



Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2021

Investigación de base

Patrones de movilidad en transporte público en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica: desafíos e impactos

Investigadores:

Jonathan Agüero Valverde
Rosendo Pujol Mesalles
Eduardo Pérez Molina
(Investigadores de PRODus-UCR)

San José | 2021



388
AG282p

Agüero Valverde, Jonathan.
Patrones de movilidad en transporte público en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica: desafíos e impactos / Jonathan Agüero Valverde, Rosendo Pujol Mesalles, Eduardo Pérez Molina. – Datos electrónicos (1 archivo : 2000 kb). – San José, C.R. : CONARE – PEN, 2021.

ISBN 978-9930-607-73-2
Formato pdf (29 páginas)
Investigación de Base para el Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2021 (no. 27)

1. TRANSPORTE PÚBLICO. 2. MOVILIDAD VIAL. 3. INFRAESTRUTURA VIAL.
4. TRANSPORTE DE PERSONAS. I. Pujol Mesalles, Rosendo. II. Pérez Molina, Eduardo. III. Título.



Índice

Presentación	1
Introducción.....	1
Datos	2
Metodología.....	3
Accesibilidad y cobertura del transporte público en la GAM.....	6
Conformación actual de servicio de transporte público en la GAM.....	11
Impacto de la pandemia en el transporte público en la GAM	14
Accesibilidad al transporte público de las nuevas construcciones en la GAM	18
Sectorización del transporte público y las nuevas concesiones	19
Retos de la política pública en materia de transporte público	22
Algunas soluciones y recomendaciones	23
Referencias	24

Presentación

Esta Investigación se realizó para el Informe Estado de la Nación 2021. El contenido de la ponencia es responsabilidad exclusiva de su autor, y las cifras pueden no coincidir con las consignadas en el Informe Estado de la Nación 2021 en el capítulo respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

Introducción

El transporte público urbano es de vital importancia para el funcionamiento de las ciudades. Su efectividad, más aún, es clave para los grupos de menores ingresos que no tiene otra alternativa para satisfacer sus necesidades de transporte cotidianas. Glaeser et al. (2008), por ejemplo, encontraron evidencia en Estados Unidos de que los pobres prefieren los centros de las ciudades porque son áreas con mayor accesibilidad por transporte público. En Costa Rica, LCR Logística (2007) encontró una relación negativa entre el costo relativo del transporte público (con respecto al transporte privado) y probabilidad de uso de transporte público.

En general, el transporte público es de menor calidad que el vehículo privado. Por ejemplo, en Ciudad de México, conforme aumentan los ingresos de las familias, el transporte público pasa de ser considerado de un bien normal a un bien inferior (Crôtte et al., 2009). Para la GAM, los tiempos de viaje del transporte público son mayores que para vehículos privados y los costos, en particular de los vehículos privados, mucho menores (Alpízar y Carlsson, 2003).

En la GAM, el transporte público ha venido perdiendo usuarios ante otros métodos, lo cual representa una amenaza no solo para el sector sino para la región en su conjunto:

- Ha perdido participación en la demanda de transporte de la GAM, donde pasó del 41% de los viajes en el 2007 (LCR Logística, 2007) a 34% en el 2017 (AC&A Global y Gensler, 2017).
- Los tiempos de viaje han aumentado considerablemente debido a la dispersión de la ciudad y el aumento en la flota vehicular que produce mayor congestión (PEN, 2018).
- En conjunto, la disminución del uso del transporte público y el aumento en los tiempos de viaje tienen como consecuencia aumentos en las emisiones de gases de efecto invernadero y pérdidas económicas por el aumento en los tiempos de viajes (PEN, 2018).

Ante esta coyuntura, resulta de particular interés plantear las preguntas: ¿cuál es el grado de accesibilidad espacial que el transporte público provee a los habitantes de la GAM, especialmente en el espacio? y ¿cómo puede reorganizarse el conjunto de operaciones desarticuladas de los operadores del servicio para crear un sistema que aumente la eficiencia del transporte público? Adicionalmente, dada la gran perturbación que representa la pandemia por COVID-19, ¿cuál fue su efecto sobre el transporte público de la región?

Para ello, se ha realizado un ejercicio de análisis espacial en que se combinan datos de la oferta (recorrido de las distintas rutas de transporte público y sus frecuencias diarias) con la demanda potencial (cantidad de habitantes en torno a ellas y cantidad potencial de nuevos desarrollos urbanos, a partir de una selección de determinados tipos de nuevos planos topográficos). Se encontró que, en general y pese a la incertidumbre en los datos utilizados, la cobertura espacial del servicio de transporte público en la GAM es razonablemente buena; esto podría explicar por qué la reducción relativa de usuarios durante la última década fue relativamente modesta, pese al aumento generalizado de tiempos de viaje en la región (PEN, 2018).

Sin embargo, también resulta claro que no existe un sistema de transporte público, antes bien distintos operadores articulan parcialmente grupos de rutas; mejorar el transporte público de la GAM requerirá de integración en muchos aspectos y niveles, el más urgente de ellos acaso la implementación de un sistema integrado de tarifas y pago electrónico y un monitoreo en tiempo real de la posición de las distintas unidades en servicio.

Por último, debe señalarse que la cobertura espacial, que se determina mutuamente con el crecimiento de la ciudad, es una fortaleza del transporte público regional. Pero el transporte público

parece presentar graves problemas por insuficiente oferta, especialmente en la hora pico (de lunes a viernes). Este es un problema especialmente grave porque la organización actual del transporte público difícilmente permitiría aumentar la oferta. En suma, debe hipotetizarse que la reducción en las preferencias de los usuarios por transporte público puede estar asociada a accesibilidad en el tiempo más que en el espacio y un análisis más detallado del funcionamiento del transporte público en el tiempo debe constituir una segunda etapa en la evaluación del transporte público de la GAM, que complementa los resultados presentados en este trabajo.

Datos

Los análisis requeridos para determinar los patrones de movilidad en transporte público de la GAM se llevaron a cabo usando las siguientes fuentes de información primaria:

1. Los datos de población por Unidad Geoestadística Mínima (UGM) del Censo de Población y Vivienda del 2011 suministrados por el INEC.
2. Los geodatos de rutas de buses suministrados por ARESEP
3. La base de datos de Pasajeros Movilizados Diariamente suministrada por ARESEP
4. Los geodatos de paradas del Tren levantadas en campo por el equipo de ProDUS
5. La base de datos de nuevos planos topográficos del sistema ATP del CFIA

A continuación, se describe en detalle cada fuente de información.

Datos de Población por UGM

Las UGMs son las unidades espaciales más pequeñas que conforman la base del censo de población y vivienda del año 2011. Según el Manual para Censistas (INEC, 2010) una UGM se define como “División territorial mínima del país, desarrollada exclusivamente para fines estadísticos, tiene forma poligonal de superficie dvariable y equivale a lo que comúnmente llamamos manzanas o cuadras. Está constituida por un grupo de viviendas, edificios, predios, lotes o terrenos.”

Para cada UGM se cuenta con los datos de población por grupo etario (en quinquenios), así como la población según la cantidad de necesidades básicas insatisfechas (NBI) o carencias críticas. Las carencias críticas se definen en 4 dimensiones: Acceso a Albergue Digno, Acceso a Vida Saludable, Acceso al Conocimiento y Acceso a otros Bienes y Servicios.

Geodatos de rutas de buses

Los geodatos de las rutas de buses incluyen la representación espacial de cada ruta de transporte público del país suministrada por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP).

Base de datos de Pasajeros Movilizados Diariamente

Esta base de datos suministrada por ARESEP está conformada por la información reportada por los diferentes operadores de los servicios. Los operadores reportan mensualmente la cantidad de pasajeros movilizados diariamente por ruta.

Geodatos de paradas del Tren

Los geodatos de ubicación de las paradas del tren metropolitano fueron obtenidas en campo por el equipo de ProDUS.

Geodatos de planos de agrimensura

La base de datos de planos de agrimensura y topografía proveniente del Administrador de Proyectos de Topografía (ATP) del CFIA. El ella se incluyen todos los fraccionamientos realizados durante los respectivos años de estudio.

Metodología

Para determinar la accesibilidad espacial de cada ruta de transporte público se deben utilizar las paradas como puntos de ingreso al sistema. Desafortunadamente, el Consejo de Transporte Público (CTP) no cuenta con la ubicación espacial de las paradas de buses por lo que se procedió a generar paradas de buses de forma automatizada cada 200 m a lo largo de todas las rutas.

Luego de crear las paradas de buses se procede a crear las áreas de servicio para cada parada en distancias de 400 m, 800 m y 1.200 m. Las distancias de caminata para acceder a paradas de transporte público menores a 400 m (aproximadamente 5 minutos de caminata) se consideran muy buenas tanto en metodologías nacionales como internacionales (CTP, 2001; Transit Cooperative Research Program, 2013). Por otro lado, distancias mayores de 800 m se consideran muy malas o deficientes (CTP, 2001). Finalmente, para los efectos de este estudio se consideró que distancias mayores a 1.200 m o más de 15 minutos de caminata son muy deficientes para una zona mayoritariamente urbana como la GAM. Las áreas de servicio son determinadas por la distancia de caminata sobre las carreteras que conforman el sistema público de vías de la GAM. Es importante recalcar que para este análisis se utilizaron solo las rutas completamente contenidas dentro de la GAM, esto por cuanto las rutas que van más allá de la GAM no tienen el carácter urbano necesario para servir un área metropolitana como la GAM.

