



PRISMA ODS

REVISTA MULTIDISCIPLINARIA SOBRE DESARROLLO SOSTENIBLE

ISSN: 3072-8452

SISTEMA INTELIGENTE DE CONTROL DE ACCESO VEHICULAR MEDIANTE RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DE PLACAS PARA EL TECNM CAMPUS TUXTEPEC

INTELLIGENT VEHICLE ACCESS CONTROL
SYSTEM THROUGH AUTOMATIC LICENSE
PLATE RECOGNITION FOR TECNM
TUXTEPEC CAMPUS

AUTORES

MARÍA LUISA ACOSTA
SANJUÁN

TECNOLÓGICO NACIONAL DE
MÉXICO - INSTITUTO
TECNOLÓGICO DE TUXTEPEC
MÉXICO

JULIO AGUILAR
CARMONA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE
MÉXICO - INSTITUTO
TECNOLÓGICO DE TUXTEPEC
MÉXICO

TOMÁS TORRES
RAMÍREZ

TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO - INSTITUTO
TECNOLÓGICO DE TUXTEPEC
MÉXICO

MARÍA DE LOS ÁNGELES
MARTÍNEZ MORALES

TECNOLÓGICO NACIONAL DE
MÉXICO - INSTITUTO
TECNOLÓGICO DE TUXTEPEC
MÉXICO

MARÍA DE LOURDES
HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO - INSTITUTO
TECNOLÓGICO DE TUXTEPEC
MÉXICO

Sistema Inteligente de Control de Acceso Vehicular Mediante Reconocimiento Automático de Placas para el Tecnm Campus Tuxtepec

Intelligent Vehicle Access Control System through Automatic License Plate Recognition for TecNM Tuxtepec Campus

María Luisa Acosta Sanjuán

maria.as@tuxtepec.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0003-0450-2836>

Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tuxtepec

Tuxtepec, Oaxaca – México

Julio Aguilar Carmona

julio.ac@tuxtepec.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0005-1967-9783>

Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tuxtepec

Tuxtepec, Oaxaca – México

Tomás Torres Ramírez

tomas.tr@tuxtepec.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0003-1486-2787>

Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tuxtepec

Tuxtepec, Oaxaca – México

María de los Ángeles Martínez Morales

maria.mm@tuxtepec.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0006-1544-9769>

Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tuxtepec

Tuxtepec, Oaxaca – México

María de Lourdes Hernández Martínez

maria.hm@tuxtepec.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0005-4834-1626>

Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tuxtepec

Tuxtepec, Oaxaca – México

Artículo recibido: 22/11/2025

Aceptado para publicación: 25/12/2025

Conflictos de Intereses: Ninguno que declarar

RESUMEN

En este artículo se propone un sistema de control de acceso vehicular para el Instituto Tecnológico de Tuxtepec (TecNM-Tuxtepec), basado en tecnologías modernas de reconocimiento automático de placas (ALPR/ANPR). Se describe la arquitectura del sistema, componentes de hardware y software, técnicas de detección y reconocimiento de placas basadas en redes neuronales (por ejemplo, YOLOv8, modelos de convolución separable), así como mecanismos de integración con bases de datos del Instituto. Además, se discuten retos particulares del contexto local (como lo suelen ser: condiciones de iluminación, diversidad de formatos de placas mexicanas, integridad de la infraestructura). Los resultados esperados apuntan a una tasa de reconocimiento mayor al 98% con tiempo de respuesta en el orden de milisegundos, y se propone un plan piloto de implementación.

Palabras clave: control de acceso vehicular, reconocimiento automático de placas (ALPR), YOLOv8, campus tuxtepec, TecNM

ABSTRACT

This article proposes a vehicle access control system for the Instituto Tecnológico de Tuxtepec (TecNM–Tuxtepec), based on modern automatic license plate recognition (ALPR/ANPR) technologies. The system architecture, hardware and software components, and plate detection and recognition techniques using neural networks (e.g., YOLOv8, separable convolution models) are described, along with integration mechanisms with the Institute's database systems. Additionally, specific challenges of the local context are discussed, including lighting conditions, variability of Mexican license plate formats, and infrastructure integrity. The expected results point toward an accuracy rate above 98%, with response times on the order of milliseconds, and a pilot phase implementation is proposed.

