



**LABORATORIO NACIONAL**  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



programa de infraestructura  
del transporte

# Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-USVT-003-15

Informe

## **Propuesta y análisis funcional para los intercambios del proyecto Circunvalación Norte con la Ruta 32 y con la Radial Uruca**

Preparado por:

**Unidad de Seguridad Vial**

San José, Costa Rica  
Abril, 2015

Documento generado con base en el Art. 6, inciso g) de la Ley 8114 y lo señalado en el Cap. IV, Art. 47 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.  
Preparado por: Unidad de Seguridad Vial y Transporte del PITRA-LanammeUCR [diana.jimenez@ucr.ac.cr](mailto:diana.jimenez@ucr.ac.cr)



Información técnica del documento

<b>1. Informe</b> LM-PI-USVT-003-15		<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> Propuesta y análisis funcional de los intercambios Ruta 32 y Uruca del proyecto Circunvalación Norte		<b>4. Fecha del Informe</b> Abril, 2015
<b>7. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
<b>8. Notas complementarias</b>		
<b>9. Resumen</b> El hecho de que de acuerdo con el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), el intercambio propuesto para la Carretera de Circunvalación Norte con la Ruta 32 tendría problemas de capacidad a los 15 años de inaugurada la vía y se volvería "inoperante a los 20 años de funcionamiento" muestra la necesidad de valorar diferentes opciones para los intercambios de circunvalación. Debido a lo anterior, se presentan los resultados correspondientes a un análisis funcional de una propuesta alternativa para los intercambios del proyecto Circunvalación Norte con la Ruta 32 y con la Radial Uruca.  Los cálculos de capacidad se realizaron a partir de las estimaciones del Anteproyecto Conceptual para el Diseño y Construcción del Proyecto Corredor Vial: Circunvalación Norte - Florencio del Castillo (Cal y Mayor y Asociados, 2012), y el Informe Análisis Funcional Propuesta de Intersecciones en Circunvalación Norte de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito (Rodríguez-Vargas & Cubillo-Espinoza, 2012). Los cálculos de capacidad fueron realizados por el Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del LANAMME de la Universidad de Costa Rica.  De manera preliminar, el intercambio analizado presenta menores demoras que la propuesta del MOPT para los intercambios con las Rutas 32 y 108. Se recomienda valorar esta propuesta en conjunto con otras que la administración pueda desarrollar y que podrían reducir las demoras esperadas en estos intercambios.		
<b>10. Palabras clave:</b> Ruta Nacional 39, Análisis Capacidad, Intercambio, Circunvalación Norte.	<b>11. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>12. Núm. de páginas</b> 52
<b>13. Preparado por:</b> Ing. Henry Hernández Vega, MSc. Unidad de Seguridad Vial y Transporte  Fecha: 14/abril / 2015	<b>Colaboradora</b> Noelia Campos Campos Asistente de Ingeniería Unidad de Seguridad Vial y Transporte	
<b>14. Revisado por:</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Externo LanammeUCR  Fecha: 14/abril/2015	<b>Ing. Diana Jiménez Romero, MSc, MBA</b> Coordinadora Unidad de Seguridad Vial y Transporte  Fecha: 14/abril/2015	<b>15. Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Loría Salazar, MSc, PhD Coordinador General PITRA  Fecha: 14/abril/2015

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>7</b>
<b>CONCEPTOS INTRODUCTORIOS .....</b>	<b>7</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>9</b>
<b>ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA ESTIMACIÓN DE CAPACIDAD..</b>	<b>10</b>
<b>PROYECCIONES DE TRÁNSITO CONSIDERADAS .....</b>	<b>12</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>16</b>
• RESULTADOS DE LOS ESCENARIOS ANALIZADOS PARA LA INTERSECCIÓN CON LA RUTA NACIONAL Nº 32 .....	17
• RESULTADOS DE LOS ESCENARIOS ANALIZADOS PARA LA INTERSECCIÓN LA URUCA .....	22
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>27</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>28</b>

## INTRODUCCIÓN

El Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras establece que "La elección del tipo de intersección es clave en el diseño de las carreteras, ya que éstas condicionan ampliamente la capacidad de la red, la seguridad de su funcionamiento y la integración de la carretera en el medio en que se localiza" (SIECA, 2011, pág. 165).

La construcción de intercambios con limitaciones funcionales, es decir, con capacidad limitada, podría oponerse al propósito para el cual se está construyendo la carretera de circunvalación norte limitando la capacidad de la carretera. De acuerdo con SIECA (2011) una de las condiciones para la construcción de intercambios es la eliminación de embotellamientos (pág. 232).

El hecho de que de acuerdo con el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), el intercambio propuesto para la Carretera Circunvalación Norte con la Ruta 32 tendría problemas de capacidad a los 15 años de inaugurada la vía y se volvería "inoperante a los 20 años de funcionamiento" muestra la necesidad de valorar opciones alternativas para los intercambios de circunvalación. Las demoras presentadas por el MOPT generarían, de acuerdo con la definición de SIECA (2011, pag. 233), tiempos de espera insoportables y velocidades restringidas al máximo.

Dado el nivel de inversión requerido en los intercambios y su impacto en el corredor a construir, además del efecto de un corredor estratégico, como lo es la Ruta Nacional Número 32, hace imprescindible una "comparación técnica y económica de un elenco de alternativas viables para seleccionar la mejor y la más apropiada al medio" (SIECA, 2011, pág. 232). Sin embargo, el informe del MOPT no muestra un análisis económico de las opciones, ni se observó un elenco de alternativas analizadas.

Debido a lo anterior, se presentan los resultados correspondientes a un análisis funcional de una propuesta alternativa para los intercambios del proyecto Circunvalación Norte con la Ruta 32 y con la Radial Uruca. Además, el Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras establece que se deben de estudiar diferentes opciones considerando diferentes elementos como lo son "capacidad, nivel de servicio, costos de construcción y mantenimiento" (SIECA, 2011, pág. 168)

Los cálculos de capacidad se realizaron a partir de las estimaciones del Anteproyecto Conceptual para el Diseño y Construcción del Proyecto Corredor Vial: Circunvalación Norte -

Informe LM-PI- USVT-003-15	Fecha de emisión: 14 de abril de 2015	Página 4 de 52
----------------------------	---------------------------------------	----------------

Florencio del Castillo (Cal y Mayor y Asociados, 2012), y el Informe Análisis Funcional Propuesta de Intersecciones en Circunvalación Norte de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito (Rodríguez-Vargas & Cubillo-Espinoza, 2012). Los cálculos de capacidad fueron realizados por el Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica.

De manera preliminar, el intercambio analizado presenta menores demoras que la propuesta del MOPT para los intercambios con las Rutas 32 y 108. Esta propuesta debe ser valorada en conjunto con muchas otras que podrían eventualmente reducir las demoras esperadas en estos intercambios.

El criterio de la Administración de utilizar el menor espacio posible para los intercambios repercute directamente en el desempeño funcional del corredor. Este tipo de medidas inciden directamente en el servicio prestado a los usuarios y eventualmente en el eficiente uso de la infraestructura vial. Se debe aclarar que el PITRA-LanammeUCR no comparte la política de minimizar el área disponible para los intercambios dado que se sacrifica significativamente la capacidad de uno o más corredores en puntos críticos desaprovechando las bondades funcionales de los intercambios. La ruta de circunvalación presenta claros ejemplos de intercambios que no funcionan adecuadamente por "ahorrar dinero" como el deficiente intercambio existente con la Ruta Nacional 1 (conocido como monumento al agua) o rampas sumamente peligrosas construidas en el intercambio de San Sebastián. Estas decisiones de ahorrar dinero no toman en cuenta muchas veces los gastos operativos adicionales que tienen que incurrir los usuarios de las vías para transitar por estos intercambios.

Se presentan los resultados correspondientes a una estimación preliminar de la capacidad de un intercambio alternativo, a partir de las estimaciones del Anteproyecto Conceptual para el Diseño y Construcción del Proyecto Corredor Vial: Circunvalación Norte - Florencio del Castillo (Cal y Mayor y Asociados, 2012), el Informe Análisis Funcional de Intersecciones en Circunvalación Norte de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito (Rodríguez-Vargas & Cubillo-Espinoza, 2012).

Los cálculos de capacidad fueron realizados por el Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica. Esta propuesta toma en consideración la

Informe LM-PI- USVT-003-15	Fecha de emisión: 14 de abril de 2015	Página 5 de 52
----------------------------	---------------------------------------	----------------

política de la Administración de reducir el espacio dispuesto para los intercambios, aunque se reitera que esta política no es compartida por el PITRA-LanammeUCR.

A partir de los resultados obtenidos, se realiza un análisis enfocado en la intersección regulada con semáforo propuesta en dos configuraciones alternativas para las intersecciones con semáforo presentes en dos de los intercambios de la Ruta N°39 Circunvalación Norte, uno de ellos es el que conecta con la Ruta 32, y el otro ubicado en La Uruca.

La Dirección General de Ingeniería de Tránsito (DGIT) del MOPT en el informe de Análisis Funcional de Intersecciones en Circunvalación Norte llega a concluir que:

*“De los resultados obtenidos se deduce que a los 15 años de implementada las obras se empieza a tener problemas de capacidad en la hora pico de la mañana y se vuelve inoperante a los 20 años de funcionamiento, pero cabe recordar que los datos obtenidos son de un escenario extremadamente crítico, en donde se usó una tasa de crecimiento de 2,5% anual constante a lo largo de los años, por lo que en el escenario real se deberían tener valores más pequeños de demoras y volúmenes y por lo consiguiente mejores niveles de servicio” (DGIT, 2012).*

Por otro lado, y de acuerdo con de acuerdo con la evaluación de la DGIT (oficio DGIT-0801-2014) a los intercambios de la Ruta Nacional 32 y Ruta Nacional 108 (Uruca) se concluyó que "desde el año 2015 presentan problemas de congestión vial, ya que en algunos accesos se presentan demoras considerables que vuelven inoperante la rotonda, si el proyecto tuviese los volúmenes proyectados por la empresa consultora LCR Logística (LCR Logística, 2014)

Debido a que informes anteriores han obtenido desempeños funcionales deficientes en las propuestas planteadas por la administración, se desea plantear una propuesta alternativa, sustituyendo la rotonda propuesta por el MOPT por una intersección controlada mediante semáforos, con el fin de brindar una opción que ayude a mejorar las condiciones proyectadas; esto tanto para el intercambio con la Ruta 32, como para la intersección en La Uruca.

Para esta propuesta alternativa, es recomendable considerar la previsión para la construcción de un tercer carril en los accesos de la intersección controlada con semáforo dada la incertidumbre en los volúmenes de tránsito esperados en la ruta.

Informe LM-PI- USVT-003-15	Fecha de emisión: 14 de abril de 2015	Página 6 de 52
----------------------------	---------------------------------------	----------------

Finalmente, es recomendable que la administración valore esta propuesta y otras que la administración genere para garantizar un adecuado funcionamiento del corredor propuesto.

## **OBJETIVO GENERAL**

Presentar los resultados funcionales de una propuesta alternativa para dos intercambios en la Ruta Nacional 39 con las rutas 32 y 108, como opción a los intercambios propuestos en la licitación pública internacional No. 2013LI-000008-0DE00, para justificar la necesidad de valorar opciones adicionales que puedan incrementar la capacidad de los intercambios actualmente propuestos en la licitación.

## **CONCEPTOS INTRODUCTORIOS**

Esta sección define, a un nivel introductorio y básico, algunos conceptos que pueden servir como referencia al lector no familiarizado con la ingeniería de transporte y que le facilitará la lectura del informe.

**Análisis de capacidad:** determina la capacidad de un tramo de una vía, así como el nivel de servicio que dependen de las características geométricas de la vía y de la composición del tránsito.

**Capacidad:** máximo número de vehículos que pueden transitar por una vía en una unidad de tiempo.

**Demanda:** corresponde al volumen de tránsito horario que pasa por una facilidad (por ejemplo una carretera, una intersección). Cuando la demanda es mayor que la capacidad, se generan colas. Las colas representan la demanda no satisfecha.

**Demora:** representa para el usuario una medida del tiempo perdido de viaje.

**Flujo de servicio:** es el flujo direccional horario máximo que puede sostener una vía sin violar los criterios para un determinado nivel de servicio durante el peor periodo de 15 minutos durante el periodo de mayor densidad del tránsito (periodo pico) (SIECA, 2011; TRB, 2010).

**Nivel de servicio:** se expresa en términos de la demora media por vehículo debida a las detenciones para un período de análisis de 15 minutos, considerado como período de máxima demanda (Spíndola & Cárdenas Grisalea, 2007).