Una vez determinadas las áreas de servicio, cada centroide de UGM es localizado en el área de servicio correspondiente de forma tal que se establece a que distancia de una parada de buses se encuentra.

Los datos de pasajeros movilizados fueron procesados para obtener los promedios para un día entre semana durante el periodo antes de la pandemia, de forma tal que reflejen de mejor manera un comportamiento “normal” de la demanda de transporte público.

Los datos de carreras reportadas por los operadores fueron también promediados para establecer el promedio de carreras antes del inicio de la pandemia. Luego, estos datos fueron asignados a cada línea representando las rutas de transporte público. La información de la cantidad de carreras por ruta se asignó a cada parada, de forma tal que, si una parada era servida por más de una ruta, la cantidad de carreras por parada se sumaban. Finalmente, la cantidad de carreras disponibles para la población se asignó según la parada de buses más cercana al UGM.

En el caso de la accesibilidad a transporte masivo por tren, las paradas del tren se encuentran debidamente ubicadas por lo que se procedió a calcular la accesibilidad a partir de estos puntos. Para el caso de paradas de transporte masivo de alta velocidad, como se puede caracterizar el servicio de tren rápido de pasajeros proyectado para la GAM, se recomiendan áreas de servicio de 800 m (Transit Cooperative Research Program, 2013). Para este análisis, las distancias mayores a 1.200 m se consideran deficientes.

La accesibilidad temporal se analizó por medio de 2 variables del servicio, la cantidad de horas disponibles durante un día entre semana y la frecuencia de carreras en la hora pico. Para determinar el nivel de servicio por la cantidad de horas servidas se utilizó la metodología propuesta por el Transit Cooperative Research Program (2013). Dicha metodología propone que una ruta de transporte público urbano debe contar con 19 a 24 horas de servicio diario para alcanzar el nivel de servicio óptimo. Si la ruta cuenta con servicio entre 15 y 18 horas diarias se considera un servicio bueno y si se presentan menos de 15 horas diarias se considera una mala calidad de servicio.

Por otro lado, la misma metodología del Transit Cooperative Research Program (2013) propone los siguientes niveles de servicio por frecuencia en la hora pico:

Cuadro 1

Niveles de servicio por frecuencia para el transporte en buses

Nivel de Servicio	Promedio de llegada (min)	Veh/h	Comentario
A	<10	>6	Pasajeros no necesitan saber el horario
B	10-14	5-6	Servicio frecuente, pasajeros consultan el horario
C	15-20	3-4	Tiempo máximo deseado para esperar un bus
D	21-30	2	Pasajeros deben ajustar su rutina al horario
E	31-60	1	El servicio está disponible durante la hora
F	>60	<1	Servicio no atractivo para viajeros

Fuente: Transit Cooperative Research Program, 2003.

Para este estudio se considera la hora pico de la mañana por ser la más representativa de los viajes de trabajo y estudio. Además, se considera que niveles de servicio C o menores (menos de 4 buses por hora) son deficientes para una zona urbana como la GAM.

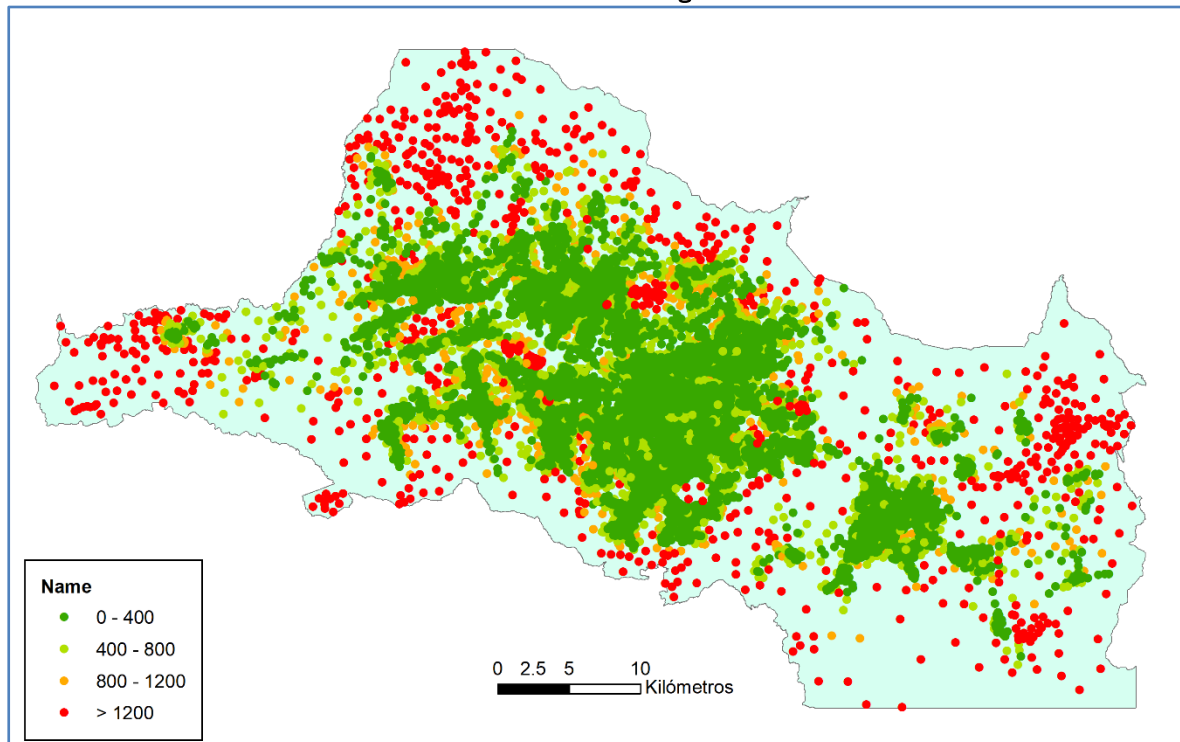
Para analizar la accesibilidad de las nuevas construcciones en la GAM se utilizó la base de datos de planos de agrimensura y topografía proveniente del Administrador de Proyectos de Topografía (ATP) del CFIA. Es importante aclarar que la base de datos no es una base de datos de construcciones sino de nuevos fraccionamientos. Muchos de los nuevos fraccionamientos tienen como objetivo la construcción de infraestructura en ellos (por ejemplo, condominios, urbanizaciones e industria) pero no todas las nuevas fincas creadas tienen como fin la construcción (por ejemplo frutales, montaña y potrero). Con el fin de obtener la mejor aproximación a las nuevas construcciones a partir de la base de datos de fraccionamientos del CFIA se procedió a escoger los usos reportados que reflejan claramente que el destino del fraccionamiento son nuevas construcciones. Para lo anterior se seleccionaron los siguientes 6 usos: condominio comercial, condominio residencial, industrial, para construir, urbanización comercial y urbanización residencial.

Accesibilidad y cobertura del transporte público en la GAM

Una de las principales características del transporte público en términos de la calidad del servicio para los usuarios, es su accesibilidad tanto espacial como temporal. Por accesibilidad espacial se entiende la distancia que debe caminar o desplazarse un usuario para alcanzar una parada de transporte público al iniciar su viaje y luego desde la parada a su destino final. Para este estudio se analiza la distancia desde nuestras viviendas a la parada de buses más cercana utilizando cada UGM como punto de localización de la población. La figura 1 muestra la distancia medida sobre vías públicas de cada UGM a la parada de buses más cercana.

Figura 1

Clasificación de las Unidades Geoadministrativas Mínimas según la distancia a la ruta de bus más cercana



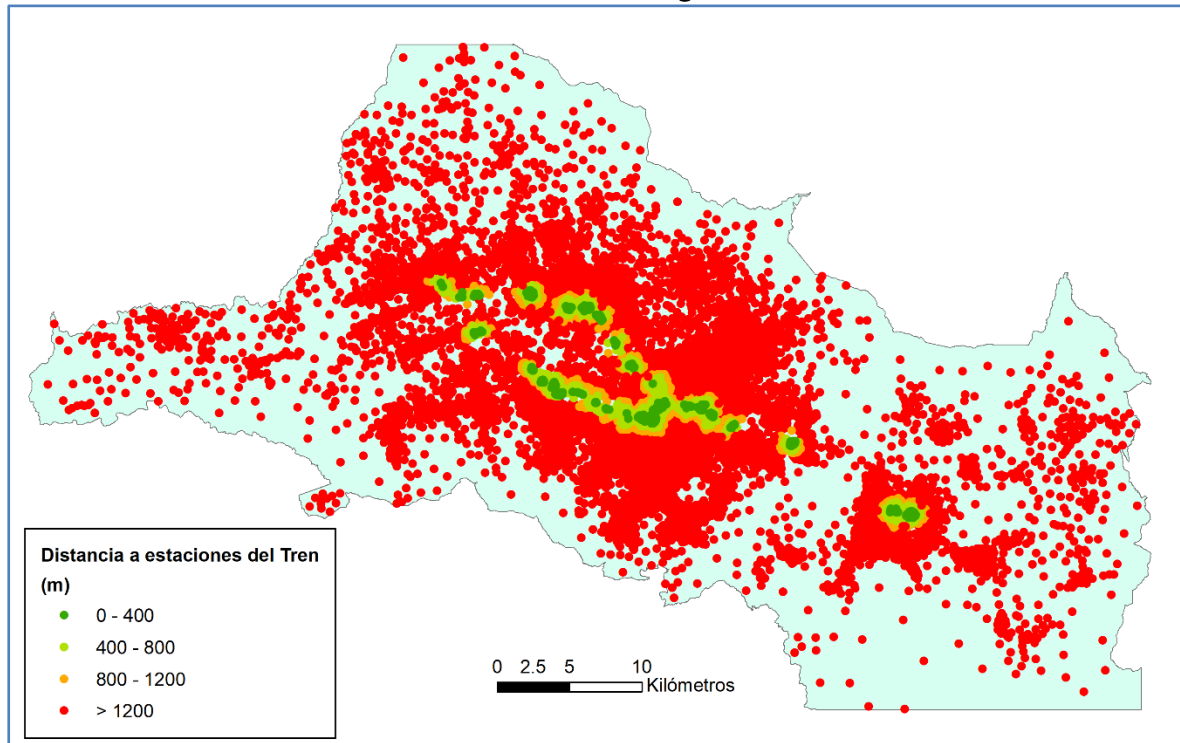
Fuente: Elaboración propia con datos de ARESEP e INEC.

