

Resultados y evaluación del piloto alertas de conducción en Mérida

Digitalización del transporte concesionado en México



Elaboración

Adrián Calleros, Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo
Daniel Bustillos, Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo
Lucía Taboada, Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo

Revisión

Felix Vidal, Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo
Ingrid Chávez, Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo
Paola Gordon, Laboratorio de Innovación del Banco Interamericano de Desarrollo
Tatiana Virviescas, Laboratorio de Innovación del Banco Interamericano de Desarrollo

Contribuciones

Eloy Gonzalez, Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo
Gonzalo Peón, Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo
Isaac Medina, Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo

Contribuciones externas

David Salas, Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial de Yucatán
Maximo Garcia, Mobility ADO
Matty Sánchez, Alestra-Embsoft
Maritzel Euán Solís, Alestra-Embsoft
Oswaldo Sánchez, Alestra-Embsoft
Salvador Rodriguez, Mobility ADO
Wilbert Suárez, Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial de Yucatán

Revisión de estilo

David Jeanette Muñoz López, consultora independiente

Diseño

Brenda Martínez Sandoval, consultora independiente

Resumen ejecutivo

En el presente informe se detallan los resultados y análisis del piloto de Alertas de Conducción llevado a cabo en la ciudad de Mérida, México, entre febrero y junio del 2023, como parte del proyecto de Digitalización del Transporte Concesionado (DTC) en la ruta Va-y-Ven Periférico. Esta iniciativa fue desarrollada en colaboración por el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP), el Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial (IMDUT), la empresa de movilidad Mobility ADO y la empresa de tecnología Alestra-Embssoft.

El objetivo principal del piloto fue mejorar los hábitos de manejo de las personas conductoras de la ruta Periférico. Para ello, en las unidades de transporte público se instalaron consolas de comunicación equipadas con alertas visuales y sonoras que se activan cuando se superan los límites establecidos en el piloto, ya sea en términos de velocidad (60 km/h) o de frenado brusco (4.8 kmh/s o 3 mph/s).

Durante el desarrollo del piloto, se llevaron a cabo reuniones quincenales y mensuales con todas las organizaciones involucradas para identificar causas y soluciones relacionadas con el levantamiento de incidentes, lo que garantizó una constante comunicación y el seguimiento efectivo del proyecto.

El diseño del piloto involucró un enfoque experimental que permite comparar cómo cambia una variable de interés antes y después de la intervención, con el objetivo de evaluar su efectividad mediante dos grupos de personas conductoras, uno de control y otro de tratamiento, conformados de forma aleatoria. El grupo de tratamiento utilizó el sistema de alertas, mientras que el de control no experimentó cambios en su dinámica de conducción. A través de un análisis de diferencias en diferencias (DiD), se obtuvieron resultados estadísticamente significativos en ambos casos, con lo cual se demostró que las consolas redujeron en 13.0 % los incidentes de exceso de velocidad y en 7.8 % los de frenado brusco, respecto al grupo de control en el periodo post implementación.

Además de la evaluación cuantitativa, se organizaron tres talleres con las personas conductoras para conocer sus experiencias y percepciones respecto al uso de las consolas. Los resultados fueron positivos, ya que la mayoría prefirió utilizar las alertas y reconoció su valor para mejorar sus hábitos de manejo. A su vez, se identificaron algunos aspectos a mejorar como la atención de *bugs* en la consola y problemas de luminosidad en la pantalla. De igual forma, se recomendó revisar los tiempos de vuelta asignados a la ruta durante horas pico, ya que algunas personas conductoras manifestaron tener que ignorar las alertas para cumplir con los planes de operación establecidos.

Como recomendación para el trabajo futuro, se sugiere integrar indicadores sobre el número de incidentes de exceso de velocidad y frenado brusco en la evaluación de calidad de servicio, junto con un sistema de incentivos que promueva el seguimiento de las alertas por parte de las personas conductoras. De esta manera, se aseguraría el óptimo aprovechamiento del sistema de consolas a largo plazo y se contribuiría significativamente a la mejora sostenida de la seguridad vial en el transporte público de Mérida, así como a la percepción sobre la calidad del servicio por parte de las personas usuarias.

La implementación de las consolas y el sistema de alertas demostraron ser efectivos para reducir el número de incidentes y mejorar los hábitos de manejo de las personas conductoras. Esta iniciativa representa un paso importante hacia la mejora de la seguridad vial en el transporte público en México y sienta las bases para futuras acciones que beneficien tanto a las personas usuarias como a las personas conductoras en el sistema de transporte concesionado.

Lista de figuras y tablas

Figura 1	Atributos más importantes para las personas pasajeras del sistema Va-y-Ven en Mérida	8
Figura 2	Quejas más frecuentes de las cinco empresas que levantan más quejas en el sistema	9
Figura 3	Evolución de incidentes de exceso de velocidad y frenado brusco en la Ruta Periférico. Información del 2022	9
Figura 4	Resultado de la regresión de diferencia en diferencia	17
Figura 5	Incidentes agrupados por semana, por grupo de tratamiento y periodo de levantamiento	18
Figura 6	Histogramas con el número de incidentes por persona conductora por hora	19
Imagen 1	Consola de comunicación instalada en unidad de Ruta Periférico	11
Imagen 2	Pantallas con alertas en consola de comunicación	11
Imagen 3	Capturas de pantalla que muestran el sistema de notificaciones en el Sistema de Gestión de Flota	12
Imagen 4	Diagrama de las fases de implementación del piloto	14
Imagen 5	Mapa de calor de incidencia de eventos de exceso de velocidad	20
Imagen 6	Mapa de calor de incidencia de eventos de frenado brusco	20
Tabla 1	Resumen de los umbrales de levantamiento de incidentes	13
Tabla 2	Número de horas trabajadas y eventos reportados por grupo	15
Tabla 3	Promedio de alertas levantadas por grupo de tratamiento y periodo de levantamiento	16
Tabla 4	Coefficientes de la regresión de diferencia en diferencia para exceso de velocidad y frenado brusco	17

Índice

	1. Introducción	6
	2. Descripción del piloto	8
	2.1 Concepto y desarrollo del piloto	10
	2.2 Definición de parámetros de incidentes	13
	2.3 Estrategia de evaluación	13
	2.4 Fases de implementación del proyecto	14
	3. Evaluación y resultados	15
	3.1 Resultados del análisis de diferencias en diferencias	16
	3.2 Análisis e interpretación	18
	3.3 Análisis espacial de los incidentes	20
	4. Recomendaciones y conclusiones	22
	Referencias	23

1. Introducción

En el ámbito del transporte público en México, la seguridad vial representa una preocupación fundamental. Uno de los principales desafíos es la velocidad inadecuada, la cual se ha identificado como un factor determinante en los siniestros de tránsito que pone en peligro tanto a personas conductoras como a pasajeras y peatonas (Vecino-Ortiz et al., 2022).

Los siniestros viales son una de las principales causas de muerte en México según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2022b). En 2019, ocasionaron 14 mil 673 muertes, es decir 11.6 muertes por cada 100 mil habitantes (Secretariado Técnico del Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes [STCONAPRA] y Secretaría de Salud, 2022). Estas cifras resaltan la necesidad de implementar medidas efectivas para mejorar la seguridad vial en el transporte público.

En el caso de Mérida, se encontró, a través de un análisis de encuestas de percepción a personas usuarias de transporte público, que el manejo imprudente es la segunda causa con más quejas (19 %) (IMDUT, 2022). Además, en la información generada por el Sistema de Gestión de Flota, se observó que cada hora se excede cinco veces el límite de velocidad establecido en el piloto.¹ Estos incidentes suceden tanto en carriles laterales como en los momentos en que los autobuses se incorporan a los carriles centrales.²

En el marco del Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021-2030 de la Organización Mundial de la Salud (2019), se establecen metas y objetivos para abordar los factores de riesgo relacionados con la seguridad vial como el exceso de velocidad, el uso de cascos y cinturones de seguridad, el empleo de sistemas de retención infantil y la conducción bajo los efectos del alcohol. Según estudios recientes, abordar estos factores podría salvar 11 mil 910 vidas al año en México (Vecino-Ortiz et al., 2022).

Particularmente, se estima que reducir la velocidad de circulación podría evitar 7 mil 532 muertes al año (Vecino-Ortiz et al., 2022), ya que un aumento de 1 % en la velocidad en una vía aumenta en 4 % la cantidad de incidentes fatales (Nilsson, 2004). En este contexto, limitar la velocidad en el transporte público y mejorar las prácticas de manejo podrían reducir los riesgos de siniestros de tránsito y mejorar la seguridad vial.

