

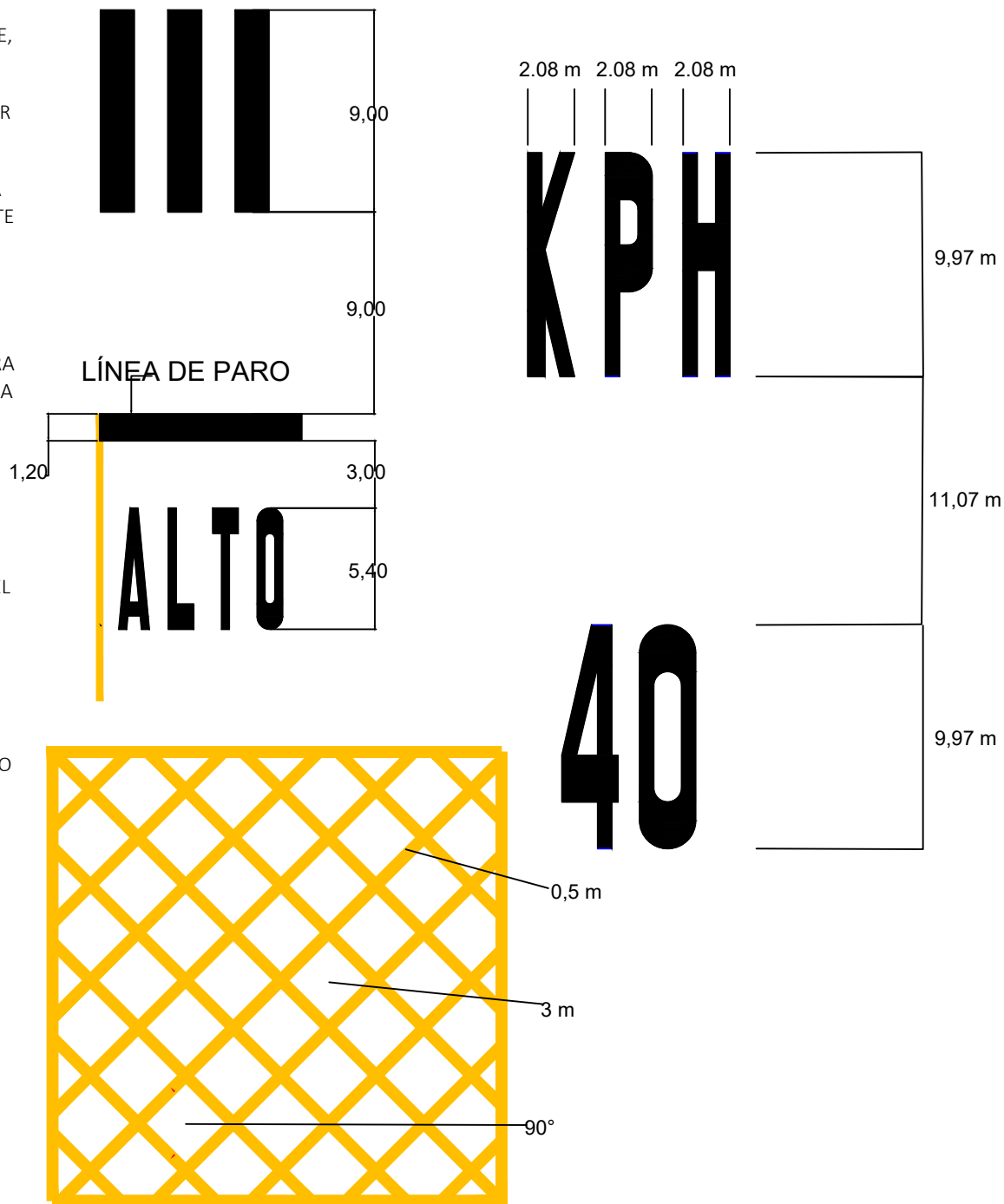
- LAS MICRO ESFERAS DEBERÁN CUMPLIR CON LA NORMA INTECO 11-02-02:2012 PARA MICRO ESFERAS TIPO I, ASÍ COMO CON LA NORMA ASTM C-169 O LA NORMA EUROPEA EN 1423, A FIN DE ASEGURAR EL PORCENTAJE MÁXIMO PERMITIDO DE METALES PESADOS, DE ACUERDO A DICHAS NORMAS Y A LA LEGISLACIÓN COSTARRICENSE.