Informe LM-PI- USVT-003-15	Fecha de emisión: 14 de abril de 2015	Página 7 de 52
----------------------------	---------------------------------------	----------------

**Cuadro 1: Descripción de niveles de servicio para intersecciones con semáforo**

Nivel de Servicio	Descripción
<b>A</b>	Operación con demoras muy bajas, menores de 10 segundos por vehículo. La mayoría de los vehículos llegan durante la fase verde y no se detienen del todo.
<b>B</b>	Operación con demoras entre 10 y 20 segundos. Algunos vehículos comienzan a detenerse.
<b>C</b>	Operación con demoras entre 20 y 30 segundos por vehículo. La progresión del tránsito es regular y algunos ciclos empiezan a prolongarse.
<b>D</b>	Operación con demoras entre 30 y 40 segundos por vehículo. Las demoras pueden deberse a la mala progresión del tránsito o llegadas a la fase roja, longitudes de ciclos amplias, o relaciones v/c altas. Muchos vehículos se detienen y se hacen más notables los ciclos malogrados.
<b>E</b>	Operación con demoras entre 40 y 75 segundos por vehículo. Se considera como el límite aceptable de demoras. Las demoras con causadas por progresiones pobres, ciclos muy largos y relaciones v/c muy altas.
<b>F</b>	Operación con demoras superiores a los 75 segundos por vehículo. Los flujos de llegada exceden la capacidad de los accesos de la intersección, lo que ocasiona congestión y operación saturada.

Nota: Adaptado del libro Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y aplicaciones, (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007) y rangos de tiempo ajustados de acuerdo a los criterios de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito.

**Oferta:** es el equivalente a la capacidad del segmento de la vía analizado. Estas condiciones funcionales dependen de ciertas características geométricas de la vía y de la composición del tránsito.

**Tránsito Promedio Diario (TPD):** corresponde al número total de vehículos que pasan por un punto determinado durante un periodo de tiempo menor a un año dividido entre el número de días en ese periodo de tiempo (Hernández, 2013).

**Variaciones en la demanda:** El tráfico de un día en un segmento no refleja la cantidad de tráfico en otro día, o el tráfico que hubiese si algún cuello de botella fuese eliminado. La demanda varía por día de la semana, mes del año, por hora del día (TRB, 2010).

**Volumen horario:** es el número total de vehículos que pasan por un punto determinado durante una hora.

**Volumen horario de máxima demanda (pico):** corresponde al número total de vehículos que pasan por un punto determinado durante un periodo de 60 minutos. Estos 60 minutos corresponden a la hora de máxima demanda en un día en particular.

## METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el análisis se utilizó la información proporcionada por las proyecciones de tránsito de los siguientes documentos:

- Anteproyecto Conceptual para el Diseño y Construcción del Proyecto Corredor Vial: Circunvalación Norte - Florencio del Castillo (Cal y Mayor y Asociados, 2012), en el cual se toman en cuenta todas las intervenciones juntas. Además para el caso del intercambio Ruta 32 se llevó a cabo el estudio con dos y tres carriles.
- Análisis Funcional Propuesta de Intersecciones en Circunvalación Norte de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito (Rodríguez-Vargas & Cubillo-Espinoza, 2012)

Al momento de realizar el presente análisis, se tomó en cuenta los datos suministrados correspondientes a las horas pico de la mañana y de la tarde, esto porque dichos períodos fueron los considerados por ambos estudios.

Cada uno de los informes anteriores se analizaron por aparte, debido a que entre ellos se presenta una diferencia notable a la hora de comparar el volumen de tránsito expuesto, inclusive en el año base (año 2012).

Se utilizó una tasa de crecimiento del 2,5% anual asumida por la DGIT en su informe de análisis para los intercambios, para proyectar las estimaciones de tránsito de la DIGIT en la Ruta Nacional N°39 en el tramo conocido como Circunvalación Norte durante los próximos 30 años,. Para la proyección de los datos de la DGIT no se consideró el efecto de futuras restricciones en la capacidad de la vía y se utilizó la siguiente ecuación:

$$F = P(1 + i)^n$$

donde:

*F*= valor futuro

*P*= valor presente

*i*= tasa de crecimiento

*n*= número de años a partir del año base

Se asume un porcentaje de vehículos pesados igual al 20% para los datos brindados por la Dirección General de Ingeniería de Transito del Ministerio de Obras Públicas y Transportes,

Informe LM-PI- USVT-003-15	Fecha de emisión: 14 de abril de 2015	Página 9 de 52
----------------------------	---------------------------------------	----------------

y para la información utilizada del informe brindado por Cal y Mayor y Asociados el porcentaje de pesados correspondiente a cada ruta.

Al realizar el análisis de los diferentes escenarios actuales y futuros contemplados, así como posibles variantes se utilizó la herramienta computacional “SYNCHRO 8”. De cada una de las posibles circunstancias, se tabularon las demoras siguiendo el patrón de la matriz origen-destino, esto con el fin de clasificar cada tramo de las intersecciones según el nivel de servicio que ofrezca a los usuarios.

**Cuadro 2. Demoras consideradas para diferentes niveles de servicio en intersecciones con semáforo**

Nivel de Servicio	Demora (segundos/vehículo)
A	$D \leq 10$
B	$10 < D \leq 20$
C	$20 < D \leq 30$
D	$30 < D \leq 40$
E	$40 < D \leq 75$
F	$D > 75$

Para la elaboración de las conclusiones se determinó un nivel de servicio mínimo C. Dado que mayores demoras generarían longitudes de ciclos amplias, o relaciones volumen/capacidad altas.

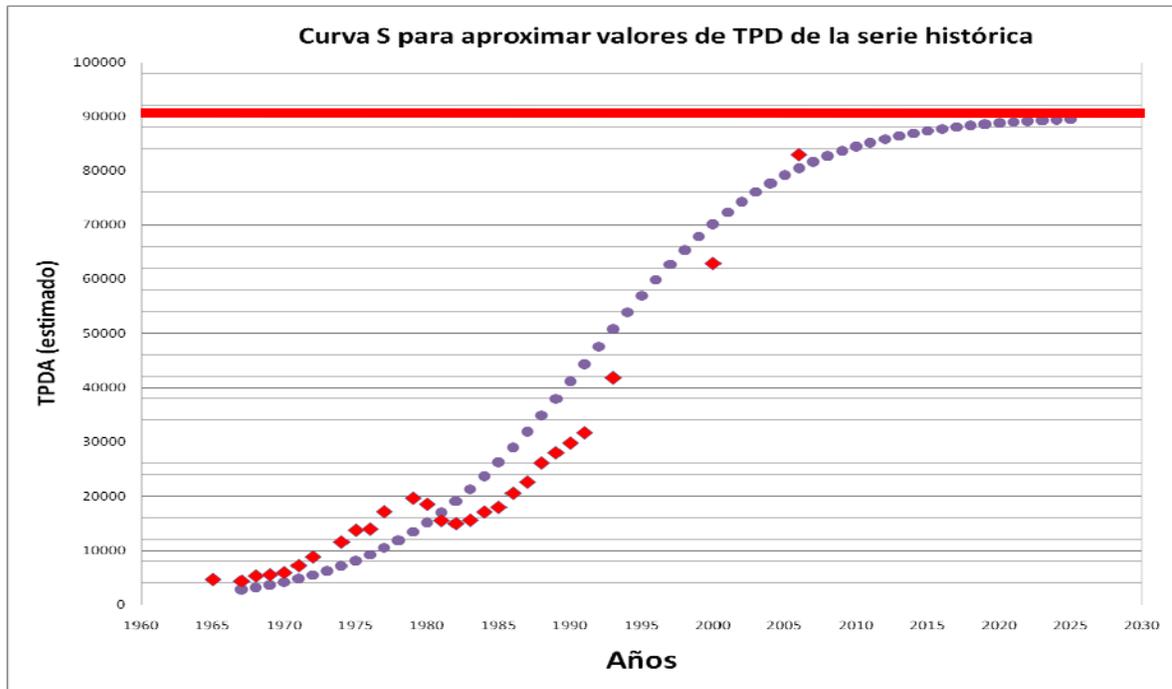
**ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA ESTIMACIÓN DE CAPACIDAD**

La información con la que se contó para elaborar este reporte es limitada. Los principales aspectos relacionados con los alcances y limitaciones de este estudio son los siguientes:

- Este es un estudio, a nivel funcional, de los intercambios de la ruta donde fue suministrada información de tránsito. Se requiere estudiar con mayor detalle el efecto de las condiciones de funcionamiento de la red vial a futuro en el área de influencia del corredor.
- Se supone que los tramos desde las troncales tienen suficiente capacidad y que no existe rebote de colas desde las rampas que afecten las intersecciones.

- El análisis se realiza para las intersecciones en los intercambios propuestos. Sin embargo, no se incluye el análisis de las rampas de convergencia hacia las rutas troncales.
- El análisis de los tramos no se incluye en este documento y ya ha sido evaluado en el informe LM-PI-USVT-008-14. Sin embargo, la decisión de la administración de mantener el número de carriles en la vía troncal de circunvalación impactará el desempeño de las rampas en los intercambios.
- Los datos de conteos utilizados por la Dirección General de Ingeniería de Tránsito (DGIT) únicamente reflejan los vehículos que actualmente pasan por la vía y no reflejan la demanda real existente, dado que no considera la demanda no satisfecha, los vehículos que se encuentran en cola antes de los puntos considerados como cuello de botella. Un ejemplo claro de limitación de la capacidad se observa recurrentemente en la Ruta Nacional 108 donde las colas de vehículos representan la demanda no atendida por la vialidad existente.
- Se consideran imperativos estudios detallados, para mejorar la precisión de los estimados preliminares de demanda.
- Los estudios no indican para cual día de la semana se realizan los análisis. Eventualmente, la demanda para los días lunes en la mañana o viernes en la tarde podrían ser críticos en la ruta.
- Los análisis se realizaron asumiendo que las condiciones del tráfico no se encuentran afectadas por congestión en las cercanías de los tramos analizados.
- Dado que en el sector no existe una estación de conteo permanente, no es posible estimar el grado de variabilidad relacionado con la información de datos de tránsito, los cuales presentan duraciones de conteo bastante limitadas, recopilada por el MOPT. Tampoco existen factores de ajuste actualizados que permitan obtener valores de tránsito promedio diario Anual (TPDA). Los datos aquí mostrados, corresponden a estimaciones de tránsito de hora pico.
- Dada la falta de información en el país, no se ajustaron los datos para condiciones climáticas adversas. Por ejemplo, lluvias intensas.
- La capacidad de la vialidad en el sector se encuentra actualmente restringida en varios puntos. La siguiente figura muestra la restricción de capacidad que muestra la curva en el sector del Río Virilla. Esta situación podría explicar el crecimiento casi nulo que presenta actualmente algunas rutas en el sector, como por ejemplo la Ruta 108 (Radial Uruca)

Informe LM-PI- USVT-003-15	Fecha de emisión: 14 de abril de 2015	Página 11 de 52
----------------------------	---------------------------------------	-----------------



**Figura 1: TPDA Ruta Nacional Número 1. Puente sobre el Río Virilla**

Nota: Elaboración propia, a partir de datos históricos de la Dirección de Planificación Sectorial, MOPT

Los resultados obtenidos son expuestos como una estimación preliminar, no como un estudio detallado para determinar la configuración definitiva del proyecto. Por lo tanto este reporte es un análisis preliminar para conceptualizar la cantidad de carriles óptima para los dos intercambios en estudio. La información aquí suministrada debe considerarse como un insumo inicial para el proyecto, por lo que son necesarios estudios más extensos y detallados.

Aunque es mencionado en el análisis, no se incluyó el intercambio tipo Four Level Fully Directional Stack Interchange de cuatro niveles, que podría ser analizado por la administración para los intercambios en cuestión.