De la Figura es evidente que las UGMs que presentan mayores distancias a las rutas de bus son aquellas que se encuentran principalmente en los bordes de la GAM. Sin embargo, también hay algunas zonas en la parte central de la GAM que presentan deficiencias en la cobertura espacial del sistema de transporte público pues no tienen una ruta a menos de 1.200 m.

Ahora, si analizamos el mapa de la accesibilidad al servicio de tren urbano, notamos que la cobertura es mucho menor, como se muestra en la figura 2. Más de un 87% de la población se encuentra a más de 1.200 m de una estación de tren. Lo anterior implica que para que el nuevo proyecto del tren eléctrico metropolitano sea exitoso es necesario que éste sea integrado con un nuevo sistema de transporte público por autobús que alimente el sistema de tren en las principales estaciones, particularmente en las cabeceras cantonales.

Figura 2

Clasificación de las Unidades Geostadísticas Mínimas según la distancia a la estación de tren más cercana



Fuente: Elaboración propia con datos de INEC.

Si se realiza un análisis detallado de accesibilidad al transporte público por UGM se obtienen los datos que presenta el cuadro 2.

Cuadro 2

Población de la GAM según la Distancia a las Rutas de Transporte Público

Accesibilidad o Distancia (m)	Población		Población de 0 a 14		Población mayor a 65		Población con al menos una NBI	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
0 – 400 (muy buena)	1 497	67.8	322	21.5	125	73.4	275	18.4
	577	%	490	%	672	%	167	%
400 – 800 (regular)	474	21.5	110	23.4	31	18.7	100	21.1
	816	%	985	%	994	%	296	%
800 a 1200 (mala)	100	4.6%	25	25.2	5	3.5%	25	25.0
	547		343	%	982		113	%
Mayor a 1200 (muy mala)	134	6.1%	36	26.9	7	4.5%	46	34.7
	325		129	%	675		555	%
Total	2 207		494		171		447	
	265		947		323		131	

Fuente: Elaboración propia con datos de ARESEP e INEC.

Del cuadro anterior se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Dos terceras partes de la población de la GAM cuenta con acceso al transporte público categorizado como muy bueno (menos de 400 m a la ruta más cercana de transporte público). Por otro lado, más de un 10% de la población de la GAM presenta un acceso malo o deficiente al transporte público (mayor a 800 m).
- El porcentaje de la población menor de edad aumenta conforme aumenta la distancia al transporte público. Aunque el aumento no es muy marcado, se pasa de 21,5% entre 0 m a 400 m a 26,9% cuando la distancia es mayor a 1.200 m. Lo anterior demuestra un aumento en el porcentaje de la población vulnerable y más dependiente del transporte público conforme aumenta la distancia a las paradas de bus.
- Por otro lado, el porcentaje de la población adulta mayor disminuye conforme aumenta la distancia al transporte público, lo que indica que porcentualmente hay menos población adulta mayor con acceso deficiente al transporte público.
- El aumento en el porcentaje de la población con al menos una Necesidad Básica Insatisfecha con aumentos en la distancia al transporte público es muy significativo, prácticamente duplicándose, lo que suma el acceso deficiente al transporte público al resto de necesidades básicas insatisfechas de esa población vulnerable.

Para analizar la cobertura temporal del transporte público se muestran las horas de servicio durante un día entre semana. El cuadro 3 muestra la cobertura horaria para los diferentes corredores de transporte público del Área Metropolitana de San José.

Cuadro 3

Población por rangos de cobertura horaria del servicio de buses en los corredores del Área Metropolitana de San José.

Corredor\Rango	19-24	%	15-18	%	MENOR A 15	%	TOTAL
Desamparados-Aserrí	111227	48.4%	93756	40.8%	25027	10.9%	230010
Escazú-Santa Ana	37786	30.6%	55937	45.3%	29894	24.2%	123617
Guadalupe-Moravia	74026	32.3%	131660	57.5%	23358	10.2%	229044
Hatillo-Alajuelita	182970	73.1%	46272	18.5%	20956	8.4%	250198
Pavas	61547	83.0%	329	0.4%	12258	16.5%	74134
San Pedro-Curridabat	90692	42.1%	94091	43.7%	30600	14.2%	215383
Tibás-Santo Domingo	48510	31.7%	54741	35.8%	49858	32.6%	153109
Uruca-Heredia	66218	37.4%	67144	38.0%	43544	24.6%	176906
TOTAL	672976	46.3%	543930	37.5%	235495	16.2%	1452401

Fuente: Rodríguez González (2015).

Del cuadro anterior se desprende que más de un 16% de la población del Área Metropolitana de San José tiene cobertura horaria mala o deficiente, pues el servicio prestado cubre menos de 15

horas diarias. En particular, los corredores con cobertura horaria más deficiente son Escazú-Santa Ana, Tibás-Santo Domingo y Uruca-Heredia con más de 20 % de la población en este rango. En el resto de la GAM la situación no debe ser mejor, pues son zonas de menor demanda tanto por la cantidad de población como por menores densidades, que difícilmente justificarían mayor cobertura horaria.

Una de las variables más importantes en el análisis de la calidad de servicio del transporte público es la frecuencia de viajes, particularmente durante la hora pico. El Cuadro 4 muestra la población servida para diferentes frecuencias durante la hora pico de la mañana en el Área Metropolitana de San José. Más de un 20% de la población se encuentra en zonas con frecuencias menores a 4 viajes por hora o un viaje cada 15 minutos, lo cual se considera un servicio deficiente para un área metropolitana como San José. Particularmente, el Corredor Tibás - Santo Domingo presenta la peor calidad de servicio con respecto a la frecuencia, con más de un 40 % de los habitantes con frecuencias menores a 4 viajes por hora.

En síntesis, los resultados muestran que la cobertura espacial del sistema de transporte público modalidad autobús es buena para la GAM aunque puede mejorar, no así la cobertura temporal que presenta coberturas deficientes tanto el horas de servicio como en frecuencias durante la hora pico.

Cuadro 4

Tiempo de espera entre buses durante la hora pico de la mañana para la población residente por corredor, Área Metropolitana de San José.

RESIDENTES CORREDOR	FRECUENCIA DE BUSES (min)											
	<=5	%	de 5 a 10	%	de 11 a 15	%	de 16 a 30	%	de 31 a 60	%	>60	%
Desamparados- Aserri	73439	31.9%	60750	26.4%	60065	26.1%	28681	12.5%	5935	2.6%	1140	0.5%
Escazú-Santa Ana	24240	19.3%	28285	22.6%	31115	24.8%	19927	15.9%	21449	17.1%	346	0.3%
Guadalupe- Moravia	54596	23.8%	96329	42.1%	23072	10.1%	36784	16.1%	14434	6.3%	3829	1.7%
Hatillo- Alajuelita	65051	26.2%	64435	25.9%	80145	32.3%	29187	11.7%	8207	3.3%	1428	0.6%
Pavas	12942	17.5%	61192	82.5%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
San Pedro- Curridabat	47473	22.0%	75994	35.3%	57124	26.5%	27287	12.7%	6746	3.1%	759	0.4%
Tibás-Santo Domingo	27747	18.1%	21374	14.0%	28173	18.4%	55679	36.4%	7819	5.1%	12317	8.0%
Uruca-Heredia	115663	65.4%	5005	2.8%	16265	9.2%	25655	14.5%	13052	7.4%	1266	0.7%
TOTAL	421151	29.0%	413364	28.5%	295959	20.4%	223200	15.4%	77642	5.3%	21085	1.5%

