



Estudio técnico de semáforo vehicular intersección de Ruta Nacional N° 4 y N° 505, Puerto Viejo de Sarapiquí

DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO
DEPARTAMENTO DE REGIONALES

| Información técnica del documento | | |
|---|--|-----------------------------|
| 1. N° Informe MOPT-03-05-01-0676-2022 | 2. N° de Expediente RE-SC-EB-2018-0101 | |
| 3. Título Estudio técnico de semáforo vehicular en la intersección entre Ruta Nacional N° 4 y N° 505, Puerto Viejo de Sarapiquí | 4. Fecha del informe Octubre del 2022 | |
| 5. Institución ejecutora Ministerio de Obras Públicas y Transportes Dirección General de Ingeniería de Tránsito Departamento de Regionales Regional San Carlos San Carlos, Costa Rica Tel: (506) 2474-0090 | 6. Instituciones receptoras Departamento Operaciones Policiales de Tránsito Unidad Delegación Sarapiquí (Región Atlántica) | |
| 7. Tipo de reporte y periodo de extensión Informe final, octubre de 2022 | 8. Colaboró Ing. Luis Daniel Espinoza Alfaro Encargado Oficina Regional San Carlos, DGIT | |
| 9. Elaboró Ing. Alexander Sandoval Campos Ingeniero, Departamento de Regionales Nombre y firma | 10. Revisó y autorizó Ing. Alejandra Acosta Gómez Jefe Departamento de Regionales Nombre y firma | |
| 11. Resumen En atención a la solicitud de instalación de semáforo vehicular realizada por la Delegación de Tránsito de Sarapiquí mediante documento con número de oficio DVT-DGPT-OPT-RA-UD-SA-2018-21, se realizó por parte de la DGIT visita a la zona para llevar a cabo levantamiento de las condiciones geométricas y vehiculares presentes en la intersección. Se llevó a cabo el estudio siguiendo los criterios técnicos que rigen la instalación de semáforos, dando como resultado que sí se cumplen las condiciones requeridas para la instalación de un semáforo vehicular, y complementando con otras medidas de seguridad vial como demarcación horizontal y señalamiento vertical. | | |
| 12. Palabras clave Semáforo, Puerto Viejo, Sarapiquí, Heredia | 13. Nivel de seguridad Público | 14. N° páginas 28 |

1 Introducción

1.1 Origen del estudio.

Solicitud recibida mediante documento con número de oficio DVT-DGPT-OPT-RA-UD-SA-2018-21, de fecha 26 de enero de 2018, en la Regional de San Carlos, realizada por el Lic. Francisco Méndez Brenes, jefe de la Delegación de Tránsito de Sarapiquí.

1.2 Objetivo general

Determinar la vialidad técnica para la instalación de un sistema de semáforos vehiculares en la intersección de Ruta Nacional N° 4 y N° 505 en Puerto Viejo de Sarapiquí en Heredia, con base en los criterios técnicos vigentes en materia de semáforos, que permitan mejorar el control del tránsito a través de la regulación de los movimientos de los vehículos presentes en la intersección, por medio de fases.

1.3 Objetivos específicos

- Llevar a cabo conteos vehiculares que sirvan de insumo para la aplicación de criterios existentes para la justificación de un semáforo peatonal, así como de definir los tiempos de cada fase.
- Realizar un levantamiento geométrico en sitio de la zona de estudio y del señalamiento vial existente.
- Implementar la normativa vigente en materia de seguridad vial para una propuesta de señalización y demarcación.

1.4 Alcances

El trabajo de campo, tanto cuantitativo como cualitativo, se realiza en el cruce de Ruta Nacional N° 4, secciones de control 40460 y 40522, y Ruta Nacional N° 505, sección de control 40511, del distrito de Puerto Viejo del cantón de Sarapiquí en la provincia de Heredia. Se determina el estado actual del funcionamiento vehicular, las condiciones geométricas de la zona y señalamiento actual con el fin de verificar, con respecto a la normativa vigente, la posibilidad de mejora de demarcación y señales para mayor seguridad vial.

1.5 Limitaciones

La toma de velocidades para el percentil 85 y el aforo vehicular, se realizaron bajo las condiciones atmosféricas y de tráfico al momento del estudio.

1.6 Metodología aplicada

Se utiliza la siguiente metodología:

- Inspección técnica de campo con el fin de analizar las condiciones actuales de la vialidad vehicular y peatonal en la zona de análisis para determinar al área de influencia que debe abarcar el estudio.
- Se realiza la planimetría del área de influencia incluyendo todas las características importantes: anchos de calzada y carril, estado de las aceras incluyendo su accesibilidad, señalización vertical y horizontal y cualquier otro aspecto importante que pueda afectar al momento de recomendar una solución.
- Se lleva a cabo la toma de velocidades para el cálculo del percentil 85 (que se define como la velocidad que es sobrepasada por el 15% de los vehículos) y de la velocidad de operación en sitio.
- Se realizan conteos vehiculares y peatonales en los horarios de 6:00 am a 8:30 am, de 11:00 am a 1:00 pm y de 4:00 pm a 6:30 pm, donde se calculan volúmenes de hora pico para peatones

y volúmenes de hora pico de los vehículos, y se analizan con el programa de modelado de tránsito *SYNCHRO 11*.

- Se analizan las condiciones indicadas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito (SIECA, 2014) como justificantes para la colocación de un dispositivo de esta naturaleza.
- En el caso que no se justifique la colocación de un semáforo vehicular, se analizan los posibles peligros y situaciones que atenten contra la seguridad de los usuarios, y se buscará implementar otra medida de pacificación para aumentar la seguridad vial.
- Se hace el informe técnico incluyendo los hallazgos, análisis y con recomendaciones apropiadas para el caso.

1.7 Generalidades

1.7.1 Antecedentes. No se cuenta con antecedentes de estudios de seguridad vial o de justificación de semáforos en la zona de estudio.

1.7.2 Fundamentación jurídica.

- Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes de Control del Tránsito, SIECA (2014).