## PROYECCIONES DE TRÁNSITO CONSIDERADAS

Se realizaron diferentes escenarios, los cuales surgen a partir de dos proyecciones de tránsito. Los informes utilizados son los siguientes:

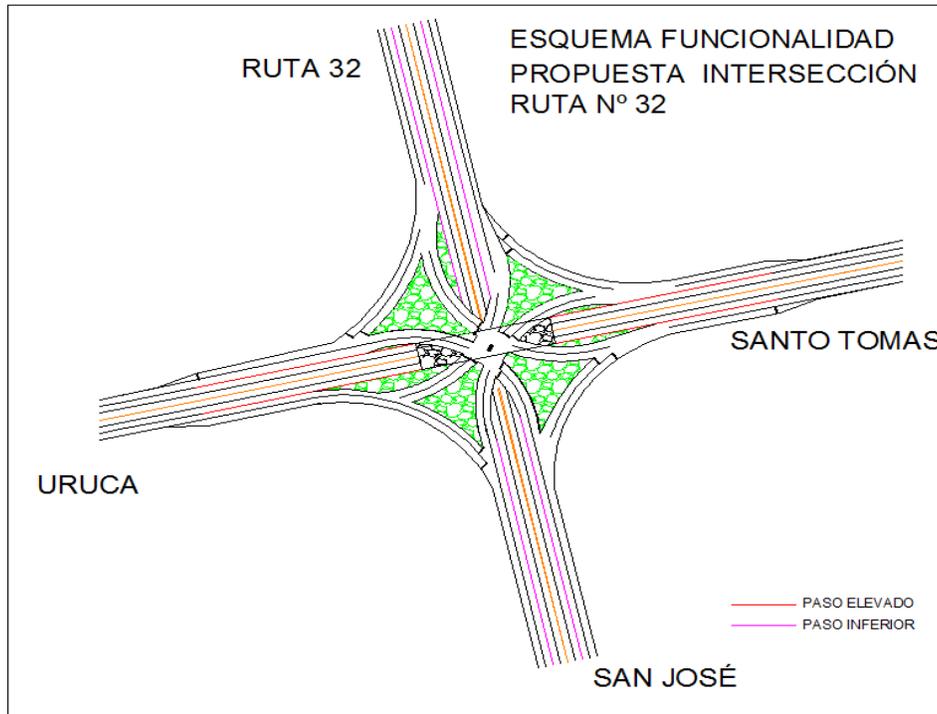
- Anteproyecto Conceptual para el Diseño y Construcción del Proyecto Corredor Vial: Circunvalación Norte - Florencio del Castillo (Cal y Mayor y Asociados, 2012),

- Análisis Funcional Propuesta de Intersecciones en Circunvalación Norte de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito (Rodríguez-Vargas & Cubillo-Espinoza, 2012).

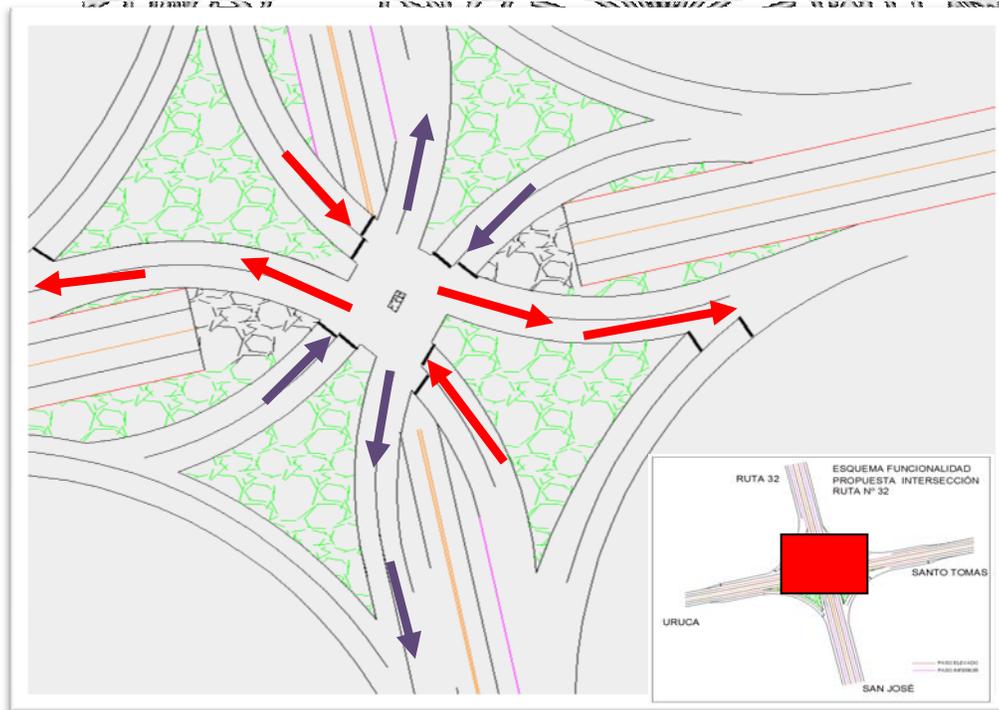
Adicionalmente se plantea la idea de implementar un carril más en los accesos a la intersección con semáforo, para el intercambio en la Ruta 32, esto porque a la hora de obtener los niveles de servicio con los datos generados por el informe de Cal y Mayor y Asociados se presentan demoras muy elevadas desde el año 2012.

Respecto al análisis funcional de la DGIT, se utilizaron los valores de los volúmenes vehiculares presentados en las matrices de los intercambios.

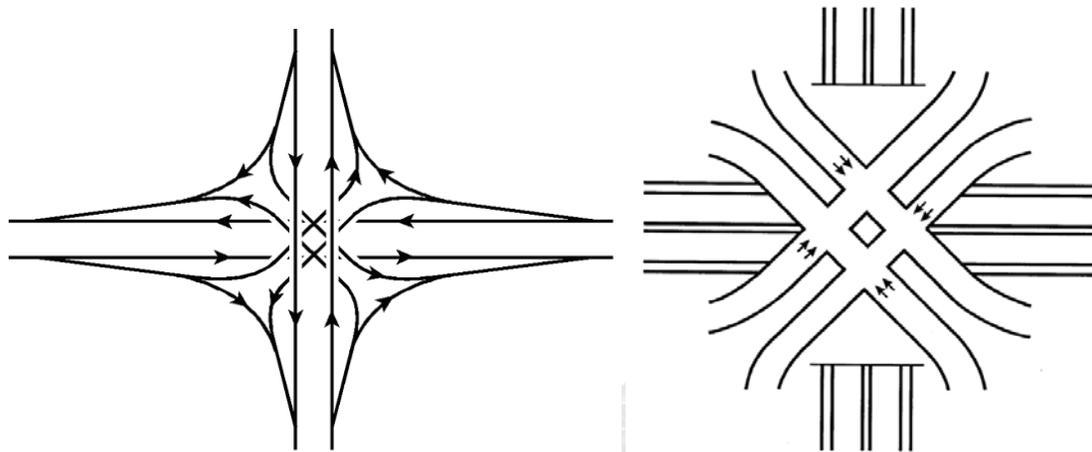
Se plantea un intercambio de tres niveles con una intersección con semáforo en su nivel intermedio que regule los giros izquierdos del intercambio, tal como se expone en la Figura 2a, en la misma se ejemplifica la intersección para la Ruta Nacional N° 32. En otras palabras, para el análisis se sustituye la rotonda propuesta por la DGIT y se sustituye por una intersección con semáforo con dos fases (ver Figura 2b). El intercambio analizado en el presente informe corresponde a un intercambio del tipo **Three Level Stacked Diamond Interchange** de tres niveles (ver Figura 2c) que es una simplificación del **Four Level Fully Directional Stack Interchange** de cuatro niveles (Figura 2d).



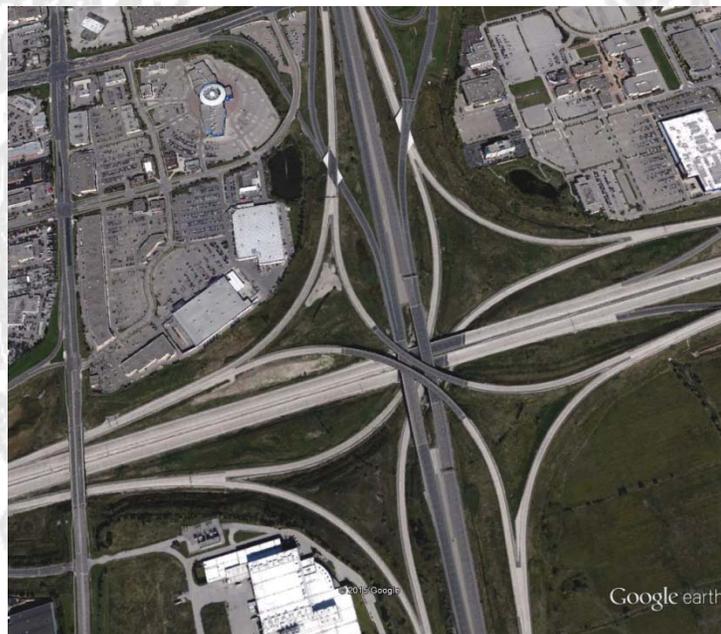
**Figura 2a: Propuesta intercambio Ruta N° 32**



**Figura 2b: Detalle de movimientos en intersección con semáforo. Propuesta intercambio Ruta N° 32**



**Figura 2c: Detalle de intercambio tipo Three Level Stacked Diamond Interchange. Tomado de: Texas Department of Transportation (2014) Road Design Manual. Tomado de: <http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/rdw/rdw.pdf>**



**Figura 2d. Intercambio tipo Stack Interchange de cuatro niveles entre las autopistas 400 y 407 en Ontario, Canadá. Tomado de Google Earth**

Para el intercambio La Uruca el diseño de la intersección sería similar al anterior, donde igualmente del Norte vendría la ruta 32, hacia Sur la Ruta 1, del Oeste la Pozuelo y del Este San José.

## RESULTADOS

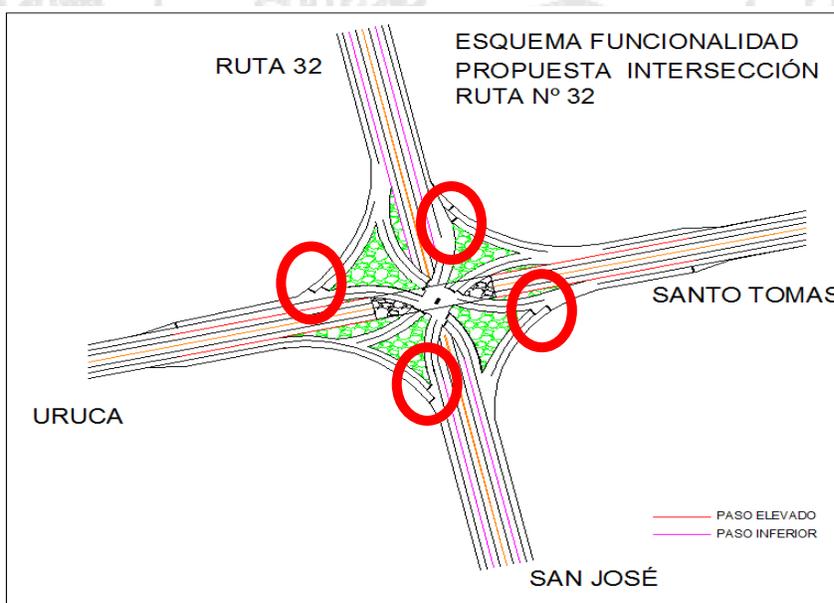
Se asume que las demás variaciones recurrentes del tránsito, respecto a período y dirección, quedan cubiertas por las condiciones proyectadas por Cal y Mayor y la DGIT.

El cartel de la licitación pública internacional No. 2013LI-000008-0DE00: Diseño y Construcción del Corredor Vial “Circunvalación Norte”, Ruta Nacional N°39, sección Uruca (ent. Ruta Nacional N°108)-Calle Blancos (ent. Ruta Nacional N°109), de fecha marzo 2013, establece un nivel de servicio B de acuerdo al Highway Capacity Manual.

Cabe recordar que los niveles de servicio que se tiene como aceptables según el libro *Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones*, en su capítulo 12 son el A, B, y C; a partir del nivel de servicio D “*muchos vehículos se detienen y se hacen más notables los ciclos malogrados*” (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

Los análisis para los intercambios incluyen lo siguiente:

- La intersección central controlada por un semáforo de dos fases.
- Las intersecciones donde convergen los flujos de salida de la intersección controlada con semáforo y los giros derechos de salida de las rampas, tal como se muestra en círculos rojos en la siguiente figura, se obtuvieron los siguientes niveles de servicio.



**Figura 3: Intersecciones convergentes analizadas para la propuesta intercambio Ruta Nacional N° 32**

Debido a que los vehículos ingresan por la izquierda a la intersección, con su debida separación, se simularon cuatro intersecciones con semáforo para poder simular la intersección utilizando Synchro. En el programa de análisis (Synchro) cada movimiento pasa por dos semáforos por lo que se reporta el nivel de servicio más crítico por movimiento. La información detallada se encuentra en los anexos.

- **Resultados de los escenarios analizados para la intersección con la Ruta Nacional N° 32**

A continuación se muestra los niveles de servicio obtenidos en los movimientos que se realizan en la intersección con semáforo propuesta para cada uno de los escenarios que se analizaron, a partir de las proyecciones de tránsito de DGIT en su informe del año 2012.

