ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

CARRERA DE COMPUTACIÓN

INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

MECANISMO: SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS PRÁCTICAS DE INVESTIGACIÓN Y/O INTERVENCIÓN

TEMA:

OPTIMIZACIÓN DE CONTROL DE ACCESO VEHICULAR EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS

AUTORES:

ENMANUEL ALBERTO MOLINA INTRIAGO
ANTHONY PAUL MORALES CEVALLOS

TUTOR:

MGTR. ROGGER JOSE ANDRADE CEDEÑO

CALCETA, OCTUBRE DE 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Enmanuel Alberto Molina Intriago con cédula de ciudadanía 1314947027 y Anthony Paul Morales Cevallos con cédula de ciudadanía 1004518567, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: OPTIMIZACIÓN DE CONTROL DE ACCESO VEHICULAR EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de los autores sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.

Enmanuel Alberto Molina Intriago
CC: 1314947027

Anthony Paul Morales Cevallos
CC: 1004518567

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros Enmanuel Alberto Molina Intriago con cédula de ciudadanía 1314947027 y Anthony Paul Morales Cevallos con cedula de ciudadanía 1004518567, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: OPTIMIZACIÓN DE CONTROL DE ACCESO VEHICULAR EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Enmanuel Alberto Molina Intriago
CC: 1314947027

Anthony Paul Morales Cevallos
CC: 1004518567

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Mgtr. Rogger José Andrade Cedeño**,** certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **OPTIMIZACIÓN DE CONTROL DE ACCESO VEHICULAR EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS**, que ha sido desarrollado por **Enmanuel Alberto Molina Intriago y Anthony Paul Morales Cevallos**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Ciencias de la Computación**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López**.**

Firmado electrónicamente por:
ROGGER JOSE ANDRADE CEDENO
Validar únicamente con FirmaEC

Mgtr. Rogger José Andrade Cedeño
CC: 1310867930
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **OPTIMIZACIÓN DE CONTROL DE ACCESO VEHICULAR EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS**, que ha sido desarrollado por **Enmanuel Alberto Molina Intriago y Anthony Paul Morales Cevallos**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Ciencias de la Computación**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ANGEL ALBERTO VELEZ MERO
Docente
avelez@espam.edu.ec

MGTR. ANGEL A. VELEZ MERO

CC: 1308648565

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Firmado electrónicamente por:
MARIA BELEN VILLAO LOOR
Validar únicamente con FirmaEC

MGTR. MARÍA B. VILLAO LOOR

CC: 1314189091

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Firmado electrónicamente por:
LIGIA ELENA ZAMBRANO SOLORZANO
Validar únicamente con FirmaEC

MGTR. LIGIA E. ZAMBRANO SOLÓRZANO

CC: 1311952145

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como seres humanos a través de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día.

A nuestros profesores por el invaluable apoyo y la dedicación brindada durante nuestra trayectoria académica. Vuestra orientación, enseñanzas y aliento han sido fundamentales en nuestros desarrollo personal y profesional.

A nuestro tutor Mgtr. Victor Pinargote Bravo, gracias por compartir vuestros conocimientos y experiencia con nosotros, guiándonos en el camino hacia el crecimiento intelectual y la excelencia académica. Vuestra mentoría ha sido inspiradora y transformadora.

A nuestros compañeros de clases, agradecemos sinceramente vuestra colaboración, amistad y camaradería. El intercambio de ideas, los debates y las colaboraciones conjuntas han enriquecido nuestro aprendizaje y han hecho de nuestra experiencia educativa un viaje inolvidable.

Por último, al Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas, agradecemos el respaldo y el compromiso con la educación y el desarrollo de la comunidad. Vuestras iniciativas y programas han contribuido significativamente al fortalecimiento del sistema educativo y al bienestar de todos nosotros.

Gracias una vez más por ser parte fundamental de mi formación académica y personal. Vuestra influencia perdurará en nuestras vidas y en nuestras carreras profesionales.

ANTHONY PAUL MORALES CEVALLOS

ENMANUEL ALBERTO MOLINA INTRIAGO

DEDICATORIA

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi amada familia: a mi mamá que siempre estuvo ahí siempre para mí, la que nunca dejo que desmaye, la que estuvo, buenas, malas y peores, siempre motivándome y dándome fuerzas para continuar, a mí papá por ese apoyo incondicional y por sus buenos consejos, mis dos hermanas y mi querido abuelo, cuyo amor, apoyo y sacrificio han sido mi mayor inspiración y fortaleza a lo largo de este viaje académico. A mi abuelita, aunque ya no está físicamente con nosotros, su amor y sabiduría siguen guiando mis pasos desde el cielo.

También quiero agradecer a mi compañero de tesis, cuya colaboración, paciencia y motivación fueron fundamentales para superar los desafíos de este proyecto. A mis compañeros de salón, quienes compartieron risas, ideas y momentos inolvidables, les agradezco por su compañerismo y apoyo mutuo.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento por creer en mí y por ser parte importante de este logro. Gracias.

Enmanuel Alberto Molina Intriago

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primordialmente a Dios por la salud, paciencia y sabiduría brindada a lo largo de mi carrera universitaria lograr este objetivo de vida.

A mi amada madre Mirian por estar siempre presente en cada momento y ser siempre brindarme su apoyo incondicional para cumplir cada uno de mis objetivos, por nunca abandonarme sin importar la situación en la que se encuentre y ya que es el motor principal de mi vida.

A mi amado padre Ursulino, que sé que desde el cielo me cuida protege y guía mi camino, y que cuando gozaba de su presencia a pesar de no ser mi legitimo padre me cuido, guio y apoyo siempre y jamás permitió que nada me faltase.

A mi hermano Andrés, quien siempre ha sido un ejemplo de perseverancia y dedicación, quien me motiva a ser cada día mejor y siempre me ha apoyado y aconsejado en cada momento y decisión de mi vida, a mis hermanas Mirian y Jenny, a mis hermanos Leonardo y Jhon y a mis sobrinos que han sido la mejor motivación y apoyo para seguir adelante cada día.

A mi precia tía Maira y su familia, quienes siempre me han acogido como un hijo más y me han apoyado para finalizar este viaje universitario.

A mis amigos más cercanos que siempre han estado en los momentos difíciles para brindarme una mano, un consejo o una ayuda sin esperar recibir nada a cambio.

