



UNIVERSIDAD LATINA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Licenciatura de Ingeniería Civil

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA FUNCIONAL DE LA RUTA
SANJOSE-KURU Y SUS RAMALES GOICOHECHEA- SAN JOSDE (RUTA
34A)

Gloriana Coronado Collado

60521646

gcoronado15@hotmail.com

Tutor: Daniel Figueroa Arias.

Heredia, Mayo 2017



TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proceso titulado: "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA FUNCIONAL DE LA RUTA SAN JOSÉ-KURÚ Y SUS RAMALES GOICOHECHEA SAN JOSÉ (RUTA 34 A)", fue aprobado por el tribunal examinador de la carrera de Licenciatura de Ingeniería Civil de la Universidad Latina, Sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil:



ING. DANIEL FIGUEROA ARIAS

TUTOR



ING. JOSÉ MARÍA ULATE ZÁRATE

LECTOR



ING. SIRLEY ALVÁREZ GONZÁLEZ

REPRESENTANTE DE RECTORÍA

COMITÉ ASESOR**ING. DANIEL FIGUEROA ARIAS****TUTOR****ING. JOSÉ MARÍA ULATE ZÁRATE****LECTOR****ING. SIRLEY ALVAREZ GONZÁLEZ****REPRESENTANTE DE RECTORÍA**



**CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL PROFESOR TUTOR DEL
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD TESIS DE GRADO**

Heredia, 11 de Mayo, de 2018

Sres.
Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación
SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, modalidad Tesis de Grado) bajo el título Análisis y Propuesta de mejora funcional de la ruta San José-Kuru y sus ramales Goicohechea-San José (Ruta 34) como requisito para que los citados estudiantes puedan optar por la Licenciatura en Ingeniería Civil.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,

Daniel Figueroa Arias



**CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL PROFESOR LECTOR DEL
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD TESIS DE GRADO)**

Heredia, 11 de Mayo, de 2018

Sres.
Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación
SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, modalidad Tesis de Grado bajo el título Análisis y Optimización funcional de la ruta San José-Kuru y sus ramales Goicohechea-San José (Ruta 34) como requisito para que el citado estudiante puedan optar por la Licenciatura en Ingeniería Civil.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,



José María Ulaté Zarate

CARTA DE REVISIÓN DEL FILÓLOGO

San José 16 de mayo del 2018.

SEÑORES
UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

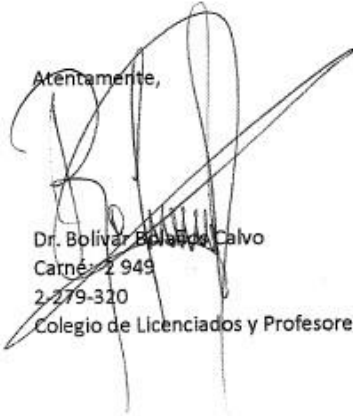
Estimados señores:

Hago constar que he revisado el **TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN (TESIS)** de la estudiante **GLORIANA CORONADO COLLADO**, denominado **ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA FUNCIONAL DE LA RUTA SAN JOSÉ-KURU Y SUS RAMALES GOICOECHEA SAN JOSÉ RUTA 34A**), para optar por el grado académico de **LICENCIATURA EN INGENIERÍA CIVIL**.

He revisado errores gramaticales, de puntuación, ortográficos y de estilo que se manifiestan en el documento escrito, y verificado que estos fueron corregidos por la autora.

Con base en lo anterior, se considera que dicho trabajo cumple con los requisitos establecidos por la **UNIVERSIDAD** para ser presentado como requerimiento final de graduación.

Atentamente,



Dr. Bolívar Bolaños Calvo
Carné: 2 949
2-279-320
Colegio de Licenciados y Profesores



UNIVERSIDAD LATINA
DE COSTA RICA
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES*

“Carta Autorización del autor(es) para uso didáctico del Trabajo Final de Graduación”

Vigente a partir del 31 de Mayo de 2016

Instrucción: Complete el formulario en PDF, imprima, firme, escanee y adjunte en la página correspondiente del Trabajo Final de Graduación.

Yo (Nosotros): Gloriana Coronado Colicido

Escriba Apellidos, Nombre del Autor(a). Para más de un autor separe con " ; "

De la Carrera / Programa: Ingeniería Civil
autor (es) del (de la) (Indique tipo de trabajo): Tesis de Grado
titulado:

“Análisis y Propuesta de Mejora funcional de la ruta San José -
Kurú y sus ramales en Goicoechea - San José (Ruta 34A)”

Autorizo (autorizamos) a la Universidad Latina de Costa Rica, para que exponga mi trabajo como medio didáctico en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI o Biblioteca), y con fines académicos permita a los usuarios su consulta y acceso mediante catálogos electrónicos, repositorios académicos nacionales o internacionales, página web institucional, así como medios electrónicos en general, internet, intranet, DVD, u otro formato conocido o por conocer; así como integrados en programas de cooperación bibliotecaria académicos dentro o fuera de la Red Laureate, que permitan mostrar al mundo la producción académica de la Universidad a través de la visibilidad de su contenido.

De acuerdo con lo dispuesto en la Ley No. 6683 sobre derechos de autor y derechos conexos de Costa Rica, permita copiar, reproducir o transferir información del documento, conforme su uso educativo y debiendo citar en todo momento la fuente de información; únicamente podrá ser consultado, esto permitirá ampliar los conocimientos a las personas que hagan uso, siempre y cuando resguarden la completa información que allí se muestra, debiendo citar los datos bibliográficos de la obra en caso de usar información textual o paráfrasis de esta.

La presente autorización se extiende el día (Día, fecha) 11 del mes mayo del año 2018 a las 14:00. Asimismo declaro bajo fe de juramento, conociendo las consecuencias penales que conlleva el delito de perjurio: que soy el autor(a) del presente trabajo final de graduación, que el contenido de dicho trabajo es obra original del (la) suscrito(a) y de la veracidad de los datos incluidos en el documento. Eximo a la Universidad Latina; así como al Tutor y Lector que han revisado el presente, por las manifestaciones y/o apreciaciones personales incluidas en el mismo, de cualquier responsabilidad por su autoría o cualquier situación de perjuicio que se pudiera presentar.

Firma(s) de los autores *Según orden de mención al inicio de ésta carta:*

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero darle gracias Dios por darme la oportunidad de vida de poder concluir esta etapa tan linda en mi vida como terminar mi carrera y poder disfrutarla tanto.

A mis familiares, que siempre estuvieron brindándome el apoyo y la energía necesaria para poder salir adelante, a mi madre Isabel Collado que gracias a ella y su constante apoyo y poder de convencimiento pude lograr la mayoría de mis logros, por completo mi pilar para seguir adelante con mis metas, a mi padre Victor Manuel Coronado, por siempre impulsarme a dar lo mejor de mí y dar el mejor ejemplo y dar todo de mí.

A mis hermanos, Victor y Ghyovanna también por brindarme su mano y apoyo en las situaciones que alguna vez deje de insistir, pero estuvieron ahí para ayudarme.

A mi mejor amigo, compañero y colega el Ing. Mauricio Reyes por el apoyo, confianza y por su disposición de siempre brindarme una mano en los momentos necesarios en los cuales lo necesitaba, muchas gracias por estar ahí siempre en los buenos y malos momentos.

Gracias mi Tutor, el Ing. Daniel Figueroa Arias, por sus sugerencias e ideas que me ayudaron a mejorar este trabajo, por tener siempre una respuesta ante las dudas que se me presentaban.

Y finalmente a todas aquellas personas que sin saberlo y de alguna u otra manera han colaborado en mi carrera y en la conclusión de este trabajo. A ellos y ellas especialmente toda mi gratitud y buenos deseos.

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mí misma, para demostrar que siempre se pueden hacer las cosas de la mejor manera, y sabiendo que siempre hay una oportunidad de crecimiento y además de esto de creer en uno mismo que sin importar los obstáculos que se presenten siempre vamos a salir hacia adelante representando lo que más amamos y lo que mejor podemos hacer.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar los componentes del tiempo de viaje para los usuarios del sistema de transporte público específicamente el en corredor de Guadalupe, la Ruta 34 A. El trabajo se centró en las paradas finales ubicadas en San José.

Hay una falta de espacio dedicado al transporte público en la ciudad, lo cual repercute en congestión de vías e intercesiones y frentes de cuadra que no cumplen con los requisitos mínimos para el funcionamiento de las paradas. Una oportunidad de mejora del sistema es reducir los tiempos de las personas en abordar o descender, utilizando autobuses con mejores condiciones y sistemas de pago electrónico o prepago que puedan reducir en uno o dos segundos por persona y además facilitar la inclusión de grupos con discapacidad.

Así con estas y otras medidas poder llegar a una mejora del corredor y así poder contribuir a que el congestionamiento vial sea menor y el flujo de los autobuses como también de automóviles se dé de la mejor manera posible.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	3
Antecedentes	4
Planteamiento del problema de investigación	4
Objetivo General	9
Objetivos Específicos	9
Justificación.....	10
Alcances y Limitaciones	10
MARCO TEÓRICO	12
Marco Teórico-Conceptual	12
Marco Situacional	13
MARCO METODOLÓGICO.....	13
Tiempo de caminata de los usuarios	21
1. Tiempo de caminata del usuario desde el origen de su viaje hasta la parada	21
2. Tiempo de caminata del usuario para trasbordo.....	22
Tiempo en parada	22
1. Tiempo que tarda el usuario en abrodar y tiempo que dura en descender del autobus ...	22
2. Espera del usuario en la parada hasta que llega el autobus.....	23
Tiempo de Viaje	24
1. Tiempo en marcha	24
2. Tiempo en parada	25
Tiempo de Caminata de los usuarios	26
1. Velocidad peatonal	26
2. Tiempo de caminata para trasbordo.....	28
3. Determinación de isocronas para los tiempos de caminata.....	29
4. Tiempo que necesita un usuario para abordar	30
5. Tiempo que tarda un usuario en descender	32
6. Tiempo de espera de un usuario en la parada.....	33
Cálculo del tiempo de viaje en autobús.....	36
Ubicación de Paradas y Tiempos de Caminata	37
1. Descripción de la Zona de estudio	37
2. Ubicación de la Parada.....	38
Tiempo de caminatas.....	39
1. Velocidad peatonal y niveles de servicio peatonales.....	39

2. Distancia y tiempo de caminata entre paradas	44
Funcionamiento de Paradas para Abordaje y Descenso de Pasajeros	48
1. Tiempos necesarios para abordaje y descenso de pasajeros	48
2. Observaciones sobre el funcionamiento de paradas y el tiempo de parada o terminal 46	48
3. Tiempo de abordaje de los pasajeros	52
4. Tiempo de descenso de pasajeros	54
5. Tiempos de Espera del Usuario en Parada.....	57
Observaciones sobre las condiciones espaciales de las paradas y su efecto en las filas....	57
Determinación del espacio necesario para el desarrollo de la fila	58
Observaciones de tiempo de espera	59
Tiempo de recorrido en el corredor de Guadalupe	62
Tiempo de viaje en el corredor de Guadalupe.....	63
ANÁLISIS DE RESULTADOS	71
Ubicación de las paradas	71
Bloqueos en vías o intersecciones	72
Insuficiente espacio para los usuarios en la cuadra.....	73
Velocidad Peatonal y Tiempos de caminata	75
Velocidad Peatonal	75
Tiempos de caminata	76
Funcionamiento de las paradas	76
Operaciones de abordaje y descenso de pasajeros.....	76
Parada que sirve para Múltiples Rutas	78
Tiempo de espera en parada	78
Tiempo de Recorrido.....	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	81
CRONOGRAMA	86
BIBLIOGRAFIA	87

Índice de Tablas

Tabla 1 "Porcentajes de uso de autobús y automóvil según encuestas."	5
Tabla 2 "Criterios para determinar niveles de servicio acorde a flujos de autobuses sugeridos con fines de planificación, según HCM."	14

Tabla 3 "Criterios para determinar niveles de servicio acorde a cantidad de pasajeros sugeridos con fines de planificación, según HCM."	14
Tabla 4 Criterios para determinar niveles de servicio para flujos peatonales.	17
Tabla 5 Ejemplo de datos tomados en campo y procesado en hoja de cálculo	33
Tabla 6 Ejemplo de datos tomados en campo y procesado en hoja de cálculo	34
Tabla 7 Ejemplo de cálculo de tiempo de espera para cada uno de los grupos	34
Tabla 8 Resultados del muestreo de velocidad para cada uno de los niveles de servicio encontrados en la sección estudiada.....	41
Tabla 9 Tiempo de abordaje o descenso por persona	49
Tabla 10 Tasa de abordaje de pasajeros, según ramal de ruta.	51
Tabla 11 Tasa de descenso de pasajeros	52
Tabla 12 Promedio del tiempo de descenso de pasajeros.....	52
Tabla 13 Variación de velocidad de operación y distribución de tiempo del viaje para cada recorrido, periodo matutino # 1.....	60
Tabla 14 Variación de velocidad de operación y distribución de tiempo del viaje para cada recorrido, periodo matutino #2.....	61
Tabla 15 Variación de velocidad de operación y distribución de tiempo del viaje para cada recorrido, periodo matutino #3.....	62
Tabla 16 Variación de velocidad de operación y distribución de tiempo de viaje para cada recorrido, periodo matutino # 4.....	62
Tabla 17 Variación de velocidad de operación y distribución de tiempo del viaje para cada recorrido, periodo vespertino #1.....	64
Tabla 18 Variación de velocidad de operación y distribución de tiempo del viaje para cada recorrido, periodo vespertino #2.....	64
Tabla 19 Variación de velocidad de operación y distribución de tiempo del viaje para cada recorrido, periodo vespertino #3.....	65
Tabla 20 Variación de velocidad de operación y distribución de tiempo del viaje para cada recorrido, periodo vespertino #4.....	65

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1 Tiempos de Caminata.....	20
-------------------------------------	----

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Corredores de Transporte Público que sirven en el Gran Área Metropolitana.....	7
Ilustración 2 Gráfico de Iteración de los niveles de servicio calculados en el HCM.....	15
Ilustración 3 Algunos factores para ajuste del ancho de acera.....	18
Ilustración 4 Foto tomada de la Avenida Central en horas de la tarde.....	25
Ilustración 5 Ubicación de la Parada Kuru-San José,Ruta 34A y sus ramales (Chanita-Domino-Marianas.....	27
Ilustración 6 Tiempo de abordaje de los pasajeros en las paradas respectivas.....	30
Ilustración 7 Pasajeros desbordando el autobús por puerta delantera.....	31
Ilustración 8 Fotografía de parada de Ruta 34A, fila de usuarios esperando para abordar el bus.....	32
Ilustración 9 Zona de estudio seleccionada, con ruta de autobús y paradas finales.....	35
Ilustración 10 Zona donde autobuses hacen virajes cerrados.....	37
Ilustración 11 Ancho de aceras en las que transitan las personas.....	39
Ilustración 12 Señalamiento de trayectos que se pueden tomar hacia la parada Kuru y sus ramales.....	42
Ilustración 13 Pasajero descendiendo por la puerta del frente del autobús.....	53
Ilustración 14 Ubicación de la parada Kuru.....	56
Ilustración 15 Paso de peatones por la parada de la Ruta de Kuru.....	57
Ilustración 16 Trayecto recorrido por la Ruta 34A y sus respectivos ramales.....	60
Ilustración 17 Parada Ruta 34 A, sin espacio para que las demás unidades puedan estacionar.....	68
Ilustración 18 Parada Ruta 34 A, demostración del insuficiente espacio que hay en ella.....	70
Ilustración 19 Parada Ruta 34 A, demostración del insuficiente espacio.....	70
Ilustración 20 Colapso entre pasajeros que abordan y descienden del autobús por la parada delantera.....	73
Ilustración 21 Señalización de Rutas críticas Ruta 34 A.....	76

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

En el presente proyecto, el tema de estudio será reflejado en el área de transportes que se presenta en Costa Rica, específicamente dando su enfoque en el transporte público por medio de los autobuses. A continuación, se describirá el problema a tratar y su relevancia para la realidad nacional, comenzando con generalidades de la situación del transporte público en Costa Rica y San José.

Hay una falta de espacio dedicado al transporte público en la ciudad, lo cual repercute en congestión de vías e intersecciones y frentes de cuadra que no cumplen con los requisitos mínimos para el funcionamiento de las palabras. Los sistemas de transporte para ser empleados adecuadamente deben de satisfacer la demanda existente y futura en las mejores condiciones de operación, para esto es de suma necesidad determinar la oferta como la demanda que tiene la ruta a estudiar, ya que sin el conocimiento de esto no se podrá garantizar un servicio de transporte adecuado a los requerimientos de la población.

Planteamiento del problema de investigación

Respecto a la evolución del uso del transporte público, como punto de partida se pueden comparar los porcentajes de uso, según la encuesta de hogares realizada en el mes de Julio de 1982 por la Dirección General de Estadísticas y Censos, cuyo informe fue elaborado por el Dr. Rosendo Pujol y un equipo de asistentes de La Universidad de Costa Rica, la encuesta origen-destino realizada por el MOPT en 1990, y procesada por el ProDUS-UCR, y la encuesta de hogares realizada por L.C.R Logística, dentro del marco del proyecto PRUGAM en el año 2007 los tres se centran principalmente en la Gran Área Metropolitana (GAM), con apenas ligeras diferencias geográficas entre los mismos. En el siguiente cuadro se muestra el tamaño de cada una de

las encuestas, así como el porcentaje de uso de los modos de autobuses y de automóviles particulares

(las encuestas están ordenadas según el año en el que se realizaron)

Tabla 1 "Porcentajes de uso de autobús y automóvil según encuestas."

Año	Tamaño de muestra	Periodo	% Uso de Autobús	% Uso de Automóvil
1982	25 824 personas	Sin diferenciar	52,3%	15,6% ¹
1990	11 000 hogares	Viajes de salida	53,0% ²	11,7%
		Viajes de regreso	52,0% ²	10,1%
2007	56 046 personas	Periodo matutino	40,8%	23,5%
		Periodo vespertino	46,2%	24,1%

Notas:

(1): Se sumaron los porcentajes correspondientes a conductor y pasajero.

(2): Se sumaron los porcentajes de autobús y microbús público; así como de conductor y pasajero.

Fuentes: Pujol (1983); ProDUS-UCR (2001); LCR Logística (2007).

Del cuadro anterior, los estudios realizados por ProDUS-UCR (2001) y LCR Logística (2007), estos diferencian los porcentajes según si es el viaje de salida o de regreso del hogar, o si es durante la hora pico de la mañana o de la tarde, este es el horario por estudiar en esta tesis, para fines comparativos se podría considerar que los viajes de salida ocurren principalmente durante la hora pico de la mañana y los de regreso solo durante la hora pico de la tarde. En el estudio de 1983, no se diferencia un porcentaje según el periodo del día.

Entonces se, puede observar en la Tabla 1, que las encuestas realizadas en el año 1982 y en el año 1990, no hay en realidad una diferencia importante en el porcentaje de viajes realizados, utilizando el sistema de transporte público, aunque si hay una disminución del porcentaje en el uso del automóvil. Un detalle importante es que la encuesta realizada en el año 1990 fue realizada aproximadamente a 11000 mil hogares, los cuales pueden rondar entre las 50 000 mil y 60 000 mil personas.

Pero al observar los resultados de la encuesta del año 2007, se tiene una disminución del porcentaje de los viajes en autobús público, esto respecto a las encuestas anteriores, especialmente durante la hora pico de la mañana (53% en la encuesta del año 1990 respecto al 40,8% en el año 2007). Por otro lado, en la Tabla 1 se tiene el uso del automóvil particular ha aumentado en más de un 10% en el año 2007, respecto a las dos encuestas de los años anteriores, lo

cual se refleja en el crecimiento de la flota vehicular (6,1% en kilómetros-vehículo entre los años 2001-2005, según Pérez 2006).

Lo anterior representa la pérdida de competitividad que existe en el transporte público en comparación al uso automóvil particular. Una pérdida que se puede explicar, entre otros factores, por diferencias de calidad del servicio (horarios irregulares, autobuses en las malas condiciones, tiempos de viaje prolongados, etc.). Estas deficiencias al no ser atendidas, con el paso del tiempo y crecimiento de la demanda se han agravado considerablemente, haciendo que la opción de transporte público deje de ser atractiva para muchas personas. Otro factor importante, es la tendencia de las personas a trasladarse a mayores distancias entre sus hogares y lugares de trabajo, este es un cambio del patrón de viaje que no siempre el sistema de transporte público sigue al mismo compás.

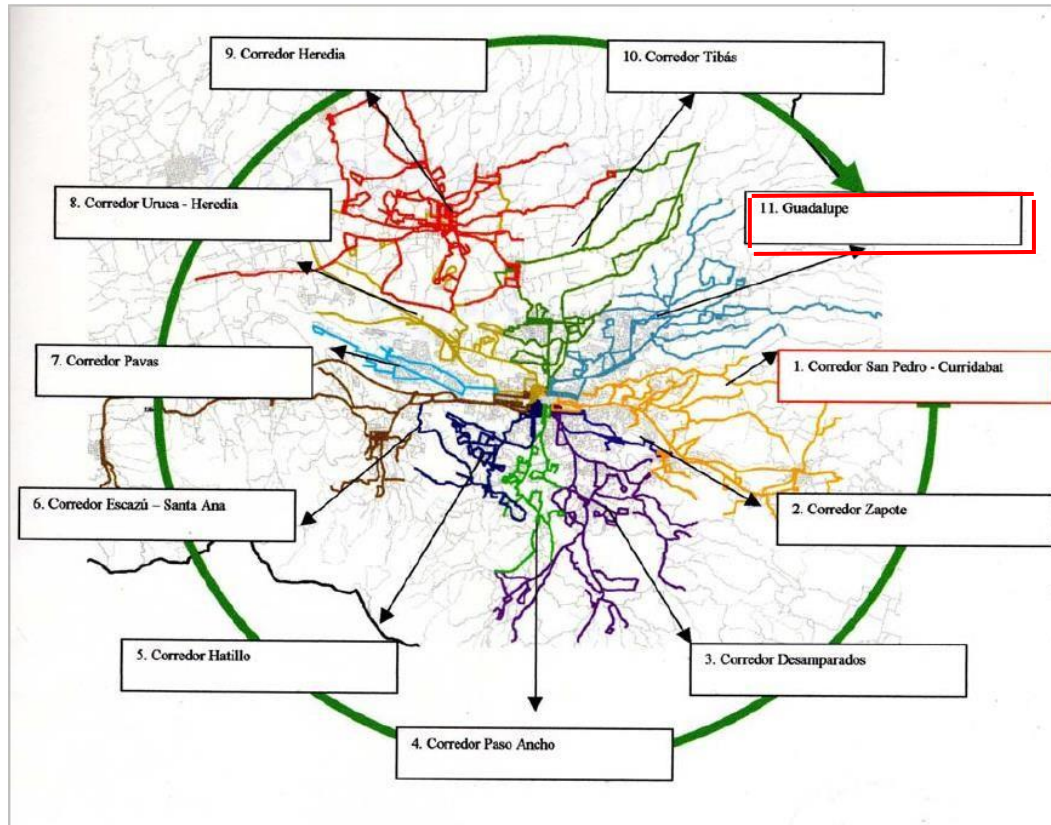
Aun así, los autobuses mueven a la mayor parte de los usuarios del sistema de transporte, considerando el aumento en el precio de los combustibles durante el primer semestre del año 2008 principalmente y la crisis económica anunciada al menos durante el año 2009, es de esperar que la cantidad de personas que recurren al sistema de transporte público aumente.

El sistema de transporte público es un sistema radial con un punto de convergencia en la GAM y la ciudad de San José, por lo que la inmensa mayoría de sus corredores de transporte pasan por esta zona obligatoriamente.

En la Figura 1, se muestra la zona que se va a estudiar en esta tesis en desarrollo, conocida como Ruta 34A y con sus ramales respectivas, por corredor se entiende un grupo de ruta que sirven en una misma zona geográfica y que siguen un mismo recorrido aproximadamente, el termino se aplica en pro de la futura sectorización del transporte público, en la cual múltiples rutas a San José, llegaría una única ruta trocal que se conectaría con otras rutas alimentadoras que se encargarían de servir a la zona geográfica respectiva. Actualmente, las rutas de autobuses son radiales, ya que salen de un mismo punto que en este caso es el centro de la ciudad hacia otras partes del Área Metropolitana y del Gran Área Metropolitana; nótese la carencia de

rutas diametrales, es decir, rutas que rodeen a la ciudad con acepción de la Ruta Periférica.

Ilustración 1 Corredores de Transporte Público que sirven en el Gran Área Metropolitana



Fuente: ProDUS-UCR, 2001.

La importancia del transporte público se entiende, no solo desde el punto del porcentaje de personas que moviliza, si no como partes de estrategias integrales que buscan reducir la pobreza, así como una forma alterna de atacar la falta de capacidad en las vías y mejorar el funcionamiento de la ciudad, promoviendo en conjunto con otros modos de transporte.

Una debilidad del sistema es la carencia de una infraestructura dedicadas al transporte público, sino que este se encuentra en competencia con otros modos de transporte.

Respecto a la calidad del servicio prestado por los autobuses, la ARESEP reporta en el primer trimestre del 2016, más del 90% en quejas relacionadas en su mayor parte con la frecuencia e incumplimiento de las paradas oficiales en las rutas del autobús del país.

Entre los intentos que se han hecho para mejorar la infraestructura, especialmente de las paradas de autobús, como la renovación de las bancas y el mobiliario urbano alrededor, así como la renovación de los autobuses de la ruta. Más la falta de indicadores en el área de la planificación del transporte y de recursos para la elaboración estos por parte de las instituciones públicas, ha provocado un vacío a la hora de tomar decisiones de diseño y de políticas, que los responsables han tenido de sortear, no siempre teniendo los resultados más favorables. Una mala gestión del transporte público puede repercutir negativamente, no solo desde el punto de vista de los usuarios directos, sino en todo el sistema de transportes en general y del funcionamiento de la ciudad.

Se requiere tener capacidad para modelar las rutas de transporte público. Para esto se necesita saber cómo diferentes factores (condiciones mecánicas del autobús, geometrías de las paradas, mobiliario urbano, diseño de los tiempos de salida en la ruta) afectan puntualmente al tiempo de viaje de los usuarios en sus distintos componentes.

Para así entender cuáles medidas con necesarias para optimizar el servicio de transporte público, dentro del contexto de Costa Rica y de la ciudad de San José, así como detectar casos positivos de funcionamiento de paradas que vale la pena documentar y analiza, para su aplicación a más grande escala.

Según Molinero y Sánchez (2005), establecen que todo estudio de transportes, específicamente en transporte público consta de dos fases para la recolección de la información. Al final de la primera fase, el producto esperado es una base de datos a nivel de la red, del sistema y de la ruta. Seguidamente, la segunda fase consiste en el seguimiento en las rutas con el fin de verificar la validez de la información recopilada en la primera fase. El objetivo de este esfuerzo es que la información sea pertinente recopilada en la primera fase. El objetivo de este esfuerzo es que la información sea pertinente para el diseño y

optimización de una ruta de autobuses, o bien auditoría interna (por parte de la empresa concesionada) o externa (por parte de las entidades estatales responsables, tales como el Consejo Transporte Público o la Agencia Reguladora de Servicios Públicos).

Dentro de este marco, el presente proyecto se centrará en la primera fase de la recolección de información principalmente. Continuando con Molinero y Sánchez (2005), la información de la primera fase puede ser muy variada, oscilando desde factores antropológicos como la conducta de los usuarios, a obtención de información cuantitativa a nivel de rutas o corredores (cantidad de pasajeros, velocidades, tiempos de viaje, etc.). De todo este abanico de información, se tomarán como parámetros de calidad de operación de una unidad, y para estimar las probabilidades de escogencia de un modo de transporte. Estos tiempos estarán referidos a condiciones de funcionamiento e infraestructura de las paradas y autobuses.

Se buscará que la información sea representativa para el sistema de la Ruta a analizar, ya que la meta es desarrollar el conocimiento necesario para la toma de decisiones respecto a la infraestructura de terminales y las paradas intermedias, características de los autobuses y diseño de las rutas. Las condiciones actuales de la infraestructura y el funcionamiento de los autobuses y de las paradas, como afectan estas a los diferentes del tiempo de viaje.

Objetivo General

- Analizar los niveles de servicio de la Ruta Kurú-San José (Ruta 34A) y sus ramales (Goicoechea-San José).

Objetivos Específicos

- Determinar los niveles de servicio de los componentes de los viajes en autobús de la Ruta 34A.
- Identificar los factores que inciden en el nivel de servicio de la Ruta 34A.

- Delinear las estrategias de mejora de la Ruta 34A.

Justificación

El propósito de este proyecto es cuantificar lo que se está viviendo por parte de los usuarios del transporte público regular de la Ruta 34A, mediante indicadores de niveles de servicio, para identificar las deficiencias y establecer estrategias de mejora en la atención espacial y temporal de la demanda de transporte.

Alcances y Limitaciones

1. Alcances:

En la Figura 1, se muestra la zona de estudio del presente proyecto, correspondiente a las áreas de Goicoechea y San José. Mas específico son los tiempos para transbordo y tiempo de parada, tiempos de viaje y de caminata desde el origen a la parada más cercana, se estudiará el corredor de Guadalupe. Se limitará al servicio de autobuses urbanos y en tramos que se consideran representativos del sistema de transporte público.

Para la medición de tiempos de viaje y estudio de colas, se tomaron los tiempos de viaje en días típicos entre semana (Martes, Miércoles y Jueves). El viernes por la tarde y por la noche se toman como periodos de transición hacia el fin de semana, por lo que se prefiere excluirlos de la muestra. En las mañanas, se midió dentro del lapso desde las 6:00 a.m. hasta las 9:00 a.m., buscando captar la hora pico de la mañana. En las tardes el periodo de observación fue de 4:00 p.m. a 7:00 p.m., no solo buscando la hora pico de la tarde, sino también los tiempos y frecuencias en la noche. Para las variables de tiempo de abordaje y descensos, se cubrieron los mismos horarios, buscando las colas y grupos de pasajeros mayores, pero también abarcaron lunes y viernes.

Esta información que se generará se referirá a las condiciones de una ruta y corredor, en lo referente a variables de tiempo de caminata para trasbordo y tiempos en las paradas. Obviamente, para las variables como los tiempos de

viajes y tiempo de caminata hacia paradas, se tiene que evaluar para casos específicos.

No se busca determinar todos los factores involucrados en el sistema de transporte público, pero si explotar algunos de los más importante y directos desde el punto de vista del usuario del transporte público y su tiempo de viaje. Factores relacionados con las condiciones mecánicas de los autobuses y geométricas o de pavimentos, quedan fuera del área de estudio. El enfoque se hace con el usuario y los niveles de servicio que se presentan para este guiados del Molinero y Sánchez (2005) como guía para esta tesis.

2. Limitaciones:

Un análisis a fondo de la infraestructura para paradas de autobús esta fuera del alcance también de este proyecto, aunque si se espera poder aportar algunos lineamientos respecto a su ubicación y el funcionamiento que estas presentan. La parada que se encuentran en San José adolece de una infraestructura adecuada, y su funcionamiento no es adecuado. Así mismo, un problema siempre presente en los estudios de colas, son las personas colándose o saliéndose de la fila, lo cual para una sola persona es muy difícil de contabilizar, especialmente cuando la fila es muy larga y no tiene una vista apropiada del inicio.

Una de las particularidades vista a lo largo de esta tesis, es el patente especial en el trabajo de filmación para el descenso, abordaje y el cálculo de velocidad peatonal, es la ausencia de los grupos sociales especialmente vulnerables, entiéndase en este caso como son personas de la tercera edad, personas con una motora-sensorial especial, mujeres embarazadas o con niños en los brazos. De diez filmaciones para hacer una observación detallada de personas abordando, solo diez personas de la tercera edad se encontraron, también solo dos personas con una necesidad especial, igualmente mujeres embarazadas o personas con niños en los brazos no fueron bastante numerosos como para poder construir una muestra representativa.

En las observaciones de campo se encontró que muchas de las veces los choferes de las unidades hacen cambios en la ruta, por lo general, esto se debe a problemas de congestión. También es conocido el problema de las paradas no oficiales, volviéndose difícil de diferenciar paradas no oficiales a las que si están previamente establecidas en la ruta. Se tomó como decisión de no contar como tiempo de parada, cuando la unidad se detenía a recoger o dejar gente en puntos donde no debía y no se tomó un estudio vial como tal.

MARCO TEÓRICO

Marco Teórico-Conceptual

La investigación se sustentará en las investigaciones sobre los niveles de servicio que presentan en el transporte público en Costa Rica, específicamente en la ruta 34 A y sus ramales sobre la misma ruta, los cuales abarca Kuru-El Alto-Marianas-Chanita-Dominó. Los estudios se basarán a través de trabajo de campo como también en los datos brindado por la ARESEP, CTP y la Empresa Guadalupe Ltda.

En cuanto a las normas a utilizar serian el HCM 2000, TCRP RT 125-126, como también el libro Molinero y Sánchez.

Ademas de los conceptos relativos que se utilizaran en el presente trabajo los siguientes terminos:

- *Intervalo*: fraccion de tiempo que se mide entre dos salidas sucesivas de autobuses en una parada.
- *Frecuencia del servicio para autobuses*: es la cantidad de unidades que pasan por un mismo punto. Se define como el inverso del intervalo de la ruta.
- *Capacidad vehicular*: es el numero total de plazas para pasajeros de cada autobus. Una de las características del sistema de transporte publico es la heterogeneidad entre los diferentes modelos de autobuses que circulan por las vias. Como promedio se onsidera cincuenta asientos

y treinta espacios para personas que van de pie, para cada autobús determinado por las tarjetas de circulación de los autobuses.

- *Capacidad ofrecida*: es la capacidad producto de todas las unidades en un lapso de tiempo, en este caso, una hora. Se puede calcular como el producto entre la capacidad vehicular y la frecuencia.

Marco Situacional

La descripción del contexto geográfico para la realización de este tema se realizará en San José, sobre todo en el corredor de Guadalupe específicamente en la ruta 34 A y sus ramales.

Analizando los datos de campo, aplicado en una ruta existente y viendo los resultados, se puede determinar que los niveles de servicio considerados ayudan a que se tomen en cuenta lo analizado y se apliquen en otros ramales semejantes.

MARCO METODOLÓGICO

El concepto de nivel de servicio para un sistema de transporte público es un problema más complejo que el cálculo de nivel de servicio para intersecciones o carreteras. Implica no solo consideraciones cuantitativas, si no también cualitativas desde el punto de vista del usuario. El manual de capacidad de carreteras (HCM según sus siglas en inglés), en su versión del año 2010 presenta la naturaleza del nivel de capacidad como la conjugación de dos dimensiones.

Una de estas dimensiones corresponde al nivel de servicio referido a la cantidad de vehículos por hora la cual se determina según la cantidad de

autobuses por carril por hora, como se puede apreciar en la Tabla 2. Nótese que acorde a la descripción de cada nivel de servicio, el HCM considera el efecto que se espera del flujo de autobuses sobre la circulación en la vía.

La otra dimensión corresponde al nivel de servicio según la cantidad de pasajeros por vehículo por hora, cuya forma de cálculo se muestra en la Tabla 3. Nótese que cada uno de los niveles de servicio para pasajeros por hora por ruta en los renglones, está vinculado a un rango de relación pasajeros/asientos, considerando como estándar el autobús con cincuenta asientos. El nivel de servicio para pasajeros se obtiene relacionando la cantidad de buses o nivel de servicio deseado de la Tabla 3 y considerando la cantidad de pasajeros o bien la relación de pasajeros/asientos deseada. *Tabla 2 "Criterios para determinar niveles de servicio acorde a flujos de autobuses sugeridos con fines de planificación, según HCM."*

Nivel de servicio	Descripción	Autobuses/carril/hora	Valor medio
A	Flujo libre	20 o menos	15
B	Flujo estable, sin conflictos o limitaciones con los demás vehículos.	De 21 a 40	30
C	Flujo estable, con algunas interferencias o conflictos con los demás vehículos.	De 41 a 60	50
D	Flujo estable, en algunas ocasiones restringido a la velocidad del pelotón de los vehículos en la vía.	De 61 a 80	70
E	Flujo inestable, hay demoras debido a la cantidad de vehículos en la vía	De 81 a 100	90
F	Flujo forzado, abundantes demoras debido a la congestión. Peor condición de operación.	Por encima de 100	110

Nota: Se muestran sólo los valores para zonas comerciales o distritos centrales urbanos, ya que son los que más se ajustan a la zona de estudio del presente trabajo. El HCM además incluye valores para vías arteriales.

Fuente: Highway Capacity Manual, version 1997. Traducción del autor.

Tabla 3 "Criterios para determinar niveles de servicio acorde a cantidad de pasajeros sugeridos con fines de planificación, según HCM."

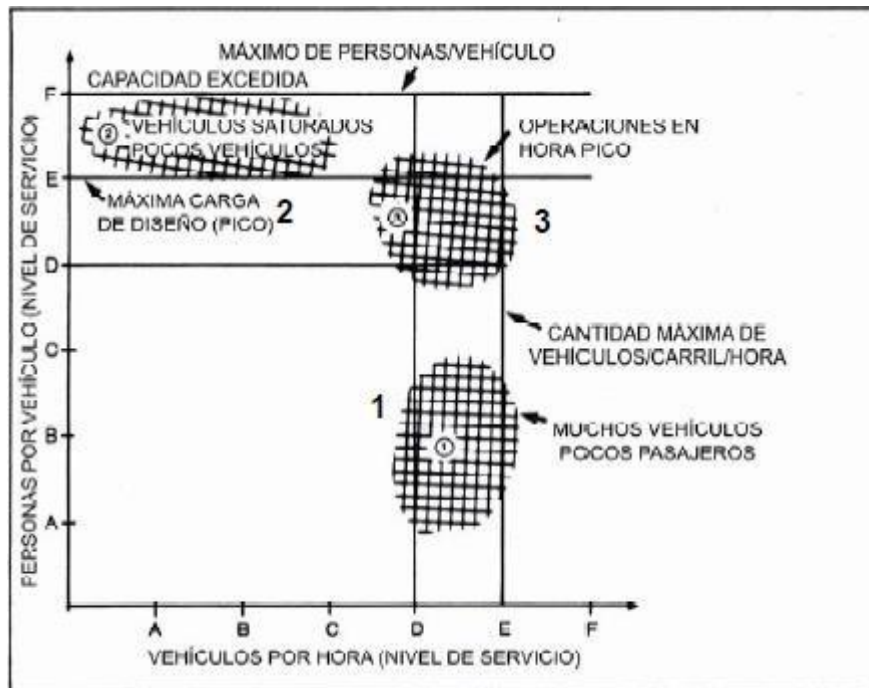
Nivel de servicio de la calle		A	B	C	D	E
Autobuses		20 o menos	De 21 a 40	De 41 a 60	De 61 a 80	De 81 a 100
Nivel de servicio (pasajeros/hora/ruta)	A 0,00 – 0,50 ^a	500	1 000	1 500	2 000	2 500
	B 0,51 – 0,75 ^a	750	1 500	2 250	3 000	3 750
	C 0,76 – 1,00 ^a	1 000	2 000	3 000	4 000	5 000
	D 1,01 – 1,25 ^a	1 250	2 500	3 750	5 000	6 250
	E 1,26 – 1,50 ^a	1 500	3 000	4 500	6 000	7 500

Nota: Se muestran sólo los valores para zonas comerciales o distritos centrales urbanos, ya que son los que más se ajustan a la zona de estudio del presente trabajo. El HCM además incluye valores para vías arteriales.

a: La relación que se muestra debajo de cada nivel de servicio, corresponde a la relación pasajeros por asiento, partiendo del supuesto que los autobuses tienen 50 asientos.

Fuente: Highway Capacity Manual, version 1997. Traducción del autor.

Ilustración 2 Gráfico de Iteración de los niveles de servicio calculados en el HCM



Fuente: Highway Capacity Manual, version 1997. Traducción del autor.

La ilustración 2 representa la manera en que interactúan estos dos niveles de servicio. Nótese que siempre el máximo se considera en el nivel de servicio E. una limitante importante es que el método de niveles de servicio sugerido por el HCM está enfocado hacia la planificación de las rutas, no así para la evaluación de rutas existentes, por lo tanto los niveles de servicio F en realidad nunca deben ser usados (por lo que en la tabla 3 son omitidos).

El límite para el eje de las abscisas corresponde a la cantidad máxima de vehículos por carril por hora, mientras que el límite superior para el eje de las ordenadas, corresponde a la cantidad máxima de personas por vehículo. En este caso se muestran dos límites: uno en el nivel de servicio F, el cual representa una condición que nunca debería alcanzarse en el sistema, y el límite en el nivel de servicio E que corresponde al máximo de diseño. Se muestran además los límites determinados por los niveles de servicio D, el teóricamente debería ser el nivel de servicio máximo recomendado para diseño.

El gráfico en la ilustración 2 muestra tres zonas que corresponden a tres escenarios extremos del sistema. El primero corresponde cuando hay muchos vehículos en la vía, sobrepasado el nivel de servicio D, pero son pocos los pasajeros; este escenario corresponde al patrón fuera de horas pico. El

segundo escenario corresponde al caso contrario, cuando son muchos los pasajeros, hay un nivel de servicio para pasajeros E, pero son pocos los vehículos que prestan servicio; este escenario es visto en algunas rutas, donde la cantidad de autobuses que llegan durante la hora de mayor afluencia de pasajeros no es suficiente. El tercer escenario es el más balanceado, donde se encuentra la máxima cantidad de vehículos, durante la hora de mayor afluencia de pasajeros, este escenario debería ser el adecuado durante las horas pico.

Estos son los dos indicadores de nivel de servicio para transporte público que propone el HCM versión 1997. Sin bien permiten explicar el balance que debe existir entre la cantidad de autobuses disponibles en una ruta y la cantidad de pasajeros, no pasan de ser valores iniciales para empezar un diseño de ruta, los cuales deben ser medidos en campo y el modelo calibrado, como recomienda el HCM. Esto en primer lugar debido a que este es un modelo empírico, basado en la experiencia de otros países, por lo tanto, calibrado para las realidades de su sistema de transporte público. El sistema está pensando para corredores con una sola ruta, así como en escenarios donde la política es evitar que las personas viajen de pie, por lo que la razón pasajeros/asientos alcanza la unidad cuando llega el nivel de servicio D, como se puede apreciar en la Tabla

3.

Las variables de tiempo, como tiempo de espera en parada o tiempo de abordaje/descenso, no son evaluadas directamente. Se parte del supuesto que si los niveles de servicio de pasajeros y vehículos son adecuados, entonces los tiempos deberían ser adecuados. Dicho supuesto no puede ser corroborado desde el mismo modelo, debido a que en ningún momento se elabora un indicador para el tiempo de espera del pasajero en la terminal o el tiempo del autobús en la terminal.

Debido a sus limitaciones, el sistema propuesto por el HCM versión 1997, no se puede tomar por sí solo como parámetros de referencia, ya sea para el diseño de ruta o para el monitoreo de la misma. Son necesarias las mediciones cualitativas y cuantitativas para la planificación y monitoreo de las mismas,

relacionadas con el tiempo de viaje, patrones de la demanda de pasajero y la eficiencia del itinerario. En la siguiente sección se repasará brevemente algunos conceptos relacionados con el diseño de itinerarios, enfocándose seguidamente en los conceptos relativos al tiempo de viaje.

Al igual que el problema del transporte público, el análisis de los flujos y los factores que los afectan, es un proceso complejo y con muchas variables de por medio. El manual de capacidades de carreteras, en su versión del año 1997, considera los factores mostrados en la Tabla 4.

Tabla 4 Criterios para determinar niveles de servicio para flujos peatonales.

Nivel de servicio	Superficie (m ² /per)	Velocidad media (m/min)	Intensidad (per/min/m)	Relación Volumen/Capacidad
A	≥ 11,70	≥ 78	≤ 7	≤ 0,08
B	11,71 – 3,60	77 – 75	8 – 23	0,09 – 0,28
C	3,61 – 2,16	74 – 72	24 – 33	0,29 – 0,40
D	2,17 – 1,35	71 – 68	34 – 49	0,41 – 0,60
E	1,36 – 0,54	67 – 45	50 – 82	0,61 – 1,00
F	< 0,54	< 45	Variable	

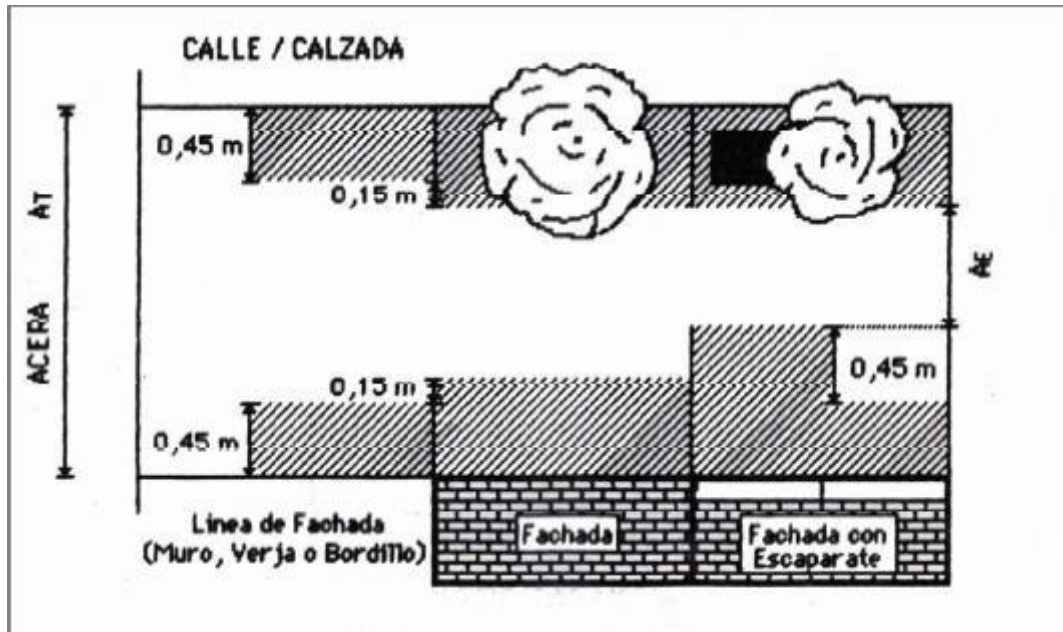
Fuente: Highway Capacity Manual, versión 1997. Traducción del autor.

El primer parámetro para definir el nivel de servicio es la superficie disponible por persona (m²/per), cuyo inverso es la densidad (per/m²); los demás sirven para dar una idea de las condiciones de tránsito que se pueden esperar. Este, lo que indica es que conforme el espacio se reduce, aumentan los rines y conflictos entre los peatones; las personas ven reducida su capacidad para caminar más rápido o cambiar de trayectoria; en niveles de servicio muy altos es muy difícil que haya flujos peatonales en sentido contrario al flujo principal.

De igual manera, se debe tener en cuenta la interacción en el medio (edificios, obstáculos) y los peatones. Se dice que el área efectiva para que las personas transiten se disminuye según las fachadas que presenten los edificios, el mobiliario urbano, obstáculos, etc. Esto debido a que las personas tienden a mantener su distancia de los objetos que se encuentran en la calle, según la naturaleza de estos. En la ilustración 3, se muestra un sencillo esquema que

aporta los valores necesarios para ajustar el ancho de una acera en el presente trabajo.

Ilustración 3 Algunos factores para ajuste del ancho de acera



Fuente: Highway Capacity Manual, version 1997. Traducción del autor.

El modelo propuesto por el HCM es simple, utilizando en realidad solo en concepto de superficie disponible para cada persona. El cual, si bien es un concepto muy importante que controla el movimiento de las personas, deja de lado otros factores como la pendiente, el tipo de vía, la calidad de la textura o el tipo de separación entre el peatón y el tráfico vehicular.

En primer lugar, se basa en la intensidad la cual se define como la cantidad de peatones, contados en periodos de quince minutos, que atraviesan la sección de la acera o bivar en estudio. Conociendo el ancho efectivo, se transforma esta intensidad a una intensidad unitaria. Dicho ancho efectivo, se transforma esta intensidad a una intensidad unitaria. Dicho ancho efectivo se ajusta según los obstáculos o las fachadas de los edificios, como se vio en la ilustración 3. Ya con esta intensidad es que se calcula el nivel de servicio, acorde la Tabla 4.

Nótese que el método se basa principalmente en la interacción entre las personas y el medio que las rodea (obstáculos, edificios). Dicha interacción

depende de la percepcion de espacio personal, que puede variar mucho de un lugar a otro, o de una situacion a otra. Ademias, hay otras factores relevantes como la pendiente, la calidad de la superficie de la acera, que no son muchas tomados en cuenta en el modelo y pueden conducir a variaciones en las relaciones de espacio y velocidad, distintas a teoricas.

Si bien el presente trabajo no esta enfocado directamente a la programacion de servicio, si se considera importante exponer muy brevemente los pasos y la informacion necesaria para poder programar apropiadamente el servicio de una ruta de autobus, especialmente como dimensionar una ruta.

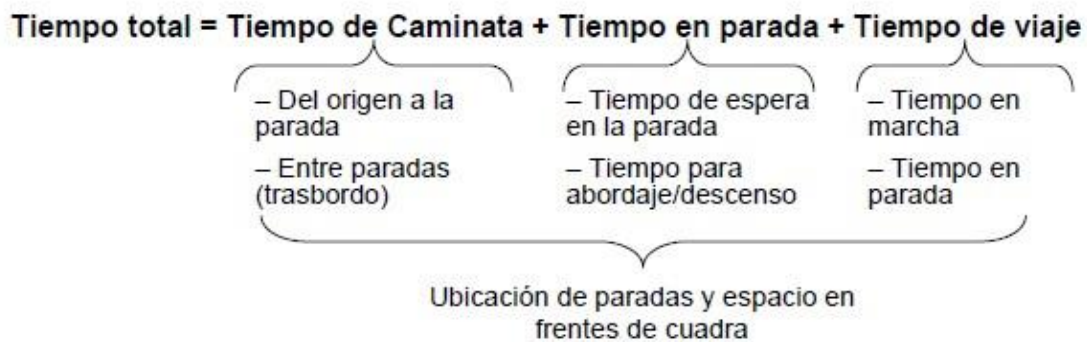
Molinero et al. (2005) señalan como principales parametros relativos a la calidad y calculo de capacidad del servicio:

- Capacidad del vehículo.
- Intervalo
- Horarios de servicio
- La elaboración de itinerarios
- La determinación del tipo de vehículos
- Factores cualitativos

El objetivo de una programacion apropiada para una ruta es balancear la calidad del servicio percibida por el usuario con la rentabilidad para el operario. La productividad es la filosofia que debe guiar la planeacion y administracion de los servicios de transporte publico.

Las metodologias para planificiacion y medicio del transporte publico, estan principalmente orientados a los timesteps de los autobuses y su analisis, dejando vacios desde el punto de vista del usuario. La presente investigacion tratara sobre el tiempo de viajes de un usuario, el cual se dividio en los siguientes componentes:

Ecuación 1 "Tiempos de Caminata"



Fuente: Autor. Gloriana Coronado

Tiempo de caminata de los usuarios

Este corresponde a las porciones del viaje que el usuario realiza caminando. Las personas cuando utilizan el sistema de transporte público, generalmente hay dos momentos en que se deben de caminar:

1. Tiempo de caminata del usuario desde el origen de su viaje hasta la parada

Es el tiempo que el usuario tiene que caminar, desde su origen (que puede ser desde su hogar, trabajo, escuela, etc.), hasta la parada mas cercana. Aquí es necesario considerar la velocidad de caminata y los rangos de distancias que deben caminar los usuarios.

La velocidad se determinará mediante observaciones de campo a pelotones de peatones. El enfoque para el calculo de la distancia, será el de isócronas o curvas que unen puntos a un mismo tiempo de caminata de una parada de autobus, para lo cual se utilizará una rutina para calcular areas de influencia en un sistema de informacion geografica (SIG). Estas curvas se pueden superponer sobre areas de las que se conoce la poblacion o centros atractores de viajes, permitiendo aproximar el porcentaje de una poblacion que vive dentro de un rango de isócronas o la accesibilidad de centros de atraccion de viajes al transporte público.

2. Tiempo de caminata del usuario para trasbordo.

Los trasbordos son las caminatas que deben realizar los usuarios entre las paradas de diferentes rutas de transporte público, para completar su viaje. Debido a la configuración del sistema de transporte público en el AMSJ, la mayoría de las rutas urbanas convergen en los distritos centrales de San José. Por esto, es que en esta zona se calcularán las distancias de caminata para trasbordo.

Tiempo en parada

En la presente investigación se da por entender a tiempo de parada, al tiempo que transcurre desde que el usuario llega a la parada hasta el abordaje en el autobús, o desde que llega el autobús a la parada hasta el momento que desciende. Nótese que es diferente al concepto tradicional de tiempo de parada del autobús, que se mide desde el momento en que llega el autobús hasta su partida. Desde el punto de vista del usuario, el tiempo en parada está formado por dos componentes principales, la espera en la parada y el tiempo que tarda en abordar o descender del autobús.

1. Tiempo que tarda el usuario en abordar y tiempo que dura en descender del autobús

Este tiempo corresponde al retraso que experimenta la persona mientras trata de abordar un autobús o mientras desciende del mismo. Estos dos tiempos también son los componentes importantes del tiempo de parada total del autobús. Para ambos movimientos se contabiliza desde el momento en que el autobús se detiene y abre las puertas, hasta que las vuelva a cerrar.

Estos tiempos dependen de la longitud de la cola, la posición de la persona de la misma, para el tiempo de abordaje, y en el caso del descenso, dependería de la ocupación de los autobuses y de la posición de la persona dentro del mismo. Se espera obtener en este proyecto una tasa que indique cuántos segundos se requieren por persona para que aborde un autobús o descienda del mismo. Estos movimientos pueden darse al mismo tiempo cuando las personas

abordan por la puerta de adelante y desciende por la de atrás al mismo tiempo, o en momentos separados, según sea por el funcionamiento de la parada o por las características del vehículo que tenga solo una puerta.

En estos tiempos influyen las condiciones de las paradas y terminales, especialmente el espacio suficiente para el movimiento de los usuarios que descienden o abordan, los que esperan en cola y los peatones que transitan por el lugar. Se considera que para ambos movimientos (descenso y abordaje) es igualmente importante el ancho de la acera y que se encuentre libre de obstáculos. Para las personas que abordan el autobús, la cantidad de personas moviéndose en la acera no es factor muy crítico, ya que por lo general estas detenidas o caminan a velocidades muy bajas, mas bien se transforman en obstáculos para quien transita por la acera. Un fenómeno importante que vale la pena destacar, es cuando los pasajeros que descienden entran en conflicto con la cola de usuarios que esperan ingresar al autobús; la cola forma una especie de barrera entre el autobús y la acera, lo cual propicia que las personas tengan que caminar por el caño o los choques entre personas.

Otro factor importante es la cantidad de personas que viajan de pie. Se considera que conforme se incrementa la cantidad de personas que viajen de pie en el pasillo, se incrementa el tiempo que se necesite por usuario para abordar o descender, debido al conflicto que genera la gente en el pasillo.

2. Espera del usuario en la parada hasta que llega el autobús.

El tiempo de espera se define como el tiempo que se debe esperar el usuario, desde que llega a la parada, hasta que arriba el autobús y empieza el proceso de abordaje. Técnicamente, el tiempo que tarda en abordar el usuario debido a las personas que están adelante en la cola, no se considera como parte del tiempo de espera, si no como una categoría aparte del tiempo. Para fines prácticos, este tiempo puede ser un porcentaje bastante menor del tiempo total de espera en la cola.

Este tiempo es función de la frecuencia en que pasan los autobuses (F_B) por distintos puntos de la ruta, así como de la frecuencia de arribo de los usuarios a

las paradas (F_P). Respecto al arribo de los pasajeros, se pueden considerar las siguientes situaciones:

- Para el caso de las rutas urbanas, igualmente se tiene que cuando las frecuencias de los autobuses son altas, el arribo de pasajeros a las paradas tendría una distribución de Poisson. Al inicio del recorrido, los autobuses salen de las terminales según una programación o un intervalo fijo, pero al pasar al corredor su frecuencia se vuelve más aleatoria debido a las paradas y la congestión. Debido a que la ruta se solapa en el corredor, se da el efecto de una alta frecuencia para que aquellas personas que viajan dentro del corredor.

Tiempo de Viaje

Este tiempo se mide desde que el usuario aborda el autobús hasta que desciende en su destino o en el punto más conveniente para hacer el trasbordo.

Este a su vez está compuesto por los siguientes intervalos:

1. Tiempo en marcha

Es el tiempo durante el cual el autobús está efectivamente en movimiento. Depende directamente de la distancia que debe recorrer y la velocidad que puede desarrollar la unidad, indirectamente pero no menos importante, las condiciones mecánicas del autobús, el tipo de zona por la que transita y las condiciones del pavimento, también afectan el tiempo de recorrido. La determinación de cómo afectan estos factores el tiempo de recorrido, queda fuera de los alcances de esta tesis, aunque solo el efecto siempre quedará reflejado en el tiempo en marcha.

Dentro del tiempo en marcha se incluyen los tiempos de demora por la congestión, por congestión se entiende a la situación cuando la cantidad de vehículos en una vía o intersección se acerca a la capacidad de ella misma, produciendo demoras excesivas a los usuarios; también se puede ver como la reducción temporal, no esperada de la capacidad de las vías o intersecciones. Esto arroja dos componentes aleatorios, vinculados a los trabajos en la vía,

accidentes de tránsito y cualquier otra situación fuera de lo rutinario en el funcionamiento de la ciudad. La congestión afecta el tiempo de recorrido, reduciendo su velocidad de circulación de la unidad, no permitiendo que alcance su velocidad de diseño o inclusive volviéndola a cero por momentos del día.

El indicador permite comparar la variación del tiempo de marcha, es la velocidad de marcha, la cual considera el tiempo de viajes en los tramos, sin considerar el tiempo que el autobús se demora en las paradas. Permite comparar, especialmente, los efectos de la congestión en un mismo tramo, en distintos momentos del día.

2. Tiempo en parada

Del tiempo total recorrido, corresponde a la cantidad de tiempo que el autobús se detiene en las intermedias a recoger o dejar a otros pasajeros (paradas intermedias desde el punto de vista de los usuarios que viajan en ese momento dentro del autobús). Es directamente proporcional a la cantidad de usuarios por cada parada donde se detiene, y además consideramos el tiempo de espera innecesarios que se producen cuando el autobús se detiene en una parada, aunque hubiera una cola o nadie que le hubiera solicitado que se detenga, o permanece más tiempo innecesariamente después de haber abordado la cola de usuarios esperando potenciales pasajeros. Este valor está muy influenciado por la cantidad de paradas que hay en la ruta y si es hora pico o no. En las horas pico, los autobuses suben pasajeros y se irán apenas agiten su capacidad o se les ordene hacerlo aunque no se haya acabado la fila de pasajeros, en las horas normales pueden esperar un poco más de tiempo después de que la fila de pasajeros haya abordado, con el fin de aprovechar su capacidad lo más posible; los fines de semana se puede dar una situación muy parecida a las horas normales.

Un parámetro que envuelve estos tiempos, es la velocidad de operación que corresponde a la velocidad promedio de la unidad para ir de un extremo a otro de la ruta, incluyendo los tiempos en las paradas intermedias. Dicha velocidad considera el tiempo tanto de marcha, como en parada, y corresponde a la

velocidad real del usuario durante su viaje en el autobus. Complementandose con la velocidad de marcha, permite apreciar las variaciones en el tiempo de viaje en un recorrido, debido a la congestión y el tiempo de parada.

La ubicación de paradas y las condiciones de los frentes de cuadra para el funcionamiento de las mismas son temas que afectan a las otras variables, por lo que serán abordados dentro del desarrollo del trabajo respecto a su efecto sobre los tiempos de caminata y funcionamiento de las paradas.

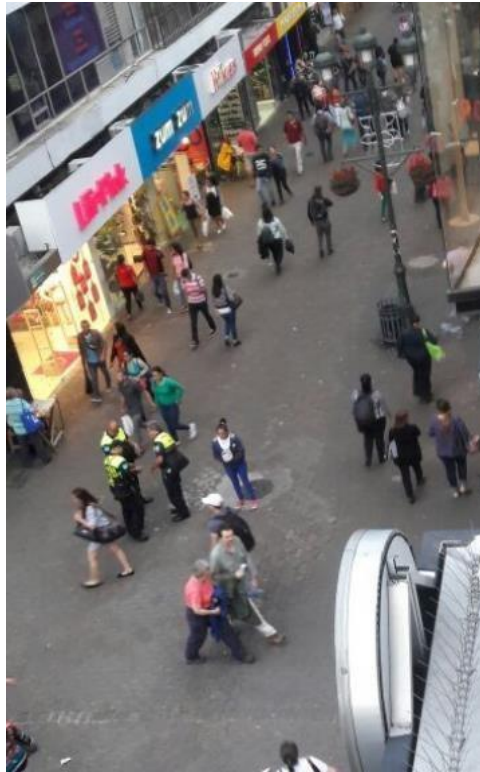
Tiempo de Caminata de los usuarios

1. Velocidad peatonal

Esta velocidad es la que se utilizará para la zona de estudio y se considerará apropiada para el caso de estudio. El procedimiento para calcularla fue la siguiente:

- Se realizó un estudio en la Avenida Central, ya que esta vía es muy transitada por los peatones, no solo en los días laborales, sino también los fines de semana, por lo que había una mayor probabilidad de encontrar niveles de ocupación peatonal altos. El tramo en específico que se ha elegido por la disponibilidad de la cantidad de peatones en las horas pico.

Ilustración 4 Foto tomada de la Avenida Central en horas de la tarde



Fuente: Autor, Gloriana Coronado, Febrero 2018.

- Con las dimensiones anteriores se obtuvieron el area observada, ajustando antes el ancho según los factores de la Ilustracion 2 expuesta en el marco teorico, seguidamente se hizo un conteo de la cantidad de personas, dividiendo la filmacion en cuadros espaciados cada 15 segundos, entre las 4:00 p.m. y hasta las 7:00 p.m., en este momento la cantidad de personas era demasiado pobre y no se podía continuar el conteo. Para cada uno de estos cuadros, se dividió el area ajustada entre la cantidad de personas obteniendo el nivel de servicio para cada uno de los cuadros.
- De cada uno de los niveles de servicio indentificados, se tomó una muestra del tiempo que tardaban las personas en recorrer a lo largo de la seccion estudiada. Se buscó que dichas muestras fuesen mayores a 30 personas.
- Se calculó la velocidad promedio de las muestras para cada uno de los niveles de servicio. Seguidamente se realizó la prueba de para

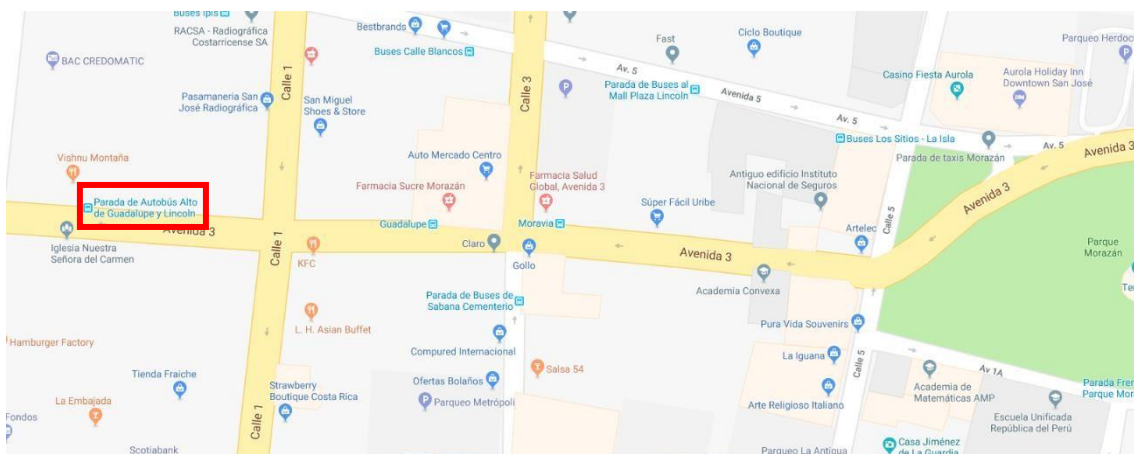
comprobar la diferencia entre las velocidades promedios de cada nivel de servicio.

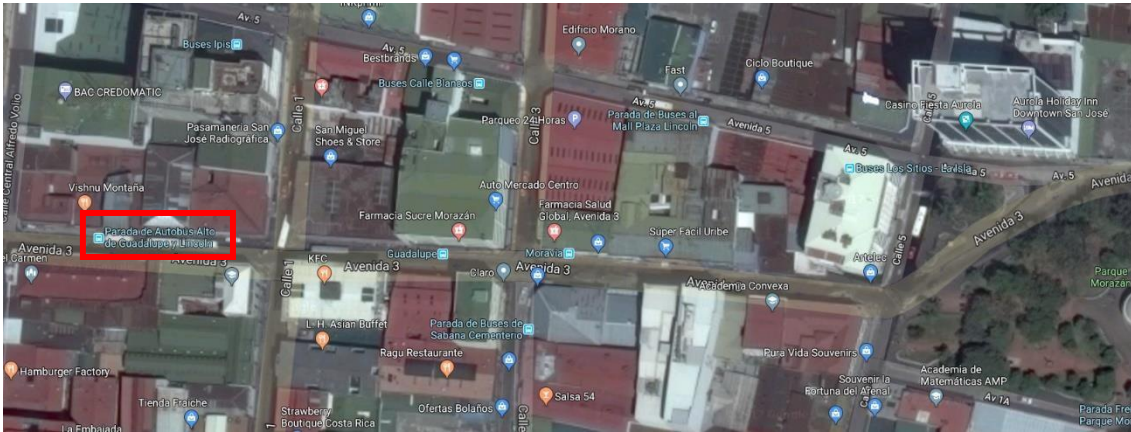
2. Tiempo de caminata para trasbordo

El tiempo de caminata se considerará como el tiempo que necesita el usuario para hacer trasbordo entre la ruta de transporte público, para lo cual se echará mano de la velocidad de caminata calculada en el apartado anterior. El procedimiento para calcular la distancia a la parada es la siguiente:

- El primer paso fue definir la ubicación de la parada final, para esto se contó en primer lugar con la ubicación de la parada de acuerdo al CTP.

Ilustración 5 Ubicación de la Parada Kuru-San José, Ruta 34A y sus ramales (Chanita-DominoMarianas)





Fuente: Google Maps.

- Se identificaron las paradas respectivas en el cantón central esto con el fin de determinar lo que un usuario camina hasta la parada señalada.
- El siguiente paso fue estimar las rutas de caminata entre la Avenida Central y la parada de la ruta respectiva, también hay calles que por razones de inseguridad las personas podrían evitar, como las que están ubicadas al norte de la capital y al sur de esta.
- En el SIG, se midió la distancia de cada una de las rutas de caminata, utilizando la distancia de calle y diferenciando en la base de datos entre los segmentos realizados en calles mixtas y los boulevares peatonales.
- Con base a los resultados del estudio de demanda de transporte y atractores en el GAM, se escogieron las distancias que fuesen relevantes; es decir, entre las que se pueden esperar un mayor movimiento de personas.

3. Determinación de isocronas para los tiempos de caminata

El primer paso para la formación de los isocronas fue determinar la red de calles que es la más utilizada para su cálculo, se debe de buscar esta red sea la más extensa posible, de manera que se asegure cubrir completamente las zonas donde se quieren calcular las isocronas.

El siguiente paso fue elegir el área máxima de la influencia de las isocronas. Tomando en cuenta la distancia máxima que una persona podría estar

dispuesta a caminar son 800 metros, se consideró como área de afluencia todos los segmentos censales que tuvieran una porcion de area dentro de unas zonas de influencia de 800 metros en linea recta a partir del recorrido realizado para las mediciones de tiempo de viaje.

A continuacion se determinaron las paradas para el calculo de las isocronas. Nótese que al definir las paradas, se define a la vez el area dentro de la cual se calcularan las isocronas. Se localizaron en campo paradas adicionales, a las localizadas en los recorridos, esto para asegurar que el area seleccionada a partir de los segmentos censales fuesen correctamente cubiertos por las isocronas calculadas.

Con esta red se procedio a calcular las areas de servicio, estas son las que van a representar las zonas dentro del rango de distancias calculadas respecto a los puntos de referencia, en este caso parada de autobuses y según una red previamente seleccionada.

Ya con las curvas calculadas, se superponen las curvas calculadas en el paso anterior con el area de influencia determinada, clasificando los segmentos censales según cada uno de los anillos calculados.

Hasta este punto lo que se tiene son curvas de distancia, esto para transformarlas en tiempo de caminata y la velocidad que se utilizó en esta, correspondiente al nivel mas alto, debido a que no es de esperarse en estas zonas problemas demasiado serios de congestion de vias peatonales, similares a la de la Avenida Central.

4. Tiempo que necesita un usuario para abordar

Para esta variable de tiempo se buscó obtener una relacion del tiempo que cada persona necesita para abordar el autobus, correlacionandola en primer lugar con la cantidad de pasajeros. Se consideró que en promedio la capacidad de los autobuses urbanos es para 80 personas, 50 asientos mas el espacio

para 30 personas de pie. Esto se corroboró en campo, revisando las tarjetas de circulación de los autobuses y contando la cantidad de asientos.

Se diferenciaron las siguientes situaciones, desde el punto de vista de capacidad del autobús: con ninguno o menos de la mitad de asientos disponibles de 0 a 25 asientos ocupados, con la mitad o ningún asiento disponible, de 25 a 50 asientos ocupados, con ningún asiento disponible y la mitad del espacio del pasillo disponible, 50 asientos ocupados y de 0 a 15 personas de pie, y con ningún asiento disponible y sin espacio disponible en el pasillo 50 asientos ocupados y 30 personas de pie.

Se debe de iniciar un conteo con el autobús vacío, por lo tanto se escogieron las paradas terminales en San José, en donde los autobuses dejan a los últimos pasajeros y en la mayoría de la ruta se tienen las filas más largas durante la tarde. El conteo se realizó midiendo la cantidad de tiempo necesario para el abordaje para cada uno de los siguientes grupos: los dos primeros grupos de 25 personas, después para dos grupos de 15 personas y después el quinto grupo que correspondería a la condición que sobrepasa la capacidad de la unidad.

El tiempo se consideró desde que el autobús abrió las puertas y estaba en posición para que las personas pudieran abordar, marcando el tiempo cuando uno de cada uno de los grupos hubiera abordado. La medición concluyó cuando toda la cola hubiera montado en el autobús o este hubiera alcanzado su capacidad y cerrado puertas.

Para hacer estas mediciones se encontraron paradas con una cantidad de personas de 25 personas a más, no se deben realizar estas mediciones con menos de 25 personas en la fila. Un fenómeno importante es que los de atrás empujan a los de adelante en la fila, por lo que en las filas de menos de 25 personas es posible encontrar tiempos de abordaje más largos. Se toman además observaciones sobre algunas condiciones del sitio, como el desorden con el régimen de la fila.

Para comprobar la diferencia entre los promedios de las distintas condiciones de ocupación del autobús y la presencia de desorden en la fila, se utilizó la

prueba acerca de la diferencia entre las medias de dos poblaciones, con muestras independientes.

Ilustración 6 Tiempo de abordaje de los pasajeros en las paradas respectivas



Fuente: Autor, Gloriana Coronado Collado, Febrero 2018.

5. Tiempo que tarda un usuario en descender

Un aspecto muy importante por considerar que, por lo general, los pasajeros que descienden de los autobuses por ambas puertas, tanto la delantera como la trasera, de ahí la dificultad para un solo observador de poder contar cuanta gente desciende.

Ilustración 7 Pasajeros desbordando el autobús por puerta delantera



Fuente: Autor, Gloriana Coronado Collado, Febrero 2018 .

6. Tiempo de espera de un usuario en la parada

El objetivo de este apartado es estudiar el comportamiento del tiempo de espera en algunas paradas finales. Esta tarea se enfocó principalmente en las paradas finales en San José, donde se concentran la mayor parte de los usuarios debido a la configuración de la ruta.

Cuando en la parada realmente se sigue un régimen de fila, las paradas manejan volúmenes bajos de personas, muchas veces en estas no se acomodan en un régimen de fila, especialmente en las paradas intermedias. Así mismo no debe haber fenómenos de desorden en la parada, que interrumpen el régimen o no permitan identificar a las personas que se incorporan a la cola.

Cuando la ruta presenta ramales entre ella misma, se hacen varias filas en la misma parada, en realidad hay más de una cola, aunque las personas hacen una sola, por lo que se confunde a las personas que esperan cada una de las rutas.

Ilustración 8 Fotografía de parada de Ruta 34 A, fila de usuarios esperando para abordar el bus



Fuente: Autor, Gloriana Coronado Collado, Febrero 2018.

Para esta ruta, se escogió la hora con mayor afluencia de personas. Para la tarde el rango muestreado principalmente fue de 5:00 p.m. a 7:00 p.m., mientras que el mañana se hizo de 6:00 a.m. a 8:00 a.m.

El conteo de pasajeros que se incorporaron a la cola se hizo en intervalos de dos minutos, así mismo se anotó la hora cuando los autobuses llegaron y empezaron el proceso de recibir pasajeros, y cuando terminaron el proceso. También se anotó la longitud de la cola en la parada, esa longitud no se pudo determinar cuando había un autobús en la parada, ya que está en cambiante conformar las personas abordan y otros ingresan a la cola.

Tabla 5 Ejemplo de datos tomados en campo y procesado en hoja de cálculo

Hora de inicio (Aforos cada 3 min)	Tiempo de muestreo (Acumulado)	Pasajeros		Autobus		
		Arribo de pasajeros	Cantidad de pasajeros en la fila al inicio	Hay autobus en la parada	Inicio de abordaje	Salida del autobus
17:30	18	6	22	1	17:30	17:33
17:33	22	7	16	2	17:33	17:36
17:36	16	11	19	1	17:36	17:39
17:39	30	11	25	0	17:39	17:41
17:42	24	6	32	2	17:42	17:44

Fuente: Autor, Gloriana Coronado Collado.

En la tabla adjunta se muestran los cálculos iniciales para el tiempo de espera, en los cuales se buscó determinar cuanta gente logro abordar mientras había un autobús en la parada, cuanta gente se incorporó a la cola, así como cuantas personas quedaron de la cola inicial y cuantas personas había en la cola final.

Tabla 6 Ejemplo de datos tomados en campo y procesado en hoja de cálculo

Tiempo total del autobus abordando/tiempo sin	Acumulado de arribo de autobus	Cantidad de personas que abordaron	Cantidad de personas que llegaron	Quedaron de la fila inicial	Fila al final del periodo
2.2	6	22	16	0	3
	8				
5	10	32	23	8	5
	15				
	9				
	19				

Fuente: Autor, Gloriana Coronado Collado.

Con los datos anteriores se procedió a calcular para cada uno de los grupos de personas, la cantidad de personas que lograron montarse en el autobús que estaba actualmente en la parada cuando llegaron (que se nombra autobús 0) o tuvieron que esperar a los siguientes autobuses (autobús 1,2 ó 3, según sea el caso). El ejemplo de la Tabla 7, los grupos de pasajeros abordando en el autobús 0 ó en el 1.

Tabla 7 Ejemplo de cálculo de tiempo de espera para cada uno de los grupos

Calculo para Autobus 1		Pasajeros que abordan el Autobus 0 al llegar a la parada		Pasajeros que abordan el Autobus 1	
Grupo que queda en la fila para abordar	Acumulado de Arribo	Los que subieron en grupo	Tiempo de espera en min.	Los que subieron en grupo	Tiempo de espera en min.
5	14	9	2	5	1
11	16	5	1	11	3
13	23	10	2	13	3

Fuente: Autor, Gloriana Coronado Collado.

Es importante aclarar que se parte del supuesto que la persona dentro de cada uno de los intervalos llega de manera uniforme durante los dos minutos de intervalo. Además, para fines prácticos se considera que, si la persona llega a la cola, durante un periodo cuando no hay autobús en la parada, ya ha perdido el autobús 0, por lo que el siguiente autobús que vea será el autobús 1.

De forma complementaria se realizó una determinación del espacio que necesita una persona que hace cola, lo cual se hizo de manera empírica.

Cálculo del tiempo de viaje en autobús

A diferencia de las otras variables que eran medidas dentro de la zona a estudiar, esta variable debe de ser medida a lo largo de la ruta. El corredor de Guadalupe se caracteriza por ser un importante centro de población, con altas densidades de población en algunos sectores., esto lo vuelve un centro de generación de viajes dentro del sistema durante las horas de la mañana, y un centro de atracción en las horas de la tarde.

Primero se hizo un viaje preliminar en el corredor para determinar hasta el punto donde se realizarían las mediciones y los puntos de referencia. Para las mediciones del tiempo de viaje de recorrido. Estos puntos correspondían a los lugares fácilmente reconocibles en campo y que en la medida de lo posible que definieran los tramos relevantes, que ni fueran excesivamente largos y que permitieran diferenciar los problemas de congestión donde fuera necesario. Cuando el autobús hizo una parada oficial se tomó en cuenta la hora en que el autobús se detuvo y la hora en que volvió a arrancar, para poder diferenciar el tiempo en que el autobús estuvo en marcha y en parada. Nótese que cuando un autobús hacia una parada no oficial se consideró como parte del tiempo de parada del autobús, sino que sería como una amonestación de recorrido de autobús en ese tramo.

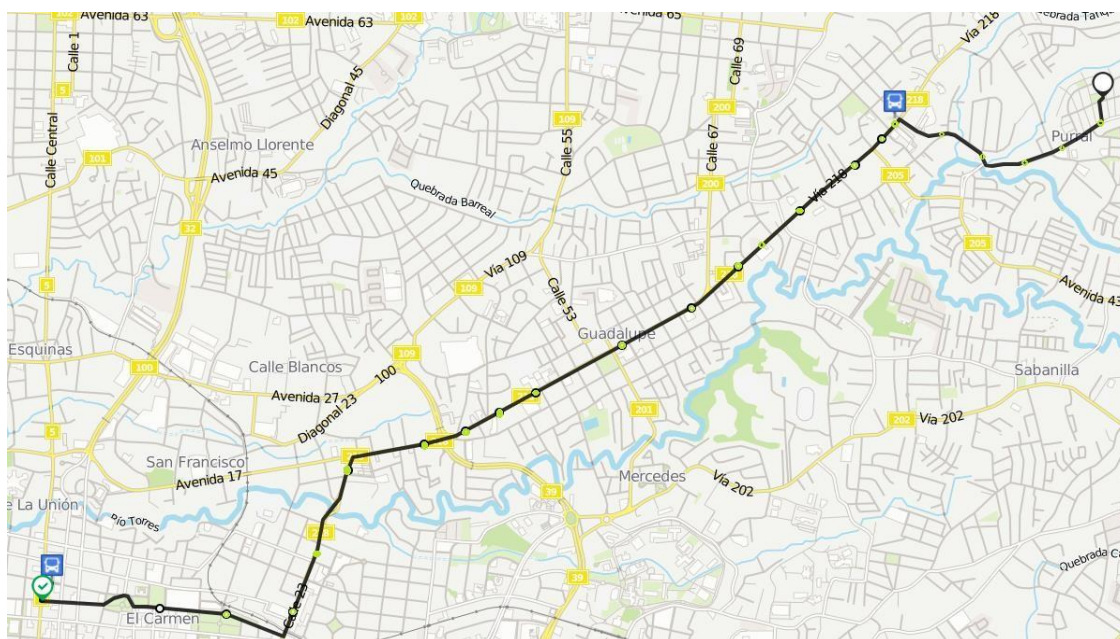
También se calculó, para la ruta el tiempo total, el tiempo en que el autobús estuvo en marcha y el tiempo que tardó en cada parada. El tiempo de recorrido

por su parte puede depender de las condiciones de cada corredor y segmento de vía que integra el sistema.

Ubicación de Paradas y Tiempos de Caminata

1. Descripción de la Zona de estudio

Ilustración 9 Zona de estudio seleccionada, con ruta de autobús y paradas finales.



Fuente: Google Maps, Enero del 2018.

En la figura anterior como se puede ver se muestra la zona de estudio en esta tesis, la cual está delimitada por el cantón de Goicoechea y Montes de Oca, la línea en negro determina la ruta que realiza el autobús hacia la capital, los puntos verdes son las paradas oficiales que se hacen durante el recorrido, estas fueron determinadas en campo en el mes de Enero del 2018. La importancia de estudiar la zona en la cual el transporte público se mueve, es que la parada final se encuentra en una zona interurbana, esto llega a ser una gran terminal, en la cual para los pasajeros muestran grandes ventajas. Acorde al Estudio de demanda de Transportes y Atractores (ProDUS-UCR; 2001, p. 15), casi un 40% de los viajes originados en San José son viajes de trasbordo.

Seria correcto decir que también la mayor parte de la actividad que presenta en San José, se ve gracias a esta función de que la ciudad sirve como una gran terminal para el sistema de transporte público. Por otro lado, la zona también se vuelve muy importante desde el punto de vista de generación y atracción de viajes ya que es una zona muy próxima a servicios, trabajos y comercios que las personas normalmente concurren.

2. Ubicación de la Parada

En términos generales para la zona de estudio, se puede considerar que en el casco urbano de San José tiene como ejes a la Avenida Central y la Calle Central. Una de las características importantes de esta ruta, es que las paradas tienen una mayor distribución espacial, esto se asocia en parte a la predominancia de los flujos de tránsito en la GAM. Se tiene como resultado que aproximadamente un 50% de las paradas finales están ubicadas dentro de un radio de unos 700 metros más o menos, lo cual resulta en una ciudad relativamente compacta desde el punto de vista de ubicación de las paradas principales del corredor de transporte público, hecho que se corroborará cuantitativamente con los cálculos de tiempos de caminata.

Uno de los principales problemas que pueden causar una mala ubicación de la parada de autobuses, es por la falta de espacio que tienen los autobuses para maniobrar, lo cual entorpece el proceso de las unidades para entrar o salir de las paradas. En las siguientes ilustraciones se ejemplifica la situación que se vive en San José, en donde debido a la falta de espacio, los autobuses provocan bloqueos en el flujo vehicular de las calles e intersecciones. Otro problema usual es la falta de espacio en las aceras para los flujos peatonales relacionados con las paradas. Desde el punto de vista geométrico de los autobuses, se puede decir que estos problemas son causados por no calcular el espacio necesario en el frente de la cuadra. Acorde a Molinero y Sánchez (2005), el espacio en las paradas debe de permitir acomodar a la cantidad de autobuses que con más probabilidad se encuentra en la parada al mismo tiempo, lo cual es regido por la frecuencia de los autobuses de la durante las de

mayor demanda. Según la ruta, estas se pueden presentar en la mañana o en la tarde. Esto repercute que el autobús tome más tiempo en la terminal, esto afectando el tiempo del ciclo del autobús, así como el usuario debe de esperar para descender de la unidad o para que el autobús entre en movimiento, además de crear demoras adicionales en las calles e intersecciones.

Ilustración 10 Zona donde autobuses hacen virajes cerrados.



Fuente: Autor, Gloriana Coronado Collado

Tiempo de caminatas

1. Velocidad peatonal y niveles de servicio peatonales.

Para el cálculo de la velocidad peatonal se escogió una sección de la Avenida Central, cuyas dimensiones se muestran abajo, como se indicó en el marco teórico, en realidad el modelo propuesto por el HCM está basado principalmente en una relación entre la superficie disponible por persona, según la cual establece niveles de servicio según los rangos mostrados en la tabla 4. Las tendencias de horario que se tomaron en esta parte fueron entre las 4:45 p.m. y las 5:30 p.m. que es cuando ocurre la llegada de la mayoría de los pasajeros, entre estas horas se contaron entre los 24-27 personas en la

sección de la parada. A partir de este intervalo comienza a descender la cantidad de personas en ella.

Si bien no se podría asegurar que durante la primera media hora de las cinco de la tarde sea el único pico durante el periodo de la tarde, si se podría concluir que el nivel de servicio que se presenta en esta sección de la parada de la ruta es el D ya que es el más bajo que se puede estipular aquí. En este nivel de servicio, acorde al HCM, la circulación todavía es fluida, aunque las personas ven reducida su capacidad para adelantar a otros y por lo tanto ir más rápido; así mismo cuando se topan con flujos de peatones en sentido contrario, puede que se generen choques entre estas, los cuales obligan a las personas a disminuir su velocidad o de cambiar su trayectoria. Desde el punto de vista de la comodidad del peatón, este nivel de servicio representa el límite de una condición de circulación aceptable.

¿Por qué no se presentan condiciones de servicio más desfavorables? Se explica por la tendencia de los sistemas en equilibrio, el cual se representa por el nivel de servicio D, cuando el volumen peatonal alcanza la capacidad. El sistema de infraestructura peatonal, en este caso la avenida 3 puede alcanzar su equilibrio por la redundancia de aceras, gracias a la configuración de la ciudad en cuadrícula; esto le ofrece a las personas en un sin fin de posibles rutas para llegar a su destino, se puede comparar el comportamiento de las personas caminando por los bulevares peatonales, e inclusive por las aceras, como a un líquido en un envase que al completar su capacidad se desparrama, en este caso hacia aceras y espacios contiguos.

Niveles de servicio E y F ocurren cuando los usuarios tienen una única opción para transitar, que es el caso de las paradas de autobuses. En estos espacios convergen los usuarios que hacen cola esperando el autobús, los que están descendiendo de los autobuses y las personas que deben transitar por las aceras para visitar los comercios adyacentes. El primer flujo, por lo general es una hilera de personas en la orilla de la acera que disminuye considerablemente el ancho efectivo de esta, entre los 60 y 90 cm aproximadamente. (Moliner y Sánchez 2005) en condiciones críticas de flujo; el

segundo flujo es conformado por pelotones que pueden ser de hasta 70 personas aproximadamente que descienden a la vez en la acera. Los frentes de cuadra donde están ubicadas las paradas en su mayoría corresponden a comercios. Los cuales generan el tercer flujo peatonal. El tema de la falta de espacio para el desarrollo de las paradas será retomado en las siguientes secciones.

Ilustración 11 Ancho de aceras en la que transitan las personas



Fuente: Autor, Gloriana Coronado Collado

En la ilustración se muestra el ejemplo de la situación de la cual se habla en el párrafo anterior, esta situación que se da todos los días en la parada de Kuru-El Alto. En este caso la acera tiene un ancho menor a los dos metros, hay una cola de usuarios que esperan abordar el autobús, y el flujo de los peatones en ambas direcciones, en esta ilustración se puede observar que la velocidad de la circulación es baja y que hay roces entre peatones o inclusive con las fachadas de los comercios cercanos, por lo que de forma cualitativa se puede indicar que el nivel de servicio es E o F.

En esta sección de la parada se realizaron conteos de las personas que se presentaban en las horas destacadas a estudiar, se estimó el cálculo de la velocidad peatonal de cada uno de los niveles de servicio determinados según el espacio disponible por persona. Se tomó el tiempo en el que una persona tarda en recorrer 12 metros de la sección de la parada, se calculó la velocidad en metros por segundo y en metros por minuto.

Las personas se seleccionaron a partir de la Tabla 4 que muestra los niveles de servicio para cuadros cada 15 segundos; nótese que suponiendo una velocidad nominal de un metro por segundo, una persona requiere 12 segundos para recorrer la sección.

A continuación, se muestran las estadísticas de velocidad para cada una de las muestras por nivel de servicio. Entre paréntesis se muestra el nivel de servicio según el rango de velocidad peatonal de la Tabla 3, todos los valores están en metros por segundo.

Tabla 8 Resultados del muestreo de velocidad para cada uno de los niveles de servicio encontrados en la sección estudiada

Nivel de Servicio	A (≥ 1.30 m/s)	B (1.29-1.25 m/s)	C (1.24-1.20 m/s)	D (1.19-1.13 m/s)
Mediana	1.36	1.36	1.22	1.22
Promedio	1.42	1.37	1.25	1.25
Tamaño de la Muestra	40	50	50	54
Percentil 10 (m/s)	1.42	1.37	1.25	1.25
Percentil 85 (m/s)	40	50	50	54

Fuente: Autor, Gloriana Coronado Collado.

Para cada uno de los niveles de servicio se obtuvieron más de 30 mediciones, lo cual permite más adelante utilizar una prueba para diferencias entre los promedios. Para el nivel de servicio A se obtuvo la menor cantidad de registros, mientras que para el resto se obtuvieron 50. Esto se debe a que los cuadros donde se registraron niveles de servicio A son los más escasos y que por definición con menos personas.

En la tabla 8 se puede observar que las medianas de la velocidad peatonal de la población en niveles A y B son igual, así como las medianas correspondientes a C y D. nótese además, que las velocidades promedio son más rápidas de lo esperado en los rangos teóricos, para los dos primeros niveles de servicio se tiene velocidades promedio dentro del rango del nivel de servicio A, para el siguiente nivel de servicio, la velocidad equivale a un nivel de servicio B y para el nivel de servicio D, la velocidad promedio se encuentra dentro del rango de velocidad de un nivel de servicio C. esto significa que las personas que componen la muestra para los cuatro niveles de servicio, caminan más rápido de lo esperado según los rangos teóricos propuestos por el HCM.

A partir de los percentiles 10 y 85, se puede sacar que en todos los niveles de servicio al menos un 15% de las personas muestreadas caminando con una velocidad mayor a 1.30 m/s. de igual manera hay un 10% de las personas que camina con velocidades entre el rango de 1.04 a 1.27 m/s, para los niveles de servicio A y B; mientras que para los niveles de servicio C y D, un 10% de las personas de la muestra tiene una velocidad cercana al 1.0 m/s.

A partir de esto se tiene que los niveles de servicio B y C, son los más comunes al menos en la sección estudiada, acorde la Tabla 8, el nivel de servicio B prevalece durante un 44.9 % de la filmación y el C durante un 46.5 %. Se tiene entonces que las dos velocidades promedio calculadas anteriormente son igualmente predominantes, por lo tanto, por igual deben tomarse en cuenta ambas velocidades, considerando que para fines prácticos que una persona durante su recorrido podría caminar la mitad del tiempo con una velocidad de

1.39 m/s y por cuestiones de saturación de las vías peatonales, descender a 1.25 m/s. lo anterior partiendo del hecho que durante la filmación se encontró que estas condiciones de velocidad prevalecen un 50% cada una.

Si bien se sabe que el modelo propuesto por el HCM es una aproximación bastante real, podemos considerar que para la realidad costarricense presenta deficiencias. Hay factores como la pendiente de la vía, la calidad de la superficie y la percepción del espacio individual del costarricense, por ejemplo, que no son tomados en consideración. Además, la relación entre la superficie disponible por persona y la velocidad peatonal, planteada por el HCM, pareciera no concordar del todo con los resultados de las mediciones realizadas.

2. Distancia y tiempo de caminata entre paradas

En este caso, como se ha indicado en la metodología, unos de los supuestos para el cálculo de las distancias es que, si una persona ocupa viajar a un destino dentro del corredor, puede hacer el trasbordo dentro del mismo sin necesidad de viajar hasta las paradas finales en el casco urbano de San José.

La pregunta que casi todos nos hacemos es ¿Cuánto es el tiempo que una persona está dispuesta realmente a caminar? Acorde a FHWA, el tiempo que una persona en promedio está dispuesta a caminar ronda entre los 5 y 10 minutos, esto basado en la recopilación de varios autores. En términos de distancia, tanto la FHWA, como el Transporting Planning Handbook, establecen que la distancia que una persona está dispuesta a caminar oscila entre los 400 y 800 metros. Estos valores están principalmente basados en estudios en Estados Unidos de América y países Europeos; países que presentan un clima estacional bastante más adverso que los países más cercanos al Ecuador. No solo es importante la distancia de caminata, si no la calidad de la vía, el ancho

de acera, otros flujos peatonales opuestos, la pendiente, la superficie de caminata, conflictos con vehículos en movimiento o estacionados, etc. Factores que podrían disuadir a una persona a caminar una determinada distancia o facilitarle a recorrer una distancia superior a los 800 metros.

Ilustración 12 Señalamiento de trayectos que se pueden tomar hacia la parada de Kuru y sus ramales

En la ilustración anterior, vemos la señalización de las diferentes rutas que se pueden tomar para llegar hacia la parada deseada. Los colores representan los grupos de caminata o de tiempos de caminata, estos grupos corresponden en varias secciones con respecto al tiempo los colores azul y naranja corresponde a una ruta que viene centrada desde el Mercado Central, en la cual esta va desde los 400 a 800 metros y toma un tiempo entre los 10-15 minutos, las flechas de color amarillo y gris corresponden a una ruta que es realizada desde la Avenida Central, esta toma entre los 200-500 metros dependiendo del lugar en la que se ubica entre la avenida central y toma alrededor de unos 5-8 minutos de caminata. Es importante aclarar que estos tiempos corresponden a las caminatas entre los grupos que se forman en los trayectos de caminata de los usuarios para llegar a la parada final del destino a su hogar.

El corredor de Guadalupe en el cual pertenece la ruta analizada recorre cuyo uso del suelo es principalmente residencial. El cantón de Goicoechea conforma importantes centros de población dentro del AMSJ.

Es importante resaltar que la accesibilidad al servicio de transporte público no solo depende de la cercanía a la parada. Al menos dos factores son igualmente importantes: la frecuencia del servicio y la calidad del sistema de vías peatonales. Una frecuencia baja de los autobuses aumenta el tiempo de espera o hace que las personas se ajusten a un horario de salidas del autobús, especialmente cerca de las paradas finales o terminales de las rutas fuera de San José. Por otro lado, si las aceras son escasas, en malas condiciones o si las pendientes son muy pronunciadas, la dificultad de las personas para llegar a las paradas se incrementa, disminuyendo la accesibilidad al servicio.

Funcionamiento de Paradas para Abordaje y Descenso de Pasajeros

1. Tiempos necesarios para abordaje y descenso de pasajeros.

El origen y destino de las caminatas calculadas en el capítulo anterior, son hacia la parada de la ruta. La parada es el espacio físico, muchas veces carente de una buena señalización en donde el usuario pueda esperar tomar el autobús o simplemente hacer el abordaje o descenso de este mismo. En esta sección, primero se buscará determinar el tiempo necesario por persona para el abordaje del autobús o descender del mismo; la tasa de tiempo para el abordaje será necesaria más adelante durante el estudio de los tiempos de espera en las paradas.

2. Observaciones sobre el funcionamiento de paradas y el tiempo de parada o terminal

Como se indicó en el marco teórico, el tiempo requerido para que los usuarios aborden o descendan de los autobuses, cada vez que este se detiene, corresponde a un componente muy importante del tiempo de parada del autobús. El tiempo restante se puede asociar a abrir o cerrar las puertas del autobús, o con otros retrasos propios del manejo del autobús, estos tiempos dependen del número de pasajeros, por lo que se pueden considerar como tiempos fijos o constantes que entran en juego cada vez que el autobús se detiene, sin importar la cantidad de usuarios que requiera esa parada.

Respecto a estos tiempos, el tiempo relacionado con los pasajeros (abordando y descendiendo) es el que representa la proporción mayor del tiempo total de parada. Sobre la parte fija de este tiempo, se puede indicar que acorde a estudios realizados en otros países puede rondar los 5.14 segundos. Este supuesto es válido durante la operación de los autobuses en las horas de mayor afluencia de pasajeros y mayor

congestivos vial (en hora picos), cuando los conductores tienen lapsos de tiempo más estrechos para completar sus rondas. Caso contrario, se ha observado que fuera de estas horas y los fines de semana, los tiempos en parada aumentan, ya que los conductores tienden a esperar más en las paradas, debido a la baja demanda.

En las variables del tiempo necesario por persona para el descenso o abordaje, se consideró la cantidad de personas, tomando en cuenta que en promedio la capacidad de un autobús urbano típico es de 50 personas sentadas y espacio para 30 personas de pie en el pasillo, y al tener la cantidad de personas por unidad, se puede determinar cómo varían estas tasas de tiempo según la cantidad, así como la presencia de personas de pie en el pasillo. Con respecto a las condiciones climáticas, los muestreos se realizaron entre las 3:00 p.m. y las 7:00 p.m.

Es importante destacar que, a partir de la definición de tiempo de parada, se tiene que lo que tarda el autobús en salir de la parada o entrar en la misma, debido a la falta de espacio, con el conflicto con otros autobuses o con mobiliario urbano, se le sumaría al tiempo de recorrido, no al tiempo de terminal, aunque muchas de estas situaciones se deben a la ubicación y configuración de las paradas.

Respecto a la secuencia de descenso y abordaje de pasajeros se tienen dos casos relevantes. Uno es cuando primero se realiza el descenso de pasajeros, utilizando ambas puertas del autobús, antes de recibir a los pasajeros, utilizando ambas puertas del autobús, antes de recibir a los pasajeros de la parada. La mayoría de las veces se realiza en un lugar distinto a la parada, antes de colocarse en posición para recibir a los pasajeros que lo esperan en la cola, en muchas ocasiones porque en la parada hay otro autobús y tiene que esperar a que desocupe. En pocas ocasiones el descenso de pasajeros se hace en la misma posición del autobús para recibir a los pasajeros en cola.

El otro caso corresponde a cuando ambas operaciones se realizan al mismo tiempo, los pasajeros descienden por la puerta trasera, mientras los

usuarios en la fila abordan al autobús. Esto es muy poco común, ya que por lo general la cantidad de personas en el autobús es tal que se utilizaban ambas puertas para el descenso. En campo son frecuentes los casos en que los pasajeros descienden o abordan en la calzada. Esto sucede frecuentemente donde hay conflictos por el espacio de la parada con otros autobuses, bloqueos en la vía por la cantidad excesiva de autobuses, por ejemplo, donde se encuentra ubicada la parada de Kuru y sus ramales que es sobre la avenida 3.

En resumen, es necesario recalcar una serie de situaciones presentes en todas las mediciones, ya que son inherentes al sistema de transporte público en Costa Rica, al menos en el AMSJ, caracterizando frente a los sistemas de otros países:

- El piso con el que cuenta los autobuses no se encuentra al nivel de la acera. En ambas puertas hay 3 o más gradas que exceden los 40 cm de altura.
- El pago del pasaje se le hace al chofer cuando el pasajero hace el abordaje del autobús, este se hace por la puerta delantera únicamente. Además, los autobuses utilizan un sistema de marcos o barras electrónicas para contar a los pasajeros que descienden o abordan al autobús, en la parte delantera como trasera. Según la posición de los mismos pueden representar inconvenientes para los pasajeros.
- La gran mayoría de las paradas no son terminales, sino en aceras, algunas sin ningún tipo de infraestructura urbana (aceras a nivel, sistemas de prepago) o con solo un mobiliario básico que cumple la función de escampadero principalmente, aunque sin brindar ninguna información al usuario sobre el servicio, inclusive representando un obstáculo para los usuarios debido al pobre espacio en las aceras en algunos casos.

Tabla 9 Tiempo de abordaje o descenso por persona

Abordaje de Pasajeros	
Condición	Tasa (seg/per)
Pago con moneda fraccionada	3.5
Pago adultos mayores con cedula	4.0
Pago con billetes altos (devolucion de dinero)	5.0
Descenso de Pasajeros	
Condición	Tasa (seg/per)
Muy poco equipaje de mano, paquetes, poco transbordos	2.5
Cantidad moderada de equipaje	3.5
Equipaje considerable en las repisas	4.00

Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado.

En la tabla 9 se muestran algunos valores de estudios que se han realizado en otros países con fines comparativos. Respecto a las tasas de abordaje, se tiene que el valor obtenido por este es de 3.5 segundos, cae dentro del rango establecido por Molinero y Sanchez, para los pagos con moneda fraccionada. Por otro lado, obtuvieron una tasa de 2.5 segundos por persona para el descenso de los pasajeros, la cual queda dentro del rango correspondiente a la condición con pocos de manos y/o pocos transbordos como se observa en la tabla 9.

En relación con las tasas de tiempo para el abordaje de pasajeros, la Tabla 9 muestra como varía el tiempo por pasajero, según la forma en que se paga. Siendo la forma más rápida, cuando la persona paga anticipadamente o al descender, especialmente cuando se trata de autobuses articulados. El

segundo caso es cuando la persona paga con una sola moneda, en el caso de Costa Rica, cuando se paga con monto exacto o con un sistema alternativo de pago, eliminando la necesidad de esperar por el cambio o que el chofer tenga que contar el dinero recibido. El otro caso más ineficiente consiste cuando la persona paga con varias monedas y además tiene que esperar el cambio; este caso es el más frecuente en Costa Rica.

Para las tasas de descenso por pasajero, se considera que aumentan en tiempo, por la cantidad de equipaje o paquetes que se lleven. Por último, notese que para los autobuses articulados las tasas de tiempo para abordaje y descenso son mucho menores. Esto se debe a que los sistemas con autobuses articulados cuentan con paradas o terminales cuyo diseño facilita la interacción entre los autobuses y los usuarios, ya que este autobús cuenta con más de dos puertas, lo cual disminuye los tiempos para descenso o abordaje de pasajeros, y muchas veces cuenta con sistemas de prepago del pasaje.

Respecto al cálculo de las tasas de tiempo promedio de abordaje y descenso de pasajeros y las pruebas de hipótesis que aparecen en este trabajo, hay que hacer dos acotaciones importantes:

1. Para cada registro de las bases de datos se dividió entre la cantidad de personas 25 ó 15 personas, según las condiciones evaluadas, el tiempo que necesitaron para abordar o descender del autobús, esta tasa de tiempo es en sí un promedio.
2. Las muestras obtenidas en realidad son pequeñas, en este caso menos de treinta registros por caso, de ahí la importancia de comparar las tasas de tiempo obtenidas con los valores derivados de experiencias de otros países.

3. Tiempo de abordaje de los pasajeros

En la Tabla 10, se muestran todos los datos que han sido recolectados en campo, acomodados según su cronología. La muestra está conformada por 23 casos, tomados en la parada final en San José de diferentes rutas radiales.

Una anotación importante que se hace en la Tabla 10, es cuando se observó desorden en el funcionamiento de la cola. Por desorden se entiende al rompimiento del régimen de la fila, esto asociado en muchas ocasiones con colas excesivamente grandes, por lo que hay usuarios que intentan pasarse al inicio de la cola y la ausencia de supervisores en la parada.

En cuadros subsiguientes se mostraron los casos en los que se dividió dicha muestra. Para cada registro, se calculó la tasa de tiempo por persona. En los casos donde se registraron 25 o menos personas, la tasa de tiempo por persona. En los casos donde se registraron 25 o menos personas, la tasa de tiempo es bastante irregular entre cada uno de los registrados, por lo que calcular el promedio de las mismas puede no ser realmente válido. Además, por no tratarse de una situación crítica de demanda del servicio, este caso no se incluye en los análisis.

Tabla 10 Tasa de abordaje de pasajeros, según ramal de ruta.

Parada	Cantidad de Personas	% asientos ocupados	% del pasillo lleno	Lapso (min)	Tasa (seg/per)
Kuru/El Alto	19	38	0	1.57	4.95
Kuru/Domino	25	50	0	1.65	3.96
Kuru/Mariana	29	58	0	1.77	3.66

Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado

En este caso se analizó cuando ya el autobús cuenta con asientos ocupados y el pasillo se encuentra libre, en algunas observaciones que se hicieron hubo un poco de desorden en la fila, debido a la gran cantidad de personas que toman autobuses diferentes, ya que se dirigen a un cierto ramal y estos al no estar el autobús deseado quedan en la fila y las demás personas que si toman el autobús que está próximo a salir sobrepasan a estas mismas en la fila.

En esto se puede determinar que la cantidad de tiempo promedio que necesita una persona para abordar un autobús, no varía según la ocupación del autobús o la cantidad de personas en cola.

Hay un caso además de los que se presentan en la tabla 10 y es cuando el autobús va con sus asientos ocupados y las personas que entran viajan de pie

en el pasillo, esta condición corresponde a un grupo de 15 personas que representan el 50 % de la capacidad del pasillo, esto tomando en cuenta que la capacidad del autobús es de 50 pasajeros sentados y 30 de pie.

Dentro del análisis no se incluye condiciones con 50% y 100% del pasillo lleno, ya que son pocos los casos como para hacer un análisis sobre la situación. En sí mismo es un resultado importante, ya que muestra que de todos los autobuses muestreados, solo 2 salieron con más de 65 personas y solo 1 salió con más pasajeros de su máxima capacidad, esto regularmente sucede cuando un autobús tiene un atraso el cual la cantidad de pasajeros se acumulan y el autobús viaja a su capacidad máxima.

Los resultados de esto demuestran que se tiene que descartar que la cantidad de personas dentro del autobús afecte la tasa de tiempo promedio para el abordaje de los otros pasajeros, sino que es la cantidad de personas que una persona tiene detrás de ella la que determina el tiempo que tarda la persona en abordar.

4. Tiempo de descenso de pasajeros

En la Tabla 11 se muestran los resultados de las filmaciones realizadas con el fin de calcular el tiempo requerido para el descenso de los pasajeros. En la parada estudiada en esta tesis la mayor afluencia es en la hora de la mañana, ya que muchas personas tienen su centro de trabajo en la capital o en sus cercanías a esta. La zona de Kuru se caracteriza por ser una zona residencial principalmente, por lo que las mañanas los flujos de pasajeros viajan hacia San José y en las tardes en sentido contrario.

Los autobuses de esta ruta, al llegar a San José, la gran mayoría llegan ocupados bastante por debajo de su capacidad máxima de 80 personas, esto se puede asociar a la frecuencia con la que pasan los autobuses (a mayor frecuencia, se acumulan menos personas en las paradas, por lo tanto los autobuses de la ruta pueden llegar a niveles de ocupación menor) y la

presencia de paradas intermedias anteriores a la parada final, dentro de los cuadrantes centrales de San José o muy cercanas.

Tabla 11 Tasa de descenso de pasajeros

Ruta	Cantidad (Personas)			Tiempo (Segundos)			Tasas (seg/per)	
	Puerta Trasera	Puerta Delantera	Total	Puerta Trasera	Puerta Delantera	Total	Puerta Trasera	Puerta Delantera
Kuru/El Alto	8	5	13	13	17	17	1.63	3.4
Kuru/Domino	17	8	25	29	21	29	1.17	2.63
Kuru/Mariana	13	10	23	22	27	27	1.8	1.93

Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado

En esta Tabla 11 podemos apreciar que la cantidad de personas que descienden, no varía según la puerta que el usuario elija para desbordar el autobús, ya sea la delantera o la trasera, pero como podemos ver en estos casos, la mayoría de los desbordes se realizaron por la puerta trasera, esto arroja también que se puede decir que los pasajeros salen de igual manera por ambas puertas, esto dependen del lugar en el cual estén sentados y tomen la salida más cercana, esto tiene relevancia en el tiempo que toma una persona para desbordar el autobús, ya que si lo hace por la puerta delantera le tomará más tiempo en hacer la salida de este que en vez de utilizar la puerta trasera y hacer el desbordo. Esta diferencia puede explicarse ya que hay varios factores que pueden intervenir en esto ya sea la estructura del autobús, ya que para descender por la puerta delantera es necesario flanquear al chofer como el motor y como también otro factor importante a considerar es que mientras los pasajeros bajan del autobús otros hacen el intento de subir a este al mismo tiempo.

La tasa de tiempo que estima Molinero y Sánchez (2005) es un rango entre el 1.5 y 2.5 segundos por persona, esto para el caso de pasajeros con poco equipaje y pocos trasbordos, en esta tabla solo hay un dato que sobrepasa el rango estimado, el cual se dio porque el pasajero andaba con bolsas de compra y este se le dificultó el ascenso normal al autobús.

De esto se puede considerar calcular un promedio de tiempo de descenso para la puerta trasera y otro para la puerta delantera, sin considerar ninguna distinción por la cantidad de personas, dichos promedios finales se muestran en el cuadro a continuación:

Tabla 12 Promedio del tiempo de descenso de pasajeros

Condicion	Promedio (seg/per)
Puerta Delantera	1.53
Puerta Trasera	2.35

Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado

Aquí los promedios de ambas puertas, se encuentran dentro del rango de 1.5 a 2.5 segundos por persona, el cual según la Tabla 11 correspondería a este tipo de pasajero (poco equipaje y poco trasbordos). Acorde a las pruebas realizadas, el tiempo promedio que tarda una persona en descender, no es afectado por la cantidad de personas que desceinden en la parada. La diferencia que existe es entre la puerta delantera y trasera, esta se podria vincular a factores propios de la geometria del autobus, que incrementan la tasa de tiempo para descender por la puerta delanter, debido a que la prescencia de la cuebierta del motor y del asiento del chofer reducen el espacio para que las ersonas desciendan.

Ilustración 13 Pasajera descendiendo por la puerta frontal del autobús



Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado

También como se dijo anteriormente, las personas que se encuentran en la parada esperando el autobús para abordar el autobús, muchos de estos autobuses hacen una parada previa para dejar a sus pasajeros o porque la parada está ocupada por otro autobús. Lo que no se debe descartar es el efecto de la cantidad de personas circulando por la acera, en este caso el problema sería del retraso que necesitaría la persona para incorporarse al flujo de personas en movimiento. En principio al durar más tiempo por la puerta delantera, esto significaría que una mayor cantidad de personas preferirían utilizar la puerta trasera. Pero las pruebas para cada uno indican lo contrario, la cantidad que desciende por cada puerta es igual, puede explicarse porque la diferencia de tiempo no es realmente significativa para el usuario y se dirigen a la puerta más cercana.

5. Tiempos de Espera del Usuario en Parada

Observaciones sobre las condiciones espaciales de las paradas y su efecto en las filas.

Como se indicó en la sección anterior, las paradas en los cuadrantes central de San José y en general en todo el sistema de transporte público urbano, hay un faltante de infraestructura dedicada al sistema, lo cual debe entenderse no solo como escampadero, sino además de sistemas de información sobre la ruta, así como configuraciones que faciliten la interacción de los usuarios con los autobuses.

Otro problema que resulta obvio en las observaciones de campo, es la carencia de espacio para el desarrollo de las filas, esto se debe a que las personas no se encuentran ubicadas en terminales o espacios idóneos con este fin. Como se mencionó en secciones anteriores, el resultado de esto son los conflictos entre la cola y las personas que utilizan las aceras, así como con elementos del mobiliario urbano.

Lo que realmente sucede cuando no hay espacio suficiente para que los usuarios realicen la fila, es que se dan problemas de traslape de una fila a la

otra, los conflictos con las personas circulando en la acera y con quienes descienden de los autobuses, esto provocando confusión para usuarios, incomodidad y favoreciendo la ruptura del régimen de la fila debido al desorden.

La falta de espacio para el desarrollo de las filas no solo se debe al choque con otras paradas cercanas a ellas sino en muchos más casos por obstáculos en los frentes de cuadra tales como basura o mobiliario urbano, que no solo obstaculizan el espacio público para el tránsito de personas, sino que deterioran la calidad del espacio de la ciudad.

Esta ya genera problemas de conflicto entre los usuarios del transporte público y los peatones; este espacio se reduce más con la presencia de ventas callejeras muy cerca de la parada, esto es muy frecuente en la parada de Kuru y en sus proximidades, esto produce una percepción negativa de cerramiento e inseguridad para el peatón.

Determinación del espacio necesario para el desarrollo de la fila

El espacio necesario para una fila, implica tomar en cuenta el ancho de acera necesario y la longitud de frente de cuadra que pueda requerir, respecto al ancho de acera requerido se pueden tomar como referencia la antropometría ofrecida por Neufert, que recomienda un ancho mínimo de 112.5 centímetros para una persona con paraguas abierto y un 1 metro para cada una persona sosteniendo equipaje en ambas manos.

Teniendo en cuenta que las fachadas de los edificios que tienen escaparates estas disminuyen 90 centímetros el ancho efectivo de las aceras. Se tiene entonces que por el espacio para las personas esperando el autobús y el reducido por los escaparates de las tiendas, se necesita que la acera tenga un ancho mínimo de 2 metros, a este valor presentado anteriormente se le debe de agregar el ancho necesario que las personas necesitan a la hora de caminar sobre las aceras, este ancho puede ser de 1.50 metros para flujos peatonales ligeros, que no haya mucha presencia de peatones o mejor llamadas como vías secundarias de tránsito, pero estas también pueden oscilar entre un mínimo de

2.40 a 3.65 metros para flujos más altos de personas, mejor denominadas como vías principales. Esto deja que el ancho de aceras para el centro de San José con flujos importante de peatones puede oscilar entre los 4.40 hasta los 5.65 metros.

Neufert plantea, que para filas apretadas el espacio necesario es de 0.31 metros, para filas normales 0.47 metros y para largas filas 0.53 metros, cuando la fila se torna larga es por la expectativa de la llegada del autobús, esto es lo que llega a afectar el espacio entre las personas. En esta parada de Ruta 34A se da mucho el caso ya que en esta parada salen 3 rutas distintas y se hace la combinación de estas tres. Los usuarios tienen una expectativa de frecuencia muy alta con el servicio del autobús en esta ruta, debido a esto se agolpan mas reduciendo el espacio entre ellos, mientras si los usuarios tienen una percepción de que van a esperar un largo tiempo por este, tienden a relajar un poco mas la fila y aumentar el espacio entre las demás personas que se encuentran en la fila.

Se puede retomar según estudios realizados anteriormente y en recopilaciones de tesis, que cada persona ocupa alrededor de 58 cm de espacio en la fila para esperar el autobús que los llevara al destino deseado, es un espacio en donde la persona va a estar cómoda y amontonada con los demás peatones.

Observaciones de tiempo de espera

Acá a continuación se detallarán las observaciones sobre el tiempo de espera de los peatones en la fila para tomar el autobús, como se detalla en la ilustración se localiza la parada en estudio La parada de Guadalupe, cabe mencionar que en la imagen también se incluye la de Lincoln, ya que estas comparten un mismo cuadrante y estas muy cercanas las dos. La medición en esta parada se realizó en horas de la tarde, cuando fue que se observó una mayor concentración de personas, por periodos de 2 horas por lo menos.



Fuente: Google Maps. 2018

La parada final de la ruta Kuru en San José entre las calles 1 y la Central Alfredo

Volio, esta comparte la misma cuadra con la parada de Barrio el Pilar y Plaza Lincoln. Esta al encontrarse cerca en el extremo de la cuadra, cabe la posibilidad de que la fila puede extenderse hasta dar la vuelta en la esquina y aprovechar el frente oriental de la cuadra, desde la ubicación de la parada hasta la esquina hasta la esquina hay un espacio aproximado de 30 metros, lo cual le da una capacidad para albergar una cola aproximadamente de 55 personas, si se considera el otro lado de la cuadra esta capacidad puede aumentar en aproximadamente 70 personas.

La acera tiene un ancho de 2.10 metros, la fachada de la cuadra en esta parte cuenta con escaparate en algunos comerciales, la reducción del ancho efectivo de la acera sería más bien de 0.60 metros en vez de 0.90 metros; así que el espacio efectivo para el tránsito de peatones y la fila es de 1.50 metros para esta parada. En este caso, suponiendo que se tratará de un flujo peatonal ligero, el ancho de acera necesario debería de ser al menos de 3.20 para asegurar que no haya problemas de conflictos peatonales; eso si efectivamente el flujo peatonal fuera ligero. En caso de un tránsito de peatones más alto, la necesidad de espacio sería mayor.

Ilustración 15 Paso de peatones por la parada de la Ruta de Kuru



Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado

En esta parada podemos determinar que en la mayoría del día y en las horas de servicio de este, el cual empieza a las 4:30 a.m. hasta las 10:30 p.m. la parada no se vio sin la presencia de autobuses para las rutas en las cuales esta guarece y ofrece servicios, durante el día el servicio del autobús mantiene un servicio cada 5 min sin importar si es o no la hora pico, después de las 7:00 p.m. estos mantienen una frecuencia de 10 a 15 min la llegada de los autobuses, esto se da ya que el flujo de personas que abordan el autobús en San José disminuye considerablemente. Esta situación no es la misma cuando el autobús va realizando la ruta, ya que conforme se va acercando a la zona de Guadalupe la cantidad de usuarios aumenta, ya que esta zona hay centros comerciales los cuales cierran tarde y las personas salen de sus trabajos. La ocupación máxima de estos se da cuando algún autobús sufre un atraso ya sea que es ocasionado por algún desperfecto de este mecánicamente o si sufre un accidente, lo cual provoca que los usuarios se acumulen de gran manera, estos

no se han visto salir a su capacidad máxima de pasajeros ya que las personas que viven en la Urbanización Kuru tienen la opción de tomar Kuru/El Alto o

Kuru/Domino/Marianas, los que se dirigen a Domino y Marianas sólo tiene una opción de autobús lo cual los obliga a esperar hasta que llegue el correcto.

En esta parte no se puede hablar entonces de un periodo específico de mayor llegada, especialmente porque fuera del lapso observado no se puede asegurar si hay periodos con mayor o menor afluencia de pasajeros. Pero se puede decir que la llegada de pasajeros mantiene una cierta oscilación desde los intervalos de 8 personas cada 2-3 minutos hasta las 10 personas sin sobrepasar las 15 personas por 3 minutos. Desde las 5:30 p.m. hasta las 7:00 p.m. se mantiene una llegada de personas oscilando alrededor de las 11 a las 13 personas cada 2 minutos. Durante este periodo se dará el mayor tiempo de espera, como se comentará más adelante.

Tiempo de recorrido en el corredor de Guadalupe

Anteriormente se ha mencionado que los componentes del tiempo de viaje analizados han estado relacionados principalmente con las paradas, con su ubicación y la interacción de los usuarios con los autobuses como lo es operaciones de abordaje y descenso, espera en la parada, en las cuales la calidad de la infraestructura urbana es determinante. El tiempo de espera en la parada depende además de la relación entre los arribos de las personas y los autobuses a las paradas.

Estos componentes son importantes en tanto representan la accesibilidad de los pasajeros al sistema de transporte público, tanto desde el punto de vista de cercanía de las paradas como de facilidad de acceso a las unidades. Otro componente importante del viaje, que es el desplazarse hacia su destino o en efecto a la parada más cercana hacia su destino.

Los tiempos de recorrido como se indicó al principio de la tesis son afectados por los fenómenos de congestión, los cuales pueden ser complejos de analizar

por su aleatoriedad y configuración de algunas intersecciones. Además, un factor muy importante a considerar las características de infraestructura vial influye de manera importante, ya sea en calidad geométrica y en pavimento ya sea flexible o rígido, las características mecánicas de los vehículos e inclusive la experiencia del chofer a la hora de manejar y controlar las situaciones que se presentan, todos estos factores requerirían de un estudio más a fondo fuera de los alcances del presente trabajo.

Para abordar los tiempos de viaje, se presentarán tres indicadores importantes, los cuales son:

- La velocidad de marcha en cada uno de los tramos en que se descompuso la ruta.
- La velocidad de operación del viaje total
- La variabilidad de estas velocidades en cada uno de los viajes.

Tiempo de viaje en el corredor de Guadalupe

Este corredor en si cuenta con una longitud total de 79400 metros, de los cuales un 22.8% pertenece al corredor en sí y el resto a ramales. Este corredor tiene dos vertientes igualmente importantes; una que cruza el cantón de Goicoechea y llega hasta el cruce entre Ipi y Coronado, y la otra que va hacia en cantón de Moravia. Ambas vertientes divergen en la intersección a 500 metros de la Iglesia Nuestra Señora de Guadalupe. El corredor que tomamos como estudio para esta tesis fue el primero, ya que la ruta elegida pasa por este corredor, esta ruta se evaluó en su totalidad ya que no es una ruta complicada y sus ramales se mantienen en una distancia relativamente cerca.

Ilustración 16 Trayecto recorrido por la Ruta 34 A y sus ramales.



Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado

Como se ve en la ilustración anterior se demarca en el mapa el recorrido que hace el autobús de la Ruta 34 A y sus ramales (Domino y Marianas), la recorrido en negro es la ruta de Kuru-El Alto, que esta llega hasta la terminal en la urbanización Kuru, la roja y la azul pertenecen a los ramales que esta ruta también cubre denominadas anteriormente, la roja cubre el sector de Marianas y la azul el sector de Domino esta colinda con el sector de Mozotal, esta ruta la cubre el mismo corredor pero diferente trayecto.

Tabla 13 Variación de velocidad de operación y distribución de tiempo del viaje para cada recorrido, periodo matutino #1.

Horario Matutino Sentido Kuru-San Jose			
Recorrido	Kuru/El alto	Kuru/Marianas	Kuru/Domino
Hora	5:30 a.m. a 6:30 a.m.		
Velocidad de Operación (Km/h)	60	63	65
Tiempo Total de viaje (min)	30	32	29
Tiempo en marcha efectivo (min)	26	29	25
Tiempo en parada (min)	4	3	4

Tabla 14 Variación de velocidad de operación y distribución de tiempo del viaje para cada recorrido, periodo matutino #2.

Horario Matutino Sentido San Jose-Kuru			
Recorrido	Kuru/El alto	Kuru/Marianas	Kuru/Domino
Hora	6:30 a.m. a 7:30 a.m.		

Velocidad de Operación (Km/h)	35	49	40
Tiempo Total de viaje (min)	90	95	93
Tiempo en marcha efectivo (min)	50	45	48
Tiempo en parada (min)	40	40	45

Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado, datos recolectados en campo.

En el sentido de Kuru a San José, en la tabla 13 se puede observar que el tiempo de viaje es prácticamente uniforme en los tres recorridos durante el periodo matutino, también podemos observar que las velocidades de operación son similares, esto se debe que a estas horas de la mañana la presencia de automóviles es muy poca a comparación en la próxima hora de estudio. Otro factor por considerar acá es que la mayoría de los autobuses que son de las rutas provenientes de los ramales estos vienen con su capacidad máxima de usuarios en el autobús, por lo cual el recorrido lo hacen en menos tiempo que los demás.

Como podemos ver la situación cambia, a como nos muestra la tabla 14, en esta hay un incremento en el tiempo de recorrido como también en el tiempo de marcha y de parada, esto se debe al incremento de personas en las calles, el incremento de autos en circulación, autobuses escolares ya que es una hora en la cual la mayoría de las personas entran a sus labores cotidianas, en el cual el recorrido normal del autobús queda estancado en presas debido a la apertura de nuevos centros comercios en los cuales, los diseños viales propuestos no fueron los más adecuados, ya que esta Avenida 31 es por la cual transita la mayoría de los autobuses que vienen de distintos sectores (Coronado, El Carmen, Ipis, Purrál, etc). La presencia de automóviles y autobuses es una cantidad considerable, ya que la mayoría de las personas se dirigen hacia sus trabajos, zonas de estudio, etc. Como se puede ver en los datos tomados la mayoría de las rutas comparte el mismo tiempo de parada ya que las rutas que vienen de los ramales, estos por lo general vienen con su capacidad al máximo y conforme van llegando a Guadalupe van desocupando ciertos lugares y es

donde empiezan hacer sus paradas oficiales. Venir con su capacidad llena les da un poco de ventaja con el tiempo ya que no tienen mucha perdida en este, la perdida que la mayoría de estos sufre es cuando llegan a la Avenida 31, ya que el congestionamiento vial comienza desde el Colegio Madre del Divina Pastor hasta llegar a la antigua Rotonda La Gallito. Después de este se presenta nuevamente otro en el cual es del Paseo de las Damas, hasta llegar a la parada final en la capital, lo cual hace que el tiempo de viaje tarde más de lo que está programado.

Tabla 15 Variación de velocidad de operación y distribución de tiempo del viaje para cada recorrido, periodo matutino #3

Horario Matutino Sentido San José-Kuru			
Recorrido	Kuru/El alto	Kuru/Marianas	Kuru/Domino
Hora	5:30 a.m. a 6:30 a.m.		
Velocidad de Operación (Km/h)	45	51	55
Tiempo Total de viaje (min)	18	19	22
Tiempo en marcha efectivo (min)	18	17	19
Tiempo en parada (min)	0	2	3

Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado, datos recolectados en campo.

Tabla 16 Variación de velocidad de operación y distribución de tiempo del viaje para cada recorrido, periodo matutino #4.

Horario Matutino Sentido San Jose-Kuru			
Recorrido	Kuru/El alto	Kuru/Marianas	Kuru/Domino
Hora	6:30 a.m. a 7:30 a.m.		
Velocidad de Operación (Km/h)	35	49	40
Tiempo Total de viaje (min)	23	25	20
Tiempo en marcha efectivo (min)	20	20	18
Tiempo en parada (min)	3	5	2

Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado, datos recolectados en campo.

En estas otras tablas analizamos los horarios matutinos, pero en sentido San José-Kuru, como lo vemos en la Tabla 15, el comportamiento del recorrido con

respecto al tiempo de viaje se acorta mucho, ya que en este sentido la presencia de autos es mínima, aparte que a la zona a la cual se dirige es una zona residencial y estas en su mayoría se encuentran camino a sus labores cotidianas, como podemos que el tiempo de parada que realizan es mínimo y hasta nulo. Se le hizo la pregunta a un chofer de la empresa del porque ellos tomaban poco tiempo en realizar este recorrido y su respuesta fue que a partir de las 6:00 a.m. la demanda de autobuses empieza a incrementar por lo tanto ellos tienen que suplir con la cantidad de viajes que la empresa tiene previsto, ya que la salida de estos a estas horas son cada 3-5 minutos para suplir la demanda de horario que los usuarios tienen en su trabajo.

En la tabla 16, podemos ver que el caso es contrario, pero esto no se debe a que haya presencia de presas o congestionamiento en sectores de la ruta, en este sentido a estas horas las calles se mantienen en un estado normal, esto lo podemos traducir a que las condiciones de tráfico se mantienen normal, en el único lugar en el cual se encontraron ciertos atascos no tan graves, sería en la entrada del Colegio Madre Del Divino Pastor, ya que los autobuses escolares estacionan sobre la Avenida 31 y provocan un poco de congestionamiento, esto por el cuidado que deben de tener los choferes por los escolares presentes. Por este motivo ellos se toman más tiempo para realizar su recorrido. Uno de los factores negativos que se vieron en este trayecto es por parte de los choferes y de los cheques que le toman el tiempo a estos y también cuando tienen que realizar el cambio del chofer en la unidad, ya que como podemos ver el tiempo que más se tomó fue de 10 minutos realizando esto, de igual manera la capacidad del autobús no va del todo lleno, ya que son personas que trabajan en horarios nocturnos que se dirigen hacia sus hogares, estas demoras que presentan los choferes a la hora de realizar esto incomoda a los pasajeros y estos se ven obligados a silbar para que el chofer retome el camino.

Tabla 17 Variación de velocidad de operación y distribución de tiempo del viaje para cada recorrido, periodo vespertino #1

Horario Vespertino Sentido Kuru-San Jose			
Recorrido	Kuru/El alto	Kuru/Marianas	Kuru/Domino
Hora	4:30 p.m. a 5:30 p.m.		
Velocidad de Operación (Km/h)	45	48	42
Tiempo Total de viaje (min)	30	25	29
Tiempo en marcha efectivo (min)	25	23	28
Tiempo en parada (min)	5	2	1

Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado, datos recolectados en campo.

Tabla 18 Variación de velocidad de operación y distribución de tiempo del viaje para cada recorrido, periodo vespertino #2

Horario Vespertino Sentido Kuru-San José			
Recorrido	Kuru/El alto	Kuru/Marianas	Kuru/Domino
Hora	5:30 p.m. a 6:30 p.m.		
Velocidad de Operación (Km/h)	32	38	43
Tiempo Total de viaje (min)	20	25	22
Tiempo en marcha efectivo (min)	18	15	19
Tiempo en parada (min)	2	10	3

Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado, datos recolectados en campo.

En las tablas presentadas anteriormente, vamos a analizar la situación en horario vespertino de la Ruta 34 A, como podemos ver, en la tabla 17 y 18 se analiza el movimiento del tiempo de los usuarios que van de Kuru y sus ramales hacia la capital, la mayoría de estos viajes son rápidos, ya que la cantidad de usuarios en ellos es mínima, la mayoría de las personas a estas horas se dirigen hacia San José por motivos de compras, citas o trabajos nocturnos e inclusive por estudios. La situación en este horario es muy parecida al que se presenta en las mañanas en el sentido San José-Kuru, los viajes se realizan rápido ya que la presencia de automóviles disminuye de manera considerable para este camino de la ruta, ya no hay presencia de menores en las escuelas, este tipo de congestionamiento escolar no está

presente por lo cual el tránsito se torna más favorable. El tiempo de parada es mínimo, ya que debemos de considerar que hay una mayor cantidad de autobuses disponibles en la ruta para dirigirse hacia la capital, en ciertas ocasiones los choferes se tomaron con más calma el recorrido, por la cual uno que otro duraba más estacionado, ya sea conversando con los cheques o realizando alguna compra de alimentos para ellos o simplemente dejaban que el tiempo pasara.

Tabla 19 Variación de velocidad de operación y distribución de tiempo del viaje para cada recorrido, periodo vespertino #3

Horario Vespertino Sentido San Jose-Kuru			
Recorrido	Kuru/El alto	Kuru/Marianas	Kuru/Domino
Hora	4:30 p.m. a 5:30 p.m.		
Velocidad de Operación (Km/h)	28	25	30
Tiempo Total de viaje (min)	62	65	69
Tiempo en marcha efectivo (min)	40	43	41
Tiempo en parada (min)	22	22	7

Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado, datos recolectados en campo.

Tabla 20 Variación de velocidad de operación y distribución de tiempo del viaje para cada recorrido, periodo vespertino #4

Horario Vespertino Sentido San Jose-Kuru			
Recorrido	Kuru/El alto	Kuru/Marianas	Kuru/Domino
Hora	5:30 p.m. a 6:30 p.m.		
Velocidad de Operación (Km/h)	35	49	40
Tiempo Total de viaje (min)	90	92	90
Tiempo en marcha efectivo (min)	40	37	41
Tiempo en parada (min)	50	55	49

Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado, datos recolectados en campo.

En las tablas 19 y 20, podemos ver el caso más pesado en congestión vial que se presenta en esta tesis, en este trayecto de retorno a los hogares los pasajeros se deben de llenar de paciencia, ya que como podemos ver en ambos casos el horario se extiende por más de la hora, lo cual los pasajeros presentan cierta desesperación a la hora de tomar el autobús a estas horas. En

ciertas ocasiones se presentaron choferes agresivos en la hora de hacer el recorrido, ya que muchos usuarios se presentaron impacientes y disconformes con el manejo de este. Unos de los problemas presentes es que en estos horarios debido a que la cantidad de personas aumentan, los choferes saturan las unidades conforme se vaya dando el avance de la ruta, por lo cual el tiempo de parada aumenta, ya que los usuarios deben de acomodarse lo mejor posible para que el viaje continúe y darles el servicio de transporte a todos por igual.

En ciertas ocasiones la conducción imprudente de los choferes hace que esta situación se empeora más, ya que muchos por querer evitar estos atascos toman rutas o hacen maniobras temerosas por salir rápido de esta situación. Como se dijo anteriormente, en esta zona se han hecho ciertas construcciones las cuales han cambiado el sistema en el cual las personas se puedan movilizar, ya que hay carriles que los han tomado como accesos para estos negocios y el chofer mientras espera que le regalen un espacio para poder pasar, realiza una pequeña presa en esta intersección, la cual acumula autosmóviles y autobuses de gran manera.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Ubicacion de las paradas

La ubicación de las parada que se analizó en la zona central de San José, la cual esta conformada por el distrito del Carmen. En esta se estudio principalmente el tiempo que demora la persona para hacer un trasbordo. Esto refleja un importante porcentaje de los viajes de ida o regreso tiene como origen o destino la zona conformada por este distrito.

Los porcentajes altos, se explican por la configuracion radial del sistema de transportes que obliga a las personas a realizar los trasbordos en esta zona, ya que como sabemos tambien se encuentran centros importantes de comercio, servicio y gobierno. Seria correcto agregar que gran parte de la actividad que se ve en la ciudad de San José es gracias a esta funcion de la ciudad como gran terminal para el sistema de transporte publico.

Notese que es San José, serca de la cuadra de la parada de Kuru, se encuentran zonas un poco abandonadas, como lo es cerca de la Iglesia del Carmen, antiguo Hotel Europa y sus cercanias, ya que son caminos que retoman las personas para llegar a sus hogares y como tambien trabajos, son zonas que ademas de carencia de comercios o centros atractores de viajes destacados, son marginales desde el punto de la colocacion de las paradas y las rutas que siguen las personas para moverse de una parada a otra. En esto se hace o se llega caer en un circulo en el cual estas zonas a tal estado de abandono que las hace poco atractivas para la colocacion de paradas o para que los usuarios caminen cuando van a ralizar el transbordo del autobus deseado. Sería gratificante que se tomaran estos accesos y se limpiaran y se tornaran mas atractivas, ya que muchas personas pasan por estos sectores y podrían tambien tomar el autobus con seguridad por allí.

El tema de la ubicación que tienen las paradas sobre la ruta ya sean intermedias o finales, ha sido en esta tesis algo importante, ya que esto afecta los tiempos de viaje de los usuarios en distintas fases del viaje. Este problema repercute en tres puntos importantes, los cuales serían: 1) espacio insuficiente para que los autobuses estacionen en las paradas, 2) bloqueos en las vías e intersecciones, 3) espacios pequeños para resguardar a los usuarios que esperan en la parada.

Bloqueos en vías o intersecciones

Un problema que se presenta frecuentemente en la parada de la ruta 34 A, es que en la parada en sí pueden tener espacio suficiente para los autobuses estacionados, pero la frecuencia en la cual llegan a esta hace que en algunas ocasiones la parada se encuentre llena, lo cual crea ciertas presas de autos y autobuses que bloquean el paso normal en la vía.

Ilustración 17 Parada Ruta 34 A, sin espacio para que las demás unidades puedan estacionar.



Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado.

Esta situación es causada por la agrupación de muchas paradas en un mismo tramo. Retomando el sistema de niveles de servicio para transporte público, expuesto en el marco teórico, se establece que conforme aumenta la cantidad

de autobuses por carril, descende el nivel de servicio. Esto debido a la congestión que provoca la cantidad de autobuses en la vía, por su ocupación de la vía como las maniobras que realizan en las paradas. Lo anterior se observó en la Avenida 3, la cual es utilizada principalmente por la ruta estudiada.

Insuficiente espacio para los usuarios en la cuadra

El espacio insuficiente en las paradas puede ser visto desde dos perspectivas: espacio transversal, es decir, ancho de aceras y longitud para el desarrollo de las colas.

Desde el punto de vista de ancho de aceras, se tiene que para sectores comerciales, los anchos de acera oscilan entre los 3.50 y 4.40 metros, según se trate de flujos bajos o altos de peatones respectivamente, en caso de zona no comerciales, o frente de cuadra sin escaparates, se podría reducir en 50 cm en cada caso. Si bien no se hizo un análisis exhaustivo de anchos de acera donde está la parada, si se evaluó en esta parada donde se hizo análisis de tiempos de espera, encontrándose que en la parada había problemas de espacio. También se encontró a lo largo del trabajo que se realizó en campo en la acera son comunes, especialmente sobre la Avenida 3, que es donde se encuentra la parada de nuestra Ruta en estudio.

Por otro lado, pudimos entender a lo largo de la tesis, que según los estudios que hemos realizado, cada persona necesita aproximadamente unos 58 centímetros para estar como en la fila, en esta parada a veces hay filas con más de 50 personas esperando el autobús la cual requiere más de 30 metros para mantener la fila en orden, como sabemos en la parada de la Ruta 34 también hay personas que esperan diferentes buses, ya sean de los ramales de la ruta de Kuru o como también los autobuses que van para El Alto y Heliconias, estas otras rutas provocan más filas en esta parada lo cual a veces la sección de la acera no da abasto para que las demás personas transiten normalmente por esta, ya que en ocasiones los que esperan estos autobuses

tienen que pegarse por completo a los negocios ára dejar el paso libre de estos.

*Ilustración 18
demostración del
hay en ella.*



*Parada Ruta 34 A,
insuficiente espacio que*

Fuente: Autor. Gloriana Coronado

Ilustración 19 Parada Ruta 34 A, demostración del insuficiente espacio



Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado

El resultado que se muestra en estas ilustraciones anteriores, que por la carencia de espacio se presentan conflictos entre los flujos peatonales que se presentan en esta zona, causando los fenomenos de desorden que se percibieron a lo largo de las mediciones de abordaje y descenso e pasajeros, asi como el estudio del tiempo de espera. El desorden, ademas de representar una incomodidad para los usuarios del sistema, esto puede provocar fallas en los contadores de los autobuses llegando a marcar mas o menos personas que suben y favorese a que se rompa el regimen de la fila, lo ultimo perjudicando en particular a personas de la tercera edad o con alguna discapacidad.

Un problema similar es la presencia de las ventas callejeras en este espacio o como tambien los obstaculos en la via publica, como se señaló en varios casos a lo largo de la tesis.

Velocidad Peatonal y Tiempos de caminata

Velocidad Peatonal

Una delimitante del calculo de la velocidad peatonal es que se utilizó una sola filmacion correspondiente, las relaciones obtenidas entre velocidades y densidades peatonales, pueden no ser las mismas para vias compartidad por personas y vehiculos.

Los horarios estudiados entre las 4:30 p.m. y las 6:30 p.m. se observaron en ciertas ocaciones en nivel de servicio D, son muy pocas las veces que se presentaran niveles de servicio A, esto arroja que los niveles de servicio B y C son prevalecientes. En todas las muestras de niveles de servicio, un porcentaje menos del 15% que caminan a una velocidad mayor o igual a 1.30 m/s. Así mismo para el menos del 90% de las personas muestreadas para cada nivel de servicio se cumple que caminan mas rapido que 1 m/s.

Se tiene que las relaciones volumen/capacidad la velocidad promedio es de 1.39 m/s. los resultados arrojan que las personas filmadas no parecen ser tan susceptibles a los cambios de espacio disponible, a como lo predice el modelo del HCM.

Tiempos de caminata

El tiempo que se designo para llegar a las paradas es un intervalo entre los 10 a 25 minutos, dependiendo de la ruta que vaya a tomar para llegar a esta. El punto principal que se tomó fue la Avenida Central, ya que es un punto en la cual la mayoría pasa debido a la cantidad de comercios, y como tambien por cuestiones de seguridad. En algunas situaciones las personas deben de recorrer mas de 600 metros para llegar a estas, por lo general dependiendo de la velocidad del peaton tomaria menos de 15 min en hacer el recorrido.

Vale destacar que no solo es importante la distancia en la que una persona recorre para llegar a su parada, si no que tambien se trata y se debe de recalcar y de tomar en cosideracion a cambio la calidad del trayecto, la geometría y las vias que hay disponibles para llegar a esta que se encuentren en la condicion optima y segura para el peaton. Seria factible esperar que las personas estan dispuestas a caminar un poco mas si las condiciones anteriores son atractivas para estas.

Funcionamiento de las paradas

Operaciones de abordaje y descenso de pasajeros.

Respecto a este tema, los resultados arrojaron que el factor relevante es la cantidad de personas que permanecen en la acera realizando la fila, no se trata de las personas que se encuentran en el autobus. Esto se debe a que cuando se da la precensia de mas de 20 personas realizando la fila, estos tienen la presion de las personas de atrás para que suban de manera rapida al autobus y que este salga y retome su camino de la manera mas rapida. En cambio cuando la fila de menor de 15 personas la presion no es tanta, los usuarios se

toman su tiempo para subir a este y poder hacer la selección del espacio a coger.

Para los tiempos de descenso de pasajeros se tiene que la tasa de tiempo es mayor por la puerta delantera que por la puerta trasera, esto es un comportamiento a esperar, ya que la mayoría de las personas que se encuentran en los asientos delanteros toman esta salida como la mas rapida, la trasera por lo general la utilizan las personas que permanecen en los asientos de atrás. Un comportamiento que se observo, es que la mayoría de las personas desbordan el autobus por la puerta delantera, ya que les da miedo a que el chofer tome su trayecto antes de que estos se bajen del autobus y provocar alguna caída o accidente grave. Además de esto el descenso de las personas por la puerta delantera hace un atraso considerable en los pasajeros que van abordando ya que se hace una congestión en el pasillo o gradas del autobus debido a la geometría que este presenta.

Ilustración 20 Colapso entre pasajeros que abordan y descienden del autobús por la puerta delantera.



Fuente: Autor. Gloriana Coronado Collado.

Un factor importante a considerar con respecto al abordaje y descenso de los pasajeros, es que en muchas ocasiones se observaron que el chofer del autobús permitía a los pasajeros desbordar una cuadra antes de la parada oficial, esto para agilizarles la espera del desbordo hasta la parada oficial, ya que muchas veces se dio que en el lugar de la parada la cantidad de autobuses llegaba al límite por lo cual el siguiente autobús en llegar tenía que hacer la espera hasta que algún de los demás saliera y poder dejar que los pasajeros salieran del autobús.

Parada que sirve para Múltiples Rutas

En la parada de la Ruta 34, como bien lo sabemos no solo está establecida la de Kuru-El Alto, también están presente las de los ramales correspondientes, como también 2 rutas más las cuales son Heliconias y El Alto. La falta de espacio es obviamente un motivo importante para la necesidad de agrupar rutas en una misma parada, pero siempre compartiendo un mismo rumbo, esto también se debe a que el personal de las empresas para supervisar a las mismas.

Esta situación presente, en ocasiones se torna confusa ya que entre ellos mismos no saben que fila están tomando y que si la fila que están haciendo es la correcta para poder abordar el autobús de la ruta que desean. Esta situación obliga a que los usuarios rompan el orden de las filas, ya que cuando llega el autobús que esperan estos salen a tomarlo, provocando que en muchas situaciones de estas ciertas personas que se encontraban de últimos en la fila sean los primeros en subir al autobús, lo cual genera pelos y discusiones entre los pasajeros.

Ante esta situación, lo más recomendable es que las paradas fuera de los ramales de la Ruta 34 A, como lo es Heliconias y El Alto, tengan una parada por aparte, ya que esto disminuiría la cantidad de personas en las filas y como también la espera de los autobuses.

Tiempo de espera en parada

En la parada correspondiente a la Ruta 34 A, no se observaron demoras considerables constantemente, ya que por lo general es una ruta que goza de muy buen servicio de autobuses. La gran mayoría suplen con la demanda de los usuarios y por lo general no hay queja alguna, cuando estos autobuses presentan algún atraso la mayoría del tiempo se da por factores externos, y a factores externos me refiero a preseas, algún cierre de ruta, accidentes, etc, esto provocando demoras en el servicio e incrementando la espera de los pasajeros en la parada.

El tiempo de parada en este caso puede ser muy aleatorio, variando de un momento a otro, según el momento en que se llegue a la fila. La demora más alta que ha presentado una persona en esperar el autobús en esta ruta es de 10 min como máximo y fue en horario de las 8:30 p.m. hasta las 10:30 p.m. en el cual es el último autobús que sale de San José hacia Kuru, esto debido a que el servicio de los autobuses disminuye, la cantidad de autobuses es mucho menor que la cantidad que normalmente presenta.

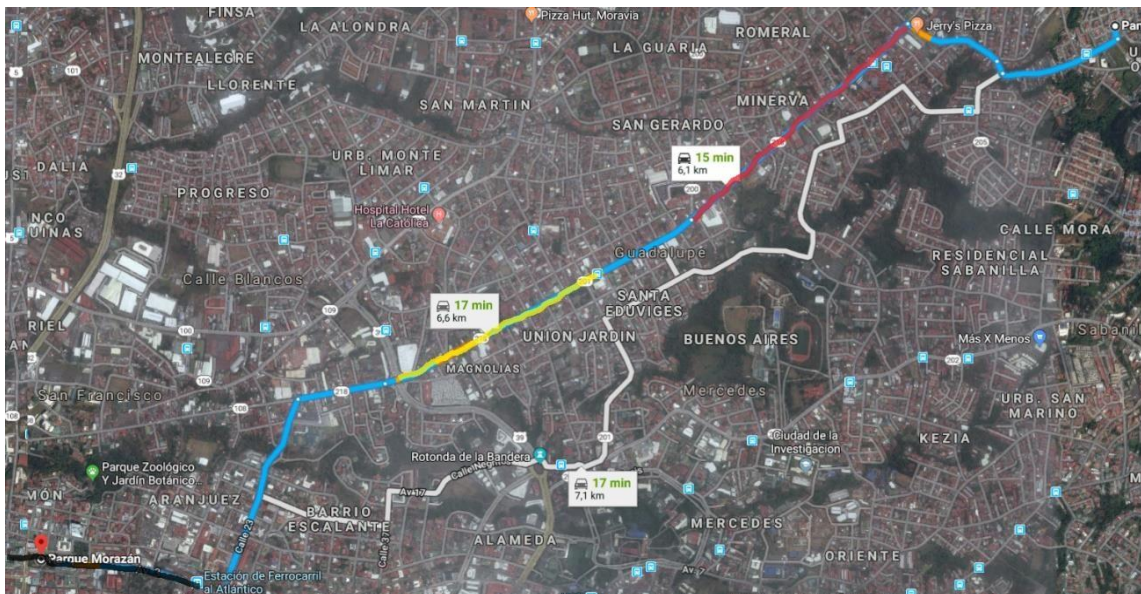
Tiempo de Recorrido

El tiempo en el cual se efectúa el recorrido hacia Kuru en el autobús se ve afectado por la congestión debido a la presencia de la creación de ciertas intersecciones que se transformaron conflictivas, como también el tiempo en el cual el autobús permanece detenido en las paradas con las que cuenta el trayecto. Este tiempo mencionado anteriormente es inevitable, ya que debido a gran presencia de usuarios que viven y toman el autobús en paradas intermedias se ve obligado a hacerse.

En el caso del corredor de Guadalupe, a la cual pertenece nuestra ruta, presenta 3 sesiones críticas en ambas direcciones, primeramente, de Kuru hacia San José se presentan los siguientes 1) del Colegio Madre Del Divino Pastor hasta el Cruce de Moravia, 2) de la Iglesia de Guadalupe hasta la antigua Rotonda la Gallito y 3) de la estación del Atlántico hasta llegar a la parada final. En sentido contrario tenemos de San José a Kuru y tenemos 1) del Colegio México hasta la antigua Rotonda la Gallito, 2) de la Iglesia de

Guadalupe hasta el cruce de Moravia y 3) del cruce de Moravia hasta el Colegio Madre del Divino Pastor.

Ilustración 21 Señalización de Rutas críticas Ruta 34 A.



Fuente: Google Maps.

Muchos de los problemas presentes en la congestión que se presenta en estos tramos se debe a la gran presencia de autobuses que circulan por las vías, una de las características del tramo que se utilizó a estudiar es que precisamente son tramos compartidos por el mayor número de rutas presentes en estos sectores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. A lo largo de la tesis, se pudieron retomar varios puntos en lo que hay que considerar y no dejar atrás sin tomar manos en el asunto, es considerable y se nota en las calles la falta de espacio físico que existe para el transporte público como también para los peatones. El fenómeno que se presenta, en varias ocasiones es el constante desorden en las paradas, así como bloqueos de vías o intersecciones. En esta sección de la parada, la cuadra en la cual se encuentra no cumple con los requisitos para el funcionamiento eficiente la cual debe de contar una de esta. Con esto nos dimos cuenta de varios problemas con los que lidian los usuarios del transporte público, los cuales son: Flujos peatonales en las aceras por falta de espacio, conflictos de espacio (filas) esto se debe a la cercanía de las paradas que existen entre paradas y ventas ambulantes lo cual hace que el espacio se reduzca.
2. Otro punto, de tanto en esta tesis que toma gran importancia es el tiempo que se toma una persona para abordar y descender del autobús, según Molinero y Sánchez (2005) este tiempo tiene que andar entre los 3 y 4 segundos, situación que en realidad no se da, por varios factores ya sea geometría de autobús, estructura de este mismo, ya que en ocasiones podemos ver que el autobús cuenta con barras electrónicas

en su entrada, lo cual si un pasajero anda con paquetes, por ende durara más. Se vio también que cuando las filas si llegan a contar con más de 25 personas el abordaje se hace más rápido, ya que las personas que se encuentran detrás del que va a abordar este, hacen presión para que se suba más rápido a este.

3. Otro factor es el tema del descenso de estos en el autobús, se destacó que en ese descenso por la puerta delantera se tarda más de lo que se tarda por la puerta trasera, en los autobuses se presentaron los tiempos variados por la puerta delantera en promedio de 1.53 segundos y por la puerta trasera 2.35 segundos, en muchas ocasiones esto se vio afectado debido a, como anteriormente se ha explicado por la geometría de los autobuses, como también las congestiones que se dan en la entrada ya que los usuarios que se encuentran fuera de esperan abordar a estas y no se percatan que hay personas bajando del autobús. Los valores presentados se encuentran dentro del rango que cita Molinero y Sánchez (2005).
4. Una de las realidades que se presenta es que en ninguno caso estudiado en la tesis los autobuses salen de la o llegan a la capital con su capacidad máxima de usuarios ya sean sentados y de pie, estos antes de llegar a sus destinos finales ya sea en la capital como en los corredores estimados van realizando el desbordo de los pasajeros en paradas intermedias en la ruta. En algunas ocasiones los choferes de autobús sobrepasan el límite permitido de pasajeros en el autobús, esto se debe a la disminución del servicio en horas pico, por lo tanto, deben de satisfacer la necesidad de los usuarios que se dirigen hacia su destino.
5. Se pudo notar que, en esta ruta, hay muy poco control por parte de los cheques (operadores de ruta) en la parte de que ellos se aseguren que el servicio tenga una frecuencia regular, o sea que no tenga un comportamiento irregular, estos no vigilan en muchas ocasiones los tiempos excesivos en algunas paradas y como también garantizar la capacidad del autobús para que estos recojan a personas en paradas intermedias. En el caso de la ruta se observó que después de las

paradas del parque, estas unidades agotan su capacidad para recoger a más pasajeros en lo que resta de la ruta.

6. Se estudió que la velocidad de operación como tal, es la más importante desde el punto de vista del usuario, esto con el fin de poder determinar con mayor claridad los tramos específicos en los cuales se presenta la mayor congestión en la ruta. Esta velocidad se puede relacionar con el tiempo en el que el autobús pasa en las paradas y con el momento en que hay congestión en las calles. En el periodo de la mañana los tiempos en parada son alrededor de un 25% del tiempo total del viaje.

Recomendaciones

1. La metodología utilizada para el cálculo de niveles de servicio es de esperar que el modelo de esto varíe conforme se ha presentado en otros países, ya que el concepto de espacio personal es una percepción subjetiva en buena parte. En este caso es importante no limitar el estudio a una sola sección de vía, sino comparar entre varias, al menos tomando en cuenta una estación general para el estacionamiento de los autobuses y tener la vía libre para los automóviles.
2. El control de acenso y descenso de pasajeros han demostrado que necesita un control más excesivo. La utilización de barras contadoras permite obtener con facilidad una gran cantidad de mediciones ya que esto agiliza a que los usuarios no tomen mucho tiempo en esto, es recomendable que estas barras se coloquen de manera las cuales no dificulten el ascenso de estos y que la estructura que se la haga de soporte no sea tan elaborada, esto con el fin de que los pasajeros suban de la mejor manera.
3. Haciendo referencia a la recolección de datos para los tiempos de recorrido, unas de las dificultades encontradas es el tiempo. En esta ruta, durante las horas de mayor tránsito resulta muy difícil realizar varios recorridos en la ruta, ya que el tiempo de congestionamientos es

mucho, por lo cual en las horas pico se pueden realizar de 2 a 3 viajes para poder recolectar la información deseada. Si se requieran muestrear más viajes o inclusive obtenerlos con mayor detenimiento durante la hora de mayor tráfico, sería necesario emplear más de una persona a la vez.

4. Una de las dificultades más comunes en esta y en otras rutas, es la irregularidad de las paradas, confundiendo fácilmente las paradas oficiales con las informales. Por eso se necesita hacer más de un recorrido de campo a la vez, a diferentes horas del día para entender previamente el funcionamiento de las rutas a muestrear.
5. Mejorar el itinerario y trazados del corredor, esto con el fin de compensar los retrasos de los autobuses debido a la congestión y el tiempo que toma estos en las paradas que se encuentran en el recorrido, se recomienda establecer una ubicación de supervisores (cheques como popularmente se les conoce), en las paradas más pobladas en el recorrido, esto con el fin de poder agilizar el tiempo y así evitar que los choferes se detengan por más de 1 min en estas, ya que la consecuencia de este acto hace que el tiempo de viaje aumente y como también que se regularía la cantidad de personas que suben a este, esto ayudaría a que los autobuses salgan con la capacidad para satisfacer el servicio a los usuarios en las demás paradas intermedias que estén en el corredor.
6. Años atrás se ha querido establecer tarjetas en las cuales los usuarios solo pasen en un sistema automatizado y se les debite el pasaje, esta es una oportunidad para optimizar el sistema de cobro, esto reduciría los tiempos de parada y también integrar a sectores de la población que en la actualidad han sido marginados por la tecnología actual del sistema, con los adultos mayores se ha realizado esto, en ciertas ocasiones es factible ya que hay momentos en los cuales las maquinas no leen bien la cedula de la persona el cual tiene que apuntarse en una libreta de control de pasajeros y este toma más de 30 segundos en realizarse, este procedimiento toma mucho tiempo.

7. Se deben de buscar nuevos espacios en la capital la cual permita un mejor funcionamiento en la parada, desde el punto de vista de espacio para maniobrar los autobuses, un adecuado espacio en la acera para los usuarios que esperan el autobús. En campo se notaron muchos conflictos peatonales debido a la carencia de espacio, esto genera que los llamados "Carteristas" se aprovechen de la situación y roben a las personas que se encuentran amontonadas en las paradas, se recomienda que estas tengan un ancho de 2.40 metros como mínimo para que los usuarios estén cómodos realizando la fila como también los demás hagan el paso regular sobre estas.
8. Se debe indagar más a fondo la relación entre la cantidad de paradas a lo largo del recorrido y como la distribución de esta afecta en la eficiencia de los autobuses, para poder concretar un mejor criterio de una correcta separación entre estas y que garantice un funcionamiento más óptimo del autobús.
9. Como por último y lo más recomendable, se hace la recomendación de crear un carril exclusivo en las zonas más críticas de presencia de vehículos (señaladas anteriormente en la tesis), ya que la mayoría de los problemas de congestionamiento vial es por las paradas en lugares angostos y con muchos comercios durante el camino hacia la capital. Esto se recomienda a lo largo de la Avenida 3 en Guadalupe., ya que es donde se presenta el mayor congestionamiento.
10. Una recomendación de suma importancia y es muy necesario para el mejor funcionamiento de los tiempos de espera de los usuarios para abordar los autobuses es el debido señalamiento e información de las rutas que realiza el autobús, ya que muchos usuarios están desorientados sobre el recorrido o las rutas que estos abarcan, debería de haber en la para un panfleto informativo de los puntos por los cuales esta realiza las paradas, así con esto evitar que las personas realicen la fila y hagan un atraso considerable a los demás usuarios.

Analisis de Datos						x	x	x							
Reunion con Tutor									x						
Confeccion de Trabajo Final										x	x	x	x		
Confeccion de Presentacion														x	x

BIBLIOGRAFIA

Molinero Molinero, A.R., Sánchez Arellano, L.I. (2005). *Tranporte público: Planeación, Diseño, Operación y Administración*. México. Universidad Autónoma de México.

Cuadra Morales, Humberto José (1995). *Análisis de algunos conflictos entre peatones y vehículos en la Avenida Segunda de la ciudad de San José*. Informe de Trabajo de Graduación para obtener el grado de Licenciado en Ingeniería Civil. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica.

Transit Cooperative Research Program. (2007). *Report 125. Guidebook for Mitigating Fixed-Route Bus-And-Pedestrian Collisions*. Recuperado el 3

Castro Rodríguez, L.E. et al. (1999). *Reorganización del transporte público colectivo en el área metropolitana de San José. Informe final.* San José, Costa Rica. LCR Logística.

LCR Logística. (2007). *Estudio de Oferta y Demanda de Transportes de la GAM- Resumen Ejecutivo.* San José, Costa Rica.

Pérez Molina, Eduardo (2006). *Oportunidades para reducir el consumo de combustible en el Área Metropolitana de San José. Informe de trabajo de Graduación para obtener el grado de licenciado en Ingeniería Civil.* San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica.

Programa de investigación en Desarrollo Urbano Sostenible. (2001). *Estudio de Recopilación, Procesamiento y Análisis de datos en la demanda de Transportes y Atractores de viajes en la Gran Área Metropolitana.* San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica.

Pujol Mesalles, Rosendo. (2000). *El sistema urbano costarricense: San José domina las interacciones. Presentado en el Seminario Internacional del Programa UIA-CIMES el rol de las ciudades intermedias iberoamericanas.* Resistencia, Argentina.

Neufert, Peter. (1999). *Arte de proyectar en arquitectura, Neufert (14 Edición).* Mexico Ediciones G. Gili, SA de CV.

Federal Highway Administration (2008). *Pedestrian Safety Guide for Transit Agencies.*

http://safety.fhwa.dot.gov/ped_bike/ped/ped_transguide/index.htm#toc

Suarez, Jorge A. (2008). *VOLVO; Autobuses de Entrada Baja, IV Congreso Internacional de Transporte Sustentable.*
<http://www.congresotransportesustentable.org/>