2 Desarrollo

2.1 Condición real

2.1.1 Ubicación geográfica. La zona de estudio se encuentra en el distrito de Puerto Viejo del cantón de Sarapiquí en la provincia de Heredia. Por el tipo de estudio, al ser sobre Ruta Nacional, su administración es competencia del Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT). A continuación, se muestra la ubicación de la zona de estudio (encerrado en rojo),

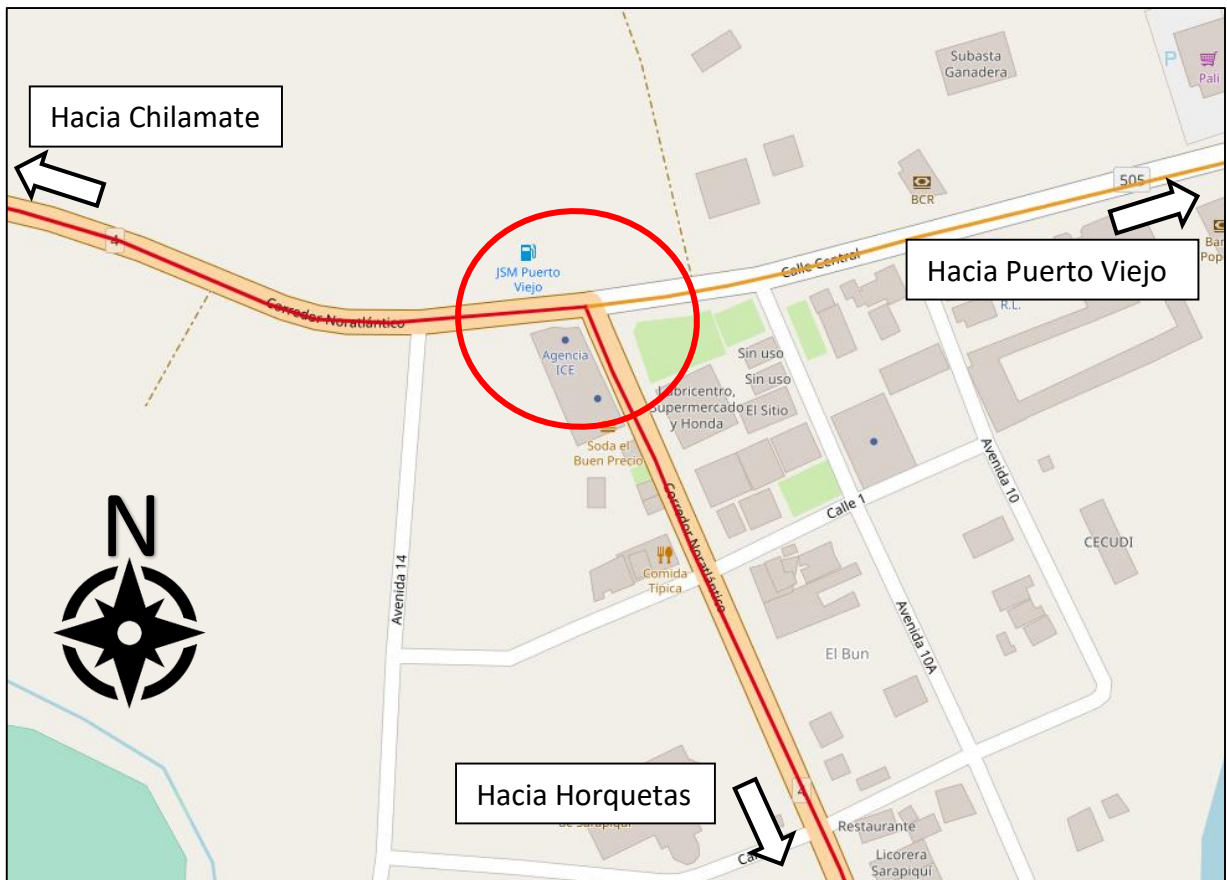


Figura 1. Ubicación geográfica de la intersección de Ruta Nacional N° 4 y N° 505 en Puerto Viejo de Sarapiquí

Fuente: datosabiertos.csv.go.cr

2.1.2 Características de la zona de estudio. En el sector localizado en la intersección de Ruta Nacional N° 4 y N° 505 en Puerto Viejo de Sarapiquí, se efectuaron los levantamientos de las características geométricas de la zona. Esta intersección presenta una carpeta asfáltica sin presencia de baches o material suelto, una pendiente máxima de 1 %, una velocidad máxima reglamentaria de 40 km/h, cuenta con 3 accesos que se encuentran al “oeste” y “sur” que forman parte de la Ruta Nacional N° 4 y al “este” por la Ruta Nacional N° 505, siendo los movimientos “oeste – sur”, “este – oeste” y “oeste – este” los que cuentan con la vía libre, mientras que los demás se rigen por medio de ALTO/CEDA como se muestra a continuación:

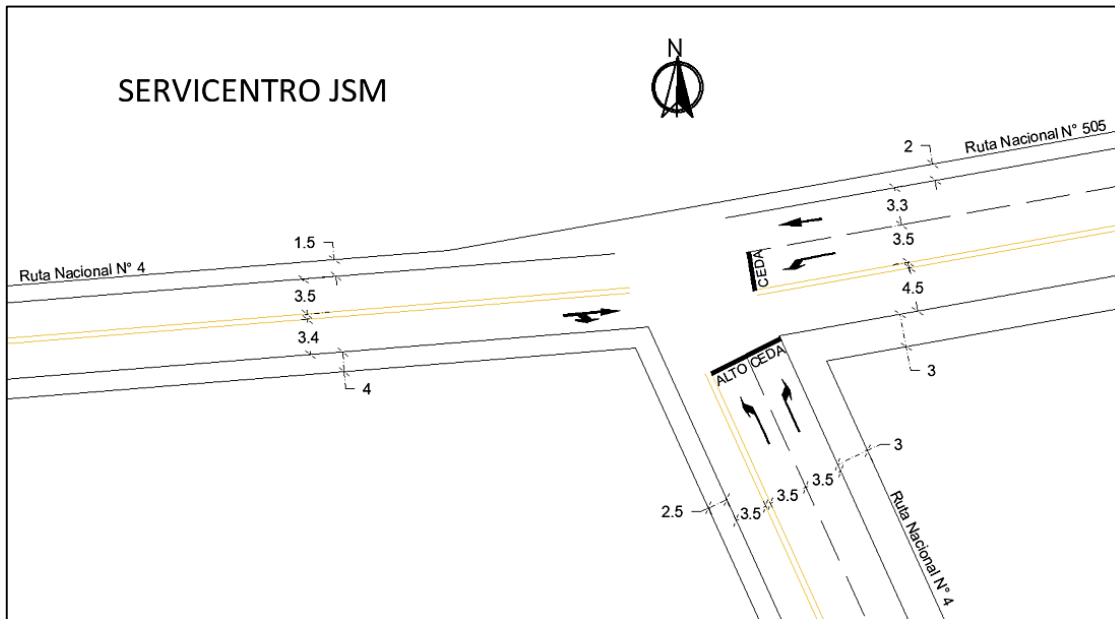


Figura 2. Croquis de la situación actual de la intersección en estudio

El acceso “oeste”, con dirección hacia Bajos de Chilamate, tiene un ancho de vía de 7.9 m, un carril por sentido de circulación de 3.4 m de ancho en promedio, con acera en su costado norte con un ancho de 1.5 m y la demarcación horizontal es inexistente. A continuación, se muestran fotografías del acceso:



Figura 3. Accesos “oeste” de la intersección de Ruta Nacional N° 4 y 505 en Puerto Viejo de Sarapiquí



Figura 4. Acera del acceso “oeste” de la zona de estudio

El acceso “este” con dirección a Puerto Viejo lo compone un ancho de vía de 11.5 m, un carril de 3.3 m en sentido “este-oeste”, un carril de almacenamiento de giro izquierdo en sentido “este-sur”, espaldón en su costado norte de 2 m y de lado sur de 3 m, acera de 1.5 m de ancho en ambos costados, con demarcación horizontal borrado a la vista, pero ya ha perdido sus características reflectivas requeridas para cumplir su función durante la noche, además, sin señalamiento vertical. A continuación, se muestran unas fotografías del acceso:



Figura 5. Acceso “este” de la intersección de Ruta Nacional N° 4 y 505 en Puerto Viejo de Sarapiquí



Figura 6. Acera y espaldón del costado norte del acceso “este”

Por último, el acceso “sur” hacia Horquetas tiene una vía de 10.5 m de ancho, demarcación horizontal visible, un carril de 3.5 m de giro derecho, un carril de almacenamiento de 3.5 m de giro izquierdo y un carril de 3.5 m en sentido hacia Horquetas, acera de 1.6 m ambos costados y espaldón de 2.5 m de ancho en el costado oeste y 3 m del costado este, como se muestra en las siguientes figuras:



Figura 7. Acceso “sur” de la intersección de Ruta Nacional N° 4 y 505 en Puerto Viejo de Sarapiquí



Figura 8. Acera en el costado este del acceso “sur”

Se analizó la información de conteos vehiculares y peatonales realizados para la zona de estudio. A continuación, se resumen los resultados modelados con el programa *SYNCHRO*:

Cuadro 1. Parámetros actuales de la intersección en Puerto Viejo, horario matutino

| PARÁMETRO | Acceso Oeste | | Acceso Este | | Acceso Sur | |
|------------------------|--------------|---------|-------------|---------|------------|---------|
| | Movimiento | | Movimiento | | Movimiento | |
| | Directo | Derecha | Izquierda | Directo | Izquierda | Derecha |
| Volumen vehicular | 134 | 92 | 179 | 163 | 154 | 199 |
| Dispositivo de Control | Libre | | Ceda | Libre | Alto | Ceda |
| Demora (s) | 0 | 0 | 8.4 | 0 | 44.8 | 11 |
| Nivel de servicio | A | A | A | A | E | B |

Cuadro 2. Parámetros actuales de la intersección en Puerto Viejo, horario meridiano

| PARÁMETRO | Acceso Oeste | | Acceso Este | | Acceso Sur | |
|------------------------|--------------|---------|-------------|---------|------------|---------|
| | Movimiento | | Movimiento | | Movimiento | |
| | Directo | Derecha | Izquierda | Directo | Izquierda | Derecha |
| Volumen vehicular | 179 | 171 | 118 | 134 | 170 | 189 |
| Dispositivo de Control | Libre | | Ceda | Libre | Alto | Ceda |
| Demora (s) | 0 | 0 | 8.7 | 0 | 40.9 | 12 |
| Nivel de servicio | A | A | A | A | E | B |

Cuadro 3. Parámetros actuales de la intersección en Puerto Viejo, horario vespertino

| PARÁMETRO | Acceso Oeste | | Acceso Este | | Acceso Sur | |
|------------------------|--------------|---------|-------------|---------|------------|---------|
| | Movimiento | | Movimiento | | Movimiento | |
| | Directo | Derecha | Izquierda | Directo | Izquierda | Derecha |
| Volumen vehicular | 171 | 164 | 241 | 223 | 209 | 183 |
| Dispositivo de Control | Libre | | Ceda | Libre | Ceda | Ceda |
| Demora (s) | 0 | 0 | 9.2 | 0 | 325.5 | 12 |
| Nivel de servicio | A | A | A | A | F | B |

Como se puede observar de los cuadros anteriores, la intersección presenta buenos niveles de servicio en sus accesos para los tres horarios, con excepción del giro izquierdo del acceso “sur” que tiene niveles de servicio inaceptables e importantes demoras en los horarios de análisis.

Con respecto a la velocidad máxima vigente en la zona de estudio, esta es de 40 km/h, sin embargo, se llevó a cabo un estudio de velocidades en el acceso “oeste”, que presenta un tramo de carretera más largo que los demás accesos y con vía libre, donde se midieron velocidades de percentil 85, para

determinar la velocidad de operación, durante horas de la mañana (08:00 am a 9:15: am), y se determinó un valor de 40 km/h, lo cual indica que los usuarios transitan dentro de la velocidad reglamentaria.