A mi compañero de tesis, con quien comparto aulas desde el inicio de esta gran travesía, mi gratitud por el apoyo, la constancia, las tristezas, las risas y todas las situaciones vividas en esta travesía que nos han forjado para ser buenos profesionales.

Anthony Paul Morales Cevallos

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA....ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN....iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR....iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.... v
AGRADECIMIENTO....vi
DEDICATORIA....vii
DEDICATORIA....viii
CONTENIDO GENERAL....ix
RESUMEN....xi
ABSTRACT....xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.... 1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN.... 1
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN.... 3
1.3 OBJETIVOS.... 6
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.... 6
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.... 6
CAPÍTULO II. DESARROLLO METODOLÓGICO DE LA INTERVENCIÓN.... 7
2.1 ETAPA 1: ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALGORITMOS DE RECONOCIMIENTO DE PLACAS VEHICULARES.... 7
2.1.1 SELECCIÓN Y ACOPLAMIENTO DEL ALGORITMO.... 8
2.2 ETAPA 2: ELABORACIÓN DE LA INTERFAZ DE USUARIO.... 9
2.2.1 INTEGRACIÓN DE LA INTERFAZ CON EL ALGORITMO DE LA INTERFAZ DE USUARIO.... 9

2.3 ETAPA 3: EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE CÁMARAS 10

2.4 ETAPA 4: DESARROLLO DE ESCENARIOS DE PRUEBA EXPERIMENTALES 10

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA 11

2.1 CONTEXTO DE LA EXPERIENCIA 11

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 17

4.1 Conclusiones 17

4.2 Recomendaciones 18

ANEXOS 22

Anexo 1. PREGUNTAS DE LA ENTREVISTA 23

Anexo 2. RECOLECCIÓN DE RQUERIMIENTOS 29

Anexo 3. DETERMINACIÓN DE LUGAR DE APLICACIÓN 29

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3.1. Imágenes capturadas guardadas para análisis. 16

Figura 3.2. Imágenes recortadas para mejor análisis. 17

Figura 3.3. Análisis y resultado de número de placa obtenida mediante prueba simulada. 17

Figura 3.4. Reportes de acceso de vehículos. 18

Figura 3.5. Login del sistema web 19

Figura 3.6. Interfaz principal 19

Figura 3.7. Resultados de diferentes búsquedas. 20

Figura 3.8. Pruebas simulando situación real. 21

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo desarrollar un sistema de control de acceso vehicular para automatizar la gestión de entrada y salida de vehículos en el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas. Para lograrlo, se implementó un algoritmo de reconocimiento de placas vehiculares preciso y eficiente en la identificación de vehículos en tiempo real. Se elaboró una interfaz de usuario intuitiva y accesible que facilitó la configuración, monitoreo y gestión del sistema. Además, se integraron cámaras y tecnología que permitieron capturar imágenes de placas vehiculares con claridad y precisión. La metodología incluyó la realización de pruebas del sistema en situaciones simuladas y reales, con el requisito de que la tasa de éxito en la identificación de placas fuera superior al 95%, garantizando así su eficacia. Los resultados demostraron una mejora significativa en el control de acceso vehicular, con una alta precisión en la identificación de placas. Como conclusión, la implementación exitosa de este sistema logro aumentar la eficiencia en la gestión del tráfico vehicular en las instalaciones del GADP-SDT, ofreciendo una solución efectiva y confiable para el control de acceso de vehículos.

PALABRAS CLAVE

Control de acceso vehicular, reconocimiento de placas, reconocimiento de imágenes, identificación de vehículos, sistemas ALPR.

ABSTRACT

The present research aimed to develop a vehicle access control system to automate the management of vehicle entry and exit at the Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas. To achieve this, a license plate recognition algorithm was implemented, providing precise and efficient real-time vehicle identification. An intuitive and accessible user interface was developed to facilitate system configuration, monitoring, and management. Additionally, cameras and supporting technology were integrated to capture license plate images with clarity and accuracy. The methodology included system testing under both simulated and real scenarios, with a requirement that the license plate recognition success rate exceed 95%, ensuring effectiveness. The results demonstrated a significant improvement in vehicle access control, with high accuracy in plate identification. In conclusion, the successful implementation of this system increased the efficiency of vehicle traffic management at GADP-SDT facilities, providing an effective and reliable solution for vehicle access control.

KEYWORDS

Vehicular access control, plate recognition, image recognition, vehicle identification, ALPR systems.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN

Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas [GADP-SDT] (2023), ubicado en la Av. Esmeraldas y Av. Emilio Lorenzo Stehle, en el cantón Santo Domingo de los Colorados, asume diversas responsabilidades fundamentales para el desarrollo integral de la provincia tales como planificar el desarrollo provincial y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito provincial, que no incluya las zonas urbanas, ejecuta obras en cuencas y micro cuencas, la gestión ambiental provincial, planificar, construir, operar y mantener sistemas de riego, fomentar las actividades productivas provinciales especialmente las agropecuarias y gestionar la cooperación internacional para el cumplimiento de sus competencias.

La visión y misión del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas establecen los siguiente:

Su visión, Ser al 2030 una institución efectiva, que presta servicios a la comunidad con altos estándares de calidad en cumplimiento del plan de desarrollo y ordenamiento territorial; permitiendo alcanzar el desarrollo sustentable de la provincia, enfocado en el desarrollo humano.

Su misión, Encargarse de planificar y promover el desarrollo provincial, impulsando y fortaleciendo el desarrollo económico, la vialidad rural, la gestión ambiental con enfoque de mitigación de riesgos y la cooperación internacional, promoviendo la inclusión y la participación ciudadana, mediante la prestación

> de servicios efectivos para alcanzar el Buen Vivir de todos los habitantes de la Provincia. (GADP-SDT, 2023)

La administración provincial desempeña un papel fundamental en el desarrollo sostenible de su territorio. Esto implica la elaboración de planes de ordenamiento territorial para guiar el crecimiento y la planificación a largo plazo. Además, se encarga de la construcción y mantenimiento de la infraestructura vial en las áreas rurales y subrurales, garantizando una conectividad eficaz para la movilidad y el acceso (Guerrero y Montenegro, 2023).

El GADP-SDT opera a través de diversos departamentos entre ellos los departamentos de Prefectura, Viceprefectura, Administración General, Contratación Pública, Auditoría Interna, Cooperación Nacional y Gobernabilidad, Desarrollo Económico, Financiero, Ambiente, Obras Públicas, Planificación, Procuraduría Sindica, Secretaria General, Talento Humano, Proyectos Estratégicos y Tecnologías de la Información y Comunicación que desempeñan roles fundamentales para el funcionamiento eficiente de la entidad. Entre de los departamentos ya mencionados, se destaca la importancia del departamento de Tecnologías de la Información y comunicación, el cual juega un papel crucial en la optimización de procesos y el impulso de la innovación.

