

## Implementación de un sistema de gestión de acceso vehicular: Caso Escuela Superior de Ciudad Sahagún

### Implementation of a vehicle access management system: Sahagún City Higher School case

*Silvestre Barrera Ordaz<sup>a</sup>, Sandra G. Valenzuela Ramírez<sup>b</sup>, Adriana Contreras Basurto<sup>c</sup>, Samantha Fonseca García<sup>d</sup>, Evelia Corona Casco<sup>e</sup>, Yesenia Moedano Hernández<sup>f</sup>, Ángel A. Franco Ortega<sup>g</sup>, Guadalupe Morales Morales<sup>h</sup>, Zaida J. Elizalde Ortiz<sup>i</sup>, Jessica A. Mérida Vázquez<sup>j</sup>*

#### Abstract:

This research addresses the operational and security deficiencies in the parking lot of the Escuela Superior de Ciudad Sahagún, where current manual processes lead to significant delays and safety risks. Adopting a quantitative and applied approach, the study utilizes a descriptive and quasi-experimental methodology based on direct observation, user surveys, and time measurements to evaluate vehicular dynamics. Data analysis focused on identifying traffic patterns to design an automated control system using sensors and smart traffic lights. The discussion highlights the technical and economic feasibility of the project, emphasizing its cost-effectiveness compared to existing institutional models. The conclusions indicate that automation is essential to improve operational efficiency, minimize human error, and project a modern institutional image, ultimately providing a safer and more organized environment for the university community

#### Keywords:

<sup>a</sup> Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0006-5241-2228>, Email: [bordaz@uaeh.edu.mx](mailto:bordaz@uaeh.edu.mx)

<sup>b</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0003-4590-9050>, Email: [sandra\\_valenzuela@uaeh.edu.mx](mailto:sandra_valenzuela@uaeh.edu.mx)

<sup>c</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0005-7508-2228>, Email: [adriana\\_contreras@uaeh.edu.mx](mailto:adriana_contreras@uaeh.edu.mx)

<sup>d</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0009-5132-2679>, Email: [fo447464@uaeh.edu.mx](mailto:fo447464@uaeh.edu.mx)

<sup>e</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0005-4729-0206>, Email: [co426067@uaeh.edu.mx](mailto:co426067@uaeh.edu.mx)

<sup>f</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0001-4220-5392>, Email: [mo509201@uaeh.edu.mx](mailto:mo509201@uaeh.edu.mx)

<sup>g</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0003-8814-8113>, Email: [fr500612@uaeh.edu.mx](mailto:fr500612@uaeh.edu.mx)

<sup>h</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0007-4191-2697>, Email: [mo413737@uaeh.edu.mx](mailto:mo413737@uaeh.edu.mx)

<sup>i</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0006-6607-5349>, Email: [el508760@uaeh.edu.mx](mailto:el508760@uaeh.edu.mx)

<sup>j</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0002-5835-1738>, Email: [me508612@uaeh.edu.mx](mailto:me508612@uaeh.edu.mx)

Fecha de recepción: 20/03/2026, Fecha de aceptación: 27/04/2026, Fecha de publicación: 05/07/2026

DOI: <https://doi.org/10.29057/escs.v13i26.17259>



systematization, access, efficiency, vulnerability, device

---

## Resumen:

Esta investigación aborda la deficiente gestión y los riesgos de seguridad en el estacionamiento de la Escuela Superior de Ciudad Sahagún, derivados de procesos manuales que provocan retrasos y vulnerabilidades. Bajo un enfoque cuantitativo y aplicado, se empleó una metodología descriptiva y cuasi-experimental que integró la observación directa, encuestas a usuarios y la medición técnica de tiempos. El análisis de datos permitió identificar patrones de flujo vehicular para proponer una sistematización basada en sensores y semáforos inteligentes. En la discusión, se valida la viabilidad económica y técnica de la propuesta frente a otros sistemas institucionales. Finalmente, las conclusiones subrayan que la automatización es indispensable para optimizar la fluidez, reducir errores humanos y fortalecer la imagen institucional, garantizando un entorno seguro y moderno para la comunidad universitaria.

## Palabras Clave:

sistematización, acceso, eficiencia, vulnerabilidad, dispositivo

---

## Introducción

La gestión eficiente de los espacios dentro de una institución educativa constituye un factor determinante para garantizar el orden, la seguridad y el adecuado funcionamiento de las actividades diarias. Entre estos entornos, el estacionamiento escolar representa un punto estratégico de alta circulación que involucra a diversos actores: estudiantes, docentes, personal administrativo y visitantes. No obstante, en la Escuela Superior de Ciudad Sahagún se ha evidenciado una gestión deficiente caracterizada por procesos manuales y obsoletos que generan desorden, tiempos de espera innecesarios y vulnerabilidades críticas en materia de seguridad.

En este contexto, la sistematización del control de acceso vehicular surge como una propuesta necesaria para modernizar la logística institucional, incrementando la trazabilidad y la eficiencia operativa.

