INFORME CON RECOMENDACIONES PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN Y GESTIÓN DE DATOS PARA EL SECTOR TAXISTA

PROYECTO:

Acelerando la transición al transporte público eléctrico en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica

This project has received funding from the European Union Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 875041

Proyecto:
Acelerando la transición al transporte público eléctrico en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica

Redacción:
Dr. Aramis Pérez Mora, Ing. Morelia Soto Garro, Omar López Díaz - Equipo Consultor de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica

Revisión y edición:
Arturo Steinvorth Álvarez y Diego Blanco Castro – Fundación CRUSA
Carolina Flores Valle – Ministerio de Ambiente y Energía

Diseño gráfico:
Marvin Carballo Villalobos

Publicado por:
Fundación CRUSA

Implementado por:
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

Financiado por:
Global Environment Facility (GEF)

En cooperación con:
Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica (MINAE)

Sobre la alianza que permite el desarrollo de este proyecto:

La Fundación CRUSA:
Es una organización costarricense, independiente, apolítica y sin fines de lucro, que desde 1996 contribuye a la mejora en la calidad de vida de las personas y el desarrollo sostenible en Costa Rica.
comunidad.crusa.cr

Copyright: © 2022. Fundación CRUSA, PNUMA & GEF.

ÍNDICE

1. Resumen ejecutivo....4

2. Antecedentes....5

3. Objetivos....6

3.1 Objetivo general....6

3.2 Objetivos específicos....6

4. Adquisición de datos en vehículos....7

4.1 Generalidades del protocolo OBDI....7

4.2 Protocolos....8

4.3 Conectores....9

4.4 Variables medidas mediante puertos OBDII....10

5. Diagnóstico del sector taxista....10

5.1 Problemática actual....10

5.2 Necesidades de los Actores Clave....11

5.3 Análisis del Ecosistema Actual....11

5.4 Beneficios Esperados de un Sistema de Gestión de Datos....12

5.5 Oportunidades para la Innovación....13

6. Recomendaciones para la implementación....14

6.1 Estrategia de Implementación....14

6.2 Aspectos Económicos, Regulatorios y de Mejora Continua....15

7. Conclusiones....16

Bibliografía....17

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe tiene como objetivo proponer recomendaciones para el desarrollo de un sistema de adquisición y gestión de datos para el sector taxista, con el fin de mejorar la eficiencia operativa, incrementar la competitividad frente a plataformas digitales y promover prácticas sostenibles. La modernización del sector es clave para responder a los desafíos actuales, como la falta de integración tecnológica, la baja competitividad y la desconexión con los usuarios.

A través de un enfoque estructurado, se identificaron las necesidades de los principales actores: taxistas, usuarios, operadores y reguladores. Para los taxistas, el sistema permitirá optimizar rutas, reducir costos y aumentar los servicios realizados. Para los usuarios, mejorará la experiencia de servicio mediante tiempos de espera reducidos y mayor transparencia. Los reguladores, por su parte, podrán utilizar datos confiables para diseñar políticas públicas eficaces.

El informe analiza tecnologías disponibles, como dispositivos GPS, plataformas de análisis en la nube y herramientas de monitoreo en tiempo real, además de evaluar casos de éxito internacionales. Las recomendaciones incluyen la implementación de un piloto inicial, seguido de un escalamiento gradual, acompañado de capacitación para taxistas y soporte técnico continuo. Dependiendo de las métricas que se quieran obtener, o los datos que se quieran cuantificar, es posible recurrir a herramientas menos tecnológicas, como lo son las encuestas y entrevistas. Sin embargo, estas herramientas son dependientes de la colaboración que se obtenga por parte de las personas que las completen.

Asimismo, se identificaron indicadores clave de desempeño para evaluar el impacto del sistema, como la reducción de tiempos muertos y la satisfacción del usuario. Este enfoque asegura que la modernización tecnológica impulse la sostenibilidad y la competitividad del sector taxista, beneficiando a todos los actores involucrados.

2. ANTECEDENTES

El monitoreo de la operación de los vehículos eléctricos se ha utilizado como una herramienta en el análisis de la viabilidad financiera y técnica de esta tecnología en comparación con los vehículos de combustión interna. Para sustentar la apuesta por los vehículos eléctricos, deben existir estudios que respalden la funcionalidad y eficiencia de estos vehículos en los sectores dominados por los vehículos de combustión interna. Los datos obtenidos por medio de sistemas de monitoreo pueden ser utilizados para realizar, por ejemplo: estimaciones de emisiones de CO2 evitadas, ahorro de combustible, y caracterización del rendimiento o eficiencia durante su operación.

En un estudio realizado por el Mineta National Transit Research Consortium (MNTRC) utilizaron información obtenida por medio del monitoreo para modelar la demanda de taxis en Nueva York. La Figura 1.A muestra la cantidad de veces que se dieron servicios de taxi para diferentes regiones de Nueva York.

A) B)

Figura 1. Análisis de desplazamiento realizado en la ciudad de Nueva York, A) diagrama de frecuencia de viajes finalizados al recoger a una persona usuaria a las 5:00 pm. B) diagrama de frecuencia de viajes iniciados al recoger a una persona usuaria a las 5:00 pm.
Fuente: Modeling Taxi Demand with GPS Data from Taxis and Transit (p. 13,14), MNTRC & Rutgers, 2014.

Esta figura permite apreciar claramente las ubicaciones desde las cuales es más común y menos común que un taxi inicie sus viajes, encontrándose que la ubicación más frecuente es Manhattan. Así, con esta información se logró identificar la demanda de taxis existente por ubicación geográfica, permitiendo planificar de manera más adecuada la ubicación de los taxis, para así cumplir de manera efectiva con la mayor cantidad de servicios posibles. En la Figura 1.B se muestran los lugares en los cuales los viajes finalizan con mayor frecuencia. De manera similar a la Figura 1.A, se puede observar que el punto más frecuentado es Manhattan, por lo que se puede concluir que la mayor demanda que experimentan los taxis se ubica en esta zona. En el caso de este estudio, se incluyeron datos de 147 millones de viajes realizados entre el 1 de febrero de 2010 hasta el 28 de noviembre de 2010 (MNTRC & Rutgers, 2014). Durante este estudio, se registraron variables típicas de operación, como la latitud

y longitud donde iniciaron y finalizaron los viajes, así como fecha, día, y hora. Otros aspectos, tales como la distancia recorrida por viaje, el monto desglosado del pago, método de pago y el número de pasajeros también fueron recopilados (MNTRC & Rutgers, 2014). La plataforma que se utilizó para este estudio estuvo basada en datos de GPS instalados en cada taxi, además de información disponible en el Google Transit Feed Specification (GTFS), y del Google Maps API Transit Directions Service, para poder saber el estado del tránsito cuando se realizaron los viajes.

Otro caso ocurrió en Shenzen, China. En este caso, se propusieron estructuras de adquisición y procesamiento para el caso de 10 taxis eléctricos BYD E6. Dentro de los aportes de la propuesta se encuentra un prototipo de hardware capaz de realizar la adquisición de la información y enviarla por medio de redes 3G y por Wi-Fi a un centro de datos. Este prototipo cuenta con sensor de gases, sensor de temperatura, sensor de humedad, barómetro, GPS, acelerómetro, giroscopio, brújula y grabación de contenido audiovisual (H. Cen, Y. Xu, T. Yang & T. Li, 2018). En este estudio, los datos se ordenaron por medio de tuplas (secuencias finitas de elementos) que contenían la identificación del vehículo y fecha, hora, latitud y longitud del instante en el que se tomó el dato. Estas variables fueron medidas por medio de los sistemas de adquisición de datos de la empresa de vehículos BYD. Los autores de este estudio recalcan la importancia del preprocesamiento de los datos, por ejemplo, por medio de la comparación de las magnitudes medidas con las reales, con el objetivo de realizar ajustes (H. Cen, Y. Xu, T. Yang & T. Li, 2018).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Proponer un conjunto de lineamientos, estrategias y herramientas tecnológicas para el diseño, implementación y operación de un sistema integral de adquisición y gestión de datos que optimice la eficiencia operativa, mejore la experiencia del usuario y fomente la sostenibilidad en el sector taxista.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar las necesidades y desafíos actuales del sector taxista relacionados con la adquisición, procesamiento y gestión de datos, con base en análisis de casos y consultas a los actores involucrados.

- Valorar y evaluar tecnologías y metodologías disponibles para la adquisición y gestión de datos, incluyendo sensores, plataformas de software y sistemas de comunicación, considerando su aplicabilidad al contexto del sector taxista.

- Diseñar un esquema conceptual para un sistema de adquisición y gestión de datos, que integre funcionalidades como monitoreo en tiempo real, almacenamiento seguro y análisis de datos, con énfasis en escalabilidad y facilidad de uso.

- Elaborar recomendaciones prácticas para la implementación, adopción y mantenimiento del sistema, considerando aspectos técnicos, económicos y regulatorios, así como su impacto en la productividad y sostenibilidad del sector.

4. ADQUISICIÓN DE DATOS EN VEHÍCULOS

4.1 Generalidades del protocolo OBDII

En general, existen sistemas electrónicos capaces de diagnosticar el estado de un vehículo, lo cual se hace por medio de la medición de distintas variables que determinan si el vehículo está operando de manera correcta o no. El protocolo estándar es el llamado Diagnóstico a Bordo, del inglés On Board Diagnostics, o simplemente OBD. Este protocolo es utilizado por la mayoría de las empresas fabricantes de vehículos para obtener información del funcionamiento de un vehículo en tiempo real. La creación del OBD surgió como una manera de estandarizar todos los sistemas de adquisición de datos a nivel mundial, ya que, antes de su creación, cada fabricante de vehículos tenía su propia manera extraer información de las computadoras.

Actualmente, este sistema no solo se utiliza para el diagnóstico de problemas, sino también para extraer otro tipo de información, como por ejemplo el rendimiento. Existe una segunda generación del OBD, el OBDII, que, como su nombre lo indica, vino a resolver una de las principales limitaciones que tuvo la primera generación, pues la primera versión del OBD no podía realizar el monitoreo de variables relacionadas con las emisiones de los vehículos, lo que resolvió en el caso del OBDII, puesto que ya se permite analizar la energía que consume el vehículo de manera precisa, así como también se pueden estimar las emisiones de CO2 (Kulkarni, P., Rajani, P. K. y Varma, K., 2016).

Muchos proyectos piloto en el mundo utilizan este puerto, lo que se muestra en la Figura 2, para acceder a la información del vehículo y así llegar a realizar análisis más avanzados.

Figura 2. Ubicación usual del puerto OBDII. Tomado de What is OBDII? History of on-board diagnostics.
Fuente: Ko, J., 2022.

Se han desarrollado dispositivos de hardware que son capaces de ser conectados al puerto y así transmitir información a plataformas externas al vehículo. Se puede tener acceso por medio del puerto OBDII a los siguientes sistemas del vehículo:

- Transmisión y motor.
- Sistemas de control de emisiones.
- Identificación del vehículo.
- Códigos de falla.
- Temperatura de operación.

Actualmente, esos datos pueden ser extraídos por medio de Bluetooth, WiFi, o USB, a través de aplicaciones que permiten la comunicación en tiempo real y el almacenamiento de variables de interés definidas por el sistema de monitoreo.

4.2 Protocolos

Existen distintos protocolos que se han desarrollado en todo el mundo para acceder a los datos del vehículo por medio del puerto OBDII. Las principales diferencias que existen entre uno y otro se basan en las necesidades de las compañías automotrices que han ido desarrollando estos protocolos propietarios a lo largo de los años. El Cuadro 1 muestra los cinco protocolos principales que se implementan en la actualidad, así como también el método de adquisición que se utiliza, y los tipos de vehículos en los cuales se pueden ver (Ko, J., 2022).

Cuadro 1. Protocolos OBDII.

Protocolo	Método	Utilizado por:
SAE J1850 PWM	Modulación por ancho de pulso	Ford
SAE J1850 VPW	Ancho de pulso variable	General Motors
ISO9141-2	Comunicación con vehículos con batería de 12 V	Vehículos europeos y asiáticos
ISO 14230-4	Protocolo por palabras clave	Marcas americanas, europeas y japonesas
ISO 15765 CAN	Red de control por área	Mayoría de vehículos fabricados después de 2008

Fuente: What Is the OBD-II Port and What Is It Used For? Por Ko, J., 2022.

Cada una de estas formas de acceder a los datos utiliza distintas interacciones con la computadora del vehículo. El ISO 15765 es el que se ha implementado en Estados Unidos en los últimos años, dejando atrás a la mayoría de los otros protocolos, debido a que el estándar es de cumplimiento obligatorio para vehículos fabricados en el país. Por lo tanto, una gran cantidad de VEs en el mercado requieren de esta norma para ser compatibles con equipos de hardware de monitoreo y gestión de flotillas. CAN Bus es un sistema de comunicación que presenta una serie de ventajas a la hora de transmitir datos de un nodo del vehículo a otro, ya que es capaz de comunicarse con todos los nodos del vehículo mediante un solo punto de acceso y presenta robustez ante perturbaciones electromagnéticas que puedan interrumpir la comunicación. Adicionalmente, su topología es sencilla y de bajo costo, por lo que muchos fabricantes la prefieren (Ko, J., 2022).

4.3 Conectores

Es importante recalcar que estos protocolos no son compatibles entre ellos, por lo que la identificación efectiva del protocolo que utiliza cada vehículo es una etapa fundamental del proceso de selección de un sistema de monitoreo adecuado para un VE o un vehículo de combustión (VC) en específico. La principal diferencia que se observa entre los puertos que utilizan un protocolo y otro son los pines de conexión con los que cuentan los adaptadores.

Para el caso de ISO 15765, el estándar SAE J1962 establece que existen dos tipos de conectores OBDII: el tipo A y el tipo B. El conector tipo A, mostrado en la Figura 3, es el que se encuentra más comúnmente en carros como sedanes y SUVs. Por otro lado, el tipo B es más frecuente encontrarlo en vehículos de carga pesada. El tipo de conector también afecta los baudios, o número de unidades de señal (bits) que se pueden transmitir por segundo por medio del conector (Falch, M., 2022).

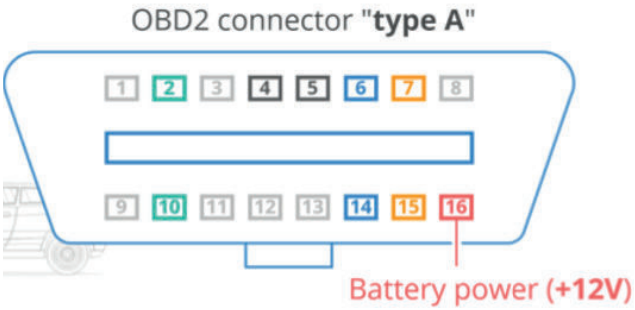

Figura 3. Conector OBDII tipo A. Tomado de CAN Bus, the ultimate guide.
Fuente: Falch, M., 2022.

El conector tipo A presenta algunas particularidades, de acuerdo con lo observado en la Figura 3:

- Una alimentación de 12 V.
- Un conector largo que va de lado a lado.
- Baudaje típico de 500K (Falch, M., 2022).

El conector tipo B difiere en estos aspectos:

- Una alimentación de 24V.
- Un conector largo que es interrumpido justo en el medio.
- Tasa de baudios de 250 kBd (Falch, M., 2022).

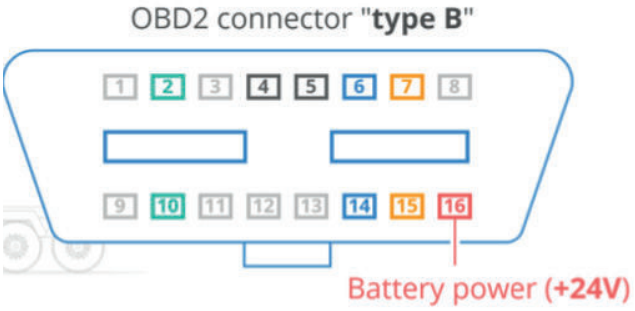

Figura 4. Conector OBDII tipo B. Tomado de CAN Bus, the ultimate guide.
Fuente: Falch, M., 2022.

4.4 Variables medidas mediante puertos OBDII

Concretamente, los dispositivos de adquisición de datos han sido una pieza clave en la operación tanto de vehículos eléctricos como de combustión, debido a que son capaces de generar registros de magnitudes mecánicas y eléctricas. Estas magnitudes son de gran utilidad a la hora de realizar estudios técnicos, pues permiten caracterizar cómo se utiliza el vehículo, cuánta energía consume, los costos de esta energía, qué tan eficientes son, las emisiones de CO2 producidas en el caso de vehículos de combustión interna y una estimación de las evitadas en VEs. A continuación, se mencionan algunas de las variables que se pueden medir mediante el puerto OBDII:

- Torque.
- Estimación del estado de salud de la batería de alta tensión.
- Estimación de estado de carga de la batería de alta tensión.
- Temperatura ambiente y del paquete de baterías.
- Velocidad.
- Nivel de combustible.
- Temperatura del aceite.
- Estado de los sensores del vehículo.

5. DIAGNÓSTICO DEL SECTOR TAXISTA

5.1 Problemática Actual

El sector de los taxis enfrenta numerosos desafíos en su operativa diaria debido a la falta de integración de tecnologías modernas. Entre los problemas más destacados se encuentran:

1. Ineficiencia Operativa: Los taxistas a menudo operan con información limitada o desactualizada sobre la demanda en tiempo real, lo que resulta en tiempos muertos, rutas ineficientes y un consumo excesivo de combustible.

2. Falta de Competitividad: Las plataformas digitales de transporte ofrecen servicios más personalizados y tecnológicos, lo que deja a los taxistas en una clara desventaja competitiva.

3. Ausencia de Datos para la Toma de Decisiones: La mayoría de las flotas de taxis no cuentan con sistemas que recopilen y analicen datos sobre sus operaciones, lo que dificulta la identificación de áreas de mejora o patrones de demanda. En el caso costarricense, no se cuenta con una fiscalización continua a la operación por parte de las autoridades de transporte.

4. Desconexión con los Usuarios: Los usuarios perciben el servicio de taxis como menos confiable y moderno en comparación con las alternativas digitales, lo que reduce su fidelidad hacia el servicio tradicional de taxis.

Estos desafíos subrayan la necesidad urgente de modernizar el sector taxista mediante la adopción de tecnologías avanzadas que mejoren la eficiencia operativa, la competitividad y la satisfacción del usuario. Además de los métodos tecnológicos, podría valorarse algún mecanismo de seguimiento que incluya métricas que no se puedan cuantificar con los sistemas de gestión de datos. De ser así, debe garantizarse el apoyo y compromiso por parte de las personas conductoras que participen y ajustar su aplicación a las necesidades y condiciones del sector.

5.2 Necesidades de los Actores Clave

El diseño de un sistema de adquisición y gestión de datos debe considerar las necesidades específicas de los diferentes actores involucrados con el fin de que un solo sistema pueda abarcar la necesidad de todos.

En primer lugar, para los taxistas, resulta fundamental contar con acceso a información sobre tráfico y demanda en tiempo real para optimizar sus recorridos y lograr rutas eficientes. Esto no solo ayuda a reducir los kilómetros recorridos sin pasajeros, sino que también maximiza el número de servicios por jornada y reduce los costos operativos. Además, es importante que las soluciones tecnológicas sean fáciles de usar, considerando que algunos taxistas pueden no estar familiarizados con tecnologías complejas. El uso de este tipo de tecnologías debe ser obligatoria para las personas taxistas y debe reconocerse en los costos asociados a la operación.

En cuanto a los usuarios, mejorar la disponibilidad del servicio es clave para reducir los tiempos de espera y mejorar la puntualidad. La seguridad y la transparencia también son aspectos cruciales, ya que los usuarios deben tener confianza en el cobro justo y en la calidad del servicio ofrecido. La comodidad se puede mejorar mediante la integración de tecnologías como pagos digitales y el seguimiento del vehículo en tiempo real.

Por último, para los operadores y reguladores, el monitoreo del desempeño en tiempo real es esencial para garantizar un servicio eficiente y seguro. Además, contar con datos confiables permite establecer políticas tarifarias adecuadas, identificar áreas de alta demanda y planificar expansiones del servicio. La sostenibilidad también es un aspecto importante, promoviendo prácticas responsables como la reducción de emisiones de carbono y el uso eficiente de los recursos. Deberán tomar las acciones necesarias para establecer los sistemas de monitoreo como obligatorios y reconocer los costos asociados a este tipo de mecanismos.

5.3 Análisis del Ecosistema Actual

Las flotas tradicionales de taxis operan de manera independiente, lo que limita su capacidad para implementar soluciones tecnológicas de manera centralizada. Esta independencia fragmenta la gestión y dificulta el monitoreo eficiente de las operaciones. La falta de una estructura unificada impide la adopción de tecnologías avanzadas que podrían mejorar la eficiencia y la calidad del servicio. Además, la ausencia de una coordinación centralizada significa que cada conductor o pequeña flota debe gestionar sus propios recursos y operaciones, lo que puede llevar a inconsistencias en el servicio y a una menor capacidad para responder a cambios en la demanda o en las condiciones del mercado.

En cuanto a la infraestructura tecnológica, la mayoría de los taxistas carecen de sistemas GPS avanzados o herramientas digitales para la gestión de sus operaciones diarias. Los sistemas existentes suelen ser básicos y no están integrados con plataformas modernas que podrían proporcionar datos en tiempo real y análisis avanzados. Esta falta de tecnología avanzada limita la capacidad de los taxistas para optimizar sus rutas, reducir tiempos de espera y mejorar la satisfacción del cliente. Además, la falta de integración tecnológica impide la recopilación y el análisis de datos que podrían ser utilizados para mejorar la eficiencia operativa y la toma de decisiones estratégicas. Es importante que, de forma paralela a la inserción de estas tecnologías, exista un proceso de sensibilización y capacitación a las personas conductoras, en donde se aclare que estos dispositivos no vienen a ser dispositivos de control o dispositivos de monitoreo para invadir la privacidad, y más bien que se sepa los potenciales beneficios que puede tener este tipo de tecnologías.

En muchos países, las regulaciones sobre el transporte tradicional no exigen el uso de tecnología avanzada, lo que ha frenado la modernización del sector. Estas regulaciones a menudo están desactualizadas y no reflejan las capacidades y beneficios de las tecnologías modernas. Sin embargo, la creciente competencia de plataformas digitales de transporte está impulsando un cambio en este panorama. Las autoridades reguladoras están comenzando a reconocer la necesidad de actualizar las normativas para fomentar la adopción de tecnologías que puedan mejorar la seguridad, la eficiencia y la calidad del servicio de taxis. Este cambio regulatorio es crucial para permitir que las flotas tradicionales compitan en igualdad de condiciones con las

5.4 Beneficios Esperados de un Sistema de Gestión de Datos

La implementación de un sistema de gestión de datos en el sector del transporte puede ofrecer numerosos beneficios tanto para los taxistas como para los usuarios y los reguladores. Este sistema permite optimizar las operaciones diarias, mejorar la experiencia del cliente y facilitar la toma de decisiones informadas. Al integrar tecnologías avanzadas y análisis de datos en tiempo real, se pueden identificar patrones de demanda, reducir costos operativos y aumentar la eficiencia del servicio. Además, proporciona una base sólida para desarrollar políticas públicas efectivas y promover prácticas sostenibles, asegurando así un servicio de transporte más competitivo, seguro y confiable para todos los involucrados.

Para los taxistas, resulta crucial optimizar las rutas para reducir los kilómetros recorridos sin pasajeros, lo que disminuye los costos de combustible y el mantenimiento del vehículo. Además, identificar patrones de alta demanda en tiempo real permite aumentar la cantidad de servicios, maximizando así el número de pasajeros atendidos.

En cuanto a los usuarios, mejorar la experiencia del servicio implica una mayor disponibilidad de taxis, tiempos de espera más cortos y tarifas más transparentes. La seguridad también se ve incrementada gracias a la posibilidad de compartir la ubicación en tiempo real con contactos de confianza.

Para los operadores y reguladores, la planificación basada en datos es esencial. Utilizar estadísticas sobre tiempos de viaje, áreas de mayor demanda y niveles de ocupación permite desarrollar políticas públicas efectivas. Asimismo, es fundamental reforzar la competitividad del sector, fortaleciendo la posición del servicio de taxis tradicionales frente a las plataformas de transporte.

En el informe de Global Taxi & Ride-Hailing Figures 2024[1], de la Unión Internacional de Transporte Público (UITP) proporciona estadísticas clave sobre el sector de taxis y servicios de transporte bajo demanda a nivel mundial. Aunque el contenido específico del informe no está detallado en los resultados de búsqueda, generalmente, este tipo de publicaciones incluye indicadores como:

- Número total de viajes realizados en taxis y servicios de ride-hailing.
- Cantidad de vehículos operativos en cada sector.
- Porcentaje de adopción de tecnologías digitales en la solicitud de servicios.
- Distribución geográfica de los servicios.
- Tendencias de crecimiento anual en el uso de estos servicios.

[1]https://www.uitp.org/publications/global-taxi-ride-hailing-figures-2024/

Por otra parte, el Taxi and Private Hire Vehicle Statistics Quality Report 2023[2], del Departamento de Transporte del Reino Unido detalla la calidad de las estadísticas relacionadas con taxis y vehículos de alquiler privado en Inglaterra y Gales. Los indicadores comunes en este tipo de informes incluyen:

- Número de vehículos licenciados para operar como taxis o PHV (Private Hire Vehicles).
- Cantidad de conductores con licencia en cada categoría.
- Número de operadores de PHV licenciados.
- Requisitos y restricciones de licenciamiento establecidos por las autoridades locales.
- Políticas generales de las autoridades de licenciamiento.

También, en el 2022 High Volume FHV Trip Records[3] , se recolectan datos de la Ciudad de Nueva York y se proporciona registros de viajes de vehículos de alquiler con conductor (FHV) de alto volumen para el año 2022. Los indicadores presentes en estos datos incluyen:

- Número de licencia de la base de despacho que gestionó el viaje.
- Fecha y hora de recogida del pasajero.
- Ubicación de recogida, identificada por el ID de la zona de taxis.

La Comisión de Taxis y Limusinas de Nueva York (TLC)[4] proporciona datos de registros de viajes de vehículos de alquiler con conductor (FHV). Los indicadores en estos registros incluyen:

- Número de licencia de la base de despacho.
- Fecha y hora de recogida.
- Ubicación de recogida, especificada por el ID de la zona de taxis.

La TLC también ofrece datos de registros de viajes para taxis amarillos y verdes, así como para vehículos de alquiler con conductor. Los indicadores en estos conjuntos de datos abarcan:

- Fechas y horas de recogida y entrega de los pasajeros.
- Ubicaciones de recogida y entrega, detalladas por coordenadas o zonas.
- Distancias de los viajes.
- Tarifas desglosadas, incluyendo tasas y propinas.
- Tipos de tarifa aplicados.
- Métodos de pago utilizados.

5.5 Oportunidades para la Innovación

El sector taxista tiene la oportunidad de integrar soluciones tecnológicas ya probadas en otros contextos, como sistemas GPS avanzados, aplicaciones móviles y análisis de datos en la nube. Estas herramientas pueden mejorar significativamente la eficiencia operativa y la calidad del servicio.

Los reguladores podrían incentivar la implementación de tecnologías mediante subsidios o marcos regulatorios favorables. Esta colaboración entre el sector público y privado es crucial para fomentar la modernización y competitividad del servicio de taxis. Para garantizar el éxito con la implementación de este tipo de tecnologías, es altamente recomendable que estas seas de carácter obligatorio y que su costo sea reconocido en la tarifa. Incluso, podría pensarse en que se integren en plataformas ya existentes para incorporar los servicios de taxi.

[2]https://www.gov.uk/government/publications/taxi-and-private-hire-vehicle-statistics-information/taxi-and-private-hire-vehicle-statistics-quality-report-2023

[3]https://data.cityofnewyork.us/Transportation/2022-High-Volume-FHV-Trip-Records/g6pj-fsah/about_data

[4]https://www.nyc.gov/site/tlc/about/fhv-trip-record-data.page

Además, el hecho de incorporar elementos innovadores, como pagos digitales y análisis predictivo de demanda, puede ayudar a los taxistas a destacarse frente a las plataformas digitales de transporte. Estas características no solo mejoran la experiencia del usuario, sino que también aumentan la eficiencia y la capacidad de respuesta del servicio.

6. RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN

El desarrollo e implementación de un sistema de adquisición y gestión de datos para el sector taxista requiere una estrategia bien estructurada que considere los aspectos técnicos, económicos, sociales y regulatorios. A continuación, se presentan recomendaciones para una estrategia de implementación dividida en tres fases clave: planificación, implementación de un piloto y escalamiento.

6.1 Estrategia de Implementación

La siguiente figura, muestra las tres tareas que se deben ejecutar de forma paralela que se deben seguir en la etapa de planificación.

Análisis de Viabilidad Técnica y Económica	Identificación de Actores Clave	Definición de Objetivos
Realizar un estudio preliminar para determinar los costos de hardware, software y personal necesario. Evaluar la infraestructura tecnológica existente en el sector taxista y sus limitaciones.	Involucrar a taxistas, operadores de flotas, usuarios y reguladores desde la etapa inicial para garantizar que el sistema cumpla con sus necesidades.	Determinar métricas clave, como reducción de tiempos muertos, incremento en servicios diarios y mejora en la satisfacción del usuario.

Una vez superada la etapa de planificación, debe continuarse con la etapa del piloto. De forma similar, el piloto debe ejecutarse siguiendo tres pasos, que se detallan a continuación.

Prueba en Pequeña Escala	Recopilación de Datos Iniciales	Preparación para el escalamiento
Implementar el sistema en una flota piloto limitada, seleccionando vehículos que representen diferentes tipos de operaciones (urbanas, interurbanas, nocturnas, etc.). Evaluar el desempeño técnico y la aceptación por parte de los conductores y usuarios.	Usar la fase piloto para recopilar datos iniciales sobre tiempos de viaje, patrones de demanda y desempeño de las tecnologías utilizadas.	Realizar modificaciones al sistema según los comentarios de los taxistas y operadores de flotas, asegurando una mayor adopción durante el escalamiento.

Finalmente, se debe implementar la fase de un escalamiento gradual. Esta fase debe hacerse mediante la implementación del sistema a nivel nacional, mediante la integración de nuevas unidades y de manera progresiva. En este sentido, se recomienda valorar la alternativa de ofrecer incentivos, para que la adopción sea más progresiva y se masifique rápidamente.

6.2 Aspectos Económicos, Regulatorios y de Mejora Continua

En cuanto a la implementación de un sistema de adquisición y gestión de datos, es crucial considerar que los costos asociados abarcan tanto el hardware como el software necesario. En el mercado, existe una amplia gama de software que permite realizar análisis de los datos recolectados. Algunos de estos programas permiten el análisis en tiempo real, mientras que otros lo hacen de manera diferida.

Dependiendo de los datos que se deseen cuantificar y analizar, puede ser necesario utilizar sensores adicionales para la adquisición de información. Además, según la solución adoptada, podría requerirse algún dispositivo electrónico específico para el registro de datos. Es fundamental desarrollar un marco regulatorio que proteja los datos recolectados, garantizando su privacidad y seguridad.

Por último, es altamente recomendable establecer una plataforma de soporte para los taxistas, de manera que puedan resolver sus dudas y recibir asistencia. Esta plataforma debe fomentar un proceso de mejora continua en el desempeño, asegurando que el sistema evolucione y se adapte a las necesidades cambiantes del entorno.

Con el fin de garantizar el éxito en la implementación de un sistema de adquisición de datos, es necesario definir métricas que cuantifiquen el impacto del sistema. Para esto, se recomienda establecer algunos indicadores clave de desempeño (KPIs, por sus siglas en inglés). Algunas métricas que pueden usarse para esto incluyen:

- Comparación del porcentaje de tiempo que los taxis transitan sin pasajeros antes y después de la instalación del sistema de gestión de datos.
- Realizar encuestas periódicas a los pasajeros para valorar la satisfacción del usuario.
- Analizar el consumo de combustible y la eficiencia energética en las distintas rutas con el fin de evaluar los tiempos de viaje.
- Recopilar las opiniones de las personas taxistas con el fin de tener procesos de mejora continua.

Es fundamental que, como parte de la implementación de un sistema de estos, los actores involucrados, CTP, ARESEP, y otras instituciones se comprometan con estas iniciativas. Por esta razón, se recomienda la creación de una Task Force con integrantes de estas instituciones de tal forma que puedan conseguir acuerdos sobre la forma en que se gestionará el sistema. En este aspecto, es mandatorio que esta Task Force valide que las alternativas de sistemas de adquisición de datos disponibles en el mercado cumplan con todos los requerimientos que tienen todos los actores.

Adicionalmente, la Task Force deberá velar por la frecuencia en la que se almacenan los datos puesto que esta información es un insumo fundamental para la generación de reportes y creación de conocimiento. Es decir, dado que los sistemas podrían operar distintos, la Task Force deberá definir el periodo con el que se requerirá que las personas concesionarias realicen los reportes. Se recomienda para estos efectos que los sistemas sean capaces de registrar los datos continuamente, y que más bien, los usuarios sean los que definan el intervalo de tiempo que deseen según el análisis que se vaya a realizar.

7. CONCLUSIONES

El sector taxista enfrenta retos significativos que solo pueden ser abordados mediante la integración de tecnologías avanzadas. Un sistema de adquisición y gestión de datos permite mejorar la eficiencia operativa, incrementar la satisfacción del usuario y fortalecer la competitividad frente a plataformas digitales.

El proceso propuesto para establecer un sistema beneficia a los taxistas al reducir costos y aumentar ingresos, a los usuarios al mejorar la experiencia de servicio, y a los reguladores al proporcionar datos confiables para políticas públicas. Este enfoque integral asegura un impacto positivo en el ecosistema del transporte.

La implementación inicial de un piloto es clave para identificar áreas de mejora y garantizar la aceptación del sistema. Un escalamiento gradual asegura que las lecciones aprendidas se apliquen eficazmente a nivel regional y nacional.

El desarrollo de un marco normativo sólido, junto con incentivos financieros y técnicos, fomenta la adopción del sistema por parte de los taxistas, facilitando una transición tecnológica inclusiva y sostenible.

La recolección y el análisis de datos en tiempo real permitirán ajustes continuos para responder a las necesidades dinámicas del sector, garantizando que el sistema evolucione con el tiempo y maximice sus beneficios.

En conclusión, la adopción de un sistema de gestión de datos representa una oportunidad clave para transformar el sector taxista, haciéndolo más eficiente, competitivo y sostenible. Este cambio tecnológico no solo responde a los desafíos actuales, sino que también prepara al sector para las demandas futuras del transporte urbano.

BIBLIOGRAFÍA

Cen, H., Xu, T., Yang, T. y Li, T. (2018). A Novel Acquisition and Processing Framework of Electric Vehicles Wireless Sensory Data. [Sesión de conferencia]. 2nd IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2), Beijing, China, doi: 10.1109/EI2.2018.8582070.

Falch, M. (2022). CAN bus, the ultimate guide. Recuperado agosto de 2022 de ***https://www.csselectronics.com/pages/confirmation-page-ultimate-guide.***

Ko, J. (2022). What Is the OBD-II Port and What Is It Used For? Consultado agosto de 2022 de ***https://www.makeuseof.com/tag/obd-ii-port-used/.***

Kulkarni, P., Rajani, P. K. y Varma, K. (12-13 agosto, 2016). Development of On-Board Diagnostics (OBD) testing tool to scan emission control system. [Sesión de conferencia]. 2016 International Conference on Computing Communication Control and automation (ICCUBEA), Pune, India, doi: 10.1109/ICCUBEA.2016.7860098.

Mineta National Transit Research Consortium (MNTRC) & Rutgers-The State University of New Jersey. (2014). Modeling Taxi Demand with GPS Data from Taxis and Transit (CA-MNTRC-14-1141). Mineta National Transit Research Consortium. Consultado agosto de 2022 de ***https://transweb.sjsu.edu/mntrc/research/Modeling-Taxi-Demand-GPS-Data-Taxis-and-Transit.***