El presente informe detalla los resultados y análisis del piloto de Alertas de Conducción realizado en Mérida como parte del proyecto de Digitalización del Transporte Concesionado. Este proyecto forma parte del programa Ideamos, realizado por el ITDP en colaboración con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y BID Lab, y tiene como objetivo resaltar los beneficios ambientales y sociales de la digitalización del transporte público. Hasta ahora el proyecto de DTC ha demostrado ser positivo; incluye la implementación de dispositivos digitales en la flota de transporte concesionado, el establecimiento de un Sistema de Gestión de Flota y la introducción de un sistema de pago electrónico.³

Dentro del proyecto de DTC, se llevaron a cabo dos pilotos experimentales para conocer los impactos de la digitalización en servicios de transporte específicos o en áreas de mejora:

- ▶ El primero se enfocó en las rutas nocturnas de transporte público concesionado, con la finalidad de mejorar la accesibilidad urbana durante la noche. De este piloto se obtuvieron recomendaciones para ampliar la cobertura, mejorar la programación y las paradas, y optimizar la aplicación móvil utilizada para el seguimiento en tiempo real de las unidades.
- ▶ El segundo se centró en mejorar los hábitos de conducción mediante alertas visuales y sonoras de incidentes de exceso de velocidad o frenado brusco para las personas conductoras. El presente informe describe el proceso de planeación, implementación y los resultados obtenidos del mismo.

El objetivo principal del piloto es mejorar los hábitos de manejo de las personas conductoras de la Ruta Periférico. Para ello se instalaron consolas de comunicación en las unidades, que envían alertas visuales y sonoras a las personas conductoras cuando se detecta en la unidad un incidente de exceso de velocidad o una desaceleración brusca.

1 La velocidad máxima permitida por ley en el Circuito Periférico varía según los carriles: 90 km/h en los centrales y 60 km/h en los laterales.

2 La incorporación de autobuses en los carriles centrales de la ruta se debe a la ausencia de carriles laterales en ciertos tramos donde existen pasos a desnivel, puentes, etcétera.

3 El reporte de la Digitalización del Transporte Concesionado en Mérida puede consultarse en: <https://ideamos.mx/2023/04/13/reporte-digitalizacion-del-transporte-concesionado-en-merida>

La instalación se realizó con el apoyo de la empresa de tecnología Alestra-Embsoft, bajo la marca comercial Vinden. Con la información arrojada por el Sistema de Gestión de Flota se desarrollaron informes sobre el desempeño de las personas conductoras en aspectos como el frenado brusco y el exceso de velocidad. Estos resultados se utilizaron para tomar medidas y realizar seguimientos quincenales en talleres donde participaron el Gobierno del Estado, mediante el IMDUT, la empresa concesionaria Mobility ADO y las personas conductoras, con el objetivo de mejorar la toma de decisiones y la seguridad vial en la ruta.

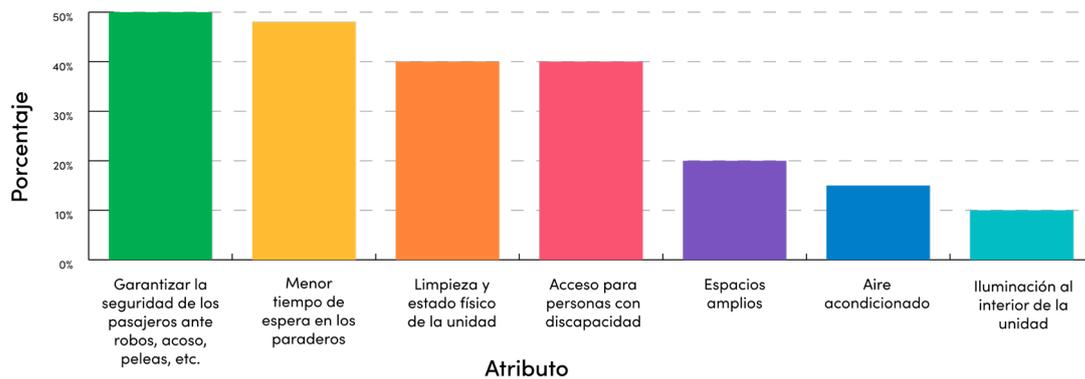
2. Descripción del piloto

La definición del piloto se llevó a cabo entre junio y noviembre de 2022. Para ello, se identificaron los problemas percibidos por las personas usuarias y se recopiló información para su posterior evaluación. La recopilación de datos como la ubicación de las unidades de transporte público y de los incidentes generados de frenado brusco o exceso de velocidad, se realizó a través de dispositivos AVL⁴, contadores de pasajeros, acelerómetros y medidores de velocidad, instalados previamente en los autobuses, como parte del proceso de DTC en 2020. En colaboración con el IMDUT, se identificaron las áreas prioritarias que requerían mayor atención en el sistema y se definieron tres ejes fundamentales: seguridad personal, seguridad vial y calidad del servicio.

En cuanto a la percepción de seguridad en el transporte público en Mérida, aproximadamente 50 % de las mujeres y 70 % de los hombres se sienten seguros. Estos números reflejan una percepción de seguridad relativamente alta en comparación con el promedio nacional: 29 % de los hombres y 20 % de las mujeres (INEGI, 2022a).

Asimismo, en diciembre de 2021, el IMDUT realizó una encuesta de origen-destino, en la cual se consultó a las personas usuarias de la Ruta Periférico sobre los atributos más importantes del servicio. Como se puede observar en la **figura 1**, 50 % de los encuestados indicó que la seguridad personal y un menor tiempo de espera son los dos atributos más valorados (IMDUT, 2022a). Es importante destacar que en esta pregunta no se incluyeron como opciones el confort en la unidad y la seguridad vial. Con base en ambas fuentes, se tomó la decisión de no enfocar los esfuerzos en abordar el tema de seguridad personal en el transporte público, sino en otras áreas que requieren mayor atención.

Figura 1
Atributos más importantes para las personas pasajeras del sistema Va-y-Ven en Mérida



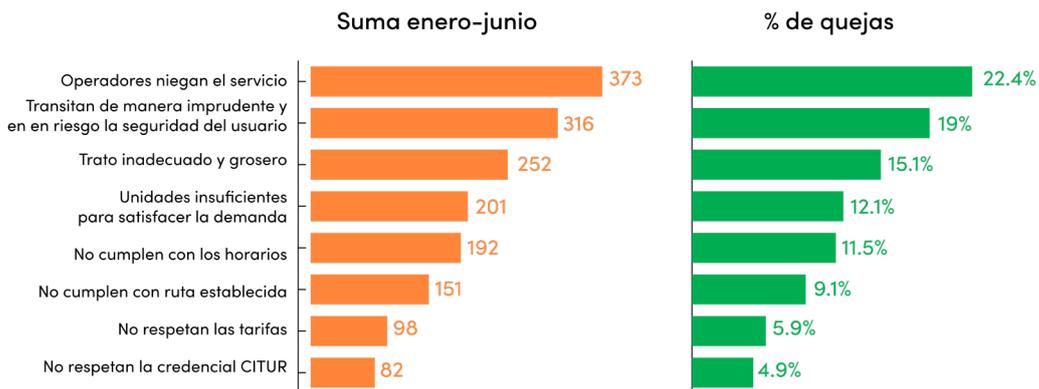
Fuente. Encuesta de origen-destino Va-y-Ven, IMDUT.

⁴ El Sistema AVL (Localización Vehicular Automatizada, conocido como Automatic Vehicle Location en inglés) es una tecnología implementada en los vehículos de transporte público para rastrear y comunicar en tiempo real su ubicación.

En cuanto a la atención ciudadana, de acuerdo al reporte de quejas del departamento, en 2022 (la **figura 2**) las principales quejas en la totalidad de las rutas del sistema se relacionan con la negación del servicio y el manejo imprudente (IMDUT, 2022b). Sin embargo, se identificó que por diseño la negación de parada no puede ser prevalente en la Ruta Periférico, ya que la misma está diseñada para que los autobuses se detengan en cada parada existente. No obstante, sí se encontró que el segundo motivo, "manejo imprudente", podría mejorarse.

Figura 2

Quejas más frecuentes de las cinco empresas que levantan más quejas del sistema de transporte público concesionado de Mérida

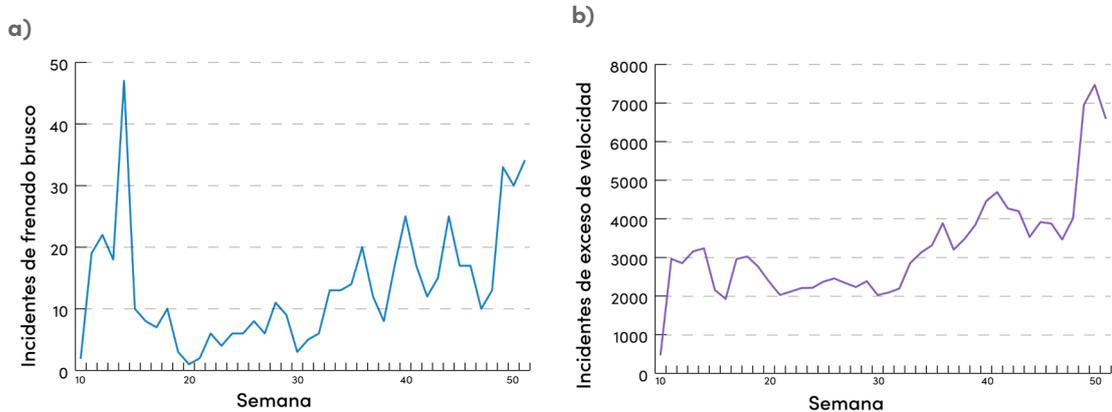


Fuente. Reporte de quejas del departamento de atención ciudadana. Encuesta de Transporte Público en Comisaría, IMDUT, 2022.