Keywords: vehicle access control, automatic license plate recognition (ALPR), YOLOv8, tuxtepec campus, TecNM

INTRODUCCIÓN

En las últimas 2 décadas, el reconocimiento automático de placas vehiculares (ALPR por sus siglas en inglés), se ha convertido en una herramienta esencial para el control de acceso a estacionamientos, campus universitarios, peajes y sistemas de vigilancia urbana en general (Klingler, 2024). En el ámbito de instituciones educativas, la adopción de un ALPR permite una gestión más eficiente, reduce tiempos de espera, automatiza el registro de entradas y salidas, así como también mejora la seguridad (por ejemplo, en el campus Tuxtepec, del TecNM).

No obstante, su desempeño óptimo depende de factores como variaciones de iluminación, ángulos de captura, condiciones climáticas, diversidad tipográfica o de formato de placas, y los recursos de hardware disponibles. En ese sentido, recientemente se han desarrollado técnicas basadas en Deep Learning más robustas y eficientes (por ejemplo, redes de convolución separables y nuevos modelos como YOLOv8), que permiten reconocimiento de placas en tiempo real con alta precisión (Wang, Shih, Shen, & Tai, 2022), así como comparativas entre versiones de YOLO en entornos cloud (Asaju, Owolawi, Tu, & Van Wyk, 2025).

El propósito de este artículo es adaptar el estudio de reconocimiento de placas al contexto específico del TecNM campus Tuxtepec, proponiendo una arquitectura de sistema que integre sensores, procesamiento en el borde y en la nube, y políticas institucionales para uso de datos. De esta forma, se busca generar un documento utilizable para publicación en revista de ingeniería y como base técnica para un proyecto institucional.

DESARROLLO

Marco teórico y antecedentes

Estructura general de un sistema ALPR

Un sistema ALPR típico comprende las siguientes etapas:

1. **Captura y preprocesamiento de imagen:** adquisición con cámara (a menudo con iluminación infrarroja para respaldar operatividad nocturna), corrección geométrica, filtrado de ruido y ajuste de contraste.
2. **Detección o localización de la placa:** mediante técnicas de visión por computadora o modelos de detección de objetos (por ejemplo, YOLO)

3. **Segmentación o reconocimiento de caracteres:** separación de los caracteres de la placa y reconocimiento óptico de caracteres (OCR)
4. **Posprocesamiento y verificación:** validación de formato, corrección de errores, conexión con bases de datos para determinar autorización de acceso (Klingler, 2024).

En la literatura reciente, algunas mejoras han sido propuestas, tales como:

- Uso de arquitectura end-to-end que omiten la segmentación explícita (por ejemplo, modelos integrados) para reducir errores de segmentación.
- Modelos ligeros basados en convoluciones separables, que reducen la carga computacional sin sacrificar precisión (Wang, Shih, Shen, & Tai, 2022).
- Aplicación de técnicas de mejora de imagen (augmentación, eliminación de neblina, etc.), para robustez frente a condiciones adversas (Plavac, Amirshahi, Pedersen, & Triantaphillidou, 2024)
- Sistemas híbridos “Edge-cloud” donde la parte crítica del reconocimiento se ajusta localmente y luego se valida o complementa en la nube (Asaju et al., 2025)
- Prototipos de sistemas móviles de patrullaje con reconocimiento de placas en tiempo real (por ejemplo, “in the wild”) con GPU de bajo consumo -versión urbana)- (Singhal & Singhal, 2025).

Además, el rendimiento de los sistemas puede evaluarse empleando estándares de calidad de software, como ISO/IEC 25010. Que contempla características como funcionalidad, eficiencia, fiabilidad y seguridad (Juliano, 2025)

Caso de uso en campus universitarios

La implementación de ALPR en entornos universitarios ha sido documentada en diversos casos. Por ejemplo:

- En la universidad de Arizona, cámaras ALPR capturan múltiples instantes de un vehículo dentro del campus, y los datos son integrados al sistema de seguridad central (GENETEC, 2021)
- En otros campus, se ha usado ALPR en combinación con plataformas de gestión de estacionamientos con permisos virtuales, control de acceso y políticas de privacidad - Baycom sobre campus- (BYCOM, 2020)

- La universidad de Illinois instaló lectores automáticos de placas con restricciones de acceso delimitadas por políticas claras de uso de datos -restringiendo monitoreo fuera de funciones de seguridad- (Public Safety, 2023)

Estos antecedentes permiten vislumbrar que la inserción de ALPR en el contexto del TecNM requiere no solo el diseño técnico, sino políticas éticas y legales para manejo de datos vehiculares y privacidad.