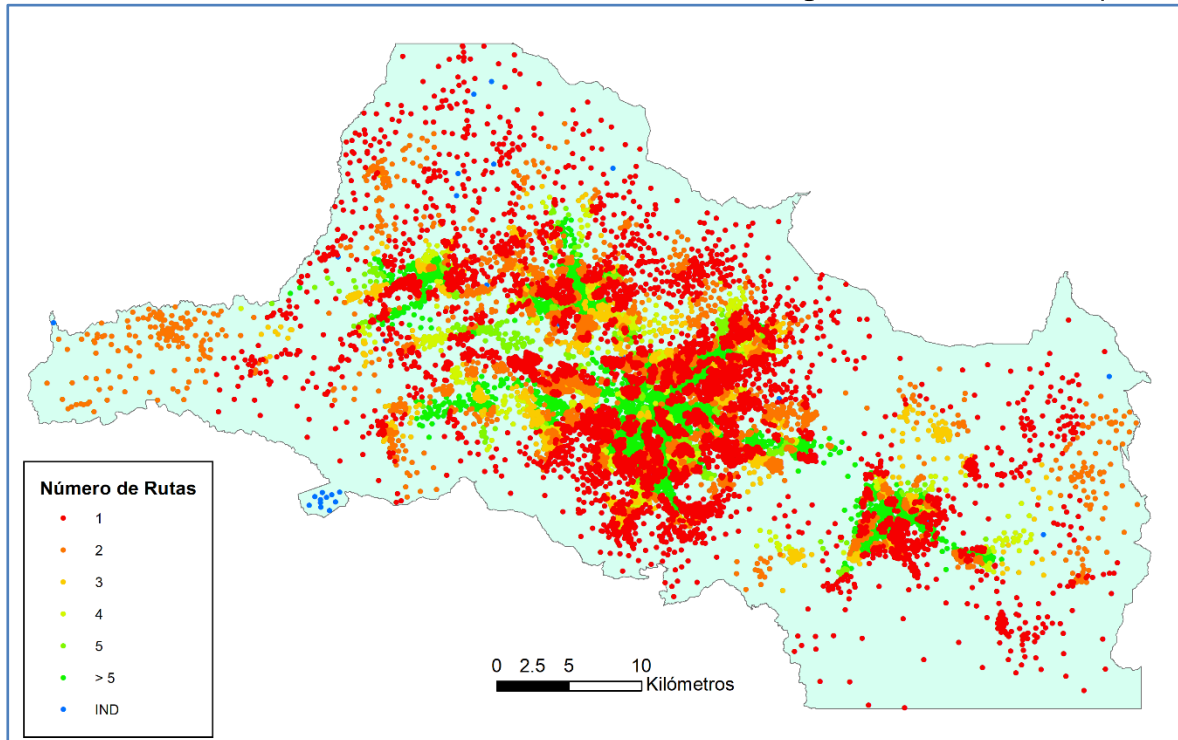
Fuente: Rodríguez González (2015).

Conformación actual de servicio de transporte público en la GAM

El sistema de transporte público de la GAM es un sistema atomizado y desarticulado, formado por más de 400 rutas y ramales servidos por 89 operadores diferentes. Dichas empresas operan entre una y 34 rutas y ramales según los datos de ARESEP. Ahora bien, en términos de la distribución espacial de dichas rutas y su efecto en la población, la figura 3 muestra las UGMs de la GAM clasificadas según la cantidad de rutas diferentes que las sirven. El Cuadro 4 presenta la cantidad de población según la cantidad de rutas que las sirven.

Figura 3

Clasificación de las Unidades Geoadministrativas Mínimas de la GAM según la cantidad de rutas que las sirven



Fuente: Elaboración propia con datos de INEC y ARESEP.

En términos de cobertura espacial es evidente del mapa que la gran mayoría de los UGMs están servidas por solo una ruta. En términos de población, el Cuadro 4 nos muestra que el 48% de la población de la GAM está servida por una ruta, 18 % por dos rutas y 8 % por tres rutas. El mapa además muestra como los principales corredores de la GAM están servidos por 5 o más rutas simultáneamente, aunque la población en dichos corredores de alta densidad de transporte público solo representa un 20 % de la población de la GAM. En las zonas periféricas y de más baja densidad de la GAM se sacrifica la frecuencia, pero se brinda un servicio con accesibilidad espacial apropiado para la mayoría de la población.

Ahora bien, el hecho de que aproximadamente la mitad de la población de la GAM esté servida por una única ruta no es necesariamente una deficiencia del sistema. De hecho, un sistema de

transporte público bien diseñado debe buscar un balance entre la cobertura espacial para dar acceso al servicio y cobertura temporal o frecuencia de viajes para que el servicio sea oportuno. Por otro lado, los corredores donde se agrupan más de 5 rutas diferentes son candidatos a troncalizarse. De ahí la importancia de la puesta en marcha de la sectorización de las rutas de transporte público de la GAM.

Cuadro 4

Población de la GAM según la cantidad de rutas que las sirven.

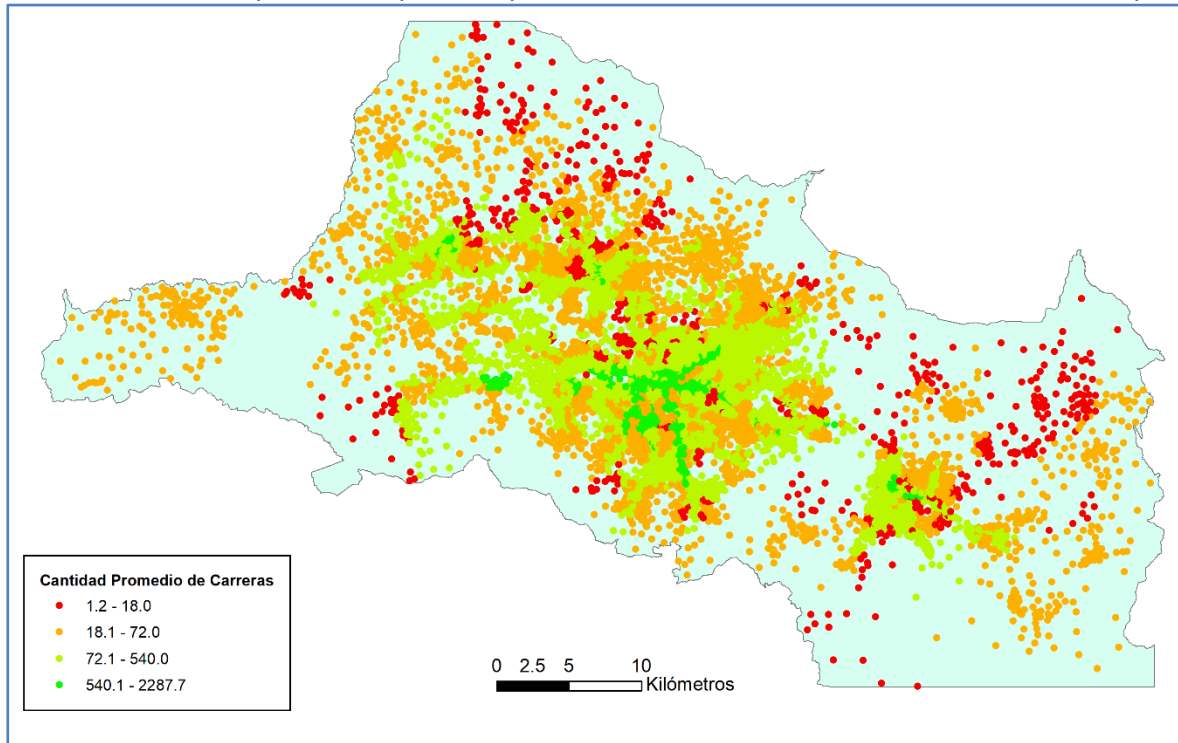
No de rutas	Población	Porcentaje
1	1075747	48.7%
2	394710	17.9%
3	173586	7.9%
4	111141	5.0%
5	87082	3.9%
6	63956	2.9%
7	53848	2.4%
8	33175	1.5%
9	53585	2.4%
10	28650	1.3%
11 - 20	79943	3.6%
21 - 30	31117	1.4%
31 - 44	13084	0.6%
IND	7641	0.3%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEC y ARESEP.

Al analizar los datos de ARESEP de cantidad de carreras diarias reportadas por los concesionarios de transporte público en la GAM se tienen los resultados presentados en la Figura 4. Este análisis busca aproximar la frecuencia de servicio disponible para los pobladores de la GAM antes de la Pandemia. Para el análisis se parte de que para contar con un nivel de servicio apropiado por cobertura temporal se deben tener al menos 18 horas diarias de servicio. En la primera categoría del Mapa se encuentran las UGMs con peor servicio por frecuencia de buses, al contar con menos de un servicio por hora. Aquí las deficiencias del servicio de transporte público de la GAM son más evidentes pues se muestra que las zonas con muy malas frecuencias se concentran no solo en la periferia de la GAM, donde se esperaría debido a las bajas densidades de población que dificultan brindar un servicio de alta frecuencia, si no dentro de muchos cascos urbanos en Cartago, Tres Ríos, Desamparados, Tibás y Heredia, por nombrar algunos. En contraste, las zonas con altas cantidades de carreras diarias se concentran en las zonas de los principales corredores de transporte público.

Figura 4

Cantidad de carreras promedio reportadas por día entre semana antes del inicio de la Pandemia por UGM



Fuente: Elaboración propia con datos de INEC y ARESEP

Si se analiza la cantidad de carreras por población servida se tienen los datos mostrados en el Cuadro 5. El cuadro muestra que un 8% de la población de la GAM tiene menos de una carrera por hora, si consideramos un servicio que cubre 18 horas diarias. Lo anterior representa una frecuencia de carreras sumamente deficiente para un entorno urbano como el de la GAM. En la segunda categoría se encuentra un 36% de la población que tiene aproximadamente entre 1 y 4 carreras por hora. Esta frecuencia sigue considerándose deficiente, pero puede ser la única opción factible para zonas de baja densidad en las afueras de las GAM. Por otro lado, un 48 % de la población es servida por entre 4 y 30 carreras por hora en promedio. La frecuencia anterior se considera óptima para un área urbana como la GAM. Finalmente, un 5.5% de la población tiene frecuencias de servicio mayores a 540 carreras diarias o más de 30 buses por hora aproximadamente. Los UGMs servidos con estas tasas altas de frecuencia de buses se concentran en los corredores más importantes de transporte público de la GAM, como se muestra en la Figura 4. De nuevo, estos corredores son precursores de la troncalización necesaria para mejorar la prestación del servicio con menos unidades, pero con autobuses de mayor capacidad, probablemente articulados. Más aún, una gran cantidad de estos corredores deberán contar con carriles exclusivos para transporte público, extendiendo en gran medida los carriles exclusivos que ya se están incorporando en el área metropolitana de San José.

