

Estimación de demanda de tránsito en la carretera Florencio del Castillo, Costa Rica

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Gustavo Rojas Moya, Ing. Pedro Castro Fernández, Ing. Pedro Castro Fernández, Ing. German Valverde González, Ing. Alejandro Medina Angulo, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.



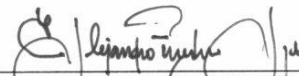
Ing. Gustavo Rojas Moya.
Director



Ing. Pedro Castro Fernández.
Profesor Guía



Ing. German Valverde González.
Profesor Lector



Ing. Alejandro Medina Angulo.
Profesor Observador

Abstract

Due to the need of updating and broadening the previous demand studies, this project aims to develop a demand study applied to the case of Florencio del Castillo road, Costa Rica. This work focuses on discovering the traffic demand in the road, whereas serving as a supply for government authorities that must make decisions about an intervention.

For this purpose, demographic and socioeconomic information on the transportation zones surrounding the road was gathered. This database was systematized and filtered for its final processing, using diverse mathematical procedures.

Finally, the transit demand was obtained. Thus, different upgrading proposals were evaluated to assess their impact on current traffic conditions.

Key words:

Demand study, travel demand, transportation model, Florencio del Castillo, route N° 2.

Resumen

Frente a la necesidad de actualizar y ampliar estudios previos de demanda, este proyecto busca realizar un estudio de demanda aplicado al caso de la carretera Florencio del Castillo, Costa Rica. Este trabajo tiene como fin servir de insumo para las autoridades gubernamentales que deben tomar decisiones sobre su intervención.

Para este fin, se recopila información demográfica y socioeconómica de las zonas de transporte en torno a la carretera. Estas bases de datos se digitalizan y filtran para su posterior procesamiento utilizando métodos matemáticos.

Finalmente, se obtiene la demanda de tránsito para la zona. Aunado a esto, se evaluarán las distintas propuestas de mejoramiento valorar su impacto sobre las condiciones de tráfico actuales.

Palabras claves:

Estudio de demanda, demanda de tránsito, modelo de transportes, Florencio del Castillo, ruta N°2.

Estimación de demanda de tránsito en la carretera Florencio del Castillo, Costa Rica

Estimación de demanda de tránsito en la carretera Florencio del Castillo, Costa Rica

MARÍA ESTEFANÍA COTO SOLANO

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

Setiembre de 2018

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio.....	1
Resumen ejecutivo	2
Introducción	4
ALCANCES Y LIMITACIONES.....	5
Marco teórico	7
GENERACIÓN DE TRÁNSITO.....	7
DISTRIBUCIÓN DE TRÁNSITO.....	8
REPARTO MODAL	9
ASIGNACIÓN DE TRÁFICO	9
NIVEL DE SERVICIO	9
Metodología	12
ÁREA DE ESTUDIO	12
BASE DE DATOS	15
GENERACIÓN DE TRÁNSITO	16
DISTRIBUCIÓN DE TRÁNSITO.....	18
REPARTO MODAL	20
ASIGNACIÓN DE TRÁFICO	21
NIVEL DE SERVICIO	23
GENERACIÓN DE TRÁNSITO	25
DISTRIBUCIÓN DE TRÁNSITO.....	25
REPARTO MODAL	27
ASIGNACIÓN DE TRÁFICO	30
NIVEL DE SERVICIO	35
Conclusiones y recomendaciones	54
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES.....	54
Apéndices	56
Anexos	57
Referencias bibliográficas	58

Prefacio

Diversos estudios de tránsito se han realizado en las últimas dos décadas para justificar la necesidad de mejorar la vía Florencio del Castillo, los cuales ahora están desactualizados.

Las pérdidas ocasionadas por congestión en esta carretera afectan a todos los sectores de la economía de esta región del país: los trabajadores que requieren transitarla diariamente, el transporte de carga que se moviliza hacia el Caribe y la Zona Sur, y se debilita el atractivo de invertir para empresas que generen empleo local y también desincentiva al sector turismo.

El presente estudio brinda recomendaciones a los tomadores de decisiones sobre las intervenciones por realizar, con el fin de mejorar la movilidad entre las ciudades de Cartago y San José.

Por otro lado, se agradece al Ing. Carlos Rueda Segura del Consejo Nacional de Concesiones por aportar este caso de estudio, junto a los insumos recopilados de antecedentes.

Asimismo, la Ing. Lil Moya Fernández, del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, cumplió un papel fundamental para la obtención de datos de fuentes primarias acerca de estudios realizados previamente.

También, las municipalidades de El Guarco, Cartago, La Unión, Curridabat, Desamparados, Goicoechea, Montes de Oca y San José fueron claves para obtener la información territorial relativa a la distribución de uso de suelo en sus cantones. Se agradece el material aportado de sus respectivos planos de zonificación y red vial cantonal, acorde con sus capacidades y restricciones.

Al geógrafo Godofredo Rojas Mata, quien tuvo una participación fundamental en las primeras etapas del proyecto, instruyendo sobre el uso de sistemas de información geográfica para la representación gráfica de los datos mediante cartografía.

Además, un agradecimiento al Dr. Pedro Castro Fernández y al Arq. Carlos Ugalde Hernández, por su acompañamiento durante el

desarrollo del estudio y por generar los vínculos con las instituciones de Gobierno pertinentes.

Además, gracias al Ing. Germán Valverde González, por su anuencia a revisar y brindar criterios técnicos a este trabajo desde su perspectiva como especialista en transportes.

Finalmente, se agradece especialmente al Dr. Jeffrey LaMondia, profesor tutor en la Universidad de Auburn, por guiar de manera ordenada y metódica el desarrollo de cada etapa de este trabajo. En ese sentido, el profesor LaMondia veló, tanto por la comprensión académica de los conceptos que envuelve el trabajo, como por la solución práctica y ajustada a la realidad nacional del caso de estudio.

Resumen ejecutivo

El objetivo principal de este trabajo es conocer la demanda de tránsito en la carretera Florencio del Castillo con el fin de evaluar propuestas de mejora.

El desarrollo del estudio se basa en la utilización del modelo clásico de transportes para encontrar el volumen vehicular circulante en esta carretera. Para obtener el conocimiento técnico de cómo aplicar el modelo a este caso de estudio, se realizó una pasantía en la Universidad de Auburn, Alabama, Estados Unidos.

El modelo se basa en la utilización de datos demográficos y de comportamiento de la población para predecir su movilidad. Los principales insumos que conforman la base de datos procedieron de censos del Instituto Nacional de Estadística y Censos del año 2011 y de la Encuesta de Hogares realizada para el programa PRUGAM en el año 2007.

El área geográfica del estudio incluye 8 cantones, convertidos en 64 pares origen-destino, para los que se halló el número de personas viajantes entre ellos. En ese sentido, algunos cantones destacan como principales productores de viajes y otros como atractores, según la distribución de usos de suelo en su territorio. La ciudad de San José posee la particularidad de fungir simultáneamente como el punto de mayor producción y atracción de viajes, lo cual demuestra la función de nodo que cumple en la distribución vial y de transporte público del valle Central.

El número de personas entre un par se traduce a volumen de vehículos por ruta por medio del procedimiento de asignación de tránsito. En éste, se enlistan todas las posibles rutas que una persona puede tomar para trasladarse y se le asignan pesos de preferencia según el costo que representa para el usuario. Los costos son contemplados más allá del tiempo de traslado, incluyendo los gastos asociados con la tenencia de un vehículo privado y con el valor del tiempo que se pierde de manera no productiva en traslados,

independientemente del modo de transporte utilizado.

En total, se incluyen 309 combinaciones de rutas. Los modos de transporte incluidos en el cálculo fueron solo motorizados, específicamente vehículos privados y unidades de autobús. Los viajes realizados por tren fueron restados de la matriz, ya que el objetivo fue tomar en cuenta solo aquellos que ocupan la infraestructura de las carreteras.

Luego, se compila, para cada camino, el número de vehículos que transitan, a partir de las combinaciones de rutas. De los 29 caminos incluidos, finalmente se seleccionan los cuatro segmentos que componen la carretera Florencio del Castillo desde Hacienda Vieja hasta La Lima.

Para validar los datos obtenidos en este trabajo, el número de vehículos calculado que transita por hora fue comparado con el número de vehículos medidos en campo. En ese sentido, las mediciones de campo proceden de diversas estaciones de radar suministradas por el MOPT.

El nivel de servicio es el parámetro cualitativo escogido para dimensionar el desempeño de la carretera según el flujo vehicular calculado. Para esto, se utiliza una tabla proporcionada por LANAMME-UCR, donde se establecen valores límites de Tránsito Promedio Diario según el nivel de servicio esperado.

Además de obtener los números para el escenario actual, la comparación de nivel de servicio se realiza para cinco escenarios más, con la combinación de distintas intervenciones posibles. Las intervenciones evaluadas son la ampliación de carriles y la creación de una nueva ruta que sirva de unión entre el final de la carretera en Hacienda Vieja con Circunvalación.

En ese sentido, se llega a la conclusión principal de que la creación de nuevas rutas genera más presión de tránsito al atraer nuevos usuarios que anteriormente utilizaban rutas alternas. Esto supone inconvenientes para la opción de construir la nueva ruta mencionada. La ampliación de carriles

puede ser una intervención que genere reducciones en el tiempo de viaje.

Es importante recalcar que la carretera Florencio del Castillo es parte de una red. Para mejorar la movilidad entre las ciudades de Cartago y San José globalmente, debe invertirse en mejoras no solo de esta vía, sino también en los caminos alternos y los modos de transporte colectivo.

Un obstáculo presentado para este estudio fue el descubrimiento de asimetrías entre los procedimientos utilizados en Estados Unidos, según lo recomendado por el Transportation Research Board, y la realidad de movilidad en Costa Rica.

Valores como el factor de fricción para la distribución de viajes y el nivel de servicio no pueden ser utilizados según la metodología de esta entidad debido a que produjeron resultados incongruentes.

Por tanto, se recomienda categóricamente para futuros estudios el trabajar en el desarrollo de funciones propias para el país que cubran estas deficiencias.

Introducción

Este trabajo tiene como objetivo principal sumarse a los esfuerzos realizados, tanto por instituciones públicas, como por consultores privados para determinar el tipo de mejoramiento necesario que debe ejecutar el Gobierno sobre la ruta Florencio del Castillo, Costa Rica.

Esta ruta es de vital importancia para el país, pues representa una de las principales vías para la movilización de personas y mercancías de la provincia de Cartago, Zona Sur y Zona Atlántica, hacia y desde la capital. Las pérdidas generadas por congestión vial afectan la calidad de vida de los habitantes que requieren de este corredor para ejecutar sus actividades diarias y también influyen en las actividades económicas de importación, exportación y transporte de suministros.

Diversos estudios de tránsito se han realizado en las últimas dos décadas para justificar, ante los tomadores de decisiones, la necesidad de mejorar esta vía. En el año 2000, el estudio de demanda realizado por LCR Logística S.A. (2001) señaló que el tramo La Galera-Taras, y específicamente el segmento San Rafael-Taras, requería atención crítica, pues las fuertes pendientes y el tránsito de vehículos pesados reducen la capacidad de la vía. En aquel momento, se estimó que para el año 2030 el flujo diario de vehículos superaría la capacidad diaria en cuatro segmentos de la carretera. Las proyecciones son soportadas por las mediciones de tránsito promedio diario realizadas por el MOPT en 2010, donde se indicó que para ese momento, ya toda la ruta presentaba inestabilidad en el flujo, con pequeños congestionamientos (MOPT, 2011).

Según Silvia Hidalgo, coordinadora de la Zona Económica Especial de Cartago (2017), de mejorar el flujo vehicular para acceder a la provincia, “Cartago podría posicionarse aún más como una provincia apta para la inversión. Cartago posee un gran potencial de atracción de turistas nacionales y extranjeros, por lo que este sector también será uno de los grandes beneficiados de la mejora en el corredor vial”.

En efecto, en los cantones cartagineses de Cartago, El Guarco y Oreamuno las principales actividades productivas corresponden al área agrícola, de ganadería o industria manufacturera (INDER, 2016), las cuales se verían beneficiadas en gran medida por las mejoras a la carretera Florencio del Castillo. Además, debe considerarse que los principales puertos para la exportación son el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría y la Terminal de Contenedores de Moín (PROCOTER, 2017). Gracias a su posición geográfica, la provincia de Cartago y sus corredores viales desempeñan una función primordial en el éxito de la movilización de dichas mercancías.

El Plan Nacional de Desarrollo Urbano para el Gran Área Metropolitana (conocido como Plan GAM 13-30), herramienta guía para el desarrollo urbano del Área Metropolitana, reconoce la importancia de mejorar la conectividad este-oeste de la GAM para flujos de larga distancia como los de trasiego de mercancías (INVU, 2013). En este plan, se señalan puntualmente las intervenciones recomendadas en cuanto a ampliación de carriles y distribución de modos de transporte, tanto en la carretera Florencio del Castillo como en las rutas alternas 218, 251, el camino cantonal de Coris, Cartago y la vía férrea.

Recientemente, fue presentado un proyecto de iniciativa popular llamado “Corredor Vial San José-Cartago”, el cual propone la ampliación a tres carriles por sentido y la mejora de intersecciones. La inversión estimada supera los \$200 millones de dólares (Consejo Nacional de Concesiones, 2017). Se debe aclarar que ya se aprobó la ley que autoriza su financiamiento mediante fideicomiso, sin embargo, se está a la espera de una actualización de los estudios de demanda correspondientes, para proceder con la inversión.

Frente a esta necesidad, el presente proyecto busca aportar material a los tomadores de decisión con respecto a la demanda real que absorberá el corredor vial.

El Laboratorio de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME) de la Universidad de Costa Rica realizó en 2015 el análisis más reciente para la intervención de la ruta N°2 desde Hacienda Vieja, Curridabat hasta La Lima, Cartago. Este estudio expresa, en sus alcances y limitaciones, que se contemplaron en los conteos solo los vehículos que actualmente son usuarios de la vía, excluyendo los potenciales usuarios que en este momento prefieren rutas alternas, pero que podrían utilizar la carretera Florencio del Castillo de realizarse mejoras (LANAMME, 2015). Para considerar entonces la demanda real existente en toda la zona circundante a la carretera Florencio del Castillo, este proyecto estudiará un área que contempla las vías alternas utilizadas por los usuarios viajantes entre las ciudades de Cartago y San José.

Los estudios de demanda constan clásicamente de cuatro etapas: generación, distribución, reparto modal y asignación (Ponnuswamy & Johnson, 2012). Para aprender sobre el proceso de elaboración del estudio de tránsito, se consideró como parte de este trabajo el realizar una pasantía en la Universidad de Auburn, Alabama, en Estados Unidos.

El primer objetivo fue recopilar información de variables socioeconómicas que influyen en el modelo de transportes. En este primer paso, se delimitó geográficamente el área de estudio y se comenzaron a elaborar las bases de datos de estadísticas correspondientes.

El segundo objetivo específico consistió en adecuar y procesar las bases de datos según los métodos matemáticos escogidos para desarrollar cada etapa del modelo de transportes.

El tercer y último objetivo específico tuvo como fin evaluar los resultados de tránsito en las distintas posibilidades de mejora propuestas para la carretera.

La estructura en que se desarrolla este trabajo se desglosa en tres capítulos principales: marco teórico, metodología y resultados. A su vez, cada uno de ellos posee un subcapítulo para cada uno de los cuatro pasos del modelo de transportes, además de un subcapítulo adicional en el que se analizan los resultados del modelo.

Generar información más amplia y actualizada es una necesidad urgente para las autoridades en instituciones gubernamentales como las adscritas al Ministerio de Obras Públicas y Transportes, las cuales deben responder a los proyectos de inversión. Ésta es una oportunidad de

mejora, para adquirir esos conocimientos en el extranjero y transmitirlos al país por medio de una aplicación a un caso real y de trascendencia.

Al concluir este trabajo, se entregará a los entes gubernamentales un instrumento complementario para fundamentar sus decisiones de inversión.

Alcances y limitaciones

Los resultados obtenidos en este proyecto servirán de insumo al personal del Consejo Nacional de Concesiones para tomar decisiones acerca de las intervenciones necesarias a realizar en la carretera Florencio del Castillo. El modelo de transportes aporta, como producto final, una estimación del tránsito que circula por la red vial del área de estudio. Las comparaciones cualitativas de nivel de servicio se efectuaron únicamente para los segmentos de la carretera de interés.

Mediante este estudio se actualizaron los datos socioeconómicos de la población en el área de influencia con la información más reciente disponible, obtenida con métodos confiables, como la encuesta de hogares en transportes de PRUGAM, del año 2007.

No se tomaron muestras de campo, como velocidades de tránsito o conteos vehiculares, ni se crearon nuevos instrumentos de encuesta, origen-destino o de hogares, debido a que no se contó con el recurso humano ni el tiempo para recuperarlas bajo una perspectiva estadística aceptable.

Ya que no se contó con muestras de velocidad de tránsito, no fue posible utilizar en primera instancia el procedimiento del Transportation Research Board de Estados Unidos, para el cálculo de nivel de servicio. Además, las curvas de velocidad de flujo libre que posee el procedimiento indican velocidades superiores a la velocidad máxima de tránsito permitida en la carretera Florencio del Castillo.

Al no existir encuestas de hogares en transportes que registraran la movilidad de los usuarios durante un periodo de 24 horas, no fue posible utilizar un modelo de transportes distinto al clásico de cuatro pasos.

Las proyecciones de tránsito fueron hechas hasta un horizonte futuro en el año 2025. Los escenarios fueron estimados a este año puesto que este es el último año para el cual el INEC aporta proyecciones

de crecimiento poblacional por distrito. Las tasas de crecimiento y de números de habitantes aportadas por INEC son las oficiales del país y, por ello, no se consideró el cálculo propio de dichos factores para este estudio sin los estándares estadísticos correspondientes.

No se utilizó el método de cálculo de factor de fricción estipulado por el National Cooperative Highway Research Program de Estados Unidos. Esto porque no existe certeza en que el comportamiento en carretera de los usuarios en Estados Unidos y en Costa Rica sea equiparable.

El crecimiento en el uso de determinados medios de transporte se consideró vegetativo, no se valoró una mejora en la prestación de los servicios de transporte público, ya que el presente trabajo no tiene como fin aportar recomendaciones de proyectos específicos en este ámbito. La proyección de uso del tren se calculó siguiendo la tendencia histórica, sin limitarla por una capacidad máxima de ocupación. Al enfocarse el estudio en una carretera de alta velocidad, donde no hay infraestructura para permitir el tránsito de peatones y ciclistas, estos modos de transporte no motorizados no fueron incluidos en el cálculo.

El transporte de carga no se contabilizó dentro del modelo de transportes al seguir un patrón distinto al utilizado para los viajes de hora pico diarios.

La estructura de costos para vehículos privados incluye seguros, parqueos, mantenimiento y combustible. No se incluyen variables complementarias, contempladas en otros modelos de costos, como las que describen el estado de la carretera, peajes, señalización, dificultad, entre otras.

La determinación de costos directos se descartó para los viajes en transporte colectivo pues hay una mayor cantidad de combinaciones posibles que un usuario puede tomar para moverse en este medio, extendiendo la complejidad de este paso.

En campo existe únicamente una cámara de radar para la medición de tránsito, que concuerda en su ubicación con los segmentos escogidos en el estudio para el cálculo de volúmenes. Las tres estaciones restantes en la ruta 39 fueron incorporadas a modo de referencia, a pesar de no ser posible compararlas directamente por su ubicación. Esta limitante en la validación repercute en el cálculo del error del modelo.

No se incluye el comportamiento de intersecciones pues estos se rigen por cálculos distintos a los de demanda de tránsito. Estas intersecciones comprenden las obras complementarias a realizar,

como pasos a desnivel, por ejemplo, en los puntos de Taras, La Galera y Hacienda Vieja. Las recomendaciones en cuanto a las intervenciones analizan el nivel de servicio sin incluir las mejoras que puede provocar la construcción de estas.

Acerca de la construcción de la nueva ruta Hacienda Vieja-Circunvalación, este estudio involucra solamente la distancia entre ambos puntos, independientemente del tipo de obra que se desarrolle.

Está fuera del alcance de este trabajo el estudio de costos, financiamiento y demás temas económicos asociados.

Marco teórico

El presente trabajo se basa en la utilización del modelo basado en viajes o bien, conocido como secuencial de cuatro pasos. Éste es actualmente el más utilizado para la estimación de demanda en redes urbanas (Sinha y Labi, 2007). Este modelo es el más básico a desarrollar, pues requiere menor cantidad de datos de entrada y de recursos informáticos para su procesamiento. Otros modelos de transporte como el basado en actividades o el basado en circuitos aportan un mayor nivel de detalle de todos los viajes realizados a lo largo del día por un individuo (Omer, et. al., 2010). Estos pueden ser utilizados si se cuenta con los insumos y, si el nivel de detalle del proyecto así lo requiere.

En la figura 1, se presentan los pasos que conforman el mencionado modelo clásico secuencial de cuatro pasos:

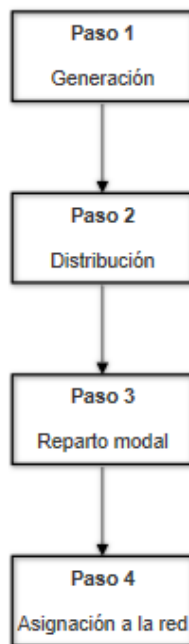


Figura 1. Modelo clásico de transportes de cuatro pasos.
Fuente: Elaboración propia de la investigadora en SmartDraw

Según Sinha y Labi (2007), la etapa de generación se refiere al cálculo del número total de viajes que se generan y son atraídos a la zona de estudio.

Un viaje se refiere al traslado realizado por una persona para dirigirse de un origen a un destino. Por ende, el número de viajes generados o atraídos corresponde al número de personas que realizan dichos viajes. Este valor depende de variables socioeconómicas y demográficas como la población económicamente activa, la distribución de usos de suelo, los ingresos de la población, entre otros. Posteriormente, se identifican en la etapa de distribución, los puntos específicos de origen y destino desde los cuales se generan esos viajes. En la tercera etapa correspondiente al reparto modal, se divide la demanda en todos los modos disponibles para efectuar el viaje: automóvil, autobús, tren, bicicleta, a pie, entre otros. Finalmente, en la etapa de asignación puede reconocerse cuánto tráfico está asociado con determinado par de origen-destino, ruta y modo de transporte.

Generación de tránsito

La finalidad de la etapa de generación de tránsito es la estimación del número de viajes generados en una zona de origen y atraídos hacia una zona de destino. Para ello, se parte de variables socioeconómicas relacionadas entre sí por medio de ecuaciones matemáticas que caracterizan la movilidad del área (MOPT, 2011). De esta manera, es posible que el modelo sea útil para pronósticos futuros conforme se actualicen los datos de las variables en el tiempo.

Para comprender las variables que influyen en los viajes, se caracterizan según:

- Propósito: laboral, educación, compras, recreación, acompañante, entre otros.
- Hora del día: hora pico diurna, hora pico nocturna, horas valle.

- Tipo de persona: nivel socioeconómico, tenencia de vehículo, tamaño y estructura del hogar (Ortúzar, 2011).

Las variables mencionadas se atribuyen posteriormente a la producción o la atracción de viajes, según corresponda. Aquellos relativos a las características de la población y su capacidad de realizar viajes se asocian con la producción, mientras los que describen la cobertura en usos de suelo y tipo de actividades se relacionan con la atracción de viajes.

Para encontrar las ecuaciones que describen la tendencia y correlación de las variables, los dos métodos de análisis matemático utilizados más frecuentemente son la regresión lineal y la clasificación cruzada (Ortúzar, 2011).

Según el Programa Nacional Cooperativo de Investigación en Carreteras (NCHRP, por sus siglas en inglés) (2012), el método de clasificación cruzada se basa en estimar el promedio de viajes realizados por vivienda, para un propósito específico, como una función de las características de la vivienda. Los valores se hallan con base en grandes bases de datos, provenientes de una muestra de viviendas seleccionadas para una encuesta de hogares. Utilizando la clasificación cruzada, es posible encontrar, tanto el número de viajes producidos, como atraídos en una zona.

Para utilizar este procedimiento, se crean tablas multidimensionales con el promedio de viajes realizados según la clasificación dada. Esta clasificación puede corresponder a aspectos como: tamaño del hogar, tenencia de vehículo, nivel de ingresos al hogar, entre otras variables.

Además de la clasificación cruzada, la regresión también es ampliamente utilizada cuando los estudios contienen grandes bases de datos, con información recolectada mediante métodos estadísticos confiables. De diversos tipos de análisis de regresión, la regresión lineal es el modelo más básico posible de utilizar.

Según Devore (2003), un análisis de regresión es aquel que permite identificar la relación entre dos o más variables de un modelo no determinístico. Así, las variables asignadas por el investigador se denominan independientes, y las sujetas al valor de la variable independiente se denominan dependientes. La regresión provee una ecuación de mejor ajuste para hallar la variable dependiente y un coeficiente de correlación, entre las variables dependientes e independientes, que describe la confiabilidad de la predicción. La

ecuación del modelo de regresión lineal simple (1) tendrá la siguiente forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n + \epsilon \quad (1)$$

Cuando se cuente con suficiente información de censos y encuestas, la práctica deseada es utilizar regresión lineal (NCHRP, 2012). Para mejorar la confiabilidad del modelo de predicción, en este estudio se utilizarán ambos métodos para relacionar las variables: clasificación cruzada y regresión lineal.

Distribución de tránsito

La etapa de distribución de tránsito se enfoca en obtener el número de viajes que cada región atrae, y distribuirlos entre las zonas que los pudieron haber originado. Para que el modelo funcione equilibradamente, todos los viajes producidos deben tener un destino que los atraiga. Para sistematizar estas relaciones se utiliza una matriz, la cual consta de un arreglo del número de viajes para cada par origen-destino en el área de estudio.

Utilizando mapas de uso de suelo, las regiones con mayores áreas destinadas a actividades atractivas de viajes asumirán un mayor porcentaje de los viajes producidos. Conociendo el número de viajes producidos en una zona i , es posible distribuirlos a distintos destinos j utilizando el principio del modelo de gravedad (2) (Ortúzar, 2011):

$$A_j = \frac{Ar_j}{\sum Ar_j} * \sum_i P_i \quad (2). \text{ Donde}$$

A_j = número de viajes atraídos a la zona j
 Ar_j = área de actividades atractivas en zona j
 P_j = número de viajes producidos en la zona i

El modelo surge como una analogía a la Ley de la Gravedad de Newton. Éste establece que la distancia o los costos actúan como un factor de fricción sobre los viajes. El factor de fricción es una función decreciente para considerar el efecto esperado de que, a mayor distancia o costo de un destino, menos atractivo es (Ortúzar, 2011). Al utilizar el factor de fricción como una función de los costos asociados con el viaje, es posible calcular el número de viajes entre cada par origen-destino (3):

$$T_{ij} = \alpha * P_i * A_j * f(c_{ij}) \quad (3). \text{ Donde}$$

T_{ij} = número de viajes entre origen i y destino j
 α = constante de proporcionalidad
 $f(c_{ij})$ = factor de fricción según el costo entre origen i y destino j

Una vez obtenido el número de viajes para cada par, se construye una matriz $i \times j$ conocida como matriz origen-destino, para visualizar los resultados de toda el área de estudio.

Reparto modal

Según el NCHRP (2012), con el método Quick-Response System (QRS, por sus siglas en inglés), es posible establecer un modelo para el reparto modal similar al modelo de gravedad utilizado en la etapa de distribución de tránsito. Esta ecuación (4) representa las restricciones de utilizar un modo de transporte con la inclusión de una variable de impedancia. La variable de impedancia considera todos los posibles costos asociados con un determinado modo en unidades de tiempo. Una constante b se incluye para especificar el propósito del viaje, generalmente de un valor aproximado de 2.

$$T_{ijm} = P_i * \frac{A_j * I_{ijm}^b}{\sum_j \sum_m I_{ijm}^b} \quad (4). \text{ Donde}$$

T_{ijm} = número de viajes en un modo m entre origen i y destino j
 I = impedancia para un modo m entre origen i y destino j
 b = constante de propósito del viaje

La forma de este modelo de cálculo se conoce como *logit* y es útil cuando la escogencia para el usuario es binaria: solo hay dos opciones de modo de transporte disponibles. Por otra parte, un modelo *nested logit*, que agrupa los distintos modos bajo categorías, puede utilizarse cuando la subclasificación por contemplar es mayor (Ben-Akiva, 2008).

Las matrices origen-destino construidas en la etapa de distribución de tránsito son actualizadas a matrices origen-destino por modo, para profundizar la comprensión de quiénes son los usuarios de una ruta.

Asignación de tráfico

La meta de la etapa final de asignación de tráfico es determinar el número de viajes en cada vía de la red. Se asume como premisa básica que los usuarios preferirán una ruta que les ofrezca los menores costos. Muchas variables pueden influenciar al usuario a escoger una determinada ruta: tiempo, distancia, costo, congestión, dificultad de maniobras requeridas, señalización y otros riesgos. Se recomienda utilizar un promedio ponderado del valor que representan estas variables para caracterizar la ruta. Sin embargo, el tiempo y los costos en combustible son las más utilizadas (Ortúzar, 2011).

Construir un árbol para identificar las rutas conectadas a la red es una técnica popular. Cada ruta representa una rama a la cual se le asigna un valor de costo. De esta forma, para analizar el costo total de transitar determinada ruta, se suman los costos de cada trayecto. Según la premisa mencionada al inicio de este apartado, al trayecto con menores costos será asignado un mayor peso de viajes.

El modelo necesita considerar todas las posibles rutas alternativas para representar la red existente con mayor exactitud. Esto puede llevar a la necesidad de crear sets de datos extremadamente grandes, complejos e inconvenientes. Según Ortúzar (2011), este problema es conocido como los efectos estocásticos propios de un modelo probabilístico. Para reducir la variabilidad por errores de este tipo, se puede hacer uso de métodos como la simulación.

Nivel de servicio

La calidad del servicio brindado por una obra requiere medirse cualitativamente. Para ello, el concepto de nivel de servicio describe las condiciones operacionales del flujo de tránsito. Se designan en seis categorías, de la letra A a la F, siendo A la mejor condición y F la más baja (Transportation Research Board, 2000).

El Manual de Capacidad de Carreteras (HCM, por sus siglas en inglés) (2000) aporta un procedimiento para el cálculo del nivel de servicio basado en diferentes variables que caracterizan la ruta.

Para este cálculo, se debe conocer, la proporción de participación de vehículos pesados y de vehículos con propósito de recreación, además del volumen vehicular encontrado mediante el modelo de los cuatro pasos y la velocidad promedio medida en campo. El procedimiento considera también la asignación de constantes según características de la vía como número de carriles, ancho de los carriles, ancho del espaldón y densidad de intercambios por milla. En la constante referida al número de intercambios, éstos incluyen rampas de salida y acceso, intersecciones, entre otros obstáculos para el libre flujo. Otras constantes necesarias se refieren a la ubicación de la ruta (rural o urbana), la inclinación del terreno (llano, sinuoso o montañoso) y al uso (recreativo o cotidiano).

Las ecuaciones (ec. 5 y ec. 6) por resolver en este procedimiento se citan a continuación (Manual de Capacidad de Carreteras, 2000):

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad (5)$$

Donde:

f_{HV} = factor de ajuste de vehículos pesados

P_T = proporción de vehículos pesados y autobuses

E_T = constante para vehículos pesados y autobuses

P_R = proporción de vehículos con propósito recreativo

E_R = constante de vehículos con propósito recreativo

$$v_p = \frac{V}{PHF * N * f_{HV} * f_p} \quad (6)$$

Donde:

V_p = flujo vehicular equivalente (veh/h)

V = volumen vehicular (veh/h)

PHF = factor de hora pico, 0,92 (urbano), 0,95 (congestionado)

N = número de carriles

f_{HV} = factor de ajuste de vehículos pesados

f_p = factor de propósito, 0,85 (cotidiano), 1,00 (recreativo)

El flujo vehicular equivalente es uno de los valores principales para clasificar el nivel de servicio de la ruta. A partir de este flujo, la densidad es necesaria de conocer para dimensionar el nivel de congestión. Esta variable y la velocidad de flujo libre asociada se calculan según las ecuaciones 7 y 8:

$$D = \frac{v_p}{S} \quad (7)$$

Donde:

D = densidad (veh/mi/carril)

v_p = flujo vehicular equivalente (veh/h)

S = velocidad promedio (mi/h)

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_N - f_{ID} \quad (8)$$

Donde:

FFS = velocidad de flujo libre ajustada (mi/h)

$BFFS$ = velocidad de flujo libre base (mi/h), 75 mi/h (rural), 70 mi/h (urbano)

f_{LW} = factor de ajuste por ancho de carril (mi/h)

f_{LC} = factor de ajuste por ancho de espaldón (mi/h)

f_N = factor de ajuste por número de carriles (mi/h)

f_{ID} = factor de ajuste por densidad de intercambios (mi/h)

Al obtener todas las variables mencionadas en este apartado, es posible leer en un nomograma (fig. 2) el nivel de servicio asociado con dichos valores.

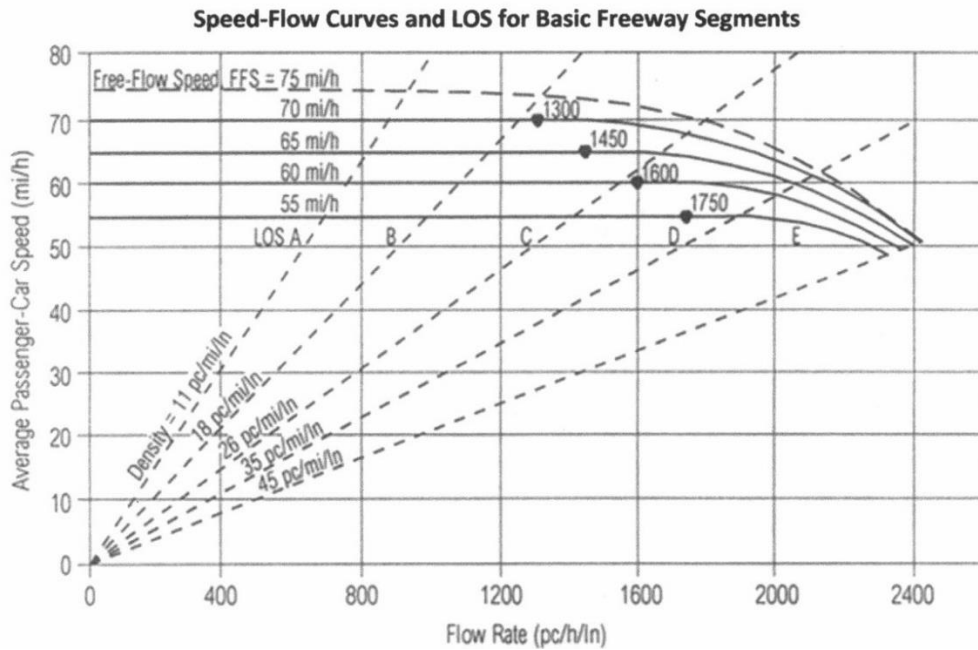


Figura 2. Curvas de velocidad para niveles de servicio.
Fuente: HCM, 2000.

Aunque el nivel A sea valorado como el ideal, un nivel de servicio clasificado como C o D es considerado aceptable (TRB, 2000). El nivel F no se muestra en los cálculos debido a que representa un estado inestable y difícil de predecir.

El Plan Nacional de Transportes (2011) aporta las siguientes descripciones cualitativas a cada uno de los niveles de servicio:

- Nivel A: los conductores eligen libremente la velocidad de circulación.
- Nivel B: flujo libre razonable, el retraso no es mayor al 50% del tiempo de viaje.
- Nivel C: estable, se sienten restricciones en la libertad de tránsito. El retraso alcanza el 65% del tiempo de viaje.
- Nivel D: cercano a flujo inestable, poca libertad para maniobras. El retraso es del 80% del tiempo de viaje.
- Nivel E: flujo inestable con congestionamientos. El retraso supera el 80% del tiempo de viaje.

- Nivel F: flujo forzado con importante congestión de tránsito. Vehículos llegan a parar por completo y avanzar cortas distancias constantemente.

Metodología

Área de estudio

El Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2011) definió, en el Plan Nacional de Transportes 2011-2035, las zonas de transporte con homogeneidad en el flujo de vehículos. Fue necesario realizar esta subdivisión, pues la división político-administrativa por cantones es de gran escala y no logra representar un comportamiento de flujo vehicular homogéneo a través de éstos.

La definición geográfica del proyecto se realizó tomando las zonas de transporte que rodean la Ruta Nacional N°2 y las principales rutas que sirven de vínculo entre las ciudades de Cartago y San José. El mapa en la figura 3 muestra la ubicación del área de estudio en el país, mientras el mapa en la figura 4 detalla las zonas de transporte contenidas en el área de estudio.