Propuesta de arquitectura para el TecNM Tuxtepec

Considerando el contexto

Para el campus Tuxtepec se deben tener en cuenta las siguientes condiciones particulares

- **Condiciones lumínicas variables:** la zona puede tener intensas horas de sol diurno y periodos de poca luz nocturna o iluminación subóptima.
- **Variabilidad de formatos de placas mexicanas:** México cuenta con diversos formatos según Estado, mismas tipografía y colores variados.
- **Limitaciones presupuestarias e infraestructura de red:** no puede suponerse hardware excesivamente costoso ni conectividad continua ultrarrápida en todos los accesos.
- **Escalabilidad y mantenimiento:** debe ser escalable para nuevos accesos, y mantenible por el personal técnico del Instituto
- **Integración institucional:** el sistema ALPR debe integrarse al sistema de seguridad vigente del campus y al registro vehicular de la institución.

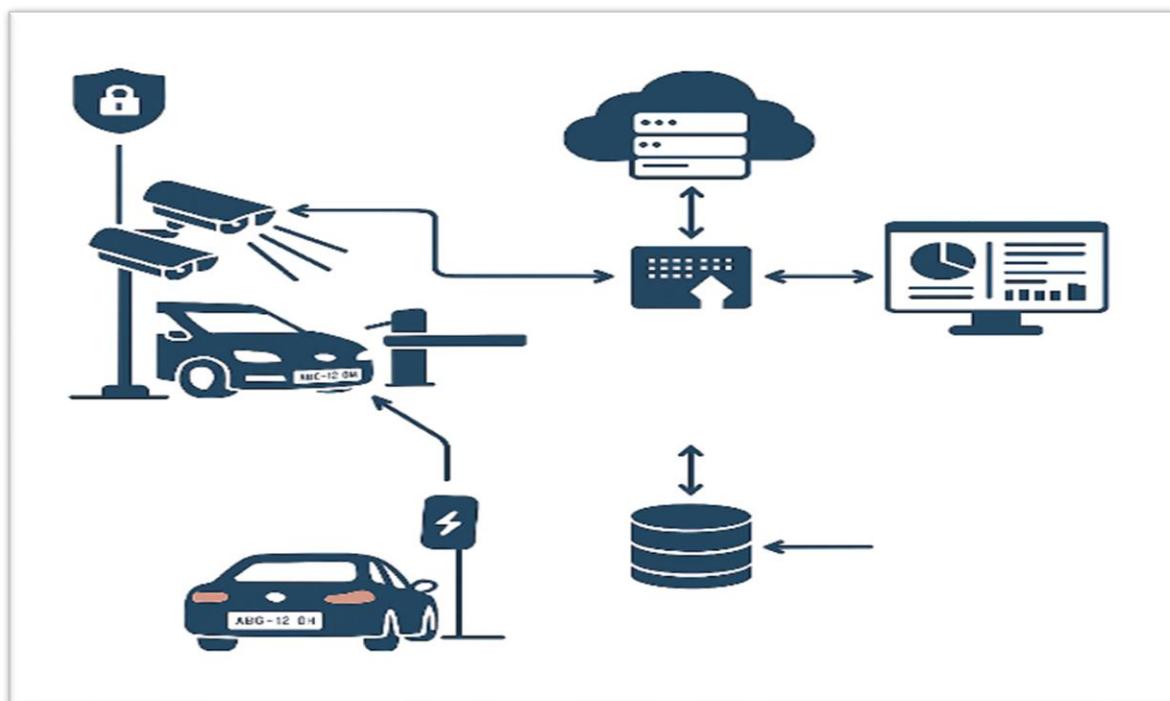
Arquitectura propuesta

Se sugiere una arquitectura híbrida Edge-cloud compuesta por los siguientes módulos

- **Cámaras con iluminación controlada:** (posiblemente IR) ubicadas en puntos estratégicos de acceso vehicular, principalmente en caseta de vigilancia.
- **Unidad de procesamiento local (Edge):** una pequeña computadora GPU o acelerador (por ejemplo, Jetson, Coral, GPU embebida) que ejecuta el modelo de detección y reconocimiento de placas en tiempo real.