Cuadro 5

Población servida según la cantidad de carreras diarias reportadas por los operadores antes de la Pandemia

Cantidad de carreras Diarias	Población Servida	Porcentaje
1.2 - 18	177 915	8.1%
18 - 72	791 283	35.8%
72 - 540	1 065 744	48.3%
> 540	120 473	5.5%
IND	51 850	2.3%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEC y ARESEP

Impacto de la pandemia en el transporte público en la GAM

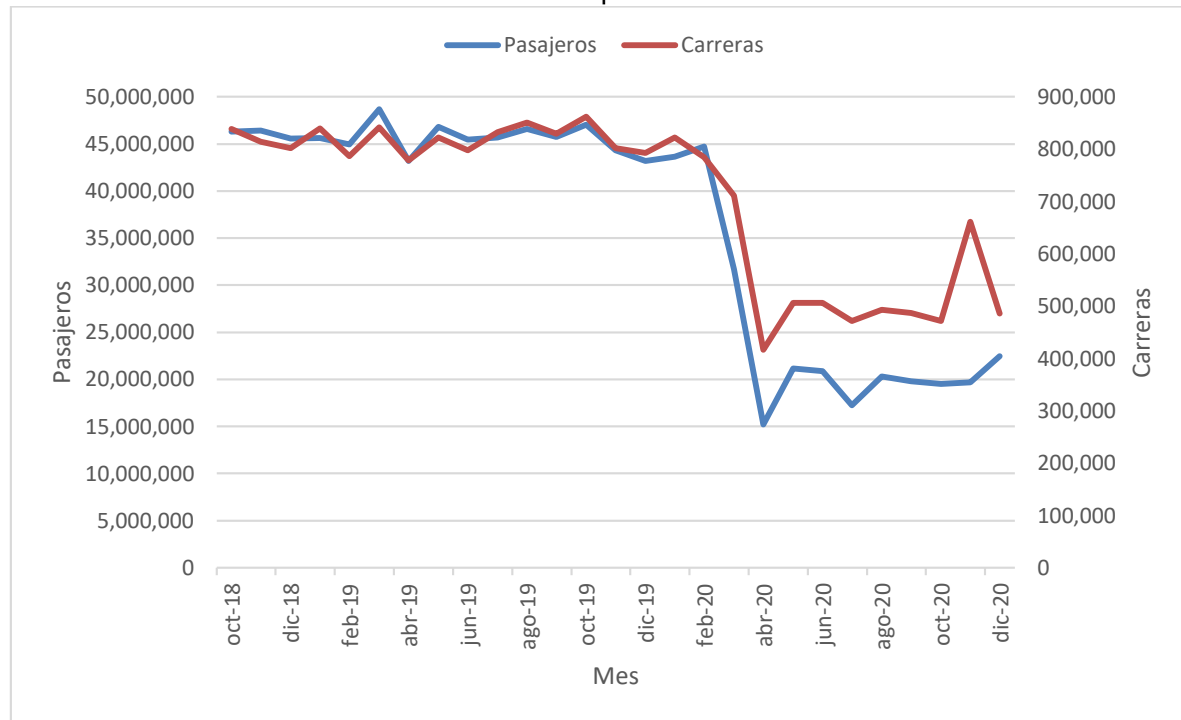
La pandemia afectó muy gravemente al transporte público urbano y éste no se ha recuperado todavía en la mayoría, sobre esto es importante indicar:

- La estructura radial y desarticulada de las rutas de transporte público hace más difícil apoyarlo puesto que muchas de los buses viajan (y viajaban en el 2019) con muy pocos pasajeros la mayor parte del día.
- La incertidumbre sobre el futuro inmediato y a mediano plazo de las ciudades crea un impacto proporcionalmente mucho mayor en la demanda por transporte público. Los impactos de la pandemia serán mucho mayores sobre este, que ya pasaba por dificultades de demanda insuficiente fuera de las horas pico y falta de capacidad en las horas pico. Esta situación, como se muestra en los mapas, es mucho más grave en las periferias de la GAM.
- La congestión provoca que los vehículos de transporte público circulen a bajas velocidades, lo que aumenta los costos de operación en las rutas urbanas de San José. Este aumento en los costos de operación afecta negativamente las tarifas, sobre todo con la caída de la demanda.

El impacto de la pandemia en el transporte público costarricense puede apreciarse en la Figura 5, que presenta la cantidad de pasajeros y carreras reportadas a ARESEP por los operadores de octubre del 2018 a diciembre del 2020.

Figura 5

Cantidad de pasajeros transportados y carreras realizadas por transporte público modalidad Autobús de octubre del 2018 a diciembre del 2020 en todo el país



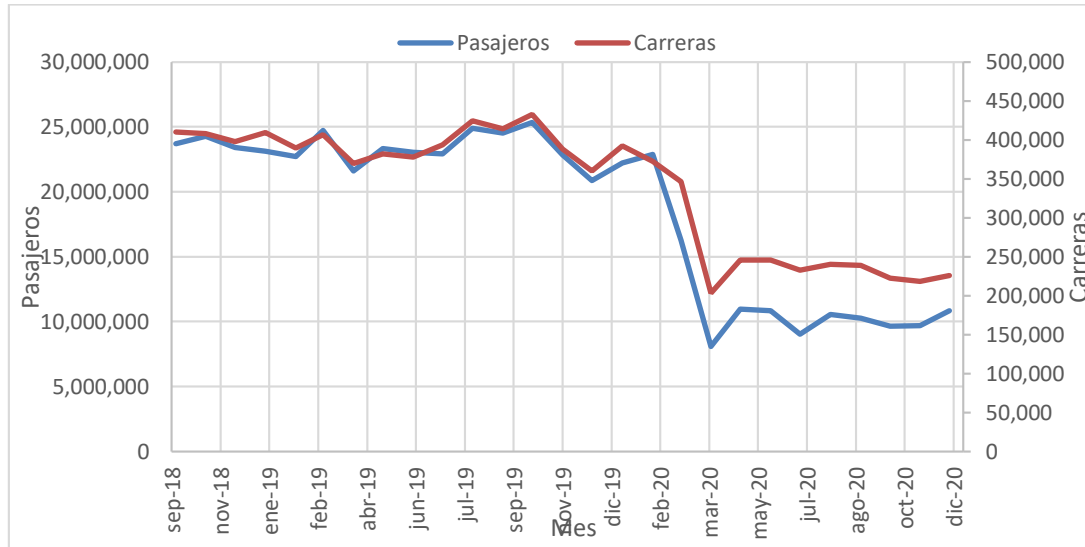
Fuente: Elaboración propia con datos de ARESEP.

De la Figura 5 se evidencia la fuerte caída de la cantidad de pasajeros transportada al inicio de la pandemia en Costa Rica. La cantidad mensual cayó de aproximadamente 45 millones a 20 millones o menos de la mitad. Por otro lado, la cantidad de carreras paso de aproximadamente 800 mil a 500 mil, lo que significa una disminución al 60% de las carreras antes de la pandemia.

La Figura 6 presenta los datos de la cantidad de pasajeros transportados en la GAM por mes durante el mismo periodo. Los datos muestran un promedio de 23 millones de pasajeros mensuales antes de la pandemia y una reducción a aproximadamente 10 millones luego del inicio de las medidas de salud. La reducción porcentual de pasajeros de transporte público en la GAM fue de 56 %, prácticamente igual a la reducción a nivel nacional. En el caso de la cantidad de carreras, la reducción fue un poco menor para la GAM, comparada con todo el país (37,6 % en la GAM comparado con 41% en todo el país).

Figura 6

Cantidad de pasajeros transportados y carreras realizadas por transporte público modalidad Autobús de octubre del 2018 a diciembre del 2020 en la GAM

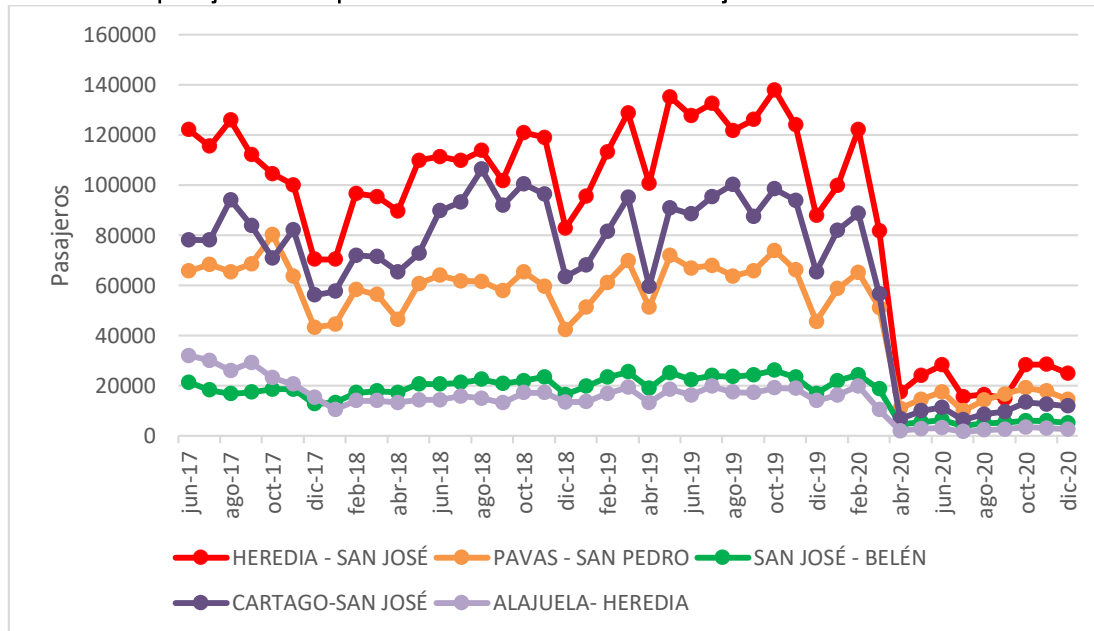


Fuente: Elaboración propia con datos de ARESEP.