- TODA PRUEBA DE CUMPLIMIENTO INDICADA EN LAS NORMAS CITADAS DEBERÁ REALIZARSE EN UN LABORATORIO NACIONAL ACREDITADO. EN CASO DE QUE DICHAS PRUEBAS NO PUEDAN EJECUTARSE EN LABORATORIOS NACIONALES, ESTAS DEBERÁN SER COMPROBADOS MEDIANTE LABORATORIO INTERNACIONAL (AJENO A LA CASA MATRIZ DEL PROVEEDOR) A TRAVÉS DE UNA CERTIFICACIÓN EMITIDA POR EL MISMO.

- AUNQUE LA PINTURA SEA PERFECTAMENTE VISIBLE, SI NO CUMPLE CON LOS PARÁMETROS DE RETORREFLECTIVIDAD ESTABLECIDOS ANTERIORMENTE, SE DEBERÁ PROCEDER A LA REDEMARCACIÓN DE LAS ÁREAS DEFICIENTES.

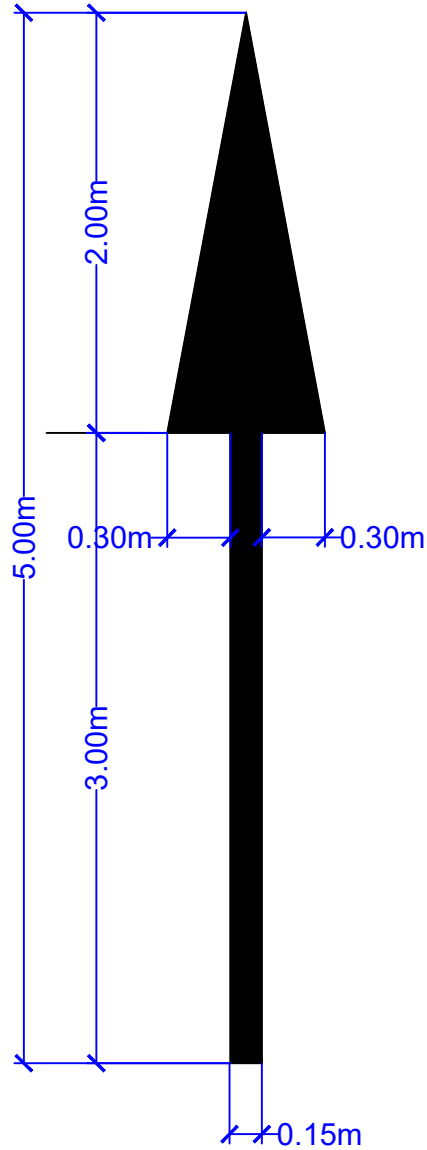
- TODO EL SEÑALAMIENTO DEBE CUMPLIR CON LA GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS DE INTECO (INTE-11-02-03:2013), ESPECÍFICAMENTE CON LA EJECUCIÓN DE TRAMO PRUEBA.

RETROREFLEXIÓN MÍNIMA PARA PINTURA BASE SOLVENTE			
COLOR	INICIAL	A 180 DÍAS	VIDA DEL PROYECTO
BLANCO	250	150	100
AMARILLO	200	150	50