2.1.3 Problemática encontrada

La zona presenta peligrosidad debido a demarcación horizontal borrosa y con pérdida de retrorreflexión, así como faltante de señales verticales, además, de que se ha experimentado un incremento de tránsito vehicular en la zona que se refleja en congestión vehicular. Al llegar al lugar, se verifica un congestionamiento importante en el acceso “sur” de la intersección, producto de la gran movilización de vehículos provenientes de la zona de Limón, por tanto, es necesaria una intervención implementando medidas de ordenamiento vehicular.

De la base de datos del mapa de accidentes con víctimas en Costa Rica, del Consejo de Seguridad Vial (COSEVI) del período 2013-2018, en la zona de estudio propiamente se registran 9 accidentes, como se muestra en la siguiente figura donde la intersección de análisis está encerrada en un círculo rojo:



Figura 9. Mapa de accidentes en intersección de Puerto Viejo de Sarapiquí

Fuente: datosabiertos.csv.go.cr

Del mapa de accidentes mostrado en la figura anterior, se obtienen y detallan los accidentes registrados, siendo el año 2018 el de mayor ocurrencia de accidentes.

La clase de accidente que predomina son del tipo descrito como “solo heridos leves” y el tipo de accidente con mayor incidencia son “colisiones de vehículos automotores con motocicletas”, seguido de dos “atropello a transeúnte” y una “colisión con bicicleta”:

Cuadro 4. Resumen de accidentes en la zona de estudio

| Año | Clase de accidente | Tipo de accidente |
|------------|---------------------------|--------------------------|
| 2014 | Solo heridos leves | Atropello a persona |
| 2014 | Solo heridos leves | Colisión con bicicleta |
| 2015 | Solo heridos leves | Atropello a persona |
| 2016 | Solo heridos leves | Colisión con motocicleta |
| 2016 | Solo heridos leves | Colisión con motocicleta |
| 2018 | Solo heridos leves | Colisión con motocicleta |
| 2018 | Solo heridos leves | Colisión con motocicleta |
| 2018 | Solo heridos leves | Colisión con motocicleta |
| 2018 | Solo heridos leves | Colisión con motocicleta |

Por tanto, es necesario recomendar mejoras que aumenten la seguridad vial en la zona de estudio, y que permita evitar más registros de accidentes.

2.2 Condición propuesta según la norma

Con base en lo establecido al Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (2014), de ahora en adelante referido como el Manual, se definen las condiciones necesarias para justificar la instalación de un semáforo vehicular.

Las siete condiciones para instalar un sistema semafórico vehicular se detallan en la sección 5.3.2 del Manual. En esta sección, se indica que para justificarlo es requerido que se cumpla al menos una o más de las condiciones descritas en dicha sección. Las más comunes y utilizadas corresponden a las dos primeras que corresponden a la condición **A “Volumen mínimo de vehículos”** y **B “Interrupción de la continuidad del tránsito”**. Al analizar la información de conteos realizados para la zona de estudio comparando con las primeras dos condiciones, se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 5. Resultados de análisis bajo condición A

| Horario | Número de Carriles | | Vehículos por hora | | ¿Se justifica? |
|------------|--------------------|------------|--------------------|------------|----------------|
| | Principal | Secundaria | Principal | Secundaria | |
| Matutino | 1 | 1 | 568 | 353 | NO |
| Meridiano | 1 | 1 | 602 | 359 | SI |
| Vespertino | 1 | 1 | 799 | 392 | SI |

Cuadro 6. Resultados de análisis bajo condición B

| Horario | Número de Carriles | | Vehículos por hora | | ¿Se justifica? |
|------------|--------------------|------------|--------------------|------------|----------------|
| | Principal | Secundaria | Principal | Secundaria | |
| Matutino | 1 | 1 | 568 | 353 | NO |
| Meridiano | 1 | 1 | 602 | 359 | NO |
| Vespertino | 1 | 1 | 799 | 392 | NO |

Para el caso de la condición A, el volumen mínimo requerido es de 600 vehículos sobre la principal y 250 sobre la secundaria (para 1 carril por sentido en los accesos de la vía principal y 1 carril por sentido de circulación en la secundaria), mientras que la condición B, requería de 800 vehículos sobre la principal y 150 sobre la secundaria.

Como se observa en los cuadros anteriores, se cumplen estas condiciones de volúmenes para los horarios meridiano y vespertino para la condición A y, de acuerdo con las especificaciones del SIECA

(2014), al cumplirse al menos en uno de los horarios de una condición, se justifica el análisis para implementar un sistema de semáforos.

Una vez justificada la implementación de un semáforo, se analizaron tres posibles escenarios para las fases de movimientos y movilización del tránsito, donde se tomó el giro derecho del acceso “sur” (sureste) como movimiento compartido en otras fases del semáforo, ya que es de los que tiene una gran cantidad de movimiento vehicular en los horarios de estudio, por la naturaleza del movimiento es fácil mejorar su fluidez y esto le brindará una mejor capacidad a la intersección. A continuación, se detallan los escenarios a evaluar.

2.2.1 Escenario 1: Cada acceso con su fase y movimientos independientes

Al modelar, mediante el programa *SYNCHRO 11*, con un sistema semaforico vehicular de tres fases (para los movimientos en cada acceso), manteniendo las condiciones actuales de configuración de movimientos de los carriles en los accesos de la intersección, se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 7. Tiempos y fases propuestos para el semáforo, escenario 1

| TIEMPOS DE SEMÁFORO VEHICULAR (PROPUESTA) | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|---|--------------------|----------|------|--------------|----------|------|---------------|----------|------|
| Fases | Movimiento por fase | | Tiempo en segundos | | | | | | | | |
| | | | 6:00 - 9:00 | | | 9:00 - 15:00 | | | 15:00 - 21:00 | | |
| | | | Verde | Amarillo | Rojo | Verde | Amarillo | Rojo | Verde | Amarillo | Rojo |
| Φ 1 | SO y SE |  | 24 | 3 | 2 | 24 | 3 | 2 | 23 | 3 | 2 |
| Φ 2 | OE y OS |  | 23 | 3 | 2 | 28 | 3 | 2 | 24 | 3 | 2 |
| Φ 3 | EO y ES |  | 23 | 3 | 2 | 23 | 3 | 2 | 23 | 3 | 2 |

| TIEMPOS DE SEMÁFORO VEHICULAR (PROPUESTA) | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|--------------------|----------|------|--------------|----------|------|---------------|----------|------|
| Fases | Movimiento por fase | Tiempo en segundos | | | | | | | | |
| | | 6:00 - 9:00 | | | 9:00 - 15:00 | | | 15:00 - 21:00 | | |
| | | Verde | Amarillo | Rojo | Verde | Amarillo | Rojo | Verde | Amarillo | Rojo |
| Ciclo Total (s) | | 70 | | | 75 | | | 70 | | |
| Demora Total Acceso (s) | | 19.9 | | | 23.6 | | | 27 | | |
| Nivel de Servicio Acceso | | B | | | C | | | C | | |