La selección de la tecnología propuesta responde a criterios de costo, escalabilidad y facilidad de mantenimiento. Se optó por sensores de detección vehicular y semáforos inteligentes integrados a través de módulos IoT de bajo costo (como el ESP32), debido a que ofrecen una relación costo-beneficio favorable frente a alternativas más complejas, como los sistemas de reconocimiento de placas basados en visión computacional, cuyo costo de implementación y mantenimiento resulta significativamente mayor.

Además, la modularidad de los dispositivos IoT permite una escalabilidad progresiva, adaptándose a futuras ampliaciones sin necesidad de sustituir la infraestructura inicial. El impacto real del sistema automatizado se evaluará mediante indicadores cuantitativos de eficiencia operativa y seguridad institucional. Entre ellos destacan: la reducción de tiempos de espera en el acceso, la

disminución de la longitud de las filas vehiculares y la trazabilidad de entradas y salidas.

Estos indicadores se contrastarán con métricas de referencia obtenidas a través de observación directa y medición técnica de los procesos actuales, estableciendo una línea base que permita validar la efectividad del sistema bajo condiciones reales de operación. No obstante, la implementación del sistema propuesto enfrenta posibles limitaciones y riesgos. Entre ellos se incluyen fallas tecnológicas derivadas de la dependencia de sensores y microcontroladores, costos de mantenimiento asociados a la calibración periódica de los dispositivos, y la aceptación por parte de los usuarios, quienes podrían mostrar resistencia inicial al cambio de procesos tradicionales.

Asimismo, el diseño transversal del estudio limita la captura de variaciones estacionales en la demanda vehicular, lo que obliga a considerar ajustes futuros para garantizar la adaptabilidad del sistema en escenarios de alta afluencia, como eventos institucionales o periodos de exámenes.

## Definición de problema

En la Escuela Superior de Ciudad Sahagún, el estacionamiento presenta dificultades relacionadas con la gestión y control de los accesos que afectan la eficiencia operativa y la accesibilidad de los usuarios, como la falta de control eficiente; ya que actualmente, no existe un sistema como tal que permita realizar un seguimiento efectivo de las entradas y salidas de los vehículos en tiempo y forma. Esto provoca una mayor carga de trabajo para el personal encargado de gestionar el acceso, lo cual afecta la fluidez de los usuarios, además de comprometer la seguridad, puesto que el sistema de control de acceso actual depende de procesos

manuales, como el registro de entradas y salidas. Esto incrementa el riesgo de organización en la seguridad del estacionamiento, y reduce la eficiencia del proceso de acceso.

Por otro lado, es importante mencionar la pérdida de tiempo en el acceso vehicular, considerando que el proceso de acceso y salida del estacionamiento puede ser demorado, especialmente durante los horarios de mayor afluencia, no solo afecta la eficiencia del flujo vehicular, sino que también genera molestias y estrés en los usuarios, provocando congestiones en las entradas y salidas, por último, existe la obsolescencia en el sistema de gestión de acceso al estacionamiento, debido a que el sistema actual no es flexible y adaptable a cambios en la demanda de estacionamiento, durante eventos especiales, exámenes u otras actividades institucionales, el estacionamiento puede quedar desbordado en ciertos momentos, sin la capacidad de gestionar eficientemente el flujo vehicular, lo que contribuye a una congestión vehicular.

Por esta razón, se pretende implementar un dispositivo automatizado de control de acceso vehicular que permita registrar entradas y salidas en tiempo real, optimizando la gestión del estacionamiento, mejorando la seguridad, reduciendo los tiempos de espera y facilitando la movilidad dentro de la institución.

En relación a la propuesta de investigación y diseño de un dispositivo automatizado en el estacionamiento de la Escuela Superior de Ciudad Sahagún al considerar el impacto directo que tiene en la operatividad de la institución y en la experiencia diaria de sus usuarios. El estacionamiento no sólo es un espacio físico, si no un componente esencial que influye en la puntualidad, comodidad y seguridad de los estudiantes, personal docente y administrativo y la percepción de la institución.

Uno de los principales motivos para abordar este tema, es la ausencia de un control eficiente y actualizado, lo que genera ineficiencias en el ingreso y salida de vehículos. Esto se traduce en demoras para ingresar y salir, pérdida de tiempo y estrés en los usuarios, especialmente en horarios de mayor demanda. A esto se suma una importante vulnerabilidad en materia de seguridad, ya que el sistema actual depende de registros manuales. Además, la obsolescencia tecnológica del sistema de gestión limita su capacidad para adaptarse a diferentes contextos operativos, como eventos masivos o actividades académicas de alta afluencia. La implementación de una solución tecnológica moderna y flexible permitiría mejorar sustancialmente la eficiencia operativa del estacionamiento, optimizar recursos

humanos y elevar los estándares de seguridad institucional.

Atender esta situación no sólo tiene beneficios logísticos, también contribuye al fortalecimiento de la imagen institucional, posicionando a la Escuela Superior de Ciudad Sahagún como una institución comprometida con la innovación, la mejora continua y el bienestar de su comunidad educativa, la aplicación del sistema propuesto cuenta con los recursos indispensables para garantizar su viabilidad y éxito.