Este departamento colabora estrechamente con las demás áreas, especialmente con el departamento de Proyectos Estratégicos, para integrar de manera efectiva las soluciones tecnológicas que potencien la eficacia en la ejecución de proyectos y programas. Además, se encarga de la capacitación del personal en el uso adecuado de las herramientas tecnológicas disponibles y la implementación de medidas que fortalezcan la seguridad de la institución.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN

En el GADP-SDT actualmente existe una carencia crítica en la gestión vehicular, ya que no dispone de un sistema para el control de entrada y salida de vehículos. Esta ausencia de un mecanismo de gestión vehicular adecuado plantea diversos desafíos operativos y de seguridad, la falta de un sistema centralizado dificulta la identificación rápida y precisa de vehículos autorizados, aumentando el riesgo de acceso no autorizado y la falta de seguimiento en el uso de los vehículos pertenecientes a la institución y a sus funcionarios.

En el marco de este trabajo de integración curricular se diseñó e implemento un sistema integral de gestión vehicular mediante el escaneo de placas adaptado a las necesidades específicas del GADP-SDT. Este sistema integro tecnología avanzada, como Reconocimiento Automático de Placa de Matrículas (ALPR) que utiliza técnicas de aprendizaje automático para reconocer las placas de los vehículos, así como un software centralizado que permite el registro detallado como el control de acceso y la seguridad en la institución.

Según Vásquez y Melo (2019), la implementación de un sistema automático de reconocimiento de placas vehiculares contribuirá a tener un control sobre el acceso de personas no autorizadas o ajenas a una institución, lo que aumentará el nivel de seguridad de la comunidad institucional. Peña (2023), afirma que, al implementar un sistema automatizado de reconocimiento de placas, una institución puede controlar y monitorear el acceso vehicular de manera más efectiva. Esto puede contribuir a la seguridad de la misma, facilitar la gestión del tráfico y proporcionar datos valiosos sobre el flujo vehicular.

Según Quintero et al.,(2024), estos sistemas también contribuyen a la protección contra el robo de vehículos, ya que permiten identificar y registrar vehículos visitantes o autorizados automáticamente. Además, estos sistemas

pueden ser utilizados para automatizar accesos, reducir el tiempo en controles de seguridad, y apoyar en tareas administrativas relacionadas con el seguimiento y análisis de vehículos, optimizando recursos y mejorando la seguridad general.

Los Sistemas Inteligentes basados en Reconocimiento de Placas Vehiculares pueden ser una alternativa para contrarrestar esta problemática, ya que permiten identificar y registrar un vehículo de manera más rápida, también evita la suplantación del propietario, robos de automóviles, fraudes, cobros indebidos y proporciona pruebas irrefutables para respaldar argumentos al presentarse alguna queja o pérdida (Chu, 2019).

Ramírez et al, (2020), definen el procesamiento de imágenes como una técnica que permite analizar y manipular imágenes digitales para extraer información relevante y facilitar su interpretación y uso en diversas aplicaciones. Según Barbecho y Zhindón (2020), el procesamiento de imágenes para el reconocimiento de placas vehiculares presenta desafíos únicos debido a las circunstancias en las que se toman las fotos. Estas incluyen vehículos en movimiento, con una altura y distancia considerable, lo que dificulta el procesamiento debido al ángulo, nitidez y ubicación de las placas dentro de la foto.

Para Caballero et al., (2022), dentro de las etapas de procesamiento de imágenes la identificación no se limita a caracteres, la etapa de identificación puede aplicarse a cualquier objeto. Según Sharadhi et al, (2022), la visión por computadora y el procesamiento de imágenes son herramientas fundamentales para desarrollar sistemas de detección y reconocimiento que pueden tener un impacto significativo por su aplicación en varios campos como la industria, educación, seguridad, etc.

Según Muhammad et al., (2018), el desarrollo de un sistema eficiente de reconocimiento de matrículas es una de las áreas de investigación más activas en la actualidad. Para Pustokhina et al, (2020), estos sistemas son

esenciales para varias aplicaciones en infraestructura inteligente, como la gestión de peajes, la administración de estacionamientos y la vigilancia del tráfico.

Para Ruiz et al., (2023), un sistema de inteligencia artificial permite recopilar y analizar en tiempo real la información sobre la ocupación de espacios, identificando patrones de uso y demanda. Con ello se optimiza la asignación de plazas, se agiliza el ingreso y salida de vehículos y se reducen los tiempos de espera. Además, favorece una gestión más eficiente del espacio, disminuye la congestión dentro del recinto y contribuye a una experiencia más cómoda y sostenible para los usuarios.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de control de acceso vehicular para automatizar la gestión de entrada y salida de vehículos en el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Implementar un algoritmo de reconocimiento de placas vehiculares preciso y eficiente en la identificación de vehículos en tiempo real.

Elaborar una interfaz de usuario intuitiva y accesible que facilite la configuración, monitoreo y gestión del sistema.

Integrar cámaras y tecnología que permitan capturar imágenes de placas vehiculares con claridad y precisión.

Realizar pruebas del sistema en situaciones simuladas y reales, con el requisito de que la tasa de éxito en la identificación de placas sea superior al 95%, para garantizar su eficacia.

CAPÍTULO II. DESARROLLO METODOLÓGICO DE LA INTERVENCIÓN

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo a través de etapas, mismas que fueron establecidas por los autores de acuerdo a los objetivos específicos previamente planteados. A continuación, se mencionan las etapas: levantamiento de requerimientos, investigación y análisis de algoritmos de reconocimiento de placas vehiculares, selección y acoplamiento del algoritmo, evaluación y selección de cámaras con características adecuadas, integración de las cámaras al sistema, desarrollo de la interfaz de usuario, integración de la interfaz con el algoritmo, desarrollo de escenarios de prueba experimentales.

2.1 ETAPA 1: ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALGORITMOS DE RECONOCIMIENTO DE PLACAS VEHICULARES

Tomando en cuenta la información recolectada en la etapa anterior, definimos las especificaciones técnicas, incluyendo el hardware requerido, las plataformas de software soportadas y los estándares de comunicación necesarios. Además, se realizó una investigación exhaustiva de los algoritmos existentes para el reconocimiento de placas vehiculares. Esto incluyó una revisión de literatura académica, estudios de casos y análisis comparativos de las tecnologías disponibles. Se evaluaron algoritmos como OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres), Redes Neuronales Convolucionales (CNN) y técnicas de aprendizaje profundo aplicadas al reconocimiento de imágenes.