- **Servidor en la nube o servidor institucional central:** recibe resultados, hace verificación con base de datos institucional, estadísticas, monitoreo, interfaz web para seguridad
- **Base de datos vehicular institucional:** contiene los números de placa autorizados, información de vehículos (modelo, responsable, vigencia), y bitácora de accesos y salidas.
- **Módulo de control de barrera/actuador:** en función del resultado de reconocimiento, activa barrera automática o envía señal de rechazo al guardia.
- **Panel administrativo/interface:** para personal autorizado: consultas de acceso, reportes, administración de autorizaciones, etc.
- **Políticas de privacidad y auditoría:** módulo que controla quién puede acceder a los datos, registros de accesos a las bases de datos, retención y borrado automático de registros.

Figura 1. Arquitectura general del sistema de reconocimiento de placas implementado mediante captura Edge



Fuente: Elaboración propia.

Flujo de operación

1. El vehículo se aproxima al acceso; la cámara captura imagen (OCR)
2. En el Edge se procesa: se detecta la palca (por ejemplo, con YOLOv8) y se reconoce la cadena alfanumérica (modelo entrenado para placas mexicanas).
3. El resultado (placa, confianza, timestamp, imagen crop) se envía al servidor
4. El servidor valida contra base de datos institucional: autorizado/no autorizado/requerir intervención humana.
5. Si es autorizado, se envía una señal para abrir barrera; si no, se rechaza y se notifica al guardia
6. Se almacena la transición en bitácora, junto con evidencia (imagen) para auditoría.

Figura 2. Ejemplo real en etapa de pruebas del flujo de operación (Fuente: elaboración propia)

Táctica de Vehículos			
Ver Tabla Completa		Buscar por Placa del Vehículo	
Buscar por Empleado		Buscar en Rango	
ID Acceso	Hora de Acceso	Placa Vehículo	Número de Empleado
18	2024-09-23 11:47:45	PCJ4-96-04	2
19	2024-09-26 12:34:21	WLU-94-09	1
20	2024-09-26 12:34:22	PCJ4-96-04	2
21	2024-09-27 17:24:20	YHV-252-A	3
22	2024-10-09 11:16:11	WLU-94-09	1
23	2024-11-06 11:33:52	YBU-80-66	3
24	2024-11-06 11:33:59	YHV-252-A	3
25	2024-11-06 11:34:03	WLU-94-09	1
26	2024-11-06 11:34:19	YJB-13-12	5
27	2024-11-06 11:34:29	MR BANKST	5
28	2024-11-06 11:34:36	HECTOR 1	1
29	2024-11-06 11:34:43	TORO-25	5
30	2024-11-14 09:56:37	WLU-94-09	1
31	2024-11-14 09:56:44	PCJ4-96-04	2
32	2024-11-14 09:56:45	HECTOR 1	1
33	2024-11-14 09:58:04	UNE-31-00	2
34	2024-11-14 10:00:55	YBU-80-66	3

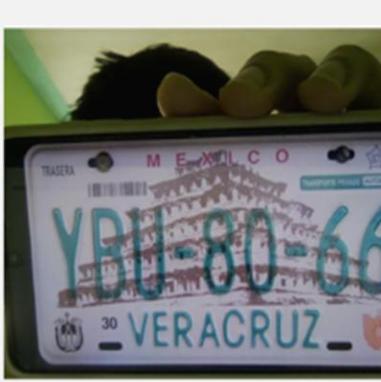
Pruebas

--- Información del Vehículo ---

Placa: YBU-80-66
Tipo: Deportivo
Marca: Audi
Color: Gris

--- Información del Empleado ---

No. Empleado: 3
Apellido paterno: Exiga
Apellido Materno: Garcia
Nombre: Sixto
Tipo Empleado: 150



Fuente: Elaboración propia.