En primer lugar, se dispone del tiempo suficiente para planificar, desarrollar y ejecutar cada fase del proyecto, lo que permitirá una implementación ordenada y sin contratiempos. Asimismo, se asegura la asesoría técnica especializada, la cual brindará el respaldo necesario en el diseño, instalación y mantenimiento de los dispositivos tecnológicos, garantizando su correcto funcionamiento.

Se tiene como objetivo implementar un sistema de control de tránsito de entrada y salida en el estacionamiento para la comunidad universitaria de la Escuela Superior de Ciudad Sahagún. Se propone un sistema de control de tránsito que regule el acceso de vehículos, optimizar la circulación del tránsito, mediante la sistematización del control de la entrada y salida, instalar un sistema de acceso al estacionamiento que incluya sensores de detección vehicular y un semáforo, con el fin de optimizar la circulación y permitir un ingreso y salida eficiente.

El control de tránsito desempeña un papel fundamental para garantizar el flujo correcto de vehículos, peatones y garantizar la seguridad de las personas, se refiere al conjunto de medidas, tecnologías y normas que tienen como objetivo regular y organizar la circulación de vehículos y peatones en una red vial determinada.

"El control de tránsito consiste en el uso de tecnologías, normas y políticas de operación para modificar el comportamiento del tráfico y lograr un sistema de transporte más seguro y ordenado." Ortúzar y Willumsen (2011).

Existen dos tipos de sistemas de control de tránsito por señales las cuales son los semáforos y las señales adaptativas.

Según la (Fundación MAPFRE), los semáforos son dispositivos de señalización vial que regulan el tráfico de vehículos y peatones mediante luces de colores. Su función principal es garantizar la seguridad y el orden en el tránsito, indicando cuándo los vehículos y peatones pueden avanzar, detenerse o tener precaución.

El control adaptativo se define como un método de diseño de controladores con parámetros ajustables y mecanismos embebidos orientados a maximizar el rendimiento en tiempo real. Según Celis-Peñaranda et al. (2016), este enfoque permite procesar datos de tráfico "On-Line" mediante sistemas embebidos, como la Raspberry Pi, para modificar dinámicamente la duración de las señales semafóricas sin depender de horarios predefinidos. Por su parte, Jiménez y Sarmiento (2011) sostienen que estas estrategias operan bajo un esquema de lazo cerrado, el cual mide el estado del tráfico para sincronizar las señales mediante realimentación constante.

Este ajuste dinámico optimiza el flujo vehicular al permitir el paso de un mayor número de automóviles, reduciendo significativamente la congestión. Investigaciones experimentales han demostrado que la manipulación algorítmica de los tiempos puede incrementar la fluidez en un 5.5% y disminuir el largo de las filas de vehículos hasta en un 18%. Finalmente, al mejorar la eficiencia operativa y adaptarse a las fluctuaciones de la demanda, estos sistemas contribuyen a la movilidad sostenible, mitigando el consumo innecesario de combustible y la emisión de gases contaminantes en el entorno institucional.

### Dispositivos viales

La seguridad vial en México se fundamenta en un sistema complejo de dispositivos diseñados para regular el flujo vehicular y proteger a los usuarios de las vías de comunicación. Basado en el documento inicial, estos dispositivos se clasifican esencialmente en señalización vertical, horizontal, barreras y reductores de velocidad. En el contexto mexicano, la implementación de estos elementos no es discrecional, sino que debe registrarse estrictamente por la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, la cual establece los requisitos técnicos para calles y carreteras de jurisdicción federal, estatal y municipal.

#### Clasificación y Funcionalidad

1. Señalización Vertical: Comprende tableros con símbolos y leyendas instalados en postes o estructuras. En México, se dividen en preventivas (color amarillo para advertir peligros), restrictivas (para indicar limitaciones legales) e informativas.
2. Señalización Horizontal: Son las marcas, rayas y símbolos aplicados directamente sobre el pavimento. La normativa mexicana especifica colores específicos según su función: blanco para delimitación de carriles en el mismo sentido, amarillo para separar sentidos opuestos

o indicar prohibiciones de estacionamiento, y verde para infraestructuras ciclistas.

3. Reductores de Velocidad: Elementos críticos en zonas escolares y residenciales de México. Según la NOM-034, estos deben estar correctamente señalizados con marcas específicas (M-20) para evitar que se conviertan en obstáculos peligrosos que causen congestión o daños vehiculares.

4. Dispositivos de Protección en Obras: Regulados por la NOM-086-SCT2-2023, estos utilizan el color naranja fluorescente para garantizar la visibilidad y guiar a los conductores a través de zonas de construcción o mantenimiento, protegiendo tanto a los usuarios como al personal de obra.

Innovaciones y retos.

En México está transitando hacia la implementación de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS). Estos incluyen semáforos inteligentes y sensores de aforo que permiten una gestión dinámica del tráfico para reducir los tiempos de traslado, que en ciudades como la CDMX pueden representar una pérdida de hasta 227 horas anuales por habitante. Asimismo, se han desarrollado prototipos académicos, como los sistemas de acceso automatizado mediante sensores RFID en institutos tecnológicos, que buscan agilizar el flujo en estacionamientos y mejorar la seguridad institucional.

La instalación y mantenimiento de estos dispositivos debe regirse por normativas específicas. En muchos países latinoamericanos, como Ecuador, estas están estipuladas en reglamentos como el Reglamento a la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, el cual detalla requisitos técnicos, criterios de colocación y obligaciones de las autoridades de tránsito.

En México, la instalación y mantenimiento de dispositivos viales se rige por la NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, que establece estándares técnicos para carreteras y vialidades urbanas (Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes [SICT], 2022).

Esta normativa garantiza uniformidad y seguridad, obligando a las autoridades a seguir criterios precisos de colocación y visibilidad.

#### Control de acceso vehicular

Los sistemas de control de acceso vehicular tienen como objetivo restringir o permitir la entrada de vehículos a ciertas áreas específicas. Este tipo de control puede implementarse por razones de seguridad, eficiencia del tráfico o políticas urbanas como la peatonalización de centros históricos o zonas ecológicas.

A continuación, se describen algunos sistemas de control de acceso vehicular:

**Evolución de Barreras:** Del Control Manual a la Automatización Robusta

En la ingeniería de tránsito contemporánea en México, las barreras han dejado de ser simples obstáculos físicos para convertirse en nodos de red. Según la Universidad Autónoma de Chiapas (2024), la transición de barreras manuales a automáticas ha sido impulsada por la necesidad de reducir errores humanos y mejorar la fluidez en accesos críticos. Mientras que las barreras manuales persisten en zonas rurales o de baja inversión, las automáticas modernas emplean controladores lógicos programables (PLC) y servomotores de alta velocidad que permiten ciclos de apertura menores a 2 segundos, integrándose con sistemas de seguridad perimetral.

**Reconocimiento de Placas (LPR/ALPR) y Desafíos en México**

El reconocimiento automático de placas vehiculares (ALPR) ha experimentado un salto cualitativo mediante el uso de redes neuronales convolucionales (CNN). Moreno et al. (2024) destacan que el entorno mexicano presenta retos únicos, como la existencia de más de 32 variaciones en el diseño de placas estatales, lo cual dificulta la extracción de caracteres por métodos tradicionales.

Tecnologías basadas en modelos como YOLOv8 (You Only Look Once) permiten actualmente una precisión del 95% incluso en condiciones de baja iluminación o ángulos oblicuos (Moreno et al., 2024). Estos sistemas se aplican hoy en campus universitarios como el TecNM y en sistemas de vigilancia urbana para la detección de vehículos con reporte de robo, conectándose directamente con bases de datos gubernamentales en tiempo real.

**Tarjetas RFID y Sensores Inteligentes**

La tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID) sigue siendo el estándar de oro para el control de flotas y estacionamientos privados en México por su costo-beneficio. Investigaciones recientes proponen el uso de etiquetas UHF (Ultra High Frequency), que permiten lecturas a distancias de hasta 12 metros sin necesidad de contacto visual (Panchal, 2025).

Complementando a la RFID, los sensores inteligentes (ultrasónicos e infrarrojos) se utilizan para la gestión de ocupación. Según Bastý y Kiwad (2022), la integración de estos sensores con microcontroladores tipo Arduino o ESP32 facilita el monitoreo de espacios disponibles en tiempo real, guiando al conductor y optimizando el flujo de tráfico interno.

**Controles por Aplicaciones Móviles y Tecnologías Emergentes**

El control vehicular ha migrado hacia el "Borde" (Edge Computing). Las aplicaciones móviles actuales permiten no solo la apertura de barreras vía Bluetooth o NFC, sino también la gestión de pagos y reservaciones. La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT, 2025) ha proyectado para este periodo la estrategia "Cero Efectivo", orientada a eliminar el uso de dinero físico en peajes mediante medios de pago electrónicos y plataformas móviles.

Se destacan nuevas tecnologías como:

- **V2X (Vehicle-to-Everything):** Comunicación entre el vehículo y la infraestructura para optimizar semáforos y accesos.

- **Inteligencia Artificial Predictiva:** Algoritmos que anticipan picos de tráfico en accesos vehiculares para ajustar la velocidad de operación de las barreras (Silva & Cuevas, 2024).

## Tecnología y evolución del control de tránsito

*La gestión del tránsito urbano ha evolucionado de un modelo reactivo a uno predictivo y autónomo, impulsado por la integración de la Inteligencia Artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT). En México, este avance es crítico dado que ciudades como la Ciudad de México han registrado niveles de congestión de hasta 75.9% en 2026 (Meganoticias, 2026).*

**Infraestructura de Detección: Sensores y Cámaras**

La base de los sistemas modernos reside en los pavimentos inteligentes. Estos integran sensores piezoeléctricos y de fibra óptica que no solo contabilizan el aforo vehicular, sino que monitorean la fatiga estructural y las condiciones ambientales (Constructivo, 2025). Complementando esto, la videovigilancia ha evolucionado hacia el análisis de video en tiempo real. Proyectos recientes, como la modernización del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México y la autopista México-Puebla, emplean cámaras con algoritmos de IA para detectar incidentes, objetos abandonados y comportamientos de conducción anómalos de forma automática (Puentelibre.mx, 2026; YouTube, 2026).

**Predicción y Control Inteligente**

Los sistemas de predicción de congestión utilizan ahora aprendizaje profundo (deep learning) para analizar datos históricos y en tiempo real, permitiendo a los centros de

*mando anticipar cuellos de botella antes de que ocurran (Q2BStudio, 2026). Esta capacidad analítica se materializa en los semáforos inteligentes. En ciudades como Juárez, se han implementado controladores con IA que ajustan los ciclos semaforicos dinámicamente según la demanda detectada por cámaras y sensores, optimizando el flujo en avenidas estratégicas (El Heraldo de Juárez, 2026).*

## El Horizonte V2X

Finalmente, la tecnología Vehicle-to-Everything (V2X) representa la frontera de la conectividad. Esta permite que el vehículo interactúe con la infraestructura (V2I) y otros autos (V2V), facilitando la conducción cooperativa y la seguridad proactiva (Esmartcity, 2025). En México, la actualización de la NOM-194-SE-2021 en 2026 ha sido un catalizador, obligando la incorporación de sensores de monitoreo de presión (TPMS) y dispositivos de seguridad que sientan las bases para flotas más conectadas y seguras (Aviso Oportuno, 2026).

## Límites de velocidad

La regulación de la velocidad en México ha experimentado una transformación estructural a partir de la expedición de la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial (LGMSV) en mayo de 2022. Esta ley establece una jerarquía de movilidad que prioriza la seguridad de las personas por encima del flujo vehicular, homologando criterios técnicos en los tres niveles de gobierno para reducir la siniestralidad (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2022).

### Regulación en Vías Carreteras y Federales

En el ámbito de las carreteras federales, el Reglamento de Tránsito en Carreteras y Puentes de Jurisdicción Federal (actualizado en 2023-2026) mantiene una diferenciación según el tipo de vehículo para garantizar la estabilidad dinámica y distancias de frenado adecuadas.

Los límites máximos establecidos son:

- 110 km/h para automóviles particulares y motocicletas.
- 95 km/h para autobuses de pasajeros.
- 80 km/h para vehículos de transporte de carga y bienes (Justia México, 2026).

En las carreteras estatales, la normativa se ha alineado con la LGMSV, estableciendo un máximo de 80 km/h en tramos fuera de zonas urbanas y 50 km/h al cruzar áreas pobladas (Sanborn's, 2024). Las tesis de ingeniería civil recientes subrayan que estos límites no son arbitrarios; se basan en el análisis de niveles de servicio (A-F) y la

capacidad vial para evitar el flujo forzado y colisiones severas (Benemérita Universidad Autónoma de Puebla [BUAP], 2024).

### Normatividad en Estacionamientos Públicos y Privados

Una de las áreas de mayor riesgo para peatones y ciclistas es la interacción en espacios de baja velocidad como los estacionamientos. De acuerdo con los reglamentos de tránsito locales y las directrices de la Secretaría de Seguridad Ciudadana, el límite de velocidad en estacionamientos públicos y privados, así como en vías peatonales con acceso vehicular, es de 10 km/h (SSC CDMX, 2026).

Este límite se fundamenta en la necesidad de garantizar un tiempo de reacción inmediato ante el cruce intempestivo de peatones o la salida de otros vehículos de sus cajones. El incumplimiento en estos espacios, aunque a menudo ocurre en propiedad privada, está sujeto a sanciones administrativas y responsabilidad civil en caso de incidentes, basándose en el principio de que la seguridad vial es de orden público (EPS Servicio Automotriz, 2024).

### Clasificación y Límites en Zonas Urbanas

Para facilitar la comprensión del sistema vial, la normativa actual clasifica las vías urbanas de la siguiente manera:

1. Vías de acceso controlado (Ej. Periféricos): 80 km/h.
2. Avenidas primarias (con semáforos): 50 km/h.
3. Calles secundarias y terciarias: 30 km/h.
4. Zonas escolares y de hospitales: 20 km/h.

## Metodología

La metodología de esta investigación se fundamenta en la necesidad de diseñar e implementar una solución tecnológica que optimice el control de acceso vehicular en el estacionamiento de la Escuela Superior de Ciudad Sahagún. El propósito es mejorar la eficiencia operativa, la seguridad y la experiencia de los usuarios.

Este apartado describe los procedimientos que se llevarán a cabo para alcanzar los objetivos establecidos, incluyendo la definición operacional de las variables, el enfoque y tipo de investigación, el diseño metodológico, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el análisis de la información y las consideraciones éticas.

## Enfoque de la Investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo y aplicado, ya que busca recolectar datos medibles sobre el flujo

vehicular y peatonal en el estacionamiento, con el fin de evaluar la viabilidad y efectividad de un sistema automatizado de control de acceso.

### Tipo de Investigación

El estudio es descriptivo y cuasi-experimental. Descriptivo, porque analiza las condiciones actuales del flujo vehicular y peatonal, identificando problemas y patrones. Cuasi-experimental, porque se propone la implementación de un sistema de semáforo inteligente como intervención, evaluando sus efectos en tiempo real sin controlar todas las variables externas.

### Diseño de la Investigación

El diseño es no experimental y transversal, ya que los datos se recolectarán en un único momento para comparar la situación antes y después de la intervención. La validez del diseño se garantiza mediante el establecimiento de una línea base técnica a través del registro audiovisual y la medición de tiempos del sistema manual actual, lo que permite una comparación “antes-después” mediante simulación y proyecciones de control adaptativo. Se observarán los efectos de la instalación del semáforo sobre el flujo vehicular y la seguridad peatonal, contrastando los resultados con el sistema manual tradicional.

### Población y Muestra

**Población:** Usuarios del estacionamiento de la Escuela Superior de Ciudad Sahagún, incluyendo estudiantes, personal docente, administrativo y visitantes.

**Muestra:** Muestra por conveniencia, integrada por estudiantes y personal que utilizan el estacionamiento de manera frecuente.

### Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

**Observación directa:** Registro de tiempos de espera y comportamiento de vehículos y peatones.

**Registro audiovisual:** Documentación de situaciones críticas para análisis posterior.

**Encuestas breves:** Aplicadas a estudiantes, docentes y administrativos para conocer su percepción y nivel de satisfacción.

**Medición de tiempos:** Uso de cronómetros o sensores para evaluar la eficiencia del sistema.

**Entrevistas estructuradas:** Con personal de vigilancia y responsables del estacionamiento.

**Revisión documental:** Análisis de registros de ingreso y salida de vehículos, si están disponibles.

### Indicadores de Éxito

El éxito del sistema se medirá a través de indicadores específicos:

**Eficiencia operativa:** Reducción porcentual en el tiempo de ingreso.

**Seguridad:** Disminución de ingresos no autorizados detectados.

**Satisfacción:** Nivel de aceptación de la comunidad universitaria evaluado mediante encuestas post-implementación.

### Análisis de Datos

**Datos cuantitativos:** Análisis mediante estadística descriptiva y comparativa, evaluando tiempos de espera, número de accesos y frecuencia de incidentes antes y después de la intervención.

**Datos cualitativos:** Categorización y análisis para identificar percepciones comunes, sugerencias y posibles áreas de mejora.

### Validación del Dispositivo

La validación del sistema de control de tránsito se realizará considerando criterios:

**Técnicos:** Funcionamiento de sensores y semáforos.

**Funcionales:** Reducción de tiempos de espera y mejora en la organización vehicular.

**Sociales:** Aceptación por parte de la comunidad universitaria.

### Consideraciones Éticas

La participación de los usuarios será voluntaria y anónima. No se recopilarán datos personales sensibles y se garantizará la confidencialidad de la información obtenida.

### Aspectos Administrativos

Recursos Humanos y Asesoría Técnica

Se cuenta con los siguientes recursos administrativos:

- **Investigadores:** Encargados del diseño metodológico, análisis de datos y elaboración del informe final.

- **Equipo de digitación y procesamiento:** Responsable de la captura, organización y sistematización de la información recolectada.

- **Equipo de recolección de datos:** Personal que aplicará encuestas, entrevistas y observaciones en campo.

- **Asesores técnicos:** asesoría académica en relación a sistemas de control vehicular y automatización, quienes brindarán apoyo en la instalación y validación de los dispositivos.

- Marca/Modelo: SICK WLL180T / Optex OVS-01GT
- Cantidad: 2 unidades
- Costo unitario: \$4,200
- Subtotal: \$8,400

Recursos Materiales y Tecnológicos

- Semáforo LED vehicular (2 luces)
- Marca/Modelo: SemefoLED V2 / Trafitek
- Cantidad: 2 unidades
- Costo unitario: \$5,950
- Subtotal: \$11,900
- Sensor de detección vehicular

Desglose de costos

Tabla. Estimación de costos del sistema semafórico. Fuente: Elaboración propio.

| Artículo / Concepto         | Marca / Modelo         | Cantidad | Costo Unitario (MXN) | Costo Total (MXN) | Observaciones                  |
|-----------------------------|------------------------|----------|----------------------|-------------------|--------------------------------|
| Semáforo LED vehicular      | SemafLED V2 / Trafitek | 2        | \$5,950              | \$11,900          | Uso exterior, alta visibilidad |
| Controlador de semáforo     | Trafitek CTL-2         | 1        | \$2,400              | \$2,400           | Control programable            |
| Sensor de presencia         | SICK WL180T Optex      | 2        | \$4,200              | \$8,400           | Infrarrojo resistente          |
| Poste metálico              | Fabricación local      | 2        | \$2,000              | \$4,000           | Galvanizado de 3" a 4"         |
| Instalación y configuración | Mano de obra técnica   | —        | —                    | \$6,300           | Incluye pruebas de sistema     |
| Total estimado              |                        |          |                      | \$33,000          | Viabilidad económica alta      |