**Cuadro 3. Nivel de servicio en la intersección con semáforo Ruta Nacional N° 32, del año 2012 al 2025, según proyecciones de DGIT**

Movimiento	Nivel de Servicio							
	2012		2015		2020		2025	
	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.
<b>Limón-Sto. Tomás</b>	B	B	B	B	B	B	B	B
<b>Sto. Tomás-San José</b>	B	B	B	B	B	B	B	B
<b>Uruca-Limón</b>	B	B	B	B	B	B	B	B
<b>San José-Uruca</b>	B	A	B	A	B	A	B	A

**Cuadro 4. Nivel de servicio en la intersección con semáforo Ruta Nacional N° 32, del año 2030 al 2045, según proyecciones de DGIT**

Movimiento	Nivel de Servicio					
	2030		2035		2045	
	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.
<b>Limón-Sto. Tomás</b>	C	B	D	B	E	E
<b>Sto. Tomás-San José</b>	B	C	C	C	E	E
<b>Uruca-Limón</b>	C	B	D	B	F	E
<b>San José-Uruca</b>	B	B	C	B	E	B

Aproximadamente en el año 2035, se sobrepasa el nivel de servicio C especificado. En el cuadro anterior se observa que los vehículos que van desde Limón hacia Santo Tomás, al

igual que los de La Uruca hacia Limón presentan un nivel de servicio D para el año 2035, en la hora pico de la mañana.

A la hora de realizar el análisis con los datos aportados por Cal y Mayor y Asociados, los resultados que se obtuvieron tienden a ser más críticos si se comparan con los anteriores, en el siguiente cuadro se exponen los niveles de servicio correspondientes.

**Cuadro 5. Nivel de servicio en la intersección con semáforo Ruta Nacional N° 32, del año 2012 al 2025, según proyecciones de Cal y Mayor y Asociados**

Movimiento	Nivel de Servicio							
	2012		2015		2020		2025	
	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.
<b>Limón-Sto. Tomás</b>	E	E	F	E	F	F	F	F
<b>Uruca-Limón</b>	E	D	F	E	F	E	F	E
<b>Sto. Tomás-San José</b>	F	D	F	E	F	E	F	E
<b>San José-Uruca</b>	E	B	B	C	E	C	E	E

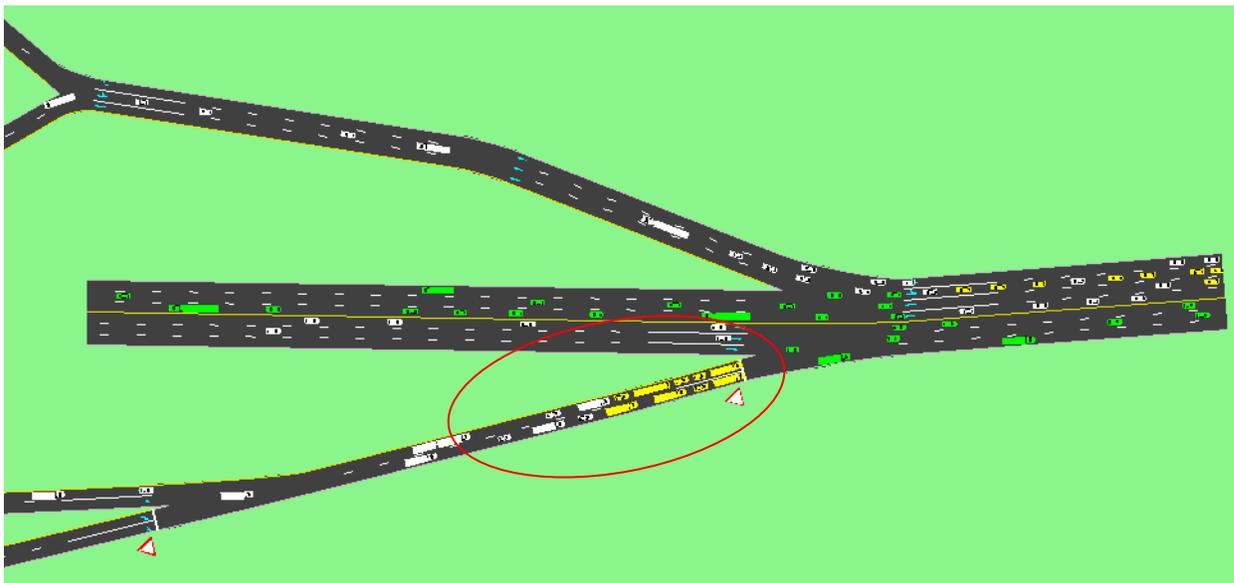
**Cuadro 6. Nivel de servicio en la intersección con semáforo Ruta Nacional N° 32, del año 2030 al 2045, según proyecciones de Cal y Mayor y Asociados**

Movimiento	Nivel de Servicio					
	2030		2035		2045	
	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.
<b>Limón-Sto. Tomás</b>	F	E	F	F	F	F
<b>Uruca-Limón</b>	F	E	F	E	F	F
<b>Sto. Tomás-San José</b>	F	E	F	E	F	E
<b>San José-Uruca</b>	E	C	E	C	E	C

Como se mencionó anteriormente, los niveles de servicio que se obtienen a partir de Cal y Mayor y Asociados representan demoras significativamente mayores. Si bien es cierto que la diferencia entre las dos fuentes utilizadas es mucha, la opción de recomendar que se realice el proyecto teniendo en cuenta que un futuro no muy lejano va a ser necesario contar con un tercer en cada acceso de la intersección con semáforo. Por lo que sería recomendable, que la intersección cuente con la previsión para un tercer carril para la intersección con semáforo.

Sin embargo, cuando se estaba realizando el estudio con el programa “SIMTRAFFIC”, se apreciaba que en los pasos exteriores a la rotonda, los vehículos tendían a detenerse y

provocar congestionamientos. A pesar de que se recomienda hacer el análisis en HCS para hacer los análisis de las respectivas rampas convergentes, si las rampas no cuentan con la geometría adecuada podrían darse situaciones de pare y siga que actualmente suceden en intercambios estratégicos, como el de la Ruta Nacional 1 con la carretera de circunvalación. En la siguiente figura (4a y 4b) se muestra un ejemplo de ello.



**Figura 4a. Vehículos hacia Santo Tomás, en intercambio con la Ruta 32, en el año 2020, según proyecciones de Cal y Mayor y Asociados**



**Figura 4b. Vehículos hacia y desde Santo Tomás, en intercambio con la Ruta 32, en el año 2045, según proyecciones de Cal y Mayor y Asociados**

A continuación se presentan los niveles de servicio para las maniobras de ceda que se tienen proyectados para los giros derechos en los intercambios movimientos que se llevan a cabo fuera en el intercambio.

**Cuadro 7. Niveles de Servicio en los Ceda del intercambio en la Ruta 32, del año 2012 al 2025, según proyecciones de DGIT**

Movimiento/Año	Nivel de Servicio							
	2012		2015		2020		2025	
	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.
<b>Limón-Uruca</b>	B	B	B	B	B	B	B	B
<b>Uruca-San José</b>	B	A	B	A	B	A	B	A
<b>San José-Sto. Tomás</b>	B	B	B	B	B	B	B	B
<b>Sto. Tomás-Limón</b>	B	B	B	B	B	B	C	B

**Cuadro 8. Niveles de Servicio en los Ceda del intercambio en la Ruta 32, del año 2030 al 2045, según proyecciones de DGIT**

Movimiento/Año	Nivel de Servicio					
	2030		2035		2045	
	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.
<b>Limón-Uruca</b>	B	B	C	C	F	E
<b>Uruca-San José</b>	B	A	C	A	F	A
<b>San José-Sto. Tomás</b>	B	B	B	B	C	B
<b>Sto. Tomás-Limón</b>	D	B	E	B	F	E

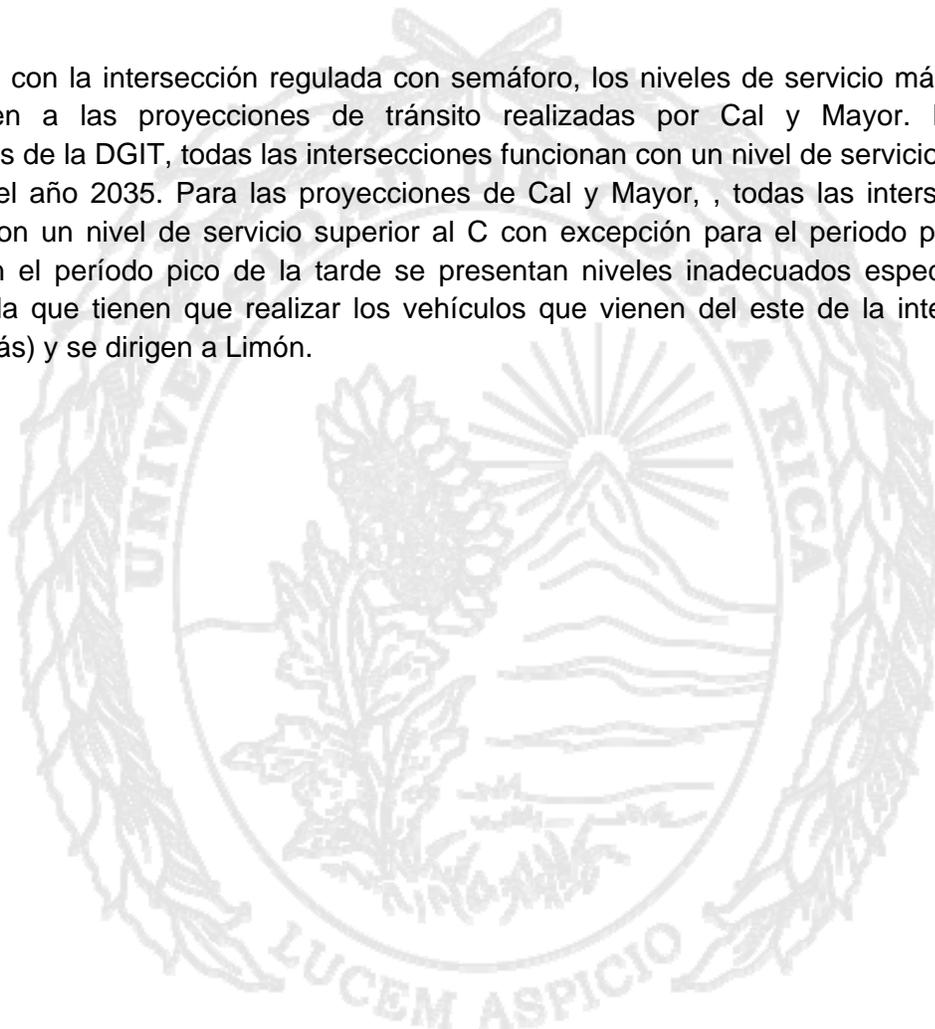
**Cuadro 9. Niveles de Servicio en los Ceda del intercambio en la Ruta 32, del año 2012 al 2025, según proyecciones de Cal y Mayor y Asociados**

Movimiento/Año	Nivel de Servicio							
	2012		2015		2020		2025	
	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.
<b>Limón-Uruca</b>	B	B	B	B	B	B	B	C
<b>Uruca-San José</b>	B	A	B	A	B	A	B	A
<b>San José-Sto. Tomás</b>	B	B	B	B	B	B	B	D
<b>Sto. Tomás-Limón</b>	B	C	A	E	B	E	C	F

**Cuadro 10. Niveles de Servicio en los Ceda del intercambio en la Ruta 32, del año 2030 al 2045, según proyecciones de Cal y Mayor y Asociados**

Movimiento/Año	Nivel de Servicio					
	2030		2035		2045	
	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.
<b>Limón-Uruca</b>	B	C	B	B	B	B
<b>Uruca-San José</b>	B	A	B	A	B	A
<b>San José-Sto. Tomás</b>	B	E	B	E	B	F
<b>Sto. Tomás-Limón</b>	B	F	B	F	B	F

Al igual que con la intersección regulada con semáforo, los niveles de servicio más críticos corresponden a las proyecciones de tránsito realizadas por Cal y Mayor. Para las proyecciones de la DGIT, todas las intersecciones funcionan con un nivel de servicio superior al C hasta el año 2035. Para las proyecciones de Cal y Mayor, , todas las intersecciones funcionan con un nivel de servicio superior al C con excepción para el periodo pico de la mañana. En el período pico de la tarde se presentan niveles inadecuados especialmente para el Ceda que tienen que realizar los vehículos que vienen del este de la intersección (Santo Tomás) y se dirigen a Limón.



- **Resultados de los escenarios analizados para la intersección La Uruca**

A continuación se muestra los niveles de servicio obtenidos en los movimientos que se realizan en la intersección con semáforo propuesta para cada uno de los escenarios que se analizaron, a partir de las proyecciones de tránsito de DGIT en su informe del año 2012. La configuración analizada es la misma que la que se utilizó para el intercambio con la Ruta Nacional 32.