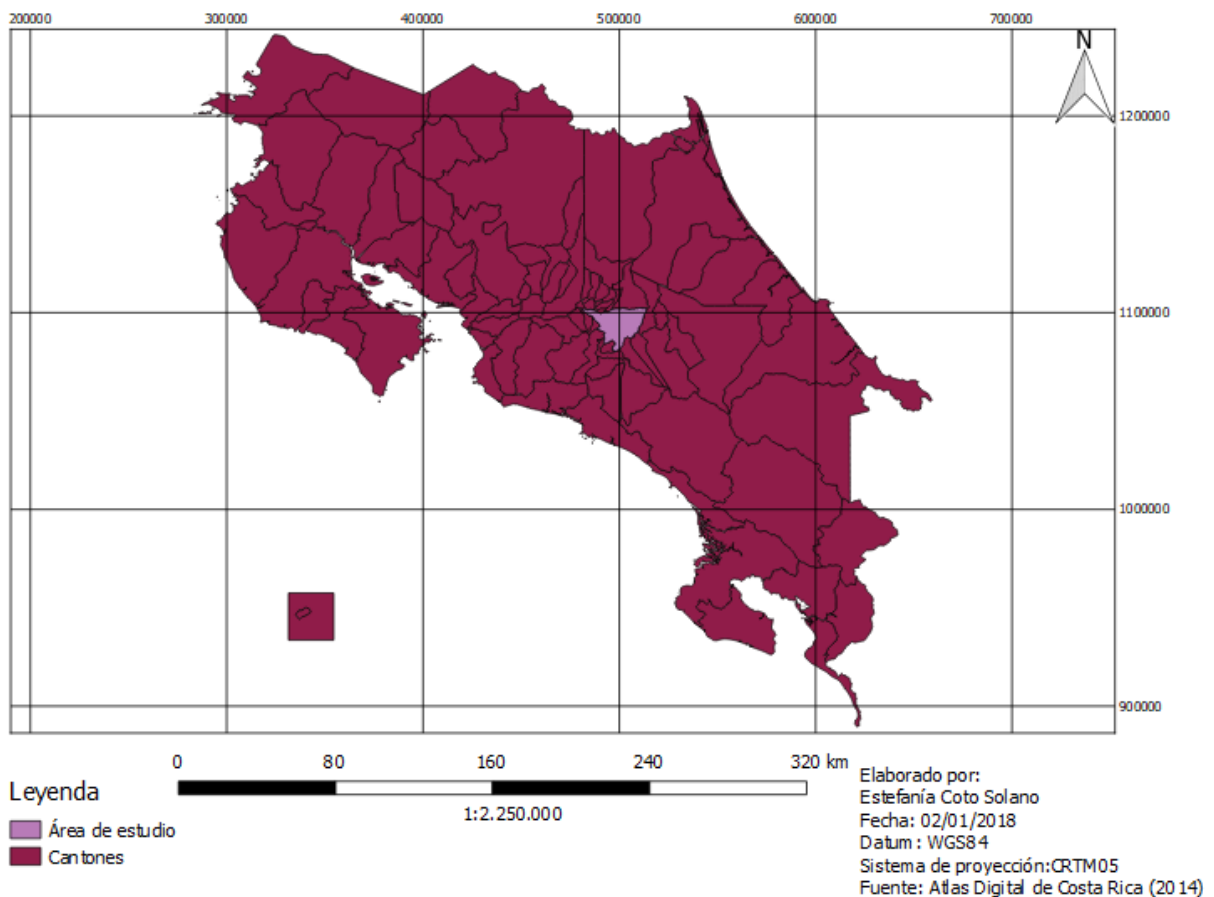


Figura 3. Delimitación geográfica del área de estudio
Fuente: Elaboración propia de la investigadora en ArcGIS

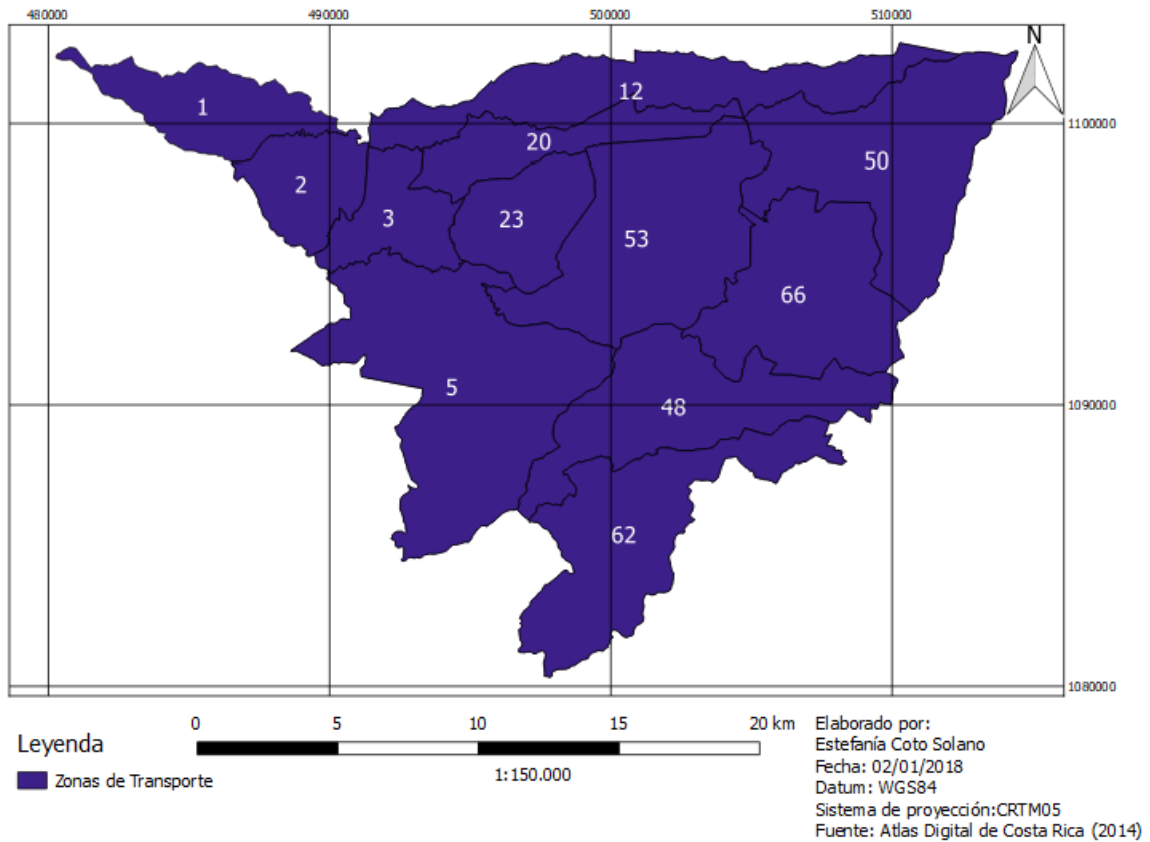
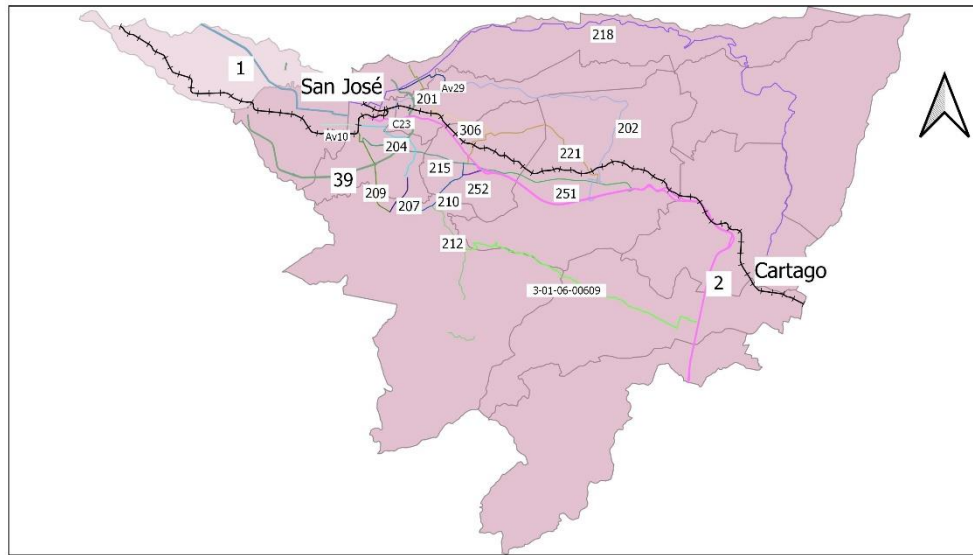


Figura 4. Acercamiento a zonas de transporte que conforman área de estudio
Fuente: Elaboración propia de la investigadora en ArcGIS

Para este trabajo, el MOPT facilitó la cartografía de las zonas de transporte en formato *shape* de modo que pudieran ser trabajadas directamente en el *software* ArcGIS.

Las rutas tomadas en consideración para limitar geográficamente el área de estudio son todas aquellas que brindan conectividad entre las ciudades de Cartago y San José. De esta manera,

fue posible caracterizar el área de estudio según las zonas de transporte que incluyen dichas rutas y los distritos que forman parte de las zonas de transporte. Las rutas consideradas se muestran en la figura 5 y en el cuadro 1. El detalle sobre las zonas de transporte y sus distritos se encuentra en el cuadro 2.



Leyenda

—+— Línea Férrea	— R204_Yoses	— R218_RanchoRedondo	— Av10_SanJose	1:155.000
— R1_IntNorte	— R207_Desamparados	— R221_Concepcion	— Av29_Guadalupe	Elaborado por: Estefanía Coto Solano
— R2_IntSur	— R209_ParqueLaPaz	— R251_CalleVieja	— C23_SanJose	Fecha: 01/02/2018
— R39_Circunvalación	— R210_SanAntonio	— R252_HaciendaVieja	— Área_de_estudio	Datum: WGS 84
— R201_Guadalupe	— R212_Patarrá	— R306_CalleSiles		Sistema de proyección: CRTM05
— R202_SanRamon	— R215_Zapote	— RCoris		Fuente: Atlas Digital de Costa Rica (2014)

Figura 5. Vías nacionales y cantonales consideradas para el área de estudio
Fuente: Elaboración propia de la investigadora en ArcGIS

CUADRO 1. VÍAS NACIONALES Y CANTONALES EN ÁREA DE ESTUDIO	
N° ruta	Descripción
Línea férrea	Belén-San José-Cartago Heredia-San José-Cartago
1	Interamericana Norte
2	Interamericana Sur
39	Circunvalación
201	Guadalupe-Betania
202	San Ramón, La Unión – San Rafael, Montes de Oca
204	Los Yoses, San Pedro-Zapote
207	Desamparados-San Francisco de Dos Ríos
210	San Antonio, Desamparados
212	Patarrá, Desamparados
215	Curridabat-Zapote
218	Centro Comercial de Guadalupe-Rancho Redondo-Cartago
221	Concepción, La Unión -Guayabos, Curridabat
251	Calle Vieja Tres Ríos
252	Hacienda Vieja, Curridabat
306	Calle Siles, San Pedro
3-01-06-00609	Coris, Cartago – Patarrá, Desamparados
Avenida 10	San José
Avenida 29	Rotonda Gallito, Guadalupe-Sabanilla
Calle 23	Antigua Aduana, San José-Centro Comercial de Guadalupe

CUADRO 2. ZONAS DE TRANSPORTE Y DISTRITOS POR CONSIDERAR					
Zona de transporte	Distritos			Cantón	Provincia
50	Llano Grande	Tierra Blanca		Cartago	Cartago
12	Rancho Redondo Mata de Plátano Purrál	Guadalupe Calle Blancos	Ipís San Francisco	Goicoechea	San José
1	Pavas	La Uruca		San José	San José
20	San Pedro Mercedes	Sabanilla San Rafael		Montes de Oca	San José
53	San Ramón San Rafael Concepción	San Diego Río Azul Tres Ríos	San Juan Dulce Nombre	La Unión	Cartago
48	Quebradilla Guadalupe	Occidental Oriental		Cartago	Cartago
62	Tejar	Patio de Agua	Tobosi	El Guarco	Cartago
5	San Miguel Patarrá Los Guido Desamparados	San Rafael Arriba San Juan de Dios San Rafael Abajo	Damas Gravilias San Antonio	Desamparados	San José
23	Granadilla Sánchez	Curridabat Tirrases		Curridabat	San José
2	Merced Hospital	Mata Redonda Hatillo		San José	San José
3	Carmen Catedral	San Francisco de Dos Ríos	Zapote San Sebastián	San José	San José
66	San Nicolás	Carmen		Cartago	Cartago

Base de datos

Antes de comenzar con la ejecución del modelo de transportes, fue necesaria una recopilación previa de información de distintas instituciones públicas. Del Censo 2011 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo, se obtuvieron datos de población en el momento del censo (2011) y proyecciones al 2018 y 2025.

De manera similar, se obtuvieron otros datos de las bases de datos del INEC que pudieran ser de relevancia para la caracterización socioeconómica del área de estudio. Se recopiló gran cantidad de variables referentes al nivel educativo, ocupación, características de la vivienda, edad y tenencia de vehículos. De este gran número de variables, finalmente se escogieron tenencia de vehículos de uso personal, uso del vehículo,

tenencia de vivienda y número de personas en el hogar.

Asimismo, fue necesario recopilar información de la distribución de usos de suelo a lo largo del área de estudio. Esta información está contenida en los mapas de zonificación de los planes reguladores de cada municipalidad y es de relevancia debido a que permite conocer los sitios donde se generan o reciben viajes según el uso: comercial, residencial, institucional, industrial, entre otros. Todos los mapas fueron recolectados en formatos SHP, PDF o JPG personalmente de las siguientes municipalidades: San José, Desamparados, Curridabat, Montes de Oca, La Unión, El Guarco, Goicoechea y Cartago.

Debido a la limitante de varios municipios de aportar la información en formato *shape*, lo que hubiera permitido una mayor precisión, la medición de las áreas destinadas a cada uso se realizó con

las imágenes PDF o JPG mediante el *software* AutoCad. Ya que cada municipio cuenta con una categorización distinta de sus usos de suelo, todos ellos se categorizaron únicamente dentro de las siguientes categorías: agrícola, histórico-arquitectónico, protección, comercial, industrial, mixto (residencial-comercial) institucional, recreativo y residencial.

Para medir el tiempo más transitado y así delimitar temporalmente el proyecto, se tomaron medidas en cuatro días distintos entre semana, tanto en la hora pico de la mañana, como en la hora pico de la noche. El rango de medidas en la mañana fue de 6:00 a.m. a 7:30 a.m. y en la noche de 5:00 p.m. a 8:00 p.m. Dichas medidas se realizaron para viajes entre cada una de las cabeceras de cantón de la zona de estudio, a modo de ilustrar la red de rutas posibles para llegar de un nodo a otro y el tiempo que ello tomaría.

Finalmente, un aporte trascendental para la base de datos de este proyecto fueron las encuestas de hogares en transportes elaboradas para el proyecto PRUGAM en el año 2007. En éste, se encuestaron más de 14000 hogares, lo cual registró una muestra aproximada de 22000 personas. Este trabajo fue realizado en el marco de un convenio de financiamiento y asesoría entre el Gobierno de Costa Rica y la Comunidad Económica Europea (L.C.R. Logística S.A., 2007). Los datos fueron facilitados por el MOPT tras solicitud escrita de la Universidad de Auburn por la sensibilidad de éstos. Esta base de datos, aunque con 11 años de antigüedad, es la más reciente encuesta en cuanto a comportamiento de viajes de acuerdo con relación a las características demográficas de la población. A pesar de contar con limitaciones como la falta de respuesta en algunos ítems, o la diferencia entre tenencia de vehículos en 2007 y en 2018, fue considerado como uno de los insumos principales para el trabajo por la rigurosidad científica con que fue elaborado. Una encuesta de esta índole requiere gran cantidad de tiempo y recurso humano, por lo tanto, no es factible realizar una nueva exclusiva, aunque más actualizada, para este proyecto.

La encuesta incluye información sobre edad, género y ocupación de los miembros del hogar, hora del día cuando realizan viajes, ingresos económicos, estrato socioeconómico, tenencia de artefactos tecnológicos, tenencia de vehículos, uso y tipo de los vehículos, nivel educativo, origen y destino de los viajes diarios, propósito de los viajes, modo de transporte utilizado para los viajes, rutas

de bus utilizadas y la percepción sobre el transporte en autobús. Para trabajar de manera paralela con ésta y la información del INEC, fue necesario descartar datos de modo que las bases de datos fueran comparables. En ese sentido, se tomó únicamente la respuesta de un miembro del hogar para evitar duplicidades. En cuanto a la tenencia de vehículos, se tomaron en cuenta únicamente los vehículos de uso personal para fines no laborales, excluyendo motocicletas. Lo anterior se debe a que el censo 2011 categoriza entre motocicletas y carros, sin especificar el tipo de carro que se agrupa en esa categoría.

De las encuestas de hogares, se extrajo la información de número de miembros en el hogar, número de vehículos que poseen, número de viajes realizados por los integrantes de la vivienda en diferentes intervalos de tiempo y modo de transporte utilizado.

La depuración llevó a una base de datos final de 5543 muestras correspondientes a viviendas individuales.

Generación de tránsito

Esta etapa tiene como fin calcular el número de viajes producidos por cada cantón. Para esto, se toman en cuenta datos de origen, destino, población y comportamiento de viajes.

La información obtenida de encuestas, censos y planes reguladores debió ser consolidada en una base de datos única con información comparable. Se incluyó solo aquella útil directamente para calcular la producción de viajes.

Con datos del censo de INEC 2011, se creó una tabla de población por distrito. Dicha tabla incluye información solamente para el año 2011, ya que fue el año cuando el censo fue efectuado. La información del 2011 fue proyectada al escenario actual del año 2018 y al escenario futuro más lejano posible: 2025. Ambas proyecciones fueron estimadas con las estadísticas de crecimiento poblacional del INEC para garantizar la confiabilidad estadística de los datos.

Se realizó una clasificación cruzada para relacionar los datos de INEC de tamaño del hogar y tenencia de vehículos por distrito. El cuadro 3 muestra el número de viviendas por cantón que tienen o no un vehículo, según su número de miembros. Esta información es relevante para saber la capacidad de cada vivienda de producir

viajes, sean éstos efectuados en un vehículo personal o en otro medio de transporte.

En el cuadro 3, se puede observar la tenencia de vehículos por provincia (1 San José y 3 Cartago) y subdivididas por cantón (101 San José, 103 Desamparados, 108 Goicoechea, 115 Montes de Oca, 118 Curridabat, 301 Cartago, 303 La Unión y 308 El Guarco), y seguidamente por el número de miembros que habita la vivienda (de 1 persona a 5 o más). Como ejemplo, se despliega la agrupación para el primer cantón de cada provincia.

CUADRO 3. CLASIFICACIÓN CRUZADA TENENCIA DE VEHÍCULOS POR VIVIENDA			
N° vehículos	Tenencia de vehículos		
N° miembros	Sí	No	Total
1 San José			
101			
1	3130	7649	10779
2	6820	10775	17595
3	7882	10889	18771
4	7678	9875	17553
5+	7115	12253	19368
1 Total	32625	51441	84066
103	22053	33533	55586
108	13609	19742	33351
115	9445	7743	17188
118	10669	8841	19510
1 Total	88401	121300	209701
3 Cartago			
301			
1	567	1885	2452
2	1740	2709	4449
3	2468	3175	5643
4	3052	3001	6053
5+	3204	3951	7155
1 Total	11031	14721	25752
303	12573	15000	27573
308	4086	4342	8428
3 Total	27690	34063	61753

Una segunda clasificación cruzada fue elaborada a partir de la base de datos de PRUGAM

(cuadro 4, cuadro 5 y cuadro 6). Éstas relacionan el número de viajes realizados en una determinada hora según el tamaño del hogar por distrito. Dichas tablas confirman que la hora pico de la mañana (5:30 a.m. a 9:00 a.m.) es el periodo con el mayor número de viajes producidos. Dicha conclusión se obtiene comparando el renglón final de gran total para cada rango horario.

El cuadro 4 muestra la tasa de viajes para la muestra en un periodo de hora pico de la mañana, clasificados por tamaño del hogar, cantón y tenencia o no de un vehículo de uso personal. Respectivamente, a continuación se despliegan las tasas de viaje para los periodos de 5:30 a.m. a 9:00 a.m., de 4:00 p.m. a 8:00 p.m. y de 8:00 p.m. en adelante. El agrupamiento bajo el cual se clasifica la tasa de viajes corresponde al mismo explicado previamente para el cuadro 3.

CUADRO 4. CLASIFICACIÓN CRUZADA TASA DE VIAJES POR TENENCIA DE VEHICULO Y TAMAÑO DE HOGAR				
N° viajes 5:30am-9:00am	Tenencia de vehículos			
N° miembros	Sí	No	Gran Total	
1 San José				
101				
1	0,680000	0,297030	0,373016	
2	0,890909	0,519417	0,648734	
3	1,337423	1,107759	1,202532	
4	2,042105	1,702586	1,855450	
5+	2,788136	2,456186	2,581731	
101 Total	1,904696	1,503020	1,657461	
103	2,146608	1,578626	1,812050	
108	1,705329	1,246787	1,453390	
115	1,715447	1,228571	1,429530	
118	1,957831	1,345972	1,615385	
1 Total	1,922862	1,452298	1,644587	
3 Cartago				
301				
1	0,000000	0,280000	0,269231	
2	0,875000	0,532258	0,627907	
3	0,886364	0,968750	0,935185	
4	1,877193	1,690141	1,773438	
5+	2,639175	2,388889	2,518717	
301 Total	1,896861	1,400641	1,607477	
303	2,201031	1,944444	2,047718	
308	1,840000	1,486111	1,666667	
3 Total	2,008130	1,642857	1,797251	
Gran Total	1,941254	1,491567	1,676651	

Para obtener la producción de viajes en números absolutos, se actualizó el cuadro 3 a los

N° viajes 4:00pm-8:00pm		Tenencia de vehículos		
		Si	No	Gran Total
1 San José				
101				
1		0,560000	0,188119	0,261905
2		0,709091	0,407767	0,512658
3		1,018405	0,987069	1,000000
4		1,452632	1,219828	1,324645
5+		1,881356	1,688144	1,761218
101 Total		1,350829	1,095772	1,193840
103		1,647702	1,149618	1,354317
108		1,247649	1,077121	1,153955
115		1,138211	0,782857	0,929530
118		1,361446	0,947867	1,129973
1 Total		1,394634	1,073387	1,204660
3 Cartago				
301				
1		0,000000	0,480000	0,461538
2		0,625000	0,338710	0,418605
3		0,727273	0,843750	0,796296
4		1,368421	1,197183	1,273438
5+		1,814433	1,888889	1,850267
301 Total		1,349776	1,096154	1,201869
303		1,402062	1,343750	1,367220
308		1,240000	1,069444	1,156463
N° viajes 8:00pm+				
		Si	No	Gran Total
1 San José				
101				
1		0,040000	0,079208	0,071429
2		0,127273	0,106796	0,113924
3		0,226994	0,168103	0,192405
4		0,305263	0,340517	0,324645
5+		0,491525	0,422680	0,448718
101 Total		0,312155	0,269198	0,285714
103		0,347921	0,299237	0,319245
108		0,394984	0,329049	0,358757
115		0,333333	0,360000	0,348993
118		0,427711	0,289100	0,350133
1 Total		0,348239	0,293550	0,315898
3 Cartago				
301				
1		0,000000	0,000000	0,000000
2		0,125000	0,080645	0,093023
3		0,250000	0,203125	0,222222
4		0,350877	0,253521	0,296875
5+		0,329897	0,277778	0,304813
301 Total		0,295964	0,195513	0,237383
303		0,448454	0,326389	0,375519
308		0,440000	0,152778	0,299320
3 Total		0,378049	0,247024	0,302405
Gran Total		0,354669	0,283962	0,313064

años 2018 y 2025 utilizando las proyecciones de población. Seguidamente, cada celda de las matrices de clasificación cruzada (cuadro 3 y cuadro 4) fue multiplicada entre sí para obtener una

nueva matriz con el número de viajes producidos por cantón, según las mismas variables.

En el Plan Nacional de Transportes 2011-2035, se desarrollaron matrices origen-destino para todo el país. La producción de viajes estimada en dicho informe fue comparada con los cálculos realizados con clasificación cruzada para comprobar la precisión matemática del procedimiento. Utilizando el *software* de estadística SPSS, se ejecutó una regresión lineal para correlacionar los dos grupos de datos y obtener la ecuación de mejor ajuste. La variable por encontrar fue el número absoluto de producción de viajes ajustado para cada región y las variables independientes proceden de la matriz unificada de clasificación cruzada. La ecuación lineal (9) hallada, que mejor describe la producción de viajes P para una región dada del área de estudio es la siguiente:

$$P = 26738,07 + 2,217y_2 - 1,345y_3 - 6,741n_1 + 5,885n_4 - 1,045n_5 \quad (9)$$

Para cada región y año, y_2 es el número de viajes producidos en un hogar de dos miembros que tiene un vehículo personal, y_3 es el número de viajes producidos en un hogar de tres miembros que tiene un vehículo personal, n_1 es el número de viajes producidos en un hogar de un miembro que no tiene un vehículo personal, n_4 es el número de viajes producidos en un hogar de cuatro miembros que no tiene un vehículo personal y n_5 es el número de viajes producidos en un hogar de cinco miembros que no tiene un vehículo personal.

Distribución de tránsito

El primer paso en la distribución de tránsito es identificar los usos de suelo a lo largo del área de estudio y considerar aquellos que por su naturaleza pueden atraer más viajes en el periodo de hora pico de la mañana.

Para cada cantón, el área por categoría fue medido en el mapa de zonificación del plan regulador utilizando AutoCad. En el caso del cantón de El Guarco, la municipalidad proveyó el mapa del plan regulador en formato SHP, por lo tanto, cada categoría estaba ya definida en capas y el valor del área pudo ser extraído directamente con la mejor precisión. En el caso de los municipios restantes, la medición fue más precisa para aquellos con una zonificación basada en grandes áreas

homogéneas, como Goicoechea y Curridabat, a diferencia de otros con una planificación de tipos de uso de suelo dispersos, como Desamparados.

Todas las áreas fueron clasificadas en las siguientes categorías:

- Agricultura. Tierras dedicadas a cultivos, cría de ganado y actividades agroindustriales.
- Histórico-arquitectónico. Espacios que por declaración de interés cultural no pueden cambiar el destino de su uso.
- Protección. Incluye bosques, márgenes de ríos, reservas especiales, zonas protectoras, nacientes de agua y zonas restringidas por riesgo a desastres naturales.
- Comercial. Área designada para venta de bienes y servicios.
- Industrial. Zona dedicada a actividades riesgosas o molestas como manufactura, bodegas u otros negocios bajo regímenes económicos especiales.

- Mixto. Usos residenciales que coexisten con actividades comerciales no invasivas.
- Institucional. Terrenos propiedad del Estado, a nivel local o nacional. Incluye instituciones de educación pública, gobiernos locales, oficinas de instituciones de gobierno, centros públicos de atención de salud, entre otros.
- Recreativo. Tierras dedicadas a parques, deporte y atracciones turísticas.
- Residencial. Área dedicada a vivienda de distintos niveles de densidad.

De esta lista, aquellos seleccionados como atractivos de viajes en hora pico de la mañana son los usos comercial, industrial, mixto e institucional. Esto porque dichas áreas proveen sitios de estudio y trabajo para las personas que viajan en forma diaria. El cuadro 5 resume la suma de áreas contabilizadas para cada categoría de uso de suelo atractivo de viajes.

CUADRO 5. ÁREA ATRACTIVA DE VIAJES POR USO DE SUELO

Cantón	Área (m ²) y %									
	Comercial		Industrial		Mixto		Institucional		Total	
	Abs	Per	Abs	Per	Abs	Per	Abs	Per	Abs	Per
101	7642740,00	31,61	5413974,00	22,39	5350939,00	22,13	5770935,00	23,87	24178588,00	36,20
103	482254,30	10,36	927916,00	19,93	1969165,00	42,28	1277582,00	27,43	4656917,30	6,97
108	1315586,10	14,81	1891197,44	21,28	1006202,14	11,32	4672299,08	52,58	8885284,76	13,30
115	1096948,48	29,35	0,00	0,00	1123745,32	30,07	1516355,61	40,58	3737049,41	5,59
118	0,00	0,00	825248,36	14,46	4595736,50	80,51	287292,82	5,03	5708277,68	8,55
301	1091139,20	7,12	6948384,50	45,37	4856249,40	31,71	2420815,30	15,81	15316588,40	22,93
303	1785901,02	66,70	468668,33	17,50	0,00	0,00	423015,77	15,80	2677585,12	4,01
308	146819,20	8,97	354821,30	21,69	885493,60	54,12	249113,10	15,22	1636247,20	2,45
Total	13561388,30	20,30	16830209,93	25,20	19787530,96	29,62	16617408,68	24,88	66796537,87	100,00

Debe existir un equilibrio matemático entre los viajes producidos y atraídos. Para obtener los viajes A_i atraídos por región, por año, el total de viajes producidos P fue distribuido multiplicándolo

por los porcentajes de área de atracción $\%Ar_i$ en cada región i , como se muestra en la ecuación 10:

$$A_j = \%Ar_j * \sum_{i=1}^8 P_i \quad (10)$$

Después de obtener el número total de viajes atraídos por cantón, fue necesario asignarlos al cantón que los produjo. Esta asignación se aborda construyendo una matriz origen-destino entre todos los posibles pares origen-destino de la red.

Según el tiempo de viaje promedio medido entre cada cantón, se asignó un factor de fricción F_{rij} a cada par, formando una matriz de 8×8 . El número de viajes T_{ij} asociado con cada par de un origen i y destino j , puede ser calculado utilizando las ecuaciones 11 y 12 a continuación.

$$T_{ij} = \frac{\sum_1^8 P_i * \sum_1^8 A_j * F_{rij}}{\sum_1^8 D_i} \quad (11)$$

, donde

$$D_i = \sum_1^8 A_j * F_{rij} \quad (12)$$

En ambas ecuaciones, A_j representa los viajes atraídos a un destino j y P_i representa los viajes originados en un origen i .

Los factores de fricción describen la tendencia de probabilidad de que una persona realice un viaje en función del tiempo de duración de éste. Aunque la literatura provee ecuaciones para calcular este factor (NCHRP, 2012), para el caso de Costa Rica las ecuaciones extranjeras de forma logarítmica no se ajustan de manera correcta al escenario local.

Las ecuaciones típicamente consideran que cuanto más cercano sea un destino, más atractivo es. En Costa Rica, no hay una proporción directa entre el tiempo de viaje y su atracción. Según la base de datos de PRUGAM (2007), para 2472 muestras donde las personas respondieron a las preguntas de origen-destino correspondientes a sus viajes diarios, un 38% se moviliza a San José independientemente del cantón de origen.

Para estimar factores de fricción que pudieran reflejar algún comportamiento propio del tránsito nacional, se programó una iteración entre los viajes T_{ij} y su factor de fricción asociado F_{rij} . Los pares ij se agruparon según los tiempos de viaje para asignar un factor de fricción a cada rango de tiempo. De esta manera, se refleja la preferencia del usuario por realizar un viaje de determinada extensión.

Los valores de viajes de referencia para calibrar la iteración fueron obtenidos a partir de la matriz origen-destino del Plan Nacional de

Transportes (2011), mientras el factor de fricción para la primera iteración se tomó con valor de 1 para todos los pares.

De esta manera, en cada iteración se calcularon nuevos valores de T_{ij} , siguiendo las ecuaciones 11 y 12, para cada factor de fricción F_{rij} obtenido. Los factores de fricción para cada rango temporal, en cada iteración n , se calcularon según la siguiente ecuación 13:

$$F_{rij}^n = \frac{F_{rij}^{n-1} * \sum T_{ij}^0}{\sum T_{ij}^n} \quad (13)$$

Mediante el algoritmo programado, se efectuaron 20 iteraciones hasta obtener un error promedio entre los factores de fricción de aproximadamente 0,005%. En la figura 6, se pueden observar los factores resultantes para cada periodo de tiempo.

La curva propuesta por el NCHRP se incluye en la figura para apreciar la diferencia entre el comportamiento calculado con respecto al teórico.

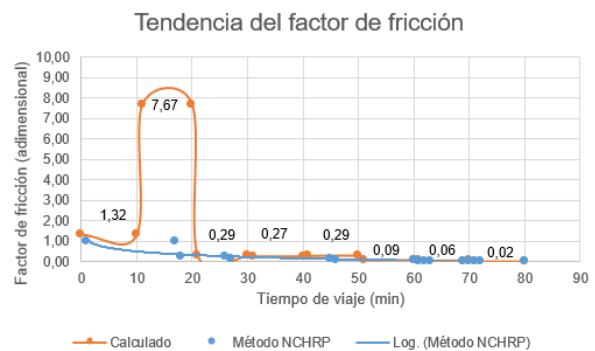


Figura 6. Curva de tendencia del factor de fricción según el tiempo de viaje
Fuente: Elaboración propia de la investigadora en MS Excel

Reparto modal

El objetivo de la etapa de reparto modal es tomar la matriz original de origen-destino hallada mediante la distribución de tránsito, y distribuirla según el medio de transporte utilizado para los viajes. Si la información relativa a los costos de cada modo de transporte está disponible, los porcentajes para cada modo pueden ser calculados directamente según el modelo QRS. En este caso de estudio, se recolectaron datos históricos de reportes internacionales y de gobierno para observar el

comportamiento del uso de distintos transportes en el tiempo.

Los viajes pueden ser clasificados primero como motorizados y no motorizados. Debido a que este estudio se enfoca en la demanda de vehículos motorizados que utilizan la ruta Florencio del Castillo, los viajes realizados por bicicleta, a pie u otros medios de transporte no motorizados no fueron tomados en consideración. Además, los viajes motorizados se pueden dividir en transportes privados y colectivos. Los medios de transporte colectivos incluyen a su vez el bus y el tren.

Es importante destacar que el servicio de tren se retomó en el año 2010 con una sola línea y ha estado en constante expansión desde ese momento. Antes de ese año, todos los viajes colectivos fueron considerados en autobús.

Para obtener una ecuación que describiera la tendencia de uso de cada modo de transporte, se recolectaron estadísticas de diferentes fuentes institucionales. Las proporciones de uso de vehículos privados contra transporte colectivo fueron tomadas de los años 1999 (LCR Logística S.A., 2011), 2007 (LCR Logística S.A., 2007), 2009 (Banco de Desarrollo de América Latina, 2011), 2010 (MOPT, 2011) y 2014 (Observatorio de Movilidad Urbana, 2015). Para incluir los viajes en tren, se recolectaron de INCOFER (2017) datos históricos de los viajes anuales desde su reapertura.

La figura 7 muestra los porcentajes de uso de los tres distintos modos de transporte a través de los años, donde claramente se observa una tendencia: los viajes en vehículos privados y el tren han ganado popularidad mientras decrece el uso del transporte público en autobús.



Figura 7. Tendencia en uso de modos de transporte en los últimos 20 años

Fuente: Elaboración propia de la investigadora en MS Excel

Con estos valores, fue posible obtener, a través de regresión lineal, una ecuación que describiera el comportamiento de cada modo de transporte para luego extrapolar los valores estimados para los años 2011, 2018 y 2025. Las siguientes fueron las ecuaciones calculadas para hallar los porcentajes de vehículo privado (ec. 14), bus (ec. 15) y tren (ec. 16), respectivamente, en forma decimal.

$$PV = 1.84723x - 3669.63 \quad (14)$$

$$B = 3898.19 - 1.9114x \quad (15)$$

$$Tr = 0.2575x - 517.385 \quad (16)$$

, donde x = año de interés.

Para cada año, el porcentaje de uso del medio de transporte es multiplicado por la matriz origen-destino para obtener nuevas matrices clasificadas por modo. El resultado será entonces 9 matrices de 8x8: una matriz por año por modo de transporte.

Asignación de tráfico

La meta de la cuarta y última etapa del modelo de transportes es asignar el número de viajes, entre dos regiones, a las posibles rutas que las conectan.

La combinación de rutas que un usuario puede emplear para viajar de un origen a un destino puede ser compleja y demasiado extensa dada la naturaleza probabilística del modelo. Además, la complejidad es mayor para estimar todas las combinaciones posibles de trayectos utilizando autobús en relación con dichos trayectos en vehículo privado.

La conformación de la red consistió en el uso de centroides que representaran los principales centros de población. Por esa razón, solo se incluyeron las principales rutas nacionales para viajar de una cabecera de cantón a otra, exceptuando unas pocas calles municipales estratégicas que las conectan.

La atracción de viajes por ruta se calculó en función de su costo económico y no solo en función del tiempo. Para los viajes en vehículos privados, se aprovechó la disponibilidad de información para realizar un desglose de costos por ruta y así obtener un valor de peso que inclina al usuario a escoger una opción.

En el caso de los viajes en autobús, se utilizó el principio del reparto modal. Para estos, se distribuyeron los viajes por ruta según los mismos pesos de preferencia para vehículos privados, aplicados al número de viajes de las matrices origen-destino para autobús.

Debe considerarse que las rutas de autobús suelen subdividirse en ramales y viajar por calles vecinales en el cantón de destino. Sin embargo, es consistente aplicar a las carreteras nacionales el porcentaje de uso del modo autobús para hallar el número de viajes por ruta.

Para realizar la suma de costos en vehículos privados, se incluye la variable de valor del tiempo (VdT). Esta variable está basada en las ganancias hechas en una hora promedio de trabajo. Lo anterior representa la pérdida monetaria para una persona de cada minuto perdido transportándose a su sitio de trabajo.

$$VdT = \frac{\text{Ingreso mensual per cápita} * 12}{\text{Horas laborales promedio semana} * 52 * 60} \quad (17)$$

Los datos de ingresos promedio per cápita y el promedio de horas laborales por semana fueron tomados de la Encuesta Nacional de Hogares del INEC (2017). Para el 2017, el ingreso promedio mensual per cápita fue valorado en ₡433103/mes y el promedio de horas laborales por semana fue de 43. Aplicando la ecuación 17, el valor del tiempo es de aproximadamente ₡38,77/min.