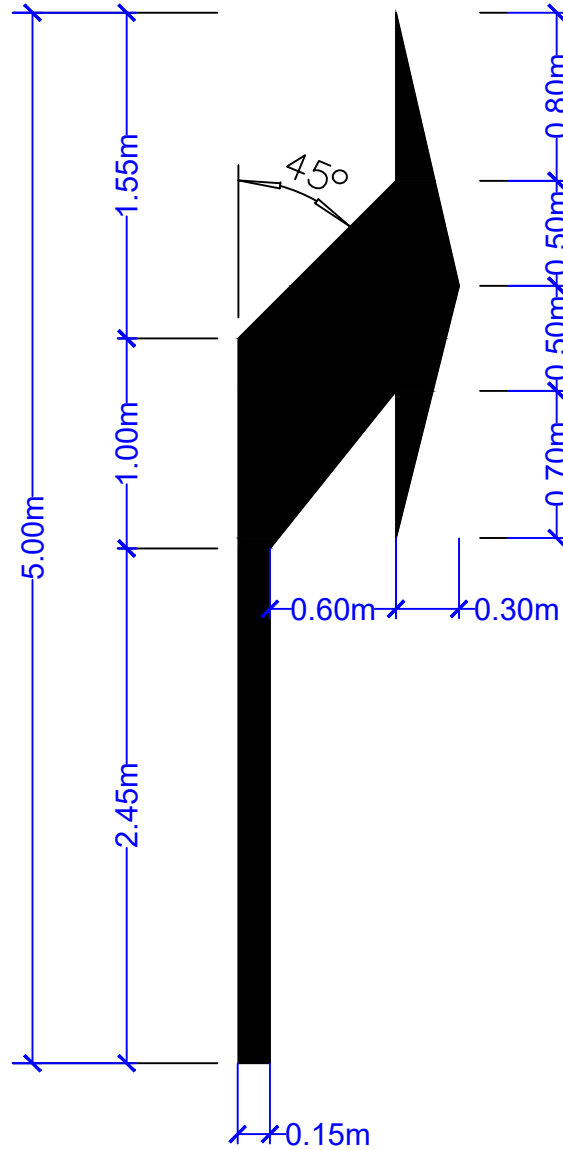
VÍA CON V. M. < 60 Km./h

1. DE FRENTE



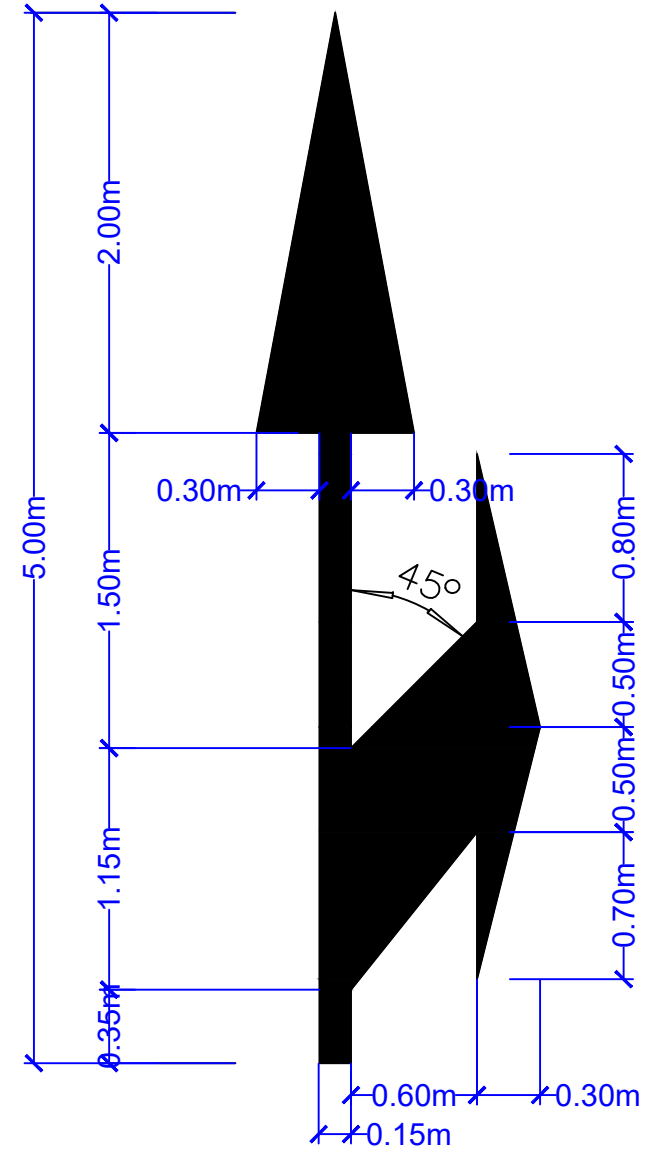
$$S = 1.20\text{m}^2$$

2. A LA DERECHA



$$S = 1.5037\text{m}^2$$

3. DE FRENTE O A LA DCHA.