**Cuadro 11. Nivel de servicio en la intersección con semáforo La Uruca, del año 2012 al 2025, según proyecciones de DGIT**

Movimiento	Nivel de Servicio							
	2012		2015		2020		2025	
	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.
<b>Ruta 32-San José</b>	B	B	B	B	B	B	B	B
<b>San José-Ruta 1</b>	B	B	B	B	B	B	B	B
<b>Pozuelo-Ruta 32</b>	B	B	B	B	B	B	B	B
<b>Ruta 1-Pozuelo</b>	B	B	B	B	A	B	B	B

**Cuadro 12. Nivel de servicio en la intersección con semáforo La Uruca, del año 2030 al 2045, según proyecciones de DGIT**

Movimiento	Nivel de Servicio					
	2030		2035		2045	
	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.
<b>Ruta 32-San José</b>	C	B	C	B	F	C
<b>San José-Ruta 1</b>	B	B	C	B	E	D
<b>Pozuelo-Ruta 32</b>	B	B	C	B	E	C
<b>Ruta 1-Pozuelo</b>	B	B	C	B	D	B

En la información anterior, se aprecia que la proyección del año 2045 que los niveles de servicio sobre pasan los límites aceptables, y mayoritariamente para el período de hora pico de la mañana.

Tabulando los datos recopilados del informe brindado por Cal y Mayor y Asociados, los resultados del análisis de las demoras obtenidos se presentan a continuación.

**Cuadro 13. Nivel de servicio en la intersección con semáforo intercambio La Uruca, del año 2012 al 2025, según proyecciones de Cal y Mayor y Asociados**

Movimiento	Nivel de Servicio							
	2012		2015		2020		2025	
	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.
<b>Ruta 32-San José</b>	E	-	E	-	E	-	C	-
<b>San José-Ruta 1</b>	A	A	A	A	A	A	B	A
<b>Pozuelo-Ruta 32</b>	A	A	B	A	B	A	B	A
<b>Ruta 1-Pozuelo</b>	E	-	B	-	E	-	D	-

**Cuadro 14. Nivel de servicio en la intersección con semáforo intercambio La Uruca, del año 2030 al 2045, según proyecciones de Cal y Mayor y Asociados**

Movimiento	Nivel de Servicio					
	2030		2035		2045	
	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.
<b>Ruta 32-San José</b>	D	-	D	E	D	E
<b>San José-Ruta 1</b>	B	A	B	A	B	A
<b>Pozuelo-Ruta 32</b>	B	A	B	A	C	A
<b>Ruta 1-Pozuelo</b>	E	-	E	E	E	E

Como se viene mencionando anteriormente el análisis referenciado a los datos de Cal y Mayor y Asociados, dan resultados más críticos comparados con los de DGIT. Por ejemplo en el Cuadro 13 donde se exponen los niveles de servicio de los diferentes movimientos que se llevan a cabo en la intersección con semáforo de La Uruca, se aprecia que desde al año 2012 los vehículos que viajan de la Ruta 32 hacia San José y de la Ruta 1 hacia la Pozuelo, presentan nivel de servicio E, lo cual ya no es recomendado.

Al estudiar los resultados de los cuadros anteriores los movimientos que presentan demoras elevadas desde el inicio del proyecto son los que principalmente van a generar problemas en los próximos años (de la Ruta 32 hacia San José y de la Ruta 1 hacia la Pozuelo).

Al revisar las demoras que se generan debido a las maniobras de ceda que se tienen proyectados para los giros derechos en los intercambios movimientos que se llevan a cabo fuera de la intersección controlada con semáforo, se obtuvieron los siguientes niveles de servicio.

**.Cuadro 15. Niveles de Servicio en los Ceda del intercambio La Uruca, del año 2012 al 2025, según proyecciones de DGIT**

Movimiento/Año	Nivel de Servicio							
	2012		2015		2020		2025	
	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.
<b>Ruta 32-Pozuelo</b>	B	B	B	B	B	B	B	B
<b>Pozuelo-Ruta 1</b>	B	B	B	B	B	B	B	B
<b>Ruta 1-San José</b>	B	B	B	B	B	B	B	B
<b>San José-Ruta 32</b>	B	B	B	B	B	B	C	B

**Cuadro 16. Niveles de Servicio en los Ceda del intercambio La Uruca, del año 2030 al 2045, según proyecciones de DGIT**

Movimiento/Año	Nivel de Servicio					
	2030		2035		2045	
	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.
<b>Ruta 32-Pozuelo</b>	B	B	B	B	E	D
<b>Pozuelo-Ruta 1</b>	B	B	B	B	D	B
<b>Ruta 1-San José</b>	B	B	B	B	E	C
<b>San José-Ruta 32</b>	D	B	E	B	F	B

**Cuadro 17. Niveles de Servicio en los Ceda del intercambio La Uruca, del año 2012 al 2025, según proyecciones de Cal y Mayor y Asociados**

Movimiento/Año	Nivel de Servicio							
	2012		2015		2020		2025	
	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.
<b>Ruta 32-Pozuelo</b>	B	A	B	A	B	A	B	A
<b>Pozuelo-Ruta 1</b>	B	B	B	B	B	B	B	C
<b>Ruta 1-San José</b>	A	B	A	B	A	B	A	C
<b>San José-Ruta 32</b>	B	B	A	B	B	B	B	B

**Cuadro 18. Niveles de Servicio en los Ceda del intercambio La Uruca, del año 2030 al 2045, según proyecciones de Cal y Mayor y Asociados**

Movimiento/Año	Nivel de Servicio					
	2030		2035		2045	
	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.	Pico a.m.	Pico p.m.
<b>Ruta 32-Pozuelo</b>	B	A	B	A	B	A
<b>Pozuelo-Ruta 1</b>	B	E	D	E	C	F
<b>Ruta 1-San José</b>	B	C	B	C	B	E
<b>San José-Ruta 32</b>	B	B	B	B	B	B

A partir del año 2030 según el cuadro anterior, los vehículos que viajan de la Pozuelo hacia la Ruta 1, serán los que experimenten niveles de servicio inadecuados, ofreciendo así un nivel de servicio no apropiado para los usuarios.



**Figura 5. Vehículos hacia Ruta 1, en intercambio La Uruca, en el año 2030, según Cal y Mayor y Asociados**

En la figura anterior, se presenta la simulación para el año 2030 hecha en “SIMTRAFFIC” a partir de las proyecciones de Cal y Mayor y Asociados, donde se ven los vehículos que se dirigen hacia la Ruta 1 desde San José y de la Pozuelo (a la izquierda de la imagen).

## CONCLUSIONES

- Independientemente del intercambio escogido, se observó que las rampas de convergencia que permiten el ingreso del tránsito a las troncales son sumamente críticas. Por lo que se recomienda a la Administración un especial cuidado en el diseño y análisis funcional de estas rampas.
- Dadas las limitaciones de capacidad presentadas, tanto en los intercambios analizados por la DGIT como el analizado en el presente informe, es necesario que la administración realice una "comparación técnica y económica de un elenco de alternativas viables para seleccionar la mejor y más apropiada" solución (SIECA, 2011, pág. 232).
- Otras opciones como el **Four Level Fully Directional Stack Interchange** de cuatro niveles deberían de ser analizadas por la administración.

Para el intercambio controlado mediante semáforos que comunica con la Ruta Nacional Número 32:

- Se presentan a partir del año 2035 niveles de servicio deficientes según las proyecciones de tránsito utilizadas con las proyecciones estimadas por la Dirección General de Ingeniería de Tránsito; sin embargo el análisis realizado con los datos del anteproyecto presentado por Cal y Mayor y Asociados, desde el inicio del proyecto, es decir en el año 2012, ya se presentan niveles deficientes de servicio.
- Debido a lo anterior, se recomienda, al menos, dejar previsto un tercer carril por sentido en todos los accesos a la intersección con semáforo, como solución a los posibles problemas de congestionamiento que se vayan generando a través de los años., de igual manera, para las rampas de acceso a la intersección (en los anexos se expone los resultados del análisis si se llevara a cabo el proyecto tomando en cuenta la existencia de un tercer carril por sentido).

En el caso de la intercambio analizado en La Uruca

- Utilizando las proyecciones de la DGIT, se presentarán problemas en los niveles de servicio hasta en el años 2045, principalmente para los vehículos que transiten desde las Ruta 32 y se dirijan a San José. Con los datos de Cal y Mayor y Asociados el panorama es similar, debido que los movimientos con mayor problema van a ser

desde la Ruta 32 hacia San José y desde la Ruta 1 hacia la Pozuelo. Sin embargo, esta situación se presenta desde el año 2012.

- Por lo tanto se recomienda también dejar previsto un tercer carril por sentido, principalmente en los movimientos que se mencionaron anteriormente; además de en la rampa de acceso que se dirige hacia la Ruta 1, utilizada por los vehículos provenientes de la Pozuelo y San José.

## REFERENCIAS

Cal y Mayor y Asociados. (2012). *Anteproyecto Conceptual para el Diseño y Construcción del Proyecto Corredor Vial: Circunvalación Norte - Florencio del Castillo. Informe Final*. San José: Informe al Consejo Nacional de Vialidad. CONAVI.

Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y aplicaciones*. México: Alfaomega.

DGIT. (2012). *Análisis Funcional de Intersecciones en Circunvalación Norte*.

Hernández, H. (2013). *Mapa de Tráfico Promedio Diario 2013. Red Vial Nacional*. San José: PITRA-LanammeUCR.

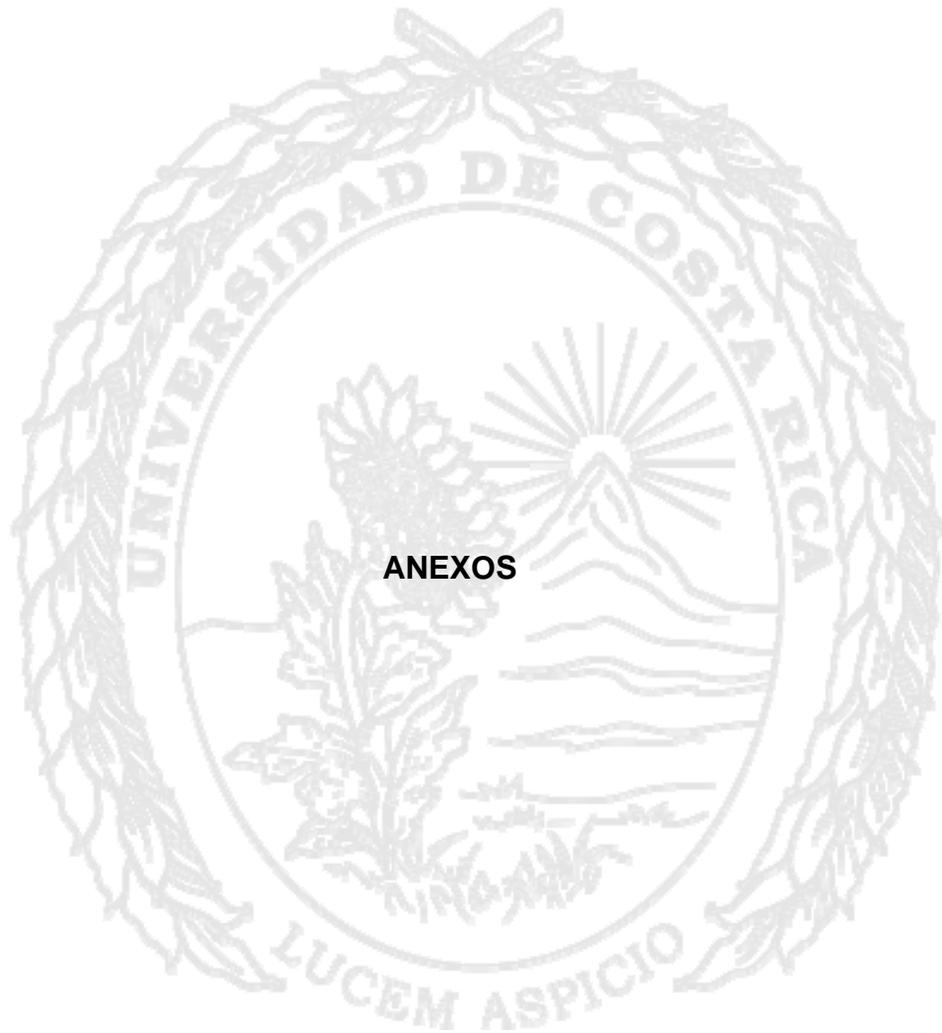
LCR Logística. (2014). *Análisis Funcional del Proyecto Vial Circunvalación Norte*. San José.

Rodríguez-Vargas, R., & Cubillo-Espinoza, M. (2012). *Análisis Funcional Propuesta de Intersecciones en Circunvalación Norte*. San José: Dirección General de Ingeniería de Tránsito, Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

SIECA. (2011). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial*. Guatemala: Secretaría de Integración Económica de Centroamérica.

Spíndola, R. C., & Cárdenas Grisalea, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito; Fundamentos y aplicaciones*. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A.