Si se analizan los datos del Tren Urbano se tiene que se pasó de más 580 000 pasajeros mensuales en todas las rutas antes de la pandemia a aproximadamente 110 000 o una reducción a menos del 20 % de los pasajeros transportados antes de la pandemia. De lo anterior se tiene que el transporte por tren se vio mucho más afectado que el transporte por autobús.

Figura 7

Cantidad de pasajeros transportados en el tren urbano entre julio del 2017 a diciembre del 2020

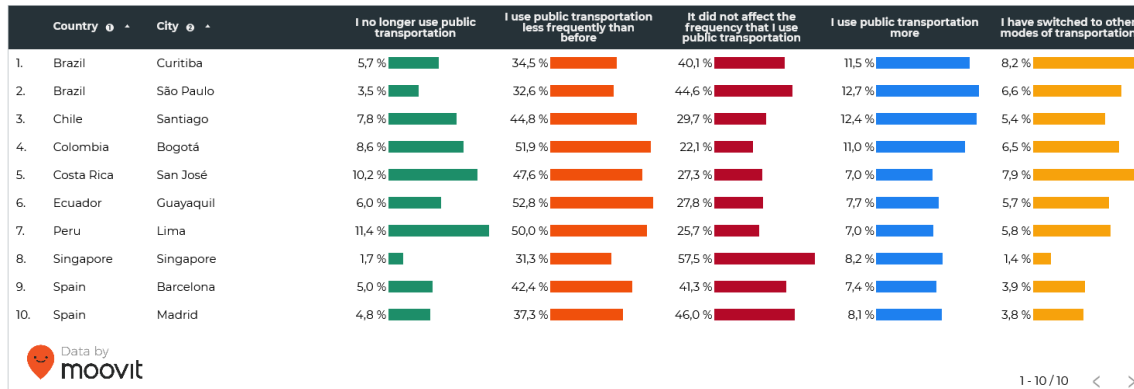


Fuente: Elaboración propia con datos de ARESEP

La pandemia del covid 19, que redujo dramáticamente la demanda por movilidad, produjo el miedo a las interacciones personales en los vehículos de transporte colectivo lo cual debilitó la competitividad de los buses. La publicación MOOVIT tiene algunos datos de encuestas sobre el uso del transporte público en San José y otras ciudades durante la pandemia. La Figura 8 muestra algunos resultados de la encuesta.

Figura 8

Resultados de la encuesta de Moovit en diversas ciudades del mundo sobre el uso de transporte público y la Pandemia



Fuente: Moovit.

De los datos mostrados para San José se tiene que un 10,2 % de los usuarios encuestados no usan más el transporte público, un 47,6 % lo usan menos, un 27,3 % lo usan igual, 7,0 % lo usan más y un 7,9 % usan otro medio. En la primera y última categoría, los resultados son altos para San José con respecto a muchas otras ciudades en particular las que se muestran en la Figura 8.

Hay algunas ciudades del mundo en donde para el 25 de mayo del 2021 el transporte público se había recuperado, lo que obviamente está relacionado directamente con el nivel de restricciones y el grado de control de la pandemia. Se pueden mencionar Curitiba con un 8,9 % más de pasajeros transportados con respecto a los números antes de la pandemia, Bilbao -11%, Barcelona -12,4%, Singapur -24%. En San José los empresarios de transporte público indicaron en mayo del 2021 una disminución en la demanda del 56%, aunque los números reportados por los mismos autobuseros a ARESEP indican una disminución de 37,6 % en la GAM y 41 % en todo el país.

De los datos mostrados es evidente el efecto de la pandemia en la reducción de la cantidad de pasajeros que utilizan el transporte público en la GAM. Lo más preocupante es que no se espera que la demanda se recupere totalmente en un corto periodo de tiempo. De hecho, los cambios tecnológicos acelerados que se dieron durante la pandemia, por ejemplo la virtualización de muchas actividades cotidianas como teletrabajo y teleeducación pueden ser más o menos permanentes y traerán cambios en los patrones de viajes de los habitantes de la GAM. La magnitud y duración de estos cambios son difíciles de predecir por lo que el estado debe tener la capacidad de realizar los ajustes necesarios para responder a las condiciones cambiantes.

Accesibilidad al transporte público de las nuevas construcciones en la GAM

Una de las principales preocupaciones de los planificadores territoriales es el crecimiento descontrolado de las ciudades hacia sitios sin los servicios básicos necesarios, entre ellos un transporte público eficiente y efectivo. Debido a la escasez de tierras, es de esperar que mucho del nuevo desarrollo inmobiliario se realice en las zonas más alejadas a los centros de las ciudades. Para caracterizar el crecimiento inmobiliario reciente en la GAM se analizaron los datos de fraccionamientos para nuevas construcciones en los últimos 5 años. El cuadro 6 muestra los nuevos fraccionamientos en 6 categorías de uso: condominio comercial, condominio residencial, industrial, para construir, urbanización comercial y urbanización residencial. Los datos se muestran tanto en cantidad de fincas, como en área acumulada por distancia a la ruta de transporte público más cercana.

Cuadro 6

Nuevos planos Inscritos según la Distancia a las Rutas de Transporte Público para los usos seleccionados (condominio comercial, condominio residencial, industrial, para construir, urbanización comercial y urbanización residencial)

Año	Distancia	0 - 400	400 - 800	800 - 1200	> 1200
2016	Fincas	5307	1490	390	597
	Área	3 054 646	1 772 920	1 568 177	884 467
	% Área	42.0%	24.4%	21.5%	12.1%
2017	Fincas	3402	1939	587	581
	Área	3 342 372	1 904 689	2 185 012	1 343 369
	% Área	38.1%	21.7%	24.9%	15.3%
2018	Fincas	5498	2661	725	524
	Área	3 524 327	3 103 066	1 240 953	684 979
	% Área	41.2%	36.3%	14.5%	8.0%
2019	Fincas	5377	1829	802	914
	Área	3 606 445	2 678 195	4 048 332	2 031 111
	% Área	29.2%	21.7%	32.7%	16.4%
2020	Fincas	4371	1694	455	684
	Área	2 716 540	2 309 710	2 179 236	1 658 386
	% Área	30.6%	26.1%	24.6%	18.7%
TOTAL	Fincas	23955	9613	2959	3300
	Área	16 244 331	11 768 580	11 221 710	6 602 312
	% Área	35.4%	25.7%	24.5%	14.4%

Fuente: Elaboración propia con datos de ARESEP y CFIA

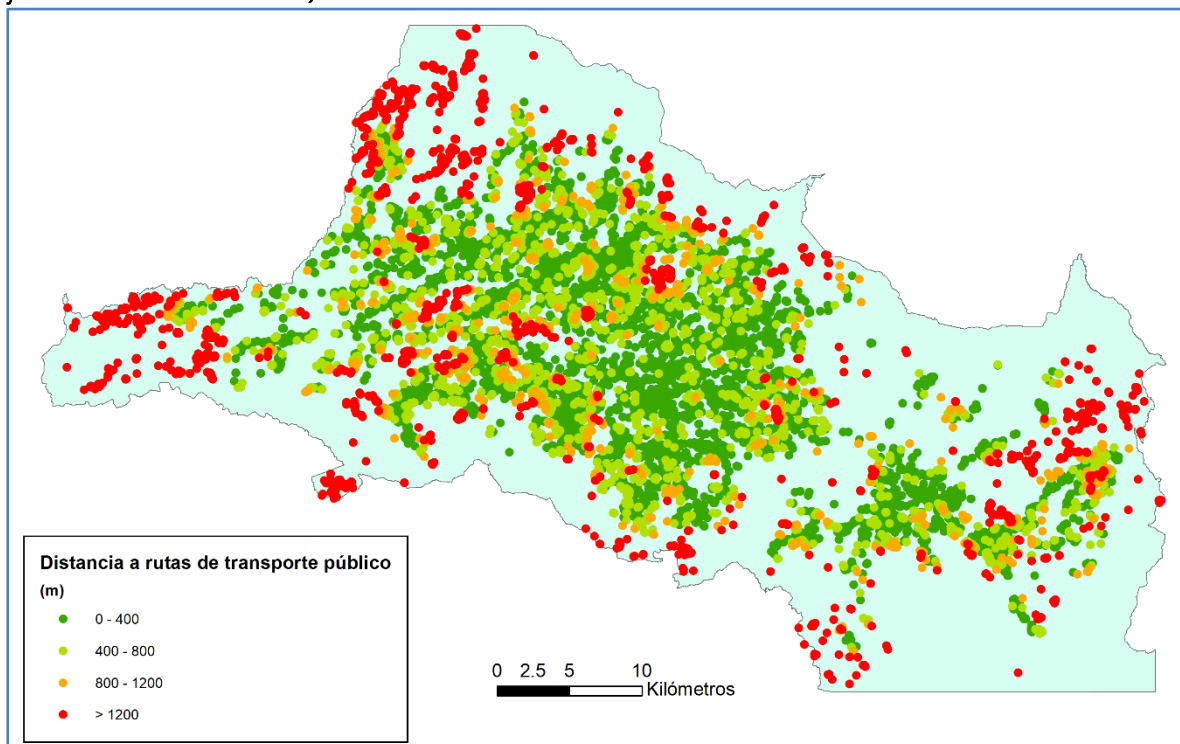
Un porcentaje (en área) del 24,5 % de nuevos planos inscritos para nuevas construcciones en los últimos 5 años se encuentran entre 800 m y 1.200 m de una ruta de buses, lo cual da una mala accesibilidad espacial a estas nuevas construcciones. Aún más preocupante es que el porcentaje es mucho mayor al 4,6% de la población de la GAM que vive en este mismo rango de distancia a las rutas de transporte público. Por otro lado, las nuevas construcciones que tienen muy mala