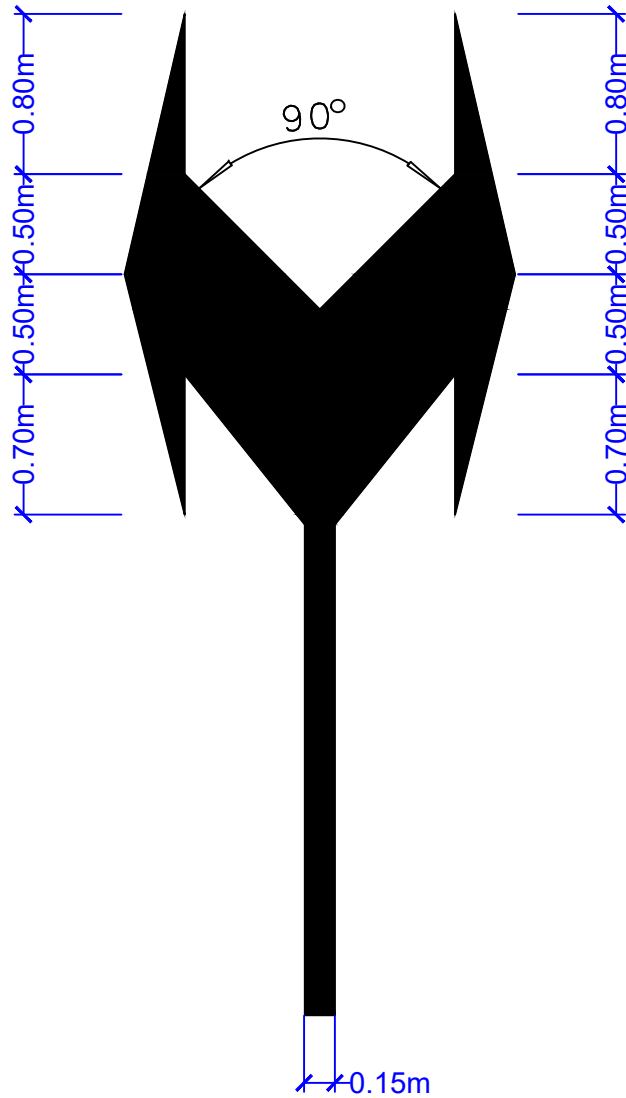


$$S = 2.175\text{m}^2$$

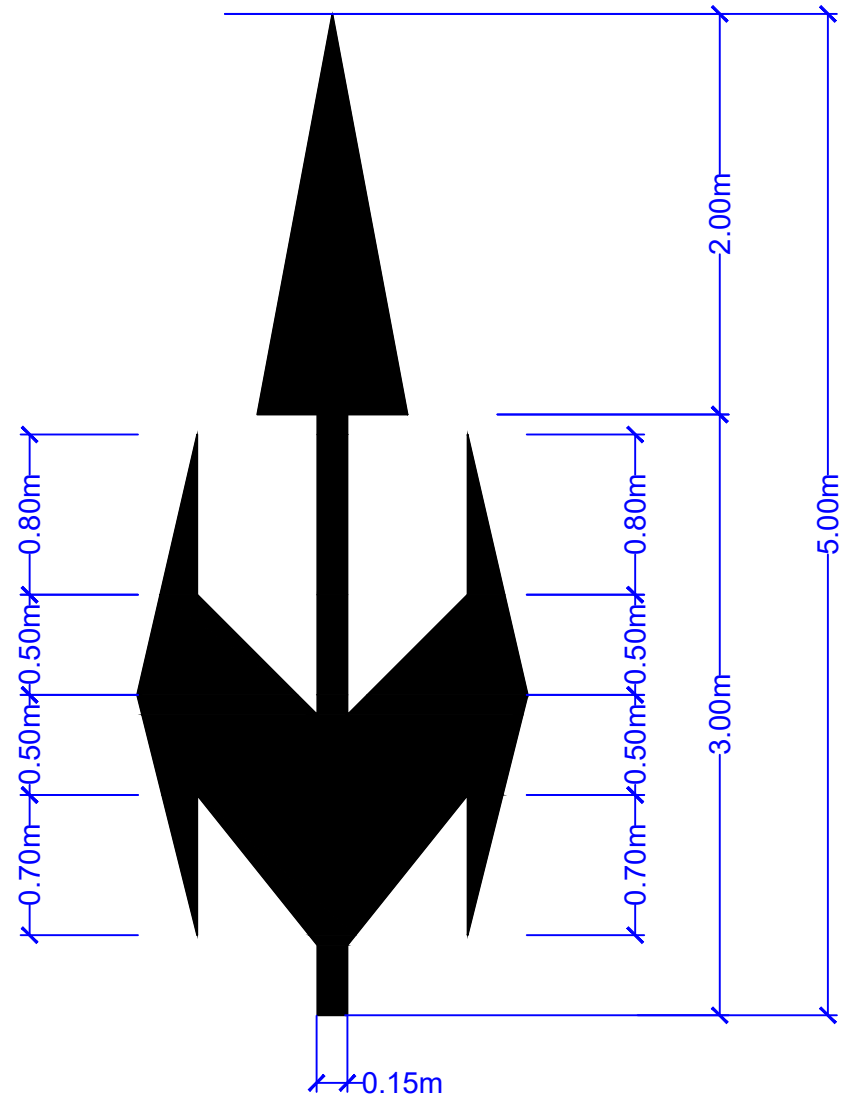
VÍA CON V. M. < 60 Km./h

4. A LA DCHA. O A LA IZQDA.

5. DE FRENTE, A LA DCHA. O A LA IZQDA.



$$S = 2.49\text{m}^2$$



$$S = 3.15\text{m}^2$$