Para reducir la latencia, solo los datos esenciales (texto de placa + verificación) se envían a la nube, mientras que las imágenes se mantienen localmente comprimidas.

Técnicas de detección y reconocimiento sugeridas

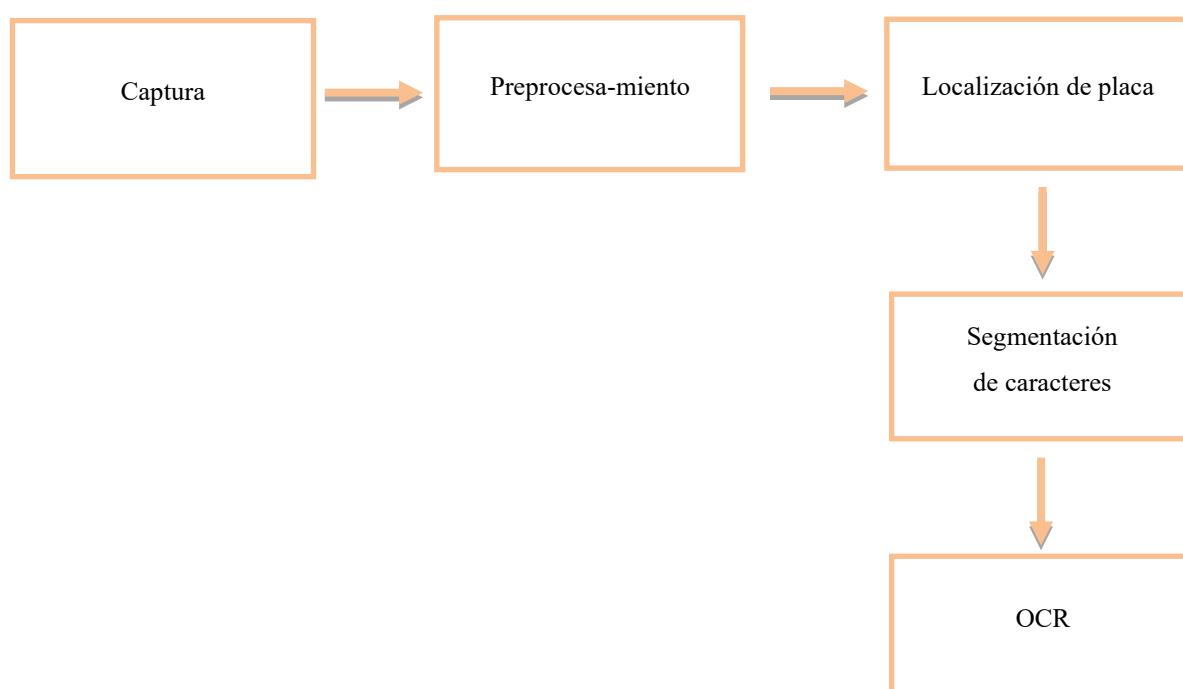
Detección de placas YOLOv8

Recientemente, se ha explorado el uso del modelo YOLOv8 adaptado al reconocimiento de placas (ANPR). En un estudio de 2025, el enfoque modular incluyó:

Una detección en profundidad de un marco ANPR que aprovecha metodologías avanzadas de procesamiento de imágenes y modelos de aprendizaje automático de última generación como YOLOv8 para la detección de objetos, con un enfoque multietapa comprende: captura, preprocessamiento, localización de placa, segmentación de caracteres y OCR (Joshi, Jejure, Jadhav, Jankar, & Mote, 2025)

Este tipo de modelo permite una detección rápida y robusta de la región de la placa con alta precisión.

Figura 3. YOLOv8 Detección y reconocimiento de placas



Fuente: Elaboración propia.

Reconocimiento de caracteres con redes ligeras o end-to-end

- Wang et al. (2022), propusieron un modelo end-to-end de alta precisión basado en redes convolucionales separables (depthwise separable convolutions) que logra reconocimiento con bajo costo computacional (>99% de precisión, > 70 fps).