accesibilidad (mayor de 1.200 m) corresponden a un 14,4 % en área, comparado con un 6,1 % de la población es ese mismo rango de distancia. Las cifras anteriores implican que un porcentaje importante de los nuevos desarrollos inmobiliarios en la GAM se desarrollan sin una apropiada accesibilidad al transporte público. Por otro lado, una vez construidos estos nuevos desarrollos en las márgenes de la zona urbana consolidada, las rutas de transporte público generalmente deben extenderse para brindar servicio aumentando los costos operativos. Dicho aumento normalmente no se compensa con la nueva demanda generada debido a la baja densidad de los desarrollos inmobiliarios en las afueras de las ciudades.

La figura 8 muestra los planos inscritos por construir según la distancia a las rutas de buses. Del mapa es evidente que los planos por construir con acceso al transporte público deficiente se encuentran principalmente en la periferia de la GAM.

Figura 8

Clasificación de los planos inscritos para construir entre 2016 y 2020 según distancia a las rutas de buses en la GAM (condominio comercial, condominio residencial, industrial, para construir, urbanización comercial y urbanización residencial)



Fuente: Elaboración propia con datos de ARESEP y CFIA.

Sectorización del transporte público y las nuevas concesiones

En este año 2021 un grupo importante de rutas de transporte público renovarían sus concesiones, por lo que al igual que en las renovaciones masivas anteriores (2000, 2007 y 2014), se espera que el MOPT aproveche la oportunidad para finalmente modernizar el transporte

público en el área metropolitana de San José. En el año 1999 se presentó por primera vez un estudio sobre la sectorización del transporte público en el Área Metropolitana de San José (LCR Logística, 1999), aunque ya desde el "Plan Maestro del Transporte Urbano en el Gran Área Metropolitana 1992-2012" se mencionaba la necesidad de la sectorización para sustituir el sistema de concesiones (Castro et al, 2018). Para el 2014 se realiza otro estudio para la sectorización (Epysa-Sigma, 2014) y finalmente en el año 2020 se presenta otro estudio realizado por el MOPT (Secretaría de Planificación Sectorial, 2020).

Los intentos por implementar la sectorización se han mantenido durante más de dos décadas. En 1999 se firmó el primer decreto relacionado la sectorización, el "Reglamento sobre Políticas y Estrategias para la Modernización del Transporte Colectivo Remunerado de Personas Por Autobuses Urbanos para el Área Metropolitana de San José y zonas aledañas que la afecta directa o indirectamente" (Decreto 28337-MOPT, 1999). A pesar de la intención expresa del decreto sobre la modernización del transporte público, las concesiones fueron renovadas en el 2000, 2007 y 2014 sin ningún cambio significativo. En el 2017 se firmaron el Decreto 40186-MOPT titulado "Consolidación y ejecución de las políticas y estrategias para la modernización y sectorización del transporte público modalidad autobús en el área metropolitana de San José y zonas aledañas" y el Decreto 40545-MOPT que "Declara de interés público la Política Pública de la Modernización del Transporte Público Modalidad Autobuses del Área Metropolitana de San José". Además, en la segunda mitad del mes de junio de 2021, el MOPT presentó el proyecto de ley con número de Expediente 22.540, para cambiar la regulación respecto a las concesiones de transporte público, a la Asamblea legislativa. Lo más significativo de la propuesta es extender el plazo de las nuevas concesiones hasta 15 años a cambio de varias condiciones. La más importante para algunos es, la compra paulatina de una flota de buses eléctricos. Pero otras son igual o más importantes.

En el artículo 2 h se indica:

h) Promulgar la normativa requerida para que los sistemas operativos del transporte remunerado de personas, en los casos que corresponda, incluyan al menos: integración intermodal con el servicio de trenes y otros medios de transporte, fijación de itinerarios, horarios, paradas terminales o nodos de integración para el trasbordo de pasajeros, operación por sectores geográficos, carriles exclusivos para transporte público masivo, implementación del Sistema Nacional de Pago Electrónico en el Transporte Público (SINPE-TP), controles de calidad y la sustitución progresiva de flota vehicular por tecnologías eléctricas o cero emisiones.

También en el artículo 12 c se especifica:

c) Que se implemente el Sistema Nacional de Pago Electrónico en el Transporte Público como único mecanismo central de recaudo. El sistema de pago electrónico será inclusivo, universal y enfocado en las necesidades de la persona usuaria de acuerdo con los lineamientos y requerimientos técnicos del transporte público y los requerimientos técnicos del SINPE-TP.

Es importante mencionar que en la negociación de concesiones con los autobuseros en setiembre se debe exigir como mínimo:

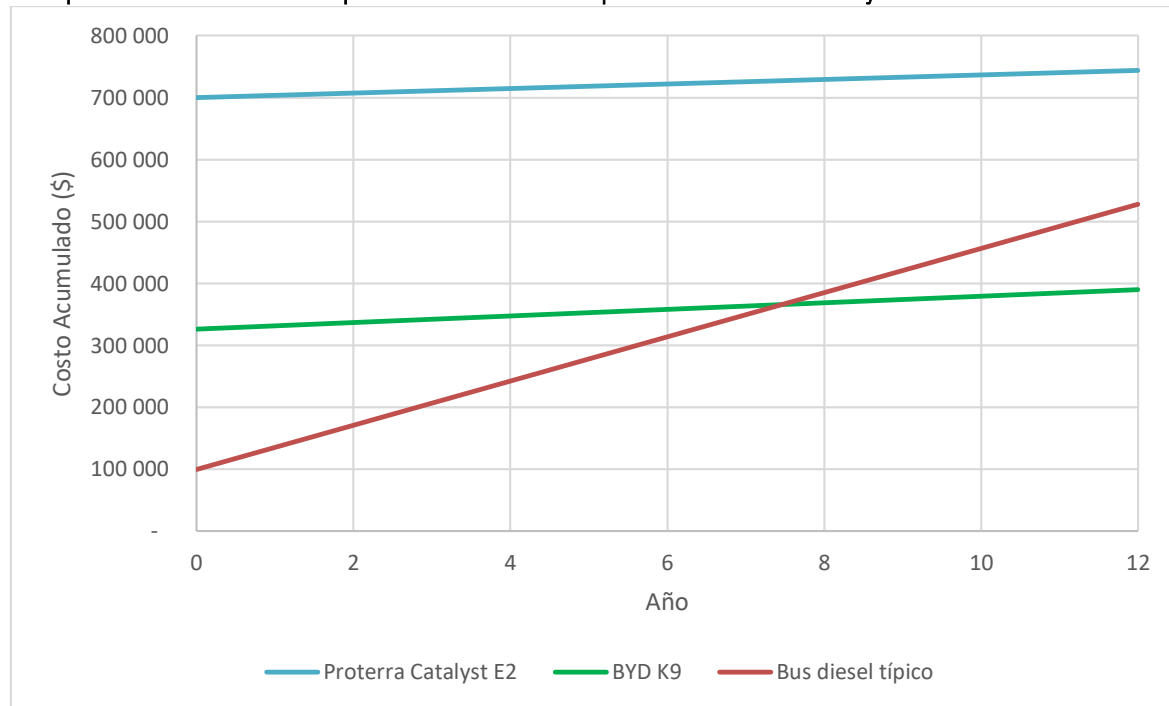
- Flexibilidad a cambios futuros a consecuencia de la sectorización, la implementación del tren eléctrico o cualquier otro cambio substancial en el sistema de transporte público.
- Pago electrónico e integración tarifaria.
- GPS en los autobuses para acceder a la localización de todas las unidades en operación en tiempo real.

El proyecto de ley incluye las primeras dos condiciones, pero no la tercera, por lo que sería conveniente que en su discusión en la Asamblea Legislativa se tomara en cuenta la obligatoriedad de la instalación de GPS en todas las unidades de transporte público, así como la transmisión de los datos de ubicación en tiempo real de todas las unidades. Esto para que los usuarios dispongan de la localización de las unidades en sus dispositivos móviles y puedan planear sus viajes en transporte público de una forma mucho más efectiva.