Por último, en cuanto a la seguridad vial, los análisis realizados con la información provista por el Sistema de Gestión de Flota revelaron una recurrente incidencia de eventos de exceso de velocidad y frenado brusco en la Ruta Periférico, según los límites establecidos en el piloto. Desde el inicio de la medición de los incidentes, en la semana 10 del 2022 (3 al 10 de marzo), se observó un aumento continuo y acelerado hasta diciembre del 2022 (**figura 3**). Este aumento se debe, en medida, al incremento de los kilómetros recorridos a lo largo del año, así como a un posible aumento de la congestión vial, entre otros factores. Esta tendencia creciente generó un gran interés por parte de las organizaciones involucradas, que enfatizaron en la necesidad de abordar ambas problemáticas en dicha ruta.

Figura 3

Evolución de incidentes de exceso de velocidad (a) y frenado brusco (b) en la Ruta Periférico. Información del 2022. Información del 2022



Fuente. Elaboración propia con base en la información generada por el Sistema de Gestión de Flota, IMDUT.

2.1 Concepto y desarrollo del piloto

En una sesión realizada el 8 de agosto del 2022, en conjunto con el personal del IMDUT y de la empresa Alestra-Emsoft, con marca comercial Vinden, se presentaron los resultados mostrados previamente junto con otros hallazgos relevantes. Después de una discusión entre las organizaciones participantes, se tomó la decisión de avanzar con el piloto planteado en este documento debido a su alta viabilidad de implementación, el interés de Alestra-Emsoft en desarrollar un sistema de alertas en tiempo real, el deseo del IMDUT de contar con un sistema de notificaciones automáticas para las personas conductoras y la aceptación del uso de dicha tecnología por parte de Mobility ADO. En colaboración, las cuatro organizaciones definieron un piloto con dos áreas de trabajo enfocadas en la mitigación de incidentes de exceso de velocidad y de frenado brusco.

De manera paralela al desarrollo del piloto, se decidió generar una línea base de incidentes de agrupamiento de autobuses (*bus bunching*) bajo un algoritmo generado por la empresa Alestra-Emsoft, con marca comercial Vinden. Esta temática no fue abordada por este piloto; sin embargo, sirvió para la generación de un historial para la Ruta Periférico, que será considerado en otros pilotos.

a) Sistema de alertas en tiempo real

El objetivo de esta área es proporcionar a las personas conductoras alertas inmediatas sobre incidentes de exceso de velocidad y frenado brusco durante su recorrido. De esta manera, podrán adoptar medidas inmediatas para mitigar estos comportamientos y, con el tiempo, mejorar su manejo para evitar recibir tales alertas.

Para la implementación, entre el 13 y el 27 de febrero, se instalaron 20 consolas de comunicación, como la mostrada en la **imagen 1**, en las unidades de la Ruta Periférico. Las principales funciones de esta herramienta se describen a continuación:

- ▶ Despliegue de alertas de frenado brusco y exceso de velocidad, tanto sonoras como visuales. En la **imagen 2** se muestran las pantallas de alertas que se despliegan durante 5 segundos en caso de que la unidad de transporte cumpla las condiciones de frenado brusco o exceso de velocidad mostrados más adelante en la **tabla 1**.
- ▶ Visualización de la información general del viaje y el itinerario de llegada.
- ▶ Botón de solicitud de asistencia o comunicación con la central de la empresa concesionaria, Mobility ADO.
- ▶ Recepción de llamadas telefónicas y de mensajes sms de la central Mobility ADO a las personas conductoras usuarias de la consola, misma que tiene la capacidad de reproducir mediante voz los mensajes recibidos.

Las últimas dos funciones no fueron utilizadas con el objetivo de garantizar la seguridad durante la conducción y evitar distracciones causadas por mensajes de texto. Además, durante la implementación del piloto, no fue posible asignar una persona responsable de la comunicación con quienes manejan las unidades, hecho que también contribuyó a la decisión de no utilizar esta función durante el periodo de prueba.

Imagen 1

Consola de comunicación instalada en unidad de Ruta Periférico

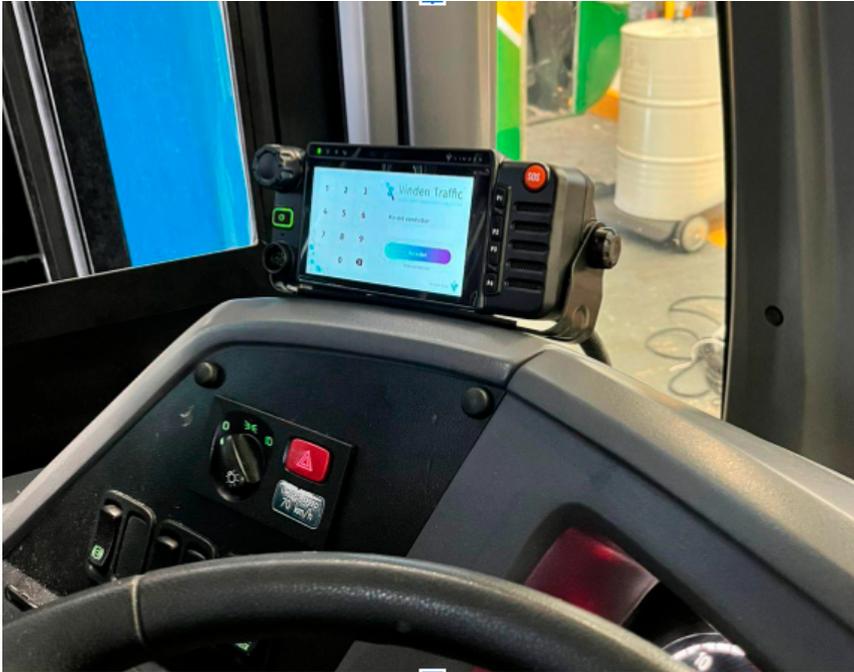


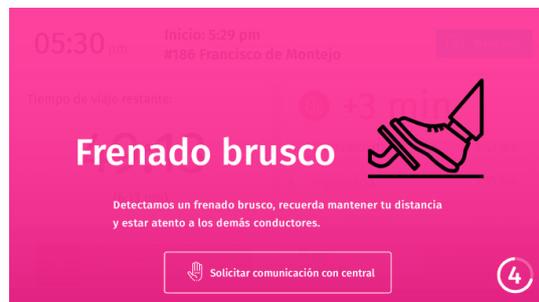
Imagen 2

Pantallas con alertas en consola de comunicación. (a) Pantalla con alerta de exceso de velocidad y (b) pantalla con alerta de frenado brusco

a)



b)



b) Sistema de alertas en el centro de control

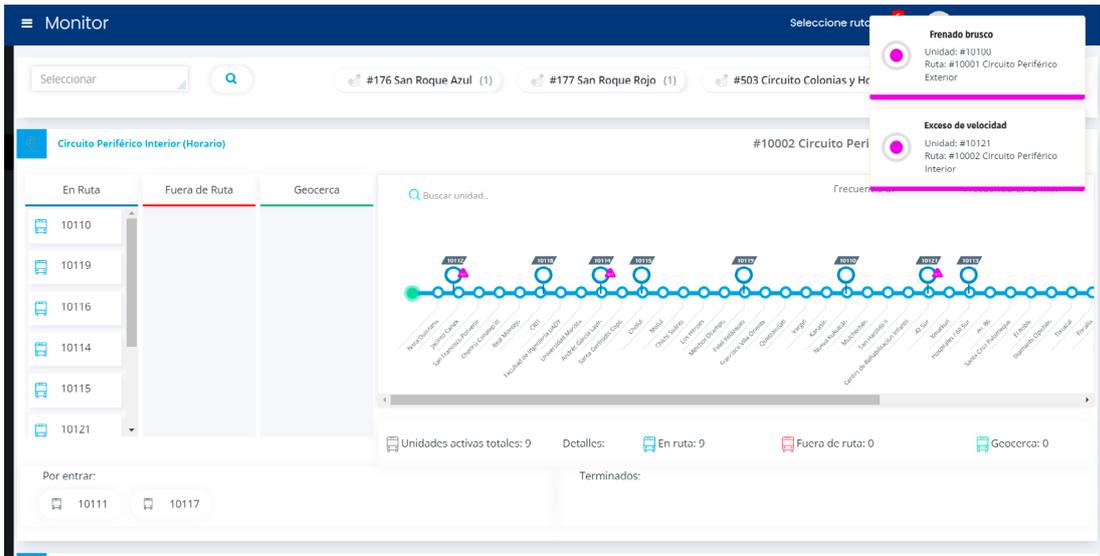
A través de esta área, el personal del centro de control del IMDUT recibe notificaciones en el Sistema de Gestión de Flota. Además, permite la descarga masiva de la información generada sobre incidentes, lo que proporciona una valiosa fuente de datos para el análisis y la toma de decisiones.