- Otra tendencia es evitar la segmentación explícita de caracteres, usando enfoques que general directamente la cadena de texto a partir de la placa
- En comparativas, el modelo LPRNet (una arquitectura ligera) ha demostrado buen desempeño frente a Tesseract y otras técnicas tradicionales en datasets reales y sintéticos (Del Castillo & Velarde, 2022).
- Adicionalmente, la mejora de imagen para condiciones adversas (neblina, lluvia, baja iluminación) mediante técnicas de augmentación e imagen adaptativa ha demostrado incrementos importantes en precisión (Plavac et al., 2024).

Arquitectura híbrida con procesamiento local

El uso de la solución híbrida edge-cloud es una práctica emergente, que permite:

- Realizar el procesamiento crítico al nivel local (menor latencia)
- Usar la nube para tareas de verificación complementaria, almacenamiento y monitoreo centralizado.
- Escalabilidad y elasticidad en recursos de cómputo
- Flexibilidad para actualización de modelos en la nube y despliegue remoto (Asaju et al., 2025).

Evaluación del sistema y métricas

Para evaluar el desempeño del sistema propuesto en el contexto del TecNM, se recomienda emplear:

- Tasa de reconocimiento acertado (% de placas correctamente extraídas).
- Latencia end-to-end (tiempo desde captura hasta decisión de acceso)
- Tasa de falsos positivos / falsos negativos.
- Uso de recursos (CPU / GPU /memoria) en el edge
- Fiabilidad con condiciones adversas (noche, lluvia, obstrucción parcial, etc.)
- Evaluación de la calidad de software con estándar ISO/IEC 25010 (funcionalidad, eficiencia, fiabilidad, seguridad, etc.), (Juliano et al., 2025).

- Realización de pruebas piloto en puntos reales del campus durante un periodo (por ejemplo, 1 mes) para capturar diversidad de escenarios.

DESAFIOS Y RECOMENDACIONES

Algunos retos y estrategias en la implementación:

1. **Variabilidad de formatos de placa:** entrenar el modelo con muestras de placas mexicanas de Oaxaca y estados vecinos, principalmente Veracruz.
2. **Iluminación extrema o reflectividad:** usar iluminación IR auxiliar, polarizados en la cámara, y técnicas de mejora en tiempo real.
3. **Obstrucción parcial / suciedad:** aplicar técnicas de preprocesamiento, multiperspectiva (más de una cámara) o combinar con sensores RFID si lo permite el Instituto.
4. **Privacidad y normativa de datos:** establecer políticas claras de quién puede acceder a los registros, retención limitada y auditoría; adoptar mecanismos de pseudonimización de datos sensibles (CSUSB, 2023)
5. **Mantenimiento y escalabilidad:** diseñar el sistema de módulos intercambiables, registro de fallas, mecanismo de actualización remota del modelo.
6. **Capacitación del personal técnico:** formar a personal del Instituto en operación y mantenimiento del sistema.

Caso piloto propuesto para el TecNM campus Tuxtepec

Se sugiere un piloto en la entrada vehicular principal del campus con las siguientes etapas:

1. Instalación de cámara + unidad Edge + barrera automática en entrada vehicular.
2. Recolección inicial de datos de imágenes reales (durante al menos 2 semanas) para ampliar el conjunto de entrenamiento.
3. Entrenamiento del modelo con esas imágenes y despliegue local inicial en modo pasivo (solo lectura y registro, sin apertura automática).
4. Evaluación de desempeño (reconocimiento, latencia, errores) durante un mes.
5. Ajustes al modelo y calibraciones físicas

6. Activación del modo automática (control de barrera /plumilla)
7. Monitoreo continuo y auditoria de operación.

Además, documentar (muy importante), estadísticamente los resultados y redactar un reporte interno.

CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado una propuesta técnica científica para la implementación de un sistema de control de acceso vehicular basado en reconocimiento automático de placas (ALPR) para le TecNM campus Tuxtepec, combinando técnicas de detección modernas (YOLOv8, redes ligeras, arquitecturas híbridas) con criterios institucionales de privacidad y escalabilidad.

Se propone realizar un piloto controlado para validar su desempeño en condiciones reales del campus, con métricas de precisión, latencia y confiabilidad. En particular, la combinación de procesamiento en el borde y verificación en servidor central, constituye una arquitectura viable para mitigar limitaciones locales de conectividad.