Con respecto al cambio de flota a vehículos eléctricos hay varios elementos que deben considerarse cuidadosamente. El cambio a una flotilla eléctrica es necesario para cumplir con las metas de descarbonización, pero las consecuencias financieras de dicho cambio deben considerarse cuidadosamente para que la tarifa no se vea afectada. El principal problema con los buses eléctricos es que su precio inicial es hoy en día mucho más alto que el de un autobús diésel convencional. Sin embargo, el costo por consumo de energía es mucho más bajo para un vehículo eléctrico, sobre todo si se pueden garantizar tarifas eléctricas preferenciales para el transporte público. De esta forma, el equilibrio financiero depende de un número de variables a considerar. Para ejemplificar la relación entre las diferentes variables se puede considerar el siguiente ejemplo con variables ajustadas al 5 de julio del 2021. Si se considera el precio inicial de un autobús diésel típico de aproximadamente \$ 100.000, un autobús eléctrico Proterra Catalyst E2 de \$ 700.000 y un BYD K9 de \$ 326.000, un recorrido de 80.000 km anuales y un precio por kWh de ₡ 25,92 (Tarifa Media Tensión, Energía Valle) se tienen los siguientes costos de operación mostrados en la Figura 9:

Figura 8

Comparación de costos de operación acumulados para autobuses diésel y eléctricos



Del ejercicio comparativo es evidente que a partir del octavo año de operación, el costo acumulado del bus eléctrico BYD K9 es menor al costo de un bus diésel convencional bajo los parámetros operativos mencionados (usando un tipo de cambio de ₡ 626). Esta comparación no es exhaustiva, solo se utiliza para ejemplificar las variables involucradas en el costo de operación de diferentes tipos de vehículos. Por otro lado, es innegable que el precio de los vehículos eléctricos continúa bajando a nivel mundial. De hecho, un reporte del Bloomberg New Energy Finance (BNEF) sugiere que el precio de los autobuses eléctricos se reducirá hasta alcanzar el precio de los buses diésel convencionales en el 2030 (Bloomberg NEF, 2018). Lo anterior indica que probablemente no sean necesarias concesiones por encima de los 7 años actuales para alcanzar el equilibrio financiero, a menos que los costos de la energía eléctrica sean muy superiores a los estimados. El proyecto de ley propone adicionar el artículo 21 BIS a la "Ley Reguladora de Transporte Remunerado de Personas en Vehículos Automotores" para permitir concesiones hasta por 15 años si se cumplen una serie de condiciones. Es recomendable que se agregue una condición de equilibrio financiero para no extender innecesariamente el plazo de las concesiones.

Retos de la política pública en materia de transporte público

El reto principal e ineludible de la política pública costarricense en materia de transporte público es la modernización sin dilación del sistema; para pasar a un sistema sectorizado, troncalizado, con carriles exclusivos, cobro electrónico e integración tarifaria y con información de ubicación de las unidades en tiempo real para el usuario. La sectorización es una tarea que durará años y que debió terminarse hace bastante tiempo. Por fin en este gobierno se ha avanzado, en

particular con la construcción de carriles exclusivos. Sin embargo, la gran oportunidad es aprovechar la renovación de concesiones para obtener los compromisos suficientes de los concesionarios para modernizar efectivamente el sistema y las reformas de ley propuestas son un paso en la dirección correcta.

Este es un momento crítico en la redefinición de la estructura legal e institucional del transporte público en la región. Se van a renovar las concesiones y se están haciendo esfuerzos para aprobar la construcción de al menos una línea del tren eléctrico de San José a Alajuela. Los próximos meses son críticos pero los resultados podrían, de nuevo, ser muy negativos.

En Costa Rica, el apoyo al transporte público se limita a las exenciones de impuestos a los buses que se utilizan. La gravedad de la crisis fiscal dificulta pensar en apoyos adicionales. Sin embargo, el Estado debería facilitar la operación de los vehículos de transporte público con intervenciones específicas en lugares concretos, por ejemplo, con tarifas eléctricas preferenciales para el transporte público.

La modernización del tren metropolitano y el sistema de buses del Área Metropolitana de San José son tareas complementarias que deben implementarse para poder ofrecer un sistema masivo de transporte público multimodal y debidamente articulado.

La incertidumbre sobre el futuro inmediato y a mediano plazo de las ciudades crea un impacto proporcionalmente mucho mayor en la demanda por transporte público. Los impactos de la pandemia serán mucho mayores sobre este, que ya pasaba por dificultades de demanda insuficiente fuera de las horas pico y falta de capacidad en las horas pico. Esta situación, como se muestra en los mapas, es mucho más grave en las periferias de la GAM. La pandemia amenaza en todas las ciudades la viabilidad del transporte público. La bajada temporal de pasajeros, que podría ser parcialmente permanente implica serios problemas financieros para las empresas, independientemente de cómo están organizadas.

Algunas soluciones y recomendaciones

En la negociación de concesiones con los autobuseros en setiembre se debería pedir como mínimo:

- a) Flexibilidad a cambios futuros a consecuencia de la sectorización, la construcción del Tren Interurbano y la recuperación luego de la pandemia.
- b) Pago electrónico e integración tarifaria
- c) Localización de las unidades por GPS en tiempo real

Las rutas de buses deben alimentar el tren interurbano. Pero no todas los pueden hacer porque no siempre su localización espacial lo permite. Una gran parte de los viajes dentro del Área Metropolitana de San José no se verán favorecidos directamente por la construcción del ferrocarril.

El Consejo de Transporte Público (CTP) es un ente técnicamente muy débil, que ha demostrado su incapacidad para planificar adecuadamente el sistema. Una reforma profunda del CTP es necesaria para mejorar significativamente el sistema de transporte público de todo el país. Para que la planificación sea realmente efectiva se necesitan datos continuos y en tiempo real de los usuarios del sistema y de la localización de las unidades en operación. Este debe ser un requisito indispensable para el otorgamiento o renovación de las concesiones.

Una forma de reducir costos sería que la sectorización redujera el número de vehículos kilómetros recorridos y que los buses fueran un poco más cargados en hora no pico. La implementación de rutas troncales con buses de alta capacidad y rutas alimentadoras es necesaria para disminuir la cantidad de vehículos kilómetro sin disminuir el nivel de servicio.

La información abundante y pertinente a los usuarios mediante las nuevas herramientas tecnológicas que indican que buses están cerca y cuanto se deberá esperar permitirían que el servicio no desmejorar tanto cuando las frecuencias se disminuyan.

La pandemia implica reducciones muy importantes en el número de pasajeros, por períodos no bien determinados. La magnitud y duración de estas reducciones es difícil de predecir por lo que el sistema debe ser capaz de adaptarse a esta posible situación de demanda cambiante sin una degradación significativa de la calidad del servicio o incrementos en la tarifa.

Referencias

AC&A Global y Gensler. 2017. Plan Integral de Movilidad Urbana Sostenible para el Área Metropolitana de San José de Costa Rica. San José: AC&A Global y Gensler.

Alpizar, F., & Carlsson, F. (2003). Policy implications and analysis of the determinants of travel mode choice: an application of choice experiments to metropolitan Costa Rica. *Environment and Development Economics*, 8(4), 603-619.

Bloomberg NEF (2018). *Electric Buses in Cities: Driving Towards Cleaner Air and Lower CO2*. Tomado de <https://web.archive.org/web/20190920210558/https://data.bloomberglp.com/professional/sites/24/2018/05/Electric-Buses-in-Cities-Report-BNEF-C40-Citi.pdf>

Castro R. L., Castro C., R., Moya A., I., Pereira R., J., & Ramírez H., F. (2007). Estudio de Oferta y Demanda de Transportes de la GAM. San José, Costa Rica: Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVAH)- Planificación Regional y Urbana del Gran Área Metropolitana (PRUGAM).

Castro R. L., Picado A. G., Rodríguez S., S. (2018). Evolución histórica de la modelación de demanda de transporte urbano en Costa Rica. *Infraestructura Vial*, 20.

Consejo de Transporte Público (2001). Manual de Calidad de Servicio, Guía para manipulación de formularios. San José: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Crôtte, A., Noland, R. B., & Graham, D. J. (2009). Is the Mexico City Metro an Inferior Good? *Transport Policy*, 16(1), 40-45.

Epysa-Sigma GP. (2014). Estudio de apoyo al modelo general de sectorización del transporte público de San José de Costa Rica. San José: Epysa-Sigma GP.

Glaeser, E. L., Kahn, M. E., & Rappaport, J. (2008). Why do the poor live in cities? The role of public transportation. *Journal of Urban Economics*, 63(1), 1-24.

INEC (2010). Manual para Censistas, X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda. San José, Costa Rica.

LCR Logística (1999). Reorganización del transporte público en el área metropolitana de San José: informe final. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, San José, Costa Rica.

PEN [Programa Estado de la Nación] (2018). Informe estado de la nación 2018. PEN-CONARE, San José, Costa Rica.

Rodríguez González, Matt Bryan (2015). Análisis del Nivel de Servicio del transporte público en buses de acuerdo a su accesibilidad en el Área Metropolitana de San José. Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Secretaría de Planificación Sectorial (2020), Programa para un Sistema Integrado de Transporte Público Masivo para la GAM, SITGAM 2020 - 2035. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, San José, Costa Rica.

Transit Cooperative Research Program. (2013). Transit Capacity and Quality of Service Manual, 3ra Edición. San Francisco, CA, Estados Unidos: Federal Transit Administration and Transit Development Corporation.