Universidad Iberoamericana Puebla

Repositorio Institucional **http://repositorio.iberopuebla.mx**

ExpoIbero Otoño 2023

Elección del sistema tecnológico de seguimiento a aplicar en la Red Urbana de Transporte Articulado en la ciudad de Puebla

Alvarez Osorio, Fernando

2023

https://hdl.handle.net/20.500.11777/5925

http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf

Elección del sistema tecnológico de seguimiento a aplicar en la Red Urbana de Transporte Articulado en la ciudad de Puebla

Alavez Jaimes Joseph (tercer semestre en Ingeniería Mecatrónica)[1], Alba Cancino Mauricio (tercer semestre en Ingeniería Automotriz)[1], Alvarez Osorio Fernando (tercer semestre en Ingeniería Automotriz)[1, *] y Cantú Hernández Francisco Antonio (docente responsable)[1]

[1]*Universidad Iberoamericana Puebla, San Andrés Cholula, Puebla, México.*

Resumen

La condición actual de la Red Urbana de Transporte Articulado (RUTA) en la ciudad de Puebla se ha revisado. A partir de ello, se han notado las deficiencias que presenta y se ha involucrado la relevancia de la implementación de un sistema tecnológico de seguimiento en el sistema de transporte público de mayor relevancia a nivel local. Con este motivo, se desarrolló y aplico una encuesta a usuarios de RUTA y ciudadanos para consultar y comprobar las experiencias y expectativas que se tienen frente al servicio ofrecido por la Red en la actualidad. Así, se comprobó la oportunidad para involucrar la tecnología de seguimiento en el sistema y se procedió a revisar casos de sistemas de transporte público que se han aventajado del uso de este tipo de tecnologías para ofrecer información en tiempo real a sus usuarios sobre los trayectos y, relacionadamente, conseguir mejores niveles de satisfacción de usuario, así negando el lugar a deficiencias que RUTA si presenta. Entonces, se revisaron los sistemas y tecnologías de rastreo empleados en los casos de referencia, y, con base en sus características, beneficios y aplicaciones, se eligió un sistema tecnológico de seguimiento a aplicar en la Red, obteniendo y mencionando también los requisitos de infraestructura que se deben considerar y los posibles beneficios en torno a la planificación de trayectos.

Palabras clave: transporte, transporte público, RUTA, tecnología de seguimiento.
[*]**Autor Corresponsal:** fernando.alvarez@iberopuebla.mx

Introducción

Red Urbana de Transporte Articulado (RUTA)

La Red Urbana de Transporte Articulado (RUTA) es el mayor sistema de transporte público en la ciudad de Puebla, el cual pertenece al Gobierno de la ciudad. Como lo menciona RUTA (2023), “el servicio es prestado con unidades de alta capacidad que circulan en carriles de uso exclusivo”, así como, actualmente, se ofrecen, autobuses de bajas emisiones contaminantes, un sistema de prepago con una tarjeta inteligente propia y un centro general de control de operaciones [1].

Asimismo, la Red se conforma por la Línea 1, con 18.5 kilómetros de extensión, 36 estaciones, 10 rutas alimentadoras, 26 unidades troncales y 93 alimentadoras, por la Línea 2, con 13.9 kilómetros de extensión, 33 estaciones, 16 rutas alimentadoras, 67 unidades troncales y 72 alimentadoras, y por la Línea 3, con 15.3 kilómetros de extensión, 28 estaciones, 6 rutas alimentadoras, 37 unidades troncales y 35 alimentadoras [1].

Actualmente, a pesar de que RUTA (2023) se autonombra como una “flota de autobuses de gran capacidad (160 pasajeros) con alta tecnología” [1], no cuenta aún con una opción para que sus usuarios sigan, en tiempo real, el recorrido para cada unidad, y, por ende, no tienen acceso a herramientas para planificar trayectos ni para recibir alertas de interrupciones en el desarrollo normal del servicio.

Tecnologías de seguimiento

Las tecnologías de seguimiento, en el campo del transporte, recopilan información relevante sobre la posición de un vehículo en cierto instante, para así determinar su movimiento y compartir los datos recuperados a determinado dispositivo de interés.

Las tecnologías de seguimiento tienen como fin seguir o rastrear determinada unidad en movimiento y que el usuario de dicha tecnología conozca el recorrido de dicho transporte en todo momento. El uso de esta tecnología, además de monitoreo en tiempo real, también habilitas funciones posteriores, como planificación de trayectos y avisos en tiempo real de imprevistos sobre la vía que afecten el comportamiento o trayecto normal de las unidades.

Un sistema de rastreo de vehículos se rige, primariamente, por la obtención de datos a partir de dispositivos especiales. A partir de ahí, los datos son manejados según el tipo de sistema de seguimiento del que se trate; el tipo pasivo resguarda los datos en dispositivos de almacenamiento y el activo transmite los datos en tiempo real por medio de telecomunicaciones [2].

La relevancia de implementar un sistema tecnológico de seguimiento a nivel local

Actualmente, el sector del transporte público en México se muestra ampliamente deficiente al lado de los de otros países, tal como el vecino Estados Unidos. Al nivel de la ciudad de Puebla, inclusive la cadena de transporte público más grande, RUTA, carece de aprovechamiento de tecnologías modernas.

La austeridad tecnológica en este servicio puede dar lugar a escenarios donde los usuarios hagan sus trayectos en un mayor tiempo a lo esperado, así afectando directamente a su experiencia de usuario y expectativas frente a este servicio.

Igualmente, la falta de una opción de rastreo de unidades para los usuarios los priva de planear sus trayectos de forma óptima, teniendo en cuenta tiempos de traslado, horas de salida, líneas a tomar, estaciones en las que bajar o incluso avisos en tiempo real sobre cualquier imprevisto o retraso para un camión. Cuestiones como estas han llevado a ciertos usuarios a optar por la movilidad en otras opciones de

transporte de tipo privado, así como también han limitado la llegada de usuarios ocasionales del servicio.

Concretamente, Guillermo Gutiérrez (2023), menciona que "en el primer semestre del presente año 47, millones 381 mil 67 personas han utilizado la Red Urbana de Transporte Articulado" con un número promedio de autobuses en operación de "288.8 unidades de lunes a viernes: mientras que sábado y domingo se ocupan 234.7 unidades" [3]. En relación con esto, de acuerdo con la más reciente Encuesta Nacional de Calidad e Impacto Gubernamental, realizada por la Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2019, el porcentaje de satisfacción para el transporte público masivo en Puebla es tan solo del 19.8% [4, pág. 11].

Considerando lo anterior, es posible entenderse que el sistema actual de RUTA, a pesar de contar con una cantidad alta de aprovechamiento por los residentes, se muestra ciertamente deficiente en el desarrollo de sus operaciones, donde factores, como limitada infraestructura, han tenido influencia. Incluso, como ejemplo de consecuencia, "la línea 1 en un inicio prometía traslado en 40 minutos […] usuarios reportan que el viaje completo se realiza en poco más de una hora" [5], provocando que usuarios se vean afectados al realizar sus traslados en tiempos mayores a los contemplados y al no contar con facilidades que notifican a los usuarios en tiempo real de cualquier imprevisto de las unidades de transporte.

Así pues, manteniendo en mente las condiciones actuales, se plantea el objetivo general de elegir el sistema tecnológico de seguimiento a aplicar en RUTA a partir de las ventajas e implicaciones que presenta, tanto para mejorar lo ofrecido actualmente por la red misma, como para impulsar la satisfacción del usuario.

Casos de éxito en otros sistemas de transporte público

Tal como se ha mencionado, hoy en día, claramente existen sistemas de transporte público en ciudades ajenas que han aprovechado el uso de tecnologías de seguimiento para tener precisión y claridad en operaciones.

Concretamente, los sistemas *San Diego Metropolitan Transit System* (MTS), *Metropolitan Transportation Authority* (MTA), *Transport for London* (TfL), Red Metropolitana de Movilidad y Sistema de Transporte Colectivo (STC), son ejemplificaciones precisas de la integración de sistemas tecnológicos de seguimiento. Siendo así, por medio de ellos, se han conseguido resultados relevantes con respecto a lo que se busca con el presente proyecto, tal como ofrecer a usuarios tiempos estimados de llegada de autobuses, duraciones de los trayectos de interés e información en tiempo real de autobuses y estaciones.

Siendo de esta manera, la presencia de este tipo de amenidades ha contribuido en alcanzar niveles significativos de satisfacción frente a aquellos sistemas.

Para MTS, con su sistema *Roadview Workstation*, "¡la satisfacción general de los clientes alcanzó el 91%! […] (94% en autobús frente a 90% en tren)" [6].

Para MTA, con el sistema *MTA Bus Time Technology*, Scott Etkin (2023) afirma, "los niveles de satisfacción del cliente en los autobuses fueron del 65%" [7].

Para TfL, con su sistema *iBus*, se reporta que "la puntuación de satisfacción general en 2021/22 fue de 78 y la puntuación del año en curso hasta la fecha en 2022/23 también es de 78" [8].

Para Red Metropolitana de Movilidad, con el sistema App Red, el Gobierno de Chile (2023) comunica que "un 79% lo evalúa sobre 5" [9], siendo un gran resultado al conseguir una satisfacción mayor a la mitad para la gran mayoría de sus usuarios.

Para Sistema de Transporte Colectivo, la división de Metrobús asegura que el "91.56 por ciento de las usuarias y usuarios consideran que la calidad de servicio que ofrece el organismo es excelente, de acuerdo con la encuesta realizada por este organismo en 2021" [10].

Metodología

Reporte de eficiencias y deficiencias actuales de RUTA

El sistema RUTA presenta algunas eficiencias, pero limitadas, ante la sociedad poblana en términos de traslado de personas. Entre ellas, se encuentra que es una opción competente y ecológica de movilidad urbana, la cual contribuye a mejorar la calidad del aire con sus autobuses de bajas emisiones y genera un alto impacto en la movilidad local [11]. Igualmente, se facilita su uso al operar sobre un carril confinado con puntos de ascenso y ascenso específicos a nivel de autobús y al admitir cobro con una tarjeta de prepago especial [1].

Ahora bien, a pesar de que el sistema RUTA presenta ventajas atractivas ante su uso, existen deficiencias críticas que impiden al sistema de cumplir sus objetivos de servicio más allá de la movilidad masiva de personas a lo largo de la capital de Puebla. Tal como reporta María L. Guevara (2021), se tiene un mal diseño y planeación a gran escala que no atiende "a la accesibilidad y a la movilidad peatonal en un entorno urbano seguro" [12].

Asimismo, "la infraestructura actual de ese sistema de transporte público es insuficiente para cubrir la demanda de una metrópoli como Puebla y sus alrededores" [11], de forma que la flota de unidades que se tiene ahora se ve rebasada frente a la demanda que se presenta día con día, provocando la saturación de unidades y afectando, así, aspectos de comodidad, seguridad y desgaste.

Siendo así, además de ser necesario un incremento de unidades y líneas de traslado, y la mejora de las que ya se tienen, también resulta esencial mejorar la atención brindada al usuario al momento del uso de RUTA, pues la saturación en el servicio da lugar a inconvenientes en el desarrollo normal de las operaciones, los cuales deben ser informados al usuario en tiempo real.

Desarrollo de encuesta para usuarios de RUTA y residentes de la ciudad

Se elaboró una encuesta en línea constituida por ocho preguntas destinadas a identificar las experiencias y expectativas frente a la condición actual de la red que se tienen por parte de los mismos clientes y de los ciudadanos circundantes.

Las respuestas para cada una de las preguntas de la encuesta fueron de tipo cerrado y obligatorio con el fin de lograr obtener información cuantitativa, en forma de número de

respuestas y porcentajes, para interpretar debidamente los resultados obtenidos.

Además, la encuesta fue configurada para partir desde una primera pregunta para conocer si el encuestado utiliza, o no, el sistema RUTA, y, con base en la respuesta, avanza a una sección correspondiente y, tras responder cualquiera de las dos secciones, culmina con dos preguntas de carácter general, tal como se verá, a detalle, en el apartado de resultados y discusión.

Es relevante mencionar que se optó por emplear el muestreo de carácter aleatorio simple, con el fin de obtener una variedad relevante de opiniones tanto de clientes como de residentes de la ciudad y considerando la cantidad masiva de usuarios que tiene RUTA. Siendo de esta forma, se postuló como objetivo la obtención significativa de un mínimo de 250 respuestas.

Determinación de posibles beneficios ante la implementación de un sistema tecnológico de seguimiento en la Red

Es relevante revisar los beneficios que ya se han conseguido con la aplicación de este tipo de tecnologías de seguimiento para los casos análogos revisados.

Primeramente, el sistema MTS aprovecha el sistema de seguimiento Roadview Workstation, que consiste en "una solución de software impulsada por tecnología desarrollada a través de una tecnología de mapeo y detección guiada por láser llamada LiDAR" [13], mismo sistema que, METRO Staff, informa que "permite a MTS encontrar, mapear y categorizar todo a lo largo del derecho de vía" [13], ayuda al sistema a entender el trabajo que debe realizarse de una forma rápida y eficiente.

En cuanto a la tecnología LiDAR, esta ofrece exactitud, resultados precisos y consistentes, detección de objetos pequeños y modelación 3D exacta, pulsos láser veloces para escaneo y obtención alta de datos en nanosegundos, y funcionalidad automatizada [14].

Para integrar lo anterior, MTS aprovecha el proyecto *OneBusAway*, una suite de código abierto a la que MTS envía, al momento, la documentación obtenida, para ofrecer al usuario herramientas de alertas, llegada y locaciones del vehículo en tiempo real en forma de aplicaciones para teléfono, tanto en iOS como Android [15]. Siendo así, en términos generales, el uso de este tipo de tecnología mejora los alcances de planificación, programación y monitoreo de viajes.

En segundo lugar, MTA emplea su propia tecnología de rastreo llamada *Bus Time Technology*, la cual es comprendida por dos partes principales, "el hardware en el autobús y el servidor de MTA Bus Time", donde también se involucran "una serie de tecnologías comprobadas para proporcionar información en tiempo real a los pasajeros", siendo *hardware* a bordo y el servidor *MTA Bus Time*. Los dispositivos de *hardware* para registrar y procesar son un dispositivo *Global Positioning System* (GPS) mejorado y las terminales *Smart Card* de MTA y *VeriFone*, y Mobile Validator de *Cubic Transportation Systems*, para después transmitir los datos por medio de redes de datos de Verizon y recibir datos, en intervalos de medio minuto, en el servidor para compartirlos por medio de *OneBusAway* a aplicaciones de teléfono [16].

Los principales beneficios de los que se ha gozado con el sistema de MTA han sido que proporciona información en tiempo real para ayudar a minimizar la aglomeración en el tránsito, permite a los usuarios el usar sus dispositivos móviles para conocer, en tiempo real, tanto el número de pasajeros de un autobús que llega, como las ubicaciones de los autobuses y sus horarios de llegada en tiempo real [17].

Por parte de Transport for London, su sistema iBus, funciona como un sistema de Localización Automática de Vehículos (AVL, por sus siglas en inglés) que está basado en una combinación de tecnologías, principalmente GPS mejorado, y es impulsado por la empresa *Trapeze*, dedicada a desarrollar sistemas inteligentes de transporte en términos de comunicación e información [18]. En conjunción, el sistema iBus aporta, principalmente, en la fiabilidad de los autobuses al proporcionar información precisa de su ubicación para gestionar espacios entre autobuses con el propósito de ofrecer un servicio ininterrumpido y confiable, así como brinda una comunicación de la información en tiempo real hacia aplicaciones de mapeo en teléfonos móviles y hacia pantallas y anuncios en las propias paradas en forma de información audiovisual [19].

En cuarta instancia, para Red Metropolitana de Movilidad, Red Movilidad (2023) ha informado que el sistema App Red, por medio de tecnología GPS, permite, esencialmente, planificar viajes, aproximar el tiempo de recorrido de una unidad y su llegada a cierta estación o parada y generar alertas o notificaciones instantáneas de situaciones que se opongan al funcionamiento normal de los traslados en autobuses [20].

Por último, STC tiene apoyo en las plataformas ya establecidas Moovit y Sin Tráfico, las cuales, respectivamente, ayudan a visualizar la información de tiempo de arribo a una estación y a generar métricas sobre el desempeño, para entonces actualizar la información cada medio minuto y, por medio de aplicaciones, mostrar a los usuarios "la llegada de autobuses a cada estación, con alertas del sistema, avisos a usuarios y la ubicación de los autobuses" [21].

Resultados y Discusión

Aplicación de encuesta "Experiencias y expectativas frente a RUTA en la ciudad de Puebla"

La encuesta se divulgó directamente en estaciones y paradas, grupos en redes sociales de usuarios del sistema y estudiantes de la Universidad, y con personas circundantes a los desarrolladores del proyecto en cuestión. Tras su aplicación, se obtuvo un total de 261 entradas de respuesta para esta, superando así la cantidad significativa propuesta durante su planeación.

La pregunta inicial en la encuesta es "¿Has utilizado RUTA?", para la cual se obtuvo un 86.8% de respuestas para la opción "sí", y el resto para "no". Esta distribución fue bastante benefactora para el propósito del proyecto, pues la gran mayoría de los encuestados resultó pertenecer a los beneficiados principales bajo el objetivo del presente proyecto.

A partir de esto, los encuestados que resultaron ser usuarios del sistema, fueron redireccionados al apartado de preguntas pertinente. De 227 usuarios que fueron aptos, se obtuvo que un 52% utilizan RUTA como medio de transporte cinco veces a la semana, 8.4% cuatro, 14.5% tres, 8.8% dos y 16.3%. Para la siguiente pregunta, "¿RUTA cumple con los horarios y tiempos establecidos?", se obtuvo que únicamente un 16.7% considera que sí, mientras que el resto de los usuarios reporta que demora 5 minutos o más, tal como se observa en la Fig. 1. De tal manera, es sensato destacar que el servicio actual está teniendo fallas importantes, pues los usuarios experimentan demoras en sus trayectos frente a lo especulado y, en consecuencia, su satisfacción sobre a lo ofrecido decae significativamente.

Fig. 1. Gráfica de respuestas de encuesta obtenidas para la tercera pregunta.

Continuando en el apartado para usuarios, se obtuvo que un 84.6% de las respuestas fueron afirmativas tras consultar si los usuarios consideran que información, en tiempo real, sobre interrupciones en el servicio que atrasen el tiempo de llegada de los autobuses, mejorarían el servicio ofrecido por RUTA. En relación con lo anterior, se encuestó a los usuarios sobre qué consideran que se necesitaría llevar a cabo con el motivo de tener un mejor servicio, donde un 39.2% respondió que se necesita la modernización de unidades, otro 39.2% que se requiere el cumplimiento de horarios y duraciones establecidas, y el restante 21.6% que se debe implementar tecnología en los autobuses, tal como se muestra en la Fig. 2. Estos resultados se acoplan extraordinariamente con el motivo del proyecto, pues la implementación de un sistema tecnológico habilitaría la posibilidad de modernización de unidades, contando con hardware de seguimiento e información a bordo en tiempo real, así como ofrecería exactitud en los tiempos de llegada y de trayectos, e, integralmente, se aportaría a la implementación tecnológica actual en los autobuses.

Fig. 2. Gráfica de respuestas de encuesta obtenidas para la quinta pregunta.

Ahora bien, los encuestados que resultaron no ser usuarios de la Red, fueron redireccionados a una única pregunta, donde 34 usuarios respondieron a la cuestión "¿Considerarías comenzar a utilizar RUTA si contará con tecnología de seguimiento?". Para esto, como se distingue en la Fig. 3., un 61.8% respondió que lo haría de manera ocasional, otro 8.8% dijo que lo haría utilizándolo como medio de transporte principal, y el restante 29.4% comparte que, en definitiva, no lo ocuparía.

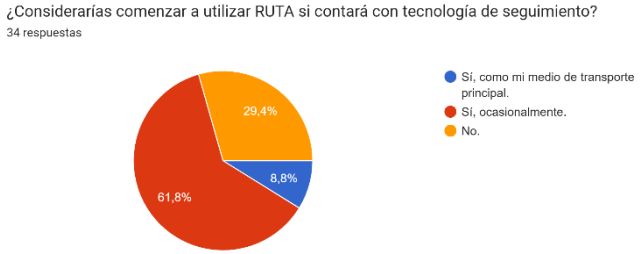

Fig. 3. Gráfica de respuestas de encuesta obtenidas para la sexta pregunta.

Por último, tras haber avanzado cualquiera de las dos secciones mencionadas, se concluye con dos preguntas de carácter general. La primera busca la opinión de la población encuestada sobre si el saber en qué parte del recorrido se encuentra cierta unidad o en cuánto llegará a la parada aportaría a que RUTA tenga un mejor servicio, a lo que un 90.4% dio respuesta afirmativa, tal como se ve en la Fig. 4. Finalmente, se hace la pregunta "¿Cómo te encuentras frente a lo que ofrece RUTA?" y, a ello, un 13% respondió que se encuentra muy insatisfecho, un 23% insatisfecho, otro 50.2% normal, un 10.7% satisfecho, y tan solo un 3.1% restante muy insatisfecho.

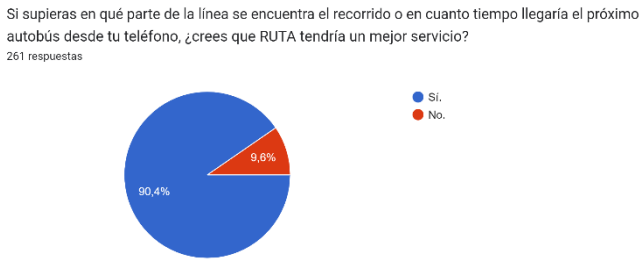

Fig. 4. Gráfica de respuestas de encuesta obtenidas para la séptima pregunta.

Entonces, observando los resultados en las últimas dos preguntas, y considerando a nivel general la encuesta, es posible considerar que, el sistema actual, cuenta con deficiencias que han conducido a la gran mayoría de usuarios y residentes a no considerarse dentro de una población satisfecha ante lo ofrecido por la red de transporte público con mayor impacto que se tiene a nivel local. Entonces, es relevante buscar la aplicación de tecnología de rastreo como parte de una estrategia para procurar una mejoría en el sistema.

Evaluación para la elección de un sistema tecnológico de seguimiento a aplicar en RUTA

Como ha sido observable en los casos de referencia, el uso de tecnologías de seguimiento integradas a sistemas de transporte urbano involucra, al mismo tiempo, dispositivos de recolección de datos, servidores a los que se envíen los datos de movimiento obtenidos y aplicaciones de código abierto que obtengan la información compartida de los sistemas de transporte, para así ponerla a disposición de clientes en sus teléfonos móviles.

Partiendo de esto, las principales alternativas utilizables como hardware de recolección de datos se dividen principalmente en dos categorías, sensores en la vía o tecnología de GPS mejorado a bordo. Por el lado de los sensores en la vía, los sensores LiDAR son una opción totalmente innovadora para el mapeo tridimensional y la obtención de información acerca de la posición de unidades en cualquier instante, sin embargo, de acuerdo con FlyGuys (2020) su uso requiere de una "inversión considerable en el sensor LiDAR y en el personal" [14], lo cual puede resultar, definitivamente, en un desafío para el sistema que se tiene actualmente. Entonces, es sensato optar por la implementación de tecnología GPS que, a pesar de tener intervalos de medio minuto para la actualización de datos, cuenta con un fácil acceso y un alto uso en la actualidad, volviéndose más viable económicamente por ello. Precisamente, su versión asistida (A-GPS), involucraría únicamente de microchips receptores de señales satelitales, ya incluidos en teléfonos inteligentes, y de conexión a internet [22], disponible ininterrumpidamente a lo largo de las líneas de la Red, pues se desarrolla dentro de la urbanidad de la capital poblana.

Para recibir los datos en tiempo real en servidores e integrarlos en aplicaciones para teléfono móvil, la red local de transporte público podría, al igual que MTS y MTA, integrarse a la suite *OneBusAway*, pues, al ser de código abierto y operar en el país vecino, su acceso no tiene complicaciones y habilita, precisamente, todas las herramientas de tránsito que se propone poner al alcance de los usuarios a nivel local.

Ahora bien, considerando las propuestas de implementación ya mencionadas, deben destacarse también los requisitos de infraestructura con los que deben contar los autobuses y el sistema RUTA para la implementación del sistema tecnológico de seguimiento. Para el uso de GPS, se podría utilizar incluso el teléfono del propio conductor, sin embargo, sería recomendable integrar a cada unidad un dispositivo inamovible con acceso a internet, pues este será únicamente utilizado para el envío ininterrumpido de datos y será fácil para la dirección de operaciones de la Red tener identificados todos los dispositivos de transmisión en los cuales debe habilitarse el acceso a la red de datos.

Para la red de datos, tal como en MTA, la opción más viable para RUTA es asociarse con servicios de redes de datos locales para su transmisión a servidores con el fin de tener una transmisión continua desde cualquier punto de la ciudad en el que cada unidad se encuentre.

Con relación a la integración al servicio *OneBusAway*, los requerimientos que se tienen son la transmisión de datos en formato de las Especificaciones Generales del Suministro de Datos para el Transporte Público, o GFTS por sus siglas en inglés. GTFS establece un formato, con carpetas ZIP de archivos de texto, en el cuál deben presentarse tanto la información de posición de las unidades, como los horarios, rutas y paradas de dicha red de transporte. Para esto, debe utilizarse el software *TheTransitClock*, el cuál es de código abierto también y convierte información GPS en formato GFTS [23].

Por lo tanto, manteniendo presente lo establecido, las implicaciones para el sistema si se opta por la implementación descritas son bajas, pues los dispositivos con microchips y acceso a redes de datos están sumamente al alcance en la actualidad, y el uso del proyecto *OneBusAway* no cuenta con cuotas de licencia. Entonces, se requeriría únicamente de la inversión en dispositivos inteligentes y en personal para dirigir la preparación de todas las partes del sistema.

Conclusiones, perspectivas y recomendaciones

Tras la recolección de información sobre las aptitudes actuales de la Red y encuestar directamente a usuarios y residentes sobre las experiencias y expectativas frente a RUTA, ha sido posible observar que este, el mayor sistema de transporte público a nivel local, cuenta con deficiencias críticas en el desarrollo de sus operaciones en términos de incertidumbre frente a horas de llegada de autobuses y duraciones de trayectos, afectando directamente a la comodidad de los usuarios y residentes frente a lo que este servicio ofrece.

Por consiguiente, es útil, o incluso de suma importancia, buscar caminos de mejoría para contribuir a solventar las eficiencias actuales. Bajo este motivo, tomando como apoyo algunos casos de éxito relacionados a sistemas públicos que han optado por ofrecer a sus usuarios información en tiempo real sobre las unidades de transporte en las que viajarán y los trayectos que deberán tomar, se ha postulado un sistema tecnológico de seguimiento a aplicar para ofrecer a usuarios datos en tiempo real sobre sus viajes.

Concretamente, esta elección ofrece a los usuarios la visualización del tiempo de llegada y duraciones de sus traslados, lo cual representa una solución para una de las situaciones reportadas que mayormente limitan la satisfacción de los usuarios hoy en día. Igualmente, teniendo conocimiento de información simultánea de los autobuses, es posible para los usuarios conocer también la posición de los distintos autobuses y recibir alertas pertinentes de interrupciones en el servicio.

Por último, es relevante comentar que, a pesar de representar una contribución para la mejoría del sistema, esta solución no es el antídoto total para la resolución de las adversidades que existen. Entonces, se recomienda, fundamentalmente, el completamiento con un incremento de unidades que de abasto a la demanda actual y reduzca los tiempos de espera de los clientes por medio de una mayor concurrencia de autobuses en las paradas.

Referencias

[1] RUTA. (2023). Nosotros. Red Urbana de Transporte Articulado. [En línea]. Disponible en: http://ruta.puebla.gob.mx/nosotros

[2] Ubícalo. (2022). Sistema de rastreo vehicular: Tipos y costos. Ubícalo. [En línea]. Disponible en: https://www.ubicalo.com.mx/blog/sistema-de-rastreo-de-vehiculos/

[3] Guillermo Gutiérrez. (2023). RUTA suma 47 millones de usuarios en 1S; 22% más que en 2022. Ángulo7. [En línea]. Disponible en: https://www.angulo7.com.mx/2023/08/15/en-puebla-ruta-acumula-47-millones-de-usuarios-en-1s-22-mas-que-en-2022/

[4] INEGI. (2020). Encuesta Nacional de Calidad e Impacto Gubernamental (ENCIG) 2019 Principales Resultados. INEGI. [En línea]. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/encig/2019/doc/encig2019_principales_resultados.pdf

[5] Staff (Redacción). Solo hay una unidad de RUTA Puebla por cada 25 mil pasajeros. Poblanerías (Prensa; México). https://www.poblanerias.com/2023/04/inegi-transporte-pasajeros-ruta-puebla/amp/ (Activo abril de 2023)

[6] MTS. (2022). Customer Satisfaction Survey Results. San Diego Metropolitan Transit System.[En línea]. Disponible en: https://www.sdmts.com/inside-mts/media-center/customer-satisfaction-survey-results

[7] Scott Etkin. (2023). MTA Customer Experience Survey Says…. West Side Rag. [En línea]. Disponible en: https://www.westsiderag.com/2023/07/22/mta-customer-experience-survey-says

[8] London Assembly. (2023). Tfl Customer satisfaction. London City Hall. [En línea]. Disponible en: https://www.london.gov.uk/who-we-are/what-london-assembly-does/questions-mayor/find-an-answer/tfl-customer-satisfaction

[9] Gobierno de Chile. (2023). Red Movilidad alcanza su mejor histórica y un 79% lo evalúa sobre 5. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. [En línea]. Disponible en: https://www.mtt.gob.cl/archivos/34132

[10] Gobierno de la Ciudad de México. (2023). MÁS DEL 90% DE USUARIOS CALIFICA EL SERVICIO METROBÚS COMO EXCELENTE. Metrobús CDMX. [En línea]. Disponible en: https://www.metrobus.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/BMB-180622

[11] Daniel Cortés (Redacción). Recomiendan extender servicio de RUTA a más usuarios. El Sol de Puebla Noticias (Prensa; México). https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/recomiendan-extender-servicio-de-ruta-a-mas-usuarios-8505493.html (Activo junio de 2022)

[12] María Lourdes Guevara Romero, "Consecuencias por la llegada del sistema ruta a la accesibilidad y movilidad peatonal", Artículo, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de Mexico, 2021.

[13] METRO Staff. (2017). San Diego MTS adopts LiDAR technology to enhance track assessment. Metro-Magazine. [En línea]. Disponible en: https://www.metro-magazine.com/10007370/san-diego-mts-adopts-lidar-technology-to-enhance-track-assessment

[14] FlyGuys. (2020). Advantages and Disadvantages of LiDAR Technology. FlyGuys. [En línea]. Disponible en: https://flyguys.com/advantages-disadvantages-lidar-technology/

[15] OneBusAway. (2023). Real-time transit data and so much more. OneBusAway. [En línea]. Disponible en: https://onebusaway.org/

[16] MTA. (2023). MTA Bus Time. MTA. [En línea]. Disponible en: https://bustime.mta.info/wiki/Main/Technology

[17] Mass Transit. (2020). New York MTA announces new real-time bus ridership tracker on web and app. Mass Transit. [En línea]. Disponible en: https://www.masstransitmag.com/technology/miscellaneous/press-release/21147205/mta-new-york-city-transit-new-york-mta-announces-new-realtime-bus-ridership-tracker-on-web-and-app

[18] Tfl. (2019). Ten years of TfL's iBus has given greater independence to customers with hearing or visual impairments. Transport for London. [En línea]. Disponible en: https://tfl.gov.uk/info-for/media/press-releases/2019/april/ten-years-of-tfl-s-ibus-has-given-greater-independence-to-customers-with-hearing-or-visual-impairments

[19] London Assembly. (2022). iBus System. London City Hall. [En línea]. Disponible en: https://www.london.gov.uk/who-we-are/what-london-assembly-does/questions-mayor/find-an-answer/ibus-system#answer

[20] Red Movilidad. (2023). App Red. Red Movilidad. [En línea]. Disponible en: https://www.red.cl/acerca-de-red/app-red/

[21] Gobierno de la Ciudad de México. (2019). Metrobús, SEMOVI y ADIP abren los datos de operación en tiempo real en colaboración con Moovit y SinTráfico. Metrobus CDMX. [En línea]. Disponible en: https://metrobus.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/datos-abiertos

[22] DispatchTrack. (2020). Rastreo inteligente de vehículos: 3 tecnologías de monitoreo de transporte. BeeTrack. [En línea]. Disponible en: https://www.beetrack.com/es/blog/rastreo-inteligente-monitoreo

[23] OneBusAway. (2015). Developers. OneBusAway. [En línea]. Disponible en: https://onebusaway.org/developer-information/