TRB. (2010). *Highway Capacity Manual*. Washington, D.C.: Transportation Research Board.



**ANEXOS**



***I. Intercambio con intersección en nivel intermedio con semáforo, intersección con la Ruta Nacional N° 32***

- i. **Proyecciones según los datos utilizados del informe de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito.**
- Matrices origen-destino

Año	2012				
Hora pico a.m.					
O/D	Uruca	San José	Sto. Tomás	Limón	Total
Uruca	0	599	534	532	1665
San José	580	0	449	448	1477
Sto. Tomás	612	533	0	473	1618
Limón	548	476	425	0	1449
<b>Total</b>	<b>1740</b>	<b>1608</b>	<b>1408</b>	<b>1453</b>	<b>6209</b>
Hora pico p.m.					
O/D	Uruca	San José	Sto. Tomás	Limón	Total
Uruca	0	43	666	244	953
San José	262	0	270	99	631
Sto. Tomás	1252	81	0	473	1806
Limón	787	52	811	0	1650
<b>Total</b>	<b>2301</b>	<b>176</b>	<b>1747</b>	<b>816</b>	<b>5040</b>

Año	2015				Factor de crecimiento	1,08
Hora pico a.m.						
O/D	Uruca	San José	Sto. Tomás	Limón	Total	
Uruca	0	645	575	573	1793	
San José	625	0	484	482	1591	
Sto. Tomás	659	574	0	509	1742	
Limón	590	513	458	0	1560	
<b>Total</b>	<b>1784</b>	<b>1732</b>	<b>1516</b>	<b>1565</b>	<b>6686</b>	
Hora pico p.m.						
O/D	Uruca	San José	Sto. Tomás	Limón	Total	
Uruca	0	46	717	263	1026	
San José	282	0	291	107	680	
Sto. Tomás	1348	87	0	509	1945	
Limón	848	56	873	0	1777	
<b>Total</b>	<b>2478</b>	<b>190</b>	<b>1881</b>	<b>879</b>	<b>5428</b>	

Año	2020				Factor de crecimiento	1,22
<b>Hora pico a.m.</b>						
O/D	Uruca	San José	Sto. Tomás	Limón	Total	
Uruca	0	730	651	648	2029	
San José	707	0	547	546	1800	
Sto. Tomás	746	649	0	576	1971	
Limón	668	577	515	0	1759	
<b>Total</b>	<b>2120</b>	<b>1956</b>	<b>1713</b>	<b>1770</b>	<b>7559</b>	
<b>Hora pico p.m.</b>						
O/D	Uruca	San José	Sto. Tomás	Limón	Total	
Uruca	0	52	811	297	1161	
San José	319	0	329	121	769	
Sto. Tomás	1525	99	0	576	2200	
Limón	959	63	983	0	2004	
<b>Total</b>	<b>2804</b>	<b>214</b>	<b>2123</b>	<b>994</b>	<b>6135</b>	

Año	2025				Factor de crecimiento	1,38
<b>Hora pico a.m.</b>						
O/D	Uruca	San José	Sto. Tomás	Limón	Total	
Uruca	0	826	736	733	2295	
San José	800	0	619	618	2036	
Sto. Tomás	844	735	0	652	2230	
Limón	755	656	586	0	1997	
<b>Total</b>	<b>2399</b>	<b>2217</b>	<b>1941</b>	<b>2003</b>	<b>8559</b>	
<b>Hora pico p.m.</b>						
O/D	Uruca	San José	Sto. Tomás	Limón	Total	
Uruca	0	59	918	336	1314	
San José	361	0	372	136	870	
Sto. Tomás	1726	112	0	652	2490	
Limón	1085	72	1118	0	2275	
<b>Total</b>	<b>3172</b>	<b>243</b>	<b>2408</b>	<b>1125</b>	<b>6948</b>	

Año	2030				Factor de crecimiento	1,56
<b>Hora pico a.m.</b>						
O/D	Uruca	San José	Sto. Tomás	Limón	Total	
Uruca	0	934	833	830	2597	
San José	905	0	700	699	2304	
Sto. Tomás	955	831	0	738	2524	
Limón	855	742	663	0	2260	
<b>Total</b>	<b>2714</b>	<b>2508</b>	<b>2196</b>	<b>2266</b>	<b>9684</b>	
<b>Hora pico p.m.</b>						
O/D	Uruca	San José	Sto. Tomás	Limón	Total	
Uruca	0	67	1039	381	1486	
San José	409	0	421	154	984	
Sto. Tomás	1953	126	0	738	2817	
Limón	1227	81	1265	0	2573	
<b>Total</b>	<b>3589</b>	<b>274</b>	<b>2725</b>	<b>1273</b>	<b>7861</b>	

Año	2035				Factor de crecimiento	1,76
<b>Hora pico a.m.</b>						
O/D	Uruca	San José	Sto. Tomás	Limón	Total	
Uruca	0	1057	942	939	2938	
San José	1023	0	792	791	2606	
Sto. Tomás	1080	941	0	835	2855	
Limón	967	840	750	0	2557	
<b>Total</b>	<b>3070</b>	<b>2837</b>	<b>2485</b>	<b>2564</b>	<b>10956</b>	
<b>Hora pico p.m.</b>						
O/D	Uruca	San José	Sto. Tomás	Limón	Total	
Uruca	0	76	1175	431	1682	
San José	462	0	476	175	1113	
Sto. Tomás	2209	143	0	835	3187	
Limón	1389	92	1431	0	2912	
<b>Total</b>	<b>4060</b>	<b>311</b>	<b>3083</b>	<b>1440</b>	<b>8894</b>	

Año	2045				Factor de crecimiento	2,26
<b>Hora pico a.m.</b>						
O/D	Uruca	San José	Sto. Tomás	Limón	Total	
Uruca	0	1353	1206	1202	3761	
San José	1310	0	1014	1012	3336	
Sto. Tomás	1382	1204	0	1068	3655	
Limón	1238	1075	960	0	3273	
<b>Total</b>	<b>3930</b>	<b>3632</b>	<b>3180</b>	<b>3282</b>	<b>14025</b>	
<b>Hora pico p.m.</b>						
O/D	Uruca	San José	Sto. Tomás	Limón	Total	
Uruca	0	97	1504	551	2153	
San José	592	0	610	224	1425	
Sto. Tomás	2828	183	0	1068	4079	
Limón	1778	117	1832	0	3727	
<b>Total</b>	<b>5198</b>	<b>398</b>	<b>3946</b>	<b>1843</b>	<b>11385</b>	

- Demoras y niveles de servicio en la intersección con semáforo

Hora pico a.m.																
Movimiento	Limón-Sto. Tomás		Uruca-Limón		Limón-Sto. Tomás		Sto. Tomás-San José		San José-Uruca		Uruca-Limón		San José-Uruca		Sto. Tomás-San José	
Año	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S
2012	14,6	B	2,7	A	2,1	A	12,8	B	1,4	A	15	B	11,4	B	4,3	A
2015	16,2	B	3,6	A	2,1	A	13,3	B	1,7	A	14,5	B	12,8	B	3	A
2020	17,2	B	4,1	A	1,8	A	13,1	B	1,8	A	17,6	B	12,7	B	6,3	A
2025	18,7	B	6,7	A	2,1	A	14,3	B	2,5	A	18,5	B	15,3	B	5,3	A
2030	24,8	C	7,1	A	2	A	16,1	B	3	A	22,5	C	18,9	B	7,1	A
2035	33	D	9,2	A	2,2	A	22,1	C	3,1	A	34,8	D	25,4	C	8,2	A
2045	68,3	E	25,9	C	7,2	A	40,3	E	12	B	93,7	F	49	E	32,3	D
Hora pico p.m.																
Movimiento	Limón-Sto. Tomás		Uruca-Limón		Limón-Sto. Tomás		Sto. Tomás-San José		San José-Uruca		Uruca-Limón		San José-Uruca		Sto. Tomás-San José	
Año	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S
2012	13	B	5,2	A	1,5	A	12,3	B	1,9	A	11,2	B	9,2	A	1,6	A
2015	13,9	B	5,4	A	1,8	A	12,3	B	1,9	A	11,4	B	9,3	A	1,6	A
2020	12,8	B	7,2	A	1,3	A	17,3	B	3,1	A	13	B	9,6	A	2,9	A
2025	13,6	B	9,3	A	1,8	A	17,5	B	3,1	A	13,3	B	9,8	A	2,9	A
2030	15,1	B	13	B	1,6	A	22,8	C	3,6	A	15,7	B	10,3	B	0,3	A
2035	18,2	B	19,7	B	2,8	A	23	C	5,2	A	15,4	B	10	B	0,3	A
2045	44,2	E	50,2	E	12,4	B	73,3	E	16,5	B	30,6	D	11,2	B	0,6	A

- Demoras y niveles de servicio en los Cedas del intercambio

Hora pico a.m.															
Movimiento/Año	2012		2015		2020		2025		2030		2035		2045		
	NS	Demora													
Limón-Uruca	B	10,8	B	11,3	B	12,2	B	13,9	B	16,7	C	22,3	F	133,1	
Uruca-San José	B	11,2	B	11,7	B	12,9	B	14,5	B	17,8	C	25	F	135,3	
San José-Sto. Tomás	B	11,6	B	11,6	B	11,4	B	11,2	B	12,3	B	13,9	C	24,4	
Sto. Tomás-Limón	B	14	B	15	B	17,6	C	22,5	D	33,5	E	65,4	F	297	
Hora pico p.m.															
Movimiento/Año	2012		2015		2020		2025		2030		2035		2045		
	NS	Demora													
Limón-Uruca	B	14	B	14,5	B	14,8	B	16,3	B	18,4	C	22,2	E	74,8	
Uruca-San José	A	8,8	A	8,9	A	8,9	A	9	A	9,1	A	9,1	A	8,9	
San José-Sto. Tomás	B	10,1	B	10,4	B	10,7	B	11,6	B	12,4	B	15	B	19,7	
Sto. Tomás-Limón	B	11,2	B	11,6	B	12,4	B	13,5	B	15,3	B	18,2	E	40,6	

ii. Según los datos utilizados del Anteproyecto Conceptual para el diseño y Construcción del Proyecto corredor Vial: Circunvalación Norte-Florencio del Castillo, de Cal y Mayor y Asociados.

- Matrices origen-destino

2012 Hora pico a.m.				
O/D	Limón	San José	Sto. Tomás	Uruca
Limón	0	1859	1722	877
San José	458	0	75	73
Sto. Tomás	302	879	0	2982
Uruca	330	563	1777	0
2012 Hora pico p.m.				
O/D	Limón	San José	Sto. Tomás	Uruca
Limón	0	351	1256	441
San José	2249	0	684	1078
Sto. Tomás	707	22	0	2478
Uruca	803	44	2962	0

2015 Hora pico a.m.				
O/D	Limón	San José	Sto. Tomás	Uruca
Limón	0	2082	2071	845
San José	511	0	76	58
Sto. Tomás	346	976	0	3260
Uruca	357	615	1661	0
2015 Hora pico p.m.				
O/D	Limón	San José	Sto. Tomás	Uruca
Limón	0	323	1383	484
San José	2525	0	650	1032
Sto. Tomás	856	19	0	2494
Uruca	844	26	3023	0

2020 Hora pico a.m.				
O/D	Limón	San José	Sto. Tomás	Uruca
Limón	0	2670	2580	741
San José	552	0	52	81
Sto. Tomás	236	1054	0	3443
Uruca	411	635	1801	0
2020 Hora pico p.m.				
O/D	Limón	San José	Sto. Tomás	Uruca
Limón	0	471	1482	476
San José	2667	0	835	1265
Sto. Tomás	1083	21	0	2527
Uruca	951	40	3022	0

2025 Hora pico a.m.				
O/D	Limón	San José	Sto. Tomás	Uruca
Limón	0	3097	2644	781
San José	660	0	29	129
Sto. Tomás	332	1147	0	3367
Uruca	465	600	2035	0
2025 Hora pico p.m.				
O/D	Limón	San José	Sto. Tomás	Uruca
Limón	0	448	1445	427
San José	3289	0	966	1352
Sto. Tomás	802	25	0	2514
Uruca	1028	31	3229	0

2030 Hora pico a.m.				
O/D	Limón	San José	Sto. Tomás	Uruca
Limón	0	3331	2679	887
San José	662	0	33	128
Sto. Tomás	228	1293	0	3427
Uruca	455	711	2037	0
2030 Hora pico p.m.				
O/D	Limón	San José	Sto. Tomás	Uruca
Limón	0	634	1417	516
San José	3893	0	981	1375
Sto. Tomás	1424	23	0	2398
Uruca	807	49	3440	0

2035 Hora pico a.m.				
O/D	Limón	San José	Sto. Tomás	Uruca
Limón	0	3677	2586	877
San José	761	0	32	151
Sto. Tomás	232	1291	0	3547
Uruca	414	745	2132	0