Se compararon los algoritmos en términos de precisión, velocidad de procesamiento, tasa de error y capacidad de adaptación a diferentes condiciones. Se documentaron las ventajas y desventajas de cada algoritmo, proporcionando una visión clara de sus fortalezas y debilidades en distintos contextos operativos. Posteriormente, se evaluaron los algoritmos

investigados contra los requisitos recopilados y se seleccionó el más adecuado para la implementación. Los criterios de selección se basaron en los requerimientos funcionales y no funcionales identificados anteriormente. Se eligió un algoritmo específico desarrollado y probado en nuestra institución educativa, el cual ofrecía el mejor equilibrio entre precisión y eficiencia. Se documentó detalladamente la razón detrás de esta elección, incluyendo su rendimiento en pruebas comparativas y su robustez en diversas condiciones operativas.

2.1.1 SELECCIÓN Y ACOPLAMIENTO DEL ALGORITMO

Esta etapa fue enfocada en la selección y acoplamiento del algoritmo de reconocimiento de placas vehiculares, basándonos en un análisis detallado de sus especificaciones técnicas y rendimiento. Definimos las especificaciones técnicas necesarias, abarcando el hardware requerido, las plataformas de software compatibles y los estándares de comunicación indispensables. Llevamos a cabo una exhaustiva revisión de la literatura académica, estudios de casos y análisis comparativos de las tecnologías disponibles para el reconocimiento de placas vehiculares. En nuestra evaluación, consideramos algoritmos como el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR), Redes Neuronales Convolucionales (CNN) y técnicas avanzadas de aprendizaje profundo.

Se realizó una comparación detallada de estos algoritmos, evaluándolos en términos de precisión, velocidad de procesamiento, tasa de error y capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales. Por ejemplo, el algoritmo de Aprendizaje Profundo demostró una precisión del 98% y una velocidad de procesamiento de 15 segundos, con una tasa de error notablemente baja en condiciones desafiantes como la lluvia y la niebla. En contraste, el OCR, aunque más rápido, mostró una precisión menor del 85% y una mayor tasa de error en condiciones adversas.

Se documento meticulosamente las ventajas y desventajas de cada algoritmo, proporcionando una visión clara de sus fortalezas y debilidades. Basándonos en los requisitos recopilados y el análisis comparativo, seleccionamos el algoritmo de Aprendizaje Profundo desarrollado y probado en nuestra institución educativa. Ya que su equilibrada combinación de alta precisión y eficiencia, nos asegura su idoneidad para la implementación efectiva en nuestro proyecto.

Con su desarrollo se pudo obtener una idea más concreta del producto final. Fue importante para comprobar que el diseño fuese completamente usable para luego empezar a implementarlo, por lo que, a lo largo de todo el proceso, se mantuvo un enfoque centrado en el usuario, asegurando que las necesidades y expectativas de los usuarios finales fueran el eje principal del acoplamiento del sistema.

2.2 ETAPA 2: ELABORACIÓN DE LA INTERFAZ DE USUARIO

Se realizó un prototipo de la interfaz de usuarios mediante herramientas de prototipado con bocetos que mostraban la disposición de elementos y la navegación, una guía de diseño que explicaba los principios de usabilidad y accesibilidad aplicados, y un conjunto de comentarios y sugerencias de los usuarios finales obtenidos mediante pruebas de usabilidad con el prototipo.

2.2.1 INTEGRACIÓN DE LA INTERFAZ CON EL ALGORITMO DE LA INTERFAZ DE USUARIO

Se realizó la integración del prototipo de la interfaz de usuario con el algoritmo de control de acceso vehicular, implementando un mecanismo de autenticación mediante tokens para garantizar la comunicación segura y autorizada entre ambos componentes. Estos tokens permiten validar cada solicitud que la interfaz envía al sistema, asegurando que solo peticiones legítimas puedan ser procesadas.

2.3 ETAPA 3: EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE CÁMARAS

Para garantizar el éxito del proyecto de reconocimiento de placas vehiculares, se realizó una evaluación exhaustiva de diferentes modelos de cámaras, centrándonos en aquellos que cumplen con las especificaciones técnicas necesarias para este tipo de aplicación. El análisis consideró aspectos críticos como la resolución, la capacidad de iluminación infrarroja, el rendimiento en condiciones de baja iluminación, el tipo de lente, el rango dinámico, la resistencia a climas adversos, la resistencia al vandalismo, la compatibilidad con software de reconocimiento y el costo. Posteriormente, la cámara seleccionada fue integrada al sistema de reconocimiento de placas, elaborándose un diagrama que ilustró la comunicación entre los dispositivos y el sistema, además de realizar pruebas que confirmaron la correcta funcionalidad e interoperabilidad de los componentes.

2.4 ETAPA 4: DESARROLLO DE ESCENARIOS DE PRUEBA EXPERIMENTALES

Se realizaron pruebas en condiciones simuladas con escenarios que reprodujeron tanto situaciones reales como adversas, incluyendo distintos niveles de iluminación y diferentes tipos de vehículos, lo que permitió evaluar el sistema en un entorno controlado y retador, aportando una base sólida para futuras mejoras en su desempeño y fiabilidad. Posteriormente, se instaló el sistema de reconocimiento de placas vehiculares en la puerta de entrada del GADP-SDT como despliegue definitivo, donde fue sometido a un monitoreo continuo durante varias semanas con el fin de registrar datos precisos sobre su funcionamiento en condiciones reales y ambientales variables, abarcando aspectos como la precisión en la captura de placas, la velocidad de procesamiento y la detección de incidencias no observadas en las pruebas preliminares.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

2.1 CONTEXTO DE LA EXPERIENCIA

A lo largo del proceso, se mantuvo un enfoque centrado en el usuario, garantizando que el sistema no solo cumpliera con los requisitos técnicos, sino que también fuera fácil de usar y efectivo en su aplicación práctica.

Al sistema de control de acceso vehicular seleccionado se le realizo un reajuste para que este operara de forma manual, lo que significa que el proceso de captura de imágenes se inicia únicamente cuando el operador lo decide. Este diseño permite que la captura se realice en el momento exacto en que el vehículo se encuentra en una posición óptima frente a la cámara, reduciendo la probabilidad de obtener imágenes inutilizables debido a factores como movimiento, reflejos o mala iluminación.