El tiempo t_{ij} y los costos son sumados (ec. 18) para obtener un costo general CG_{ij} (MOPT, 2011). Para un vehículo privado, C_{ij} es el costo por km para una distancia d . La Contraloría General de la República (2016) provee costos por kilómetro con los cuales se calculan los gastos de vehículos de gobierno. Estos costos incluyen rendimiento del vehículo, seguro, combustible, mantenimiento y tarifas de parqueo. Los valores más recientes para pago de viáticos por transporte corresponden al año 2016. La Contraloría aporta costos diferenciados según la antigüedad, el tipo de vehículo y la región en que operará. Por lo tanto, se calculó un costo promedio entre las antigüedades y tipos de vehículo para zona urbana, resultando en un costo total de ₡149,33/km.

El costo por kilómetro se multiplica por la distancia de la ruta para obtener el costo total que representa para un usuario el transitar por ella. Un costo total, que pondera ambos, tiempo y gastos,

determinará finalmente lo atractiva que es una determinada ruta k .

$$CG_{ij} = C_{ij} * d + VdT * t_{ij} \quad (18)$$

Entre todas las posibles rutas asignadas a cada par origen-destino, un peso relativo (ec. 19) fue calculado para asignar un costo a cada ruta.

$$\text{Peso relativo}_{ijk} = \frac{CG_{\max_{k \in [ij]}}}{CG_{kij}} \quad (19)$$

Con esta relación, 1 será el valor para la ruta más cara, y por ende, menos atractiva. Aquellas más atractivas tendrán valores superiores a la unidad. Luego de realizar esta distribución, el porcentaje de viajes se asigna dividiendo cada valor entre el total de rutas n que conectan el par (ec. 20).

$$\% \text{ viajes asignados}_{ijk} = \frac{\text{Peso relativo}_{ijk}}{\sum_{k=1}^n \text{Peso relativo}_{ijk}} \quad (20)$$

Para vehículos privados, el número absoluto de viajes por año por ruta es obtenido al multiplicar el porcentaje de viajes asignados por el número de viajes T_{ij} para ese par según la matriz origen-destino de vehículos privados (ec. 21).

$$NViajes_{ijk} = \% \text{ Viajes asignados}_{ijk} * T_{ij} \quad (21)$$

Para el transporte en autobús, se hace uso del mismo porcentaje de viajes asignados, siguiendo el procedimiento de cálculo de las ecuaciones 20 y 21 utilizado para vehículos privados.

Sin embargo, el valor de interés por encontrar, tanto para vehículos privados, como para autobuses es el número de unidades, no de pasajeros usuarios de la ruta.

Para autobús, en hora pico de la mañana, se asume una ocupación de 70 pasajeros por unidad: 50 sentados y 20 de pie. Para vehículos privados, se considera una ocupación de 1,5 personas por unidad. El número de viajes es dividido por la ocupación del modo de transporte para determinar el número de unidades transitando por una ruta dada durante el periodo de hora pico de la mañana (ec. 22).

$$\text{Unidades}_{ijk} = \frac{NViajes_{ijk}}{\text{Capacidad}} \quad (22)$$

A este punto, las rutas seguidas para trasladarse de un cantón a otro son compuestas, es decir, consideran el uso de una variedad de caminos. El siguiente paso es crear un listado de las rutas consideradas durante la asignación y sumar el número de vehículos asignados para la misma entre todos los pares. La suma debe diferenciarse por año, modo y en el sentido este-oeste u oeste-este.

Una nueva tabla puede elaborarse sumando los números de vehículos privados y de autobuses para conocer así el total de unidades que transitan durante la hora pico de la mañana. Recordando que la hora pico de estudio corresponde al periodo de 5:30 a.m. a 9:00 a.m., el número de unidades hallado es dividido entre la cantidad de horas del periodo para así obtener el número de vehículos por ruta, por sentido, por año, por hora.

Para validar la exactitud de los volúmenes de tránsito calculados, se solicitó al MOPT información recolectada por cámaras de radar ubicadas en diferentes estaciones a través del área de estudio. Se escogieron las siguientes estaciones para comparar los volúmenes calculados contra estos volúmenes medidos en campo.

- Estación 03. Ruta 39, frente a Parque de La Paz.
- Estación 04. Ruta 39, 100 m oeste del paso peatonal Las Luisas.
- Estación 05. Ruta 39, frente al cementerio de San Pedro, Montes de Oca.
- Estación 07. Ruta 2, frente a muebles El Campanario, San Rafael, La Unión.

Las mediciones del radar son dadas durante todo el día con una frecuencia de 15 minutos. Los datos aportados corresponden al tránsito de todos los días del mes de junio de 2018. Para realizar la comparación se escogieron las mediciones tomadas en el periodo pico de la mañana y se promediaron para obtener un valor horario.

En los datos calculados se cuenta con un único valor de tránsito para el tramo de la ruta 39 desde el Parque de La Paz hasta la Fuente de la Hispanidad. Por esta razón, el mismo valor se compara con las tres estaciones de referencia en la ruta. Para el caso de la estación ubicada en la ruta 2, se utilizó el volumen vehicular calculado para el segmento La Galera-El Fierro. La ecuación 23 describe el modo como se calculó el error entre los volúmenes calculados $V_{calculado}$ y de campo $V_{estación}$.

Las unidades de los volúmenes están dadas en vehículos/hora.

$$Error (\%) = \frac{|V_{calculado} - V_{estación}| * 100}{V_{estación}} \quad (23)$$

Nivel de servicio

De la lista elaborada de rutas en el último paso de la etapa de asignación, se escogieron únicamente las relativas a la carretera Florencio del Castillo al ser el objetivo de este estudio. Así, se abordó en 4 segmentos principales, divididos de este modo por las principales salidas de la carretera:

- Hacienda Vieja-La Galera.
- La Galera-El Fierro.
- El Fierro-Taras.
- Taras-La Lima.

El procedimiento propuesto por el Manual de Capacidad de Carreteras (2000) fue seguido para encontrar la clasificación de nivel de servicio de cada uno de los segmentos. Sin embargo, para conocer las densidades de flujo y hacer uso de la figura 2, es necesario efectuar muestreos de velocidad en los segmentos de estudio, el cual es un procedimiento que se encuentra fuera de los alcances de este trabajo. Además, es necesario señalar que las curvas de velocidad de flujo libre en la figura 2 se establecen de 75mi/h a 55 mi/h (aproximadamente de 120 km/h a 88 km/h). Esto imposibilita su uso para esta carretera, cuya velocidad máxima permitida es de 80 km/h.

Frente a este panorama, se procedió al uso de una tabla provista por LANAMME-UCR (2015) (cuadro 6) que relaciona los niveles de servicio, según la inclinación del terreno y el número de carriles, con el número de tránsito promedio diario.

Nivel de servicio	Terreno plano			Terreno montañoso		
	2	3	4	2	3	4
A	27957	41935	55914	22581	34409	45699
B	45699	68817	91935	37097	55914	74731
C	62903	94624	128495	51613	77419	103226
D	76882	115591	153763	62366	94086	125269
E	86559	131183	174731	70968	106989	142473

Fuente: LANAMME, 2015.

Fue necesario unificar la división por sentido de los valores vehiculares por hora determinados en la asignación, sumando todos los

vehículos transitando este-oeste y oeste-este. De esta forma, se obtuvo un valor único de vehículos en la ruta comparable en dimensión con el tránsito promedio diario.

Para cada segmento, se comparó el estado actual de dos carriles, una ampliación simple a tres carriles y una ampliación simple a cuatro carriles. Se realizó una extrapolación del volumen horario de vehículos hallados en la etapa de asignación para obtener el tránsito promedio diario. Así, se categorizó en el nivel de servicio correspondiente según el cuadro 6.

Además de la solución propuesta de ampliación de carriles, se evaluó el impacto que tendría sobre el área de estudio la incorporación de una nueva ruta que conecte las rutas 252 y 39. El Gobierno de Costa Rica (2017) ha demostrado

interés en construir esa ruta. Como pasos en esa dirección, ya se aprobó en la Asamblea Legislativa en segundo debate el proyecto de Ley N° 20339, el cual, entre otros aspectos, establece que los terrenos del INVU en la zona se deben traspasar al MOPT para iniciar el proyecto. Independientemente de si se une por una carretera, viaducto o túnel, la ruta es de una longitud aproximada de 3 km.

Para efectos de este trabajo, se llamó a esta ruta "000" y se extiende desde la intersección en Hacienda Vieja hasta la salida de Circunvalación en Quesada Durán. Debido a que no es parte de este estudio el diseño de dicha ruta, no se consideró ningún trazado en particular, sino solo una línea recta entre ambos puntos. En la figura 8, se observa la ubicación de la ruta 000 propuesta.

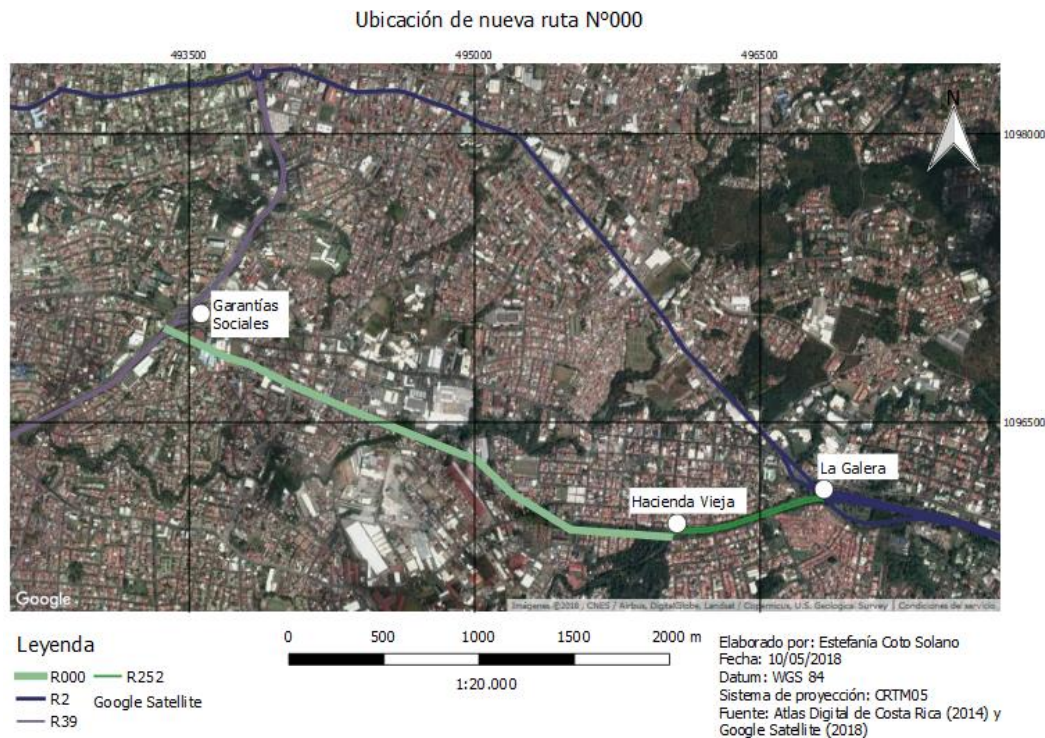


Figura 8. Ubicación de nueva ruta a construir N°000
Fuente: Elaboración propia de la investigadora en ArcGIS y QGIS

El impacto de esta intervención influye desde el nivel de asignación de tráfico. Se creó una nueva tabla alternativa, en la cual se agregó el uso de la ruta 000 a todos aquellos pares origen-destino que se verían beneficiados con ella y se recalculó el peso relativo y el porcentaje de asignación de cada una de las rutas nuevamente. Con ello, se

obtuvieron nuevos números de vehículos transitando por la carretera Florencio del Castillo y se calculó el nivel de servicio para otras dos alternativas: la adición de un tercer carril más la nueva vía 000 o la adición de un cuarto carril más la nueva vía 000.

Resultados

Generación de tránsito

Como se discutió anteriormente, la meta de la etapa de generación de tránsito es determinar el número absoluto de viajes producidos en cada región del área de estudio.

El cuadro 7 muestra los viajes producidos para los años 2011, 2018 y 2025 para cada cantón. Es importante destacar que el mayor porcentaje de producción de viajes procede de aquellos cantones con una porción importante de usos de suelo de tipo residencial, como San José, Desamparados, Goicoechea y La Unión.

Los siguientes códigos fueron utilizados para identificar cada uno de los ocho cantones considerados.

El primer número corresponde a la provincia, los dos números siguientes al cantón, y de incluirse, los dos números finales corresponden al distrito. Cuando se haga uso del código de distrito, generalmente se referirá al distrito cabecera de cantón:

- 101/10101: San José/San José.
- 103/10301: Desamparados/Desamparados.
- 108/10801: Goicoechea/Guadalupe.
- 115/11501: Montes de Oca/San Pedro.
- 118/11801 Curridabat/Curridabat.
- 301/30101: Cartago/Cartago.
- 303/30301: La Unión/Tres Ríos.
- 308/30801: El Guarco/Tejar.

CUADRO 7. VIAJES PRODUCIDOS POR CANTÓN POR AÑO					
2011		2018		2025	
Cantón	Viajes producidos	Cantón	Viajes producidos	Cantón	Viajes producidos
101	223985	101	236251	101	245918
103	185163	103	197894	103	208116
108	111061	108	117271	108	122360
115	34760	115	35039	115	35178
118	68061	118	39891	118	73062
301	90435	301	94259	301	96998
303	112003	303	119586	303	125746
308	35328	308	33799	308	34036
Total	860797	Total	873990	Total	941413

Distribución de tránsito

Obtener el número de viajes atraídos por región es el primer paso para completar una matriz origen-destino, lo cual representa el producto final de esta etapa. El número absoluto de viajes atraídos por cantón, por año se muestra en el cuadro 8.

Aquellos con mayor número de viajes atraídos corresponden a los que cuentan con mayores áreas destinadas a usos comerciales, industriales o institucionales que proveen servicios para las actividades diarias.

CUADRO 8. VIAJES ATRAÍDOS POR CANTÓN POR AÑO					
2011		2018		2025	
Cantón	Viajes atraídos	Cantón	Viajes atraídos	Cantón	Viajes atraídos
101	311586	101	316361	101	340767
103	60013	103	60933	103	65633
108	114503	108	116258	108	125227
115	48159	115	48897	115	52669
118	73562	118	74689	118	80451
301	197383	301	200408	301	215868
303	34506	303	35034	303	37737
308	21086	308	21409	308	23061
Total	860797	Total	873990	Total	941413

Utilizando el número de viajes producidos y atraídos en cada cantón y los factores de fricción entre todos ellos, se creó una matriz origen-destino por año. El cálculo del factor de fricción es una variable que se recomienda investigar con mayor profundidad para ajustarla al comportamiento real que ocurre en Costa Rica. Es probable que el comportamiento de los viajes se dé más en función de la ubicación de los usos de suelo que de la manera propuesta por el Programa Cooperativo Nacional de Investigación en Carreteras (NCHRP, por sus siglas en inglés) (2012), la cual se basa en una mayor atracción mientras menores sean las distancias por recorrer.

Los cuadros 9, 10 y 11 muestran el número total de viajes hechos entre cada par de cantones. De ellos, se desprende que el cantón de San José, a su vez, representa el que más viajes recibe y atrae, describiendo correctamente su función de nodo receptor según la estructura radial que poseen las carreteras del país y las rutas de transporte público.

Además, llama la atención que el par de mayor número de viajes es Desamparados-San José. Esto demuestra la necesidad de desarrollar soluciones de transporte específicas para esta región del valle Central.

CUADRO 9. MATRIZ ORIGEN-DESTINO AÑO 2011									
	101	103	108	115	118	301	303	308	Pi
101	106345	4552	8686	95208	5580	959	2554	102	223985
103	173125	5757	2261	1027	1568	269	718	439	185163
108	27507	5298	45483	19130	6494	3706	3046	396	111061
115	22742	4380	1443	607	5369	118	90	13	34760
118	4356	839	41718	3029	4627	832	12572	89	68061
301	3616	696	1329	559	3916	48454	1883	29983	90435
303	12212	2352	4261	1792	77018	7346	6237	785	112003
308	429	379	158	66	144	33329	207	615	35328
Aj	311586	60013	114503	48159	73562	197383	34506	21086	860797

CUADRO 10. MATRIZ ORIGEN-DESTINO AÑO 2018									
	101	103	108	115	118	301	303	308	Pi
101	112169	4801	9161	100421	5885	1011	2694	108	236251
103	185028	6152	2417	1097	1676	288	767	469	197894
108	29045	5594	48027	20199	6857	3913	3217	418	117271
115	22924	4415	1454	612	5412	119	90	13	35039
118	2553	492	24451	1775	2712	488	7368	52	39891
301	3768	726	1385	582	4081	50503	1962	31251	94259
303	13039	2511	4550	1914	82232	7843	6659	838	119586
308	411	363	151	63	138	31887	198	588	33799
Aj	316361	60933	116258	48897	74689	200408	35034	21409	873990

CUADRO 11. MATRIZ ORIGEN-DESTINO AÑO 2025									
	101	103	108	115	118	301	303	308	Pi
101	116758	4998	9536	104530	6126	1053	2804	112	245918
103	194585	6470	2542	1154	1763	303	807	493	208116
108	30306	5837	50111	21076	7155	4083	3356	436	122360
115	23015	4433	1460	614	5434	119	91	13	35178
118	4676	901	44783	3252	4967	893	13495	95	73062
301	3878	747	1425	599	4200	51971	2019	32159	96998
303	13711	2641	4784	2012	86468	8247	7002	881	125746
308	414	365	152	64	138	32111	200	592	34036
Aj	340767	65633	125227	52669	80451	215868	37737	23061	941413

Reparto modal

Teniendo las matrices origen-destino y los porcentajes de uso de cada modo de transporte por año, esta etapa se enfoca en obtener nuevas matrices origen-destino para cada uno de los

modos. Los cuadros 12, 13 y 14 muestran las matrices anuales para transporte en vehículo privado; los cuadros 15, 16 y 17 representan las matrices anuales para transporte en autobús, y finalmente los cuadros 18, 19 y 20 exponen las matrices anuales para transporte por tren.

CUADRO 12. MATRIZ ORIGEN-DESTINO PARA VEHÍCULO PRIVADO AÑO 2011

	101	103	108	115	118	301	303	308
101	48014	2055	3921	42986	2519	433	1153	46
103	78165	2599	1021	464	708	122	324	198
108	12419	2392	20536	8637	2932	1673	1375	179
115	10268	1978	651	274	2424	53	40	6
118	1967	379	18835	1368	2089	376	5676	40
301	1632	314	600	252	1768	21877	850	13537
303	5514	1062	1924	809	34773	3316	2816	354
308	194	171	71	30	65	15048	94	278

CUADRO 13. MATRIZ ORIGEN-DESTINO PARA VEHÍCULO PRIVADO AÑO 2018

	101	103	108	115	118	301	303	308
101	65058	2785	5313	58244	3414	586	1562	63
103	107316	3568	1402	636	972	167	445	272
108	16846	3245	27855	11716	3977	2270	1866	242
115	13296	2561	844	355	3139	69	52	7
118	1481	285	14181	1030	1573	283	4274	30
301	2186	421	803	338	2367	29292	1138	18125
303	7563	1457	2639	1110	47695	4549	3862	486
308	238	211	88	37	80	18495	115	341

CUADRO 14. MATRIZ ORIGEN-DESTINO PARA VEHÍCULO PRIVADO AÑO 2025

	101	103	108	115	118	301	303	308
101	82898	3549	6771	74216	4350	747	1991	80
103	138155	4594	1805	819	1251	215	573	350
108	21517	4144	35579	14964	5080	2899	2383	310
115	16341	3147	1037	436	3858	84	64	9
118	3320	639	31796	2309	3527	634	9582	68
301	2753	530	1012	426	2982	36899	1434	22833
303	9735	1875	3397	1429	61392	5855	4972	626
308	294	259	108	45	98	22799	142	420

CUADRO 15. MATRIZ ORIGEN-DESTINO PARA AUTOBÚS AÑO 2011

	101	103	108	115	118	301	303	308
101	57814	2475	4722	51759	3034	521	1388	56
103	94119	3130	1229	558	853	146	390	238
108	14954	2880	24727	10400	3531	2015	1656	215
115	12363	2381	784	330	2919	64	49	7
118	2368	456	22680	1647	2515	452	6835	48
301	1966	379	722	304	2129	26342	1023	16300
303	6639	1279	2317	974	41871	3993	3391	427
308	233	206	86	36	78	18119	113	334

CUADRO 16. MATRIZ ORIGEN-DESTINO PARA AUTOBÚS AÑO 2018

	101	103	108	115	118	301	303	308
101	45972	1968	3755	41157	2412	414	1104	44
103	75833	2522	991	450	687	118	314	192
108	11904	2293	19684	8279	2810	1604	1318	171
115	9395	1810	596	251	2218	49	37	5
118	1046	202	10021	728	1111	200	3020	21
301	1544	297	568	239	1673	20699	804	12808
303	5344	1029	1865	784	33703	3214	2729	343
308	168	149	62	26	56	13069	81	241

CUADRO 17. MATRIZ ORIGEN-DESTINO PARA AUTOBÚS AÑO 2025

	101	103	108	115	118	301	303	308
101	32231	1380	2632	28856	1691	291	774	31
103	53715	1786	702	319	487	84	223	136
108	8366	1611	13833	5818	1975	1127	926	120
115	6353	1224	403	170	1500	33	25	4
118	1291	249	12362	898	1371	247	3725	26
301	1070	206	393	165	1159	14346	557	8877
303	3785	729	1321	555	23869	2277	1933	243
308	114	101	42	18	38	8864	55	163

CUADRO 18. MATRIZ ORIGEN-DESTINO PARA TREN AÑO 2011

	101	103	108	115	118	301	303	308
101	476	20	39	426	25	4	11	0
103	775	26	10	5	7	1	3	2
108	123	24	204	86	29	17	14	2
115	102	20	6	3	24	1	0	0
118	19	4	187	14	21	4	56	0
301	16	3	6	3	18	217	8	134
303	55	11	19	8	345	33	28	4
308	2	2	1	0	1	149	1	3

CUADRO 19. MATRIZ ORIGEN-DESTINO PARA TREN AÑO 2018

	101	103	108	115	118	301	303	308
101	2524	108	206	2259	132	23	61	2
103	4163	138	54	25	38	6	17	11
108	654	126	1081	454	154	88	72	9
115	516	99	33	14	122	3	2	0
118	57	11	550	40	61	11	166	1
301	85	16	31	13	92	1136	44	703
303	293	57	102	43	1850	176	150	19
308	9	8	3	1	3	717	4	13

CUADRO 20. MATRIZ ORIGEN-DESTINO PARA TREN AÑO 2025

	101	103	108	115	118	301	303	308
101	4732	203	386	4236	248	43	114	5
103	7886	262	103	47	71	12	33	20
108	1228	237	2031	854	290	165	136	18
115	933	180	59	25	220	5	4	1
118	189	36	1815	132	201	36	547	4
301	157	30	58	24	170	2106	82	1303
303	556	107	194	82	3504	334	284	36
308	17	15	6	3	6	1301	8	24

Aun cuando el tren es un medio de transporte en crecimiento continuo, en los siguientes pasos del modelo de transportes no será tomado en consideración pues sus unidades no ocupan el derecho de vía de la carretera en estudio. La participación de este modo en el transporte de usuarios ya ha sido sustraída del número total de viajes por medio de los cuadros detallados anteriormente. De esta manera, en los próximos pasos se contemplan solo aquellos modos que

utilizan las carreteras para desplazarse: vehículos privados y autobús.

Asignación de tráfico

Como menciona Ortúzar (2011), pueden aparecer problemas estocásticos en la etapa de asignación de tráfico. En este caso, la complejidad en la

aplicación del método se produjo debido al gran número de combinaciones posibles que pueden utilizar los usuarios para llegar a un destino. Este problema es aún mayor cuando el origen y el destino están separados por largas distancias. En estos casos, son muy diversas las combinaciones de tramos sobre rutas nacionales y/o vecinales que se pueden escoger para realizar un viaje.

Para abordar este problema, solo se tomaron en cuenta las rutas nacionales más comunes, además de unas pocas calles y avenidas locales que conectan estas rutas de alta capacidad. Para los 64 pares de origen-destino, se incluyó un total de 309 combinaciones de rutas.

Se construyeron nuevas tablas con los viajes totales y vehículos que circulan en cada ruta k desde un origen i hasta un destino j . A continuación, se presenta un extracto de la tabla de asignación de viajes a modo de ilustrar los resultados obtenidos para cada par origen-destino. La tabla completa se puede consultar en la sección de apéndices.

Según lo expuesto en la sección de metodología, el cálculo del costo por ruta para el usuario se desarrolló para los vehículos privados, lo cual aporta una comprensión adicional de la probabilidad de escogencia de cada una. El peso relativo de cada ruta se multiplicó por la matriz origen-destino para obtener el número de viajes mostrado en el cuadro 21. Como se puede observar, un menor costo para el usuario implica un mayor peso relativo de escogencia, y con ello, un mayor número de unidades transitando por dicha ruta. El número de viajes por ruta para autobús (cuadro 22) se calculó empleando el peso relativo por ruta obtenido para los vehículos privados y la matriz origen-destino para el modo autobús. Asimismo, no se calculó el costo para estos usuarios por ruta, pues la cantidad de combinaciones que una persona puede tomar para desplazarse es aún mayor que la observada para vehículos privados.

CUADRO 21. ASIGNACIÓN DE VIAJES EN VEHÍCULO PRIVADO POR RUTA

Origen	Destino	Ruta	Costo general (C)	Viajes 2011	Viajes 2018	Viajes 2025	Vehículos 2011	Vehículos 2018	Vehículos 2025
10101	10301	209	1328,19	1219	1652	2105	813	1101	1403
		211-207	1937,00	836	1133	1443	557	755	962
10101	10801	Av2-C23	1023,78	2410	3266	4161	1607	2177	2774
		32-218	1632,59	1511	2048	2609	1008	1365	1740
10101	11501	2	719,37	22592	30611	39006	15061	20408	26004
		Av10	796,91	20394	27633	35211	13596	18422	23474
10101	11801	2	1289,42	1602	2171	2766	1068	1447	1844
		215	2252,90	917	1243	1583	611	828	1056
10101	30101	2	3835,23	32	43	55	21	29	37
		215-2	6590,67	19	25	32	12	17	21
		Av10-2	5782,27	21	29	37	14	19	24
		209-Av24-2	7077,43	17	23	30	12	16	20
		209-Av24-236	6778,77	18	24	31	12	16	21
		209-Av24-228	6778,77	18	24	31	12	16	21
		2-236	5555,40	22	30	38	15	20	25
		2-219	6086,67	20	27	35	13	18	23
		2-251-2	5367,30	23	31	39	15	21	26
		2-251-236	5295,51	23	31	40	15	21	27
		2-251-219	5826,78	21	28	36	14	19	24

CUADRO 22. ASIGNACIÓN DE VIAJES EN AUTOBÚS POR RUTA

Origen	Destino	Ruta	% Asignación	Viajes 2011	Viajes 2018	Viajes 2025	Unidades 2011	Unidades 2018	Unidades 2025
10101	10301	209	0,59	1468	1167	818	21	17	12
		211-207	0,41	1007	800	561	14	11	8
10101	10801	Av2-C23	0,61	2902	2308	1618	41	33	23
		32-218	0,39	1820	1447	1015	26	21	14
10101	11501	2	1,00	51759	41157	28856	739	588	412
10101	11801	2	0,64	1929	1534	1076	28	22	15
		215	0,36	1104	878	616	16	13	9
10101	30101	2	0,11	60	48	33	1	1	0
		215-2	0,07	35	28	19	0	0	0
		2-236	0,08	41	33	23	1	0	0
		2-219	0,07	38	30	21	1	0	0
		2-251-2	0,17	91	72	51	1	1	1
		2-251-236	0,08	43	34	24	1	0	0
		2-251-219	0,08	39	31	22	1	0	0
		215-2-236	0,07	35	28	20	1	0	0
		215-2-219	0,06	33	26	18	0	0	0
		215-251-2	0,07	36	29	20	1	0	0
		215-251-2-236	0,07	37	29	20	1	0	0
215-251-2-219	0,06	34	27	19	0	0	0		

Para conocer la carga vehicular específicamente sobre cada una de las vías, se repartieron los vehículos calculados en los cuadros 21 y 22 entre cada una de ellas. Esto implicó sumar distintas rutas que toman los usuarios pero que comparten el uso de la misma carretera en algún tramo.

Las rutas 2 y 236 se dividieron en varios segmentos debido a las importantes intersecciones que las atraviesan. La ruta 2 está conformada por los tramos San Pedro (Avenida 2-Fuente de la Hispanidad), Curridabat (Fuente de la Hispanidad-La Galera), Pista (La Galera-El Fierro), Ochomogo (El Fierro-Taras) y La Lima (Taras-La Lima). La ruta

236 se segmenta en el tramo Taras (Taras-Metrocentro) y El Guarco (Hospital Max Peralta-Tejar).

Los siguientes cuadros presentan una muestra del acumulado del total de vehículos circulando por ruta. En los cuadros 23 y 24, se muestra el número de unidades que transitan por cada ruta, categorizadas según el sentido este-oeste u oeste-este. El cuadro 25 resume el total de vehículos, sumando tanto los privados como los autobuses, para el periodo completo de hora pico de la mañana (5:30 a.m. – 9:00 a.m.) Por último, el cuadro 26 toma estos valores y los divide para obtener el número de unidades por hora, en una hora típica del periodo hora pico de la mañana.

CUADRO 23. NÚMERO DE VEHÍCULOS PRIVADOS POR RUTA POR SENTIDO

N° Ruta	Oeste-Este			Este-Oeste		
	2011	2018	2025	2011	2018	2025
209	3439	4574	5850	27445	37699	48488
211	557	755	962	334	453	579
207	1874	2449	3158	26427	36279	46700
Av2	1607	2177	2774			
C23	1781	2416	3082	5854	7941	10142
32	1008	1365	1740	2760	3744	4782
218	1008	1365	1740	13136	17818	22759
2 (SP)	16584	22471	28634	9303	11930	15159
Av10	13918	18858	24029			
2 (Cu)	9928	11601	16829	35172	39508	60862
215	1133	1540	1966	2190	2667	3791
2 (Pi)	3168	3526	5429	12045	16455	21123
2 (Och)	4247	5664	7423	3653	4853	6102
2 (LL)	1619	2211	2832	1342	1772	2225
2 (EG)	3206	3951	4876	238	387	417

CUADRO 24. NÚMERO DE AUTOBUSES POR RUTA POR SENTIDO

N° Ruta	Oeste-Este			Este-Oeste		
	2011	2018	2025	2011	2018	2025
209	85	66	46	714	575	407
211	23	18	13			
207	48	37	26	679	547	388
Av2	41	33	23			
C23	46	37	26	151	120	85
32	26	21	14	71	57	40
218	26	21	14	352	280	197
2 (SP)	786	625	438	65	47	36
Av10						
2 (Cu)	429	306	229	911	601	509
215	32	26	18	58	41	32
2 (Pi)	81	52	45	316	253	179
2 (Och)	118	92	67	361	267	182
2 (LL)	46	36	26	206	151	102
2 (EG)	82	59	40	6	5	3

CUADRO 25. TOTAL VEHÍCULOS EN PERIODO HORA PICO POR SENTIDO

N° Ruta	Oeste-Este			Este-Oeste		
	2011	2018	2025	2011	2018	2025
209	3524	4639	5896	28159	38274	48895
211	580	774	975	334	453	579
207	1923	2486	3185	27106	36826	47087
Av2	1648	2210	2797	0	0	0
C23	1827	2453	3108	6005	8061	10227
32	1034	1386	1754	2831	3800	4821
218	1034	1386	1754	13488	18098	22956
2 (SP)	17370	23096	29072	9368	11978	15195
Av10	13918	18858	24029	0	0	0
2 (Cu)	10357	11907	17058	36083	40109	61372
215	1165	1565	1984	2248	2709	3824
2 (Pi)	3248	3578	5474	12361	16708	21302
2 (Och)	4366	5756	7490	4014	5120	6284
2 (LL)	1665	2247	2858	1548	1923	2327
2 (EG)	3288	4010	4916	244	392	420

CUADRO 26. TOTAL VEHÍCULOS POR HORA EN HORA PICO POR SENTIDO

N° Ruta	Oeste-Este			Este-Oeste		
	2011	2018	2025	2011	2018	2025
209	1007	1326	1685	8045	10935	13970
211	166	221	279	96	130	165
207	549	710	910	7744	10522	13454
Av2	471	631	799	0	0	0
C23	522	701	888	1716	2303	2922
32	295	396	501	809	1086	1378
218	295	396	501	3854	5171	6559
2 (SP)	4963	6599	8306	2677	3422	4341
Av10	3976	5388	6865	0	0	0
2 (Cu)	2959	3402	4874	10310	11460	17535
215	333	447	567	642	774	1092
2 (Pi)	928	1022	1564	3532	4774	6086
2 (Och)	1247	1645	2140	1147	1463	1795
2 (LL)	476	642	817	442	549	665
2 (EG)	939	1146	1405	70	112	120

Los volúmenes de tránsito calculados para la ruta 2, en el tramo La Galera-El Fierro, y la ruta 39 fueron comparados con volúmenes obtenidos de campo mediante radar. En la comparación, se utilizaron los valores del cuadro 26, sumando los dos sentidos, para el año 2018. Cabe destacar que la estación que se pueden comparar de manera más directa es la referente al segmento La Galera-El Fierro. Esto ya que la cámara de radar en campo

se ubica en un punto medio dentro del segmento calculado en el estudio. Las estaciones ubicadas en Circunvalación se incluyen como referencia, a pesar de no poseer una relación directa en cuanto a ubicación con el volumen calculado. El cuadro 27 muestra los datos de referencia en relación con los datos calculados y su error:

CUADRO 27. VOLÚMENES VEHICULARES AÑO 2018				
Tramo	Galera-Fierro	P. La Paz-Y Griega	Y Griega-R.Garantías	R.Garantías-F.Hispanidad
Volumen calculado (veh/h)	5796	6832	6832	6832
Volumen radar (veh/h)	4620	6489	3537	4414
Error (%)	25,46	5,29	93,16	54,78
Promedio error (%)			44,67	

Nivel de servicio

Como se mencionó en la etapa de metodología, el procedimiento seguido para medir cualitativamente el desempeño de la ruta de estudio fue comparar los volúmenes de tránsito con valores provistos por LANAMME (2015). Cabe recordar que el nivel de servicio se asocia con el desempeño funcional de la ruta según el tiempo de viaje donde, a menores obstáculos al tiempo, mayor su calidad funcional.

Se construyeron tablas con los volúmenes de tránsito horario hallados en el cuadro 26, sumando los sentidos para obtener un número total de vehículos en la ruta. Además, se incluyó el valor de Tránsito Promedio Diario (TPD) aportado por LANAMME según las características del segmento: número de carriles por sentido, inclinación del terreno y nivel de servicio esperado.

Ambos datos se compararon para obtener un porcentaje de cuán saturado está el segmento según la capacidad límite del nivel de servicio esperado.

Los escenarios comparados para los años 2011, 2018 y 2025 fueron los siguientes:

- Actual con dos carriles por sentido.
- Ampliación a tres carriles por sentido.
- Ampliación a cuatro carriles por sentido.
- Ampliación a tres carriles por sentido más adición de nueva ruta N°000.

- Ampliación a cuatro carriles por sentido más adición de nueva ruta N°000.
- Adición únicamente de ruta N°000.

Para considerar el impacto de la ampliación en carriles a la ruta, bastó solo con tomar el valor correspondiente de la tabla de LANAMME. En el caso de la nueva ruta, fue necesario hacer ajustes desde la etapa de asignación.

Se desarrollaron nuevas hojas de asignación en forma paralela contemplando la nueva ruta. Esto implicó la revisión de todos los pares origen-destino e incluir en la lista de rutas el uso de la ruta N°000 para todos aquellos trayectos en que podría ser de provecho. El peso relativo asignado previamente a cada ruta varió al incorporar una nueva, y con ello, también el número de viajes y de vehículos transitando en cada una. No se consideró el paso de rutas de autobús por esta nueva carretera, por lo tanto, estos viajes se consideraron sin variación con respecto a la situación actual.

A continuación, se muestran extractos de los cuadros ajustados de asignación considerando la nueva ruta (cuadros 28, 29, 30, 31, 32 y 33). Pueden observarse de manera completa en la sección de apéndices. Se siguió el mismo procedimiento de cálculo descrito anteriormente en el apartado de asignación.

CUADRO 28. ASIGNACIÓN DE VIAJES EN VEHÍCULO PRIVADO POR RUTA, CON NUEVA RUTA N°000

Origen	Destino	Ruta	Distancia (km)	Costo			Vehículos 2011	Vehículos 2018	Vehículos 2025	
				general (C)	Viajes 2011	Viajes 2018				
10101	10301	209	5	1328,19	1219	1652	2105	813	1101	1403
		211-207	7	1937,00	836	1133	1443	557	755	962
10101	10801	Av2-C23	4	1023,78	2410	3266	4161	1607	2177	2774
		32-218	6	1632,59	1511	2048	2609	1008	1365	1740
10101	11501	2	3	719,37	22592	30611	39006	15061	20408	26004
		Av10	3	796,91	20394	27633	35211	13596	18422	23474
10101	11801	2	5	1289,42	961	1302	1660	641	868	1106
		215	6	2252,90	550	745	950	367	497	633
		215-000	5	1229,69	1008	1366	1740	672	910	1160
10101	30101	2	14	3835,23	24	33	42	16	22	28
		Av10-251-2-236	23	5450,59	17	23	30	11	16	20
		Av10-251-2-219	25	5981,86	16	21	27	10	14	18
		215-000-2	26	5567,46	17	23	29	11	15	19
		215-000-2-236	25	5555,40	17	23	29	11	15	19
		215-000-2-219	27	6026,94	16	21	27	10	14	18
		215-000-251-2	24	5307,57	18	24	30	12	16	20
		215-000-251-236	23	5235,78	18	24	31	12	16	21
		215-000-251-219	25	5767,05	16	22	28	11	15	19

CUADRO 29. ASIGNACIÓN DE VIAJES EN AUTOBÚS POR RUTA, CON NUEVA RUTA N°000

Origen	Destino	Ruta	% Asignación	Viajes			Unidades		
				2011	2018	2025	2011	2018	2025
10101	10301	209	0,59	1468	1167	818	21	17	12
		211-207	0,41	1007	800	561	14	11	8
10101	10801	Av2-C23	0,61	2902	2308	1618	41	33	23
		32-218	0,39	1820	1447	1015	26	21	14
10101	11501	2	1,00	51759	41157	28856	739	588	412
10101	11801	2	0,64	1929	1534	1076	28	22	15
		215	0,36	1104	878	616	16	13	9
10101	30101	2	0,11	60	48	33	1	1	0
		215-2	0,07	35	28	19	0	0	0
		2-236	0,08	41	33	23	1	0	0
		209-210-2	0,10	54	43	30	1	1	0
		2-221-2	0,11	55	44	31	1	1	0
		2-221-236-2	0,09	49	39	27	1	1	0
		215-251-2	0,10	52	41	29	1	1	0
		209-210-251-2	0,09	46	37	26	1	1	0
		209-210-251-2-236	0,09	45	36	25	1	1	0
		10301	10101	207-204	0,49	46567	37520	26576	665
209	0,51			47552	38314	27139	679	547	388

**CUADRO 30. NÚMERO DE VEHÍCULOS PRIVADOS
POR RUTA POR SENTIDO, CON NUEVA RUTA
N°000**

N° Ruta	Oeste-Este			Este-Oeste		
	2011	2018	2025	2011	2018	2025
209	3468	4598	5895	27539	37850	48660
211	557	755	962	334	453	579
207	1986	2593	3349	26368	36199	46599
Av2	1607	2177	2774			
C23	1781	2416	3082	5854	7941	10142
32	1008	1365	1740	2760	3744	4782
218	1008	1365	1740	13506	18320	23400
2 (SP)	16047	21743	27705	8629	11110	13991
Av10	13840	18752	23895			
2 (Cu)	7893	8889	13429	33144	37157	57360
000	2859	3850	4831	3619	4288	6238
215	1686	2288	2919	3258	3954	5634
2 (Pi)	3199	3578	5482	12225	16701	21440
2 (Och)	4351	5814	7602	3780	5020	6311
2 (LL)	1673	2294	2926	1389	1833	2300

**CUADRO 31. NÚMERO DE
AUTOBUSES POR RUTA POR
SENTIDO, CON NUEVA RUTA
N°000**

N° Ruta	Oeste-Este			Este-Oeste		
	2011	2018	2025	2011	2018	2025
209	86	67	47	714	575	407
211	23	18	13			
207	48	37	26	679	547	388
Av2	41	33	23			
C23	46	37	26	151	120	85
32	26	21	14	71	57	40
218	26	21	14	352	280	197
2 (SP)	781	621	435	65	47	36
Av10						
2 (Cu)	426	276	208	911	601	509
000						
215	30	24	17	58	41	32
2 (Pi)	80	51	44	316	253	179
2 (Och)	125	97	70	361	267	182

CUADRO 32. TOTAL VEHÍCULOS EN PERIODO HORA PICO POR SENTIDO, CON NUEVA RUTA N°000

N° Ruta	Oeste-Este			Este-Oeste		
	2011	2018	2025	2011	2018	2025
209	3555	4666	5942	28253	38424	49068
211	580	774	975	334	453	579
207	2034	2630	3375	27047	36746	46986
Av2	1648	2210	2797	0	0	0
C23	1827	2453	3108	6005	8061	10227
32	1034	1386	1754	2831	3800	4821
218	1034	1386	1754	13858	18600	23597
2 (SP)	16827	22363	28140	8693	11157	14027
Av10	13840	18752	23895	0	0	0
2 (Cu)	8319	9164	13637	34055	37758	57869
000	2859	3850	4831	3619	4288	6238
215	1716	2312	2936	3316	3995	5666
2 (Pi)	3278	3629	5526	12541	16955	21618
2 (Och)	4476	5911	7673	4141	5287	6493
2 (LL)	1724	2333	2954	1595	1983	2403

CUADRO 33. TOTAL VEHÍCULOS POR HORA EN HORA PICO POR SENTIDO, CON NUEVA RUTA N°000

N° Ruta	Oeste-Este			Este-Oeste		
	2011	2018	2025	2011	2018	2025
209	1016	1333	1698	8072	10978	14019
211	166	221	279	96	130	165
207	581	751	964	7728	10499	13425
Av2	471	631	799	0	0	0
C23	522	701	888	1716	2303	2922
32	295	396	501	809	1086	1378
218	295	396	501	3959	5314	6742
2 (SP)	4808	6390	8040	2484	3188	4008
Av10	3954	5358	6827	0	0	0
2 (Cu)	2377	2618	3896	9730	10788	16534
000	817	1100	1380	1034	1225	1782
215	490	661	839	947	1141	1619
2 (Pi)	937	1037	1579	3583	4844	6177
2 (Och)	1279	1689	2192	1183	1510	1855
2 (LL)	492	667	844	456	567	687

De la tabla total de rutas (cuadros 26 y 33), para las comparaciones de nivel de servicio se trabajó con los siguientes tramos:

- Hacienda Vieja-La Galera.
- La Galera-El Fierro.
- El Fierro-Taras.
- Taras-La Lima.
- Hacienda Vieja-Circunvalación (ruta nueva N°000).

Ya que los valores calculados están expresados en vehículos/hora, fue necesario extrapolarlos a tránsito promedio diario de modo

que fueran comparables con el cuadro 6. A partir de los datos obtenidos de campo con radar, se pudo calcular que el porcentaje de vehículos que transita durante una hora del periodo pico de la mañana corresponden al 8% del tránsito diario.

Así, se obtuvieron los valores calculados de tránsito promedio diario para cada tramo y fueron comparados contra el cuadro 6 con el fin de poder asociarlos a un nivel de servicio.

Los cuadros 34, 35, 36, 37, 38 y 39 muestran el nivel de servicio, por escenario y por año, para cada tramo.

CUADRO 34. NIVEL DE SERVICIO: RUTA FLORENCIO DEL CASTILLO. ESCENARIO ACTUAL

Variable	Hacienda Vieja-Galera			Galera-Fierro			Fierro-Taras			Taras-Lima		
	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025
Volumen pico (veh/h)	1276	1619	2166	4460	5796	7650	2394	3107	3935	918	1191	1481
Volumen TPD (veh/día)	15955	20241	27075	55748	72451	95626	29928	38841	49190	11476	14890	18518
N° Carriles adim	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Clasificación Nivel de Servicio	A	A	A	C	D	F	B	C	C	A	A	A

CUADRO 35. NIVEL DE SERVICIO: RUTA FLORENCIO DEL CASTILLO. AMPLIACIÓN A TRES CARRILES POR SENTIDO

Variable	Hacienda Vieja-Galera			Galera-Fierro			Fierro-Taras			Taras-Lima		
	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025
Volumen (veh/h)	1276	1619	2166	4460	5796	7650	2394	3107	3935	918	1191	1481
Volumen TPD (veh/día)	15955	20241	27075	55748	72451	95626	29928	38841	49190	11476	14890	18518
N° Carriles adim	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Clasificación Nivel de Servicio	A	A	A	B	C	D	A	B	B	A	A	A

CUADRO 36. NIVEL DE SERVICIO: RUTA FLORENCIO DEL CASTILLO. AMPLIACIÓN A CUATRO CARRILES POR SENTIDO

Variable	Hacienda Vieja-Galera			Galera-Fierro			Fierro-Taras			Taras-Lima		
	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025
Volumen (veh/h)	1276	1619	2166	4460	5796	7650	2394	3107	3935	918	1191	1481
Volumen TPD (veh/día)	15955	20241	27075	55748	72451	95626	29928	38841	49190	11476	14890	18518
N° Carriles adim	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Clasificación Nivel de Servicio	A	A	A	A	B	C	A	A	B	A	A	A

CUADRO 37. NIVEL DE SERVICIO: RUTA FLORENCIO DEL CASTILLO. AMPLIACIÓN A TRES CARRILES POR SENTIDO MÁS NUEVA RUTA N°000 (252-39)

Variable	Hacienda Vieja-Galera			Galera-Fierro			Fierro-Taras			Taras-Lima			Hacienda Vieja-Circunvalación		
	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025
Volumen (veh/h)	1642	2072	2798	4520	5881	7756	2462	3199	4047	948	1233	1531	1851	2325	3163
Volumen TPD (veh/día)	20528	25904	34971	56496	73512	96944	30773	39993	50593	11850	15416	19133	23133	29062	39532
N° Carriles adim	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Clasificación Nivel de Servicio	A	A	A	B	C	D	A	B	B	A	A	A	A	A	A

CUADRO 38. NIVEL DE SERVICIO: RUTA FLORENCIO DEL CASTILLO. AMPLIACIÓN A CUATRO CARRILES POR SENTIDO MÁS NUEVA RUTA N°000 (252-39)																
Variable		Hacienda Vieja-Galera			Galera-Fierro			Fierro-Taras			Taras-Lima			Hacienda Vieja-Circunvalación		
		2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025
Volumen	(veh/h)	1642	2072	2798	4520	5881	7756	2462	3199	4047	948	1233	1531	1851	2325	3163
Volumen TPD	(veh/día)	20528	25904	34971	56496	73512	96944	30773	39993	50593	11850	15416	19133	23133	29062	39532
N° Carriles	adim	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Clasificación Nivel de Servicio		A	A	A	B	B	C	A	A	B	A	A	A	A	A	A

CUADRO 39. NIVEL DE SERVICIO: RUTA FLORENCIO DEL CASTILLO. ADICIÓN NUEVA RUTA N°000 (252-39)																
Variable		Hacienda Vieja-Galera			Galera-Fierro			Fierro-Taras			Taras-Lima			Hacienda Vieja-Circunvalación		
		2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025
Volumen	(veh/h)	1642	2072	2798	4520	5881	7756	2462	3199	4047	948	1233	1531	1851	2325	3163
Volumen TPD	(veh/día)	20528	25904	34971	56496	73512	96944	30773	39993	50593	11850	15416	19133	23133	29062	39532
N° Carriles	adim	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Clasificación Nivel de Servicio		A	A	B	C	D	F	B	C	C	A	A	A	A	B	B

Para interpretar más fácilmente los porcentajes hallados con respecto a los niveles de servicio, se utilizan las figuras 9, 10, 11 y 12. Éstas ilustran, para cada tramo, el impacto que tendría en el nivel de servicio cada una de las intervenciones

por año. Las intervenciones incluyen la construcción a tres carriles por sentido, cuatro carriles por sentido, tres carriles por sentido más la nueva ruta, cuatro carriles por sentido más la nueva ruta, y por último, la nueva ruta únicamente.

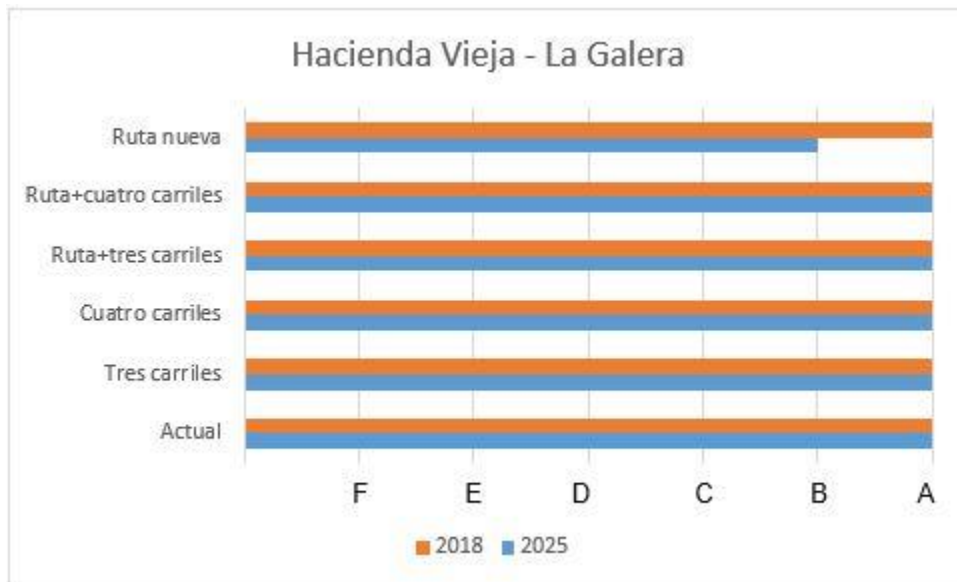


Figura 9. Impacto de intervenciones en tramo Hacienda Vieja-La Galera
Fuente: Elaboración propia de la investigadora en MS Excel

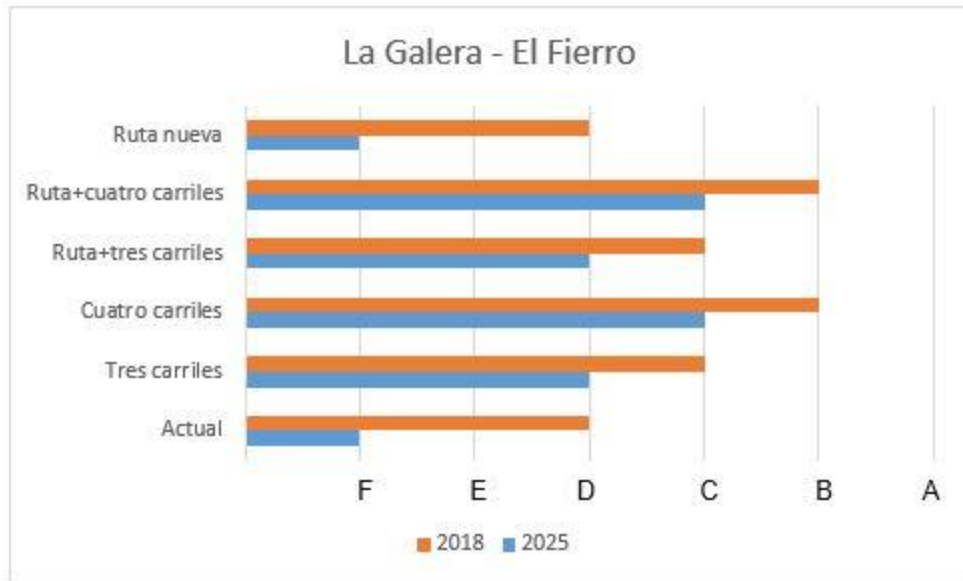


Figura 10. Impacto de intervenciones en tramo La Galera-El Fierro
Fuente: Elaboración propia de la investigadora en MS Excel



Figura 11. Impacto de intervenciones en tramo El Fierro-Taras
Fuente: Elaboración propia de la investigadora en MS Excel

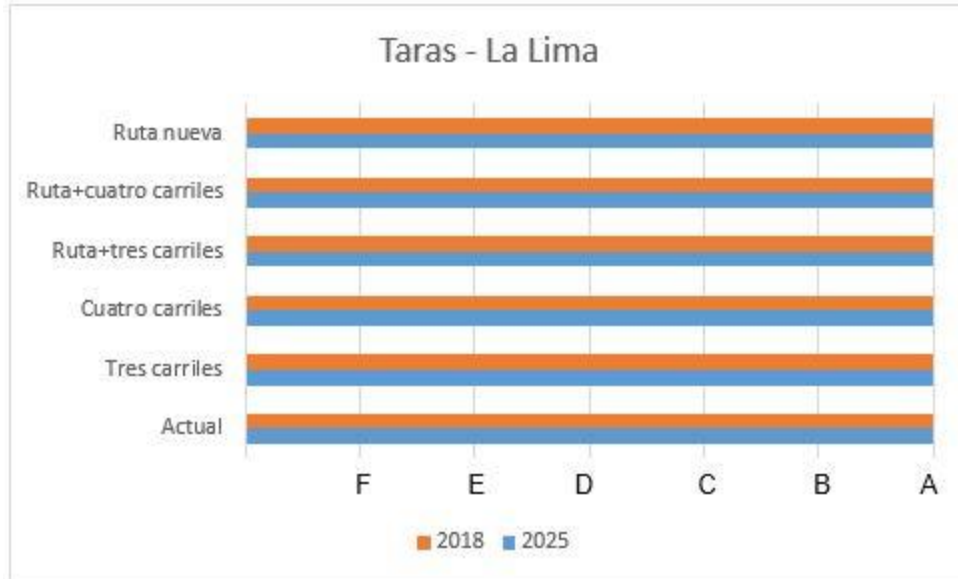


Figura 12. Impacto de intervenciones en tramo Taras-La Lima
Fuente: Elaboración propia de la investigadora en MS Excel

Los resultados obtenidos fueron incorporados a un mapa en sistemas de información geográfica para facilitar la observación gráfica a través de toda la ruta.

En las figuras 13, 14, 15, 16, 17 y 18, se muestra el nivel de servicio en los tramos de manera integrada para el escenario futuro del año 2025.

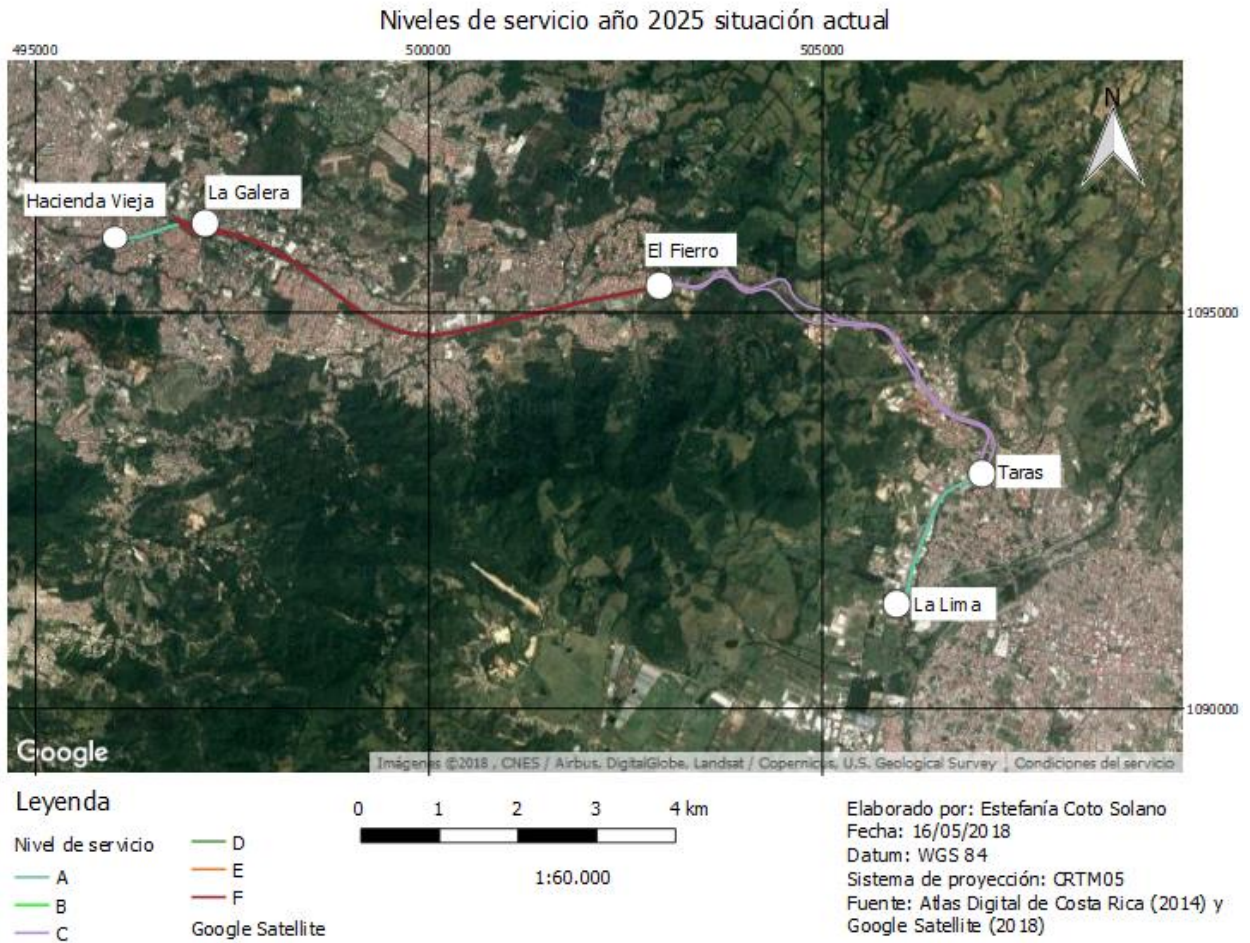


Figura 13. Escenario futuro manteniendo condiciones actuales
 Fuente: Elaboración propia de la investigadora en QGIS

Niveles de servicio año 2025 tres carriles por sentido

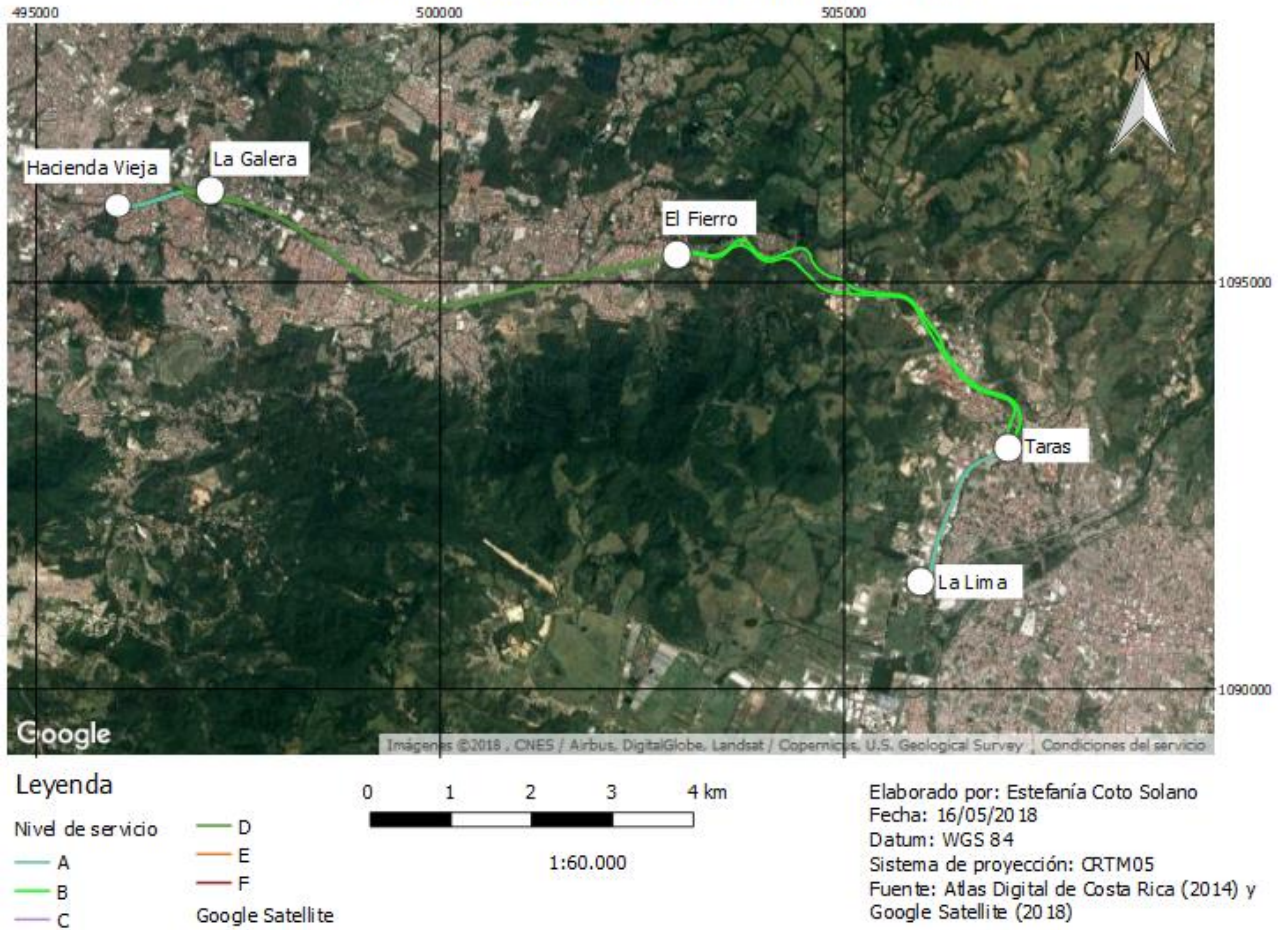


Figura 14. Escenario futuro con ampliación a tres carriles por sentido
Fuente: Elaboración propia de la investigadora en QGIS

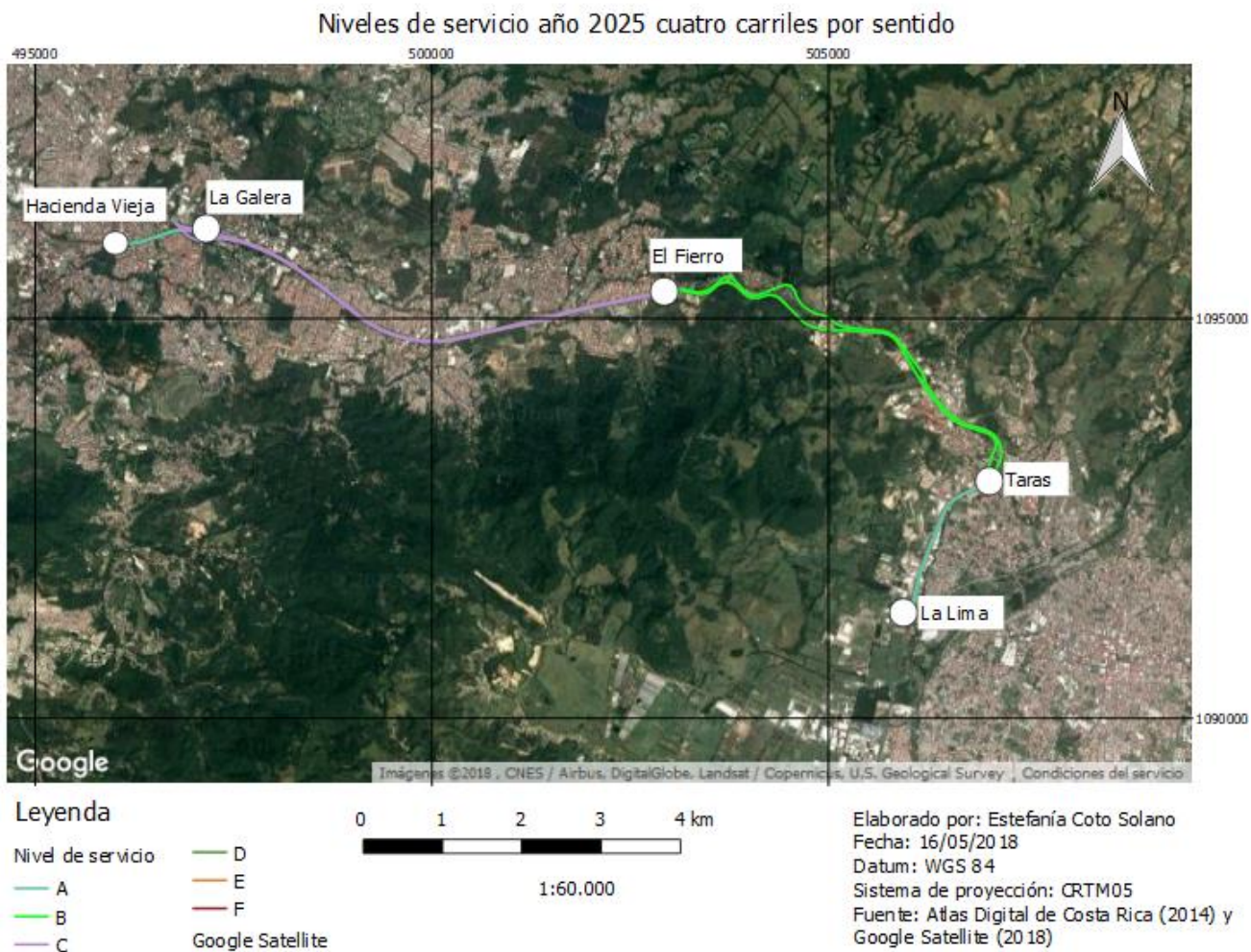


Figura 15. Escenario futuro con ampliación a cuatro carriles por sentido
 Fuente: Elaboración propia de la investigadora en QGIS

Niveles de servicio año 2025 con nueva ruta

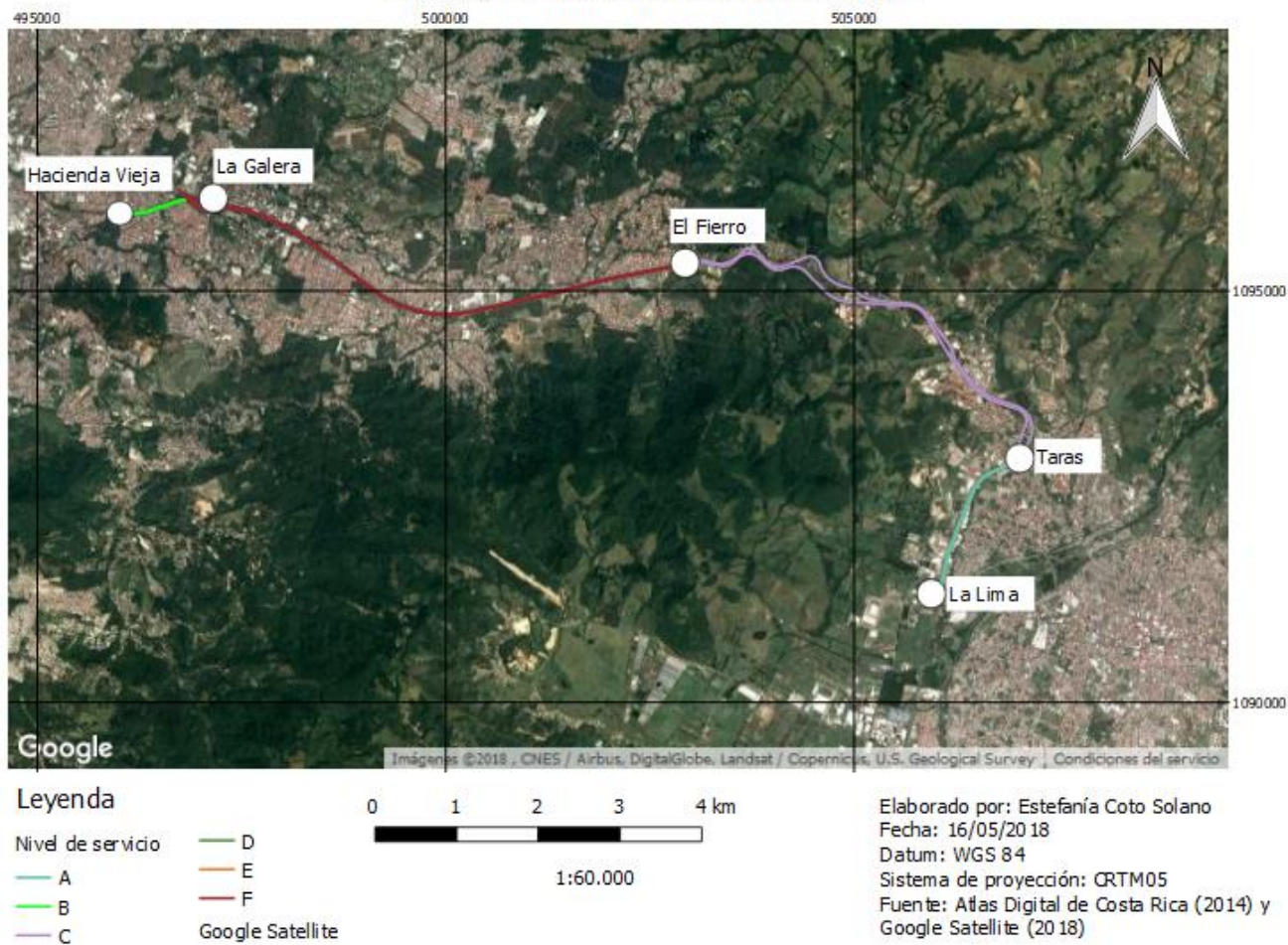


Figura 16. Escenario futuro con adición de nueva ruta
 Fuente: Elaboración propia de la investigadora en QGIS

Niveles de servicio año 2025 con nueva ruta más tres carriles por sentido

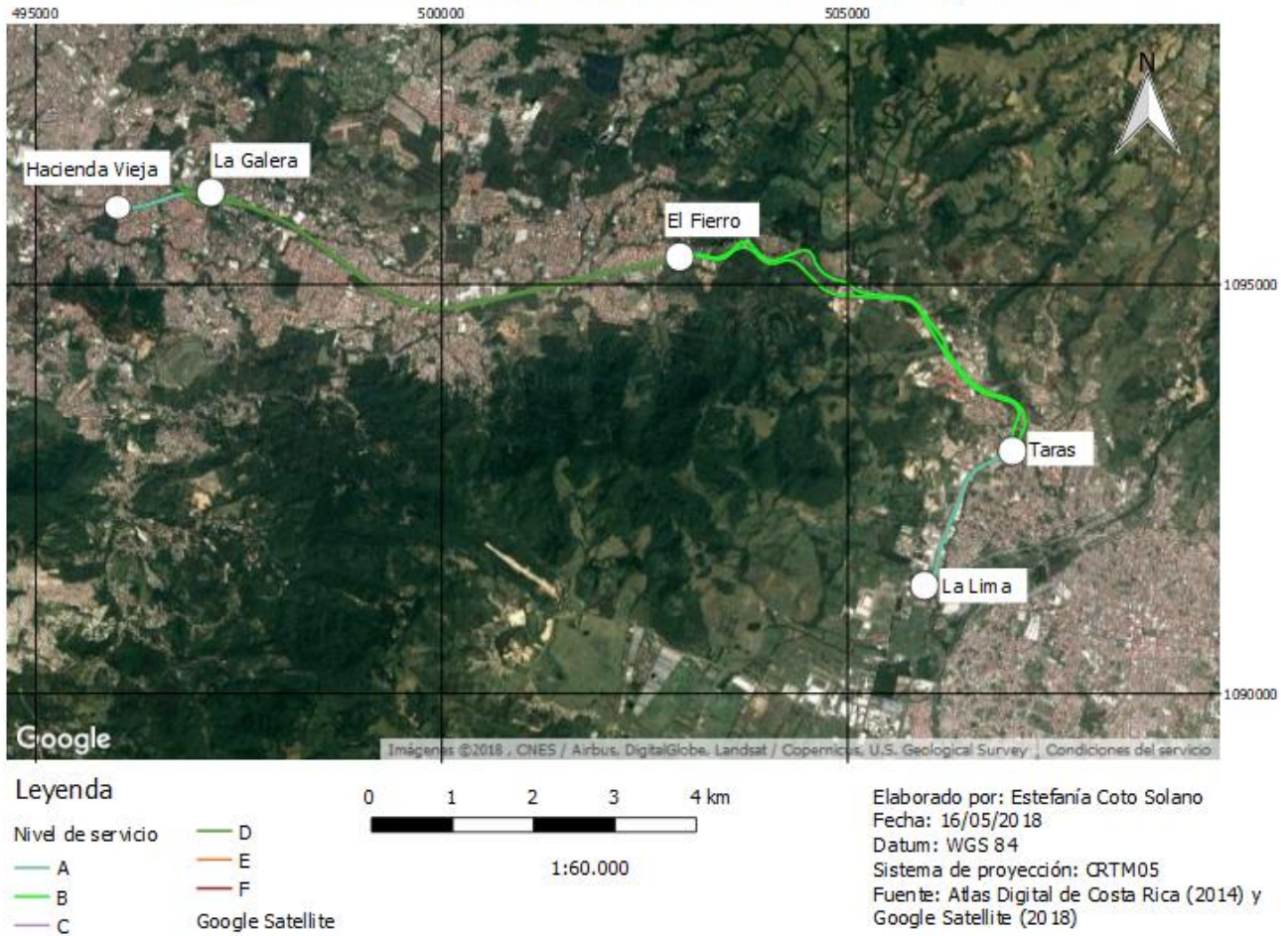


Figura 17. Escenario futuro con adición de nueva ruta y ampliación a tres carriles por sentido
 Fuente: Elaboración propia de la investigadora en QGIS

Niveles de servicio año 2025 con nueva ruta más cuatro carriles por sentido

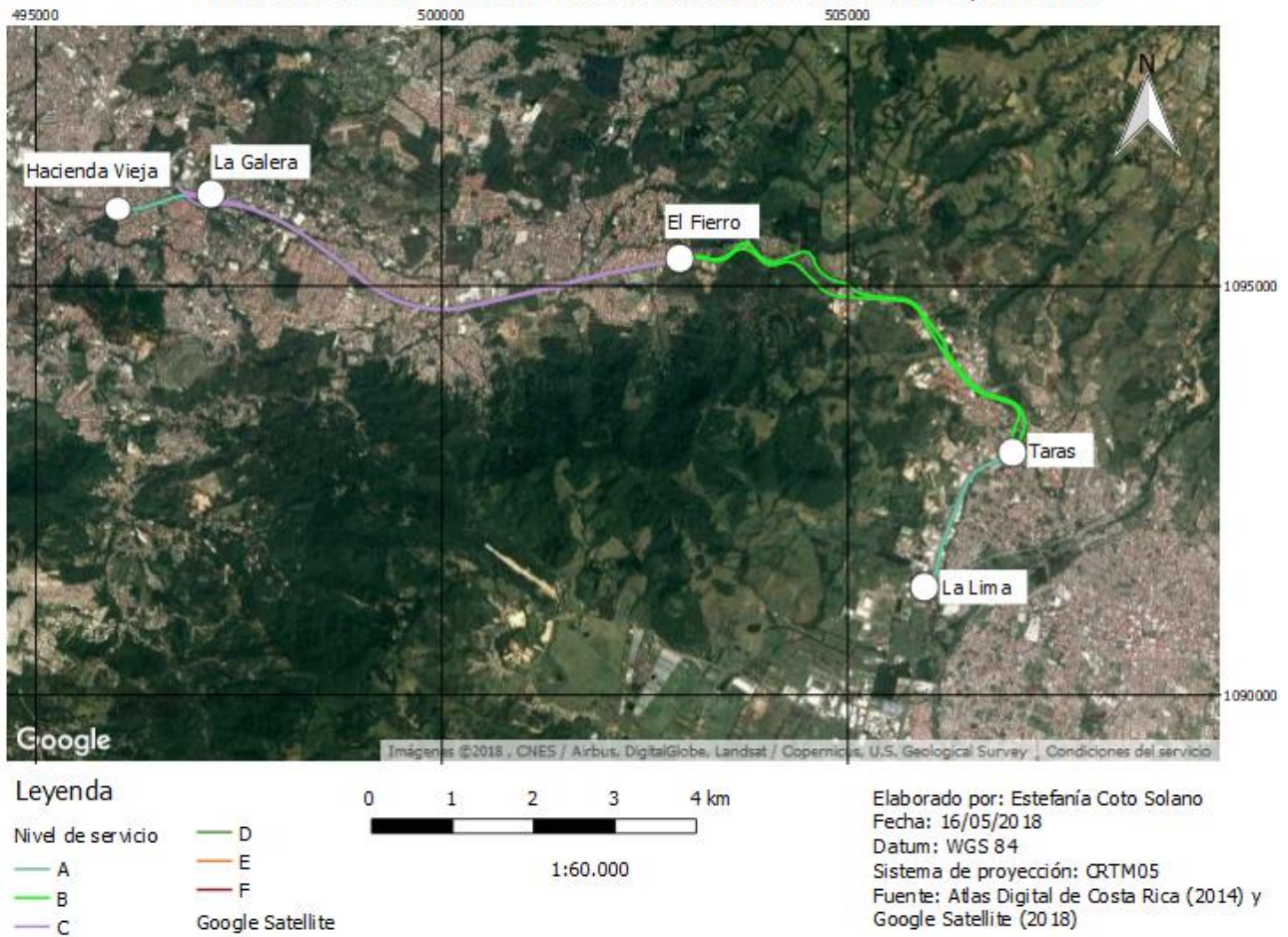


Figura 18. Escenario futuro con adición de nueva ruta y ampliación a cuatro carriles por sentido
 Fuente: Elaboración propia de la investigadora en QGIS

Análisis de resultados

Comprender el comportamiento de demanda de una carretera implica reconocerla como parte de una red, más allá de como un elemento aislado. Notando esto, puede establecerse como hipótesis que realizar trabajos en un único elemento de la red, como solo la capacidad de un camino, no bastaría para resolver los conflictos de movilidad.