Cuadro 8. Parámetros de funcionamiento al agregar sistema semafórico en escenario 1, horario matutino

| PARÁMETRO | Acceso Oeste | | Acceso Este | | Acceso Sur | |
|------------------------|--------------|---------|-------------|---------|------------|---------|
| | Movimiento | | Movimiento | | Movimiento | |
| | Directo | Derecha | Izquierda | Directo | Izquierda | Derecha |
| Volumen vehicular | 134 | 92 | 179 | 163 | 154 | 199 |
| Dispositivo de Control | Semáforo | | | | | |
| Demora (s) | 22.7 | 22.7 | 25.9 | 24.6 | 26 | 1.5 |
| Nivel de servicio | C | C | C | C | C | A |

Cuadro 9. Parámetros de funcionamiento al agregar sistema semafórico en escenario 1, horario meridiano

| PARÁMETRO | Acceso Oeste | | Acceso Este | | Acceso Sur | |
|------------------------|--------------|---------|-------------|---------|------------|---------|
| | Movimiento | | Movimiento | | Movimiento | |
| | Directo | Derecha | Izquierda | Directo | Izquierda | Derecha |
| Volumen vehicular | 179 | 171 | 118 | 134 | 170 | 189 |
| Dispositivo de Control | Semáforo | | | | | |
| Demora (s) | 29 | 29 | 26.6 | 27.5 | 31 | 1.9 |
| Nivel de servicio | C | C | C | C | C | A |

Cuadro 10. Parámetros de funcionamiento al agregar sistema semafórico en escenario 1, horario vespertino

| PARÁMETRO | Acceso Oeste | | Acceso Este | | Acceso Sur | |
|------------------------|--------------|---------|-------------|---------|------------|---------|
| | Movimiento | | Movimiento | | Movimiento | |
| | Directo | Derecha | Izquierda | Directo | Izquierda | Derecha |
| Volumen vehicular | 171 | 164 | 241 | 223 | 209 | 183 |
| Dispositivo de Control | Semáforo | | | | | |
| Demora (s) | 34.8 | 34.8 | 30.5 | 26.3 | 34.4 | 1.6 |
| Nivel de servicio | C | C | C | C | C | A |

Como se puede observar de los cuadros anteriores, con la implementación de estas medidas los tiempos de demora y niveles de servicio, se hace una redistribución de las demoras y se mantienen en un estado aceptable, y, al compararlos con los criterios de niveles de servicio para intersecciones semaforizadas del Manual (SIECA, 2014) del siguiente cuadro, estas demoras que rondan los 34 segundos se mantienen en el límite de un nivel de servicio aceptable C:

Cuadro 11. Criterios de niveles de servicio para intersecciones

| Nivel de Servicio | Intersecciones semaforizadas [s] | Intersecciones Alto/Ceda [s] |
|-------------------|----------------------------------|------------------------------|
| A | ≤ 10 | ≤ 10 |
| B | >10 y ≤ 20 | >10 y ≤ 15 |
| C | >20 y ≤ 35 | >15 y ≤ 25 |
| D | >35 y ≤ 55 | >25 y ≤ 35 |
| E | >55 y ≤ 80 | >35 y ≤ 50 |
| F | >80 | >50 |

Fuente: SIECA, 2014

2.2.2 Escenario 2: Movimientos de accesos con fases compartidas

Este escenario corresponde a fases en donde al menos un movimiento se presenta en dos fases, lo cual permite que ese movimiento tenga gran capacidad al otorgarle dos tiempos de verde. Al modelar este

escenario, mediante el programa *SYNCHRO 11*, con un sistema semafórico vehicular de tres fases implementando una configuración de fases de manera que el movimiento del acceso “sur-este” se presente en la fase del acceso “sur” y en el del “este”. De esta formase obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 12. Tiempos y fases propuestos para el semáforo, escenario 2

| TIEMPOS DE SEMÁFORO VEHICULAR (PROPUESTA) | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|--|--------------------|----------|------|--------------|----------|------|---------------|----------|------|
| Fases | Movimiento por fase | | Tiempo en segundos | | | | | | | | |
| | | | 6:00 - 9:00 | | | 9:00 - 15:00 | | | 15:00 - 21:00 | | |
| | | | Verde | Amarillo | Rojo | Verde | Amarillo | Rojo | Verde | Amarillo | Rojo |
| Φ 1 | OE, OS y EO | | 24 | 3 | 2 | 25 | 3 | 2 | 24 | 3 | 2 |
| Φ 2 | EO, ES y SE | | 23 | 3 | 2 | 22 | 3 | 2 | 23 | 3 | 2 |
| Φ 3 | SO y SE | | 23 | 3 | 2 | 23 | 3 | 2 | 23 | 3 | 2 |
| Ciclo Total (s) | | | 70 | | | 70 | | | 70 | | |
| Demora Total Acceso (s) | | | 16.6 | | | 20.8 | | | 23.7 | | |
| Nivel de Servicio Acceso | | | B | | | C | | | C | | |