Una vez aprobado e implementado, este sistema puede servir como base institucional para extender control de acceso vehicular a otros accesos del campus, permisos electrónicos y mejorar la seguridad general del plantel.

REFERENCIAS

Asaju, C. B., Owolawi, P. A., Tu, C., & Van Wyk, E. (16 de 01 de 2025). Cloud-Based License Plate Recognition: A Comparative Approach Using You Only Look Once Versions 5, 7, 8, and 9 Object Detection. Obtenido de mdpi.com: <https://www.mdpi.com/2078-2489/16/1/57>

BYCOM. (14 de 07 de 2020). The Case for ALPR on Campus. Obtenido de baycominc.com: <https://www.baycominc.com/the-case-for-alpr-on-campus/>

CSUSB. (2023). License Plate Recognition (LPR) - Policies | Parking and Transportation Services. Obtenido de csusb.edu: <https://www.csusb.edu/parking/parking-permits/virtual-parking-permits-and-license-plate-recognition-lpr-info/policies>

Del Castillo, V. M., & Velarde, G. (27 de 03 de 2022). Benchmarking Algorithms for Automatic License Plate Recognition. doi: <https://arxiv.org/abs/2203.14298>

GENETEC. (28 de 05 de 2021). Driving up vaccination POD efficiency with traffic data . Obtenido de University of Arizona: <https://www.genetec.com/white-papers/driving-up-vaccination-pod-efficiency-with-traffic-data>

https://www.genetec.com/binaries/content/assets/genetec/case-studies/casestudy_en_university-of-arizona.pdf?utm_source=chatgpt.com

Joshi, S., Jejure, P., Jadhav, C., Jankar, V., & Mote, A. V. (March-April de 2025). Automatic Number Plate Recognition Using YOLOv8 Model. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 12(2), 1088-1097.

Juliano, J. J. (23 de 04 de 2025). Automated Vehicle Access Control System Utilizing Computer Vision-Based License Plate Recognition. *International Journal of Multidisciplinary Applied Business and Education Research*, 6(4), 1947-1977. doi: <http://dx.doi.org/10.11594/ijmaber.06.04.27>

Klingler, N. (06 de 10 de 2024). Automatic Number Plate Recognition (ANPR) Guide. Obtenido de viso.a: <https://viso.ai/computer-vision/automatic-number-plate-recognition-anpr/>

Plavac, N., Amirshahi, S., Pedersen, M., & Triantaphillidou, S. (2024). Performance of Automatic License Plate Recognition Systems on Distorted Images. *Journal of Imaging Science and Technology*, 68, 1-16. doi: <https://doi.org/10.2352/J.ImagingSci.Techol.2024.68.6.060401>

Public Safety. (23 de 02 de 2023). How license plate readers are helping University Police solve crimes. Obtenido de /police.illinois.edu: <https://police.illinois.edu/how-license-plate-readers-are-helping-university-police-solve-crimes/>

Singhal, A., & Singhal, N. (03 de 2025). Patrol Vision: Automated License Plate Recognition in the wild. IEEE, 548-555.

Wang, S.-R., Shih, H.-Y., Shen, Z.-Y., & Tai, W.-K. (21 de 02 de 2022). End-to-End High Accuracy License Plate Recognition Based on Depthwise Separable Convolution Networks. Obtenido de arxiv.org: <https://arxiv.org/pdf/2202.10277>

© Los autores. Este artículo se publica en Prisma ODS bajo la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0). Esto permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, incluidos fines comerciales, siempre que se otorgue la atribución adecuada a los autores y a la fuente original.



 : <https://doi.org/10.65011/prismaods.v4.i2.107>

Cómo citar este artículo (APA 7^a edición):

Acosta Sanjuán, M. L. ., Aguilar Carmona, J. ., Torres Ramírez, T. ., Martínez Morales, M. de los Ángeles ., & Hernández Martínez, M. de L. . (2025). Sistema Inteligente de Control de Acceso Vehicular Mediante Reconocimiento Automático de Placas para el Tecnm Campus Tuxtepec. *Prisma ODS: Revista Multidisciplinaria Sobre Desarrollo Sostenible*, 4(2), 409-421. <https://doi.org/10.65011/prismaods.v4.i2.107>