Dentro del Sistema de Gestión de Flota, la empresa Alestra-Embssoft realizó distintas mejoras con el objetivo de que el centro de control y monitoreo cuente con las herramientas necesarias para el análisis del número de incidentes. De esta forma se desarrolló un sistema de notificaciones emergentes automáticas, en los paneles usados con mayor frecuencia (**imagen 3**), que diera al centro de control del IMDUT la capacidad de monitorear los hábitos de conducción y el estado de las unidades de transporte.

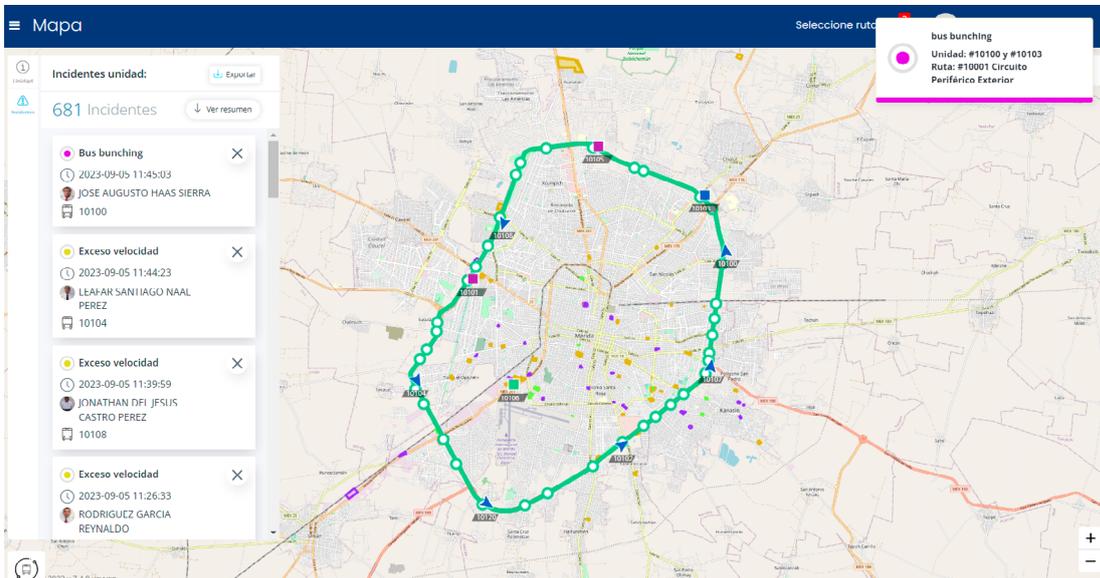
Imagen 3

Capturas de pantalla que muestran el sistema de notificaciones en el Sistema de Gestión de Flota. (a) Notificaciones por unidad de transporte. (b) Sistema de notificaciones por ruta con opción de descarga masiva de datos. En la esquina superior derecha se observa una notificación emergente de frenado brusco y otra de exceso de velocidad

a)



b)



2.2 Definición de parámetros de incidentes

Los umbrales usados para el levantamiento de incidentes de frenado brusco y exceso de velocidad que se muestran en la **tabla 1** son resultado de una investigación documental realizada para encontrar los valores óptimos en cuanto a la eficiencia de la operación, seguridad vial y confort de la persona usuaria. Para la identificación y desarrollo de tableros de visualización en el Sistema de Gestión de Flota dirigidos al centro de control, se organizaron dos grupos de enfoque, uno con personas conductoras y el otro con las personas operadoras del centro de control y monitoreo del IMDUT.

Tabla 1
Resumen de los umbrales de levantamiento de incidentes

Tipo de incidentes	Descripción	Método de definición
Frenado brusco	Umbral de aceleración cuando el acelerómetro excede el valor de -3 mph/s o -4.8 km/h/s (-0.14 g)	Investigación documental (Castellanos & Fruett, 2014; Gebhard, 1976; He et al., 2013; Karekla et al., 2020)
Exceso de velocidad	Umbral de velocidad cuando el AVL indica una velocidad que excede el valor de 60 km/h	<p>Parámetro establecido por el IMDUT para la alerta de velocidad máxima en el Sistema de Transporte Público en Mérida</p> <p><i>Nota. La velocidad máxima por ley de la Ruta Periférico para el tráfico vehicular es de 90km/h (carril central e izquierdo) y la mínima es de 60 km/h en el carril derecho. En el caso de los carriles laterales, la velocidad máxima por ley es de 60 km/h.</i></p> <p><i>Debido a que el sistema de alertas solo puede establecer un único valor como parámetro de velocidad para la definición de la alerta, se decidió priorizar el umbral de 60 km/h para los objetivos del piloto.⁵</i></p>

2.3 Estrategia de evaluación

Con el fin de identificar de manera estadísticamente confiable el impacto de las mejoras implementadas, se utilizó una prueba de control-tratamiento basada en la metodología estadística de diferencia en diferencia (DiD por sus siglas en inglés, *Difference in Difference*), una metodología de análisis estadístico que permite medir el impacto de una política o intervención en un grupo de personas o entidades. La idea principal detrás de este modelo es comparar cómo cambia una variable de interés antes y después de la intervención, en comparación con un grupo de control (Gertler et. al., 2016).

Para llevar a cabo el piloto, se realizó una asignación aleatoria de las 57 personas conductoras de la ruta en dos grupos: 32 formaron el grupo de control y las 25 restantes fueron asignadas al de tratamiento. La diferencia del tamaño se debió a que el grupo de control añadió nuevas personas conductoras en el transcurso del piloto. Estas fueron asignadas al grupo de control con el objetivo de no afectar la muestra; además, inicialmente el grupo de control contaba con tres personas conductoras más que el grupo de tratamiento. Para mitigar esta diferencia, se decidió llevar la unidad de análisis a la de número de incidentes por hora.

El grupo de tratamiento siguió un protocolo específico que incluía el uso de las consolas con inicio de sesión y atención a los incidentes en tiempo real, mientras que en el grupo de control no se introdujo ningún cambio, con el fin de no modificar sus hábitos de manejo. Es destacable que las consolas se instalaron en 20 de las 22 unidades, y que se recolectó información sobre el levantamiento de incidentes para ambos grupos.⁶ Sin embargo, solo el grupo de tratamiento mantuvo las consolas encendidas y contó con un pin para acceder al inicio de sesión en la consola.

A través de una comparación entre el número de incidentes registrados por cada grupo y un análisis estadístico adecuado, en el cual se utilizó la metodología DiD, se decidió validar los impactos del piloto. Este análisis permite evaluar de manera rigurosa y confiable el efecto de las alertas en los patrones de conducción y determinar si las mejoras implementadas lograron reducir los incidentes y mejorar la seguridad vial en la ruta. Los resultados obtenidos se presentan en la sección de resultados del documento.

⁵ La Ruta Periférico circula de manera general en carriles laterales, sin embargo, en algunas zonas como puentes o zonas sin carriles laterales, el autobús se incorpora a carriles centrales del circuito. Aproximadamente 32 % del recorrido se realiza en carriles centrales en sentido horario y 22 % en sentido antihorario.

⁶ Dos unidades no contaban con consola debido a que estas unidades fueron incorporadas una vez iniciada la fase de planeación del piloto. La información generada dentro de las dos unidades sin consola fue descartada del análisis.

2.4 Fases de implementación del proyecto

La implementación del piloto se dividió en tres fases principales mostradas en la **imagen 4**. En la primera, que abarcó del 13 de febrero al 12 de marzo del 2023, se estableció una línea base de incidentes de exceso de velocidad y frenado brusco antes de la activación de las consolas. En este período, se recopiló información que sirvió como referencia para la metodología de diferencia en diferencias.

Durante esta fase se realizó un taller con el grupo de tratamiento, donde a las personas conductoras se les proporcionó una instrucción detallada sobre el uso de la consola y los objetivos del piloto, y se enfatizó en la importancia de seguir estas medidas para mejorar la seguridad vial en la ruta.

En el taller, se fomentó el diálogo para aclarar dudas y asegurar que las personas conductoras comprendieran plenamente el funcionamiento y los beneficios del sistema de alertas en tiempo real.

Imagen 4

Diagrama de las fases de implementación del piloto



Fuente: Elaboración propia.

Del 13 de marzo al 13 de junio, se llevó a cabo la activación y uso de las consolas por parte de las personas conductoras del grupo de tratamiento. Durante estos tres meses, se recopilaron datos de incidentes para ambos grupos y se realizaron reuniones de seguimiento planificadas con Mobility ADO e IMDUT.

Como parte del protocolo de acción, se presentó quincenalmente al IMDUT y mensualmente a Mobility ADO un análisis generado por el ITDP, en el cual se utilizaron las funciones desarrolladas en el Sistema de Gestión de Flota. Este análisis permitió identificar tendencias en el levantamiento de alertas y proporcionar información sobre la dinámica de los incidentes. Los objetivos de estas reuniones y análisis fueron mostrar el proceso del piloto y tomar medidas de mitigación, así como comprender las razones detrás de los incidentes ocurridos durante la implementación del piloto.

La última etapa se centró en la realización de talleres con las personas, donde se analizaron cualitativamente los motivos de los incidentes, se registró la valoración de las personas conductoras y se analizó numéricamente la información recopilada. La finalidad de estos talleres fue obtener una mejor comprensión de la perspectiva de quienes manejan las unidades, identificar áreas de mejora y aprovechar sus conocimientos y experiencias para informar futuras acciones y decisiones.

3. Evaluación y resultados

Durante los cuatro meses de evaluación del piloto (13 de febrero al 13 de junio de 2023), se registró el número de horas trabajadas por cada persona conductora y la cantidad de incidentes levantados. Para este propósito, se utilizó el sistema AVL ya instalado, pues permiten medir y almacenar datos como la velocidad, ubicación y aceleración de las unidades. Esta información se recopiló y almacenó en el centro de control del IMDUT, y se empleó para analizar el impacto de las nuevas consolas.

En cuanto a las alertas por exceso de velocidad, el grupo de control registró 46 mil 928 incidentes, mientras que el grupo de tratamiento presentó 36 mil 666, lo que implica un 22 % menos en el grupo de tratamiento. En el caso de los incidentes por frenado brusco, el grupo de control reportó 2 mil 558 incidentes, mientras que el grupo de tratamiento tuvo 3 mil 411, es decir, un 33 % más.

La diferencia en el número de incidentes entre los grupos se puede atribuir a la diferencia del número de personas conductoras y a la cantidad de horas trabajadas entre cada uno. Como se muestra en la **tabla 2**, 32 personas pertenecen al grupo de control y otras 25 pertenecen al de tratamiento. Durante el piloto, el grupo de control trabajó un total de 19 mil 973 horas (en promedio 624.1 por persona conductora), mientras que el grupo de tratamiento trabajó 18 mil 478 horas (en promedio 739.1 por persona conductora), lo que indica que el grupo de tratamiento trabajó un 7 % menos horas en total o un 33 % más horas por persona conductora.

Debido a esta diferencia en el número de horas trabajadas entre los grupos, se decidió ponderar los datos dividiendo el número diario de incidentes entre las horas trabajadas por cada persona, lo que permitió obtener el número de incidentes por hora. En este sentido, los resultados presentados en la **tabla 3** facilitan la comparación del número de incidentes levantados, tomando en consideración la diferencia en las horas trabajadas.

Tabla 2

Número de horas trabajadas e incidentes reportados por grupo

	Personas conductoras	Horas trabajadas	Horas trabajadas por persona conductora	Incidentes de exceso velocidad	Incidentes de frenado brusco
Control	32	19 973	624.1	46 928	2 558
Tratamiento	25	18 478	739.1	36 666	3 411

Fuente: Elaboración propia con base en la información generada por el Sistema de Gestión de Flota, IMDUT.

Como se observa en la **tabla 3**, durante el periodo de levantamiento de información de la línea base, el grupo de control tuvo en promedio 0.15 incidentes de frenado brusco por hora y 2.68 incidentes de exceso de velocidad por hora, mientras que el grupo de tratamiento registró 0.24 y 2.43 incidentes respectivamente. Esto implica que antes de la instalación de las consolas, ambos grupos tenían un número similar de incidentes levantados.

Después de la instalación de las consolas, el grupo de control tuvo 0.12 incidentes de frenado brusco por hora y 2.22 de exceso de velocidad por hora, en comparación con el grupo de tratamiento que tuvo 0.17 incidentes de frenado brusco por hora y 1.82 de exceso de velocidad por hora.

Esto representa una reducción de incidentes de frenado brusco por hora de 16.4 % para el grupo de control y de 29.4 % para el grupo de tratamiento. En el caso de incidentes de exceso de velocidad por hora, se tuvo una reducción de 17.5 % en el grupo de control y de 24.8 % en el grupo de tratamiento. Esto equivale a **una reducción adicional de 13.0 % en los incidentes de frenado brusco y de 7.8 % en los incidentes de exceso de velocidad para el grupo de tratamiento que tenía las consolas activas, comparado con la reducción del grupo de control.**

La disminución en el número de incidentes en el grupo de control puede atribuirse a diversos motivos, que incluyen tendencias temporales, variables no medidas en el piloto, como la congestión del tráfico u otros factores. Además, es posible que exista una percepción de vigilancia causada por la presencia de la consola en las unidades, incluso cuando esta no estaba activa para el grupo de control. Este efecto no fue estudiado en el piloto.

Tabla 3

Promedio de incidentes levantados por grupo de tratamiento y periodo de levantamiento

	Control Frenado brusco (incidentes/hora)	Tratamiento	Control Exceso velocidad (incidentes/hora)	Tratamiento
Línea base	0.15	0.24	2.68	2.43
Línea expost	0.12	0.17	2.22	1.82
Reducción	-0.024 (16.4 %)	-0.07 (29.4 %)	-0.456 (17.5 %)	-0.602 (24.8 %)
Diferencia		-0.046 (13.0 %)		-0.146 (7.8 %)

Nota. La diferencia se calcula como la resta de la reducción del grupo de tratamiento y el de control.

Fuente, Elaboración propia con base en la información generada por el Sistema de Gestión de Flota, IMDUT.

3.1 Resultados del análisis de diferencias en diferencias

Se realizó un análisis de diferencias en diferencias (DiD)⁷ para conocer la magnitud del efecto que la instalación y uso de las consolas tuvo en el número de incidentes por hora. Para ello, se siguió esta especificación econométrica:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_T \cdot tiempo + \beta_G \cdot grupo + \beta_{TG} \cdot (tiempo \times grupo) + \varepsilon_i$$

Donde Y_i se refiere a la variable de resultado que estamos evaluando (el número de incidentes por hora), β_0 es el intercepto, el valor cuando las demás variables son cero, β_T , β_G y β_{TG} son los coeficientes que estiman el efecto del tratamiento. *grupo* y *tiempo* son las variables binarias que describen el momento (antes y después de la instalación de la consola) y el grupo (control y tratamiento), respectivamente. *grupo x tiempo* representa la interacción entre ambas variables. Por último ε_i representa el término de error, que tiene en cuenta cualquier factor no observado que pueda afectar el resultado.

Este análisis se realizó para los valores de incidentes por hora y por persona conductora, desagregados por las siguientes temporalidades: día, semana, quincena y mes. En este informe se reportan solo los valores diarios debido a que los valores agregados no presentaron relevancia estadística, posiblemente debido a que la agregación de valores no captura la variabilidad en el número de incidentes presente en los datos por día.

Como se muestra en la **tabla 4**, se encontraron diferencias estadísticamente significativas (valor de $p < 0.05$) para ambos tipos de incidentes entre los grupos de tratamiento y de control.

Para los **incidentes de exceso de velocidad**, el intercepto (β_0) fue estadísticamente significativo y se estimó en 2.9 incidentes por persona por hora. El parámetro (β_T) fue estadísticamente significativo, lo que implica que el número de incidentes por hora disminuyó en 0.40 después del tratamiento. β_G no fue estadísticamente significativo, lo que implica que la sola presencia de la consola (aunque no en funcionamiento para el grupo de control) no tuvo un impacto significativo en el número de incidentes. Por último, la interacción entre tratamiento y grupo (β_{TG}) fue estadísticamente significativa, lo que supone que el uso de las consolas redujo en 0.31 el número de incidentes, cambio atribuible a la intervención realizada.

El efecto total se tradujo en una disminución de 0.71 alertas por hora (24.8 %) en el número de incidentes para el grupo de tratamiento, pasando de 2.78 antes de la intervención a 2.09 después de la misma (**tabla 4** y **figura 4-a**). En el grupo de control, el número de alertas pasó de 2.85 a 2.46 por hora, por lo que la reducción fue de 13.7 % entre ambos periodos. La diferencia entre la reducción de ambos grupos fue de 11 %, una reducción atribuible al sistema de alertas.

En el caso de los **incidentes de frenado brusco**, el intercepto (β_0) fue estadísticamente significativo y se estimó en 0.14 incidentes por persona por hora. El parámetro β_T no fue estadísticamente significativo. El parámetro del grupo β_G fue estadísticamente significativo, lo que implica que el número

7 Previo a la realización del análisis, se hicieron pruebas de tendencias paralelas para validar la prueba de diferencia en diferencias y se validaron correctamente.

de incidentes aumentó en 0.12 con la presencia de la consola para ambos grupos. Por último, la interacción entre tratamiento y grupo ($\beta_{T \times G}$) fue estadísticamente significativa, lo que implica que el uso de las consolas después de la intervención redujo en 0.07 el número de alertas por hora. El efecto total se tradujo en una disminución de 0.08 alertas por hora (31.1 %) en el número de incidentes para el grupo de tratamiento, pasando de 0.27 antes de la intervención, a 0.19 después de la misma (**tabla 4** y **figura 4-b**). Para el grupo de control, el número de alertas pasó de 0.15 a 0.14 alertas por hora, por lo que la reducción fue de 9.3 % entre ambos periodos. La diferencia entre la reducción de ambos grupos fue de 21.8 %, y se trata de la reducción atribuible al sistema de alertas.

Los resultados presentados en esta sección son consistentes con los mostrados en la **tabla 3**, que contiene los datos reales recopilados mediante el Sistema de Gestión de Flota. Mientras tanto, los datos presentados en esta sección se basan en estimaciones derivadas del análisis de regresión estadística.

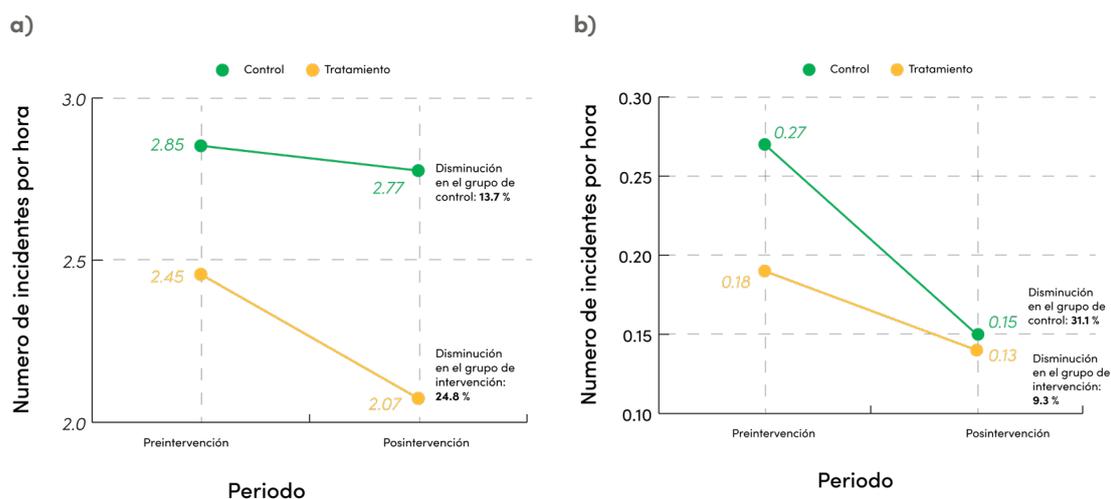
Tabla 4

Coefficientes de la regresión de diferencia en diferencia para exceso de velocidad y frenado brusco. Valores expresados en incidentes/hora

Variable	Exceso de velocidad		Frenado brusco	
	Estimado	Valor de p	Estimado	Valor de p
Intercepto (β_0)	2.85	<0.001	0.15	<0.001
Tiempo (β_T)	-0.40	<0.001	-0.01	0.3
Grupo (β_G)	-0.08	0.5	0.12	<0.001
Tiempo*tratamiento ($\beta_{T \times G}$)	-0.31	<0.001	-0.07	<0.001
Número de observaciones	4939		4939	
R ²	0.017		0.015	

Figura 4

Resultado de la regresión de diferencia en diferencia. (a) Exceso de velocidad y (b) Frenado brusco



Fuente: Elaboración propia.

3.2 Análisis e interpretación

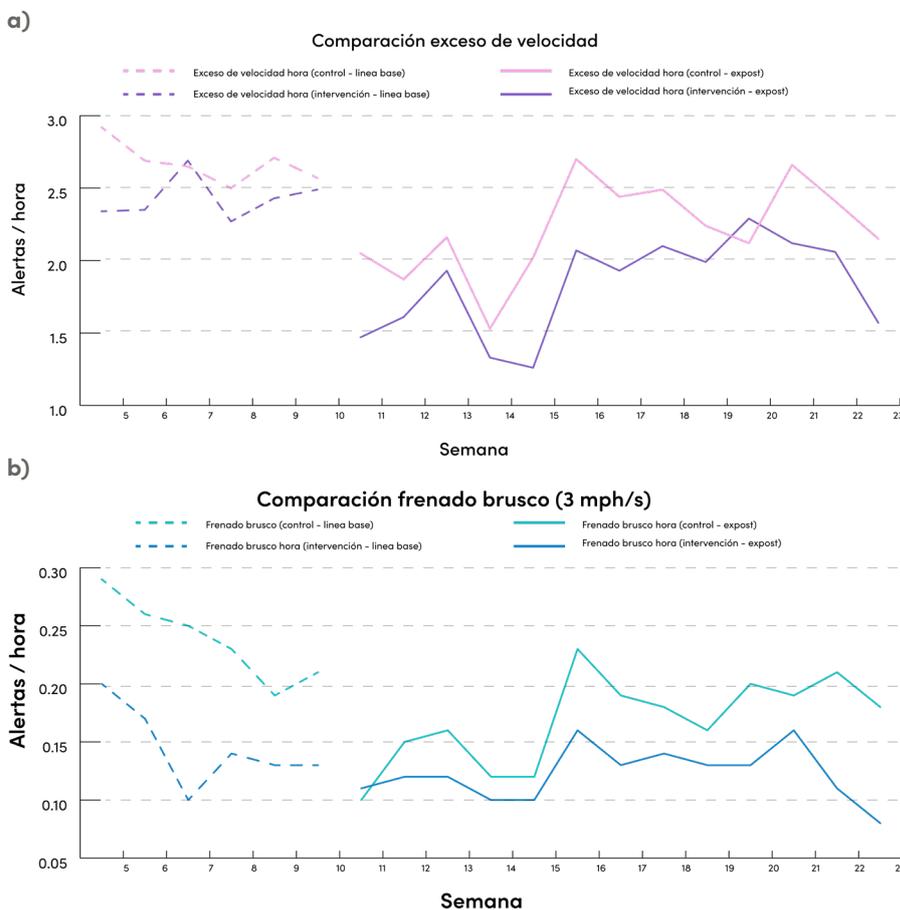
El seguimiento a las consolas por parte de las personas conductoras experimentó una disminución a partir de la semana 10, a finales de abril de 2023, como se puede apreciar en la **figura 4** donde se visualiza el número de incidentes a lo largo del tiempo. En respuesta, se llevó a cabo un taller con las personas conductoras de la ruta donde se identificaron posibles causas de los incidentes observados.

Entre las razones predominantes que se citaron como generadoras de los excesos de velocidad destacó el hecho de que las personas conductoras están sujetas a plazos de recorrido sumamente ajustados, tal como se establece en los planes de operación de la ruta. En estos se define un tiempo de vuelta del circuito de 2 horas 12 minutos para todas las horas del día, tanto en horario pico y de alta congestión vehicular, como en horario valle. La estricta observancia de los planes operativos constituye una prioridad para las personas conductoras y para la empresa operadora. En este sentido, se argumenta que el incremento de la velocidad obedece a la necesidad de cumplir con los tiempos de recorrido, por lo que se pasan por alto las alertas emitidas por la consola, principalmente en carriles centrales donde el límite de velocidad por ley es de 90 km/h.

Con relación a la tecnología, en un taller de cierre organizado con las personas conductoras, en julio de 2023, se señaló que algunas consolas podían presentar problemas técnicos, como bloqueos al iniciar sesión lo que impedía su uso. También se reportó que en algunas ocasiones, la luminosidad en la pantalla era alta, principalmente en la noche⁸. Por último, cabe considerar que dentro del piloto no se implementó un sistema de incentivos (tanto positivos como negativos) para el seguimiento de las alertas, lo que podría explicar el aumento de incidentes observado después de la semana 15 de implementación en la **figura 5**. La institucionalización de estos incentivos y su inclusión en los planes de desarrollo profesional podría contribuir a un comportamiento más riguroso por parte de las personas conductoras (Asadullah et. al., 2019).

Figura 5

Incidentes agrupados por semana por grupo de tratamiento y periodo de levantamiento. (a) Información de incidentes de exceso de velocidad. (b) Información de incidentes de frenado brusco



Fuente: Elaboración propia con base en la información generada por el Sistema de Gestión de Flota, IMDUT.

8 Durante el piloto, se realizó un ajuste en el brillo de las pantallas de las consolas por parte del equipo de Alestra-Embssoft, con el objetivo de mejorar la visibilidad y la experiencia de uso de las personas conductoras.

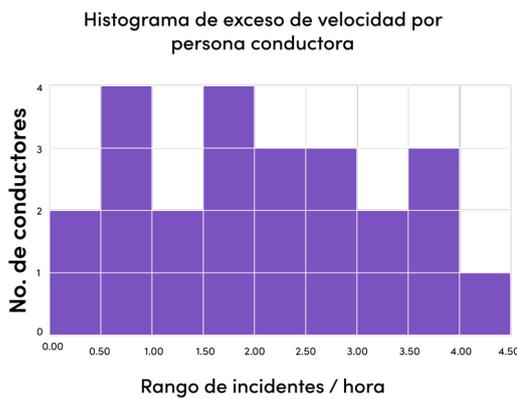
Durante los talleres quincenales y mensuales con Mobility ADO, se decidió enfocarse en las personas conductoras que se encontraban sobre el percentil 0.8, es decir, en las cinco personas conductoras que levantaban más alertas y superaban los 3.26 incidentes por hora de exceso de velocidad y 0.72 incidentes por hora de frenado brusco (**figura 6**).

En este sentido, se organizó un tercer taller específico con este grupo para comprender las razones detrás de este alto número de incidentes, en comparación con el promedio del grupo. Durante el taller, se identificó cierta resistencia al uso de la consola debido a la complejidad de seguir las alertas de exceso de velocidad, ya que podría afectar el cumplimiento de los horarios de llegada a los puntos de parada. Además, se señaló otro factor que contribuye al levantamiento de alertas de frenado: la incorporación de otros vehículos en los carriles de la Ruta Periférico, junto a otros incidentes de este tipo. Este análisis de desempeño individual permitió incidir específicamente en este grupo de personas y, paralelamente, reconocer a aquellas que tenían mejores hábitos de manejo y provocaban menos incidentes.

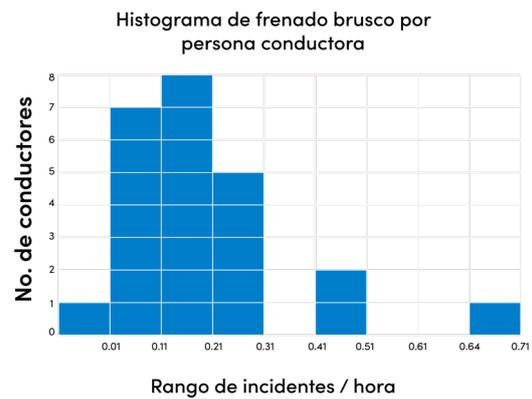
Figura 6

Histogramas con el número de incidentes por persona conductora por hora. (a) exceso de velocidad. (b) frenado brusco

a)



b)



Fuente. Elaboración propia con base en la información generada por el Sistema de Gestión de Flota, IMDUT.

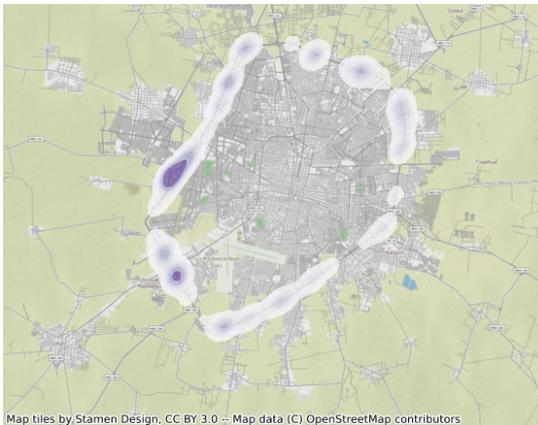
3.3 Análisis espacial de los incidentes

En cuanto al análisis geográfico de zonas con alto levantamiento de incidentes, se observó que la zona oeste del Periférico presentó la mayor parte de alertas tanto por exceso de velocidad como por frenado brusco. Los incidentes por exceso de velocidad en sentido horario sucedieron principalmente a la altura del parque bicentenario y Tixcacal. Para el sentido antihorario se presentaron a lo largo de la parte este, desde la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) hasta Tixcacal (**imagen 5**).

Imagen 5

Mapa de calor de incidencia de eventos de exceso de velocidad levantados por el grupo de tratamiento. (a) Sentido horario (b) Sentido antihorario

a)



b)



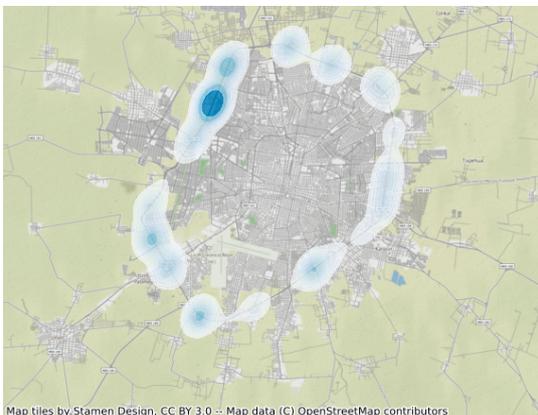
Fuente. Elaboración propia con base en la información generada por el Sistema de Gestión de Flota, IMDUT.

Los incidentes de frenado brusco en sentido horario se dieron principalmente en la zona noreste de la ciudad, a la altura de la Facultad de Matemáticas de la UADY, la intersección del Periférico con la avenida Jacinto Canek y la Fiscalía General del Estado de Yucatán. Las alertas en sentido antihorario se presentaron principalmente cerca de la intersección con la Avenida 51 y cerca del puente Mérida-Campeche (**imagen 5 y 6**).

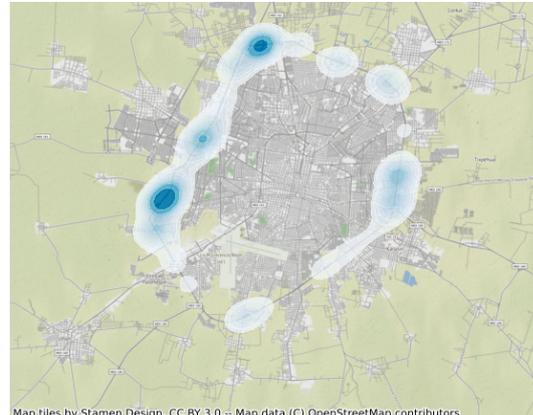
Imagen 6

Mapa de calor de incidencia de eventos de frenado brusco levantados por el grupo de tratamiento. (a) Sentido horario (b) Sentido antihorario

a)



b)



Fuente. Elaboración propia con base en la información generada por el Sistema de Gestión de Flota, IMDUT.

Las zonas con mayor número de incidentes por velocidad están relacionadas con incorporaciones a los carriles centrales, donde las personas conductoras mencionaron que es necesario acelerar para igualar el flujo vehicular del resto de los vehículos. Asimismo, las personas conductoras mencionaron que cuando van retrasadas según el horario definido, tienden a acelerar para alcanzar la meta fijada, aún si esto implica ignorar la alerta por exceso de velocidad. Por otro lado, la zona este de la ciudad se caracteriza por tener una alta densidad de puntos de parada en la ruta y usualmente tiene mayor congestión vial, por lo que estos elementos limitan la velocidad a la que pueden llegar las unidades.

4. Recomendaciones y conclusiones

El proceso de digitalización realizado previamente en el sistema permitió la implementación del sistema de alertas de manera rápida y efectiva. El piloto demostró que la visualización de alertas en tiempo real es efectiva para la reducción del número de incidentes tanto de exceso de velocidad como de frenado brusco, esto en los límites establecidos dentro del piloto: 60 km/h para la velocidad y 4.8 kmh/s para frenado brusco. A través de su implementación en la Ruta Periférico, se logró disminuir el número de incidentes en 13.0 %, para exceso de velocidad, y en 7.8 %, para frenado brusco, respecto al grupo de control en el periodo post implementación. Estos resultados son significativos y podrían representar una mejora en la seguridad vial y en la comodidad de las personas pasajeras.

Durante el periodo de tres meses de implementación, se observó una disminución en la efectividad de las consolas a medida que avanzaban las semanas. Para abordar esta situación y mantener los resultados positivos, se sugiere considerar la implementación de un sistema de incentivos formalizado para la disminución de incidentes. Este podría incluir recompensas para las personas conductoras con menos incidentes y, por otro lado, penalizaciones para quienes reporten un mayor número de incidentes. En este sentido, se propone incorporar indicadores de cumplimiento relacionados con el sistema de alertas y el levantamiento de dichos incidentes, a los ya existentes en los planes de carrera de las personas conductoras por parte de Mobility ADO. Esta estrategia permitiría fomentar un manejo más seguro y, al mismo tiempo, institucionalizar el uso de las consolas en la organización.

Otro aspecto relevante es el ajuste de los tiempos de vuelta programados con los tiempos de vuelta reales. En los talleres, las personas conductoras coincidieron en que las consolas son una herramienta valiosa para mejorar el manejo, pues ayuda a mantenerse dentro del límite de velocidad indicado y a frenar más suavemente. Sin embargo, también mencionaron que, en algunos casos, necesitan ignorar la alerta de velocidad, según el límite establecido dentro del piloto, para cumplir con los tiempos programados, sin que esto implique exceder el límite de velocidad por ley de la vía. Esta dinámica afecta el cumplimiento del límite de velocidad de las personas conductoras y, por ende, la seguridad vial para las personas usuarias del espacio público y del autobús. Por lo tanto, es de vital importancia desarrollar una programación que se ajuste a los tiempos de vuelta reales, lo que también aumentaría la atención y el seguimiento del sistema de alertas.

Durante la evaluación del piloto, se identificó la necesidad de mejorar las funcionalidades y parámetros del sistema de alertas, así como la resolución de los problemas técnicos señalados en los talleres por las personas que manejan las unidades. En el caso de la Ruta Periférico, se manifestó la necesidad de abordar aspectos específicos de la ruta como las velocidades máximas en carriles centrales y secundarios (el sistema actual solo toma en cuenta las velocidades límite de los carriles secundarios).

Abordar estos aspectos técnicos es clave para mejorar la eficacia del sistema y asegurar la pertinencia de las alertas de velocidad para las personas conductoras. Actualmente, el sistema requiere que ellas decidan cuáles alertas atender y cuáles omitir para ajustarse a los límites de velocidad del carril en uso.

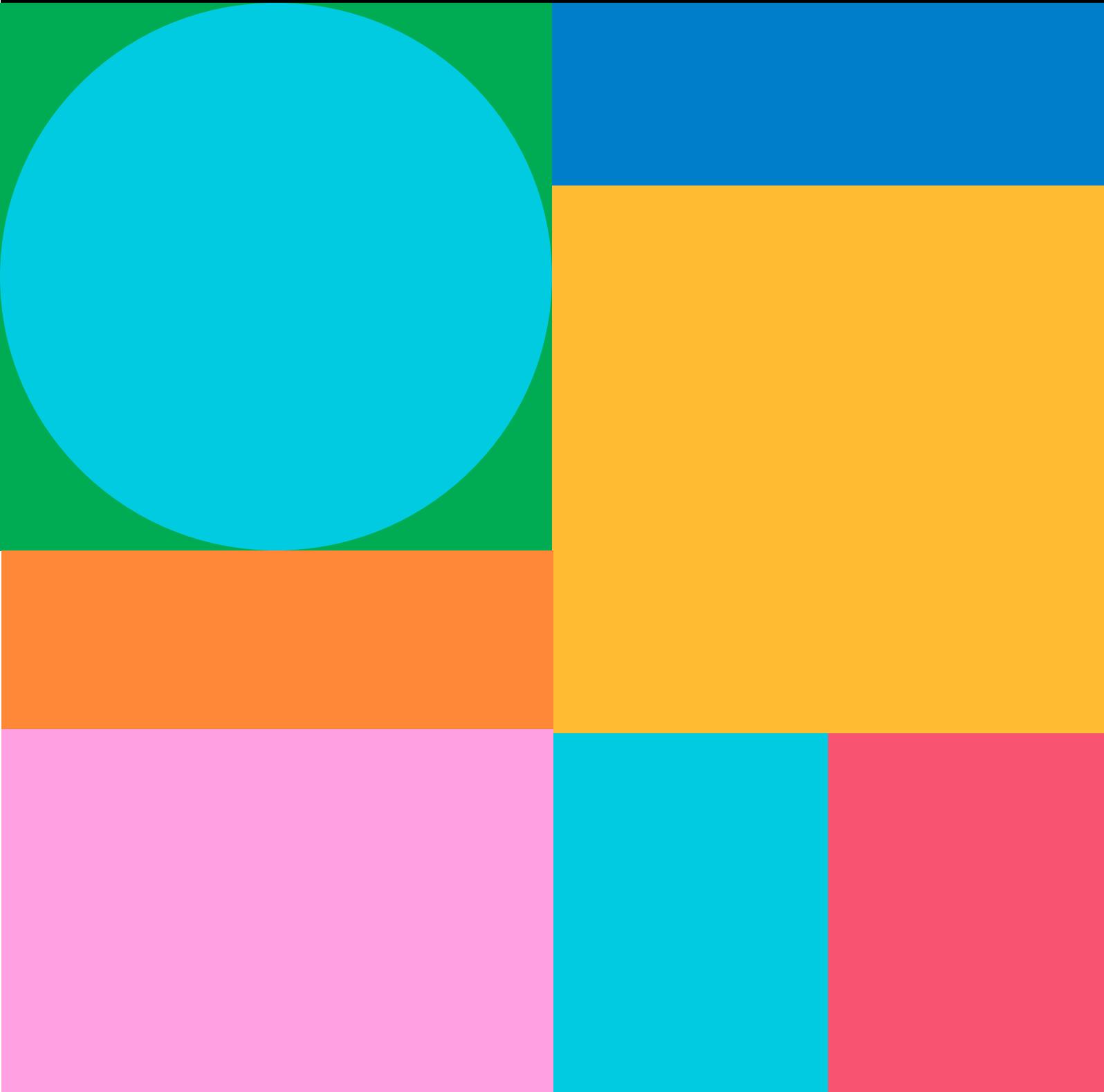
En general, se considera que el piloto fue un éxito ya que logró su objetivo original: mejorar los hábitos de manejo de las personas conductoras de la Ruta Periférico. Además de los resultados obtenidos dentro del piloto, fue posible levantar una línea base sobre la incidencia de agrupamiento entre autobuses o *bus bunching*, lo que impulsa a continuar con un piloto subsecuente enfocado en la reducción del agrupamiento de unidades.

Escalar la digitalización del transporte concesionado al resto de la ciudad y replicar el sistema de alertas en otras rutas brindará a las personas usuarias del transporte y a quienes manejan las unidades, un mayor confort y seguridad, evitando siniestros viales con otras unidades motorizadas o de personas peatonas. Este avance representa un paso significativo en la mejora del transporte público y en la seguridad vial en la ciudad de Mérida.

Referencias

- Asadullah, A. B. M., Juhdi, N. B., Islam, M. N., Ahmed, A. A. A., & Abdullah, A. B. M. (2019). The effect of Reinforcement and punishment on employee performance. *ABC Journal of Advanced Research*, 8(2), 47-58.
https://www.researchgate.net/publication/330350288_The_Effect_of_Reinforcement_and_Punishment_on_Employee_Performance_A_B_M_Asadullah_Nurita_Binti_Juhdi_Nazrul_Islam_Abdullah_A_B_M_Al_A_Ahmed_A_2018_72_97-108_ABC_Journal_of_Advanced_Research_Volume_7
- Castellanos, J., & Fruett, F. (2014). Embedded system to evaluate the passenger comfort in public transportation based on dynamical vehicle behavior with user's feedback. *Measurement*, 47, 442-451. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2013.08.068>
- Gebhard, J. W. (1976). Acceleration and comfort in public ground Transportation. <https://trid.trb.org/view/10990>
- Gertler, P. J., Martinez, S., Premand, P., Rawlings, L. B., & Vermeersch, C. M. (2016). *Impact Evaluation in Practice* (Segunda edición). World Bank Publications.
<https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/4659ef23-61ff-5df7-9b4e-89fda12b074d/content>
- Hollander, M., Wolfe, D. A., & Chicken, E. (2013). *Nonparametric statistical methods*. John Wiley & Sons.
- Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial [IMDUT]. (2021). Encuesta de calidad del transporte público [Dataset].
- Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial [IMDUT]. (2022a), Encuesta de origen-destino Va-y-Ven de calidad del transporte concesionado. [Dataset]
- Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial [IMDUT]. (2022b). Reporte de quejas del departamento de atención ciudadana, 2022. [Dataset]
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2022a). Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana 2022 [Dataset].
https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/754/variable/F1/V79?name=BP2_2_02
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía . (2022b). *Estadísticas de Defunciones Registradas 2021*.
https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/EDR/EDR2021_10.pdf
- Karekla, X., Gkiotsalitis, K., & Tyler, N. (2020, December 1). The impact of a passenger-safety-driven acceleration limit on the operation of a bus service. *Accident Analysis & Prevention*. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105790>
- Nilson, G. (2004) *Traffic Safety Dimensions and the Power Model to Describe the Effect of Speed on Safety*. Lund: Lund Institute of Technology, Department of Technology and Society.
- Secretariado Técnico del Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes, Secretaría de Salud. (2022). Informe sobre la situación de la seguridad vial México 2020. Secretaría de Salud.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/741479/Informe_SV_2020_Autorizado.pdf
- Organización Mundial de la Salud [OMD]. (2019). Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2021-2030.
https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/road-traffic-injuries/global-plan-for-road-safety.pdf?sfvrsn=65cf34c8_35

- Vecino-Ortiz, A. I., Nagarajan, M., Elaraby, S., Guzmán-Tordecilla, D. N., Paichadze, N., & Hyder, A. A. (2022). Saving lives through road safety risk factor interventions: global and national Estimates. *The Lancet*, 400(10347), 237–250. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(22\)00918-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(22)00918-7)
- Villa, J. M. (s. f.). *Simplifying the estimation of difference in differences treatment effects with Stata* [Diapositivas]. University of Manchester. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/43943/1/simplifying_the_estimation_of_difference_in_differences_treatment_effects_with_stata.pdf



ideam*s

 **ITDP**

 **BID**

 **BID | LAB**