2035 Hora pico p.m.				
O/D	Limón	San José	Sto. Tomás	Uruca
Limón	0	594	1667	517
San José	4256	0	979	1171
Sto. Tomás	1494	18	0	2530
Uruca	808	29	3343	0

2045 Hora pico a.m.				
O/D	Limón	San José	Sto. Tomás	Uruca
Limón	0	4430	2521	1031
San José	922	0	34	208
Sto. Tomás	418	1277	0	3824
Uruca	544	732	2628	0

2045 Hora pico p.m.				
O/D	Limón	San José	Sto. Tomás	Uruca
Limón	0	924	1802	593
San José	4631	0	1278	1188
Sto. Tomás	1617	19	0	2543
Uruca	910	43	3780	0

- Demoras y niveles de servicio en la intersección con semáforo

Hora pico a.m.																
Movimiento	Limón-Sto. Tomás		Uruca-Limón		Limón-Sto. Tomás		Sto. Tomás-San José		San José-Uruca		Uruca-Limón		San José-Uruca		Sto. Tomás-San José	
Año	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S
2012	71,7	E	71	E	68,1	E	116,5	F	1,8	A	11,5	B	52,8	E	3,1	A
2015	81,8	F	116,2	F	163	F	175,8	F	2,4	A	10,7	B	54,2	E	5,7	A
2020	215,2	F	129,7	F	295,3	F	248,2	F	1,8	A	11,6	B	55	E	8,7	A
2025	242,7	F	140,2	F	328,5	F	267,6	F	1,9	A	13,9	B	55,7	E	10	A
2030	245,9	F	149,6	F	371	F	279,7	F	1,5	A	13,9	B	57,8	E	11,7	B
2035	217	F	129,1	F	343,4	F	278,8	F	1,4	A	15,6	B	57,7	E	11,7	B
2045	229,8	F	154,2	F	323	F	271,9	F	1,3	A	17,3	B	55,7	E	11,4	B
Hora pico p.m.																
Movimiento	Limón-Sto. Tomás		Uruca-Limón		Limón-Sto. Tomás		Sto. Tomás-San José		San José-Uruca		Uruca-Limón		San José-Uruca		Sto. Tomás-San José	
Año	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S
2012	40,8	E	16	B	4,3	A	35,9	D	15,8	B	36,6	D	8,5	A	0,4	A
2015	57,5	E	29,1	C	7	A	50,7	E	21,3	C	43,1	E	6,4	A	0,5	A
2020	84,1	F	54,9	E	32,8	D	45,8	E	24,3	C	39,6	D	7,2	A	0,4	A
2025	90,7	F	49,8	E	38,1	D	61	E	40,3	E	79,6	F	12,5	B	0,6	A
2030	55,5	E	22,4	C	6,8	A	61	E	25,7	C	67,4	E	9,4	A	0,6	A
2035	81,3	F	60,6	E	36,7	D	50,7	E	20,9	C	48,4	E	7,6	A	4,2	A
2045	131,8	F	93,7	F	95,8	F	50,7	E	25,4	C	49,8	E	8,2	A	4,2	A

- Demoras y niveles de servicio en los Cedas del intercambio

Hora pico a.m.														
Movimiento/Año	2012		2015		2020		2025		2030		2035		2045	
	NS	Demora												
Limón-Uruca	B	13,3	B	12,8	B	12,2	B	12,2	B	13,1	B	13	B	14,7
Uruca-San José	B	13,8	B	15,3	B	16	B	15,4	B	18,8	B	19,1	B	16,4
San José-Sto. Tomás	B	15,8	B	16,1	B	16,1	B	15,2	B	14,6	B	14,6	B	14,6
Sto. Tomás-Limón	B	10,6	A	9,8	B	10,8	B	11,7	B	11	B	10,8	B	13,1
Hora pico p.m.														
Movimiento/Año	2012		2015		2020		2025		2030		2035		2045	
	NS	Demora												
Limón-Uruca	B	13,6	B	13,6	B	14	C	20,4	C	20,3	B	15,5	B	18,3
Uruca-San José	A	8,6	A	8,5	A	8,5	A	8,5	A	8,6	A	8,5	A	8,5
San José-Sto. Tomás	B	14,6	B	16,1	B	16	D	36,9	E	42,6	E	47,8	F	329
Sto. Tomás-Limón	C	24,9	E	41,3	F	134,8	E	60	F	212,4	F	242,2	F	421,5

iii. Según los datos de Cal y Mayor y Asociados, resultados del análisis con un tercer carril por sentido en la rotonda con semáforo.

- Demoras y niveles de servicio en la intersección con semáforo

Hora pico a.m.																
Movimiento	Limón-Sto. Tomás		Uruca-Limón		Limón-Sto. Tomás		Sto. Tomás-San José		San José-Uruca		Uruca-Limón		San José-Uruca		Sto. Tomás-San José	
Año	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S
2012	20,5	B	9	A	5	A	25,6	C	0,2	A	9,5	A	14,5	B	0,6	A
2015	16,7	B	29	C	13,3	B	49,6	E	0,4	A	9,4	A	26,4	C	1,5	A
2020	56,6	E	123,2	F	59,3	E	112,7	F	0,8	A	11	B	51,2	E	5,9	A
2025	67,4	E	117,6	F	80,5	F	123,1	F	0,7	A	12,4	B	46,2	E	8,3	A
2030	67,8	E	58,9	E	128,1	F	119,2	F	0,5	A	11,1	B	32,1	D	6,2	A
2035	64,3	E	114,5	F	93,6	F	122,1	F	0,7	A	14,5	B	47,5	E	10,1	B
2045	66,7	E	109	F	80	F	119,2	F	0,7	A	14,1	B	42,4	E	8,6	A
Hora pico p.m.																
Movimiento	Limón-Sto. Tomás		Uruca-Limón		Limón-Sto. Tomás		Sto. Tomás-San José		San José-Uruca		Uruca-Limón		San José-Uruca		Sto. Tomás-San José	
Año	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S
2012	13,3	B	1,9	A	1,8	A	11,7	B	2	A	16,1	B	12	B	7,5	A
2015	15,4	B	2	A	2,7	A	11,7	B	1,9	A	16,5	B	11,6	B	7,6	A
2020	15,8	B	2,3	A	1,4	A	16,3	B	4	A	21,1	C	10,8	B	7,3	A
2025	16,1	B	2,4	A	0,9	A	21,1	C	7,1	A	24,1	C	9,5	A	5,4	A
2030	14	B	2,1	A	0,8	A	25,9	C	5,8	A	27,1	C	8,3	A	3,9	A
2035	16,4	B	3,3	A	2,4	A	16,3	B	2,8	A	20,5	C	10,1	B	7,7	A
2045	17,2	B	7,4	A	1,9	A	21,1	C	6,1	A	22,5	C	8,5	A	4,9	A

- Demoras y niveles de servicio en los Cedas del intercambio

Hora pico a.m.														
Movimiento/Año	2012		2015		2020		2025		2030		2035		2045	
	NS	Demora												
Limón-Uruca	B	13	B	12,5	B	11,9	B	12,6	B	13,6	B	13,4	B	14,4
Uruca-San José	B	10,6	B	10,7	B	11,1	B	10,7	B	11,7	B	11,7	B	11,7
San José-Sto. Tomás	B	11,1	B	13,4	B	16,7	B	15,7	B	13,9	B	14,9	B	14,7
Sto. Tomás-Limón	A	9,4	A	9,5	A	9,3	A	9,7	A	9,3	A	9,3	B	10,1
Hora pico p.m.														
Movimiento/Año	2012		2015		2020		2025		2030		2035		2045	
	NS	Demora												
Limón-Uruca	B	11,2	B	11,2	B	12,1	B	12,2	B	12,5	B	13,4	B	12,6
Uruca-San José	A	8,5	B	11,7	A	8,5								
San José-Sto. Tomás	B	13,7	B	14,4	B	17,3	B	18,4	B	17,3	B	14,9	F	77,1
Sto. Tomás-Limón	B	11,5	B	12,8	B	16,8	B	13,4	C	26,4	A	9,3	E	52,1



***II. Rotonda con semáforo, intersección La Uruca***

i. **Proyecciones según los datos utilizados del informe de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito.**

▪ **Matrices origen-destino**

Año		2012			
Hora pico a.m.					
O/D	Pozuelo	Ruta 1	San José	Ruta 32	Total
Pozuelo	0	512	457	511	1480
Ruta 1	445	0	455	508	1408
San José	409	469	0	467	1345
Ruta 32	536	614	548	0	1698
<b>Total</b>	<b>1390</b>	<b>1595</b>	<b>1460</b>	<b>1486</b>	<b>5931</b>
Hora pico p.m.					
O/D	Pozuelo	Ruta 1	San José	Ruta 32	Total
Pozuelo	0	379	259	298	936
Ruta 1	459	0	437	502	1398
San José	238	331	0	260	829
Ruta 32	559	778	531	0	1868
<b>Total</b>	<b>1256</b>	<b>1488</b>	<b>1227</b>	<b>1060</b>	<b>5031</b>

Año		2015				Factor de crecimiento
						1,08
Hora pico a.m.						
O/D	Pozuelo	Ruta 1	San José	Ruta 32	Total	
Pozuelo	0	551	492	550	1594	
Ruta 1	479	0	490	547	1516	
San José	440	505	0	503	1448	
Ruta 32	577	661	590	0	1829	
<b>Total</b>	<b>1425</b>	<b>1718</b>	<b>1572</b>	<b>1600</b>	<b>6387</b>	
Hora pico p.m.						
O/D	Pozuelo	Ruta 1	San José	Ruta 32	Total	
Pozuelo	0	408	279	321	1008	
Ruta 1	494	0	471	541	1505	
San José	256	356	0	280	893	
Ruta 32	602	838	572	0	2012	
<b>Total</b>	<b>1353</b>	<b>1602</b>	<b>1321</b>	<b>1142</b>	<b>5418</b>	

Año	2020				Factor de crecimiento	1,22
<b>Hora pico a.m.</b>						
O/D	Pozuelo	Ruta 1	San José	Ruta 32	Total	
Pozuelo	0	624	557	623	1803	
Ruta 1	542	0	554	619	1716	
San José	498	571	0	569	1639	
Ruta 32	653	744	664	0	2061	
<b>Total</b>	<b>1694</b>	<b>1939</b>	<b>1775</b>	<b>1811</b>	<b>7218</b>	
<b>Hora pico p.m.</b>						
O/D	Pozuelo	Ruta 1	San José	Ruta 32	Total	
Pozuelo	0	462	316	363	1140	
Ruta 1	559	0	532	612	1703	
San José	290	403	0	317	1010	
Ruta 32	681	943	643	0	2267	
<b>Total</b>	<b>1530</b>	<b>1808</b>	<b>1491</b>	<b>1292</b>	<b>6121</b>	

Año	2025				Factor de crecimiento	1,38
<b>Hora pico a.m.</b>						
O/D	Pozuelo	Ruta 1	San José	Ruta 32	Total	
Pozuelo	0	706	630	704	2040	
Ruta 1	613	0	627	700	1941	
San José	564	647	0	644	1854	
Ruta 32	739	846	755	0	2341	
<b>Total</b>	<b>1916</b>	<b>2199</b>	<b>2013</b>	<b>2048</b>	<b>8176</b>	
<b>Hora pico p.m.</b>						
O/D	Pozuelo	Ruta 1	San José	Ruta 32	Total	
Pozuelo	0	522	357	411	1290	
Ruta 1	633	0	602	692	1927	
San José	328	456	0	358	1143	
Ruta 32	771	1072	732	0	2575	
<b>Total</b>	<b>1731</b>	<b>2051</b>	<b>1691</b>	<b>1461</b>	<b>6935</b>	

Año	2030				Factor de crecimiento	1,56
<b>Hora pico a.m.</b>						
O/D	Pozuelo	Ruta 1	San José	Ruta 32	Total	
Pozuelo	0	799	713	797	2308	
Ruta 1	694	0	710	792	2196	
San José	638	731	0	728	2098	
Ruta 32	836	958	855	0	2648	
<b>Total</b>	<b>2168</b>	<b>2488</b>	<b>2277</b>	<b>2318</b>	<b>9250</b>	
<b>Hora pico p.m.</b>						
O/D	Pozuelo	Ruta 1	San José	Ruta 32	Total	
Pozuelo	0	591	404	465	1460	
Ruta 1	716	0	682	783	2180	
San José	371	516	0	406	1293	
Ruta 32	872	1213	828	0	2913	
<b>Total</b>	<b>1959</b>	<b>2321</b>	<b>1914</b>	<b>1653</b>	<b>7847</b>	