Cuadro 13. Parámetros de funcionamiento al agregar sistema semafórico en escenario 2, horario matutino

| PARÁMETRO | Acceso Oeste | | Acceso Este | | Acceso Sur | |
|------------------------|--------------|---------|-------------|---------|------------|---------|
| | Movimiento | | Movimiento | | Movimiento | |
| | Directo | Derecha | Izquierda | Directo | Izquierda | Derecha |
| Volumen vehicular | 134 | 92 | 179 | 163 | 154 | 199 |
| Dispositivo de Control | Semáforo | | | | | |
| Demora (s) | 21.3 | 21.3 | 25.9 | 6.7 | 27.5 | 1.6 |
| Nivel de servicio | C | C | C | C | C | A |

Cuadro 14. Parámetros de funcionamiento al agregar sistema semafórico en escenario 2, horario meridiano

| PARÁMETRO | Acceso Oeste | | Acceso Este | | Acceso Sur | |
|------------------------|--------------|---------|-------------|---------|------------|---------|
| | Movimiento | | Movimiento | | Movimiento | |
| | Directo | Derecha | Izquierda | Directo | Izquierda | Derecha |
| Volumen vehicular | 179 | 171 | 118 | 134 | 170 | 189 |
| Dispositivo de Control | Semáforo | | | | | |
| Demora (s) | 31.7 | 31.7 | 24.8 | 6.7 | 28.8 | 1.6 |
| Nivel de servicio | C | C | C | A | C | A |

Cuadro 15. Parámetros de funcionamiento al agregar sistema semafórico en escenario 2, horario vespertino




| PARÁMETRO | Acceso Oeste | | Acceso Este | | Acceso Sur | |
|------------------------|--------------|---------|-------------|---------|------------|---------|
| | Movimiento | | Movimiento | | Movimiento | |
| | Directo | Derecha | Izquierda | Directo | Izquierda | Derecha |
| Volumen vehicular | 171 | 164 | 241 | 223 | 209 | 183 |
| Dispositivo de Control | Semáforo | | | | | |
| Demora (s) | 34.8 | 34.8 | 30.5 | 7 | 34.4 | 1.6 |
| Nivel de servicio | C | C | C | A | C | A |

Como se puede observar de los cuadros anteriores, con la implementación de este escenario los tiempos de demora y niveles de servicio, se hace una redistribución de las demoras y se determinaron mejoras notables en el flujo de “este-oeste”, siempre manteniendo los demás movimientos en niveles de servicio y demoras aceptables.

2.2.3 Escenario 3: Movimiento “sur-este” fuera de las fases del semáforo

Al modelar este otro escenario, mediante el programa *SYNCHRO 11*, con un sistema semafórico vehicular de tres fases implementando una configuración de fases de manera de que el movimiento del acceso “sur-este” tenga fluidez en las fases del acceso “sur” propiamente y el “este”, con esto y manteniendo las condiciones actuales de configuración de movimientos de los carriles en los accesos de la intersección, se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 16. Tiempos y fases propuestos para el semáforo, escenario 3

| TIEMPOS DE SEMÁFORO VEHICULAR (PROPUESTA) | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|---|--------------------|----------|------|--------------|----------|------|---------------|----------|------|
| Fases | Movimiento por fase | | Tiempo en segundos | | | | | | | | |
| | | | 6:00 - 9:00 | | | 9:00 - 15:00 | | | 15:00 - 21:00 | | |
| | | | Verde | Amarillo | Rojo | Verde | Amarillo | Rojo | Verde | Amarillo | Rojo |
| Φ 1 | SO y SE |  | 24 | 3 | 2 | 24 | 3 | 2 | 25 | 3 | 2 |
| Φ 2 | EO y ES |  | 23 | 3 | 2 | 23 | 3 | 2 | 23 | 3 | 2 |
| Φ 3 | OE y OS |  | 23 | 3 | 2 | 29 | 3 | 2 | 25 | 3 | 2 |
| Ciclo Total (s) | | | 70 | | | 76 | | | 73 | | |
| Demora Total Acceso (s) | | | 19.7 | | | 23.1 | | | 27.5 | | |
| Nivel de Servicio Acceso | | | B | | | C | | | C | | |

Cuadro 17. Parámetros de funcionamiento al agregar sistema semafórico en escenario 3, horario matutino

| PARÁMETRO | Acceso Oeste | | Acceso Este | | Acceso Sur | |
|------------------------|--------------|---------|-------------|---------|------------|---------|
| | Movimiento | | Movimiento | | Movimiento | |
| | Directo | Derecha | Izquierda | Directo | Izquierda | Derecha |
| Volumen vehicular | 134 | 92 | 179 | 163 | 154 | 199 |
| Dispositivo de Control | Semáforo | | | | | |
| Demora (s) | 22.7 | 22.7 | 25.9 | 24.6 | 26 | 0.2 |
| Nivel de servicio | C | C | C | C | C | A |

Cuadro 18. Parámetros de funcionamiento al agregar sistema semafórico en escenario 3, horario meridiano

| PARÁMETRO | Acceso Oeste | | Acceso Este | | Acceso Sur | |
|------------------------|--------------|---------|-------------|---------|------------|---------|
| | Movimiento | | Movimiento | | Movimiento | |
| | Directo | Derecha | Izquierda | Directo | Izquierda | Derecha |
| Volumen vehicular | 179 | 171 | 118 | 134 | 170 | 189 |
| Dispositivo de Control | Semáforo | | | | | |
| Demora (s) | 27.6 | 27.6 | 27.2 | 28.1 | 31.8 | 0.2 |
| Nivel de servicio | C | C | C | C | C | A |

Cuadro 19. Parámetros de funcionamiento al agregar sistema semafórico en escenario 3, horario vespertino

| PARÁMETRO | Acceso Oeste | | Acceso Este | | Acceso Sur | |
|------------------------|--------------|---------|-------------|---------|------------|---------|
| | Movimiento | | Movimiento | | Movimiento | |
| | Directo | Derecha | Izquierda | Directo | Izquierda | Derecha |
| Volumen vehicular | 171 | 164 | 241 | 223 | 209 | 183 |
| Dispositivo de Control | Semáforo | | | | | |
| Demora (s) | 35.5 | 35.5 | 33.3 | 28.4 | 31.8 | 0.2 |
| Nivel de servicio | D | D | C | C | C | A |

Como se puede observar de los cuadros anteriores, con la implementación de este escenario los tiempos de demora y niveles de servicio, se hace una redistribución de las demoras y aunque hay mejoras en unos horarios, para el caso del acceso “oeste” del horario vespertino se obtienen valores de demora y nivel de servicio D que, aunque sea aceptable, no es el escenario más óptimo.