Cuando el operador presiona la tecla ENTER, el sistema activa la cámara y toma una serie de fotografías (configurada por NUMBER_CAPTURES), con intervalos de tiempo controlados (TIME_SLEEP) entre cada una. Esto asegura que se cuente con varias imágenes del mismo vehículo, lo que aumenta las posibilidades de obtener una matrícula clara y legible.

Figura 3.1. Imágenes capturadas guardadas para análisis.

Fuente: Los autores.

Cada imagen se procesa individualmente para localizar la matrícula: primero se estandariza el tamaño, luego se aplica un filtro Gaussiano para reducir ruido y el método Canny para detectar bordes. Posteriormente, operaciones morfológicas y eliminación de objetos pequeños permiten aislar la región rectangular que corresponde a la placa. Esta región se recorta y se guarda en una carpeta de recortes para su análisis.

Figura 3.2. Imágenes recortadas para mejor análisis.

Fuente: Los autores.

En la fase de corrección y mejora, la placa recortada se endereza si está inclinada y se ajusta el contraste para facilitar la lectura de caracteres. Esto es fundamental para que el sistema de reconocimiento óptico de caracteres (EasyOCR) pueda identificar de forma precisa las letras y números.

El OCR procesa todas las imágenes capturadas y selecciona como matrícula final la lectura más repetida entre ellas.

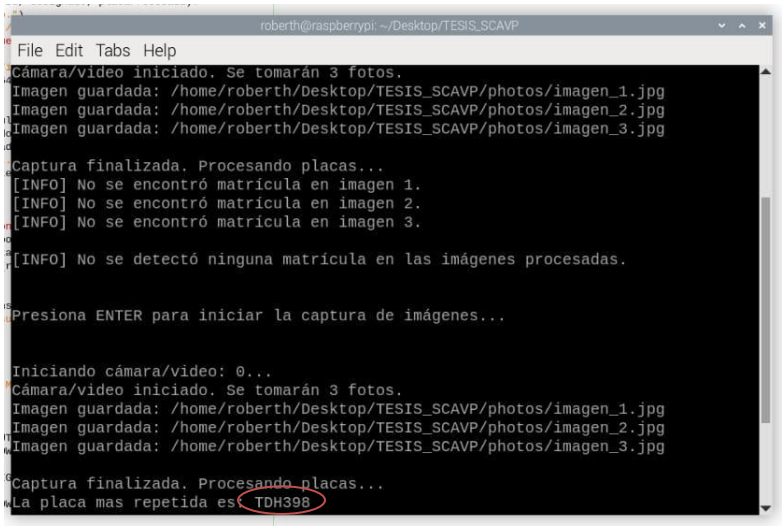


Figura 3.3. Análisis y resultado de número de placa obtenida mediante prueba simulada.

Fuente: Los autores.

Si no se detecta ninguna matrícula, el sistema registra el evento como “sin detección” para su seguimiento. La matrícula obtenida se envía a un servicio web de validación: si está registrada, se asocia el acceso al propietario; si no, se clasifica como vehículo visitante.

Todos los eventos se almacenan con fecha, hora, estado del vehículo y evidencia visual, garantizando un historial completo para auditorías y consultas posteriores.

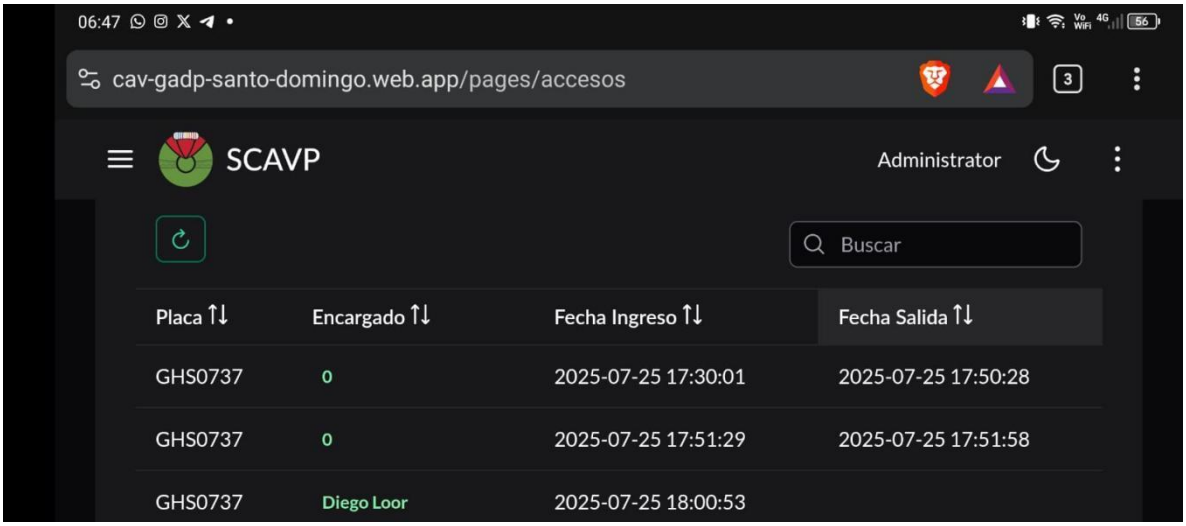


Figura 3.4. Reportes de acceso de vehículos.

Fuente: Los autores.

El desarrollo de la interfaz de usuarios se realizó mediante herramientas de prototipado con bocetos que mostraban la disposición de elementos y la navegación, una guía de diseño que explicaba los principios de usabilidad y accesibilidad aplicados, y un conjunto de comentarios y sugerencias de los usuarios finales obtenidos mediante pruebas de usabilidad con el prototipo.

Figura 3.5. Login del sistema web

Fuente: los autores

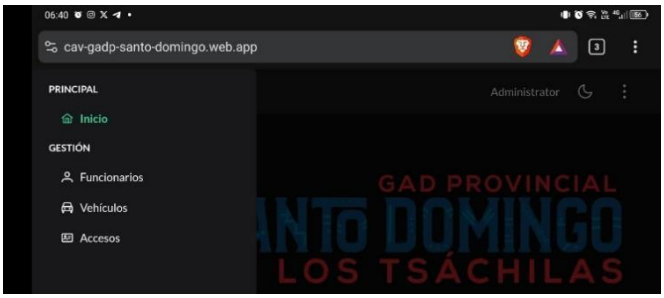


Figura 3.6. Interfaz principal

Fuente: los autores

A través de la aplicación móvil, el usuario podrá visualizar un registro simplificado de sus ingresos y salidas al GADP-SDT, así como los datos del propietario asociados a cada placa. Esta consulta se realizará mediante un filtro que permitirá buscar la información utilizando el número de placa, el nombre del funcionario o la fecha requerida, con el fin de determinar un rango de tiempo específico o acceder a los datos de los funcionarios correspondientes.