El área geográfica escogida para el estudio buscó envolver la población que se traslada cotidianamente entre las ciudades de San José y Cartago, y que utiliza todas las opciones disponibles en la red vial para conseguirlo. Viajes entre otras ciudades importantes como Cartago-Heredia y Cartago-Alajuela también son relevantes de estudiar y mejorarían la precisión del estudio, aunque con ello aumentaría la complejidad de desarrollo del método de cálculo.

Utilizar el modelo de transportes de cuatro pasos es más conveniente para procesos de planificación que medir únicamente el tránsito promedio diario. A partir de este modelo, es posible considerar el comportamiento de la población: sus capacidades y preferencias para realizar viajes. Esto, permite ampliar la demanda para considerar no solo a aquellos quienes ya son usuarios de una vía y transitan diariamente por ella, sino también a los potenciales usuarios. Cabe destacar que, por esta razón, los resultados de pronósticos tenderán a ser mayores que los procedentes de mediciones de conteo vehicular en sitio.

Las encuestas de transportes en hogares son insumos fundamentales para elaborar los modelos de transporte de la manera más cercana a la realidad local. Éstas permiten sistematizar el número de viajes que realizan los miembros de un hogar al día, hacia dónde se dirigen, cuál medio de transporte utilizan para hacerlo y todas las características asociadas. La periodicidad y los métodos con los cuales se realizan es un reto en distintos países, ya que conllevan una inversión importante de tiempo y recursos económicos. Suele

recomendarse una periodicidad de 5 a 10 años entre las encuestas, sin embargo, según el fin para el que se usen los datos, podría considerarse necesario un ciclo más corto (Saphores, et al., 2013).

En el presente caso de estudio, la encuesta de transportes de hogares utilizada tiene una antigüedad de 11 años (LCR Logística S.A., 2007). A pesar de considerarse desactualizada con respecto al parámetro de periodicidad de 5 años, hacer uso de estos recursos es más conveniente que postergar las decisiones a la espera de instrumentos más actualizados. Así lo señala también el reporte hecho por Saphores (2013) para la Transportation Research Circular, donde se comenta que las decisiones no pueden esperar a contar con los datos perfectos.

En la primera etapa del modelo de transportes, la literatura recomienda utilizar regresión lineal o bien clasificación cruzada para obtener el número de viajes producidos (Ortúñez, 2011). La estrategia seguida en este trabajo, al utilizar ambos métodos de manera complementaria, permitió actualizar los datos de la encuesta de hogares a las proyecciones de población mediante clasificación cruzada y correlacionar ambos insumos con el estudio de origen-destino más reciente utilizando regresión lineal (MOPT, 2011). De este modo, se aprovecharon ambos procedimientos propuestos en la teoría y se llegó a resultados más precisos, con un índice de correlación cercano a la unidad entre los *sets* de datos.

Del cuadro 4 de clasificación cruzada proveniente de la encuesta de hogares, es relevante observar que la tenencia de vehículo incrementa los viajes diarios realizados. Esta tendencia se pudo confirmar más adelante con lo hallado en la etapa de reparto modal (figura 7), donde el porcentaje de viajes en vehículo privado está en crecimiento, mientras el uso de autobús decrece.

A su vez, se desprende del mismo que los cantones con mayor número de viajes realizados en el periodo pico de mañana son Desamparados y La Unión. Aunque estas tasas proceden de información demográfica y de comportamiento de los usuarios, la distribución de uso de suelos en el territorio de origen puede jugar un rol clave en la necesidad de esta población de realizar más viajes. Si los cantones no proveen los servicios que su población requiere cotidianamente, ésta tendrá que viajar más ocasiones y a mayores distancias para suplir sus necesidades.

De manera análoga, otros cantones como San José, Goicoechea y Cartago destacaron en el proceso de revisión de planes reguladores por contar con gran cantidad de áreas aptas para la atracción de viajes. Entre éstos, destacan los terrenos en regímenes económicos especiales como los ubicados en Pavas y La Uruca en San José, San Francisco y Calle Blancos en Goicoechea y San Nicolás y Guadalupe en Cartago. La porción de usos institucionales también juega un rol importante en la atracción de viajes por motivo laboral o de estudio. Los cantones mencionados concentran también gran cantidad de centros educativos de todos los niveles, centros de salud y oficinas de instituciones gubernamentales. El terreno destinado al futuro Hospital de Cartago, por ejemplo, ya fue contemplado como terreno institucional atractivo de viajes en su respectivo plan regulador.

El cantón de San José cuenta con una particularidad interesante: funge tanto como el principal productor y el principal atractor de viajes (cuadros 7 y 8). Como se comentó anteriormente, esto demuestra la función de nodo que cumple la capital, tanto en la planificación territorial, como en la configuración de la red vial. La forma radial que poseen las carreteras y los servicios de transporte colectivo obligan a los usuarios a transitar hacia el cantón Central, ya sea para realizar allí sus actividades o para dirigirse a cualquier otro cantón. Por ende, San José tiene usos de suelo de calidad atractiva, pero a su vez provee los medios para producir la mayor cantidad de viajes hacia otros destinos.

Según el método de cálculo propuesto por la NCHRP en su reporte N°716 sobre predicción de demanda de tránsito (2012), el potencial de atracción de un sitio está determinado por su cercanía en términos de tiempo de viaje. Esto es representado por medio de la función del factor de fricción, la cual posee una forma logarítmica que

decrece dramáticamente conforme aumenta el tiempo.

Al correr el cálculo para obtener la matriz origen-destino entre los cantones, se observó que al utilizar dicho método los viajes entre Tres Ríos y Curridabat eran mucho mayores que entre Tres Ríos y San José, por ejemplo.

Este comportamiento no corresponde con el observado en la realidad de nuestra población, donde los viajes a San José tienen un peso relevante. Con la finalidad de validar los resultados obtenidos con esta percepción, se compararon los valores con la encuesta de hogares de PRUGRAM (2007). Para los viajes originados en el cantón de La Unión, se desprende que un 37% viaja a San José y solo un 6% a Curridabat, lo cual contradice lo obtenido por el método de la NCHRP. La tendencia a segregar aquellos destinos con tiempos de viaje más largos ocasionó un descenso en el número de viajes hacia San José. En nuestro contexto, los usuarios se inclinarían a viajar hacia los usos de suelo que mejor satisfagan sus necesidades, sin ser el tiempo el factor principal de escogencia del destino.

Por esta razón, se optó por construir una función propia a partir de la iteración de datos procedentes del Plan Nacional de Transportes. A pesar de aportar una tendencia probable de la movilidad de los usuarios, no permite conocer en detalle las razones de dicho comportamiento.

Se recomienda categóricamente desarrollar una curva propia para el comportamiento de la población de Costa Rica, la cual debería surgir de una próxima encuesta de transportes en los hogares. Contar con una curva depurada que describa la tendencia de la población a viajar a determinados sitios permitirá producir pronósticos más exactos.

La matriz origen-destino muestra datos relevantes acerca de los pares entre los que ocurre mayor movimiento. Como se observa en los cuadros 9, 10 y 11, los pares Desamparados-San José y los viajes internos dentro del cantón de San José, poseen los valores más altos de toda la matriz. Esto refleja una necesidad fuera del alcance de este trabajo, pero imprescindible de atender. Los datos muestran que entre dichos cantones hay una gran afluencia de personas movilizándose, por lo tanto, requieren ser abordadas a través de otras soluciones de transporte.

Acorde con dichos cuadros, las personas que comienzan su viaje en el cantón de La Unión se dirigen principalmente a San José y a Curridabat.

Este comportamiento da luces hacia dónde guiar los esfuerzos de mejora en la conectividad. Ambos destinos son fácilmente alcanzados desde La Unión mediante modos de transporte como el tren, y en la actualidad, dependen en gran medida de la carretera Florencio del Castillo y sus rutas alternas.

Los modos de transporte utilizados en Costa Rica también poseen sus particularidades con respecto al comportamiento en otros países del mundo, donde según la región, predomina aplastantemente el uso de vehículos privados. Además, en el país los transportes colectivos suelen compartir la vía con los vehículos particulares, lo cual obliga a incorporarlos en los modelos de demanda de transporte. Para ello, en el país es importante realizar cálculos frecuentes propios, de preferencia anual, que muestren la tendencia de uso de transportes privados contra transportes colectivos.

En el caso de este proyecto, tras una recopilación de datos históricos de diferentes informes nacionales y regionales, se encontró que el uso de vehículo privado superó al uso de autobús recientemente, en el año 2013. A través de dos décadas, el transporte en autobús ha tenido un peso importante en los viajes en carretera (figura 7), pero muestra una tendencia decreciente hacia el futuro.

Caso contrario ocurre con el transporte colectivo en tren. Desde su reapertura en el año 2007, los viajes diarios son ahora cuatro veces mayores. Aunque el porcentaje de uso con respecto a los otros dos modos parece ser despreciable (menor al 3%), es un hecho que el tren es un medio que no ha detenido su crecimiento y del que se proyectan mejoras para aumentar su capacidad. Es importante mantener este medio en perspectiva como un aliado para disminuir la presión de viajes en carretera.

En los pasos siguientes del modelo de transportes se restó, del número total de viajes, aquellos realizados por tren ya que en su mayoría no comparten la carretera con los vehículos ni generan presión en la red vial, más allá de las intersecciones.

Para la etapa de asignación, donde corresponde distribuir el número de usuarios a través de todas las rutas posibles en la red, cabe destacar que se midió la atracción de cada ruta según el costo económico y no únicamente de acuerdo con el tiempo. Los costos en que incurre una persona para trasladarse van más allá del valor del pasaje o del combustible. Deben incluirse otros

gastos asociados con la tenencia de un vehículo privado, para el caso de los viajes en este medio, y en especial, incluir el valor del tiempo para cualquiera de los modos de transporte.

El valor del tiempo se refiere al salario que dejaría de percibir una persona por cada minuto perdido trasladándose. Este factor es de gran relevancia para medir de manera cuantitativa la aficción que sufren los usuarios al invertir su tiempo en actividades no productivas, como los viajes.

Sobre las rutas consideradas para unir los pares de origen y destino, a pesar de incluir solo las principales carreteras nacionales, la gran variabilidad que pueden escoger los usuarios para trasladarse de un punto a otro llevó a generar una tabla de más de 300 combinaciones. El número de combinaciones puede crecer tanto como la capacidad de procesamiento de los datos lo permita. Los modelos computacionales de simulación permiten disminuir los errores de este tipo al aumentar la cantidad de combinaciones posibles y procesarlas en forma automática.

Por consiguiente, en algunos pares se consideraron hasta 20 posibilidades distintas de interconexión, pero aún persiste un error, pues los usuarios podrían hacer uso de otras rutas cantonales, desvíos o combinaciones para llegar a su destino.

La asignación en el modo de transporte de autobús requiere un procedimiento más complejo. Inicialmente, se creó una base de datos con todas las rutas de autobús que proveen servicio entre los 64 pares origen-destino del estudio. No se tomaron en cuenta las rutas que dan servicio a regiones más alejadas y que circulan por la zona de estudio.

Se incluyeron 89 rutas de autobús, sin embargo, no se procedió a la asignación utilizando esta base de datos por la complejidad que representa predecir el comportamiento de las personas al escoger rutas de autobús.

A modo de ejemplo, en la parada de bus ubicada frente al Mall San Pedro en San Pedro, Montes de Oca, se pueden abordar al menos 28 buses distintos y frente a Burger King, Parque de La Paz, San José, se pueden tomar al menos 19 rutas de autobús. Además, las distintas rutas se ramifican hacia barrios particulares y no todas alcanzan las cabeceras de cantón. Por esta razón de difícil predictibilidad, se tomaron para la asignación de viajes en autobús las mismas rutas que para vehículo privado, aplicando el porcentaje de uso del modo. Fueron eliminadas solo aquellas rutas por las

que no pasan las líneas de autobús, como por ejemplo en la ruta Cartago-Desamparados por Avenida 24 o San José-San Pedro por Avenida 10. En el caso de la nueva ruta por evaluar N°000 que conecta Hacienda Vieja con Circunvalación, se asumió que en esta nueva carretera no transitarían líneas de autobús, sino que éstas se mantendrán circulando según el esquema actual.

Después de asignar el número de vehículos que transitan por cada ruta, el punto medular es dividirlo entre las carreteras y los caminos que la conforman, para así analizar las intervenciones puntuales por realizar en cada uno.

Esta tabla final del modelo de los cuatro pasos (cuadro 26) incluye el número de vehículos transitando por hora, por 30 caminos del área de estudio. Debido a que el interés central del estudio es analizar las intervenciones en la carretera Florencio del Castillo, finalmente se extrajeron de dicha tabla únicamente los cinco segmentos que la componen.

El paso de verificación final fue una adición de importancia para conocer si los pronósticos realizados en este trabajo reflejan el tránsito real. En el cuadro 27, como se comentó anteriormente, se puede observar que los volúmenes calculados serían mayores a los reales, pues se basan en la cantidad de personas que podrían movilizarse en el área de estudio y tienen los mecanismos para realizarlo. El error final obtenido entre los valores estimados y los de campo oscila entre el 93% para la sección con mayor error (Rotonda Y Griega-Rotonda Garantías Sociales) y 5% para la sección con menor error (Parque de La Paz-Rotonda Y Griega). El segmento que se puede comparar de manera más directamente es justamente el de la cámara de radar ubicada en la carretera Florencio del Castillo. En este caso el error es de 25%.

Esta diferencia se considera aceptable para los métodos utilizados y aún puede ser reducida en trabajos futuros mediante la implementación de mejoras tanto de los datos de entrada como en los procedimientos. Por ejemplo, el factor de fricción mostró una gran influencia en los resultados de volumen, siendo así una variable sensible para el modelo. La automatización de procesos también puede disminuir el error en pasos como el de asignación, cuyas combinaciones y desagregación por rutas fueron realizadas de manera completamente mecánica.

Además, incluir muestras de radar de distintos momentos del año, o conteos vehiculares

realizados en sitio, permiten validar este cálculo de error.

De manera similar a lo ocurrido con el cálculo de factor de fricción, para calcular el nivel de servicio se siguió inicialmente el procedimiento del Transportation Research Board descrito en el Highway Capacity Manual (2000). Sin embargo, no fue posible completar el procedimiento de cálculo ni se consideró consistente utilizar el gráfico final acerca de curvas de flujo y velocidad (figura 2).

En primer lugar, la velocidad máxima admitida en la carretera Florencio del Castillo no alcanza la velocidad mínima de flujo libre que aporta el gráfico.

Además, no fue parte de los alcances de este trabajo la medición de valores de velocidad en campo, necesarios para efectuar los cálculos de densidad en el flujo vehicular. Debido a esto, no fue posible clasificar las carreteras en su nivel de servicio del estudio según el sistema utilizado en Estados Unidos.

El procedimiento seguido fue comparar los volúmenes de tránsito obtenidos contra el tránsito promedio diario del cuadro 6 (PITRA-LANAMME, 2015). Con esta comparación, se busca unificar la percepción cualitativa y cuantitativa de capacidad, relacionada con un nivel de servicio dado, que se está alcanzando durante una hora del periodo de hora pico matutino.

Debido a que el tercer objetivo específico de este estudio es evaluar el impacto de las distintas propuestas de mejora en la carretera Florencio del Castillo, se compararon 6 escenarios de intervenciones distintas.

Las figuras 9, 10, 11 y 12 ilustran para cada segmento este impacto en el nivel de servicio para cada una de las intervenciones propuestas. En ese sentido, aquellas que consiguieron un aumento en el nivel de servicio se consideran como más efectivas en la mejora del flujo vehicular.

El primer dato por observar en ellas es que a pesar de que se podría pensar que la situación actual sin intervención de ningún tipo sería la de mayor ocupación, las gráficas demuestran que la mayor presión a la capacidad se daría al construirse la nueva ruta que conecte Hacienda Vieja con Circunvalación, si no se realiza a la vez una ampliación en el número de carriles. Este efecto es comprensible, pues los usuarios de otras rutas alternas se verían atraídos por la creación de una nueva ruta de menor costo y se sumarían a aquellos que actualmente utilizan la Florencio del Castillo, permaneciendo intacta la capacidad en cuanto a

número de carriles. Por esta razón, no es posible concluir que al realizar únicamente la nueva ruta, llamada N°000 en este trabajo, los tiempos de viaje mejoren.

Esta conclusión apoya lo concluido también por PITRA-LANAMME (2015), donde mencionan en su análisis de la Ruta Nacional N°2, que la intervención por realizar debe ser de ampliar al menos con un carril adicional por sentido.

Como se observa en los gráficos de barras (figuras 9, 10, 11 y 12), la opción que atiende mejor la reducción de la congestión es ampliar todos los tramos a cuatro carriles por sentido. Desarrollar esta solución puede dificultarse debido al espacio disponible en derecho de vía y la necesidad de expropiar terrenos y realizar desalojos.

Ampliar los tramos a tres carriles por sentido sigue aportando mejoras significativas en el nivel de servicio, por lo tanto, se debería comenzar por esta intervención. Cabe recordar que si se desea construir la ruta N°000 para distribuir el flujo al término de la carretera, esto debe hacerse después de haber realizado la ampliación al menos a un carril adicional por sentido. Como se observa en las figuras 9, 10, 11 y 12, si se amplía la ruta en carriles y luego se agrega el nuevo tramo, el volumen vehicular volverá a subir.

La construcción de la ruta N°000 deberá someterse a un estudio específico de intersecciones para conocer la mejora en tiempo de viaje que pueda generar.

Otras intervenciones que merecen un estudio independiente por su repercusión en el congestionamiento vial son las intersecciones de La Galera y Taras. Los resultados demuestran que los tramos que se ven mayormente afectados por un bajo nivel de servicio son La Galera-El Fierro y El Fierro-Taras. Estos dos tramos se verían principalmente beneficiados con la ampliación en carriles. Al ser segmentos de ascenso donde se disminuye la velocidad, es más complejo alcanzar altos niveles de servicio. Mejoras en las intersecciones mencionadas podrían complementar el impacto que no se alcanza únicamente con la ampliación en carriles.

Para los tres puntos mencionados, se recomienda estudiar el beneficio en el tiempo de viaje que aportaría la construcción de pasos a desnivel, viaductos, semáforos, tunelización u otras soluciones. A pesar de que el nivel de servicio C es considerado como aceptable en la literatura (TRB, 2000), la única categoría que permite flujo libre sin interrupciones es la A razón por la cual, los nuevos

proyectos a desarrollar deberían apuntar a este nivel de mejora.

De esta forma, la solución de ampliar a cuatro carriles por sentido resulta la óptima para mejorar el flujo vehicular, siendo a su vez de las más costosas económicamente y en cuanto al proceso de trámites. La recomendación inmediata que permitiría una mejora importante en la reducción de tiempo de viaje es la ampliación a tres carriles por sentido. La inclusión de la nueva ruta N°000 queda sujeta a una ampliación previa de la carretera y al estudio particular de diseño de la intersección.

La pasantía académica realizada en la Universidad de Auburn, Alabama, fue fundamental para culminar con éxito este trabajo. Durante este periodo, fue posible desarrollar paso a paso cada una de las etapas del modelo de transportes bajo guía de un especialista. Lo anterior permitió en primer lugar, adquirir conocimientos que no forman parte del currículo formativo de la carrera de Ingeniería en Construcción. En segundo lugar, fue posible reconocer el trasfondo de los procesos ejecutados por *softwares* especializados en transportes, de modo que puedan ser replicados en casos futuros de estudio. Además, fueron descubiertas particularidades del comportamiento en transportes y movilidad del país que no pueden ser modelados en forma análoga como se realizan en Estados Unidos.

Las especialidades en transportes en Costa Rica son un área aún de poco crecimiento y poca formación profesional. En vista de los grandes retos que enfrenta este sector, el presente trabajo busca motivar a la formación continua en el tema y en la investigación para beneficio del país.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

1. Todos los apartados y resultados de este estudio resumen y actualizan los estudios de demanda como insumo para el Consejo Nacional de Concesiones.
2. El modelo de transportes clásico de cuatro pasos se adapta a la estimación de tránsito cuando los insumos que se posee son limitados y no ilustran el comportamiento de los usuarios en periodos de 24 horas.
3. Al aplicar sistemas automatizados o métodos de cálculo extranjeros en cualquier proceso de estimación de tránsito, debe revisarse si los procedimientos son comparables y, de ser necesario, calibrarlos a la realidad local.
4. El factor de fricción es una variable sensible en el modelo por lo cual, su exactitud será determinante en los resultados finales de la estimación.
5. La curva de factor de fricción debe elaborarse localmente ya que esta describe el comportamiento de los usuarios, el cual varía según el lugar de estudio.
6. El importante peso porcentual de viajes que absorbe el transporte colectivo señala el impacto positivo que generarían, las mejoras en este servicio, sobre el tráfico vehicular.
7. El error promedio del modelo con cuatro estaciones de referencia es del 45% sin embargo, la única estación que es directamente comparable con los resultados del modelo arroja un error del 25%.
8. Al calcular el nivel de servicio en los segmentos de estudio, los tramos La Galera-El Fierro, seguido de El Fierro-Taras, presentan las condiciones más deficientes.

9. La construcción de la nueva ruta N°000 afecta directamente el nivel de servicio en el segmento inmediato de la carretera, Hacienda Vieja-La Galera. El nivel de servicio se reduce en un grado.
10. La ampliación en número de carriles es la intervención que refleja incrementos más significativos en el nivel de servicio, en uno o dos grados.

Recomendaciones

1. Ejecutar en un ciclo máximo de 10 años las encuestas periódicas en los hogares, específicamente en temas referentes a transportes. Estas son insumos fundamentales para obtener resultados confiables en los modelos de transporte.
2. Realizar encuestas de transporte específicas al transporte de carga y al transporte colectivo en autobús y tren para complementar los resultados de las encuestas de hogares. Con esto, se podrían estimar volúmenes de tránsito más exactos.
3. Incluir la participación del transporte de carga, de extender el modelo de estimación a uno de 24 horas.
4. Ampliar la zona de estudio para incluir más pares origen-destino y combinaciones de ruta para obtener una mayor precisión en la estimación de volúmenes, siempre que los recursos de procesamiento informáticos lo permitan.
5. Elaborar una curva propia para Costa Rica sobre el comportamiento del factor de fricción en la distribución del tránsito, ya que esta variable modifica de manera sensible los resultados obtenidos.

6. Fortalecer el transporte público, tanto en autobús, como en tren, para amortiguar la tendencia de crecimiento vehicular privado.
7. Adaptar la medida del nivel de servicio a las condiciones de Costa Rica, donde no es posible alcanzar las altas velocidades utilizadas en el Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos.
8. Optimizar la validación del modelo de transportes comparando los resultados con un mayor número de muestras de tránsito del radar o bien, medir el volumen en sitio mediante otro método.
9. Intervenir las rutas alternas consideradas en este estudio para mejorar de forma integral la capacidad de la red.
10. Considerar como principal intervención la ampliación a tres carriles por sentido en la carretera Florencio del Castillo.
11. Priorizar la ampliación en el segmento comprendido desde La Galera hasta Taras pues posee los niveles inferiores de servicio.
12. Realizar estudios específicos en intersecciones que complementen las ampliaciones en la carretera Florencio del Castillo. Se recomienda estudiar los puntos Hacienda Vieja, La Galera y Taras. De no realizarse intervenciones adicionales a la ampliación, no sería posible alcanzar los niveles de servicio óptimos.
13. Integrar al diseño del espacio los modos de transporte no motorizados fuera del alcance de este estudio al ampliar el número de carriles, considerando la construcción de los puentes peatonales pertinentes y ciclovías a lo largo de la carretera.
14. Crear nuevas rutas genera más presión de tránsito al atraer nuevos usuarios que anteriormente utilizaban rutas alternas. Por ello, no se recomienda construir una nueva ruta de conexión entre Hacienda Vieja-Circunvalación sin la ampliación previa de la carretera.

Apéndices

Apéndice 1

Memoria de cálculo para asignación de viajes en vehículo privado por ruta (cuadro 21)

Apéndice 2

Memoria de cálculo para asignación de viajes en autobús por ruta (cuadro 22)

Apéndice 3

Memoria de cálculo para asignación de viajes en vehículo privado por ruta, con nueva ruta N°000 (cuadro 28)

Apéndice 4

Memoria de cálculo para asignación de viajes en autobús por ruta, con nueva ruta N°000 (cuadro 29)

Apéndice 5

Memoria de cálculo para total de vehículos por carretera (cuadros 23, 24, 25 y 26)

Apéndice 6

Memoria de cálculo para total de vehículos por carretera, con nueva ruta N°000 (cuadros 30, 31, 32 y 33)

CUADRO 21. ASIGNACIÓN DE VIAJES EN VEHÍCULO PRIVADO POR RUTA

Origen	Destino	Ruta	Tiempo (min)	Distancia (km)	Costo		Viajes 2011	Viajes 2018	Viajes 2025	Vehículos 2011	Vehículos 2018	Vehículos 2025	
					general (₡)	% Relativo							
10101	10301	209	15	5	1328,19	1,46	0,59	1219	1652	2105	813	1101	1403
		211-207	23	7	1937,00	1,00	0,41	836	1133	1443	557	755	962
10101	10801	Av2-C23	11	4	1023,78	1,59	0,61	2410	3266	4161	1607	2177	2774
		32-218	19	6	1632,59	1,00	0,39	1511	2048	2609	1008	1365	1740
10101	11501	2	7	3	719,37	1,11	0,53	22592	30611	39006	15061	20408	26004
		Av10	9	3	796,91	1,00	0,47	20394	27633	35211	13596	18422	23474
10101	11801	2	14	5	1289,42	1,75	0,64	1602	2171	2766	1068	1447	1844
		215	35	6	2252,90	1,00	0,36	917	1243	1583	611	828	1056
10101	30101	2	45	14	3835,23	1,85	0,07	32	43	55	21	29	37
		215-2	66	27	6590,67	1,07	0,04	19	25	32	12	17	21
		Av10-2	49	26	5782,27	1,22	0,05	21	29	37	14	19	24
		209-Av24-2	67	30	7077,43	1,00	0,04	17	23	30	12	16	20
		209-Av24-236	67	28	6778,77	1,04	0,04	18	24	31	12	16	21
		209-Av24-228	67	28	6778,77	1,04	0,04	18	24	31	12	16	21
		2-236	47	25	5555,40	1,27	0,05	22	30	38	15	20	25
		2-219	53	27	6086,67	1,16	0,05	20	27	35	13	18	23
		2-251-2	46	24	5367,30	1,32	0,05	23	31	39	15	21	26
		2-251-236	48	23	5295,51	1,34	0,05	23	31	40	15	21	27
		2-251-219	54	25	5826,78	1,21	0,05	21	28	36	14	19	24
		215-2-236	68	26	6518,88	1,09	0,04	19	25	32	13	17	22
		215-2-219	74	28	7050,16	1,00	0,04	17	23	30	12	16	20
		215-251-2	67	25	6330,78	1,12	0,04	19	26	33	13	17	22
		215-251-2-236	69	24	6258,99	1,13	0,05	20	26	34	13	18	22
		215-251-2-219	75	26	6790,27	1,04	0,04	18	24	31	12	16	21
Av10-2-236	51	25	5710,48	1,24	0,05	21	29	37	14	19	25		
Av10-2-219	57	27	6241,75	1,13	0,05	20	27	34	13	18	23		

		Av10-251-2	50	24	5522,38	1,28	0,05	22	30	38	15	20	25
		Av10-251-2-236	52	23	5450,59	1,30	0,05	22	30	39	15	20	26
		Av10-251-2-219	58	25	5981,86	1,18	0,05	20	28	35	14	18	24
10101	30301	2	27	14	3137,39	1,31	0,15	175	238	303	117	159	202
		215-251	49	13	3840,98	1,07	0,12	143	194	248	96	129	165
		215-2	48	15	4100,87	1,00	0,12	134	182	232	90	121	155
		Av10-2	31	14	3292,46	1,25	0,15	167	227	289	111	151	192
		Av10-2-251	32	12	3032,57	1,35	0,16	182	246	313	121	164	209
		2-251	28	12	2877,50	1,43	0,17	191	259	330	128	173	220
		2-306-221	35	14	3447,54	1,19	0,14	160	216	276	106	144	184
10101	30801	2	29	28	5305,55	1,46	0,09	4	6	8	3	4	5
		2-236	53	28	6236,00	1,24	0,08	4	5	6	2	3	4
		215-2-236	74	29	7199,49	1,08	0,07	3	4	6	2	3	4
		215-2	68	29	6966,87	1,11	0,07	3	5	6	2	3	4
		Av10-2	51	28	6158,47	1,26	0,08	4	5	6	3	3	4
		Av10-2-236	57	28	6391,08	1,21	0,08	4	5	6	2	3	4
		209-212-Av24	52	23	5450,59	1,42	0,09	4	6	7	3	4	5
		209-210-2	56	29	6501,64	1,19	0,08	4	5	6	2	3	4
		2-221-2	55	28	6313,54	1,23	0,08	4	5	6	2	3	4
		2-221-2-236	68	30	7116,20	1,09	0,07	3	4	6	2	3	4
		215-251-2	69	27	6706,98	1,16	0,07	3	5	6	2	3	4
		209-210-251-2	67	33	7525,42	1,03	0,07	3	4	5	2	3	4
		209-210-251-2-236	73	33	7758,04	1,00	0,06	3	4	5	2	3	3
10301	10101	207-204	18	6	1593,82	1,00	0,49	38673	53096	68355	25782	35398	45570
		209	21	5	1560,80	1,02	0,51	39492	54220	69801	26328	36146	46534
10301	10801	207-204-C23	29	10	2617,61	1,00	0,26	261	359	462	174	239	308
		209-39-Av29	19	7	1781,92	1,47	0,38	384	527	679	256	351	452
		209-39-201	20	7	1820,69	1,44	0,37	376	516	664	250	344	443
10301	11501	209-39	14	5	1289,42	1,94	0,66	306	420	541	204	280	361

		207-204	30	9	2507,04	1,00	0,34	157	216	278	105	144	186
10301	11801	209-39	21	7	1859,46	1,00	0,30	213	292	376	142	195	251
		210	18	7	1743,15	1,07	0,32	227	312	401	151	208	268
		207-215	15	6	1477,52	1,26	0,38	268	368	474	179	245	316
10301	30101	210-2	49	28	6080,93	1,09	0,11	13	18	24	9	12	16
		210-2-236	51	27	6009,14	1,11	0,11	14	19	24	9	12	16
		210-2-219	57	29	6540,41	1,02	0,10	12	17	22	8	11	15
		209-39-2	52	28	6197,24	1,07	0,11	13	18	23	9	12	15
		209-39-2-236	54	27	6125,44	1,09	0,11	13	18	23	9	12	16
		209-39-2-219	60	29	6656,72	1,00	0,10	12	17	22	8	11	14
		212-Av24-2	52	25	5749,25	1,16	0,12	14	19	25	9	13	17
		212-Av24-236	52	23	5450,59	1,22	0,12	15	20	26	10	14	18
		212-Av24-228	52	23	5450,59	1,22	0,12	15	20	26	10	14	18
10301	30301	210-2	31	16	3591,12	1,03	0,16	51	70	90	34	47	60
		210-251	32	14	3331,23	1,11	0,17	55	76	97	37	50	65
		209-39-2	34	16	3707,43	1,00	0,15	50	68	88	33	45	58
		209-39-2-251	35	14	3447,54	1,08	0,16	53	73	94	35	49	63
		207-215-2	28	15	3325,49	1,11	0,17	55	76	98	37	51	65
		207-215-251	29	13	3065,60	1,21	0,18	60	82	106	40	55	71
10301	30801	212-Av24	37	18	4122,40	1,61	0,41	82	184	145	55	123	97
		210-2	41	24	5173,45	1,29	0,33	65	147	115	44	98	77
		209-39-2	56	30	6650,97	1,00	0,26	51	114	90	34	76	60
10801	10101	218-C23	19	5	1483,26	2,00	0,67	8280	11231	14345	5520	7487	9563
		218-32	38	10	2966,53	1,00	0,33	4140	5615	7172	2760	3744	4782
10801	10301	C23-211-207	42	12	3420,26	1,00	0,21	501	680	869	334	453	579
		218-39-209	15	8	1776,18	1,93	0,40	966	1310	1673	644	873	1115
		201-39-209	17	8	1853,72	1,85	0,39	925	1255	1603	617	837	1069
10801	11501	201-39	8	3	758,14	1,71	0,37	3200	4340	5544	2133	2894	3696
		Av29-202	18	4	1295,16	1,00	0,22	1873	2541	3245	1249	1694	2163

		218-39	6	3	680,60	1,90	0,41	3564	4835	6175	2376	3223	4117
10801	11801	201-39-2	17	5	1405,73	1,38	0,36	1054	1430	1826	703	953	1217
		Av29-202-2	27	6	1942,75	1,00	0,26	763	1034	1321	508	690	881
		218-39-2	15	5	1328,19	1,46	0,38	1115	1513	1933	744	1009	1288
10801	30101	201-39-2	48	26	5743,50	1,31	0,07	122	166	212	82	111	141
		201-39-2-236	50	25	5671,71	1,33	0,07	124	168	215	83	112	143
		201-39-2-219	56	27	6202,98	1,21	0,07	113	154	196	76	102	131
		202-2	58	27	6280,52	1,20	0,07	112	152	194	75	101	129
		202-2-236	60	26	6208,73	1,21	0,07	113	154	196	75	102	131
		202-2-219	66	28	6740,00	1,12	0,06	104	141	181	70	94	120
		202-221-2	64	27	6513,14	1,16	0,06	108	146	187	72	98	125
		202-221-2-236	47	26	5704,73	1,32	0,07	123	167	213	82	111	142
		202-221-2-219	72	28	6972,62	1,08	0,06	101	137	175	67	91	116
		218-39-2	46	26	5665,96	1,33	0,07	124	168	215	83	112	143
		218-39-2-236	48	25	5594,17	1,35	0,08	126	170	218	84	114	145
		218-39-2-219	54	27	6125,44	1,23	0,07	115	156	199	76	104	133
		39-209-Av24-2	67	33	7525,42	1,00	0,06	93	127	162	62	84	108
		39-209-Av24-236	67	31	7226,76	1,04	0,06	97	132	169	65	88	112
		39-209-Av24-228	67	31	7226,76	1,04	0,06	97	132	169	65	88	112
10801	30301	202	26	13	2949,29	1,08	0,34	468	635	811	312	423	540
		39-2	28	14	3176,16	1,00	0,32	434	589	753	290	393	502
		39-2-251	29	12	2916,27	1,09	0,34	473	642	820	315	428	546
10801	30801	201-39-2	50	28	6119,70	1,13	0,15	26	36	46	18	24	30
		201-39-2-236	56	28	6352,31	1,08	0,14	25	34	44	17	23	29
		202-2	60	29	6656,72	1,03	0,14	24	33	42	16	22	28
		202-2-236	66	29	6889,33	1,00	0,13	23	32	40	16	21	27
		218-39-2	48	28	6042,16	1,14	0,15	27	36	46	18	24	31
		218-39-2-236	54	28	6274,77	1,10	0,14	26	35	44	17	23	30
		39-209-Av24	52	26	5898,58	1,17	0,15	27	37	47	18	25	32

11501	10101	2	12	3	913,22	1,00	1,00	10268	13296	16341	6845	8864	10894
11501	10301	204-207	11	5	1173,11	1,00	0,48	955	1237	1520	637	824	1013
		39-209	9	5	1095,57	1,07	0,52	1023	1324	1627	682	883	1085
11501	10801	39-Av29	5	2	492,51	2,08	0,42	271	350	431	180	234	287
		39-201	6	2	531,27	1,93	0,38	251	325	399	167	216	266
		202-Av29	11	4	1023,78	1,00	0,20	130	169	207	87	112	138
11501	11801	2	9	2	647,58	1,00	1,00	2424	3139	3858	1616	2093	2572
11501	30101	306-221-2	46	23	5217,97	1,31	0,09	5	6	7	3	4	5
		306-221-2-236	48	22	5146,18	1,33	0,09	5	6	7	3	4	5
		306-221-2-219	54	24	5677,45	1,21	0,08	4	5	7	3	4	4
		2	40	23	4985,36	1,37	0,09	5	6	8	3	4	5
		2-236	42	22	4913,56	1,39	0,09	5	6	8	3	4	5
		2-219	48	24	5444,84	1,26	0,08	4	6	7	3	4	5
		2-251-2	41	21	4725,46	1,45	0,10	5	7	8	3	4	5
		2-251-2-236	43	20	4653,67	1,47	0,10	5	7	8	3	4	5
		2-251-2-219	49	22	5184,95	1,32	0,09	5	6	7	3	4	5
		39-209-Av24-2	61	30	6844,82	1,00	0,07	3	5	6	2	3	4
		39-209-Av24-228	61	28	6546,16	1,05	0,07	4	5	6	2	3	4
		39-209-Av24-236	61	28	6546,16	1,05	0,07	4	5	6	2	3	4
11501	30301	306-221	28	11	2728,17	1,00	0,30	12	16	19	8	11	13
		2	22	11	2495,55	1,09	0,33	13	17	21	9	12	14
		2-251	23	9	2235,66	1,22	0,37	15	19	24	10	13	16
11501	30801	306-221-2	48	25	5594,17	1,04	0,14	1	1	1	1	1	1
		306-221-2-236	54	25	5826,78	1,00	0,13	1	1	1	1	1	1
		2	42	25	5361,55	1,09	0,14	1	1	1	1	1	1
		2-236	48	25	5594,17	1,04	0,14	1	1	1	1	1	1
		2-251-2	43	23	5101,66	1,14	0,15	1	1	1	1	1	1
		2-251-2-236	49	23	5334,28	1,09	0,15	1	1	1	1	1	1
		39-209-Av24	46	23	5217,97	1,12	0,15	1	1	1	1	1	1

11801	10101	215	21	6	1710,13	1,00	0,32	636	479	1074	424	319	716
		204	25	5	1715,88	1,00	0,32	634	477	1070	423	318	713
		2	21	5	1560,80	1,10	0,35	697	525	1176	465	350	784
11801	10301	215-207	16	6	1516,29	1,25	0,37	142	107	240	95	71	160
		210	18	7	1743,15	1,09	0,33	123	93	208	82	62	139
		39-209	22	7	1898,23	1,00	0,30	113	85	191	76	57	128
11801	10801	2-39-Av29	14	4	1140,09	1,47	0,38	7110	5353	12002	4740	3569	8001
		2-39-201	15	4	1178,86	1,42	0,37	6876	5177	11607	4584	3451	7738
		2-202-Av29	20	6	1671,36	1,00	0,26	4850	3651	8187	3233	2434	5458
11801	11501	2	9	2	647,58	1,00	1,00	1368	1030	2309	912	686	1539
11801	30101	2-251-2	32	19	4077,88	1,18	0,18	66	50	112	44	33	75
		2-251-236	34	18	4006,09	1,20	0,22	82	62	138	55	41	92
		2-251-219	40	20	4537,37	1,06	0,19	72	54	121	48	36	81
		2	31	21	4337,77	1,11	0,20	75	57	127	50	38	85
		2-236	33	20	4265,98	1,12	0,21	78	59	132	52	39	88
		2-219	39	22	4797,26	1,00	0,23	87	66	148	58	44	98
		2-251	14	7	1588,08	1,24	0,37	2128	1602	3592	1418	1068	2394
11801	30301	2	13	9	1847,97	1,06	0,32	1828	1377	3086	1219	918	2058
		221	16	9	1964,28	1,00	0,30	1720	1295	2904	1147	863	1936
		2-251-2	16	21	3756,24	1,32	0,20	8	6	14	5	4	9
11801	30801	2-251-2-228	35	21	4492,85	1,10	0,17	7	5	11	4	3	8
		2-251-2-236	40	21	4686,70	1,06	0,16	6	5	11	4	3	7
		2	33	23	4713,97	1,05	0,16	6	5	11	4	3	7
		2-228	34	23	4752,74	1,04	0,16	6	5	11	4	3	7
		2-236	39	23	4946,59	1,00	0,15	6	5	10	4	3	7
30101	10101	2	70	26	6596,42	1,27	0,05	88	118	149	59	79	99
		236-2	76	24	6530,37	1,28	0,05	89	119	150	59	80	100
		219-2	70	26	6596,42	1,27	0,05	88	118	149	59	79	99
		2-215	70	27	6745,75	1,24	0,05	86	116	146	58	77	97

		236-2-215	76	25	6679,70	1,25	0,05	87	117	147	58	78	98
		219-2-215	70	27	6745,75	1,24	0,05	86	116	146	58	77	97
		2-210	88	33	8339,57	1,00	0,04	70	93	118	47	62	79
		236-2-210	94	31	8273,53	1,01	0,04	70	94	119	47	63	79
		219-2-210	88	33	8339,57	1,00	0,04	70	93	118	47	62	79
		236-Av24-207	71	29	7083,18	1,18	0,05	82	110	139	55	73	92
		228-Av24-207	70	29	7044,41	1,19	0,05	83	111	139	55	74	93
		2-251-2	67	27	6629,44	1,26	0,05	88	118	148	59	78	99
		236-251-2	73	25	6563,40	1,28	0,05	89	119	150	59	79	100
		219-251-2	67	27	6629,44	1,26	0,05	88	118	148	59	78	99
		2-251-215	67	28	6778,77	1,24	0,05	86	115	145	57	77	97
		236-2-251-215	73	26	6712,73	1,25	0,05	87	116	146	58	77	98
		219-2-251-215	67	28	6778,77	1,24	0,05	86	115	145	57	77	97
		2-251-210	85	34	8372,60	1,00	0,04	70	93	117	46	62	78
		236-2-251-210	91	32	8306,55	1,01	0,04	70	94	118	47	63	79
		219-2-251-210	85	34	8372,60	1,00	0,04	70	93	117	46	62	78
30101	10301	2-210	67	28	6778,77	1,00	0,12	37	50	62	25	33	42
		236-2-210	73	26	6712,73	1,01	0,12	37	50	63	25	33	42
		219-2-210	67	28	6778,77	1,00	0,12	37	50	62	25	33	42
		2-39-209	67	28	6778,77	1,00	0,12	37	50	62	25	33	42
		236-2-39-209	73	26	6712,73	1,01	0,12	37	50	63	25	33	42
		219-2-39-209	67	28	6778,77	1,00	0,12	37	50	62	25	33	42
		236-Av24-212	53	23	5489,35	1,23	0,15	46	61	77	30	41	51
		228-Av24-212	52	23	5450,59	1,24	0,15	46	62	78	31	41	52
30101	10801	2-39-201	64	25	6214,48	1,17	0,07	45	60	76	30	40	50
		236-2-39-201	70	23	6148,43	1,18	0,08	45	61	77	30	41	51
		219-2-39-201	64	25	6214,48	1,17	0,07	45	60	76	30	40	50
		2-202	71	24	6336,53	1,15	0,07	44	59	74	29	39	50
		236-2-202	77	22	6270,48	1,16	0,07	45	60	75	30	40	50

		219-2-202	71	24	6336,53	1,15	0,07	44	59	74	29	39	50
		2-221-202	74	28	7050,16	1,03	0,07	40	53	67	26	35	45
		236-2-221-202	80	26	6984,11	1,04	0,07	40	53	67	27	36	45
		219-2-221-202	74	28	7050,16	1,03	0,07	40	53	67	26	35	45
		2-39-Av29	63	25	6175,71	1,18	0,08	45	60	76	30	40	51
		236-2-39-Av29	69	23	6109,66	1,19	0,08	46	61	77	30	41	51
		219-2-39-Av29	63	25	6175,71	1,18	0,08	45	60	76	30	40	51
		236-Av24-209-39	72	30	7271,28	1,00	0,06	38	51	65	26	34	43
		228-Av24-209-39	71	30	7232,51	1,01	0,06	39	52	65	26	34	43
30101	11501	2-221-306	63	24	6026,38	1,12	0,09	23	30	38	15	20	25
		236-2-221-306	69	22	5960,33	1,14	0,09	23	31	39	15	20	26
		219-2-221-306	63	24	6026,38	1,12	0,09	23	30	38	15	20	25
		2	58	23	5683,20	1,19	0,09	24	32	40	16	21	27
		236-2	64	21	5617,16	1,21	0,10	24	32	41	16	22	27
		219-2	58	23	5683,20	1,19	0,09	24	32	40	16	21	27
		2-251-2	55	24	5716,22	1,19	0,09	24	32	40	16	21	27
		236-2-251-2	61	22	5650,18	1,20	0,10	24	32	41	16	22	27
		219-2-251-2	55	24	5716,22	1,19	0,09	24	32	40	16	21	27
		228-Av24-209-39	66	28	6740,00	1,01	0,08	20	27	34	13	18	23
		236-Av24-209-39	67	28	6778,77	1,00	0,08	20	27	34	13	18	23
30101	11801	2-251-2	46	22	5068,64	1,04	0,11	198	265	333	132	176	222
		236-251-2	52	20	5002,60	1,05	0,11	200	268	338	133	179	225
		219-251-2	46	22	5068,64	1,04	0,11	198	265	333	132	176	222
		2	49	21	5035,62	1,05	0,11	199	266	335	133	178	224
		236-2	55	19	4969,57	1,06	0,11	202	270	340	134	180	227
		219-2	49	21	5035,62	1,05	0,11	199	266	335	133	178	224
		2-221	51	22	5262,49	1,00	0,11	190	255	321	127	170	214
		236-221	57	20	5196,44	1,01	0,11	193	258	325	128	172	217
		219-221	51	22	5262,49	1,00	0,11	190	255	321	127	170	214

30101	30301	2	26	13	2949,29	1,00	0,33	281	376	474	187	251	316
		219-2	26	13	2949,29	1,00	0,33	281	376	474	187	251	316
		236-2	32	11	2883,24	1,02	0,34	288	385	485	192	257	323
30101	30801	228	14	5	1289,42	1,03	0,51	6869	9197	11585	4579	6131	7724
		236	15	5	1328,19	1,00	0,49	6668	8928	11247	4446	5952	7498
30301	10101	2	44	13	3647,13	1,06	0,15	816	1119	1441	544	746	961
		251-215	41	15	3829,48	1,01	0,14	777	1066	1372	518	711	915
		2-215	44	14	3796,46	1,02	0,14	784	1075	1384	523	717	923
		2-204	48	13	3802,21	1,02	0,14	783	1074	1382	522	716	921
		251-2-204	45	14	3835,23	1,01	0,14	776	1065	1370	517	710	914
		251-2	41	14	3680,15	1,05	0,15	809	1109	1428	539	740	952
		221-306	46	14	3874,00	1,00	0,14	768	1054	1357	512	703	904
30301	10301	2-210	41	15	3829,48	1,18	0,17	178	245	315	119	163	210
		251-210	47	18	4510,09	1,00	0,14	151	208	267	101	138	178
		2-39-209	41	15	3829,48	1,18	0,17	178	245	315	119	163	210
		251-39-209	38	16	3862,51	1,17	0,17	177	242	312	118	162	208
		2-215-207	39	14	3602,62	1,25	0,18	190	260	335	126	173	223
		251-215-207	36	15	3635,64	1,24	0,18	188	258	332	125	172	221
30301	10801	202	45	11	3387,24	1,00	0,32	623	854	1100	415	569	733
		2-39	37	12	3226,42	1,05	0,34	654	897	1154	436	598	770
		251-2-39	34	13	3259,44	1,04	0,34	647	888	1143	431	592	762
30301	11501	221-306	37	11	3077,09	1,00	0,31	250	343	441	167	229	294
		2	32	10	2733,91	1,13	0,35	281	386	497	188	257	331
		251-2	29	11	2766,94	1,11	0,34	278	381	491	185	254	327
30301	11801	251-2	20	9	2119,35	1,09	0,34	11860	16267	20938	7907	10845	13959
		2	23	8	2086,33	1,11	0,35	12048	16524	21270	8032	11016	14180
		221	25	9	2313,20	1,00	0,31	10866	14904	19184	7244	9936	12789
30301	30101	2	18	12	2489,80	1,18	0,35	1154	1583	2037	769	1055	1358
		2-236	20	11	2418,01	1,22	0,36	1188	1630	2098	792	1087	1399

		2-219	26	13	2949,29	1,00	0,29	974	1336	1720	649	891	1147
30301	30801	2	20	14	2866,00	1,08	0,34	122	167	215	81	111	143
		2-228	21	14	2904,77	1,07	0,34	120	165	212	80	110	141
		2-236	26	14	3098,62	1,00	0,32	113	154	199	75	103	132
30801	10101	2	73	27	6862,06	1,33	0,09	18	22	27	12	14	18
		236-2	81	28	7321,54	1,24	0,09	17	20	25	11	14	17
		236-2-215	81	29	7470,87	1,22	0,08	16	20	25	11	13	16
		2-215	73	28	7011,39	1,30	0,09	17	21	26	12	14	17
		2-210-209	91	34	8605,21	1,06	0,07	14	17	21	9	12	14
		236-2-210-209	99	35	9064,69	1,00	0,07	13	16	20	9	11	14
		Av24-212-209	59	23	5721,97	1,59	0,11	21	26	32	14	17	21
		2-221-2	78	28	7205,23	1,26	0,09	17	21	26	11	14	17
		2-236-221-2	86	29	7664,72	1,19	0,08	16	19	24	11	13	16
		2-251-215	70	29	7044,41	1,29	0,09	17	21	26	11	14	17
		2-251-210-209	88	35	8638,23	1,05	0,07	14	17	21	9	12	14
		236-2-251-210-209	96	36	9097,72	1,00	0,07	13	16	20	9	11	13
30801	10301	Av24-212	38	18	4161,17	1,37	0,40	69	85	104	46	56	69
		2-210	55	24	5716,22	1,00	0,29	50	62	76	33	41	51
		2-39-209	56	22	5456,33	1,05	0,31	52	64	79	35	43	53
30801	10801	2-39-201	67	26	6480,11	1,20	0,10	7	8	10	5	6	7
		236-2-39-201	75	27	6939,60	1,12	0,09	6	8	10	4	5	6
		2-202	74	25	6602,17	1,18	0,09	7	8	10	4	5	7
		236-2-202	82	26	7061,65	1,10	0,09	6	8	9	4	5	6
		2-39-Av29	66	26	6441,34	1,21	0,10	7	8	10	5	6	7
		236-2-39-Av29	74	27	6900,83	1,13	0,09	6	8	10	4	5	6
		Av24-209-39	58	25	5981,86	1,30	0,10	7	9	11	5	6	7
		2-251-39-201	64	27	6513,14	1,19	0,09	7	8	10	4	6	7
		236-251-39-201	72	28	6972,62	1,12	0,09	6	8	10	4	5	6
		2-221-306-202	77	29	7315,79	1,06	0,08	6	7	9	4	5	6

		236-221-306-202	85	30	7775,28	1,00	0,08	6	7	9	4	5	6
30801	11501	2-221-306	66	25	6292,01	1,07	0,14	4	5	6	3	3	4
		236-2-221-306	74	26	6751,50	1,00	0,13	4	5	6	3	3	4
		2	61	24	5948,84	1,13	0,15	4	5	7	3	4	4
		236-2	69	25	6408,32	1,05	0,14	4	5	6	3	3	4
		2-251-2	58	25	5981,86	1,13	0,15	4	5	7	3	4	4
		236-2-251-2	66	26	6441,34	1,05	0,14	4	5	6	3	3	4
		Av24-209-39	52	23	5450,59	1,24	0,16	5	6	7	3	4	5
30801	11801	2-251-2	49	23	5334,28	1,14	0,12	8	9	12	5	6	8
		228-2-251-2	59	24	5871,30	1,03	0,11	7	9	11	5	6	7
		236-2-251-2	57	24	5793,76	1,05	0,11	7	9	11	5	6	7
		2	52	22	5301,26	1,14	0,12	8	10	12	5	6	8
		228-2	62	23	5838,28	1,04	0,11	7	9	11	5	6	7
		236-2	60	23	5760,74	1,05	0,11	7	9	11	5	6	7
		2-221	54	23	5528,12	1,10	0,11	7	9	11	5	6	8
		228-221	64	24	6065,15	1,00	0,10	7	8	10	5	6	7
		236-221	62	24	5987,61	1,01	0,11	7	8	10	5	6	7
30801	30101	2	15	7	1626,85	1,00	0,29	4362	5361	6609	2908	3574	4406
		228	15	5	1328,19	1,22	0,36	5343	6567	8095	3562	4378	5397
		236	15	5	1328,19	1,22	0,36	5343	6567	8095	3562	4378	5397
30801	30301	2	29	14	3214,93	1,17	0,37	34	42	52	23	28	35
		236-2	37	15	3674,41	1,02	0,32	30	37	45	20	25	30
		228-2	39	15	3751,95	1,00	0,31	29	36	44	20	24	30

CUADRO 22. ASIGNACIÓN DE VIAJES EN AUTOBÚS POR RUTA

Origen	Destino	Ruta	% Asignado	Viajes 2011	Viajes 2018	Viajes 2025	Unidades 2011	Unidades 2018	Unidades 2025
10101	10301	209	0,59	1468	1167	818	21	17	12
		211-207	0,41	1007	800	561	14	11	8
10101	10801	Av2-C23	0,61	2902	2308	1618	41	33	23
		32-218	0,39	1820	1447	1015	26	21	14
10101	11501	2	1,00	51759	41157	28856	739	588	412
10101	11801	2	0,64	1929	1534	1076	28	22	15
		215	0,36	1104	878	616	16	13	9
10101	30101	2	0,11	60	48	33	1	1	0
		215-2	0,07	35	28	19	0	0	0
		2-236	0,08	41	33	23	1	0	0
		2-219	0,07	38	30	21	1	0	0
		2-251-2	0,17	91	72	51	1	1	1
		2-251-236	0,08	43	34	24	1	0	0
		2-251-219	0,08	39	31	22	1	0	0
		215-2-236	0,07	35	28	20	1	0	0
		215-2-219	0,06	33	26	18	0	0	0
		215-251-2	0,07	36	29	20	1	0	0
		215-251-2-236	0,07	37	29	20	1	0	0
		215-251-2-219	0,06	34	27	19	0	0	0
10101	30301	2	0,22	302	240	169	4	3	2
		215-251	0,18	247	196	138	4	3	2
		215-2	0,17	231	184	129	3	3	2
		2-251	0,24	330	262	184	5	4	3
		2-306-221	0,20	275	219	153	4	3	2
10101	30801	2	0,13	7	6	4	0	0	0
		2-236	0,11	6	5	3	0	0	0
		215-2-236	0,09	5	4	3	0	0	0

		215-2	0,10	5	4	3	0	0	0
		209-210-2	0,10	6	5	3	0	0	0
		2-221-2	0,11	6	5	3	0	0	0
		2-221-236-2	0,09	5	4	3	0	0	0
		215-251-2	0,10	6	4	3	0	0	0
		209-210-251-2	0,09	5	4	3	0	0	0
		209-210-251-2-236	0,09	5	4	3	0	0	0
10301	10101	207-204	0,49	46567	37520	26576	665	536	380
		209	0,51	47552	38314	27139	679	547	388
10301	10801	207-204-C23	0,26	315	254	180	4	4	3
		209-39-Av29	0,38	462	372	264	7	5	4
		209-39-201	0,37	452	365	258	6	5	4
10301	11501	209-39	0,66	369	297	210	5	4	3
		207-204	0,34	190	153	108	3	2	2
10301	11801	209-39	0,30	256	207	146	4	3	2
		210	0,32	274	220	156	4	3	2
		207-215	0,38	323	260	184	5	4	3
10301	30101	210-2	0,17	25	20	14	0	0	0
		210-2-236	0,17	25	20	15	0	0	0
		210-2-219	0,16	23	19	13	0	0	0
		209-39-2	0,17	25	20	14	0	0	0
		209-39-2-236	0,17	25	20	14	0	0	0
		209-39-2-219	0,16	23	18	13	0	0	0
10301	30301	210-2	0,16	62	50	35	1	1	1
		210-251	0,17	66	53	38	1	1	1
		209-39-2	0,15	60	48	34	1	1	0
		209-39-2-251	0,16	64	52	37	1	1	1
		207-215-2	0,17	66	54	38	1	1	1
		207-215-251	0,18	72	58	41	1	1	1

10301	30801	210-2	0,56	134	108	77	2	2	1
		209-39-2	0,44	104	84	60	1	1	1
10801	10101	218-C23	0,67	9970	7936	5577	142	113	80
		218-32	0,33	4985	3968	2789	71	57	40
10801	10301	C23-211-207	0,21	604	481	338	9	7	5
		218-39-209	0,40	1163	925	650	17	13	9
		201-39-209	0,39	1114	887	623	16	13	9
10801	11501	201-39	0,47	4920	3916	2752	70	56	39
		218-39	0,53	5480	4362	3066	78	62	44
10801	11801	201-39-2	0,49	1715	1365	960	25	20	14
		218-39-2	0,51	1815	1445	1016	26	21	15
10801	30101	201-39-2	0,09	178	142	100	3	2	1
		201-39-2-236	0,09	180	143	101	3	2	1
		201-39-2-219	0,08	165	131	92	2	2	1
		202-2	0,08	163	130	91	2	2	1
		202-2-236	0,08	165	131	92	2	2	1
		202-2-219	0,08	152	121	85	2	2	1
		202-221-2	0,08	157	125	88	2	2	1
		202-221-2-236	0,09	179	143	100	3	2	1
		202-221-2-219	0,07	147	117	82	2	2	1
		218-39-2	0,09	180	144	101	3	2	1
		218-39-2-236	0,09	183	145	102	3	2	1
		218-39-2-219	0,08	167	133	93	2	2	1
10801	30301	202	0,34	563	448	315	8	6	5
		39-2	0,32	523	416	293	7	6	4
		39-2-251	0,34	570	453	319	8	6	5
10801	30801	201-39-2	0,17	37	30	21	1	0	0
		201-39-2-236	0,17	36	29	20	1	0	0
		202-2	0,16	34	27	19	0	0	0

		202-2-236	0,15	33	26	19	0	0	0
		218-39-2	0,18	38	30	21	1	0	0
		218-39-2-236	0,17	36	29	20	1	0	0
11501	10101	2	1,00	12363	9395	6353	177	134	91
11501	10301	204-207	0,48	1150	874	591	16	12	8
		39-209	0,52	1231	936	633	18	13	9
11501	10801	39-Av29	0,52	407	309	209	6	4	3
		39-201	0,48	377	287	194	5	4	3
11501	11801	2	1,00	2919	2218	1500	42	32	21
11501	30101	306-221-2	0,11	7	5	4	0	0	0
		306-221-2-236	0,11	7	5	4	0	0	0
		306-221-2-219	0,10	6	5	3	0	0	0
		2	0,11	7	6	4	0	0	0
		2-236	0,12	7	6	4	0	0	0
		2-219	0,10	7	5	3	0	0	0
		2-251-2	0,12	8	6	4	0	0	0
		2-251-2-236	0,12	8	6	4	0	0	0
		2-251-2-219	0,11	7	5	4	0	0	0
11501	30301	306-221	0,30	15	11	8	0	0	0
		2	0,33	16	12	8	0	0	0
		2-251	0,37	18	14	9	0	0	0
11501	30801	306-221-2	0,16	1	1	1	0	0	0
		306-221-2-236	0,16	1	1	1	0	0	0
		2	0,17	1	1	1	0	0	0
		2-236	0,16	1	1	1	0	0	0
		2-251-2	0,18	1	1	1	0	0	0
		2-251-2-236	0,17	1	1	1	0	0	0
11801	10101	215	0,32	766	338	417	11	5	6
		204	0,32	763	337	416	11	5	6

		2	0,35	839	371	457	12	5	7
11801	10301	215-207	0,37	171	76	93	2	1	1
		210	0,33	149	66	81	2	1	1
		39-209	0,30	137	60	74	2	1	1
11801	10801	2-39-Av29	0,51	11529	5094	6285	165	73	90
		2-39-201	0,49	11150	4927	6078	159	70	87
11801	11501	2	1,00	1647	728	898	24	10	13
11801	30101	2-251-2	0,18	80	35	44	1	1	1
		2-251-236	0,22	99	44	54	1	1	1
		2-251-219	0,19	87	38	47	1	1	1
		2	0,20	90	40	49	1	1	1
		2-236	0,21	94	41	51	1	1	1
		2-219	0,23	105	46	57	2	1	1
11801	30301	2-251	0,37	2562	1132	1396	37	16	20
		2	0,32	2202	973	1200	31	14	17
		221	0,30	2071	915	1129	30	13	16
11801	30801	2-251-2	0,20	10	4	5	0	0	0
		2-251-2-228	0,17	8	4	4	0	0	0
		2-251-2-236	0,16	8	3	4	0	0	0
		2	0,16	8	3	4	0	0	0
		2-228	0,16	8	3	4	0	0	0
		2-236	0,15	7	3	4	0	0	0
30101	10101	2	0,06	118	93	64	2	1	1
		236-2	0,06	119	94	65	2	1	1
		219-2	0,06	118	93	64	2	1	1
		2-215	0,06	116	91	63	2	1	1
		236-2-215	0,06	117	92	64	2	1	1
		219-2-215	0,06	116	91	63	2	1	1
		2-210	0,05	94	73	51	1	1	1

		236-2-210	0,05	94	74	51	1	1	1
		219-2-210	0,05	94	73	51	1	1	1
		2-251-2	0,06	118	92	64	2	1	1
		236-251-2	0,06	119	93	65	2	1	1
		219-251-2	0,06	118	92	64	2	1	1
		2-251-215	0,06	115	90	63	2	1	1
		236-2-251-215	0,06	116	91	63	2	1	1
		219-2-251-215	0,06	115	90	63	2	1	1
		2-251-210	0,05	93	73	51	1	1	1
		236-2-251-210	0,05	94	74	51	1	1	1
		219-2-251-210	0,05	93	73	51	1	1	1
30101	10301	2-210	0,17	63	49	34	1	1	0
		236-2-210	0,17	64	50	35	1	1	0
		219-2-210	0,17	63	49	34	1	1	0
		2-39-209	0,17	63	49	34	1	1	0
		236-2-39-209	0,17	64	50	35	1	1	0
		219-2-39-209	0,17	63	49	34	1	1	0
30101	10801	2-39-201	0,09	62	49	34	1	1	0
		236-2-39-201	0,09	63	49	34	1	1	0
		219-2-39-201	0,09	62	49	34	1	1	0
		2-202	0,08	61	48	33	1	1	0
		236-2-202	0,09	61	48	33	1	1	0
		219-2-202	0,08	61	48	33	1	1	0
		2-221-202	0,08	55	43	30	1	1	0
		236-2-221-202	0,08	55	43	30	1	1	0
		219-2-221-202	0,08	55	43	30	1	1	0
		2-39-Av29	0,09	62	49	34	1	1	0
		236-2-39-Av29	0,09	63	50	34	1	1	0
		219-2-39-Av29	0,09	62	49	34	1	1	0

30101	11501	2-221-306	0,11	32	25	18	0	0	0
		236-2-221-306	0,11	33	26	18	0	0	0
		219-2-221-306	0,11	32	25	18	0	0	0
		2	0,11	34	27	19	0	0	0
		236-2	0,11	35	27	19	0	0	0
		219-2	0,11	34	27	19	0	0	0
		2-251-2	0,11	34	27	19	0	0	0
		236-2-251-2	0,11	35	27	19	0	0	0
		219-2-251-2	0,11	34	27	19	0	0	0
30101	11801	2-251-2	0,11	238	187	130	3	3	2
		236-251-2	0,11	241	189	131	3	3	2
		219-251-2	0,11	238	187	130	3	3	2
		2	0,11	239	188	130	3	3	2
		236-2	0,11	243	191	132	3	3	2
		219-2	0,11	239	188	130	3	3	2
		2-221	0,11	229	180	125	3	3	2
		236-221	0,11	232	182	126	3	3	2
		219-221	0,11	229	180	125	3	3	2
30101	30301	2	0,33	339	266	184	5	4	3
		219-2	0,33	339	266	184	5	4	3
		236-2	0,34	346	272	189	5	4	3
30101	30801	228	0,51	8271	6499	4504	118	93	64
		236	0,49	8029	6309	4373	115	90	62
30301	10101	2	0,15	983	791	560	14	11	8
		251-215	0,14	936	753	534	13	11	8
		2-215	0,14	944	760	538	13	11	8
		2-204	0,14	943	759	537	13	11	8
		251-2-204	0,14	935	752	533	13	11	8
		251-2	0,15	974	784	555	14	11	8

		221-306	0,14	925	745	527	13	11	8
30301	10301	2-210	0,17	215	173	122	3	2	2
		251-210	0,14	182	147	104	3	2	1
		2-39-209	0,17	215	173	122	3	2	2
		251-2-39-209	0,17	213	171	121	3	2	2
		2-215-207	0,18	228	184	130	3	3	2
		251-215-207	0,18	226	182	129	3	3	2
30301	10801	202	0,32	750	604	428	11	9	6
		2-39	0,34	787	634	449	11	9	6
		251-2-39	0,34	779	627	444	11	9	6
30301	11501	221-306	0,31	301	242	172	4	3	2
		2	0,35	339	273	193	5	4	3
		251-2	0,34	335	269	191	5	4	3
30301	11801	251-2	0,34	14280	11495	8141	204	164	116
		2	0,35	14506	11677	8270	207	167	118
		221	0,31	13084	10531	7459	187	150	107
30301	30101	2	0,35	1390	1118	792	20	16	11
		2-236	0,36	1431	1152	816	20	16	12
		2-219	0,29	1173	944	669	17	13	10
30301	30801	2	0,34	147	118	84	2	2	1
		2-228	0,34	145	116	82	2	2	1
		2-236	0,32	136	109	77	2	2	1
30801	10101	2	0,10	24	17	12	0	0	0
		236-2	0,10	22	16	11	0	0	0
		236-2-215	0,09	22	16	11	0	0	0
		2-215	0,10	23	17	11	0	0	0
		2-210-209	0,08	19	14	9	0	0	0
		236-2-210-209	0,08	18	13	9	0	0	0
		2-221-2	0,10	23	16	11	0	0	0

		2-236-221-2	0,09	21	15	10	0	0	0
		2-251-215	0,10	23	17	11	0	0	0
		2-251-210-209	0,08	19	14	9	0	0	0
		236-2-251-210-209	0,08	18	13	9	0	0	0
30801	10301	2-210	0,49	101	73	49	1	1	1
		2-39-209	0,51	106	76	52	2	1	1
30801	10801	2-39-201	0,11	9	7	4	0	0	0
		236-2-39-201	0,10	9	6	4	0	0	0
		2-202	0,10	9	6	4	0	0	0
		236-2-202	0,10	8	6	4	0	0	0
		2-39-Av29	0,11	9	7	4	0	0	0
		236-2-39-Av29	0,10	9	6	4	0	0	0
		2-251-39-201	0,11	9	7	4	0	0	0
		236-251-39-201	0,10	8	6	4	0	0	0
		2-221-306-202	0,09	8	6	4	0	0	0
		236-221-306-202	0,09	8	5	4	0	0	0
30801	11501	2-221-306	0,17	6	4	3	0	0	0
		236-2-221-306	0,16	6	4	3	0	0	0
		2	0,18	6	5	3	0	0	0
		236-2	0,16	6	4	3	0	0	0
		2-251-2	0,18	6	5	3	0	0	0
		236-2-251-2	0,16	6	4	3	0	0	0
30801	11801	2-251-2	0,12	9	7	5	0	0	0
		228-2-251-2	0,11	8	6	4	0	0	0
		236-2-251-2	0,11	9	6	4	0	0	0
		2	0,12	9	7	5	0	0	0
		228-2	0,11	8	6	4	0	0	0
		236-2	0,11	9	6	4	0	0	0
		2-221	0,11	9	6	4	0	0	0

		228-221	0,10	8	6	4	0	0	0
		236-221	0,11	8	6	4	0	0	0
30801	30101	2	0,29	5252	3788	2570	75	54	37
		228	0,36	6433	4640	3147	92	66	45
		236	0,36	6433	4640	3147	92	66	45
30801	30301	2	0,37	41	30	20	1	0	0
		236-2	0,32	36	26	18	1	0	0
		228-2	0,31	35	25	17	1	0	0

CUADRO 28. ASIGNACIÓN DE VIAJES EN VEHÍCULO PRIVADO POR RUTA, CON NUEVA RUTA N°000

Origen	Destino	Ruta	Tiempo (min)	Distancia (km)	Costo		Viajes 2011	Viajes 2018	Viajes 2025	Vehículos 2011	Vehículos 2018	Vehículos 2025	
					general (₺)	% Relativo							
10101	10301	209	15	5	1328,19	1,46	0,59	1219	1652	2105	813	1101	1403
		211-207	23	7	1937,00	1,00	0,41	836	1133	1443	557	755	962
10101	10801	Av2-C23	11	4	1023,78	1,59	0,61	2410	3266	4161	1607	2177	2774
		32-218	19	6	1632,59	1,00	0,39	1511	2048	2609	1008	1365	1740
10101	11501	2	7	3	719,37	1,11	0,53	22592	30611	39006	15061	20408	26004
		Av10	9	3	796,91	1,00	0,47	20394	27633	35211	13596	18422	23474
10101	11801	2	14	5	1289,42	1,75	0,38	961	1302	1660	641	868	1106
		215	35	6	2252,90	1,00	0,22	550	745	950	367	497	633
		215-000	14	4,6	1229,69	1,83	0,40	1008	1366	1740	672	910	1160
10101	30101	2	45	14	3835,23	1,85	0,06	24	33	42	16	22	28
		215-2	66	27	6590,67	1,07	0,03	14	19	25	9	13	16
		Av10-2	49	26	5782,27	1,22	0,04	16	22	28	11	15	19
		209-Av24-2	67	30	7077,43	1,00	0,03	13	18	23	9	12	15
		209-Av24-236	67	28	6778,77	1,04	0,03	14	19	24	9	12	16
		209-Av24-228	67	28	6778,77	1,04	0,03	14	19	24	9	12	16
		2-236	47	25	5555,40	1,27	0,04	17	23	29	11	15	19
		2-219	53	27	6086,67	1,16	0,04	15	21	27	10	14	18
		2-251-2	46	24	5367,30	1,32	0,04	17	24	30	12	16	20
		2-251-236	48	23	5295,51	1,34	0,04	18	24	31	12	16	20
		2-251-219	54	25	5826,78	1,21	0,04	16	22	28	11	15	19
		215-2-236	68	26	6518,88	1,09	0,03	14	19	25	10	13	17
		215-2-219	74	28	7050,16	1,00	0,03	13	18	23	9	12	15
		215-251-2	67	25	6330,78	1,12	0,03	15	20	26	10	13	17
		215-251-2-236	69	24	6258,99	1,13	0,03	15	20	26	10	14	17
		215-251-2-219	75	26	6790,27	1,04	0,03	14	19	24	9	12	16
Av10-2-236	51	25	5710,48	1,24	0,04	16	22	28	11	15	19		

		Av10-2-219	57	27	6241,75	1,13	0,03	15	20	26	10	14	17
		Av10-251-2	50	24	5522,38	1,28	0,04	17	23	29	11	15	20
		Av10-251-2-236	52	23	5450,59	1,30	0,04	17	23	30	11	16	20
		Av10-251-2-219	58	25	5981,86	1,18	0,04	16	21	27	10	14	18
		215-000-2	45	25,6	5567,46	1,27	0,04	17	23	29	11	15	19
		215-000-2-236	47	25	5555,40	1,27	0,04	17	23	29	11	15	19
		215-000-2-219	53	26,6	6026,94	1,17	0,04	16	21	27	10	14	18
		215-000-251-2	46	23,6	5307,57	1,33	0,04	18	24	30	12	16	20
		215-000-251-236	48	22,6	5235,78	1,35	0,04	18	24	31	12	16	21
		215-000-251-219	54	24,6	5767,05	1,23	0,04	16	22	28	11	15	19
10101	30301	2	27	14	3137,39	1,31	0,11	132	180	229	88	120	152
		215-251	49	13	3840,98	1,07	0,09	108	147	187	72	98	125
		215-2	48	15	4100,87	1,00	0,09	101	137	175	68	92	117
		Av10-2	31	14	3292,46	1,25	0,11	126	171	218	84	114	145
		Av10-2-251	32	12	3032,57	1,35	0,12	137	186	237	91	124	158
		2-251	28	12	2877,50	1,43	0,13	144	196	249	96	130	166
		2-306-221	35	14	3447,54	1,19	0,10	121	163	208	80	109	139
		215-000-2	27	13,6	3077,65	1,33	0,12	135	183	233	90	122	155
		215-000-251	28	11,6	2817,76	1,46	0,13	148	200	255	98	133	170
10101	30801	2	29	28	5305,55	1,46	0,07	3	4	6	2	3	4
		2-236	53	28	6236,00	1,24	0,06	3	4	5	2	2	3
		215-2-236	74	29	7199,49	1,08	0,05	2	3	4	2	2	3
		215-2	68	29	6966,87	1,11	0,05	2	3	4	2	2	3
		Av10-2	51	28	6158,47	1,26	0,06	3	4	5	2	3	3
		Av10-2-236	57	28	6391,08	1,21	0,06	3	4	5	2	2	3
		209-212-Av24	52	23	5450,59	1,42	0,07	3	4	5	2	3	4
		209-210-2	56	29	6501,64	1,19	0,06	3	4	5	2	2	3
		2-221-2	55	28	6313,54	1,23	0,06	3	4	5	2	2	3
		2-221-2-236	68	30	7116,20	1,09	0,05	2	3	4	2	2	3

		215-251-2	69	27	6706,98	1,16	0,06	3	3	4	2	2	3
		209-210-251-2	67	33	7525,42	1,03	0,05	2	3	4	2	2	3
		209-210-251-2-236	73	33	7758,04	1,00	0,05	2	3	4	1	2	3
		215-000-2	47	27,6	5943,66	1,31	0,06	3	4	5	2	3	3
		215-000-2-236	53	27,6	6176,27	1,26	0,06	3	4	5	2	3	3
		215-000-251-2	30	25,6	4985,92	1,56	0,07	3	5	6	2	3	4
		215-000-251-236	54	25,6	5916,38	1,31	0,06	3	4	5	2	3	3
10301	10101	207-204	18	6	1593,82	1,00	0,49	38673	53096	68355	25782	35398	45570
		209	21	5	1560,80	1,02	0,51	39492	54220	69801	26328	36146	46534
10301	10801	207-204-C23	29	10	2617,61	1,00	0,26	261	359	462	174	239	308
		209-39-Av29	19	7	1781,92	1,47	0,38	384	527	679	256	351	452
		209-39-201	20	7	1820,69	1,44	0,37	376	516	664	250	344	443
10301	11501	209-39	14	5	1289,42	1,94	0,66	306	420	541	204	280	361
		207-204	30	9	2507,04	1,00	0,34	157	216	278	105	144	186
10301	11801	209-39	21	7	1859,46	1,00	0,23	162	222	286	108	148	191
		210	18	7	1743,15	1,07	0,24	173	237	305	115	158	204
		207-215	15	6	1477,52	1,26	0,29	204	280	360	136	187	240
		209-39-000	15	8	1776,18	1,05	0,24	170	233	300	113	155	200
10301	30101	210-2	49	28	6080,93	1,09	0,07	8	11	14	5	7	9
		210-2-236	51	27	6009,14	1,11	0,07	8	11	14	5	7	10
		210-2-219	57	29	6540,41	1,02	0,06	7	10	13	5	7	9
		209-39-2	52	28	6197,24	1,07	0,06	8	11	14	5	7	9
		209-39-2-236	54	27	6125,44	1,09	0,07	8	11	14	5	7	9
		209-39-2-219	60	29	6656,72	1,00	0,06	7	10	13	5	7	9
		212-Av24-2	52	25	5749,25	1,16	0,07	9	12	15	6	8	10
		212-Av24-236	52	23	5450,59	1,22	0,07	9	12	16	6	8	11
		212-Av24-228	52	23	5450,59	1,22	0,07	9	12	16	6	8	11
		209-39-000-2	46	29	6113,95	1,09	0,07	8	11	14	5	7	9
		209-39-000-236	48	28	6042,16	1,10	0,07	8	11	14	5	7	10

		209-39-000-219	54	30	6573,43	1,01	0,06	7	10	13	5	7	9
		209-39-000-251-2	47	27	5854,06	1,14	0,07	8	11	15	6	8	10
		209-39-000-251-236	49	26	5782,27	1,15	0,07	8	12	15	6	8	10
		209-39-000-251-219	55	28	6313,54	1,05	0,06	8	11	14	5	7	9
10301	30301	210-2	31	16	3591,12	1,03	0,10	31	42	55	21	28	36
		210-251	32	14	3331,23	1,11	0,10	33	46	59	22	30	39
		209-39-2	34	16	3707,43	1,00	0,09	30	41	53	20	27	35
		209-39-2-251	35	14	3447,54	1,08	0,10	32	44	57	21	29	38
		207-215-2	28	15	3325,49	1,11	0,10	33	46	59	22	30	39
		207-215-251	29	13	3065,60	1,21	0,11	36	50	64	24	33	43
		209-39-000-2	28	17	3624,15	1,02	0,09	31	42	54	20	28	36
		209-39-000-251	29	15	3364,26	1,10	0,10	33	45	58	22	30	39
		207-000-2	22	18	3540,86	1,05	0,10	31	43	55	21	29	37
		207-000-251	23	16	3280,97	1,13	0,10	34	46	60	23	31	40
10301	30801	212-Av24	37	18	4122,40	1,61	0,33	65	146	115	43	97	76
		210-2	41	24	5173,45	1,29	0,26	52	116	91	34	77	61
		209-39-2	56	30	6650,97	1,00	0,20	40	90	71	27	60	47
		209-39-000-2	48	31	6490,15	1,02	0,21	41	93	73	27	62	49
10801	10101	218-C23	19	5	1483,26	2,00	0,67	8280	11231	14345	5520	7487	9563
		218-32	38	10	2966,53	1,00	0,33	4140	5615	7172	2760	3744	4782
10801	10301	C23-211-207	42	12	3420,26	1,00	0,21	501	680	869	334	453	579
		218-39-209	15	8	1776,18	1,93	0,40	966	1310	1673	644	873	1115
		201-39-209	17	8	1853,72	1,85	0,39	925	1255	1603	617	837	1069
10801	11501	201-39	8	3	758,14	1,71	0,37	3200	4340	5544	2133	2894	3696
		Av29-202	18	4	1295,16	1,00	0,22	1873	2541	3245	1249	1694	2163
		218-39	6	3	680,60	1,90	0,41	3564	4835	6175	2376	3223	4117
10801	11801	201-39-2	17	5	1405,73	1,38	0,36	1054	1430	1826	703	953	1217
		Av29-202-2	27	6	1942,75	1,00	0,26	763	1034	1321	508	690	881
		218-39-2	15	5	1328,19	1,46	0,38	1115	1513	1933	744	1009	1288

10801	30101	201-39-2	48	26	5743,50	1,31	0,05	84	114	146	56	76	97
		201-39-2-236	50	25	5671,71	1,33	0,05	85	116	148	57	77	99
		201-39-2-219	56	27	6202,98	1,21	0,05	78	106	135	52	71	90
		202-2	58	27	6280,52	1,20	0,05	77	105	133	51	70	89
		202-2-236	60	26	6208,73	1,21	0,05	78	106	135	52	70	90
		202-2-219	66	28	6740,00	1,12	0,04	72	97	124	48	65	83
		202-221-2	64	27	6513,14	1,16	0,04	74	101	129	50	67	86
		202-221-2-236	47	26	5704,73	1,32	0,05	85	115	147	57	77	98
		202-221-2-219	72	28	6972,62	1,08	0,04	69	94	120	46	63	80
		218-39-2	46	26	5665,96	1,33	0,05	85	116	148	57	77	99
		218-39-2-236	48	25	5594,17	1,35	0,05	86	117	150	58	78	100
		218-39-2-219	54	27	6125,44	1,23	0,05	79	107	137	53	71	91
		39-209-Av24-2	67	33	7525,42	1,00	0,04	64	87	111	43	58	74
		39-209-Av24-236	67	31	7226,76	1,04	0,04	67	91	116	45	61	77
		39-209-Av24-228	67	31	7226,76	1,04	0,04	67	91	116	45	61	77
		39-000-2	40	27	5582,68	1,35	0,05	87	118	150	58	78	100
		39-000-236	42	26	5510,88	1,37	0,05	88	119	152	59	79	101
		39-000-219	48	28	6042,16	1,25	0,05	80	109	139	53	72	92
		39-000-251-2	41	25	5322,78	1,41	0,05	91	123	158	61	82	105
		39-000-251-236	43	24	5250,99	1,43	0,06	92	125	160	61	83	106
		39-000-251-219	49	26	5782,27	1,30	0,05	84	114	145	56	76	97
10801	30301	202	26	13	2949,29	1,08	0,20	279	378	483	186	252	322
		39-2	28	14	3176,16	1,00	0,19	259	351	448	173	234	299
		39-2-251	29	12	2916,27	1,09	0,20	282	382	488	188	255	326
		39-000-2	22	15	3092,87	1,03	0,19	266	361	460	177	240	307
		39-000-251	23	13	2832,98	1,12	0,21	290	394	503	193	262	335
10801	30801	201-39-2	50	28	6119,70	1,13	0,08	14	18	24	9	12	16
		201-39-2-236	56	28	6352,31	1,08	0,07	13	18	23	9	12	15
		202-2	60	29	6656,72	1,03	0,07	12	17	22	8	11	14

		202-2-236	66	29	6889,33	1,00	0,07	12	16	21	8	11	14
		218-39-2	48	28	6042,16	1,14	0,08	14	19	24	9	12	16
		218-39-2-236	54	28	6274,77	1,10	0,07	13	18	23	9	12	15
		39-209-Av24	52	26	5898,58	1,17	0,08	14	19	24	9	13	16
		39-000-2	42	29	5958,87	1,16	0,08	14	19	24	9	13	16
		39-000-236	48	29	6191,49	1,11	0,08	13	18	23	9	12	16
		39-000-228	43	29	5997,64	1,15	0,08	14	19	24	9	13	16
		39-000-251-2	25	27	5001,14	1,38	0,09	17	23	29	11	15	19
		39-000-251-236	49	27	5931,60	1,16	0,08	14	19	24	9	13	16
		39-000-251-228	44	27	5737,75	1,20	0,08	14	20	25	10	13	17
11501	10101	2	12	3	913,22	1,00	1,00	10268	13296	16341	6845	8864	10894
11501	10301	204-207	11	5	1173,11	1,00	0,48	955	1237	1520	637	824	1013
		39-209	9	5	1095,57	1,07	0,52	1023	1324	1627	682	883	1085
11501	10801	39-Av29	5	2	492,51	2,08	0,42	271	350	431	180	234	287
		39-201	6	2	531,27	1,93	0,38	251	325	399	167	216	266
		202-Av29	11	4	1023,78	1,00	0,20	130	169	207	87	112	138
11501	11801	2	9	2	647,58	1,00	0,47	1129	1462	1796	752	974	1198
		000	3	3	564,30	1,15	0,53	1295	1677	2061	864	1118	1374
11501	30101	306-221-2	46	23	5217,97	1,31	0,06	3	4	5	2	3	3
		306-221-2-236	48	22	5146,18	1,33	0,06	3	4	5	2	3	3
		306-221-2-219	54	24	5677,45	1,21	0,05	3	4	4	2	2	3
		2	40	23	4985,36	1,37	0,06	3	4	5	2	3	3
		2-236	42	22	4913,56	1,39	0,06	3	4	5	2	3	3
		2-219	48	24	5444,84	1,26	0,05	3	4	4	2	2	3
		2-251-2	41	21	4725,46	1,45	0,06	3	4	5	2	3	3
		2-251-2-236	43	20	4653,67	1,47	0,06	3	4	5	2	3	4
		2-251-2-219	49	22	5184,95	1,32	0,06	3	4	5	2	3	3
		39-209-Av24-2	61	30	6844,82	1,00	0,04	2	3	4	1	2	2
		39-209-Av24-228	61	28	6546,16	1,05	0,04	2	3	4	2	2	2

		39-209-Av24-236	61	28	6546,16	1,05	0,04	2	3	4	2	2	2
		000-2	34	24	4902,07	1,40	0,06	3	4	5	2	3	3
		000-236	36	23	4830,28	1,42	0,06	3	4	5	2	3	3
		000-219	42	25	5361,55	1,28	0,05	3	4	5	2	2	3
		000-251-2	35	22	4642,18	1,47	0,06	3	4	5	2	3	4
		000-251-219	43	23	5101,66	1,34	0,06	3	4	5	2	3	3
		000-251-236	37	21	4570,39	1,50	0,06	3	4	5	2	3	4
11501	30301	306-221	28	11	2728,17	1,00	0,18	7	9	11	5	6	8
		2	22	11	2495,55	1,09	0,19	8	10	12	5	7	8
		2-251	23	9	2235,66	1,22	0,21	9	11	14	6	7	9
		000-2	16	12	2412,27	1,13	0,20	8	10	13	5	7	8
		000-251	17	10	2152,38	1,27	0,22	9	12	14	6	8	10
11501	30801	306-221-2	48	25	5594,17	1,04	0,09	0	1	1	0	0	1
		306-221-2-236	54	25	5826,78	1,00	0,08	0	1	1	0	0	0
		2	42	25	5361,55	1,09	0,09	1	1	1	0	0	1
		2-236	48	25	5594,17	1,04	0,09	0	1	1	0	0	1
		2-251-2	43	23	5101,66	1,14	0,09	1	1	1	0	0	1
		2-251-2-236	49	23	5334,28	1,09	0,09	1	1	1	0	0	1
		39-209-Av24	46	23	5217,97	1,12	0,09	1	1	1	0	0	1
		000-2	36	26	5278,27	1,10	0,09	1	1	1	0	0	1
		000-236	42	26	5510,88	1,06	0,09	0	1	1	0	0	1
		000-251-2	19	24	4320,53	1,35	0,11	1	1	1	0	1	1
		000-251-236	43	24	5250,99	1,11	0,09	1	1	1	0	0	1
11801	10101	215	21	6	1710,13	1,00	0,21	415	312	700	276	208	467
		204	25	5	1715,88	1,00	0,21	413	311	698	275	207	465
		2	21	5	1560,80	1,10	0,23	454	342	767	303	228	511
		000-215	9	4,6	1035,84	1,66	0,35	684	515	1156	456	344	770
11801	10301	215-207	16	6	1516,29	1,25	0,23	88	66	148	59	44	99
		210	18	7	1743,15	1,09	0,20	76	58	129	51	38	86

		2-39-209	22	7	1898,23	1,00	0,19	70	53	118	47	35	79
		000-39-209	16	8	1814,95	1,05	0,19	73	55	124	49	37	83
		000-207	10	10	1880,99	1,01	0,19	71	53	120	47	36	80
11801	10801	2-39-Av29	14	4	1140,09	1,47	0,38	7110	5353	12002	4740	3569	8001
		2-39-201	15	4	1178,86	1,42	0,37	6876	5177	11607	4584	3451	7738
		2-202-Av29	20	6	1671,36	1,00	0,26	4850	3651	8187	3233	2434	5458
11801	11501	2	9	2	647,58	1,00	0,47	637	479	1075	425	320	717
		000	3	3	564,30	1,15	0,53	731	550	1234	487	367	822
11801	30101	2-251-2	32	19	4077,88	1,18	0,18	66	50	112	44	33	75
		2-251-236	34	18	4006,09	1,20	0,22	82	62	138	55	41	92
		2-251-219	40	20	4537,37	1,06	0,19	72	54	121	48	36	81
		2	31	21	4337,77	1,11	0,20	75	57	127	50	38	85
		2-236	33	20	4265,98	1,12	0,21	78	59	132	52	39	88
		2-219	39	22	4797,26	1,00	0,23	87	66	148	58	44	98
11801	30301	2-251	14	7	1588,08	1,24	0,37	2128	1602	3592	1418	1068	2394
		2	13	9	1847,97	1,06	0,32	1828	1377	3086	1219	918	2058
		221	16	9	1964,28	1,00	0,30	1720	1295	2904	1147	863	1936
11801	30801	2-251-2	16	21	3756,24	1,32	0,20	8	6	14	5	4	9
		2-251-2-228	35	21	4492,85	1,10	0,17	7	5	11	4	3	8
		2-251-2-236	40	21	4686,70	1,06	0,16	6	5	11	4	3	7
		2	33	23	4713,97	1,05	0,16	6	5	11	4	3	7
		2-228	34	23	4752,74	1,04	0,16	6	5	11	4	3	7
		2-236	39	23	4946,59	1,00	0,15	6	5	10	4	3	7
30101	10101	2	70	26	6596,42	1,27	0,04	65	87	110	43	58	73
		236-2	76	24	6530,37	1,28	0,04	66	88	111	44	59	74
		219-2	70	26	6596,42	1,27	0,04	65	87	110	43	58	73
		2-215	70	27	6745,75	1,24	0,04	64	85	108	43	57	72
		236-2-215	76	25	6679,70	1,25	0,04	64	86	109	43	58	72
		219-2-215	70	27	6745,75	1,24	0,04	64	85	108	43	57	72

		2-210	88	33	8339,57	1,00	0,03	52	69	87	34	46	58
		236-2-210	94	31	8273,53	1,01	0,03	52	70	88	35	46	58
		219-2-210	88	33	8339,57	1,00	0,03	52	69	87	34	46	58
		236-Av24-207	71	29	7083,18	1,18	0,04	61	81	102	41	54	68
		228-Av24-207	70	29	7044,41	1,19	0,04	61	82	103	41	55	69
		2-251-2	67	27	6629,44	1,26	0,04	65	87	110	43	58	73
		236-251-2	73	25	6563,40	1,28	0,04	66	88	111	44	59	74
		219-251-2	67	27	6629,44	1,26	0,04	65	87	110	43	58	73
		2-251-215	67	28	6778,77	1,24	0,04	63	85	107	42	57	71
		236-2-251-215	73	26	6712,73	1,25	0,04	64	86	108	43	57	72
		219-2-251-215	67	28	6778,77	1,24	0,04	63	85	107	42	57	71
		2-251-210	85	34	8372,60	1,00	0,03	51	69	87	34	46	58
		236-2-251-210	91	32	8306,55	1,01	0,03	52	69	87	35	46	58
		219-2-251-210	85	34	8372,60	1,00	0,03	51	69	87	34	46	58
		2-000-215	58	25,6	6071,46	1,38	0,04	71	95	120	47	63	80
		236-2-000-215	64	23,6	6005,41	1,39	0,04	72	96	121	48	64	81
		219-2-000-215	58	25,6	6071,46	1,38	0,04	71	95	120	47	63	80
		2-251-000-215	55	26,6	6104,48	1,37	0,04	71	94	119	47	63	79
		236-251-000-215	61	24,6	6038,44	1,39	0,04	71	95	120	48	64	80
		219-251-000-215	55	26,6	6104,48	1,37	0,04	71	94	119	47	63	79
30101	10301	2-210	67	28	6778,77	1,03	0,05	15	21	26	10	14	17
		236-2-210	73	26	6712,73	1,04	0,05	16	21	26	10	14	18
		219-2-210	67	28	6778,77	1,03	0,05	15	21	26	10	14	17
		2-39-209	67	28	6778,77	1,03	0,05	15	21	26	10	14	17
		236-2-39-209	73	26	6712,73	1,04	0,05	16	21	26	10	14	18
		219-2-39-209	67	28	6778,77	1,03	0,05	15	21	26	10	14	17
		236-Av24-212	53	23	5489,35	1,27	0,06	19	26	32	13	17	21
		228-Av24-212	52	23	5450,59	1,28	0,06	19	26	32	13	17	22
		2-000-39-209	65	29	6850,56	1,01	0,05	15	20	26	10	14	17

		236-000-39-209	71	27	6784,52	1,02	0,05	15	21	26	10	14	17
		219-000-39-209	65	29	6850,56	1,01	0,05	15	20	26	10	14	17
		2-251-000-209	62	30	6883,59	1,01	0,05	15	20	26	10	14	17
		236-251-000-209	68	28	6817,54	1,02	0,05	15	21	26	10	14	17
		219-251-000-209	62	30	6883,59	1,01	0,05	15	20	26	10	14	17
		2-000-207	59	31	6916,61	1,00	0,05	15	20	26	10	14	17
		236-000-207	65	29	6850,56	1,01	0,05	15	20	26	10	14	17
		219-000-207	59	31	6916,61	1,00	0,05	15	20	26	10	14	17
		2-251-000-207	56	32	6949,63	1,00	0,05	15	20	25	10	13	17
		236-251-000-207	62	30	6883,59	1,01	0,05	15	20	26	10	14	17
		219-251-000-207	56	32	6949,63	1,00	0,05	15	20	25	10	13	17
30101	10801	2-39-201	64	25	6214,48	1,17	0,05	31	41	52	21	27	35
		236-2-39-201	70	23	6148,43	1,18	0,05	31	42	52	21	28	35
		219-2-39-201	64	25	6214,48	1,17	0,05	31	41	52	21	27	35
		2-202	71	24	6336,53	1,15	0,05	30	40	51	20	27	34
		236-2-202	77	22	6270,48	1,16	0,05	31	41	51	20	27	34
		219-2-202	71	24	6336,53	1,15	0,05	30	40	51	20	27	34
		2-221-202	74	28	7050,16	1,03	0,05	27	36	46	18	24	31
		236-2-221-202	80	26	6984,11	1,04	0,05	27	37	46	18	24	31
		219-2-221-202	74	28	7050,16	1,03	0,05	27	36	46	18	24	31
		2-39-Av29	63	25	6175,71	1,18	0,05	31	41	52	21	28	35
		236-2-39-Av29	69	23	6109,66	1,19	0,05	31	42	53	21	28	35
		219-2-39-Av29	63	25	6175,71	1,18	0,05	31	41	52	21	28	35
		236-Av24-209-39	72	30	7271,28	1,00	0,04	26	35	44	18	23	30
		228-Av24-209-39	71	30	7232,51	1,01	0,04	26	35	45	18	24	30
		2-000-39-Av29	57	26	6092,42	1,19	0,05	31	42	53	21	28	35
		236-000-39-Av29	63	24	6026,38	1,21	0,05	32	43	54	21	28	36
		219-000-39-Av29	57	26	6092,42	1,19	0,05	31	42	53	21	28	35
		2-251-000-39-Av29	54	27	6125,44	1,19	0,05	31	42	53	21	28	35

		236-251-000-39-Av29	60	25	6059,40	1,20	0,05	32	42	53	21	28	36
		219-251-000-39-Av29	54	27	6125,44	1,19	0,05	31	42	53	21	28	35
30101	11501	2-221-306	63	24	6026,38	1,12	0,06	14	19	24	10	13	16
		236-2-221-306	69	22	5960,33	1,14	0,06	14	19	24	10	13	16
		219-2-221-306	63	24	6026,38	1,12	0,06	14	19	24	10	13	16
		2	58	23	5683,20	1,19	0,06	15	20	26	10	14	17
		236-2	64	21	5617,16	1,21	0,06	15	21	26	10	14	17
		219-2	58	23	5683,20	1,19	0,06	15	20	26	10	14	17
		2-251-2	55	24	5716,22	1,19	0,06	15	20	25	10	13	17
		236-2-251-2	61	22	5650,18	1,20	0,06	15	20	26	10	14	17
		219-2-251-2	55	24	5716,22	1,19	0,06	15	20	25	10	13	17
		228-Av24-209-39	66	28	6740,00	1,01	0,05	13	17	22	9	11	14
		236-Av24-209-39	67	28	6778,77	1,00	0,05	13	17	21	8	11	14
		2-000	52	24	5599,92	1,21	0,06	15	21	26	10	14	17
		236-000	58	22	5533,87	1,22	0,06	16	21	26	10	14	18
		219-000	52	24	5599,92	1,21	0,06	15	21	26	10	14	17
		2-251-000	49	25	5632,94	1,20	0,06	15	21	26	10	14	17
		236-251-000	55	23	5566,89	1,22	0,06	15	21	26	10	14	17
		219-251-000	49	25	5632,94	1,20	0,06	15	21	26	10	14	17
30101	11801	2-251-2	46	22	5068,64	1,04	0,11	198	265	333	132	176	222
		236-251-2	52	20	5002,60	1,05	0,11	200	268	338	133	179	225
		219-251-2	46	22	5068,64	1,04	0,11	198	265	333	132	176	222
		2	49	21	5035,62	1,05	0,11	199	266	335	133	178	224
		236-2	55	19	4969,57	1,06	0,11	202	270	340	134	180	227
		219-2	49	21	5035,62	1,05	0,11	199	266	335	133	178	224
		2-221	51	22	5262,49	1,00	0,11	190	255	321	127	170	214
		236-221	57	20	5196,44	1,01	0,11	193	258	325	128	172	217
		219-221	51	22	5262,49	1,00	0,11	190	255	321	127	170	214
30101	30301	2	26	13	2949,29	1,00	0,33	281	376	474	187	251	316

		219-2	26	13	2949,29	1,00	0,33	281	376	474	187	251	316
		236-2	32	11	2883,24	1,02	0,34	288	385	485	192	257	323
30101	30801	228	14	5	1289,42	1,03	0,51	6869	9197	11585	4579	6131	7724
		236	15	5	1328,19	1,00	0,49	6668	8928	11247	4446	5952	7498
30301	10101	2	44	13	3647,13	1,06	0,11	607	833	1072	405	555	715
		251-215	41	15	3829,48	1,01	0,10	578	793	1021	386	529	681
		2-215	44	14	3796,46	1,02	0,11	583	800	1030	389	533	687
		2-204	48	13	3802,21	1,02	0,11	583	799	1028	388	533	686
		251-2-204	45	14	3835,23	1,01	0,10	577	792	1020	385	528	680
		251-2	41	14	3680,15	1,05	0,11	602	825	1063	401	550	708
		221-306	46	14	3874,00	1,00	0,10	572	784	1009	381	523	673
		251-000-215	29	13,6	3155,19	1,23	0,13	702	963	1239	468	642	826
		2-000-215	32	12,6	3122,17	1,24	0,13	709	973	1252	473	649	835
30301	10301	2-210	41	15	3829,48	1,18	0,10	108	148	191	72	99	127
		251-210	47	18	4510,09	1,00	0,09	92	126	162	61	84	108
		2-39-209	41	15	3829,48	1,18	0,10	108	148	191	72	99	127
		251-39-209	38	16	3862,51	1,17	0,10	107	147	189	71	98	126
		2-215-207	39	14	3602,62	1,25	0,11	115	157	203	77	105	135
		251-215-207	36	15	3635,64	1,24	0,11	114	156	201	76	104	134
		251-000-39-209	36	17	3934,30	1,15	0,10	105	144	186	70	96	124
		2-000-39-209	39	16	3901,28	1,16	0,10	106	145	187	71	97	125
		251-000-207	30	19	4000,34	1,13	0,10	103	142	183	69	95	122
		2-000-207	33	18	3967,32	1,14	0,10	104	143	184	69	95	123
30301	10801	202	45	11	3387,24	1,00	0,19	368	504	649	245	336	433
		2-39-Av29	37	12	3226,42	1,05	0,20	386	529	681	257	353	454
		251-2-39-Av29	34	13	3259,44	1,04	0,20	382	524	675	255	349	450
		2-000-39-Av29	31	13	3143,13	1,08	0,21	396	543	699	264	362	466
		251-000-39-Av29	28	14	3176,16	1,07	0,20	392	538	692	261	359	461
30301	11501	221-306	37	11	3077,09	1,65	0,22	182	249	321	121	166	214

		2	32	10	2733,91	1,86	0,25	204	280	361	136	187	241
		251-2	29	11	2766,94	1,83	0,25	202	277	357	135	185	238
		2-000	26	27	5039,91	1,01	0,14	111	152	196	74	101	131
		251-000	23	28	5072,93	1,00	0,14	110	151	195	73	101	130
30301	11801	251-2	20	9	2119,35	1,09	0,34	11860	16267	20938	7907	10845	13959
		2	23	8	2086,33	1,11	0,35	12048	16524	21270	8032	11016	14180
		221	25	9	2313,20	1,00	0,31	10866	14904	19184	7244	9936	12789
30301	30101	2	18	12	2489,80	1,18	0,35	1154	1583	2037	769	1055	1358
		2-236	20	11	2418,01	1,22	0,36	1188	1630	2098	792	1087	1399
		2-219	26	13	2949,29	1,00	0,29	974	1336	1720	649	891	1147
30301	30801	2	20	14	2866,00	1,08	0,34	122	167	215	81	111	143
		2-228	21	14	2904,77	1,07	0,34	120	165	212	80	110	141
		2-236	26	14	3098,62	1,00	0,32	113	154	199	75	103	132
30801	10101	2	73	27	6862,06	1,33	0,07	13	16	19	9	10	13
		236-2	81	28	7321,54	1,24	0,06	12	15	18	8	10	12
		236-2-215	81	29	7470,87	1,22	0,06	12	14	18	8	10	12
		2-215	73	28	7011,39	1,30	0,06	13	15	19	8	10	13
		2-210-209	91	34	8605,21	1,06	0,05	10	13	15	7	8	10
		236-2-210-209	99	35	9064,69	1,00	0,05	10	12	15	6	8	10
		Av24-212-209	59	23	5721,97	1,59	0,08	15	19	23	10	13	16
		2-221-2	78	28	7205,23	1,26	0,06	12	15	18	8	10	12
		2-236-221-2	86	29	7664,72	1,19	0,06	11	14	17	8	9	12
		2-251-215	70	29	7044,41	1,29	0,06	12	15	19	8	10	13
		2-251-210-209	88	35	8638,23	1,05	0,05	10	13	15	7	8	10
		236-2-251-210-209	96	36	9097,72	1,00	0,05	10	12	15	6	8	10
		2-000-215	61	26,6	6337,10	1,44	0,07	14	17	21	9	11	14
		236-2-000-215	69	27,6	6796,58	1,34	0,07	13	16	20	9	11	13
		2-251-000-215	58	27,6	6370,12	1,43	0,07	14	17	21	9	11	14
		236-251-000-215	66	28,6	6829,60	1,33	0,07	13	16	19	9	11	13

30801	10301	Av24-212	38	18	4161,17	1,68	0,27	47	57	70	31	38	47
		2-210	55	24	5716,22	1,22	0,20	34	42	51	23	28	34
		2-39-209	56	22	5456,33	1,28	0,21	35	44	54	24	29	36
		2-000-39-209	64	30	6961,13	1,00	0,16	28	34	42	19	23	28
		2-251-000-39-209	61	31	6994,15	1,00	0,16	28	34	42	18	23	28
30801	10801	2-39-201	67	26	6480,11	1,20	0,07	5	6	7	3	4	5
		236-2-39-201	75	27	6939,60	1,12	0,06	5	6	7	3	4	5
		2-202	74	25	6602,17	1,18	0,07	5	6	7	3	4	5
		236-2-202	82	26	7061,65	1,10	0,06	5	6	7	3	4	5
		2-39-Av29	66	26	6441,34	1,21	0,07	5	6	8	3	4	5
		236-2-39-Av29	74	27	6900,83	1,13	0,07	5	6	7	3	4	5
		Av24-209-39	58	25	5981,86	1,30	0,08	5	7	8	4	4	5
		2-251-39-201	64	27	6513,14	1,19	0,07	5	6	7	3	4	5
		236-251-39-201	72	28	6972,62	1,12	0,06	5	6	7	3	4	5
		2-221-306-202	77	29	7315,79	1,06	0,06	4	5	7	3	4	4
		236-221-306-202	85	30	7775,28	1,00	0,06	4	5	6	3	3	4
		2-000-39-Av29	60	27	6358,06	1,22	0,07	5	6	8	3	4	5
		236-000-39-Av29	68	28	6817,54	1,14	0,07	5	6	7	3	4	5
		2-251-000-39-Av29	57	28	6391,08	1,22	0,07	5	6	8	3	4	5
		236-251-000-39-Av29	65	29	6850,56	1,13	0,07	5	6	7	3	4	5
30801	11501	2-221-306	66	25	6292,01	1,07	0,09	3	3	4	2	2	3
		236-2-221-306	74	26	6751,50	1,00	0,08	2	3	4	2	2	3
		2	61	24	5948,84	1,13	0,09	3	3	4	2	2	3
		236-2	69	25	6408,32	1,05	0,09	3	3	4	2	2	3
		2-251-2	58	25	5981,86	1,13	0,09	3	3	4	2	2	3
		236-2-251-2	66	26	6441,34	1,05	0,09	3	3	4	2	2	3
		Av24-209-39	52	23	5450,59	1,24	0,10	3	4	5	2	3	3
		2-000	55	25	5865,55	1,15	0,10	3	4	4	2	2	3
		236-000	63	26	6325,04	1,07	0,09	3	3	4	2	2	3

		2-251-000	52	26	5898,58	1,14	0,09	3	3	4	2	2	3
		236-251-000	60	27	6358,06	1,06	0,09	3	3	4	2	2	3
30801	11801	2-251-2	49	23	5334,28	1,14	0,12	8	9	12	5	6	8
		228-2-251-2	59	24	5871,30	1,03	0,11	7	9	11	5	6	7
		236-2-251-2	57	24	5793,76	1,05	0,11	7	9	11	5	6	7
		2	52	22	5301,26	1,14	0,12	8	10	12	5	6	8
		228-2	62	23	5838,28	1,04	0,11	7	9	11	5	6	7
		236-2	60	23	5760,74	1,05	0,11	7	9	11	5	6	7
		2-221	54	23	5528,12	1,10	0,11	7	9	11	5	6	8
		228-221	64	24	6065,15	1,00	0,10	7	8	10	5	6	7
		236-221	62	24	5987,61	1,01	0,11	7	8	10	5	6	7
30801	30101	2	15	7	1626,85	1,00	0,29	4362	5361	6609	2908	3574	4406
		228	15	5	1328,19	1,22	0,36	5343	6567	8095	3562	4378	5397
		236	15	5	1328,19	1,22	0,36	5343	6567	8095	3562	4378	5397
30801	30301	2	29	14	3214,93	1,17	0,37	34	42	52	23	28	35
		236-2	37	15	3674,41	1,02	0,32	30	37	45	20	25	30
		228-2	39	15	3751,95	1,00	0,31	29	36	44	20	24	30

CUADRO 29. ASIGNACIÓN DE VIAJES EN AUTOBÚS POR RUTA, CON NUEVA RUTA N°000

Origen	Destino	Ruta	% Asignado	Viajes 2011	Viajes 2018	Viajes 2025	Unidades 2011	Unidades 2018	Unidades 2025
10101	10301	209	0,59	1468	1167	818	21	17	12
		211-207	0,41	1007	800	561	14	11	8
10101	10801	Av2-C23	0,61	2902	2308	1618	41	33	23
		32-218	0,39	1820	1447	1015	26	21	14
10101	11501	2	1,00	51759	41157	28856	739	588	412
10101	11801	2	0,64	1929	1534	1076	28	22	15
		215	0,36	1104	878	616	16	13	9
10101	30101	2	0,11	60	48	33	1	1	0
		215-2	0,07	35	28	19	0	0	0
		2-236	0,08	41	33	23	1	0	0
		2-219	0,07	38	30	21	1	0	0
		2-251-2	0,17	91	72	51	1	1	1
		2-251-236	0,08	43	34	24	1	0	0
		2-251-219	0,08	39	31	22	1	0	0
		215-2-236	0,07	35	28	20	1	0	0
		215-2-219	0,06	33	26	18	0	0	0
		215-251-2	0,07	36	29	20	1	0	0
		215-251-2-236	0,07	37	29	20	1	0	0
		215-251-2-219	0,06	34	27	19	0	0	0
		2	0,22	114	90	63	2	1	1
10101	30301	215-251	0,18	93	74	52	1	1	1
		215-2	0,17	87	69	48	1	1	1
		2-251	0,24	124	98	69	2	1	1
		2-306-221	0,20	103	82	58	1	1	1
		2	0,13	66	52	37	1	1	1
10101	30801	2-236	0,11	56	44	31	1	1	0
		215-2-236	0,09	48	39	27	1	1	0

		215-2	0,10	50	40	28	1	1	0
		209-210-2	0,10	54	43	30	1	1	0
		2-221-2	0,11	55	44	31	1	1	0
		2-221-236-2	0,09	49	39	27	1	1	0
		215-251-2	0,10	52	41	29	1	1	0
		209-210-251-2	0,09	46	37	26	1	1	0
		209-210-251-2-236	0,09	45	36	25	1	1	0
10301	10101	207-204	0,49	46567	37520	26576	665	536	380
		209	0,51	47552	38314	27139	679	547	388
10301	10801	207-204-C23	0,26	315	254	180	4	4	3
		209-39-Av29	0,38	462	372	264	7	5	4
		209-39-201	0,37	452	365	258	6	5	4
10301	11501	209-39	0,66	369	297	210	5	4	3
		207-204	0,34	190	153	108	3	2	2
10301	11801	209-39	0,30	256	207	146	4	3	2
		210	0,32	274	220	156	4	3	2
		207-215	0,38	323	260	184	5	4	3
10301	30101	210-2	0,17	25	20	14	0	0	0
		210-2-236	0,17	25	20	15	0	0	0
		210-2-219	0,16	23	19	13	0	0	0
		209-39-2	0,17	25	20	14	0	0	0
		209-39-2-236	0,17	25	20	14	0	0	0
		209-39-2-219	0,16	23	18	13	0	0	0
10301	30301	210-2	0,16	62	50	35	1	1	1
		210-251	0,17	66	53	38	1	1	1
		209-39-2	0,15	60	48	34	1	1	0
		209-39-2-251	0,16	64	52	37	1	1	1
		207-215-2	0,17	66	54	38	1	1	1
		207-215-251	0,18	72	58	41	1	1	1

10301	30801	210-2	0,56	134	108	77	2	2	1
		209-39-2	0,44	104	84	60	1	1	1
10801	10101	218-C23	0,67	9970	7936	5577	142	113	80
		218-32	0,33	4985	3968	2789	71	57	40
10801	10301	C23-211-207	0,21	604	481	338	9	7	5
		218-39-209	0,40	1163	925	650	17	13	9
		201-39-209	0,39	1114	887	623	16	13	9
10801	11501	201-39	0,47	4920	3916	2752	70	56	39
		218-39	0,53	5480	4362	3066	78	62	44
10801	11801	201-39-2	0,49	1715	1365	960	25	20	14
		218-39-2	0,51	1815	1445	1016	26	21	15
10801	30101	201-39-2	0,09	178	142	100	3	2	1
		201-39-2-236	0,09	180	143	101	3	2	1
		201-39-2-219	0,08	165	131	92	2	2	1
		202-2	0,08	163	130	91	2	2	1
		202-2-236	0,08	165	131	92	2	2	1
		202-2-219	0,08	152	121	85	2	2	1
		202-221-2	0,08	157	125	88	2	2	1
		202-221-2-236	0,09	179	143	100	3	2	1
		202-221-2-219	0,07	147	117	82	2	2	1
		218-39-2	0,09	180	144	101	3	2	1
		218-39-2-236	0,09	183	145	102	3	2	1
		218-39-2-219	0,08	167	133	93	2	2	1
10801	30301	202	0,34	563	448	315	8	6	5
		39-2	0,32	523	416	293	7	6	4
		39-2-251	0,34	570	453	319	8	6	5
10801	30801	201-39-2	0,17	37	30	21	1	0	0
		201-39-2-236	0,17	36	29	20	1	0	0
		202-2	0,16	34	27	19	0	0	0

		202-2-236	0,15	33	26	19	0	0	0
		218-39-2	0,18	38	30	21	1	0	0
		218-39-2-236	0,17	36	29	20	1	0	0
11501	10101	2	1,00	12363	9395	6353	177	134	91
11501	10301	204-207	0,48	1150	874	591	16	12	8
		39-209	0,52	1231	936	633	18	13	9
11501	10801	39-Av29	0,52	407	309	209	6	4	3
		39-201	0,48	377	287	194	5	4	3
11501	11801	2	1,00	2919	251	170	42	4	2
11501	30101	306-221-2	0,11	7	5	4	0	0	0
		306-221-2-236	0,11	7	5	4	0	0	0
		306-221-2-219	0,10	6	5	3	0	0	0
		2	0,11	7	6	4	0	0	0
		2-236	0,12	7	6	4	0	0	0
		2-219	0,10	7	5	3	0	0	0
		2-251-2	0,12	8	6	4	0	0	0
		2-251-2-236	0,12	8	6	4	0	0	0
		2-251-2-219	0,11	7	5	4	0	0	0
11501	30301	306-221	0,30	15	11	8	0	0	0
		2	0,33	16	12	8	0	0	0
		2-251	0,37	18	14	9	0	0	0
11501	30801	306-221-2	0,16	1	1	1	0	0	0
		306-221-2-236	0,16	1	1	1	0	0	0
		2	0,17	1	1	1	0	0	0
		2-236	0,16	1	1	1	0	0	0
		2-251-2	0,18	1	1	1	0	0	0
		2-251-2-236	0,17	1	1	1	0	0	0
11801	10101	215	0,32	766	338	417	11	5	6
		204	0,32	763	337	416	11	5	6

		2	0,35	839	371	457	12	5	7
11801	10301	215-207	0,37	171	76	93	2	1	1
		210	0,33	149	66	81	2	1	1
		39-209	0,30	137	60	74	2	1	1
11801	10801	2-39-Av29	0,51	11529	5094	6285	165	73	90
		2-39-201	0,49	11150	4927	6078	159	70	87
11801	11501	2	1,00	1647	728	898	24	10	13
11801	30101	2-251-2	0,18	80	35	44	1	1	1
		2-251-236	0,22	99	44	54	1	1	1
		2-251-219	0,19	87	38	47	1	1	1
		2	0,20	90	40	49	1	1	1
		2-236	0,21	94	41	51	1	1	1
		2-219	0,23	105	46	57	2	1	1
11801	30301	2-251	0,37	2562	1132	1396	37	16	20
		2	0,32	2202	973	1200	31	14	17
		221	0,30	2071	915	1129	30	13	16
11801	30801	2-251-2	0,20	10	4	5	0	0	0
		2-251-2-228	0,17	8	4	4	0	0	0
		2-251-2-236	0,16	8	3	4	0	0	0
		2	0,16	8	3	4	0	0	0
		2-228	0,16	8	3	4	0	0	0
		2-236	0,15	7	3	4	0	0	0
30101	10101	2	0,06	118	93	64	2	1	1
		236-2	0,06	119	94	65	2	1	1
		219-2	0,06	118	93	64	2	1	1
		2-215	0,06	116	91	63	2	1	1
		236-2-215	0,06	117	92	64	2	1	1
		219-2-215	0,06	116	91	63	2	1	1
		2-210	0,05	94	73	51	1	1	1

		236-2-210	0,05	94	74	51	1	1	1
		219-2-210	0,05	94	73	51	1	1	1
		2-251-2	0,06	118	92	64	2	1	1
		236-251-2	0,06	119	93	65	2	1	1
		219-251-2	0,06	118	92	64	2	1	1
		2-251-215	0,06	115	90	63	2	1	1
		236-2-251-215	0,06	116	91	63	2	1	1
		219-2-251-215	0,06	115	90	63	2	1	1
		2-251-210	0,05	93	73	51	1	1	1
		236-2-251-210	0,05	94	74	51	1	1	1
		219-2-251-210	0,05	93	73	51	1	1	1
30101	10301	2-210	0,17	63	49	34	1	1	0
		236-2-210	0,17	64	50	35	1	1	0
		219-2-210	0,17	63	49	34	1	1	0
		2-39-209	0,17	63	49	34	1	1	0
		236-2-39-209	0,17	64	50	35	1	1	0
		219-2-39-209	0,17	63	49	34	1	1	0
30101	10801	2-39-201	0,09	62	49	34	1	1	0
		236-2-39-201	0,09	63	49	34	1	1	0
		219-2-39-201	0,09	62	49	34	1	1	0
		2-202	0,08	61	48	33	1	1	0
		236-2-202	0,09	61	48	33	1	1	0
		219-2-202	0,08	61	48	33	1	1	0
		2-221-202	0,08	55	43	30	1	1	0
		236-2-221-202	0,08	55	43	30	1	1	0
		219-2-221-202	0,08	55	43	30	1	1	0
		2-39-Av29	0,09	62	49	34	1	1	0
		236-2-39-Av29	0,09	63	50	34	1	1	0
		219-2-39-Av29	0,09	62	49	34	1	1	0

30101	11501	2-221-306	0,11	32	25	18	0	0	0
		236-2-221-306	0,11	33	26	18	0	0	0
		219-2-221-306	0,11	32	25	18	0	0	0
		2	0,11	34	27	19	0	0	0
		236-2	0,11	35	27	19	0	0	0
		219-2	0,11	34	27	19	0	0	0
		2-251-2	0,11	34	27	19	0	0	0
		236-2-251-2	0,11	35	27	19	0	0	0
		219-2-251-2	0,11	34	27	19	0	0	0
30101	11801	2-251-2	0,11	238	187	130	3	3	2
		236-251-2	0,11	241	189	131	3	3	2
		219-251-2	0,11	238	187	130	3	3	2
		2	0,11	239	188	130	3	3	2
		236-2	0,11	243	191	132	3	3	2
		219-2	0,11	239	188	130	3	3	2
		2-221	0,11	229	180	125	3	3	2
		236-221	0,11	232	182	126	3	3	2
		219-221	0,11	229	180	125	3	3	2
30101	30301	2	0,33	339	266	184	5	4	3
		219-2	0,33	339	266	184	5	4	3
		236-2	0,34	346	272	189	5	4	3
30101	30801	228	0,51	8271	6499	4504	118	93	64
		236	0,49	8029	6309	4373	115	90	62
30301	10101	2	0,15	983	791	560	14	11	8
		251-215	0,14	936	753	534	13	11	8
		2-215	0,14	944	760	538	13	11	8
		2-204	0,14	943	759	537	13	11	8
		251-2-204	0,14	935	752	533	13	11	8
		251-2	0,15	974	784	555	14	11	8

		221-306	0,14	925	745	527	13	11	8
30301	10301	2-210	0,17	215	173	122	3	2	2
		251-210	0,14	182	147	104	3	2	1
		2-39-209	0,17	215	173	122	3	2	2
		251-2-39-209	0,17	213	171	121	3	2	2
		2-215-207	0,18	228	184	130	3	3	2
		251-215-207	0,18	226	182	129	3	3	2
30301	10801	202	0,32	750	604	428	11	9	6
		2-39	0,34	787	634	449	11	9	6
		251-2-39	0,34	779	627	444	11	9	6
30301	11501	221-306	0,31	301	242	172	4	3	2
		2	0,35	339	273	193	5	4	3
		251-2	0,34	335	269	191	5	4	3
30301	11801	251-2	0,34	14280	11495	8141	204	164	116
		2	0,35	14506	11677	8270	207	167	118
		221	0,31	13084	10531	7459	187	150	107
30301	30101	2	0,35	1390	1118	792	20	16	11
		2-236	0,36	1431	1152	816	20	16	12
		2-219	0,29	1173	944	669	17	13	10
30301	30801	2	0,34	147	118	84	2	2	1
		2-228	0,34	145	116	82	2	2	1
		2-236	0,32	136	109	77	2	2	1
30801	10101	2	0,10	24	17	12	0	0	0
		236-2	0,10	22	16	11	0	0	0
		236-2-215	0,09	22	16	11	0	0	0
		2-215	0,10	23	17	11	0	0	0
		2-210-209	0,08	19	14	9	0	0	0
		236-2-210-209	0,08	18	13	9	0	0	0
		2-221-2	0,10	23	16	11	0	0	0

		2-236-221-2	0,09	21	15	10	0	0	0
		2-251-215	0,10	23	17	11	0	0	0
		2-251-210-209	0,08	19	14	9	0	0	0
		236-2-251-210-209	0,08	18	13	9	0	0	0
30801	10301	2-210	0,49	101	73	49	1	1	1
		2-39-209	0,51	106	76	52	2	1	1
30801	10801	2-39-201	0,11	9	7	4	0	0	0
		236-2-39-201	0,10	9	6	4	0	0	0
		2-202	0,10	9	6	4	0	0	0
		236-2-202	0,10	8	6	4	0	0	0
		2-39-Av29	0,11	9	7	4	0	0	0
		236-2-39-Av29	0,10	9	6	4	0	0	0
		2-251-39-201	0,11	9	7	4	0	0	0
		236-251-39-201	0,10	8	6	4	0	0	0
		2-221-306-202	0,09	8	6	4	0	0	0
		236-221-306-202	0,09	8	5	4	0	0	0
30801	11501	2-221-306	0,17	6	4	3	0	0	0
		236-2-221-306	0,16	6	4	3	0	0	0
		2	0,18	6	5	3	0	0	0
		236-2	0,16	6	4	3	0	0	0
		2-251-2	0,18	6	5	3	0	0	0
		236-2-251-2	0,16	6	4	3	0	0	0
30801	11801	2-251-2	0,12	9	7	5	0	0	0
		228-2-251-2	0,11	8	6	4	0	0	0
		236-2-251-2	0,11	9	6	4	0	0	0
		2	0,12	9	7	5	0	0	0
		228-2	0,11	8	6	4	0	0	0
		236-2	0,11	9	6	4	0	0	0
		2-221	0,11	9	6	4	0	0	0

		228-221	0,10	8	6	4	0	0	0
		236-221	0,11	8	6	4	0	0	0
30801	30101	2	0,29	5252	3788	2570	75	54	37
		228	0,36	6433	4640	3147	92	66	45
		236	0,36	6433	4640	3147	92	66	45
30801	30301	2	0,37	41	30	20	1	0	0
		236-2	0,32	36	26	18	1	0	0
		228-2	0,31	35	25	17	1	0	0

CUADRO 23. NÚMERO DE VEHÍCULOS PRIVADOS POR RUTA POR SENTIDO

CUADRO 24. NÚMERO DE AUTOBUSES POR RUTA POR SENTIDO

Nº Ruta	Oeste-Este			Este-Oeste			Oeste-Este			Este-Oeste		
	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025
209	3439	4574	5850	27445	37699	48488	85	66	46	714	575	407
211	557	755	962	334	453	579	23	18	13			
207	1874	2449	3158	26427	36279	46700	48	37	26	679	547	388
Av2	1607	2177	2774				41	33	23			
C23	1781	2416	3082	5854	7941	10142	46	37	26	151	120	85
32	1008	1365	1740	2760	3744	4782	26	21	14	71	57	40
218	1008	1365	1740	13136	17818	22759	26	21	14	352	280	197
2 (SP)	16584	22471	28634	9303	11930	15159	786	625	438	65	47	36
Av10	13918	18858	24029									
2 (Cu)	9928	11601	16829	35172	39508	60862	429	306	229	911	601	509
215	1133	1540	1966	2190	2667	3791	32	26	18	58	41	32
2 (Pi)	3168	3526	5429	12045	16455	21123	81	52	45	316	253	179
2 (Och)	4247	5664	7423	3653	4853	6102	118	92	67	361	267	182
2 (LL)	1619	2211	2832	1342	1772	2225	46	36	26	206	151	102
2 (EG)	3206	3951	4876	238	387	417	82	59	40	6	5	3
Av 24	340	510	591	317	417	524						
236 (T)	1481	1952	2588	1243	1652	2078	41	31	23	125	92	63
236 (EG)	3754	4625	5706	4715	6312	7961	95	68	46	119	93	65
228	3685	4540	5602	4818	6448	8132				120	95	66
219	1147	1502	2003	1116	1494	1882	31	24	18	31	24	17
251	2504	2443	4267	11434	15643	20098	65	37	36	297	238	168
306	129	174	221	759	1035	1328	4	4	2	20	16	11
221	1497	1338	2540	8479	11606	14917	41	22	23	219	176	125
212	249	387	435	156	202	252						

210	298	448	527	726	923	1230	9	7	5	21	16	11
204	637	824	1013	27633	37672	48797	16	12	8	710	568	405
Av29	7956	7934	13577	3320	2547	5596	252	142	138			
201	5109	4154	8625	3727	5055	6457	194	98	106	135	107	75
39	11812	10425	20046	9694	13059	16692	393	198	215	291	231	162
202	2542	3447	4403	3919	3361	6637	23	18	13	16	13	9

CUADRO 25. TOTAL VEHÍCULOS EN PERIODO HORA PICO POR SENTIDO							CUADRO 26. TOTAL VEHÍCULOS POR HORA EN HORA PICO POR SENTIDO					
N° Ruta	Oeste-Este			Este-Oeste			Oeste-Este			Este-Oeste		
	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025
209	3524	4639	5896	28159	38274	48895	1007	1326	1685	8045	10935	13970
211	580	774	975	334	453	579	166	221	279	96	130	165
207	1923	2486	3185	27106	36826	47087	549	710	910	7744	10522	13454
Av2	1648	2210	2797	0	0	0	471	631	799	0	0	0
C23	1827	2453	3108	6005	8061	10227	522	701	888	1716	2303	2922
32	1034	1386	1754	2831	3800	4821	295	396	501	809	1086	1378
218	1034	1386	1754	13488	18098	22956	295	396	501	3854	5171	6559
2 (SP)	17370	23096	29072	9368	11978	15195	4963	6599	8306	2677	3422	4341
Av10	13918	18858	24029	0	0	0	3976	5388	6865	0	0	0
2 (Cu)	10357	11907	17058	36083	40109	61372	2959	3402	4874	10310	11460	17535
215	1165	1565	1984	2248	2709	3824	333	447	567	642	774	1092
2 (Pi)	3248	3578	5474	12361	16708	21302	928	1022	1564	3532	4774	6086
2 (Och)	4366	5756	7490	4014	5120	6284	1247	1645	2140	1147	1463	1795
2 (LL)	1665	2247	2858	1548	1923	2327	476	642	817	442	549	665
2 (EG)	3288	4010	4916	244	392	420	939	1146	1405	70	112	120
Av 24	340	510	591	317	417	524	97	146	169	91	119	150
236 (T)	1521	1983	2611	1368	1744	2141	435	567	746	391	498	612
236 (EG)	3848	4693	5753	4834	6405	8026	1100	1341	1644	1381	1830	2293
228	3685	4540	5602	4938	6543	8198	1053	1297	1601	1411	1869	2342
219	1179	1526	2021	1147	1518	1899	337	436	577	328	434	543
251	2569	2481	4302	11730	15882	20266	734	709	1229	3352	4538	5790
306	134	178	223	779	1051	1339	38	51	64	223	300	383
221	1538	1360	2562	8698	11782	15042	440	388	732	2485	3366	4298
212	249	387	435	156	202	252	71	111	124	45	58	72

210	307	455	532	747	939	1241	88	130	152	213	268	355
204	653	837	1022	28343	38240	49202	187	239	292	8098	10926	14058
Av29	8208	8076	13715	3320	2547	5596	2345	2307	3919	949	728	1599
201	5303	4252	8732	3862	5162	6532	1515	1215	2495	1103	1475	1866
39	12205	10622	20261	9986	13290	16854	3487	3035	5789	2853	3797	4815
202	2564	3466	4416	3935	3374	6646	733	990	1262	1124	964	1899

CUADRO 30. NÚMERO DE VEHÍCULOS PRIVADOS POR RUTA POR SENTIDO, CON NUEVA RUTA N°000

CUADRO 31. NÚMERO DE AUTOBUSES POR RUTA POR SENTIDO, CON NUEVA RUTA N°000

N° Ruta	Oeste-Este			Este-Oeste			Oeste-Este			Este-Oeste		
	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025
209	3468	4598	5895	27539	37850	48660	86	67	47	714	575	407
211	557	755	962	334	453	579	23	18	13			
207	1986	2593	3349	26368	36199	46599	48	37	26	679	547	388
Av2	1607	2177	2774				41	33	23			
C23	1781	2416	3082	5854	7941	10142	46	37	26	151	120	85
32	1008	1365	1740	2760	3744	4782	26	21	14	71	57	40
218	1008	1365	1740	13506	18320	23400	26	21	14	352	280	197
2 (SP)	16047	21743	27705	8629	11110	13991	781	621	435	65	47	36
Av10	13840	18752	23895									
2 (Cu)	7893	8889	13429	33144	37157	57360	426	276	208	911	601	509
000	2859	3850	4831	3619	4288	6238						
215	1686	2288	2919	3258	3954	5634	30	24	17	58	41	32
2 (Pi)	3199	3578	5482	12225	16701	21440	80	51	44	316	253	179
2 (Och)	4351	5814	7602	3780	5020	6311	125	97	70	361	267	182
2 (LL)	1673	2294	2926	1389	1833	2300	50	39	28	206	151	102
2 (EG)	3193	3932	4851	245	407	429	82	59	40	11	8	6
Av 24	237	360	412	206	270	339						
236 (T)	1504	1983	2627	1278	1699	2136	43	33	24	125	92	63
236 (EG)	3733	4596	5669	4666	6245	7878	95	68	46	121	95	66
228	3657	4502	5554	4777	6394	8064				120	95	66
219	1174	1538	2050	1146	1534	1932	31	24	18	31	24	17
251	2821	2874	4816	11794	16128	20714	62	35	34	297	238	168
306	95	128	162	556	758	973	2	2	1	20	16	11
221	1394	1198	2362	8251	11296	14520	40	21	22	219	176	125
212	178	280	310	89	115	143						

210	213	322	376	471	599	796	11	9	6	21	16	11
204	637	824	1013	27191	37158	48031	16	12	8	710	568	405
Av29	8729	8989	14932	3320	2547	5596	252	142	138			
201	5076	4110	8570	3635	4931	6298	194	98	106	135	107	75
39	12165	10925	20665	10081	13570	17357	393	198	215	291	231	162
202	2263	3069	3920	3692	3051	6241	23	18	13	16	13	9

N° Ruta	CUADRO 32. TOTAL VEHÍCULOS EN PERIODO HORA PICO POR SENTIDO, CON NUEVA RUTA N°000						CUADRO 33. TOTAL VEHÍCULOS POR HORA EN HORA PICO POR SENTIDO, CON NUEVA RUTA N°000					
	Oeste-Este			Este-Oeste			Oeste-Este			Este-Oeste		
	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025	2011	2018	2025
209	3555	4666	5942	28253	38424	49068	1016	1333	1698	8072	10978	14019
211	580	774	975	334	453	579	166	221	279	96	130	165
207	2034	2630	3375	27047	36746	46986	581	751	964	7728	10499	13425
Av2	1648	2210	2797	0	0	0	471	631	799	0	0	0
C23	1827	2453	3108	6005	8061	10227	522	701	888	1716	2303	2922
32	1034	1386	1754	2831	3800	4821	295	396	501	809	1086	1378
218	1034	1386	1754	13858	18600	23597	295	396	501	3959	5314	6742
2 (SP)	16827	22363	28140	8693	11157	14027	4808	6390	8040	2484	3188	4008
Av10	13840	18752	23895	0	0	0	3954	5358	6827	0	0	0
2 (Cu)	8319	9164	13637	34055	37758	57869	2377	2618	3896	9730	10788	16534
000	2859	3850	4831	3619	4288	6238	817	1100	1380	1034	1225	1782
215	1716	2312	2936	3316	3995	5666	490	661	839	947	1141	1619
2 (Pi)	3278	3629	5526	12541	16955	21618	937	1037	1579	3583	4844	6177
2 (Och)	4476	5911	7673	4141	5287	6493	1279	1689	2192	1183	1510	1855
2 (LL)	1724	2333	2954	1595	1983	2403	492	667	844	456	567	687
2 (EG)	3275	3991	4891	255	415	435	936	1140	1397	73	119	124
Av 24	237	360	412	206	270	339	68	103	118	59	77	97
236 (T)	1547	2016	2651	1403	1791	2199	442	576	757	401	512	628
236 (EG)	3828	4664	5716	4786	6340	7943	1094	1333	1633	1367	1811	2270
228	3657	4502	5554	4897	6489	8130	1045	1286	1587	1399	1854	2323
219	1205	1562	2067	1177	1558	1949	344	446	591	336	445	557
251	2883	2908	4849	12091	16366	20882	824	831	1386	3454	4676	5966
306	97	130	163	576	774	984	28	37	47	165	221	281
221	1434	1219	2384	8470	11472	14645	410	348	681	2420	3278	4184
212	178	280	310	89	115	143	51	80	89	26	33	41

210	224	331	382	492	615	808	64	95	109	141	176	231
204	653	837	1022	27902	37726	48436	187	239	292	7972	10779	13839
Av29	8981	9131	15070	3320	2547	5596	2566	2609	4306	949	728	1599
201	5270	4208	8677	3770	5039	6374	1506	1202	2479	1077	1440	1821
39	12558	11122	20880	10373	13801	17519	3588	3178	5966	2964	3943	5006
202	2286	3087	3933	3708	3064	6250	653	882	1124	1059	876	1786

Anexos

Anexo 1

Procedimiento de cálculo del nivel de servicio según el "Manual de capacidad de carreteras" (2000)

CIVL 3510 Transportation Engineering

Capacity and Level of Service Calculations

$$D = v_p / S$$

D = density (vpm)
 v_p = flow rate (vph)
 S = average speed (mph)

$$v_p = \frac{V}{PHF \times N \times f_{HV} \times f_p}$$

v_p = 15-min passenger-car equivalent flow rate (vph)
 V = hourly volume (vph)
 PHF = peak-hour factor
 N = number of lanes
 f_{HV} = heavy vehicle adjustment factor
 f_p = driver population factor, 0.85 (commuters) to 1.00 (tourists)

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

f_{HV} = heavy vehicle adjustment factor
 P_T = proportion of trucks and buses in traffic stream
 E_T = passenger-car equivalency for trucks and buses
 P_R = proportion of recreational vehicles in traffic stream
 E_R = passenger-car equivalency for recreational vehicles

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_N - f_{ID}$$

FFS = estimated free-flow speed (mph)
 $BFFS$ = estimated base condition free-flow speed, 75mph (rural) or 70mph (urban)
 f_{LW} = adjustment for lane width (mph)
 f_{LC} = adjustment for lateral clearance (mph)
 f_N = adjustment for number of lanes (mph)
 f_{ID} = adjustment for interchange density (mph)

Passenger-Car Equivalents on Extended Freeway Segments

Factor	Type of Terrain		
	Level	Rolling	Mountainous
E_T	1.5	2.5	4.5
E_R	1.2	2.0	4.0

Adjustments for Lane Width

Lane Width (ft)	Reduction in Free-flow Speed, f_{LW}
12.0	0.0
11.0	1.9
10.0	6.6

Adjustments for Lateral Clearance

Right-Shoulder Lateral Clearance (ft)	Reduction in Free-flow Speed, f_{LC}			
	Lanes in One Direction			
	2	3	4	≥5
≥6	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.6	0.4	0.2	0.1
4	1.2	0.8	0.4	0.2
3	1.8	1.2	0.6	0.3
2	2.4	1.6	0.8	0.4
1	3.0	2.0	1.0	0.5
0	3.6	2.4	1.2	0.6

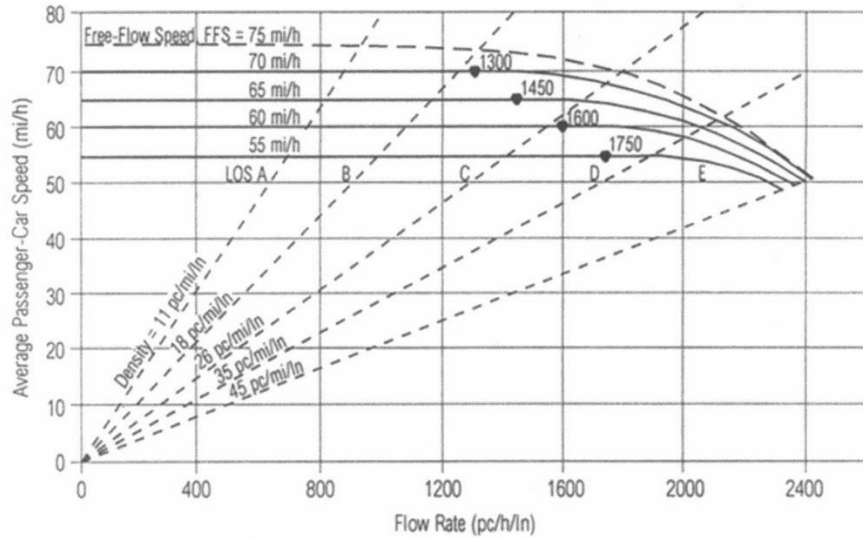
Adjustments for Number of Lanes

Number of Lanes in One Direction	Reduction in Free-flow Speed, f_N
≥5	0.0
4	1.5
3	3.0
2	4.5

Adjustments for Interchange Density

Interchanges per Mile	Reduction in Free-flow Speed, f_{ID}
0.50	0.0
0.75	1.3
1.00	2.5
1.25	3.7
1.50	5.0
1.75	6.3
2.00	7.5

Speed-Flow Curves and LOS for Basic Freeway Segments



LOS Criteria for Basic Freeway Segments

Criteria	LOS				
	A	B	C	D	E
FFS = 75 mi/h					
Maximum density (pc/mi/ln)	11	18	26	35	45
Minimum speed (mi/h)	75.0	74.8	70.6	62.2	53.3
Maximum v/c	0.34	0.56	0.76	0.90	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	820	1350	1830	2170	2400
FFS = 70 mi/h					
Maximum density (pc/mi/ln)	11	18	26	35	45
Minimum speed (mi/h)	70.0	70.0	68.2	61.5	53.3
Maximum v/c	0.32	0.53	0.74	0.90	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	770	1260	1770	2150	2400
FFS = 65 mi/h					
Maximum density (pc/mi/ln)	11	18	26	35	45
Minimum speed (mi/h)	65.0	65.0	64.6	59.7	52.2
Maximum v/c	0.30	0.50	0.71	0.89	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	710	1170	1680	2090	2350
FFS = 60 mi/h					
Maximum density (pc/mi/ln)	11	18	26	35	45
Minimum speed (mi/h)	60.0	60.0	60.0	57.6	51.1
Maximum v/c	0.29	0.47	0.68	0.88	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	660	1080	1560	2020	2300
FFS = 55 mi/h					
Maximum density (pc/mi/ln)	11	18	26	35	45
Minimum speed (mi/h)	55.0	55.0	55.0	54.7	50.0
Maximum v/c	0.27	0.44	0.64	0.85	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	600	990	1430	1910	2250

Note: The exact mathematical relationship between density and v/c has not always been maintained at LOS boundaries because of the use of rounded values. Density is the primary determinant of LOS. The speed criterion is the speed at maximum density for a given LOS.

Source: TRB, 2000.

Referencias bibliográficas

Banco de Desarrollo de América Latina. 2011. **DESARROLLO URBANO Y MOVILIDAD EN AMÉRICA LATINA**. Panamá: Corporación Andina de Fomento.

Ben-Akiva, M. 2008. **TRAVEL DEMAND MODELING**. Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, Estados Unidos. Recuperado desde: <https://ocw.mit.edu/courses/civil-and-environmental-engineering>

Chinchilla, N. (30 de mayo, 2017). **CARTAGO PROMUEVE ATRACCIÓN DE INVERSIÓN CON PROYECTO "CORREDOR VIAL SAN JOSÉ-CARTAGO"**. **NOTICIAS, TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**. Cartago, Costa Rica.

Consejo Nacional de Concesiones. 2017. **FICHA TÉCNICA CORREDOR VIAL SAN JOSÉ-CARTAGO**. San José, Costa Rica.

Contraloría General de la República. 2016. **ZONAJE, KILOMETRAJE Y VIÁTICOS**. San José, Costa Rica. Recuperado desde: <https://www.cgr.go.cr/02-consultas/consulta-zon-kilo-via.html>

Devore, J. 2003. **PROBABILITY AND STATISTICS FOR ENGINEERING AND THE SCIENCES**. Sexta Edición. Estados Unidos: Duxbury Press, 496-500 pp.

GeoDataBase Municipalidad de San José. 2014. **MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL USO DEL SUELO**. San José, Costa Rica

Hobbs, F.D. 1974. **TRAFFIC PLANNING & ENGINEERING**. Reino Unido: Pergamon Press.

Instituto Costarricense de Ferrocarriles. 2017. **INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DEL**

ING. CHRISTIAN VARGAS CALVO. San José, Costa Rica.

Instituto de Desarrollo Rural. 2016. **CARACTERIZACIÓN DEL TERRITORIO: CARTAGO, OREAMUNO, EL GUARCO, LA UNIÓN**. Costa Rica.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2011. **CENSO 2011**. San José, Costa Rica.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2017. **ENCUESTA NACIONAL DE HOGARES 2017**. San José, Costa Rica.

Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. 2013. **PLAN NACIONAL DE DESARROLLO URBANO PARA LA GRAN ÁREA METROPOLITANA**. Costa Rica.

LCR Logística S.A. 2001. **DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA Y AMBIENTAL PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO DEL CORREDOR VIAL SAN JOSÉ-ZAPOTE-CARTAGO**. San José, Costa Rica.

LCR Logística S.A. 2007. **MODELO DE DEMANDA-OFFERTA DE TRANSPORTE URBANO EN LA GRAN ÁREA METROPOLITANA DE COSTA RICA**. San José, Costa Rica.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. 2011. **PLAN NACIONAL DE TRANSPORTES 2011-2035**. Volumen 3. Costa Rica.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. 2011. **PLAN NACIONAL DE TRANSPORTES 2011-2035. TRANSPORTE PÚBLICO**. Costa Rica. 15p.

Municipalidad de Cartago. 2012. **PLAN REGULADOR DEL CANTÓN DE CARTAGO**. Cartago, Costa Rica.

Municipalidad de Curridabat. 2017. **ACTUALIZACIÓN Y MODIFICACIÓN DEL PLAN REGULADOR DEL CANTÓN DE CURRIDABAT.** San José, Costa Rica.

Municipalidad de Desamparados. 2006. **PLAN ORDENAMIENTO TERRITORIAL.** San José, Costa Rica.

Municipalidad de El Guarco. 2013. **PLAN REGULADOR DEL CANTÓN DE EL GUARCO.** Cartago, Costa Rica.

Municipalidad de Goicoechea. 2000. **PLANO DE ZONIFICACIÓN DE USO DEL SUELO.** San José, Costa Rica.

Municipalidad de La Unión. 2014. **DENSIDADES Y USO DE SUELO.** Cartago, Costa Rica.

National Cooperative Highway Research Program. 1978. **QUICK-RESPONSE URBAN TRAVEL ESTIMATION TECHNIQUES AND TRANSFERABLE PARAMETERS.** Washington, Estados Unidos: National Academy of Sciences. 63-65 p.

National Cooperative Highway Research Program. 2012. **TRAVEL DEMAND FORECASTING: PARAMETERS AND TECHNIQUES.** Reporte 716. Estados Unidos: National Academy of Sciences. 37-80p.

Observatorio de Movilidad Urbana. 2015. **BASE DE DATOS SAN JOSÉ 2015.** Panamá: Corporación Andina de Fomento.

Omer, M., et. al. 2010. *A TOUR-BASED TRAVEL DEMAND MODEL USING PERSON TRIP DATA AND ITS APPLICATION TO ADVANCED POLICIES.* **KSCE JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING.** Corea del Sur. Vol. 14, N° 2. 221-230 p.

Ortúzar, J.D.; Willumsen, L.G. 2011. **MODELLING TRANSPORT.** Cuarta Edición. Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd., 140-172p.

Ponnuswamy, S. & Johnson, D. 2012. **URBAN TRANSPORTATION: PLANNING, OPERATION AND MANAGEMENT.** Estados Unidos: McGraw Hill Education.

Presidencia de la República de Costa Rica. (31 de julio, 2017). **NUEVA LEY ACELERA CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO HACIENDA VIEJA-CAFÉ VOLIO DE LA CARRETERA FLORENCIO DEL CASTILLO. COMUNICADOS, VICEMINISTERIO DE LA PRESIDENCIA EN ASUNTOS POLÍTICOS Y LEGISLATIVOS.** San José, Costa Rica. Recuperado desde: <https://presidencia.go.cr/comunicados/2017/07/nueva-ley-acelera-construccion-del-tramo-hacienda-vieja-cafe-volio-de-la-carretera-florencio-del-castillo/>

Programa de Infraestructura del Transporte, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales. 2015. **ANÁLISIS RUTA NACIONAL N°2, PARA LA TRONCAL EN EL TRAMO HACIENDA VIEJA, CURRIDABAT – CRUCE LA LIMA, CARTAGO.** San José, Costa Rica.

Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible. 2004. **ZONIFICACIÓN PARA EL USO DE SUELO.** San José, Costa Rica.

Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica. 2017. **PORTAL ESTADÍSTICO DE COMERCIO EXTERIOR.** Costa Rica.

Rueda, C. 2017. **SITUACIÓN ACTUAL AMPLIACIÓN FLORENCIO DEL CASTILLO.** San José, Costa Rica, Consejo Nacional de Concesiones. Comunicación personal.

Secretaría Planificación Sectorial, Ministerio de Obras Públicas y Transportes. 2016. **ANUARIO ESTADÍSTICO DEL SECTOR TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA 2015.** San José, Costa Rica.

Sinha, K.C.; Labi, S. 2007. **TRANSPORTATION DECISION MAKING.** Estados Unidos: John Wiley & Sons Ltd., 1-63p.

Saphores, J.D., et. al. 2013. *EXPLORING NEW DIRECTIONS FOR THE NATIONAL HOUSEHOLD TRAVEL SURVEY.* **TRANSPORTATION RESEARCH CIRCULAR.** Estados Unidos. N° (E-C178): 19-20p.

Transportation Research Board. 2000. **HIGHWAY CAPACITY MANUAL.** Estados Unidos: National Academy of Sciences.