Año	2035				Factor de crecimiento	1,76
<b>Hora pico a.m.</b>						
O/D	Pozuelo	Ruta 1	San José	Ruta 32	Total	
Pozuelo	0	903	806	902	2612	
Ruta 1	785	0	803	896	2485	
San José	722	828	0	824	2373	
Ruta 32	946	1083	967	0	2996	
<b>Total</b>	<b>2453</b>	<b>2815</b>	<b>2576</b>	<b>2622</b>	<b>10466</b>	
<b>Hora pico p.m.</b>						
O/D	Pozuelo	Ruta 1	San José	Ruta 32	Total	
Pozuelo	0	669	457	526	1652	
Ruta 1	810	0	771	886	2467	
San José	420	584	0	459	1463	
Ruta 32	986	1373	937	0	3296	
<b>Total</b>	<b>2216</b>	<b>2626</b>	<b>2165</b>	<b>1870</b>	<b>8878</b>	

Año	2045				Factor de crecimiento	2,26
<b>Hora pico a.m.</b>						
O/D	Pozuelo	Ruta 1	San José	Ruta 32	Total	
Pozuelo	0	1157	1032	1154	3343	
Ruta 1	1005	0	1028	1147	3180	
San José	924	1059	0	1055	3038	
Ruta 32	1211	1387	1238	0	3836	
<b>Total</b>	<b>3140</b>	<b>3603</b>	<b>3298</b>	<b>3357</b>	<b>13397</b>	
<b>Hora pico p.m.</b>						
O/D	Pozuelo	Ruta 1	San José	Ruta 32	Total	
Pozuelo	0	856	585	673	2114	
Ruta 1	1037	0	987	1134	3158	
San José	538	748	0	587	1873	
Ruta 32	1263	1757	1199	0	4220	
<b>Total</b>	<b>2837</b>	<b>3361</b>	<b>2772</b>	<b>2394</b>	<b>11364</b>	

- Demoras y niveles de servicio en la intersección con semáforo

Hora pico a.m.																
Dirección	Ruta 32- San José		Pozuelo- Ruta 32		Ruta 32- San José		San José- Ruta 1		Ruta 1- Pozuelo		Pozuelo- Ruta 32		Ruta 1- Pozuelo		San José- Ruta 1	
Año	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S
2012	15,1	B	3,3	A	1,6	A	13,1	B	1,5	A	12,7	B	12	B	3,4	A
2015	17,2	B	2,8	A	1,2	A	14,6	B	1,5	A	13,1	B	12,3	B	3,5	A
2020	17,3	B	4,5	A	1,4	A	15,5	B	2,4	A	13	B	12,9	A	3,7	A
2025	18,7	B	6,7	A	2,1	A	14,3	B	2,5	A	18,5	B	15,3	B	5,3	A
2030	23,6	C	9,8	A	2,2	A	19,3	B	4,1	A	17,7	B	16,1	B	3	A
2035	32,1	C	10,5	B	3,6	A	25,2	C	5	A	21,8	C	20,5	C	3,1	A
2045	93,1	F	45,3	E	24	C	44,3	E	9,3	A	35,7	D	34,6	D	5,7	A
Hora pico p.m.																
Dirección	Ruta 32- San José		Pozuelo- Ruta 32		Ruta 32- San José		San José- Ruta 1		Ruta 1- Pozuelo		Pozuelo- Ruta 32		Ruta 1- Pozuelo		San José- Ruta 1	
Año	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S
2012	12,8	B	3,2	A	1,5	A	11,9	B	1,4	A	11,6	B	11,3	B	3,2	A
2015	13,3	B	3,4	A	1,6	A	12,1	B	1,4	A	11,8	B	11,6	B	3,3	A
2020	13,1	B	4,5	A	1,3	A	13,4	B	1,5	A	12,2	B	12,2	B	3,4	A
2025	13	B	6	A	1,8	A	15	B	1,6	A	13,5	B	11,9	B	2,6	A
2030	14,4	B	4,3	A	2,5	A	17,2	B	2,7	A	15,2	B	11,8	B	3,2	A
2035	16,9	B	6,5	A	2,1	A	18,6	B	3,5	A	17,6	B	12,9	B	4	A
2045	25,8	C	9,9	A	3,8	A	31,4	D	4,5	A	28,5	C	20	B	3,2	A

- Demoras y niveles de servicio en los Cedas del intercambio

Hora pico a.m.															
Movimiento/Año	2012		2015		2020		2025		2030		2035		2045		
	NS	Demora													
Limón-Uruca	B	10,7	B	10,8	B	11,5	B	12,5	B	14,1	B	16,9	E	44,1	
Uruca-San José	B	10,5	B	10,8	B	11,4	B	12,4	B	13,9	B	16,5	D	39,6	
San José-Sto. Tomás	B	11	B	11,2	B	11	B	11,9	B	13,4	B	15,9	E	44,6	
Sto. Tomás-Limón	B	13,6	B	14,,6	B	16,9	C	21,1	D	30,2	E	55,2	F	260,5	

Hora pico p.m.															
Movimiento/Año	2012		2015		2020		2025		2030		2035		2045		
	NS	Demora													
Limón-Uruca	B	10,9	B	11	B	11,6	B	12,6	B	14,1	B	16,6	D	39,8	
Uruca-San José	B	10,1	B	10,1	B	10,1	B	10,6	B	11,2	B	12	B	15,4	
San José-Sto. Tomás	B	11,1	B	11	B	11	B	11,5	B	12,5	B	14,4	C	27,7	
Sto. Tomás-Limón	B	10,5	B	10,7	B	11,1	B	11,8	B	12,6	B	13,7	B	18,4	

ii. Según los datos utilizados del Anteproyecto Conceptual para el diseño y Construcción del Proyecto corredor Vial: Circunvalación Norte-Florencio del Castillo, de Cal y Mayor y Asociados.

▪ Matrices origen-destino

2012 Hora pico a.m.				
O/D	Ruta 32	Ruta 1	San José	Pozuelo
Ruta 32	0	2060	14	631
Ruta 1	1897	0	294	90
San José	30	1326	0	1079
Pozuelo	488	142	213	0

2012 Hora pico p.m.				
O/D	Ruta 32	Ruta 1	San José	Pozuelo
Ruta 32	0	2315	0	120
Ruta 1	2226	0	1372	0
San José	167	395	0	27
Pozuelo	854	788	1051	0

2015 Hora pico a.m.				
O/D	Ruta 32	Ruta 1	San José	Pozuelo
Ruta 32	0	2219	13	727
Ruta 1	1974	0	363	87
San José	50	1405	0	1153
Pozuelo	343	150	293	0

2015 Hora pico p.m.				
O/D	Ruta 32	Ruta 1	San José	Pozuelo
Ruta 32	0	2386	0	131
Ruta 1	2195	0	1333	0
San José	184	131	0	67
Pozuelo	846	873	1386	0

2020 Hora pico a.m.				
O/D	Ruta 32	Ruta 1	San José	Pozuelo
Ruta 32	0	2274	16	766
Ruta 1	2329	0	155	102
San José	33	1571	0	1745
Pozuelo	375	184	302	0

2020 Hora pico p.m.				
O/D	Ruta 32	Ruta 1	San José	Pozuelo
Ruta 32	0	2396	0	280
Ruta 1	2040	0	1541	0
San José	209	255	0	288
Pozuelo	894	1019	1642	0

2025 Hora pico a.m.				
O/D	Ruta 32	Ruta 1	San José	Pozuelo
Ruta 32	0	2314	27	785
Ruta 1	2189	0	559	176
San José	44	1612	0	2195
Pozuelo	502	176	126	0

2025 Hora pico p.m.				
O/D	Ruta 32	Ruta 1	San José	Pozuelo
Ruta 32	0	2441	0	244
Ruta 1	2232	0	1581	0
San José	235	465	0	437
Pozuelo	897	1082	2233	0

2030 Hora pico a.m.				
O/D	Ruta 32	Ruta 1	San José	Pozuelo
Ruta 32	0	2394	42	811
Ruta 1	2218	0	702	272
San José	93	1684	0	2809
Pozuelo	522	203	433	0

2030 Hora pico p.m.				
O/D	Ruta 32	Ruta 1	San José	Pozuelo
Ruta 32	0	2466	0	218
Ruta 1	2256	0	1601	0
San José	227	778	0	225
Pozuelo	906	1212	2315	0

2035 Hora pico a.m.				
O/D	Ruta 32	Ruta 1	San José	Pozuelo
Ruta 32	0	2385	49	870
Ruta 1	2148	0	1020	315
San José	103	1867	0	2893
Pozuelo	592	231	524	0

2035 Hora pico p.m.				
O/D	Ruta 32	Ruta 1	San José	Pozuelo
Ruta 32	0	2349	8	336
Ruta 1	2045	0	1539	58
San José	211	763	0	323
Pozuelo	1016	1322	2546	0

2045 Hora pico a.m.				
O/D	Ruta 32	Ruta 1	San José	Pozuelo
Ruta 32	0	2583	90	1133
Ruta 1	2250	0	1399	583
San José	149	1891	0	3903
Pozuelo	703	335	824	0

2045 Hora pico p.m.				
O/D	Ruta 32	Ruta 1	San José	Pozuelo
Ruta 32	0	2519	8	378
Ruta 1	2224	0	1907	59
San José	241	852	0	916
Pozuelo	1184	1465	3120	0

- Demoras y niveles de servicio en los Cedas del intercambio

Hora pico a.m.																
Dirección	Ruta 32- San José		Pozuelo- Ruta 32		Ruta 32- San José		San José- Ruta 1		Ruta 1- Pozuelo		Pozuelo- Ruta 32		Ruta 1- Pozuelo		San José- Ruta 1	
Año	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S
2012	55,2	E	0,8	A	10,8	B	6	A	1,7	A	9,1	A	58,5	E	1,5	A
2015	53,5	E	0,6	A	11,5	B	6	A	1,7	A	11,2	B	58,4	E	2	A
2020	48,6	E	0,7	A	12,9	B	7,5	A	1,5	A	10,9	B	55,7	E	1,5	A
2025	28,6	C	1,1	A	8,9	A	12	B	1,1	A	11,2	B	33	D	1,7	A
2030	32,9	D	1,3	A	12,2	B	11,4	B	1	A	13,4	B	41,7	E	1,7	A
2035	33,1	D	1,5	A	5,9	A	13,8	B	1,5	A	13,9	B	45,7	E	2,1	A
2045	37,1	D	2,5	A	9,1	A	13,7	B	3,3	A	20,6	C	56,9	E	11	B
Hora pico p.m.																
Dirección	Ruta 32- San José		Pozuelo- Ruta 32		Ruta 32- San José		San José- Ruta 1		Ruta 1- Pozuelo		Pozuelo- Ruta 32		Ruta 1- Pozuelo		San José- Ruta 1	
Año	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S	Demora	N.S
2012	-	-	1,2	A	-	-	2,7	A	-	-	3,5	A	-	-	0,2	A
2015	-	-	1,2	A	-	-	2,4	A	-	-	3,5	A	-	-	0,1	A
2020	-	-	1,3	A	-	-	2,5	A	-	-	3,6	A	-	-	0,1	A
2025	-	-	1,3	A	-	-	2,8	A	-	-	3,6	A	-	-	0,2	A
2030	-	-	1,3	A	-	-	3,3	A	-	-	3,7	A	-	-	0,3	A
2035	60,4	E	1,8	A	4,1	A	4,3	A	6,6	A	6,1	A	52,1	E	2,4	A
2045	45,4	E	2,9	A	1,6	A	5,3	A	5,5	A	7,2	A	40,6	E	2	A

- Demoras y niveles de servicio en los Cedas del intercambio

Hora pico a.m.														
Movimiento/Año	2012		2015		2020		2025		2030		2035		2045	
	NS	Demora												
Ruta 32-Pozuelo	B	10,4	B	10,9	B	11,1	B	11,6	B	11,4	B	11,9	B	16,6
Pozuelo-Ruta 1	B	11,9	B	11,9	B	11,5	B	11,4	B	11,6	D	32,5	C	26
Ruta1-San José	A	9	A	9,2	A	9,9	A	9,9	B	10,6	B	12,6	B	19,7
San José-Ruta 32	B	10,2	A	9,7	B	10,4	B	10,4	B	10,7	B	11,1	B	12,1
Hora pico p.m.														
Movimiento/Año	2012		2015		2020		2025		2030		2035		2045	
	NS	Demora												
Ruta 32-Pozuelo	A	8,6	A	8,6	A	8,9	A	8,8	A	8,8	A	9,3	A	9,4
Pozuelo-Ruta 1	B	14,4	B	12,5	B	16,3	C	22,4	E	58,8	E	55,2	F	84,1
Ruta1-San José	B	16,2	B	15,5	B	20	C	21,31	C	22	C	20,4	E	44,9
San José-Ruta 32	B	13,2	B	13,3	B	14	B	14,3	B	14,3	B	15,3	B	18,1