Al respecto de la señalización vial, como medida de seguridad dado que existen problemas de accidentabilidad, con base en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes de Control del Tránsito, SIECA (2014), para la intersección de análisis que no posee señalización y tiene demarcación incompleta, se recomienda una doble línea continua amarilla de 10 cm de espesor y 10 cm de separación en el centro de la vía, además, de bordes de carretera de color blanco de 10 cm de espesor sobre el acceso “oeste” de Ruta Nacional N° 4, además, de reforzar la demarcación en los accesos “este” y “sur”, junto con la colocación de señalamiento vertical. A continuación, se resume la propuesta de diseño:

Cuadro 20. Cantidades y ubicaciones de las señales a colocar en la zona de estudio

| Cantidad | Código | Descripción | Ubicación |
|-----------------|---------------|------------------------------|--|
| 3 | P-2-8 | INTERSECCIÓN ADELANTE | A 100 m de cada acceso de la intersección de Puerto Viejo de Sarapiquí. |
| 3 | P-3-3 | SEMÁFORO | A 50 m de cada acceso de la intersección de Puerto Viejo de Sarapiquí. |
| 1 | R-1-2 | CEDA EL PASO | A la par de la demarcación de CEDA en el acceso “sur” de la intersección de Puerto Viejo de Sarapiquí. |

Cuadro 21. Demarcación horizontal propuesta para la zona de estudio

| Cantidad | Código | Descripción | Ubicación |
|-----------------|---------------|---|---|
| 300 | Metros | Línea Continua Amarilla Central Divisoria de Carriles | 100 metros sobre los accesos de la intersección de Puerto Viejo de Sarapiquí. |
| 300 | Metros | Línea Continua Blanca Borde de Carriles | 100 metros sobre los accesos de la intersección de Puerto Viejo de Sarapiquí. |
| 100 | Metros | Línea Discontinua Blanca Separación de Carriles | 50 m en los accesos “este” y “sur” que tienen los carriles de almacenamiento de la intersección de Puerto Viejo de Sarapiquí. |

| Cantidad | Código | Descripción | Ubicación |
|----------|--------|--------------------------------------|--|
| 50 | Metros | Cordón amarillo para no estacionarse | 10 m en los bordes de carretera de todos los accesos de la intersección de Puerto Viejo de Sarapiquí. |
| 1 | Unidad | ALTO | Sobre cada uno de los carriles de movimiento de los accesos de la intersección de Puerto Viejo de Sarapiquí. |
| 2 | Unidad | CEDA | |

Toda la señalización vial propuesta que se indica en los cuadros anteriores, se ejemplifica en el **Anexo A** de este informe.

Con base al artículo 41-Especificaciones técnicas reglamentarias de la Ley 7600, las aceras presentes en la zona de estudio poseen un ancho promedio de 1.5 m y sin accesos de rampa en las esquinas del tramo que, tomando como referencia la medida estándar de una silla de ruedas que es 0.7 m de ancho, esta no brinda ni garantiza el fácil acceso para todos los usuarios con discapacidad.

2.3 Causa

La zona presenta necesidades en su señalamiento vertical y demarcación horizontal, además, que se tiene conocimiento de un aumento en el tránsito y de registro de accidentes en los últimos 6 años, por lo que es necesario realizar mejoras que permitan una mayor fluidez del tránsito y seguridad vial.

2.4 Efecto

Con la implementación de nuevo señalamiento reglamentario y de mejoras de la demarcación faltante, además, de la colocación de un semáforo vehicular, permitirá alertar a los vehículos que se acercan a una zona donde es requerido transitar con la debida configuración de movimientos de acceso de carril,

así como de brindar mayor orden en la intersección y evitar posibles accidentes, aumentando la seguridad vial de los peatones.

3 Conclusión

3.1 Conclusiones


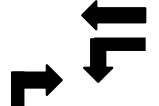

- La intersección de Ruta Nacional N° 4 y N° 505, el tramo en estudio en Puerto Viejo de Sarapiquí, presenta una carpeta asfáltica sin presencia de baches o material suelto.
- La zona de estudio cuenta con pocas señales reglamentarias que tienen los letreros visibles y faltante de demarcación en el acceso “oeste”, además, requiere de una serie de señales y demarcación horizontal para cumplir con lo establecido en el Manual (SIECA, 2014).
- Se encontraron registros de una cantidad importante de accidentes de tránsito reportados en la zona de estudio.
- Por medio de una toma de velocidades en el acceso “oeste”, se determinó que no se presentan problemas de rebase en el límite de velocidad máxima establecida.
- Se evaluaron tres escenarios tomando conjuntos de movimientos dentro de diferentes fases, dando como resultado óptimo el escenario 2 donde se tienen movimientos de otros accesos dentro de otras fases, de manera que los usuarios no entren en conflicto de posible colisión.
- Se concluye que sí se cumplen con los criterios mínimos para la recomendación de un semáforo vehicular en la zona de estudio.