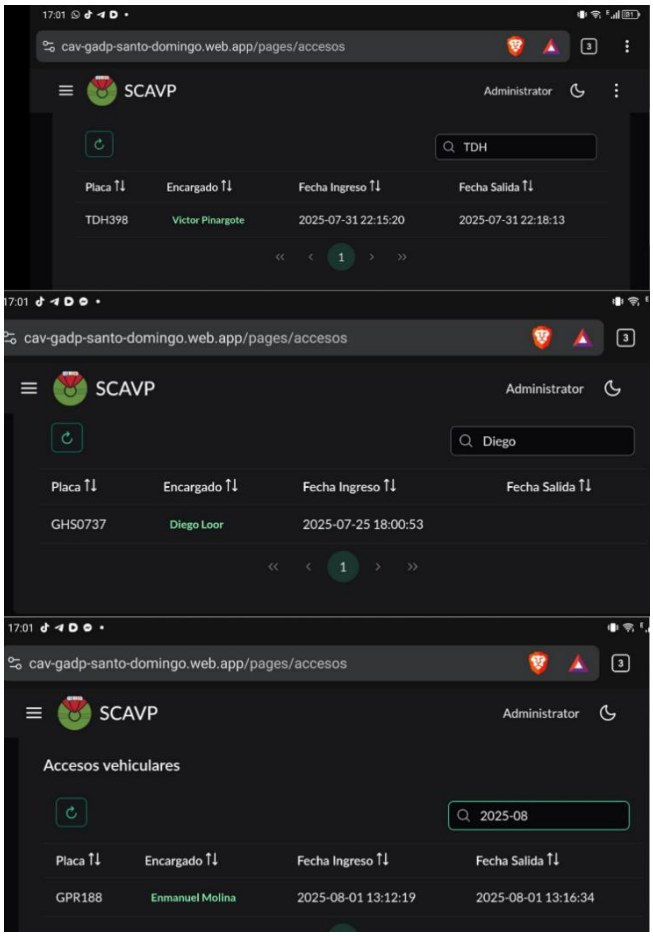


Figura 3.7. Resultados de diferentes búsquedas.

Fuente: Los autores

Se integró el prototipo de la interfaz de usuario con el algoritmo de control de acceso vehicular, implementando un mecanismo de autenticación mediante tokens para garantizar una comunicación segura y autorizada entre ambos componentes. Estos tokens validan cada solicitud enviada desde la interfaz al sistema, asegurando que solo las peticiones legítimas sean procesadas. Durante la integración, se desarrollaron pruebas de simulación en escenarios que replicaban condiciones reales, incluyendo variaciones de iluminación y distintos tipos de vehículos, garantizando así una evaluación exhaustiva del sistema en entornos controlados, lo que proporcionó una base sólida para futuras mejoras en su desempeño y fiabilidad.

Figura 3.8. Pruebas simulando situación real.

Fuente: Los autores

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Una vez culminado el desarrollo del sistema los autores concluyen que:

- El desarrollo e implementación del sistema de control de acceso vehicular para el GADP-SDT permitió abordar de manera efectiva las limitaciones operativas y de seguridad detectadas en el control manual de ingresos y salidas de vehículos.
- A partir de un levantamiento de requerimientos exhaustivo, se logró comprender de forma precisa las necesidades y expectativas de todas las partes interesadas, garantizando que el diseño del sistema estuviera alineado con las condiciones reales de uso y las particularidades del entorno institucional.
- La investigación y análisis comparativo de algoritmos de reconocimiento de placas vehiculares evidenció que el modelo ALPR desarrollado por los autores ofrecía el mejor balance entre precisión, velocidad de procesamiento y robustez ante condiciones adversas, alcanzando tasas de reconocimiento superiores al 95% en pruebas simuladas y reales.
- La interfaz de usuario, diseñada con principios de usabilidad y accesibilidad, junto con el mecanismo de autenticación mediante tokens, permitió establecer un entorno seguro, intuitivo y eficiente para la operación del sistema.
- Las pruebas realizadas en distintos escenarios y diferentes tipos de vehículos confirmaron la estabilidad y eficiencia del sistema, así como su capacidad para integrarse con la infraestructura tecnológica existente del GADP-SDT. En conjunto, la solución desarrollada no solo optimiza la gestión operativa del acceso vehicular, sino que también incrementa la seguridad institucional, proporciona trazabilidad de eventos y sienta las bases para futuras ampliaciones y mejoras tecnológicas.

4.2 Recomendaciones

Dado que la implementación del algoritmo ha demostrado ser precisa y eficiente, mejorando significativamente la gestión operativa del acceso vehicular, los autores recomiendan lo siguiente:

- Con el fin de asegurar la sostenibilidad y la mejora continua del sistema de control de acceso vehicular, es fundamental mantener canales de comunicación permanentes con todas las partes interesadas, incluyendo usuarios finales, personal de seguridad y administradores del sistema. Esta retroalimentación continua permitirá identificar de manera temprana nuevas necesidades, ajustes operativos y oportunidades de mejora. Asimismo, se recomienda realizar evaluaciones periódicas del rendimiento mediante pruebas en escenarios reales y simulados que consideren variables como iluminación, condiciones climáticas y diferentes tipos de vehículos, garantizando que la tasa de reconocimiento y la velocidad de procesamiento se mantengan dentro de los estándares definidos.
- En el ámbito tecnológico, se sugiere actualizar y optimizar de forma continua el algoritmo ALPR, incorporando avances en inteligencia artificial, aprendizaje profundo y procesamiento de imágenes para aumentar la precisión y reducir errores en condiciones adversas. Del mismo modo, se recomienda integrar funciones analíticas avanzadas que permitan la detección temprana de patrones inusuales o potencialmente riesgosos, así como la implementación de módulos predictivos que respalden la toma de decisiones estratégicas en materia de seguridad. Estas mejoras deberán complementarse con un plan de soporte técnico especializado y actualizaciones periódicas de software y hardware, a fin de prolongar la vida útil del sistema y minimizar tiempos de inactividad.
- Finalmente, es prioritario garantizar la capacitación continua del personal encargado de operar y administrar el sistema. Esta formación debe abarcar el uso de la interfaz, la interpretación de reportes, la

resolución de incidencias y la configuración de parámetros de seguridad, fomentando así un manejo eficiente y seguro de la herramienta. A su vez, se aconseja evaluar la escalabilidad del sistema, con miras a ampliar su implementación a otros puntos de control vehicular e integrarlo con plataformas de gestión de seguridad y tránsito, maximizando su alcance y retorno de inversión.

BIBLIOGRAFÍA

Barbecho, E., & Zhindón, M. (2020). Diseño de un Algoritmo de Reconocimiento de Placas Vehiculares Ecuatorianas Usando Redes Neuronales Convolucionales. SCIENCE AND RESEARCH E-ISSN: 2528-8083, 76-86.

Caballero, F., Díaz, L., Jiménez, V., Velásquez, I., Domínguez, A., & Miguel, P. (2022). Identificación y Reconocimiento de Placas de Automóviles por OCR. En K. Landero, Avances de Investigación en Ingeniería Aplicada (págs. 406-415). Balancán, Tabasco: Instituto Tecnológico Superior de los Ríos.

Chu, V. (2019). Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares para Mejorar el Registro de Vehículos. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.

GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas. (1 de febrero de 2019). GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas. Obtenido de GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas: https://www.gptsachila.gob.ec/index.php/la-prefectura/nuestras-competencias.

GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas. (2023). GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas. Obtenido de GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas: https://www.gptsachila.gob.ec

Guerrero Portilla, J. M., & Montenegro Cárdenas, G. A. (2023). Análisis de la gestión pública del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Carchi y su incidencia en el fomento del capital social en el sector económico en el Cantón Tulcán, periodo dos mil dieciocho–dos mil veintidós. UPEC.

Muhammad, A., Muhammad, S., Muhammad, Y. J., Tallha, A., Mussarat, Y., & Tanzila, S. (2018). License number plate

recognition system using entropy-based features selection approach with SVM. IET Image Processing, 200-209.

Peña, J. C. (2023). Propuesta de un sistema de reconocimiento de placas salvadoreñas para la Universidad de El Salvador. Revista Multidisciplinaria de Investigación, 117-128.

Pustokhina, I., Pustokhin, D., Rodrigues, J., Gupta, D., Khanna, A., Shankar, K., . . . Joshi, G. (2020). Automatic Vehicle License Plate Recognition Using Optimal K-Means With Convolutional Neural Network for Intelligent Transportation Systems. IEEE Access, 92907-92917.

Ramírez, J., Rubiano, A., & Jiménez, R. (2020). Object Recognition Through Artificial Intelligence Techniques. Facultad de Ingeniería.

Ruiz Pinilla, J. E., Ortega Murcia, J. D., & Andrade Peña, Y. S. (2023). Desarrollo de modelo de inteligencia artificial para el control de flujo vehicular en Bogotá.

Sharadhi, A., Gururaj, V., Shankar, S., Supriya, M., & Chogule, N. (2022). Face mask recogniser using image processing and computer vision approach. KeAi, 67-73.

Vásquez, J., & Melo, J. (2019). Sistema automático de reconocimiento de placas vehiculares. Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia.

Quintero, L. M. P., Pinzón, M. A. R., & Orellano, L. O. R. (2024). Control de acceso vehicular mediante machine learning. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, *2*(44), 112-117.

ANEXOS

Anexo 1. PREGUNTAS DE LA ENTREVISTA

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

El objetivo de esta entrevista es comprender mejor sus experiencias, necesidades y expectativas con respecto al sistema actual de gestión vehicular en el GADP-SDT y las mejoras que se podrían implementar mediante la adaptación de un sistema automatizado basado en el reconocimiento de placas vehiculares. Su participación y sinceridad serán fundamentales para el éxito de este proyecto, ya que nos ayudarán a diseñar un sistema que realmente satisfaga.

Participantes de la entrevista

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López	
Alumno	Anthony Paul Morales Cevallos
Alumno	Enmanuel Alberto Molina Intriago
Tutor de tesis	Mgtr. Víctor Joel Pinargote Bravo
Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas	
Jefe de Tecnologías de la Información	Ing. Cristian Fernando Lapo Moncada

Preguntas generales

- **¿Podría describir su rol y responsabilidades dentro del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas?**

  Mi rol principal en el departamento de TICs del GADP-SDT es gestionar, implementar y mantener los sistemas de información y tecnología que apoyan las operaciones de la institución. Esto incluye la supervisión de infraestructuras tecnológicas, el desarrollo de software, la ciberseguridad y el soporte técnico a los usuarios. Además, estoy involucrado en la planificación y ejecución de proyectos tecnológicos que buscan mejorar la eficiencia y la seguridad de nuestras operaciones.

- **¿Cómo se gestiona actualmente el acceso vehicular a la institución?**

  Actualmente, el acceso vehicular se gestiona a través de guardias de seguridad que registran manualmente las entradas y salidas de vehículos. Este proceso implica verificar las identificaciones y llevar un control en papel.

- **¿Cuáles son las principales dificultades que enfrentan con el sistema actual de control de acceso vehicular?**

  La lentitud del proceso manual, y la falta de un sistema centralizado que facilite el análisis y la generación de reportes. Además, la gestión manual puede resultar en dificultades para rastrear vehículos en tiempo real y para asegurar una respuesta rápida ante incidentes de seguridad.

Sobre las Necesidades y Expectativas

- **¿Qué características considera esenciales para un nuevo sistema de** control de acceso vehicular?

  La integración con nuestros sistemas de seguridad, una interfaz de usuario que a nivel del operador sea sencilla de utilizar y alta precisión y velocidad en el reconocimiento de vehículos.
- **¿Qué tipo de problemas espera que se resuelvan con la implementación del nuevo sistema de reconocimiento de placas vehiculares?**

  La resolución del problema de lentitud y la gestión de los datos, y que se mejore la capacidad de monitorear y gestionar el acceso vehicular en tiempo real. La capacidad de generar reportes con la información de cada uno de los vehículos que ingresen y salgan
- **¿Cuáles son sus expectativas en términos de seguridad y eficiencia del nuevo sistema?**

  Mis expectativas son que el nuevo sistema proporcione un control de acceso vehicular más seguro y eficiente, con una reducción significativa en el tiempo de procesamiento y un aumento en la precisión de los registros. También espero que el sistema facilite la generación de reportes detallados y el análisis de datos para mejorar la seguridad global de la institución.

Sobre la Interfaz de Usuario

- **¿Qué tan importante es para usted la facilidad de uso de la interfaz del sistema?**
  La facilidad de uso es crucial, ya que una interfaz intuitiva y accesible asegurará que todos los usuarios puedan operar el sistema de manera efectiva, minimizando la necesidad de capacitación extensiva y reduciendo el riesgo de errores.
- **¿Qué tipo de funcionalidades le gustaría ver en la interfaz del sistema (por ejemplo, alertas reportes gráficos)?**
  Me gustaría ver funcionalidades como reportes gráficos que faciliten la interpretación de datos, historial de accesos, y la capacidad de realizar búsquedas y filtrados avanzados.
- **¿Ha tenido experiencia previa con sistemas similares? Si es así ¿qué aspectos de esos sistemas le parecieron útiles o problemáticos?**

  - Sí, he tenido experiencia con sistemas de control de acceso como lo es el sistema del peaje de Santo Domingo. Aspectos útiles incluyen la automatización del registro y la capacidad de generar reportes detallados. Aspectos problemáticos han sido la complejidad de algunas interfaces.

Sobre la Integración y Tecnología

- **¿Qué tipo de tecnología y equipos se utilizan actualmente para el control vehicular en la institución?**
  Actualmente, utilizamos barreras de control de acceso manual y un sistema de registro manual.
- **¿Hay algún sistema de vigilancia o seguridad existente con el que el nuevo sistema deba integrarse?**
  Sí, contamos con un sistema de cámaras de vigilancia que monitorea las áreas de acceso y la presencia de los guardias.
- **¿Cuál es su nivel de familiaridad con tecnologías como el reconocimiento de placas vehiculares y cámaras de vigilancia?**

Conocimiento avanzado de las tecnologías de reconocimiento de placas vehiculares y cámaras de vigilancia, incluyendo su configuración básica y operación general.

Sobre el Desempeño y Pruebas

- **¿Qué condiciones (por ejemplo, iluminación clima) cree que podrían afectar el desempeño del sistema de reconocimiento de placas?**
  La iluminación deficiente, las condiciones climáticas adversas como la lluvia intensa, y el posicionamiento inadecuado de las cámaras pueden afectar el desempeño del sistema. Es crucial considerar estas variables durante la implementación y ajustar el sistema para mitigar sus efectos.
- **¿Cómo mediría el éxito del nuevo sistema? ¿Qué métricas serían más importantes (por ejemplo, tasa de reconocimiento tiempo de respuesta)?**
  El éxito del nuevo sistema se mediría mediante métricas como la tasa de precisión en el reconocimiento de placas, también sería importante evaluar la facilidad de uso y la eficiencia en la generación de reportes.
- **¿Qué tipo de pruebas le gustaría que se realizaran antes de la implementación final del sistema?**
  Que se realizaran pruebas de estrés para evaluar el desempeño bajo alta carga, pruebas en diferentes condiciones de iluminación y clima y pruebas de usabilidad con usuarios finales.

Sobre la Capacitación y Soporte

- **¿Considera necesario recibir capacitación para el uso del nuevo sistema? ¿Qué aspectos específicos le gustaría que se incluyeran en dicha capacitación?**
  Sí, considero necesaria la capacitación. Me gustaría que se incluyeran aspectos como la operación básica del sistema, la interpretación de reportes, la configuración de alertas, y procedimientos de solución de problemas comunes y más complejos para quienes brindarían el respectivo soporte técnico al sistema.

- **¿Qué tipo de soporte técnico espera tener disponible tras la implementación del sistema?**

  Espero contar con soporte técnico continuo que incluya asistencia en tiempo real para resolver problemas, actualizaciones regulares del sistema, y una línea de comunicación directa con el proveedor para atender cualquier eventualidad.

  Opiniones y Sugerencias

- **¿Tiene alguna sugerencia o recomendación adicional sobre cómo el sistema podría mejorar la gestión del acceso vehicular?**

  Que el sistema incluya capacidades de análisis predictivo para identificar patrones sospechosos y prevenir incidentes. También sería útil una aplicación móvil que permita a los administradores monitorear y gestionar el acceso desde cualquier lugar.

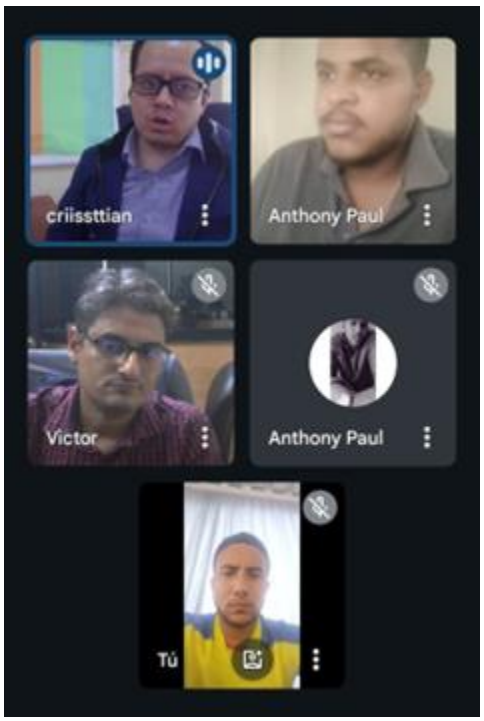
- **¿Qué preocupaciones tiene sobre la implementación del nuevo sistema?**

  Mis principales preocupaciones son la integración adecuada con los componentes necesarios, la precisión y fiabilidad del reconocimiento de placas en diferentes condiciones, y la aceptación y adaptación por parte de los usuarios finales.

- **¿Cómo cree que el nuevo sistema podría impactar positivamente su trabajo diario y la seguridad general de la institución?**

  El nuevo sistema podría mejorar significativamente el trabajo diario de los operadores del sistema al automatizar procesos tediosos y reducir el riesgo de pérdida de documentación o falta de registro.

Anexo 2. RECOLECCIÓN DE RQUERIMIENTOS



Anexo 3. DETERMINACIÓN DE LUGAR DE APLICACIÓN

Figura 4. Identificación del sitio de aplicación.

Figura 4.1. Identificación de sitio de aplicación.