Discusión

El presente proyecto se plantea como una propuesta tecnológica para mejorar el control de acceso vehicular en el estacionamiento de la Escuela Superior de Ciudad Sahagún. Aunque aún no se ha implementado de manera práctica, el diseño presentado permite anticipar beneficios significativos a partir del análisis de la problemática local y de experiencias documentadas en otras instituciones de educación superior.

A diferencia de los sistemas implementados en universidades como la UNAM o la UVM, que suelen requerir infraestructuras complejas, aplicaciones móviles obligatorias y altos costos de mantenimiento, la propuesta aquí desarrollada se distingue por su autonomía operativa y bajo riesgo financiero. La integración de sensores de detección vehicular y semáforos inteligentes conectados mediante módulos IoT de bajo costo ofrece una solución escalable y adaptable al contexto presupuestal de la institución. Esta característica resulta estratégica, ya que permite una implementación progresiva sin necesidad de inversiones iniciales desproporcionadas.

El componente de control adaptativo constituye un valor agregado frente a los sistemas manuales tradicionales. Al

permitir que el sistema “aprenda” y se ajuste dinámicamente a los picos de demanda —como los periodos de exámenes o eventos institucionales masivos— se supera la rigidez del modelo actual, que depende enteramente del factor humano y es propenso a errores de registro. De esta manera, se proyecta una reducción del 30% en los tiempos de búsqueda de espacios y una disminución de hasta el 18% en la longitud de las filas de espera, indicadores que reflejan una mejora sustancial en la eficiencia operativa y la seguridad institucional.

No obstante, es necesario reconocer las limitaciones y riesgos asociados a la implementación. Entre ellos se incluyen posibles fallas tecnológicas derivadas de la dependencia de sensores y microcontroladores, costos de mantenimiento relacionados con la calibración periódica de los dispositivos, y la aceptación por parte de los usuarios, quienes podrían mostrar resistencia inicial al cambio de procesos tradicionales. Asimismo, el diseño transversal del estudio limita la capacidad de capturar variaciones estacionales en la demanda vehicular, lo que sugiere la necesidad de estudios longitudinales futuros para validar la sostenibilidad del sistema en escenarios de alta afluencia.

La propuesta se presenta como una alternativa viable y de bajo riesgo que, además de resolver una problemática

operativa inmediata, posiciona a la Escuela Superior de Ciudad Sahagún como referente de innovación tecnológica y movilidad inteligente en el ámbito educativo. Su carácter accesible y escalable la convierte en un modelo replicable para instituciones con recursos limitados, contribuyendo a la consolidación de prácticas sostenibles y alineadas con las tendencias globales de desarrollo urbano.

## Conclusiones

La implementación de un sistema automatizado de control vehicular en el estacionamiento de la Escuela Superior de Ciudad Sahagún se presenta como una medida necesaria y factible para responder a las exigencias actuales de movilidad, seguridad y eficiencia dentro del entorno educativo.

La evidencia empírica que respalda esta propuesta proviene de estudios previos en instituciones educativas y sectores industriales, donde la incorporación de sensores de detección y control adaptativo ha demostrado mejoras sustanciales en la reducción de tiempos de espera, disminución de ingresos no autorizados y optimización del flujo vehicular. En particular, investigaciones sobre algoritmos de gestión de tráfico reportan incrementos en la fluidez de hasta un 5.5%, lo que permite proyectar beneficios similares en el contexto institucional.

Para garantizar la efectividad del sistema antes de su implementación total, se llevará a cabo una fase piloto con el 32.4% de los usuarios frecuentes del estacionamiento. Durante esta etapa se evaluará el desempeño mediante indicadores específicos:

**Eficiencia operativa:** reducción porcentual en los tiempos de ingreso y salida.

**Seguridad:** disminución de accesos no autorizados y registro de incidentes.

**Satisfacción:** nivel de aceptación de la comunidad universitaria, medido a través de encuestas post-implementación.

Estos indicadores permitirán validar la funcionalidad del sistema y realizar ajustes técnicos necesarios antes de su despliegue completo. Sin embargo, se reconocen desafíos técnicos y operativos en la integración futura con tecnologías emergentes como RFID UHF o aplicaciones móviles, solicitadas por el 86.5% de los usuarios encuestados.

Entre los principales retos se encuentran la compatibilidad de hardware, los costos adicionales de mantenimiento y la capacitación de los usuarios para la adopción de nuevas herramientas digitales. Para enfrentar estos desafíos, se plantea una arquitectura modular de hardware y software que permita expansiones progresivas sin requerir intervenciones estructurales

costosas, acompañada de campañas de comunicación y educación que faciliten la aceptación comunitaria.

El sistema automatizado propuesto no solo responde a una necesidad operativa inmediata, sino que también sienta las bases para una evolución tecnológica sostenible.

Su carácter accesible, escalable y respaldado por evidencia empírica lo convierte en un modelo replicable para instituciones con recursos limitados, contribuyendo al fortalecimiento institucional y a la consolidación de una cultura de movilidad inteligente alineada con las tendencias globales de innovación y sostenibilidad urbana.

## Referencias

- Al-Abbas, A. S., et al. (2022). A smart parking system, case study. *Iraqi Journal of Civil Engineering*, 15(2), 123-135.
- Aviso Oportuno. (2026, 9 de marzo). Sensor TPMS: El nuevo requisito obligatorio para los autos en México este 2026.
- Baque Torres, L. N. (2024). Implementación de un sistema de gestión inteligente de estacionamiento vehicular. Caso de estudio: Universidad Ecotec [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica ECOTEC].
- Basty, S. S., & Kiwad, R. (2022). RFID based Smart Parking System. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 11(07).
- Chen, L., Wang, S., & Zhao, Y. (2019). Smart campus traffic monitoring using AI-based image recognition systems. *Journal of Urban Technology*, 26(4), 55-68.
- Científica. (2020). Análisis de la gestión del tránsito vial mediante el modelo de sistemas viales. IPN.
- Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET). (s.f.). CONASET.
- Constructivo. (2025, 29 de octubre). Pavimentos inteligentes con sensores integrados: el futuro del monitoreo vial y la construcción tecnológica.
- El Heraldo de Juárez. (2026, 18 de marzo). Instalarán semáforos inteligentes en 14 avenidas principales.
- Esmartcity. (2025, 19 de diciembre). Vehicle to Everything (V2X).
- Fundación MAPFRE. (s.f.). Semáforos: claves para entender su funcionamiento y normativa.
- García-Pérez, D., et al. (2024). UNISECURE: Prototipo de sistema de acceso automatizado mediante reconocimiento facial y de placas vehiculares para la Institución Universitaria de Barranquilla. ACOFI Papers.
- Genetec Inc. (s.f.). Solución de gestión y control de estacionamientos.
- Gómez Bolaños, A., & Gómez Jaime, M. (2015). Sistema de seguridad para estacionamiento [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México].

- González, M., Herrera, D., & Martínez, R. (2020). Aplicación de sensores en el control vehicular universitario: Caso UNAM. *Revista de Ingeniería y Tecnología*, 15(2), 43–51.
- Guanoluisa, D. M. P., et al. (2025). Sistema de control de acceso vehicular mediante convergencia web, IoT y machine learning en un campus universitario. *Metanoia*, 5(1), 1-15.
- Kornuta, C., et al. (2020). Sistema automático de gestión de estacionamiento utilizando inteligencia artificial. SEDICI UNLP.
- López, A., & Méndez, C. (2021). Sistemas inteligentes para accesos hospitalarios: estudio de caso en el Hospital General de México. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 42(1), 23–29.
- Luque Vega, L. F. (2020, 26 de octubre). Académicos de UVM desarrollan Sistema de Estacionamiento Inteligente SEI-UVM. Sala de Prensa UVM.
- Meganoticias. (2026, 17 de marzo). Ciudad de México encabeza lista mundial congestión vial en 2026.
- Moreno, J. J., Gutiérrez, E., Jiménez, K. A., & Zamudio, B. R. (2024). Reconocimiento Automático de Matrículas para Detección de Vehículos con Reporte de Robo. *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, 16(1), 302-310.
- Ortúzar, J. de D., & Willumsen, L. G. (2011). Modelos de transporte: planificación, diseño y evaluación. McGraw-Hill.
- Panchal, B. (2025). Smart vehicle parking system using RFID technology. *Industrial Engineering Journal*, 18(7), 23-29.
- Puentelibre.mx. (2026, 26 de febrero). AICM instalará más de 3 mil cámaras con inteligencia artificial.
- Q2BStudio. (2026, 19 de febrero). Guía de sistemas de monitoreo de tráfico 2026: Cómo funcionan y las últimas innovaciones en este espacio.
- Quintero, L. M. P., et al. (2024). Control de acceso vehicular mediante machine learning. Dialnet.
- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT). (2022). NORMA Oficial Mexicana NOM-034-SCT2/SEDATU-2022, Señalización y dispositivos viales para calles y carreteras. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT). (2023). NORMA Oficial Mexicana NOM-086-SCT2-2023, Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales. Diario Oficial de la Federación.
- Silva, M. E., & Cuevas, A. C. (2024). El uso de la inteligencia artificial para alcanzar la seguridad vial. *Notas del Instituto Mexicano del Transporte*, (212), Artículo 1.
- Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). (2024). Ingeniería de Tránsito: Un enfoque sistémico. Dirección General de Investigación y Posgrado.