3.2 Recomendaciones

3.2.1 Se recomienda al Departamento de Semáforos:

Instalar un sistema de semáforos en la intersección de Ruta Nacional N° 4 y N° 505 en Puerto Viejo de Sarapiquí (ver **Anexo A**), con la propuesta de los tiempos para los tres horarios del día que se resumen a continuación:

Cuadro 22. Fases y tiempos del sistema de semáforos propuesto para la zona de estudio

| TIEMPOS DE SEMÁFORO VEHICULAR (PROPUESTA) | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|---|--------------------|----------|------|--------------|----------|------|---------------|----------|------|
| Fases | Movimiento por fase | | Tiempo en segundos | | | | | | | | |
| | | | 6:00 - 9:00 | | | 9:00 - 15:00 | | | 15:00 - 21:00 | | |
| | | | Verde | Amarillo | Rojo | Verde | Amarillo | Rojo | Verde | Amarillo | Rojo |
| Φ 1 | OE, OS y EO |  | 24 | 3 | 2 | 25 | 3 | 2 | 24 | 3 | 2 |
| Φ 2 | EO, ES y SE |  | 23 | 3 | 2 | 22 | 3 | 2 | 23 | 3 | 2 |
| Φ 3 | SO y SE |  | 23 | 3 | 2 | 23 | 3 | 2 | 23 | 3 | 2 |
| Ciclo Total (s) | | | 70 | | | 70 | | | 70 | | |
| Demora Total Acceso (s) | | | 16.6 | | | 20.8 | | | 23.7 | | |
| Nivel de Servicio Acceso | | | B | | | C | | | C | | |

3.2.2 Se recomienda a la Oficina Regional de San Carlos de la DGIT:

Redemarcar la demarcación horizontal presente en la zona de estudio y colocar la nueva señalización, de acuerdo a lo especificado en el **Anexo A**.

4 Bibliografía

Costa Rica. Leyes, D. (2009). Ley 7600 Igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad y su reglamento. San José, Costa Rica: Guila Imprenta Litografía.

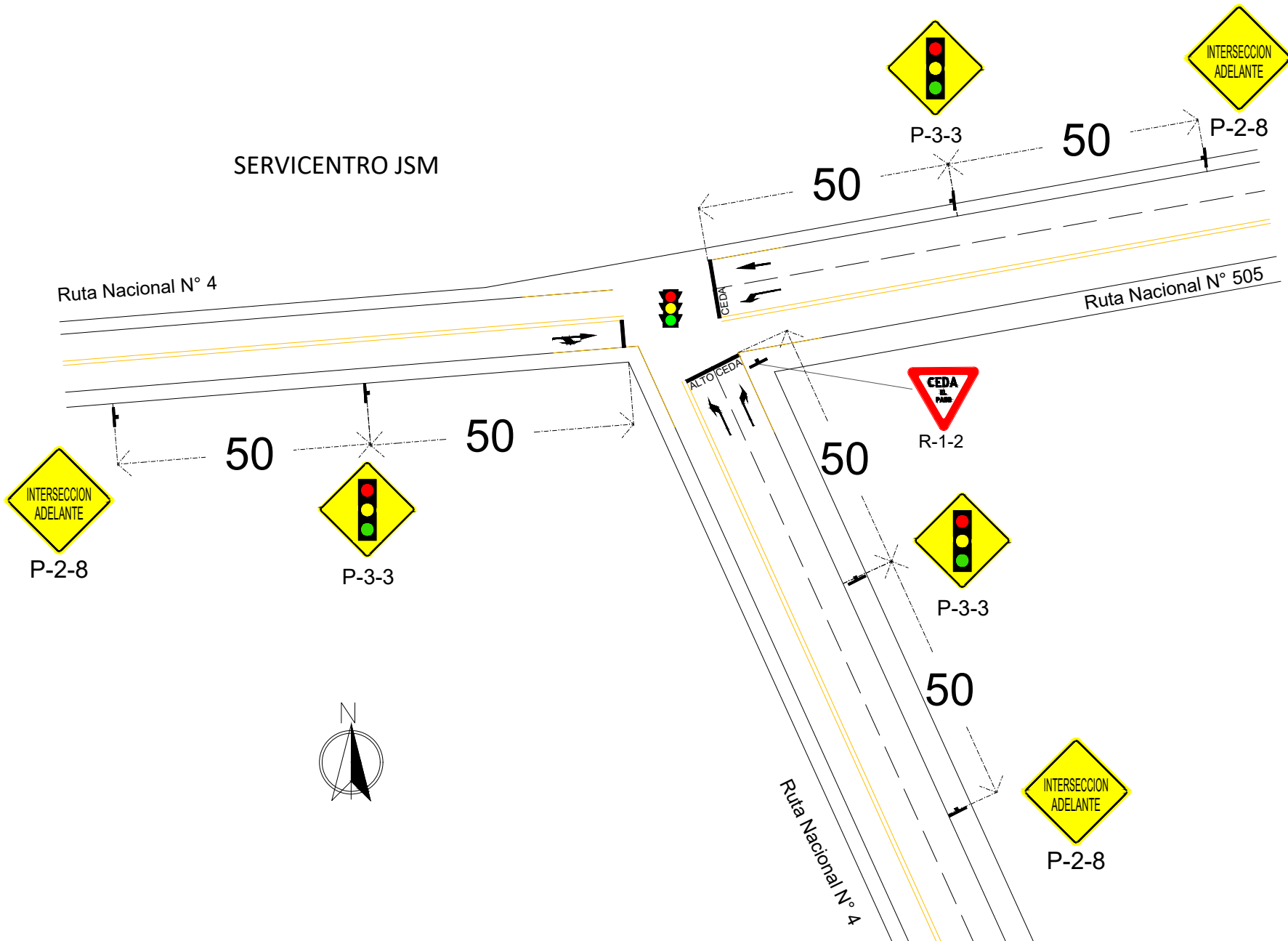
Secretaría de Planificación Sectorial. (2021). Anuario de Información de Tránsito 2020. San José.

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

5 Anexos

5.1 Anexo A. Croquis del señalamiento vertical y demarcación horizontal

SERVICENTRO JSM



| | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|--|--------------------|-----------------------|------------------------------------|---|---|---|
| EXPEDIENTE: RE-SC-EB-18-0101 | OFICIO: DVT-DGIT-R-2022-323 | FECHA: 11/10/2022 | LÁMINA: 01 / 01 | ESCALA: SIN ESCALA | DIBUJO: ING. A. SANDOVAL CAMPOS | DISEÑO: ING. ALEXANDER SANDOVAL CAMPOS | REVISIÓN Y APROBACIÓN: ING. ALEJANDRA ACOSTA GÓMEZ | Dirección General de Ingeniería de Tránsito Departamento de Regionales |
| PROYECTO: Señalización de intersección Puerto Viejo de Sarapiquí | | CONTENIDO: SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL | | | | | | |