

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE
DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
SISTEMAS E INFORMÁTICA



TESIS

“Sistema de reconocimiento de placas vehiculares para mejorar el registro
de ingreso y salida de vehículos en la UNAMAD, 2024”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

AUTORES:

Bach. GALVEZ ROCCA, Yonathan Yoel.

Bach. PUMA LLAVILLA, Erick Sebastian.

ASESOR:

Dra. ULLOA GALLARDO, Nelly Jacqueline

CO-ASESOR:

MSc. GALLEGOS RAMOS, Nestor Antonio

Puerto Maldonado, agosto 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE
DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
SISTEMAS E INFORMÁTICA



TESIS

“Sistema de reconocimiento de placas vehiculares para mejorar el registro
de ingreso y salida de vehículos en la UNAMAD, 2024”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

AUTORES:

Bach. GALVEZ ROCCA, Yonathan Yoel.

Bach. PUMA LLAVILLA, Erick Sebastian.

ASESOR:

Dra. ULLOA GALLARDO, Nelly Jacqueline

CO-ASESOR:

MSc. GALLEGOS RAMOS, Nestor Antonio

Puerto Maldonado, agosto 2025

Dedicatoria

A mi familia, pilar fundamental en cada paso de este camino.

A mis padres, Livia y Aníbal, por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme, con su ejemplo, el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mi esposa Laura, compañera incansable, gracias por tu apoyo, tu paciencia y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles.

Y a mi hija Luana, mi mayor inspiración. Que esta meta alcanzada sea una pequeña muestra de todo lo que se puede lograr con amor, dedicación y sueños firmes.

GALVEZ ROCCA, Yonathan Yoel.

A mi madre Placida Llavilla Quispe que me enseñó a superar todos los retos y perder miedos ante la sociedad, quien me formó con valores que solo una madre puede enseñarle a su hija para que siga por el fortuito caminar de la vida.

A mi padre Sebastian Puma Checco quien me inculcó la disciplina y el trabajo valores que me enseñó y después de cinco largos años me ve salir adelante.

A mis hermanos por su compañía, consejos y cariño.

A mi abuelita Tomasa Quispe y a mi tía Lucia.

A todos los docentes que tuve el honor de recibir sus clases como una manera de fortalecer mis conocimientos en las diferentes materias y áreas.

PUMA LLAVILLA, Erick Sebastian.

Agradecimiento

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos los docentes de nuestra facultad, por su dedicación, vocación y compromiso con nuestra formación profesional. Cada una de sus enseñanzas ha sido clave en nuestro crecimiento académico y personal.

A nuestros asesores, la Dra. Nelly Jacqueline Ulloa Gallardo y el MSc. Néstor Antonio Gallegos Ramos, les extendemos un profundo agradecimiento por su guía, paciencia y valiosas orientaciones a lo largo del desarrollo de esta tesis. Su experiencia y compromiso fueron fundamentales para alcanzar este objetivo.

A la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, nuestro reconocimiento y gratitud por brindarnos el espacio y las herramientas necesarias para formarnos como profesionales, en un entorno de respeto, identidad y conciencia social.

A todas las personas que, de una u otra manera, hicieron posible este logro: gracias de corazón.

GALVEZ ROCCA, Yonathan Yoel.

PUMA LLAVILLA, Erick Sebastian.

Resumen

La presente tesis propone la implementación de un Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares (SRPV) para optimizar el control de ingreso y salida de vehículos en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD). Ante la carencia de un sistema automatizado y las limitaciones del personal de seguridad, se planteó una solución basada en visión artificial, utilizando tecnologías como Python, OpenCV y Tesseract OCR. El estudio se desarrolló bajo un diseño preexperimental con pre y post test, evaluando el impacto del sistema en variables como el tiempo de registro y búsqueda de información vehicular.

Los resultados evidencian una mejora significativa: el tiempo promedio de registro se redujo de 34.97 a 3.11 segundos, y el tiempo de búsqueda de información de 36.64 a 2.72 segundos. Las pruebas estadísticas confirmaron la eficacia del SRPV, mientras que encuestas a usuarios reflejaron altos niveles de usabilidad, fiabilidad y satisfacción. Además, el análisis económico reveló un retorno de inversión del 57.75% y un periodo de recuperación de 1 año y 9 meses, validando su viabilidad financiera.

El SRPV representa una solución tecnológica efectiva, de bajo costo y potencialmente replicable para mejorar la seguridad vehicular en campus universitarios. La investigación concluye que su implementación mejora la agilidad operativa, reduce tiempos de gestión y fortalece la toma de decisiones de las autoridades universitarias, aportando así a un entorno más seguro y eficiente.

Palabras claves: Sistema de reconocimiento de placas vehiculares, Open CV, Tesseract OCR, registro de ingreso y salida.

Abstract

This thesis proposes the implementation of a Vehicle License Plate Recognition System (VLPRS) to optimize the control of vehicle entry and exit at the National Amazonian University of Madre de Dios (UNAMAD). In light of the lack of an automated system and the limitations of security personnel, a solution based on computer vision was proposed, using technologies such as Python, OpenCV, and Tesseract OCR. The study followed a pre-experimental design with pre- and post-tests, evaluating the system's impact on variables such as vehicle information registration and retrieval time.

The results show a significant improvement: the average registration time was reduced from 34.97 to 3.11 seconds, and the information retrieval time from 36.64 to 2.72 seconds. Statistical tests confirmed the effectiveness of the VLPRS, while user surveys reflected high levels of usability, reliability, and satisfaction. Additionally, the economic analysis revealed a return on investment of 57.75% and a payback period of 1 year and 9 months, validating its financial feasibility.

The VLPRS represents an effective, low-cost and potentially replicable technological solution to improve vehicular safety on university campuses. The research concludes that its implementation enhances operational agility, reduces management times, and strengthens the decision-making processes of university authorities, thus contributing to a safer and more efficient environment.

Keywords: Vehicle license plate recognition system, Open CV, Tesseract OCR, and entry and exit registration.

TURNITIN_ERICK PUMA Y YONATHAN GALVEZ

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	cidesi.repositorioinstitucional.mx Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.undc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	www.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%

Presentación

El proyecto de tesis fue redactado según los requisitos del Reglamento de Grados y Títulos versión 3.0 de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD) donde da a conocer el esquema de presentación del proyecto de tesis, en cumplimiento a ello se presenta el proyecto de tesis denominado “Sistema de reconocimiento de placas vehiculares para mejorar el registro de ingreso y salida de vehículos en la UNAMAD, 2024” para su revisión.

El proyecto de tesis tiene como objetivo determinar la influencia de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares en el registro de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD. Los Cuatro capítulos de esta tesis son los siguientes: el capítulo 1 veremos lo que es el problema de la investigación por medio de la descripción, formulación del problema, objetivos, variables, operacionalización de variables, hipótesis, justificación y consideraciones éticas. El capítulo 2, se encuentra el marco teórico, el cual analizaremos los antecedentes de estudio, modelo teórico, marco teórico y definición de términos. En el capítulo 3 veremos lo que es la metodología de investigación donde se analizarán el tipo de estudios, diseño, población y muestra, métodos, técnicas y tratamiento de datos. Por último, En el capítulo 4, se encuentra el Resultado de la investigación, pre test, Post Test, el desarrollo del Sistemas, conclusiones, recomendaciones y luego vienen las referencias bibliográficas y los anexos.

Introducción

Actualmente la UNAMAD no cuenta con un sistema de seguridad vehicular en el campus universitario, el sistema a implementar intentará automatizar el proceso de ingreso y salida de los vehículos menores del personal administrativo, docente y estudiantes que tengan vínculo laboral con la universidad y sean estudiantes activos en el presente semestre académico. La propuesta del proyecto de tesis es la implementación de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares el cual será de ayuda para el área responsable de seguridad en la toma de decisiones realizando un adecuado control de acceso y salida de los vehículos menores.

En EE. UU las autoridades competentes dan cumplimiento a la ley de usar el reconocimiento facial y vehicular por medio del uso de las herramientas tecnológicas, para apoyarse en la identificación de las personas y sus vehículos. Para ello usan un sistema que es capaz reconocer y comprobar la identidad de las personas y la captura de la placa del vehículo mediante el uso de algoritmos donde permiten realizar el análisis de los modelos, formas, la comparación de los rasgos y contornos faciales. (1)

El 24 de abril de 2020, el gobierno peruano emitió el Decreto Legislativo No. 1218, donde regula el uso adecuado de las cámaras de video vigilancia en las instituciones. Ley de seguridad ciudadana No. 30120, donde las entidades públicas y privadas se pueden apoyar en el uso de las cámaras de videovigilancia en sus instalaciones. (2)

El impacto del crecimiento de vehículos menores en la ciudad universitaria de la UNAMAD es el centro de todas las preocupaciones por parte de las autoridades a cargo. Esto involucra la ejecución de una variedad de medidas de control, el empleo de políticas, estrategias de seguridad y el uso de herramientas tecnológicas para realizar el seguimiento y monitoreo de las personas que ingresan al campus universitario.

El sistema de reconocimiento de placas de vehículos será implementado en el campus universitario, en la UNAMAD cada día ingresan más de 2000 vehículos y el personal de seguridad no lleva un buen control ni mucho menos un registro de que vehículos ingresan y mucho menos a quién le pertenece. Es importante mencionar que al menos durante el día siempre existe alguna actividad inesperada sobre los estudiantes, personal administrativo y docentes con algún vehículo menor (robo, choque, accidentes vehiculares) y para ayudar a disminuir el tiempo de identificación de la persona afectada y su vehículo se necesita tener un historial de ingreso y salida del campus. De esta manera, se propone establecer un sistema que permita la identificación de las personas que suben a los vehículos motorizados y su respectiva placa al ingreso y salida del campus universitario y de esa manera mantener un registro completo de identificación e información de los vehículos y las personas. Mediante la utilización de algoritmos de reconocimiento facial, captura de placas y la utilización de herramientas OpenSource como OpenCV, OCR (Optical Character Recognition) que permite el reconocimiento de caracteres.

De esta manera, se plantea el siguiente problema general: ¿En qué medida, un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye en el registro de ingreso y salida de vehículos en la UNAMAD, 2024? Los problemas específicos planteados fueron: (a) ¿En qué medida un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye en reducir el tiempo de registros de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024? (b) ¿En qué medida un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye en reducir el tiempo de búsqueda de información de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024?

Esta investigación tiene importantes implicaciones sociales para las autoridades de turno de la Universidad, que están interesados en optimizar el bienestar de los estudiantes. De hecho, los resultados obtenidos serán de utilidad para las autoridades universitarias donde podrán tomar decisiones y

desarrollar políticas de seguridad, programas de intervención y mejorar gradualmente las condiciones de seguridad dentro de la ciudad universitaria.

Por lo expuesto en la investigación podemos decir que el objetivo general fue: Determinar la influencia de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares en el registro de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD. Los objetivos específicos fueron: (a) Determinar la influencia de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares para reducir el tiempo de registros de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024; (b) Determinar la influencia de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares para reducir el tiempo de búsqueda de información de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024.

Se propuso la siguiente hipótesis general: La implementación de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye significativamente en el registro de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024. Las hipótesis específicas propuestas fueron: (a) La implementación de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye significativamente en reducir el tiempo de registros de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024; (b) La implementación de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye significativamente en reducir el tiempo búsqueda de información de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024.

Índice general

Dedicatoria.....	
Agradecimiento	
Resumen	
Abstract.....	
Presentación	
Introducción	
Índice general.....	
Índice de Tablas	
Índice de Figuras	
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Objetivos.....	3
1.4. Variables	4
1.5. Operacionalización de Variables.....	5
1.6. Hipótesis.....	6
1.7. Justificación	6
1.8. Consideraciones Éticas	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes del estudio	8
2.2. Marco Teórico	12
2.2.1. Inteligencia Artificial	13
2.2.2. Visión Artificial.....	13
2.2.3. Machine Learning	13
2.2.4. Deep Learning	13
2.2.5. OpenCV	14
2.2.6. Detección de Bordes (Canny).....	14
2.2.7. Tesseract OCR	14
2.2.8. Expresiones Regulares.....	15
2.3. Definición de Términos	15
2.3.1. Python	15
2.3.2. OpenCV.....	15

2.3.3.	Numpy	15
2.3.4.	OCR.....	15
2.3.5.	Tesseract OCR	15
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		16
3.1.	Tipo de Estudio	16
3.2.	Diseño del estudio	16
3.3.	Población y muestra	17
3.3.1.	Población.....	17
3.3.2.	Muestra.....	17
3.4.	Métodos y técnicas	18
3.4.1.	Muestra.....	18
3.4.2.	Técnicas	18
3.4.3.	Instrumentos	19
3.5.	Tratamiento de Datos	20
3.6.	Análisis de factibilidad económica	20
3.6.1.	Costo del sistema	20
3.6.2.	Análisis del retorno de inversión (ROI)	22
CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		24
4.1.	Análisis descriptivo del tiempo de registro vehicular	25
4.1.1.	Prueba de normalidad	26
4.1.2.	Prueba de hipótesis específica 1	26
4.2.	Análisis descriptivo de tiempo de búsqueda de información	28
4.2.1.	Prueba de normalidad	29
4.2.2.	Prueba de hipótesis específica 2	30
4.3.	Análisis de la eficiencia funcional del sistema de reconocimiento de placas vehiculares	31
4.3.1.	Resultados de la encuesta de percepción del usuario	31
4.3.2.	Fiabilidad del instrumento aplicado	32
4.3.3.	Análisis cuantitativo de desempeño técnico del sistema	33
4.4.	Conclusión de resultados estadísticos y descriptivos	35
4.3.	Descripción Técnica del Sistema.....	36
4.3.1.	Pre y procesamiento de imágenes	37
4.3.2.	Configuración inicial y uso de librerías	39

4.3.3.	Captura de imagen desde cámara IP o Web	42
4.3.4.	Filtrado y reducción de ruido	43
4.3.5.	Segmentación y detección de contornos	44
4.3.6.	Corrección visual y binarización	46
4.3.7.	Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR).....	47
4.3.8.	Validación y Registro de Placas.....	48
4.4.	Análisis de Sistema Propuesto	49
4.4.1.	Especificación de Requerimientos Funcionales	49
4.4.2.	Roles de trabajo	50
4.5.	Sprint 0: Planificación del proyecto.....	51
4.5.1.	Levantamiento de requerimientos	51
4.5.2.	Requerimientos específicos.....	51
4.5.3.	Requerimiento del software	51
4.6.	Desarrollo del sistema con SCRUM	54
4.6.1.	SPRINT 01 – Gestión de usuario y autenticación	55
4.6.2.	SPRINT 02 – Gestión de registro de placas vehiculares	60
4.6.3.	SPRINT 03 – Gestión de búsqueda de vehículos.....	63
4.6.4.	Diagrama UML	64
	Conclusiones	67
	Discusiones.....	68
	Sugerencias	70
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
	ANEXOS.....	74
	Anexo 1: Operacionalización de variables	
	Anexo 3: Instrumento.....	
	Anexo 4: Solicitud de autorización para realizar el estudio	
	Anexo 5: Solicitud de validación de instrumento.....	
	Anexo 6: Ficha de validación	

Índice de Tablas

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables.	5
Tabla 2: Mano de obra.	21
Tabla 3: Costos directos.	21
Tabla 4: Costos indirectos estimados (6 meses).	21
Tabla 5: Costos total del sistema.	22
Tabla 6: Beneficios económicos anuales estimados.	22
Tabla 7: Análisis descriptivo del tiempo de registro vehicular antes y después de la implementación del SRPV en la UNAMAD.	25
Tabla 8: Resultado de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk	26
Tabla 9: Prueba T para muestras emparejadas sobre el tiempo de registro vehicular antes y después de la implementación del SRPV en la UNAMAD.	27
Tabla 10: Análisis descriptivo del tiempo de búsqueda de información antes y después de la implementación del SRPV en la UNAMAD.	28
Tabla 11: Resultado de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk	29
Tabla 12: Prueba T para muestras emparejadas sobre el tiempo de búsqueda de información antes y después de la implementación del SRPV en la UNAMAD.	30
Tabla 13: Resultados de la encuesta sobre eficiencia funcional del sistema.	31
Tabla 14: Estadística de fiabilidad del cuestionario aplicado.	32
Tabla 15: Distribución de placas no escaneadas por el SRPV.	34
Tabla 16: Requerimientos Funcionales.	49
Tabla 17: Cuadro de roles del scrum.	50
Tabla 18: Requerimiento específico.	51
Tabla 19: Requerimiento del software.	51
Tabla 20: Requerimiento calibración.	52
Tabla 21: Requerimiento búsqueda de placa.	52
Tabla 22: Requerimiento administrador de usuarios.	52
Tabla 23: Requerimiento lista de estudiantes.	53
Tabla 24: Requerimiento monitorear vehículos.	53
Tabla 25: Requerimiento editar perfil.	53
Tabla 26: Requerimiento identificación de vehículo y usuario.	54
Tabla 27: Requerimiento reporte de registro.	54
Tabla 28: Estimación de las historias de usuario.	54
Tabla 29: Acceso al sistema.	55
Tabla 30: Tarea técnica 01 de acceso a sistema.	56
Tabla 31: Tarea técnica 02 acceso al sistema.	56
Tabla 32: Registrar al personal de vigilancia.	57
Tabla 33: Tarea técnica de registro al personal de video vigilancia.	58
Tabla 34: Tarea técnica validación de registro de personal de video vigilancia.	58
Tabla 35: Reporte de usuario.	59
Tabla 36: Tarea técnica reporte de usuario.	59
Tabla 37: Registro de ingreso y salida de vehículos.	60
Tabla 38: Tarea técnica calibrar la cámara para el ingreso y salida vehicular.	61
Tabla 39: Tarea técnica de verificación ingreso y salida vehicular.	61
Tabla 40: Búsqueda de vehículo.	63
Tabla 41: Tarea técnica búsqueda de placa.	64

Índice de Figuras

Figura 1: <i>Diseño de Investigación</i>	16
Figura 2: <i>Formula de Payback</i>	23
Figura 3: <i>Formula de ROI</i>	23
Figura 4: <i>Comparación de los tiempos de registro de placas vehiculares antes y después de la implementación del SRPV en la UNAMAD</i>	26
Figura 5: <i>Comparación de los tiempos de búsqueda de información antes y después de la implementación del SRPV en la UNAMAD</i>	29
Figura 6: <i>Comparación de indicadores de eficiencia funcional según percepción del usuario</i>	32
Figura 7: <i>Resultado de escaneo de placas por del SRPV</i>	33
Figura 8: <i>Presentación gráfica de las causas del no escaneo de placas por el SRPV</i>	34
Figura 9: <i>Arquitectura del SRPV</i>	37
Figura 10: <i>Diagrama de flujo del pre procesamiento y procesamiento de imágenes</i>	39
Figura 11: <i>Captura de la imagen desde la cámara IP</i>	42
Figura 12: <i>Imagen de la placa convertida a escala de grises</i>	43
Figura 13: <i>Imagen de la placa en escala de grises y suavizada mediante un filtro Gaussiano</i>	44
Figura 14: <i>Imagen segmentada tras aplicar técnicas de preprocesamiento y localización de regiones de interés</i>	46
Figura 15: <i>Imagen procesada mediante detección de bordes utilizando el algoritmo de Canny</i>	46
Figura 16: <i>Resultado del proceso de reconocimiento óptico de caracteres (OCR)</i>	48
Figura 17: <i>La interfaz de inicio de sesión del sistema</i>	57
Figura 18: <i>La interfaz de registro de usuarios del sistema permite ingresar datos personales, credenciales y perfil de usuario que tendrán acceso al sistema</i>	59
Figura 19: <i>La Interfaz del generador de reportes del sistema SRPV</i>	60
Figura 20: <i>La interfaz de configuración de cámaras del sistema SRPV</i>	62
Figura 21: <i>La Interfaz de reconocimiento de placas vehiculares muestra la detección automática de la placa "X5C-035" a partir de una cámara IP</i>	63
Figura 22: <i>El panel de búsqueda en tiempo real del sistema permite consultar información de usuarios y vehículos</i>	64
Figura 23: <i>Diagrama de Casos de Uso del Administrador del Sistema</i>	65
Figura 24: <i>Diagrama de caso de uso del funcionamiento del sistema SRPV</i>	65
Figura 25: <i>Diagrama del modelo relacional de la base de datos del sistema SRPV</i>	66

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

La UNAMAD alberga a más de 3000 personas entre docentes, personal administrativo y estudiantes la mayoría de estas personas se movilizan para llegar al campus universitario en su vehículo menor. La universidad no cuenta con un sistema de registro de los vehículos que ingresan y salen de la ciudad universitaria, en los último años se han robado vehículos menores de la universidad, las personas implicadas al querer saber quién hurtó su vehículo se direcciona al área de seguridad pero está no cuenta con las herramientas tecnológicas necesarias para poder identificar en qué momento ingreso el vehículo, quien los conducía y en qué momento salió el vehículo de la universidad, más aún que las cámaras de seguridad en su mayoría no funciona y en zonas estratégicas no se cuenta para poder disuadir a las personas que quieran hurtar los vehículos.

Actualmente, a nivel mundial los sistemas de control de reconocimiento de placas vehiculares son los que apoyan en labores de monitoreo y vigilancia en las instituciones públicas o privadas (3). El uso de estos sistemas de monitoreo y control son impulsados por los países desarrollados tecnológicamente con empresas que invierten en tecnología y ofrecen servicios de video seguridad, sin embargo, por ejemplo en nuestro país, el estado no invierte en seguridad, esto podría ser por diferentes motivos, corrupción, poco presupuesto, falta de interés, entidades que no cuentan con las capacidades para desarrollar sistemas de monitoreo y control de placas vehiculares donde el más característico es la falta de leyes, normas y reglamentos para la implementación de estos tipos de sistemas de seguridad.

(4)

En tal sentido, la propuesta planteada se realizará en el campus de la UNAMAD dentro de un ambiente controlado y la población serán los estudiantes inscritos en el semestre actual. En la provincia de Tambopata existen miles de usuarios que utilizan como medio de transporte los vehículos menores, muchos de ellos no cuentan con placas vehiculares, esto afecta directamente a la recolección de información y el procesamiento de datos para usar un software de reconocimiento de placas por los distintos tipos de irregularidad que tienen. El ministerio de transporte ha realizado esfuerzos por estandarizar las placas, más aún existen modelos de placas diferentes, lo cual implica realizar un preprocesamiento de la imagen el cual incluye la binarización y detección de bordes de la imagen, y finalmente la segmentación (detección) de la placa. Una vez detectada la placa, esta puede ser procesada por un sistema de reconocimiento óptico de caracteres (OCR).

El objetivo es diseñar un método que extraiga las matrículas de vehículos en el acceso vehicular al campus universitario, en un entorno controlado. El sistema debe adaptarse a las particularidades de las placas de motocicletas y ser robusto frente a posibles errores: formatos no estandarizados, suciedad, adornos en los marcos, variaciones de iluminación, dimensiones irregulares, inclinaciones o desalineaciones de la placa, entre otros.

La propuesta de la investigación es la creación de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares (SRPV) para mejorar el registro de ingreso y salida de vehículos en la UNAMAD el cual será de ayuda al personal de seguridad de la universidad y del mismo modo a las autoridades a cargo para que puedan tomar decisiones. El software intentará automatizar el proceso de acceso de los usuarios que ingresan y salen del campus universitario por medio de acceso basado en reconocimiento visual de la placa vehicular. La tecnología de captura de datos de la placa del vehículo utilizará OpenCV (Biblioteca) fue la más adecuada para este proyecto debido a su sencilla implementación. Además, puede mejorar la seguridad del control de acceso.

La propuesta se debe a tres factores decisivos, simplicidad de implantación, seguridad de información y costo. Por un lado, la facilidad de implantación, el sistema de reconocimiento visual se adapta a las placas vehiculares del usuario, requiriendo de una base de datos de placas para funcionar eficientemente. Desde la perspectiva económica, la tecnología OCR no genera gastos adicionales relevantes. Con base en este análisis, se opta por un software de reconocimiento de placas para abordar la problemática.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

PG: ¿En qué medida, un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye en el registro de ingreso y salida de vehículos en la UNAMAD, 2024?

1.2.2. Problema Especifico

PE1: ¿En qué medida un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye en reducir el tiempo de registros de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024?

PE2: ¿En qué medida un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye en reducir el tiempo de búsqueda de información de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

OG: Determinar la influencia de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares en el registro de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024.

1.3.2. Objetivo Especifico

OE1: Determinar la influencia de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares para reducir el tiempo de registros de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024.

OE2: Determinar la influencia de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares para reducir el tiempo de búsqueda de información de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024.

1.4. Variables

1.4.1. Variable independiente

- Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares.

Dimensión:

- Eficiencia funcional (perceptiva y técnica).

Indicadores:

- Fiabilidad.
- Usabilidad.
- Porcentaje de escaneo.

1.4.2. Variable dependiente

- Registro de ingreso y salida de vehículos.

Dimensión:

- Agilidad Operativa.

Indicadores:

- Tiempo promedio de registros de vehículos (antes y después).
- Tiempo promedio de búsqueda de información. (antes y después).

1.5. Operacionalización de Variables

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables.

Tipo de Variable	Nombre de la Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala	Instrumento
Variable dependiente	Registro de ingreso y salida de vehículos	Registro administrativo digital donde se consignan los vehículos que ingresan y salen, junto con datos como placa, hora, estado de reconocimiento y duración.	Agilidad operativa	Tiempo promedio de registro	Razón (segundos)	Logs del sistema
				Tiempo promedio de búsqueda de información	Razón (segundos)	Logs del sistema
Variable Independiente	Sistema de reconocimiento de placas vehiculares	Es un sistema capaz de detectar, y reproducir digitalmente los caracteres de la placa de un vehículo por medio de captura de video (5).	Eficiencia funcional (perceptiva)	Fiabilidad	Ordinal (Likert 1–5) 1=Totalmente en desacuerdo 2=En desacuerdo 3=Neutral 4=De acuerdo 5=Totalmente de acuerdo	Encuesta
				Usabilidad		Encuesta
			Eficiencia funcional (técnica)	Porcentaje de escaneo	Razón (%)	Logs del sistema

Fuente: Elaboración propia.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

H₀: La implementación de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares no influye en el registro de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024.

H₁: La implementación de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye significativamente en el registro de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024.

1.6.2. Hipótesis Específicas

HE1: La implementación de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares no influye significativamente en reducir el tiempo de registros de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024.

HE2: La implementación de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye significativamente en reducir el tiempo de búsqueda de información de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024.

1.7. Justificación

Se ha observado que la universidad no cuenta con un sistema de videovigilancia únicamente cuenta con personal de vigilancia en los puntos de acceso y exclusivamente se dedican a controlar el ingreso y salida de las personas al campus universitario. El presente proyecto busca implementar un sistema de reconocimiento de placas vehiculares para mejorar el registro de ingreso y salida de vehículos en la UNAMAD con el apoyo de la tecnología existente potenciando al máximo la capacidad operativa y funcional, con el uso de aplicaciones de modelos de inteligencia artificial y el aprendizaje profundo que se oriente al procesamiento digital de las imágenes obtenidas de las placas vehiculares.

La presente investigación se justifica su realización en 4 ítems:

- **Tecnológica:** Se usará las nuevas herramientas tecnológicas basadas de visión artificial en Python, ofreciendo una solución eficiente y escalable para el procesamiento automático de datos de quienes ingresen al campus de la UNAMAD.
- **Operacional:** El Sistema optimizará el flujo de registro vehicular, eliminando demoras y elevando la eficiencia en la identificación de los vehículos y las personas en la UNAMAD.
- **Social:** El sistema ofrece al personal de seguridad de la universidad un servicio ágil y eficiente, aumentando su productividad; al mismo tiempo, mejorando la experiencia de los usuarios.
- **Económica:** El costo para la implementación del sistema resultó de bajo costo, al utilizar tecnologías open source y cámaras web o IP accesibles. Esta elección permitió reducir significativamente la inversión inicial. La viabilidad económica del proyecto fue evaluada en el Capítulo 3, donde se analizaron indicadores como el ROI y el período de recuperación. Los resultados obtenidos confirman que el sistema es financieramente sostenible.

1.8. Consideraciones Éticas

En la presente investigación se empleó documentación verídica, debidamente citada según las normas que establecidas por la universidad. El manejo de información será estrictamente confidencial y se coordinará con las áreas respectivas de la UNAMAD como son la oficina de asuntos académicos o en su caso las escuelas profesionales con el objetivo de proteger la información de los usuarios que ingresan al campus universitario.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

Los artículos revisados para la investigación son de fuentes internacionales y nacionales, en cuanto a las investigaciones internacionales, nos brinda una base teórica importante que amplía nuestras perspectivas al tomar en cuenta las realidades de otras poblaciones; seguidamente revisaremos las siguientes investigaciones iniciando por (6) cuyo trabajo de investigación describieron como objetivo el desarrollo de un sistema de video vigilancia utilizando visión artificial para la detección automática y monitoreo en tiempo real del flujo peatonal en el parqueadero de la Facultad de Informática y Electrónica. Cuyos resultados manifestaron que el sistema tiene una eficiencia del 89% utilizando el algoritmo Surf con respecto al 56% del algoritmo Sift. Se concluye el sistema de video vigilancia open source basado en cámaras integradas en vehículos si mejoró la localización de la ubicación y mayor cobertura visual para la detección de incidentes en el parqueadero de la Facultad de Informática y Electrónica, utilizado el algoritmo Surf. Se recomienda realizar una combinación de sistemas de extracción de características, ya que esto permitirá construir sistemas de imágenes más robustos.

Asimismo, (7) en su estudio plantearon como objetivo la detección de placas vehiculares mediante modelo de clasificador en cascada basado en lenguaje Python. Los resultados mostraron que existe un 90.26% de eficiencia en la detección de las placas vehiculares. Los autores concluyeron que el modelo de clasificador cascada obtenido se presenta como alternativa a métodos de aprendizaje profundo como redes neuronales, que requieren de mayor tiempo de entrenamiento y recursos de herramienta de hardware. Igualmente, las herramientas basadas en código abierto y software libre como Python,

OpenCV y Cascade Trainer GUI, permiten el desarrollo de aplicaciones de visión por computador con altas eficiencias computacionales y de aciertos en las detecciones.

Por otro lado, (8) demostró en su investigación cuyo objetivo fue desarrollar un software de aprendizaje automático para la detección y análisis de tráfico vehicular que integra algoritmos para detección de objetos, seguimiento de objetos y análisis de datos, mediante los cuales al trabajar en conjunto sean capaces de detectar y seguir diferentes clases de vehículos y, mediante el uso de Machine Learning o Aprendizaje Automático, se analicen los datos recolectados para crear un modelo de comportamiento del flujo de circulación de los vehículos detectados. Los resultados de la investigación indicaron que se utilizaron el método de eliminación de fondo, método de características Haar, método Yolo y Sort. Concluyeron que el método de eliminación de ruido es eficaz sin embargo es necesario aplicar un sin número de veces para poder obtener una imagen sin ningún tipo de objeto indeseado, sin embargo, al realizar esto también se afectan aquellos objetos que se desea detectar. Por otro lado, la detección por medio de características Haar dejó mucho que desear ya que debido a las condiciones en las cuales fue realizado el entrenamiento y las condiciones del video no eran favorables por lo cual ocurrieron diversas fallas en la detección. Debido a su inestabilidad no se recomienda su uso en situaciones en las cuales las condiciones luminosas no sean las apropiadas, además de que, en el caso de Haar, es necesario realizar un entrenamiento y clasificar los vehículos bajo las condiciones en las cuales se pretende trabajar para mejorar la eficiencia del programa. La detección de objetos por medio de YOLO es una manera precisa y segura con la cual trabajar, el único problema es la capacidad de hardware necesario para eso, a comparación con las anteriores, consume una gran cantidad de recursos para trabajar.

En este contexto, (9) en su investigación realizada plantearon como objetivo realizar un sistema de reconocimiento de matrículas vehiculares en un modelo de sistemas de transporte inteligentes. Los autores concluyeron el algoritmo

propuesto que se ejecutó en un conjunto de 1000 muestras de imágenes que se recopilaron tuvo una tasa de error del 3,3% y que las bases de las técnicas existentes se han centrado en los aspectos de detección, segmentación y reconocimiento de las placas, mencionando que la poca luminosidad, resolución baja e identificación de matrículas con estilos múltiples y diferentes formas, detección de vehículos con exceso de velocidad, identificación de caracteres alfanuméricos ambiguos, reconocimiento de matrículas torcidas y borrosas, oclusión de vehículos e identificación de matrículas en diversas situaciones peligrosas, es decir, bajo la lluvia, nevado, debe tenerse en cuenta para diseñar un sistema VLPR robusto en futuras investigaciones.

Como mencionamos anteriormente también se revisaron fuentes a nivel nacional como, (10) donde plantearon como objetivo desarrollar un sistema de control de acceso empleando reconocimiento facial basado en OpenCV y Raspberry Pi3. La metodología que se utilizó se basó en que el clasificador y el programa traten de reconocer el rostro a tal punto que pueda saber si es o no la persona previamente configurada en la base de datos (cantidad N de fotos tomadas con la cámara) creada por esta misma. Los resultados obtenidos en las distintas pruebas realizadas en diferentes escenarios con distintos tipos de iluminación al igual que fotos y rostros de personas muestran que el sistema funciona a un 92%. Concluyeron que para un reconocimiento facial rápido es bueno que usen un clasificador como para este caso el clasificador haarcascade para reconocimiento facial, ya que es menos complejo y más rápido, pero es menos preciso comparado a otros métodos como por ejemplo el HoG y el CNNs.

En este contexto, (11) en su investigación realizada plantearon como objetivo realizar un prototipo de detección y reconocimiento automático de placas de vehículos para el control de entrada y salida en puertas de Postgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Los resultados encontrados indicaron que la captura de video de los diferentes tipos de vehículos en la entrada y salida carriles, con una cámara con resolución HD, mediante el cual se realizó el procesamiento de detección de matrículas, se obtuvo un tiempo de

respuesta promedio de 0.354s y un tiempo de atención de 9s a los usuarios registrados, lo que se consideró como adecuado porque en este momento el sistema realiza el registro de entrada o salida y almacenamiento en una base de datos para su posterior consulta y control de cierre y apertura de puertas. Finalmente, desarrollamos una plataforma de prueba que consta de 35 imágenes del vehículo entrando o saliendo, donde logramos que el sistema tenga un desempeño del 68.75%, demostrando un alto desempeño. Una limitación es que tomamos las imágenes a una altura promedio de 1,5 m, además de que no pudimos volver a registrarlas debido a la condición de pandemia.

También, (12) establecieron como objetivo general el desarrollo de un sistema de reconocimiento de patrones con inteligencia artificial para detectar placas de vehículos requisitorados para la Policía Nacional del Perú. Los resultados mostraron que la implementación del sistema de reconocimiento de patrones con inteligencia artificial para detectar placas de vehículos requisitorados para la Policía Nacional del Perú permitió incrementar la eficacia del 64.41% al 86.79% y a su vez incrementar los requisitorados del 56.56% al 74.45%. Concluyendo que el sistema de reconocimiento de patrones con inteligencia artificial mejoró la detección de placas de vehículos requisitorados para la Policía Nacional del Perú. Se recomienda delimitar la población y muestra de estudio en base a criterios tanto de inclusión como de exclusión, método para evitar cualquier posible problema en el futuro y para contar con un análisis detallado y más cercano a lo que se quiere investigar.

A su vez, (13) en su trabajo realizado plasmaron su objetivo que fue desarrollar un sistema de escritorio mediante la metodología Kanban para el reconocimiento facial y la identificación de los alumnos en exámenes finales en la modalidad presencial de la universidad Continental en la ciudad de Huancayo. Los resultados hallados demuestran que la evaluación del modelo del reconocimiento facial por medio de la matriz de confusión es el 93 % ante la probabilidad de similitud. Concluyeron que, el sistema de reconocimiento facial es favorable para reducir la suplantación de identidad en los exámenes.

Los autores recomiendan que se realice más pruebas con una mayor cantidad de estudiantes para tener una mayor precisión en el reconocimiento facial, ya que las pruebas que se hizo fueron con una muestra pequeña de 5 estudiantes, como también realizar una comparación del algoritmo EigenFace con otros algoritmos de reconocimiento facial, para identificar cuál de ellos es más exacto y preciso.

No se encontraron investigaciones a nivel local que puedan ayudar a profundizar la investigación.

2.2. Marco Teórico

El sistema de monitoreo y reconocimiento de matrículas vehiculares es una solución de Inteligencia Artificial que permite el reconocimiento de las placas vehiculares a través de cámaras integradas a los equipos tecnológicos y de esa manera facilitando la identificación del vehículo y su conductor. (4)

En este sentido Estrada mencionó, que el registro de ingreso y salida de vehículos menores es un sistema que permite el control de accesos vehiculares que se movilizan por un determinado espacio público o privado, el sistema permitirá el paso sólo a los vehículos permitidos y restringirá el acceso a aquellos que no estén autorizados. (11)

Por su parte Rincón y Laguna, afirman que la operatividad es la capacidad de realizar una función en las organizaciones públicas y privadas, la operatividad son todas las actividades que se desarrollan para la elaboración de un producto o servicio. (14)

De acuerdo con la ISO/IEC 9126 la funcionalidad es la capacidad del software de cumplir y proveer las funciones para satisfacer las necesidades explícitas e implícitas cuando es utilizado en condiciones específicas.

De la misma manera Estrada menciona, que el registro de tiempo es un progreso mediante el cual se documenta y se mide el tiempo de ingreso y salida de una determinada persona en una organización. Y el tiempo promedio de un vehículo es el tiempo que demora o tardar en buscar en el computador la información solicitada y validarla en un dispositivo informático. (11)

2.2.1. Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial (IA) es un área de la informática que se centra en la combinación de algoritmos planteados que permitan realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento y la percepción (15).

2.2.2. Visión Artificial

La visión artificial es un campo de la inteligencia artificial (IA) que permite a los sistemas y computadoras extraer información importante de imágenes digitales, videos y otras entradas visuales, para que puedan tomar decisiones de la información extraída. La visión artificial permite a los computadores ver, observar y comprender, mientras que la IA les permite pensar. (16)

2.2.3. Machine Learning

El machine learning es una herramienta cuyo objetivo es análisis de datos para hacer predicciones en el futuro, mediante la creación de nuevos sistemas o mejorando los ya existentes. Esto se logra alimentando de información al algoritmo con información antigua o reciente que permita el óptimo funcionamiento del sistema. (17)

2.2.4. Deep Learning

Un tipo de machine learning conocido como deep learning entrena a una computadora para que pueda realizar tareas similares a las que hacemos los humanos, como reconocer el habla, identificar imágenes o hacer predicciones (17).

2.2.5. OpenCV

OpenCV es una biblioteca de visión artificial de código abierto que permite realizar tareas como detección de bordes, segmentación, reconocimiento de objetos y análisis de movimiento en imágenes y videos (18).

Esta biblioteca ofrece una amplia gama de funciones, incluyendo detección de bordes, segmentación de imágenes, reconocimiento de objetos, transformaciones geométricas, filtrado espacial, y análisis de movimiento. En el contexto de esta investigación, OpenCV se emplea para capturar imágenes desde cámaras IP o web, realizar el preprocesamiento de las placas vehiculares (como conversión a escala de grises, detección de bordes y segmentación), y preparar las imágenes para su posterior análisis mediante OCR. Su compatibilidad con Python y su integración con otras bibliotecas como NumPy y Tesseract OCR la convierten en una herramienta ideal para el desarrollo de sistemas propuesto en esta tesis.

2.2.6. Detección de Bordes (Canny)

El algoritmo de Canny, desarrollado por John F. Canny en 1986, es una técnica de procesamiento de imágenes que permite detectar bordes mediante un proceso de múltiples etapas: reducción de ruido, cálculo de gradientes, supresión no máxima y umbralización (19).

2.2.7. Tesseract OCR

Tesseract OCR es un motor de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) de código abierto, desarrollado inicialmente por Hewlett-Packard y actualmente mantenido por Google. (20) Es capaz de identificar texto en más de 100 idiomas y se integra fácilmente con lenguajes de programación como Python. En el presente sistema, Tesseract OCR se utiliza para extraer automáticamente los caracteres alfanuméricos de las placas vehiculares capturadas por la cámara, permitiendo su validación y registro en la base de datos.

2.2.8. Expresiones Regulares

Una expresión regular es una secuencia de caracteres que define un patrón de búsqueda, útil para validación y extracción de datos textuales (21).

En el presente sistema, se emplean para verificar que los textos reconocidos por el motor OCR coincidan con formatos válidos de placas vehiculares, como ABC-123 o 1234-AX. Esta técnica resulta fundamental para filtrar resultados erróneos y mejorar la precisión del reconocimiento.

2.3. Definición de Términos

2.3.1. Python

Es un lenguaje de programación interpretado de alto nivel y multiplataforma (Windows, MacOS, Linux). (22).

2.3.2. OpenCV

Es una biblioteca de visión artificial de código abierto (18).

2.3.3. Numpy

NumPy es un paquete de Python, es la librería principal para la informática científica, proporciona potentes estructuras de datos, implementando matrices y matrices multidimensionales (23).

2.3.4. OCR

El OCR (Optical Character Recognition) es una tecnología que permite convertir imágenes que contienen texto, documentos escaneados o archivos PDF en texto digital editable y legible por máquinas.

2.3.5. Tesseract OCR

Tesseract es un motor de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) de código abierto, desarrollado inicialmente por Hewlett-Packard y actualmente mantenido por Google. (20)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Estudio

Se utilizará la investigación aplicada porque es un tipo de investigación pragmática que aprovecha los conocimientos logrados por la investigación básica o teórica para el conocimiento brindando solución a los problemas inmediatamente. Como también la investigación tecnológica es una forma de investigación aplicada llamada también investigación científica aplicada. (24)

3.2. Diseño del estudio

El diseño de estudio propuesto es de tipo pre experimental porque estableceremos una relación entre la causa y el efecto de una situación. En este sentido observaremos los efectos causados por la variable independiente sobre la variable dependiente (25).



Figura 1: *Diseño de Investigación*

Grupo experimental

O1: Observación y medición antes de la implementación del sistema de reconocimiento de placas vehiculares

O2: Observación y medición después de la implementación sistema de reconocimiento de placas vehiculares

X: Implementación del Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares.

El diseño preexperimental con medición pre-test y pos-test sin grupo de control resultó metodológicamente pertinente, debido a que la intervención debía llevarse a cabo en un entorno único e irrepetible: el acceso vehicular al campus de la UNAMAD.

Aunque este tipo de diseño presenta limitaciones en cuanto al control de factores externos, permitió una evaluación objetiva del impacto que tuvo la implementación del sistema de reconocimiento de placas sobre aspectos clave como el tiempo de registro, búsqueda y la eficiencia del reconocimiento vehicular, en condiciones operativas reales.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Según Arias y Covinos, la población lo puntualiza como un grupo finito o infinito de elementos con propiedades similares sobre los que se desarrollan los resultados. Esto está limitado por el problema y su propósito de investigación. La población finita es cuando se conoce la cantidad de objetos que componen la población, y la infinita es cuando no hay datos precisos sobre el número de la población. (26)

Para este estudio la población se conformó por la totalidad de los eventos de ingreso y salida de vehículos menores (automóviles y motocicletas) que transitaron por la puerta principal de acceso al campus universitario.

3.3.2. Muestra

Según Hernández la muestra es un subconjunto de la población, seleccionado con el propósito de obtener información relevante para el estudio. (25)

En esta investigación, la muestra estuvo conformada por los eventos de registro, validación y búsqueda de información(vehículos/usuarios) observados y cronometrados durante los periodos definidos antes y después de la implementación del Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares.

Dada la característica de la intervención y la necesidad de observar el proceso de manera directa, se optó por un muestreo no probabilístico por conveniencia.

La recolección de datos se llevó a cabo un monitoreo durante el periodo comprendido entre el 09 y el 16 de diciembre de 2024. Específicamente se realizaron tres días de observación para el sistema manual (antes de la implementación) y 3 días de observación para el sistema automatizado (después de la implementación), en horario de 12:30 p.m. a 2:00 p.m.

Criterio de Inclusión de eventos/vehículos observados:

- Eventos de vehículos conducidos por estudiantes universitarios matriculados en el semestre académico 2024-II.

Criterios de Exclusión de eventos/vehículos observados

- Eventos de vehículos conducidos por personal docente o administrativo con vínculo laboral vigente.
- Eventos de vehículos conducidos por personal ajeno con la universidad.
- Eventos de vehículos conducidos estudiantes no matriculados en el semestre académico 2024-II.
- Eventos de vehículos menores con placas extranjeras.

3.4. Métodos y técnicas

3.4.1. Muestra

Tiene un enfoque cuantitativo descrito por (27), porque nos centramos en la medición objetiva y el análisis estadístico de los datos relacionados al tiempo de registro de vehículos y búsqueda de información, donde probaremos las hipótesis planteadas de la investigación.

3.4.2. Técnicas

Se utilizó la técnica de observación estructurada, aplicada tanto en el periodo previo como posterior a la implementación del sistema. Fue complementada con cronometría para medir con precisión los tiempos de registros y búsqueda

de información, también se utilizó la técnica de registro de datos el cual permitió la contabilización de vehículos reconocidos, los casos fallidos y tiempo exacto que fue empleado para el reconocimiento de una placa vehicular.

3.4.3. Instrumentos

Para medir la variable independiente denominada "Sistema de reconocimiento de placas vehiculares", en el estudio se utilizó un cuestionario como instrumento de recolección de datos, basado en los indicadores de calidad definidos por la norma ISO/IEC 25010:2019, específicamente en los indicadores de usabilidad y fiabilidad. El instrumento fue estructurado en una escala de tipo Likert de 5 puntos y validado mediante juicio de expertos en sistemas de información y calidad de software. La confiabilidad del cuestionario fue determinada a través del coeficiente Alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0.821, lo que indica una alta consistencia interna. Este resultado, junto con el valor de 0.825 para los ítems estandarizados, respalda la estabilidad y precisión del instrumento, validando su uso para evaluar de manera confiable la calidad del sistema implementado en la UNAMAD.

Como instrumento de medición de la variable de registro de entrada y salida de vehículos, se utilizó:

- Un reloj o cronómetro digital, usado para medir los tiempos de atención durante el registro manual.
- Una ficha de observación estructurada, en la que se consignaron tiempos, resultados del reconocimiento y observaciones adicionales sobre el proceso.
- Una base de datos electrónica, generada automáticamente por el sistema de reconocimiento de placas Vehiculares, que almacenó información como la hora de ingreso, el estado del reconocimiento y el tiempo de reconocimiento de la placa.

3.5. Tratamiento de Datos

Para el recojo de la información se seleccionó 45 estudiantes a quienes se les realizó un monitoreo durante 3 días, en el cual se registró los detalles del ingreso y salida de los usuarios con su vehículo, también se realizó el registro del tiempo(segundos) que se demora para buscar algún usuario/vehículo.

Se aplicó estadística descriptiva e inferencial para determinar promedios, frecuencias y porcentajes vinculados al tiempo de escaneo, la tasa de reconocimiento de placas y el tiempo de búsqueda de información. Los datos recopilados fueron clasificados en una base de datos estructurada, empleando Microsoft Excel para una codificación inicial y posteriormente la creación de tablas, gráficos y exportación de los datos al software estadístico SPSS.

Se utilizó una prueba estándar de Shapiro-Wilk para establecer la normalidad de los datos antes del análisis inferencial. Una vez confirmada la distribución normal de los datos, se empleó la prueba T-student para muestras pareadas, con el propósito de determinar si había una diferencia significativa, desde el punto de vista estadístico, entre los datos obtenidos previamente y con posterioridad a la implementación del sistema.

Los resultados se procesaron respondiendo a los objetivos específicos del estudio a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

3.6. Análisis de factibilidad económica

El presente análisis evalúa la viabilidad económica del Sistema de Reconocimiento de Placas vehiculares desarrollado para la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD). Se detallan los costos de implementación y operación, así como los beneficios económicos proyectados, con el fin de determinar el tiempo estimado de recuperación de la inversión y la sostenibilidad del sistema.

3.6.1. Costo del sistema

A continuación, se detallan la mano de obra, costos directos, costos indirectos, y gastos operativos asociados al sistema.

Tabla 2: Mano de obra.

Rol	Descripción	Total (S/.)
Analista de sistemas	1 meses	2,500.00
Programador	1 meses	2,500.00
Tester	40 horas	1,000.00
Calidad	40 horas	1,200.00
Capacitación	4 horas	120.00
Otros	2 horas	80.00
Subtotal:		7,400.00

Fuente: Elaboración propia.**Tabla 3:** Costos directos.

Categoría	Descripción	Total (S/.)
Computadora	1 unidad	3,500.00
Cámaras IP (16 MP)	2 unidades	1,400.00
Switch POE	2 unidades	500.00
Cableado	50 metros	150.00
Soporte metálico de cámaras	2 unidades	300.00
Subtotal:		5,850.00

Fuente: Elaboración propia.**Tabla 4:** Costos indirectos estimados (6 meses).

Servicio	Costo mensual (S/.)	Total (S/.)
Internet	100.00	600.00
Energía	50.00	300.00
Soporte y mantenimiento	20.00	120.00
Otros	20.00	120.00
Subtotal:		1,140.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Costos total del sistema.

Subtotal	Total (S/.)
Subtotal mano de obra	7,400.00
Subtotal costos directos	5,850.00
Subtotal costos indirectos estimados	1,140.00
Total	14,390.00

Fuente: Elaboración propia.

La inversión total del sistema, incluyendo adquisición de equipos, desarrollo del software, mano de obra, capacitación, mantenimiento y soporte técnico, asciende a S/. 14,390.00.

3.6.2. Análisis del retorno de inversión (ROI)

El retorno de inversión (ROI) es un indicador financiero que permite medir la relación entre la inversión inicial en el SRPV y los beneficios económicos que este genera anualmente. Este análisis complementa la evaluación de factibilidad económica, ofreciendo una perspectiva clara sobre la rentabilidad del proyecto.

Inversión total

La inversión total del sistema, incluyendo adquisición de equipos, desarrollo del software, mano de obra, capacitación, mantenimiento y soporte técnico, asciende a S/. 14,390.00.

Beneficios económicos anuales

Tabla 6: Beneficios económicos anuales estimados.

Fuente de ahorro	Descripción	Ahorro anual (S/.)
Reducción de personal	4,5 h/día × S/. 7 × 240 días.	7,560.00
Papelería y logística	Digitalización de procesos.	500.00
Optimización operativa	Reducción en tiempo de búsqueda.	250.00
Total:		8,310.00

Fuente: Elaboración propia.

Periodo de recuperación

$$\text{Payback} = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Beneficio anual}}$$

Figura 2: Formula de Payback.

Payback = $14,390 / 8,310 \approx 1.73$ años → aproximadamente 1 año y 9 meses.

Retorno sobre la inversión (ROI)

$$\text{ROI} = \frac{\text{Beneficio anual}}{\text{Inversión inicial}} \times 100$$

Figura 3: Formula de ROI

ROI = $(8,310 / 14,390) \times 100 \approx 57.75\%$

El análisis de factibilidad económica indica que el sistema de reconocimiento de placas vehiculares representa una inversión total de **S/. 14,390.00**, incluyendo materiales, mano de obra, soporte técnico, mantenimiento y capacitación. Gracias a los beneficios económicos estimados de **S/. 8,310.00** anuales, la inversión se recupera en aproximadamente 1 año y 9 meses, con un retorno sobre la inversión (ROI) anual del 57.75%.

Estos resultados validan la viabilidad económica, sostenibilidad y eficiencia del sistema, justificando su implementación como una solución tecnológica rentable para el control vehicular en la UNAMAD.

CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos tras la implementación del Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares (SRPV) desarrollado para mejorar el registro de ingreso y salida de vehículos en la UNAMAD durante el año 2024. A partir del uso de técnicas de procesamiento de imágenes, algoritmos de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) y programación en Python, se logró una identificación precisa y automatizada de las matrículas vehiculares. Los datos recopilados permitieron evaluar la eficacia del sistema en escenarios reales, demostrando una mejora significativa en la eficiencia del registro vehicular. Se contrastaron los resultados con el método manual anteriormente empleado, evidenciando una reducción en los tiempos de registro y una mayor confiabilidad en la base de datos generada. Las pruebas se realizaron en distintas condiciones lumínicas y climáticas, destacando la robustez del modelo. Además, se emplearon métricas como precisión, exactitud y tasa de error para validar el desempeño del sistema. Finalmente, los hallazgos permiten establecer una base sólida para futuras mejoras tecnológicas en los procesos de control vehicular dentro de la institución.

Objetivo específico 1

Determinar la influencia de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares en el registro de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024.

4.1. Análisis descriptivo del tiempo de registro vehicular

Tabla 7: Análisis descriptivo del tiempo de registro vehicular antes y después de la implementación del SRPV en la UNAMAD.

	Registro_Antes (s)	Registro_Después (s)
N	45	45
Media	34,9707	3,1118
Mediana	34,6700	2,6700
Desv.	2,71899	,93193
Mínimo	29,33	2,00
Máximo	41,67	5,33

Fuente: SPSS

Según los resultados de la Tabla 2, se observa una disminución significativa en los valores medios de tiempo de registro vehicular tras la implementación del SRPV en la UNAMAD. La media pasó de 34,97 segundos en el periodo previo a 3,11 segundos posterior a la implementación, lo que refleja una mejora sustancial en la eficiencia del proceso operativo. La reducción en la desviación estándar (de 2,71 a 0,93) indica una mayor consistencia en los tiempos de registro post implementación. Asimismo, los valores mínimo y máximo muestran un rango más estrecho lo que indica una mayor estabilidad y confiabilidad del sistema.

La implementación del SRPV en la UNAMAD durante el 2024 tuvo una influencia positiva en el registro de ingreso y salida de automóviles, logrando una mejora significativa en la agilidad operativa. Reduciendo los tiempos de identificación y registro vehicular a menos de 4 segundos y fortalece los mecanismos de control de acceso y mejora la seguridad institucional.

Estos resultados también pueden ser visualizados en la figura siguiente.

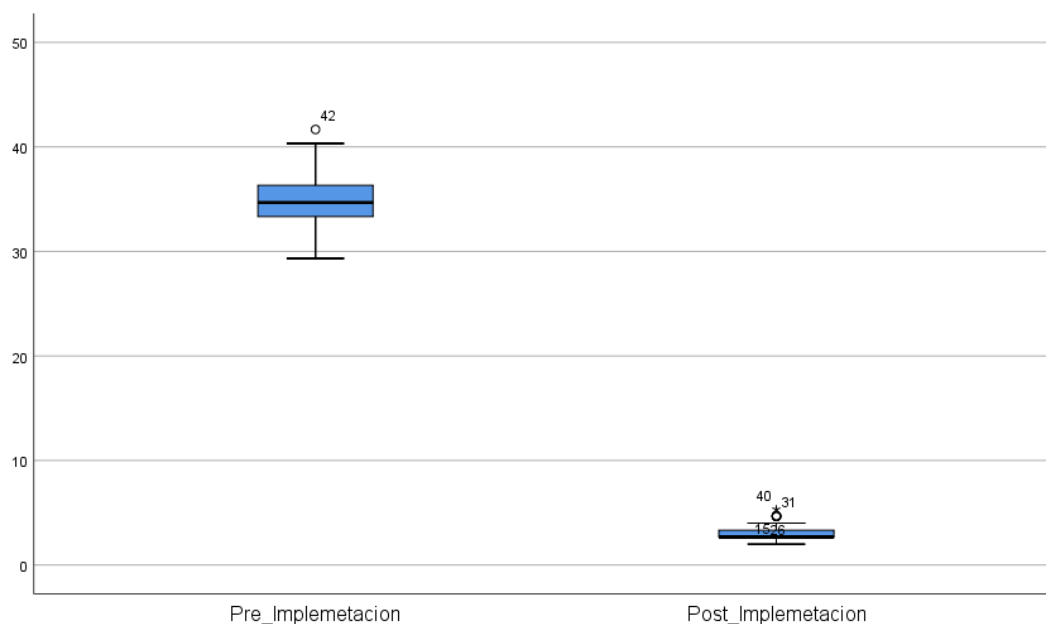


Figura 4: Comparación de los tiempos de registro de placas vehiculares antes y después de la implementación del SRPV en la UNAMAD.

4.1.1. Prueba de normalidad

Tabla 8: Resultado de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk

	Estadístico	gl	Sig.
Registro antes y después	,979	45	,565

Fuente: SPSS

La Tabla 3 muestra que la prueba de Shapiro-Wilk aplicada a los datos de registros vehiculares antes y después de la implementación del sistema, arrojó un valor de significancia de 0,565, como este valor es mayor a 0,05, se concluye que los datos siguen una distribución normal sin sesgos significativos. Por lo tanto, es apropiado aplicar pruebas estadísticas paramétricas que asumen normalidad.

4.1.2. Prueba de hipótesis específica 1

- **Planteamiento de hipótesis:**

H_0 : La implementación de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares no influye significativamente en reducir el tiempo de registros de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024

H_1 : implementación de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye significativamente en reducir el tiempo de registros de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024

- **Nivel de significancia.**

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Tabla 9: Prueba T para muestras emparejadas sobre el tiempo de registro vehicular antes y después de la implementación del SRPV en la UNAMAD.

Antes - Después	Media (s)	D.S	E.M	95%		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Registro de ingreso y salida	31,85889	2,84883	,42468	31,00301	32,71477	75,019	44	,000

Fuente: SPSS

En la Tabla 4, se observa el resultado de una prueba t para muestras emparejadas, aplicada a los tiempos de registro vehicular antes y después de la implementación del SRPV en la UNAMAD. La diferencia media de 31,86 segundos (DE = 2,85). El intervalo de confianza del 95 % para esta diferencia se ubicó entre 31,00 y 32,71 segundos, lo que indica una mejora estable y precisa. El valor del estadístico t fue 75,019 con 44 grados de libertad, y el valor de significancia bilateral fue $p < 0,001$.

Dado que el valor de p es menor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$), se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

Por tanto, se concluye que la implementación del Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares tuvo una influencia significativa en la reducción del tiempo de registro de ingreso y salida de vehículos, relevante para la eficiencia operativa del control vehicular.

Objetivo específico 2

Determinar la influencia de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares para reducir el tiempo de búsqueda de información de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024.

4.2. Análisis descriptivo de tiempo de búsqueda de información

Tabla 10: Análisis descriptivo del tiempo de búsqueda de información antes y después de la implementación del SRPV en la UNAMAD.

	Búsqueda_Antes (s)	Búsqueda_Después (s)
N	25	25
Válido		
Media	36,64	2,72
Error estándar de la media	2,230	,147
Mediana	40,00	3,00
Desv.	11,150	,737
Mínimo	15	2
Máximo	55	5

Fuente: SPSS

La Tabla 5 muestra una notable mejora en el tiempo de búsqueda de información tras la implementación del sistema de reconocimiento de placas vehiculares en la UNAMAD. El tiempo promedio se redujo de 36,64 a 2,72 segundos, y la desviación estándar disminuyó de 11,15 a 0,737, lo que indica mayor precisión y menor variabilidad. La mediana también disminuyó de 40 a 3 segundos, y el rango de valores se estrechó de 15–55 a 2–5 segundos. Estos resultados reflejan una mejora significativa en la agilidad operativa del proceso de búsqueda, cumpliendo con el objetivo de optimizar el acceso a la información vehicular.

Estos resultados también pueden ser visualizados en la figura siguiente, donde se aprecia gráficamente la notable reducción en los tiempos de búsqueda tras la implementación del sistema, así como una mayor consistencia y estabilidad del proceso automatizado.

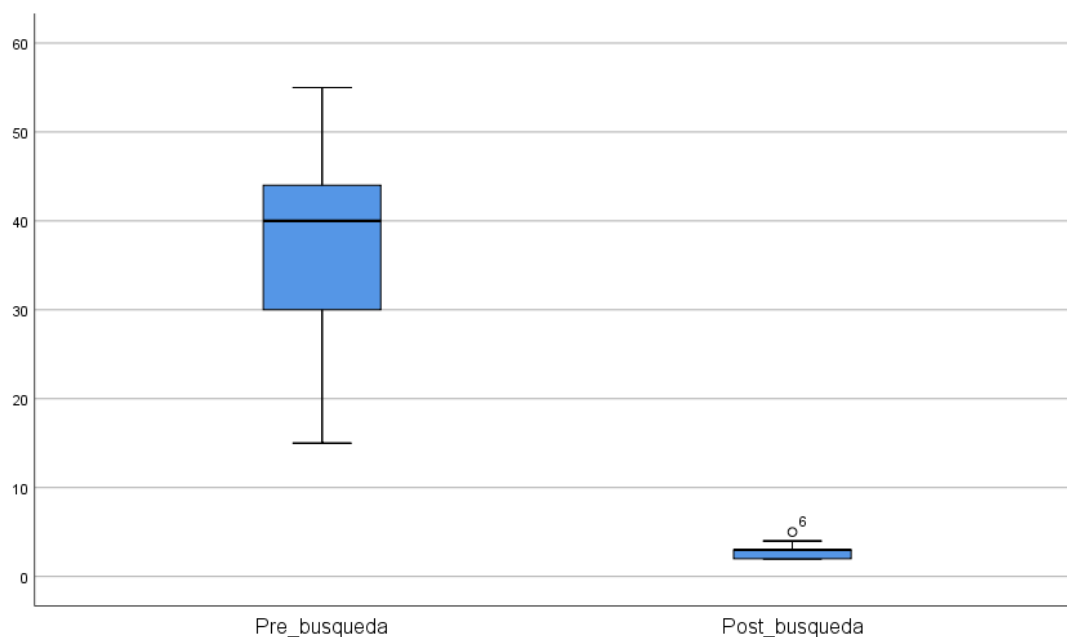


Figura 5: Comparación de los tiempos de búsqueda de información antes y después de la implementación del SRPV en la UNAMAD.

4.2.1. Prueba de normalidad

Tabla 11: Resultado de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk

	Estadístico	gl	Sig.
Búsqueda antes y después.	,928	25	,078

Fuente: SPSS

La Tabla 6 presenta los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk realizada sobre datos de búsqueda de información antes y después de la implementación del SRPV. El valor del estadístico resultó 0,928 con un nivel de significancia de 0,078, superior al límite de 0,05, lo que sugiere que los datos no presentan diferencias significativas respecto a una distribución normal.

Por lo tanto, se confirma la utilización de pruebas estadísticas paramétricas para el análisis comparativo.

4.2.2. Prueba de hipótesis específica 2

- **Planteamiento de hipótesis:**

H_0 : La implementación de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares no influye significativamente en reducir el tiempo de búsqueda de información de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024.

H_1 : La implementación de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye significativamente en reducir el tiempo de búsqueda de información de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024.

- **Nivel de significancia.**

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Tabla 12: Prueba T para muestras emparejadas sobre el tiempo de búsqueda de información antes y después de la implementación del SRPV en la UNAMAD.

Antes - después	Media (s)	D.S	E.M	95%		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Búsqueda de información	33,920	11,139	2,228	29,322	38,518	15,226	24	,000

Fuente: Fuente: SPSS

En la Tabla 7, se presentan los resultados de la prueba t para muestras emparejadas, aplicada a la variable búsqueda de información antes y después de la implementación del sistema de reconocimiento de placas vehiculares en la UNAMAD. Se observa una diferencia media significativa de 33,92 segundos (DE = 11,13; Error estándar = 2,23), con un intervalo de confianza del 95 % entre 29,32 y 38,52 segundos, lo que respalda la precisión del resultado. El estadístico t obtenido fue de 15,226 con 24 grados de libertad, y el valor de significancia bilateral fue $p < ,001$.

Dado que el valor de p es menor que el nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$), se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1). Por lo tanto, se concluye que la implementación del sistema de reconocimiento de placas vehiculares tuvo una influencia significativa en la reducción del tiempo necesario para de búsqueda de información de ingreso y salida de vehículos en la UNAMAD, confirmando el cumplimiento del objetivo específico planteado.

4.3. Análisis de la eficiencia funcional del sistema de reconocimiento de placas vehiculares

La evaluación de la eficiencia funcional del sistema se abordó desde una perspectiva dual: mediante el análisis cuantitativo de los registros técnicos (de lecturas correctas) y la percepción del usuario a través de encuestas estructuradas bajo la norma ISO/IEC 25010:2019. En esta sección se presenta el análisis derivado de la encuesta aplicada a 45 usuarios, evaluando tres indicadores clave: usabilidad, fiabilidad y satisfacción general con el sistema.

4.3.1. Resultados de la encuesta de percepción del usuario

A continuación, se presentan los resultados obtenidos según las respuestas agrupadas en dos categorías: totalmente de acuerdo y de acuerdo, las cuales corresponden a los niveles más altos en la escala de Likert de 5 puntos.

Tabla 13: Resultados de la encuesta sobre eficiencia funcional del sistema.

Categoría	Usabilidad (%)	Fiabilidad (%)	Satisfacción general (%)	Usabilidad (fi)	Fiabilidad (fi)	Satisfacción general (fi)
Totalmente de acuerdo	86,7	73,3	84,4	39	33	38
De acuerdo	13,3	26,7	15,6	6	12	7
Total	100	100	100	45	45	45

Fuente: SPSS

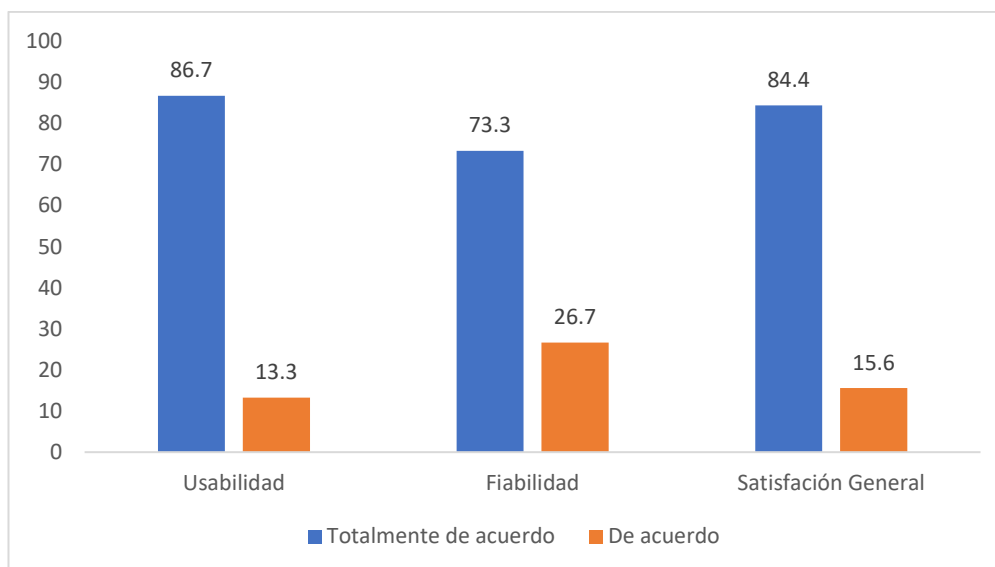


Figura 6: Comparación de indicadores de eficiencia funcional según percepción del usuario.

Los resultados muestran una percepción altamente favorable. El 86.7% de los encuestados consideró que el sistema es totalmente usable; el 71.1% señaló que es totalmente confiable, y el 84.4% indicó una satisfacción general positiva con el sistema de reconocimiento. Estos resultados se reflejan en medias superiores a 4.7 (en escala Likert), lo que evidencia una alta eficiencia funcional percibida por parte del usuario.

4.3.2. Fiabilidad del instrumento aplicado

Para comprobar la validez de los resultados obtenidos mediante el cuestionario, se aplicó la prueba de Alfa de Cronbach

Tabla 14: Estadística de fiabilidad del cuestionario aplicado.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
, 821	10

Fuente: SPSS

El análisis de consistencia interna mediante Alfa de Cronbach arrojó un coeficiente de 0,821 para un conjunto de 10 ítems. Este valor supera el umbral de 0,80 habitualmente considerado como buena fiabilidad, lo que evidencia

una alta coherencia entre los reactivos del cuestionario. Por consiguiente, podemos afirmar que el instrumento es estadísticamente fiable para evaluar la percepción de los usuarios sobre la eficiencia funcional del sistema de reconocimiento de placas vehiculares.

4.3.3. Análisis cuantitativo de desempeño técnico del sistema

El sistema SRPV registra de manera automática los eventos de escaneo y reconocimiento de placas vehiculares, lo que permite analizar su desempeño técnico real en condiciones operativas. Para ello, se recolectaron 135 registros después de la implementación, los datos fueron exportados desde el log del sistema y procesados en Excel para el cálculo estadístico.

a. Nivel de escaneo de placas vehiculares

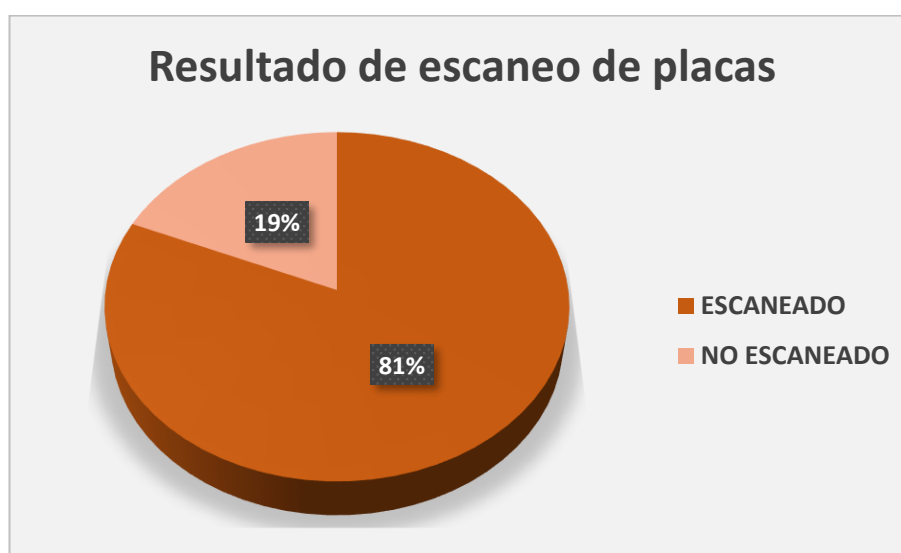


Figura 7: Resultado de escaneo de placas por del SRPV.

Los resultados obtenidos indican que, de 135 eventos de escaneo registrados, el sistema logró reconocer correctamente 110 placas, lo que representa un 81% de eficiencia funcional. Este valor refleja un desempeño alto y consistente del sistema en condiciones reales de uso, validando su funcionalidad técnica y su capacidad de reconocimiento óptico mediante el módulo OCR. El 19% restante (25 casos) corresponde a placas que no pudieron ser reconocidas por el sistema en el momento del escaneo.

b. Causas de placas no escaneadas

A continuación, se presentan de manera conjunta la tabla y la figura que ilustran las causas identificadas de placas no escaneadas por el SRPV.

Tabla 15: Distribución de placas no escaneadas por el SRPV.

Causa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Desgaste	11	44
Formato no válido	6	24
Otros	8	32
Total	135	100.0

Fuente: Elaboración propia.

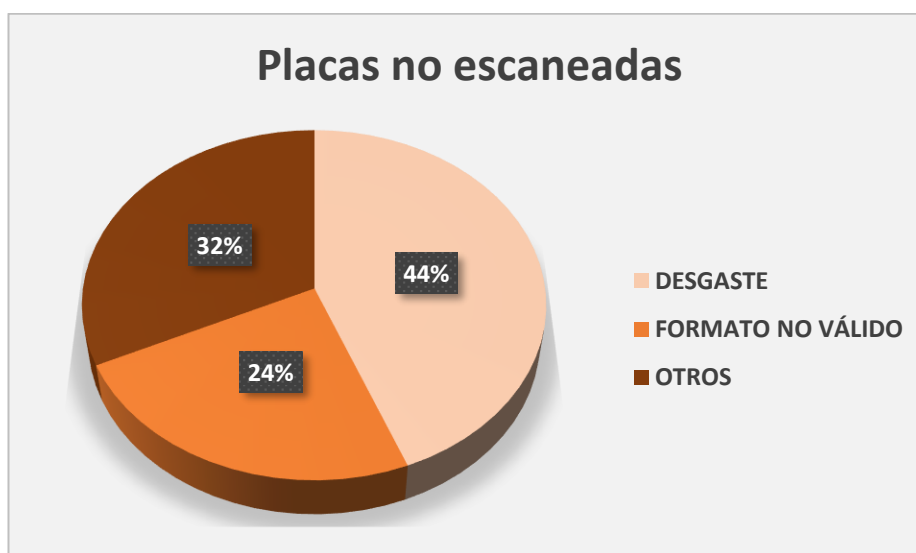


Figura 8: Presentación gráfica de las causas del no escaneo de placas por el SRPV.

Del total de 25 casos no escaneados, se identificaron tres causas principales:

- **Desgaste:** 11 casos (44%), correspondientes a matrículas deterioradas, rayadas o con pérdida de contraste.
- **Formato no válido:** 6 casos (24%), Placas que no respetan el estándar alfanumérico peruano o incorporan elementos extra (adhesivos, marcos decorativos) que dificultan su lectura.

- **Otros:** 8 casos (32%), incluyen condiciones externas como suciedad, mala iluminación, ángulo de captura inadecuado o placas parcialmente cubiertas.

4.4. Conclusión de resultados estadísticos y descriptivos

Los resultados obtenidos a lo largo de este capítulo permiten afirmar que la implementación del sistema de reconocimiento de placas vehiculares (SRPV) tuvo un impacto significativo y favorable en la mejora del proceso de control vehicular dentro de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

Desde el enfoque técnico, los datos extraídos directamente del sistema revelaron que el tiempo promedio de escaneo y registro por evento fue de 3.11 segundos, con un 75% de registros realizados en menos de 4 segundos, lo que demuestra un alto nivel de eficiencia operativa. Además, el sistema logró una tasa de reconocimiento correcto del 81.5%, validando su funcionalidad en condiciones reales. Los errores de escaneo (18.5%) fueron atribuibles, en su mayoría, a factores externos como desgaste físico de placas (44%), formatos no válidos (24%) y otros factores externos (32%), todos ellos mitigables a nivel institucional.

Desde la percepción del usuario, evaluada mediante un cuestionario estructurado con base en la norma ISO/IEC 25010:2019, se obtuvo una media de 4.87 en usabilidad, 4.71 en fiabilidad y 4.84 en satisfacción general, lo cual refleja una valoración altamente positiva por parte de los usuarios del sistema. Estos resultados se reforzaron con la prueba de Alfa de Cronbach = 0.821, que demuestra una alta consistencia interna del instrumento aplicado y, por tanto, la fiabilidad estadística de los datos obtenidos.

La triangulación entre el análisis cuantitativo (logs del sistema) y el análisis subjetivo (encuesta a usuarios) permitió validar de forma integral la eficiencia funcional del sistema. Esto respalda que el SRPV no solo es técnicamente efectivo y confiable, sino también aceptado, comprendido y valorado

positivamente por sus usuarios finales, cumpliendo así con los objetivos planteados y los estándares de calidad establecidos en la investigación.

4.3. Descripción Técnica del Sistema

El Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares (SRPV) es una plataforma inteligente desarrollada para automatizar el control de acceso vehicular mediante la detección y reconocimiento de placas en tiempo real en la UNAMAD. Utiliza técnicas de visión por computadora con OpenCV para capturar y preprocesar imágenes, aplicando filtros y detección de bordes para localizar posibles placas. Una vez segmentada la región de interés, se emplea Tesseract OCR para extraer los caracteres alfanuméricos, los cuales son validados mediante expresiones regulares. El sistema escanea las placas detectadas, realiza la validación de dicha placa, compara con listas de bloqueo, genera alertas para el personal de seguridad, genera reportes, permite la administración de los usuarios y los datos de los vehículos, posteriormente los almacenados de forma estructurada en una base de datos SQL Server.

La arquitectura del sistema se fundamenta en principios de modularidad, escalabilidad y separación de responsabilidades, lo que permite una integración eficiente y mantenible entre sus distintos componentes. La comunicación entre módulos se gestiona mediante una API REST desarrollada con Flask, facilitando la interoperabilidad y futuras ampliaciones del sistema. La interfaz gráfica, implementada con Tkinter, ofrece una experiencia de usuario clara, responsiva y orientada a la operatividad en tiempo real. Asimismo, se han incorporado mecanismos de validación y seguridad para preservar la integridad y confidencialidad de los datos procesados. En conjunto, este proyecto evidencia cómo la integración de tecnologías modernas puede transformar procesos institucionales, aportando eficiencia operativa, trazabilidad de eventos y un control riguroso en entornos de acceso vehicular.

En la siguiente figura se presta la arquitectura del sistema donde se ilustra la interacción entre los módulos principales: captura de imágenes, procesamiento con visión artificial, reconocimiento OCR, gestión de base de datos, visualización mediante la interfaz gráfica y control de seguridad.

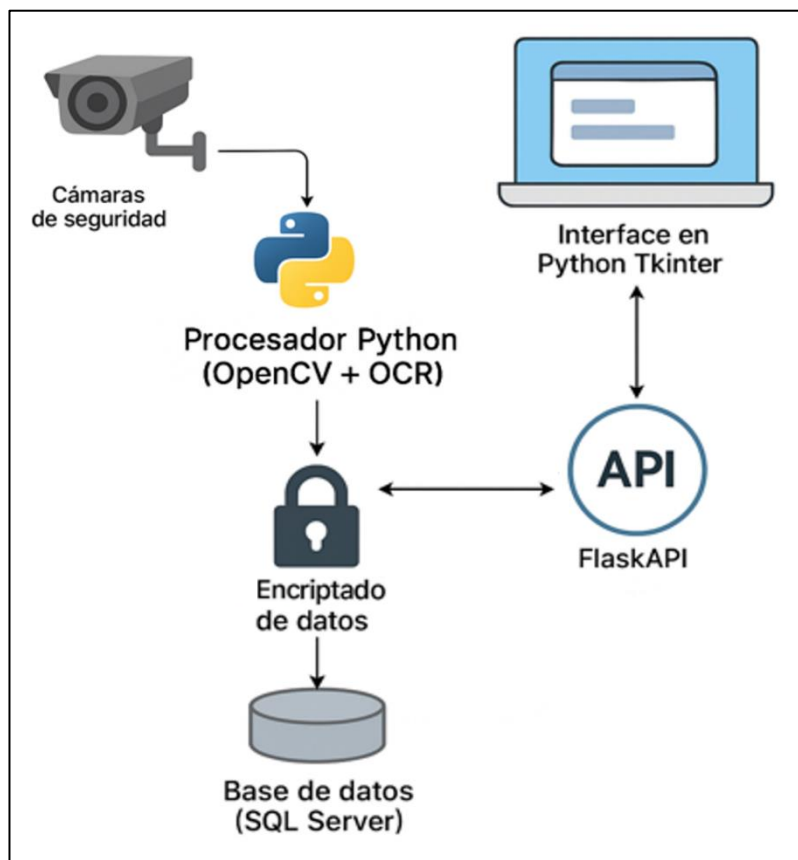


Figura 9: Arquitectura del SRPV.

4.3.1. Pre y procesamiento de imágenes

El preprocesamiento de imágenes es una etapa fundamental para mejorar la calidad visual y optimizar el reconocimiento de caracteres. Se inicia convirtiendo de la imagen capturada a escala de grises, lo que reduce la complejidad de los datos sin perder información relevante para la detección de bordes.

Posteriormente se aplica un filtro Gaussiano el cual suaviza la imagen, eliminando ruido y pequeñas variaciones no deseadas. Posteriormente, se realiza una mejora del contraste utilizando técnicas como la normalización o

la ecualización del histograma, lo que permite resaltar mejor los caracteres alfanuméricos de la placa.

Una vez optimizada la imagen, se procede a la detección de bordes mediante el algoritmo Canny. Este algoritmo identifica contornos definidos, facilitando la segmentación de regiones de interés. Los contornos detectados son analizados geométricamente para ubicar posibles zonas que coincidan con el tamaño y forma de una matrícula vehicular.

La imagen candidata, se recorta y se extrae como una subimagen. Esta subimagen es enviada al motor OCR, específicamente Tesseract OCR, configurado con un conjunto de caracteres restringido (whitelist) que incluye letras mayúsculas y dígitos, para maximizar la precisión del reconocimiento. Se emplea el modo de segmentación PSM 11, que está optimizado para líneas de texto cortas, como las que se encuentran en una matrícula.

El texto reconocido es validado mediante expresiones regulares que verifican el formato estructural de las placas peruanas, como el patrón ABC-123 o 1234-AB. Si el texto cumple con los criterios de validación, se registra en la base de datos junto con la fecha, hora, nivel de confianza y tipo de acceso (ingreso o salida).

Con estos procesos, el sistema puede escanear la placa con mayor precisión, incluso en condiciones adversas como baja iluminación o ángulos inclinados.

La siguiente figura ilustra el flujo de procesamiento automatizado para el reconocimiento y validación de placas vehiculares. Este esquema resume las etapas clave desde la captura de imagen hasta la verificación final mediante técnicas de visión computacional y OCR.

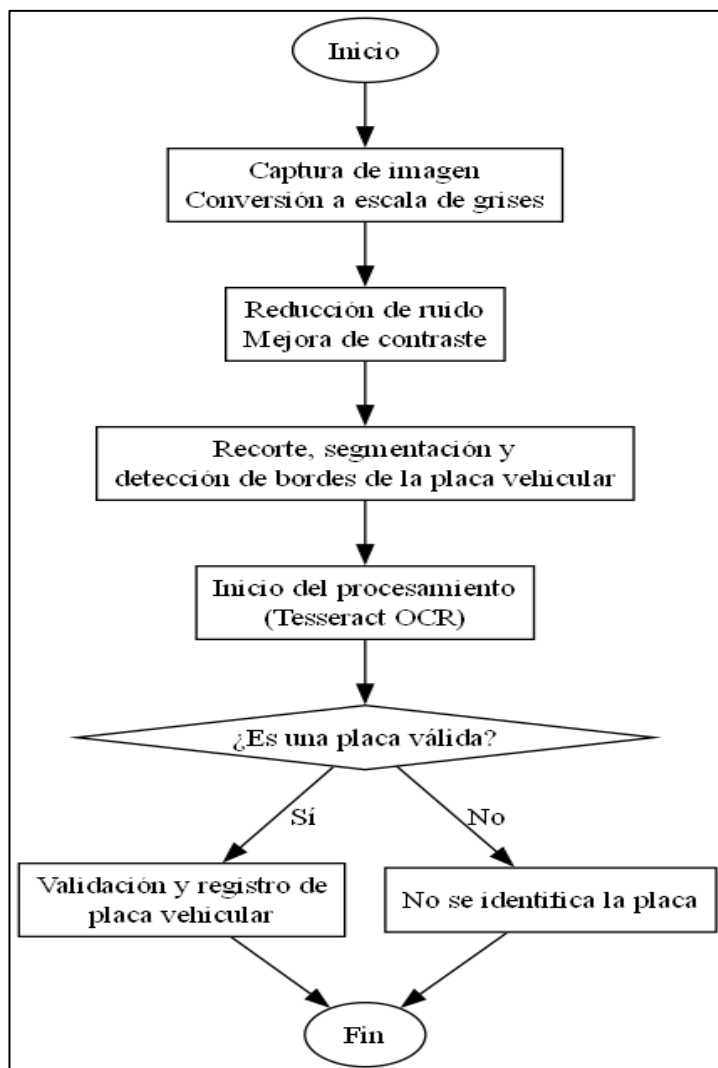


Figura 10: Diagrama de flujo del pre procesamiento y procesamiento de imágenes.

4.3.2. Configuración inicial y uso de librerías

El sistema fue implementado en Python, utilizando un conjunto de bibliotecas especializadas que permiten la captura de imágenes, el procesamiento visual, el reconocimiento de texto y la gestión de datos. Entre las más relevantes se encuentran:

Código Python

--- Librerías para interfaz gráfica ---

import tkinter as tk # GUI principal

from tkinter import ttk, messagebox, filedialog, simpledialog # Widgets avanzados, diálogos, archivos

```
# --- Manejo de fechas y tiempo ---  
from datetime import datetime, timedelta # Fechas y diferencias de tiempo  
import time # Temporización, retrasos, timestamps  
  
# --- Archivos y estructuras de datos ---  
import json # Leer y escribir archivos JSON  
import os # Interacción con el sistema de archivos  
import csv # Leer y escribir archivos CSV  
  
# --- Visión por computadora e imágenes ---  
import cv2 # OpenCV - procesamiento de imágenes y video  
import numpy as np # Matrices y cálculo numérico  
import pytesseract # OCR - reconocimiento de texto en imágenes  
  
# --- Carga y visualización de imágenes en GUI ---  
from PIL import Image, ImageTk # Cargar y mostrar imágenes en Tkinter  
  
# --- Visualización de gráficos ---  
import matplotlib.pyplot as plt # Graficación de datos  
from matplotlib.backends.backend_tkagg import FigureCanvasTkAgg #  
Integración de gráficos en Tkinter  
  
# --- Generación de documentos PDF ---  
from fpdf import FPDF # Crear archivos PDF fácilmente  
  
# --- Utilidades varias ---  
import random # Generación de números aleatorios  
import re # Expresiones regulares (búsqueda de patrones en texto)  
import threading # Ejecutar tareas en segundo plano (multihilo)
```

import queue # Colas seguras entre hilos

--- Comunicación en red ---

import socket # Conexión de red a bajo nivel (IP, puertos)

--- Web scraping y navegación ---

import requests # Peticiones HTTP (GET, POST, etc.)

from bs4 import BeautifulSoup # Análisis de HTML (web scraping)

import webbrowser # Abrir páginas web en el navegador predeterminado

--- Envío de correos electrónicos ---

import smtplib # Cliente SMTP para enviar correos

from email.mime.text import MIMEText # Crear contenido de correo en texto plano o HTML

from email.mime.multipart import MIMEMultipart # Crear correos con texto + adjuntos

--- Conexión a bases de datos SQL Server ---

import pyodbc # Conectar y trabajar con bases de datos compatibles con ODBC (SQL Server)

--- Configuración de Tesseract OCR ---

pytesseract.pytesseract.tesseract_cmd = r'C:\Program Files\Tesseract-OCR\tesseract.exe'

--- Constantes de la aplicación ---

APP_VERSION = "2.6.0"

APP_NAME = "SRPV-UNAMAD"

DEVELOPER = "© 2025 YYGR-ESPL"

4.3.3. Captura de imagen desde cámara IP o Web

La primera etapa consiste en capturar la imagen del vehículo menor en la puerta de acceso al campus universitario y transformar a escala de grises:

Código Python

```
# Inicio de la captura de video usando la cámara ip (camera_url)
self.cap = cv2.VideoCapture(camera_url) # Cámara ip, web o la integrada

# Establece el ancho del frame de video a 640 píxeles
self.cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 640) # Define la resolución horizontal del video

# Establece la altura del frame de video a 480 píxeles
self.cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 480) # Define la resolución vertical del video

# Convierte la imagen original (frame) de color a escala de grises
gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

# Aplica un desenfoque (blur) a la imagen en grises usando un kernel de 3x3
gray = cv2.blur(gray, (3, 3))
```



Figura 11: Captura de la imagen desde la cámara IP.



Figura 12: Imagen de la placa convertida a escala de grises.

4.3.4. Filtrado y reducción de ruido

Se aplica un suavizado mediante desenfoque gaussiano o `cv2.blur()` para minimizar el ruido de alta frecuencia. Adicionalmente, se utiliza la Transformada de Fourier para filtrar frecuencias altas no deseadas (ruido visual):

Código Python

```
# Aplica la Transformada Rápida de Fourier (FFT) bidimensional a la imagen
f = np.fft.fft2(imagen)

# Convierte la imagen del dominio espacial (píxeles) al dominio de la
frecuencia (componentes senoidales)

# El resultado 'f' contiene valores complejos que representan amplitudes y
fases

# Desplaza el componente de frecuencia cero (la energía baja o el centro) al
centro del espectro
fshift = np.fft.fftshift(f)

# Esto es útil para visualizar y manipular el espectro de manera centrada

# Crea una máscara del mismo tamaño que la imagen, inicializada con ceros
(filtro paso bajo)
mask = np.zeros(imagen.shape)

# Se asume que 'crow' y 'ccol' son las coordenadas del centro de la imagen
# y 'radio' define el tamaño del área que queremos conservar
```

```

# Activa (pone a 1) un área circular en el centro de la máscara para
conservar las bajas frecuencias

mask[crow-radio:crow+radio, ccol-radio:ccol+radio] = 1

# Esta máscara suprime las altas frecuencias (detalles finos y ruido)

# Aplica la máscara al espectro de frecuencia desplazado

fshift_filtered = fshift * mask

# Multiplicación punto a punto: se eliminan las frecuencias que la máscara
bloquea (dejan de influir en la imagen final)

# Realiza la transformada inversa para volver al dominio espacial y obtiene
la imagen filtrada

imagen_filtrada = np.abs(np.fft.ifft2(np.fft.ifftshift(fshift_filtered)))

# ifft2 → inversa de FFT para reconstruir la imagen

# fftshift inversa → devuelve las frecuencias al formato original

# np.abs → convierte los números complejos en magnitudes reales (imagen
final fil

```



Figura 13: Imagen de la placa en escala de grises y suavizada mediante un filtro Gaussiano.

4.3.5. Segmentación y detección de contornos

Se identifican las regiones delimitadas por los bordes para encontrar las posibles zonas donde se ubica la placa vehicular. Solo se consideran regiones con área significativa y relaciones de aspecto típicas de placas (entre 1.2 y 4.0).

Código Python

Encuentra contornos en la imagen 'canny' (resultado de detección de bordes)

```
cnts, _ = cv2.findContours(canny, cv2.RETR_LIST,
cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
```

- 'cv2.RETR_LIST': Recupera todos los contornos sin jerarquía

- 'cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE': Reduce los puntos almacenados para ahorrar memoria

Itera sobre cada contorno detectado

```
for c in cnts:
```

```
    # Calcula el área del contorno (en píxeles)
```

```
    area = cv2.contourArea(c)
```

Obtiene un rectángulo envolvente (bounding box) del contorno

```
x, y, w, h = cv2.boundingRect(c)
```

'x, y' es la esquina superior izquierda; 'w' y 'h' son ancho y alto

Calcula la relación de aspecto del rectángulo (ancho / alto)

```
aspect_ratio = float(w) / h
```

Filtra contornos por tamaño y forma (área y relación de aspecto)

```
if area > 9000 and 1.2 < aspect_ratio < 4:
```

```
    # Si el contorno parece una placa (grande y rectangular), se extrae
```

```
    placa = gray[y:y+h, x:x+w]
```

'placa' es la porción de la imagen en escala de grises que contiene el posible objeto de interés



Figura 14: Imagen segmentada tras aplicar técnicas de preprocesamiento y localización de regiones de interés.



Figura 15: Imagen procesada mediante detección de bordes utilizando el algoritmo de Canny.

4.3.6. Corrección visual y binarización

La imagen de la placa extraída se binariza mediante umbralización adaptativa (como Otsu) para aumentar el contraste entre fondo y caracteres, facilitando su reconocimiento.

Código Python

Paso 1: Aplicar suavizado con desenfoque para reducir ruido antes de binarizar

```
blur = cv2.GaussianBlur(placa, (5, 5), 0)
```

Paso 2: Umbralización adaptativa usando el método de Otsu

```
_, placa_binarizada = cv2.threshold(  
blur, 0, 255, cv2.THRESH_BINARY + cv2.THRESH_OTSU)
```

Paso 3 (opcional): invertir la imagen si los caracteres están en blanco sobre fondo negro

```
placa_binarizada = cv2.bitwise_not(placa_binarizada)
```

Mostrar visualmente (opcional, solo durante desarrollo)

```
cv2.imshow("Placa Binarizada", placa_binarizada)
```

```
cv2.waitKey(0)
```

```
cv2.destroyAllWindows()
```

4.3.7. Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR)

Una vez aislada la región de la placa, se aplica Tesseract OCR para extraer los caracteres alfanuméricos. Se utiliza una lista blanca de caracteres válidos y expresiones regulares para validar el formato:

Código Python

Usa pytesseract para extraer datos OCR detallados de la imagen 'placa'

'config' define parámetros del OCR:

--oem 3: Usa el motor OCR LSTM más avanzado

--psm 11: Asume texto en una sola línea de segmentación

'output_type=pytesseract.Output.DICT' devuelve los resultados en forma de diccionario con info de cada palabra detectada

```
r = pytesseract.image_to_data(placa, config='--oem 3 --psm 11',  
output_type=pytesseract.Output.DICT)
```

Define una expresión regular para buscar cadenas que empiecen con cuatro dígitos seguidos de un guion y un dígito o letra mayúscula

```
patron1 = re.compile(r"^([0-9]{4}-[0-9A-Z])")
```

Define otra expresión regular para buscar cadenas con tres caracteres alfanuméricos mayúsculos, un guion y tres dígitos, repetidos al final de la cadena

```
patron2 = re.compile(r"([0-9A-Z]{3}-[0-9]{3})+$")
```

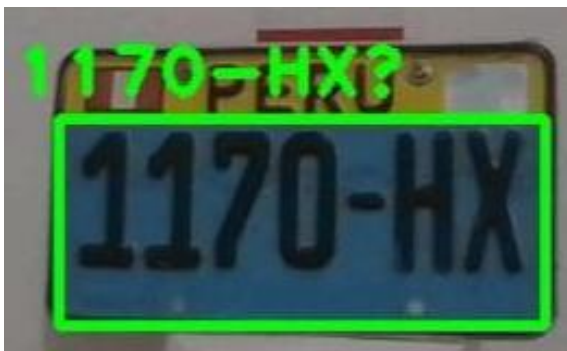


Figura 16: Resultado del proceso de reconocimiento óptico de caracteres (OCR).

4.3.8. Validación y Registro de Placas

Si el texto reconocido cumple con los patrones establecidos, se registra la placa junto con la fecha, hora, nivel de confianza y tipo de acceso (entrada o salida):

Código Python

```
def guardar_resultado_y_log(conexion, placa, confianza, estatus, camara_id,
raw_ocr, imagen_bytes, inicio, fin):
```

```
    cursor = conexion.cursor()
```

```
    # Buscar el ID del vehículo por placa
```

```
    cursor.execute("SELECT id FROM Vehiculos WHERE placa = ?", placa)
```

```
    row = cursor.fetchone()
```

```
    if not row:
```

```
        print(f"Vehículo con placa {placa} no registrado.")
```

```
        return
```

```
    vehiculo_id = row[0]
```

```
    # Insertar en ResultadosEscaneo
```

```
    cursor.execute("""
```

```
        INSERT INTO ResultadosEscaneo (vehiculo_id, placaReconocida,
timestamp, confianza, estatus, camara_id)
```

```
        OUTPUT INSERTED.id
```

```
        VALUES (?, ?, GETDATE(), ?, ?, ?)
```

```

"""', vehiculo_id, placa, confianza, estatus, camara_id)
resultado_id = cursor.fetchone()[0]

# Insertar en LogsEscaneo
cursor.execute("""
    INSERT INTO LogsEscaneo (resultado_id, rawOcrOutput,
    tiempoEscaneoMs, imagenProcesada, inicioEscaneo, finEscaneo,
    camara_id)
    VALUES (?, ?, ?, ?, ?, ?, ?)
    """, resultado_id, raw_ocr, int((fin - inicio).total_seconds() * 1000),
    imagen_bytes, inicio, fin, camara_id)

conexion.commit()
print(f"Resultado y log almacenados para placa {placa}.")

```

4.4. Análisis de Sistema Propuesto

4.4.1. Especificación de Requerimientos Funcionales

Tabla 16: *Requerimientos Funcionales.*

ID	Nombre	Alcance	Objetivo
RF – 01	Inicio de Sesión	Administrador, Personal de seguridad	El administrador accede a la aplicación web mediante su usuario y contraseña.
RF – 02	Calibración de la cámara	Personal de seguridad	Personal de Seguridad calibra la ubicación de la cámara.
RF – 03	Búsqueda de placa	Personal de seguridad	Realiza la búsqueda de la placa con fecha y hora de ingreso o salida.
RF – 04	Administrador de Usuario	Administrador	Agrega, modifica y retira de la BD los usuarios registrados.

RF – 05	Gestionar Lista de Estudiantes, Docentes y Administrativos	Administrador	Debe agregar, modificar y quitar acceso a los usuarios.
RF – 06	Monitorear Vehículos	Personal de seguridad	Visualiza y captura la información de la placa del vehículo.
RF – 07	Editar Perfil	Administrador	Modifica el perfil de los estudiantes registrados y administrativos.
RF – 08	Visualización de Placa	Personal de seguridad	Visualiza el registro de la Placa del Vehículo si pertenece al estudiante.
RF – 09	Reporte de registro	Administrador, personal de seguridad	Realiza la descarga del reporte de acuerdo con la fecha requerida.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Roles de trabajo

En Scrum, un marco de trabajo ágil para el desarrollo de productos, existen varios roles clave que desempeñan funciones específicas en el equipo. Estos roles estarán a cargo de las personas del presente trabajo de investigación:

Tabla 17: Cuadro de roles del scrum

ROL	NOMBRE COMPLETO	CARGO
Product Owner (Dueño del Producto)	GALVEZ ROCCA, Yonathan Yoel	Director del proyecto
Scrum Master	PUMA LLAVILLA, Erick Sebastian	Encargado del proyecto
Equipo de desarrollo	GALVEZ ROCCA, Yonathan Yoel	Analista de sistemas
	PUMA LLAVILLA, Erick Sebastian	Programador

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Sprint 0: Planificación del proyecto

4.5.1. Levantamiento de requerimientos

Estos requerimientos deben ser identificados y definidos en colaboración con el Product Owner, quien representa los intereses de los usuarios y las necesidades del sistema. Los requerimientos deben ser lo suficientemente claros y comprensibles para que el equipo de desarrollo pueda trabajar en ellos; para prevenir malentendidos, el cliente debe participar de manera activa en el levantamiento de requisitos.

Las Especificaciones de Requisitos de Software (ERS), a menudo conocidas como "documentos de requisitos", son documentos que detallan las necesidades, características, funciones y restricciones de un sistema de software que se va a desarrollar. Estas especificaciones son fundamentales en el proceso de desarrollo de software, ya que proporcionan una base sólida para que los desarrolladores, diseñadores y demás miembros del equipo trabajen en la construcción del sistema.

4.5.2. Requerimientos específicos

Tabla 18: Requerimiento específico.

Rol	Funciones
Administrador	Encargado de administrar el sistema
Personal de seguridad	Personal encargado de supervisar el correcto registro de las placas

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3. Requerimiento del software

Tabla 19: Requerimiento del software.

COD. REQUERIMIENTO: RF – 01	Inicio de sesión
Descripción	Realiza el acceso al sistema, verificando sus credenciales

Entradas	Usuario y contraseña.
Salidas	Ingreso al sistema.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20: Requerimiento calibración.

COD. REQUERIMIENTO: RF – 02	Calibración de la cámara
Descripción	Personal de Seguridad calibra la cámara y posición de enfoque.
Entradas	Detección exacta de la placa sin reflejos o contra luz.
Salidas	Registro de placa.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21: Requerimiento búsqueda de placa.

COD. REQUERIMIENTO: RF – 03	Búsqueda de placa
Descripción	Realiza la búsqueda de la placa con fecha y hora de ingreso o salida.
Entradas	Ingresa la codificación de la placa.
Salidas	Placa encontrada con hora y fecha.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: Requerimiento administrador de usuarios.

COD. REQUERIMIENTO: RF – 04	Administrador de Usuario
Descripción	Agrega, modifica y retira de la BD los datos del personal de seguridad.
Entradas	Datos del personal de seguridad a registrar, modificar o retirar.
Salidas	Datos de personal de seguridad registrados, editados o quitados con éxito de la BD.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: Requerimiento lista de estudiantes.

COD. REQUERIMIENTO: RF – 05	Gestionar Lista de Estudiantes, Docentes y Administrativos
Descripción	Debe agregar, modificar y quitar acceso a los usuarios.
Entradas	Datos de los usuarios para agregar, modificar y quitar.
Salidas	Datos de los usuarios registrados, editados o quitados con éxito de la BD.

*Fuente: Elaboración propia.**Tabla 24: Requerimiento monitorear vehículos.*

COD. REQUERIMIENTO: RF – 06	Monitorear Vehículos
Descripción	Visualización y monitoreo de placas escaneadas
Entradas	Placas de vehículos escaneados por el sistema de reconocimiento de placas vehiculares de la UNAMAD.
Salidas	Registro de placa exitoso.

*Fuente: Elaboración propia.**Tabla 25: Requerimiento editar perfil.*

COD. REQUERIMIENTO: RF – 07	Editar Perfil
Descripción	Modifica el perfil de los usuarios con acceso al sistema
Entradas	Datos para modificar.
Salidas	Modificación exitosa.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26: Requerimiento identificación de vehículo y usuario.

COD. REQUERIMIENTO: RF – 08	Identificación de vehicula y usuario
Descripción	Visualiza el registro de la Placa del Vehículo si pertenece al estudiante.
Entradas	Placa visualizada en tiempo real por el sistema conectado a la cámara.
Salidas	Registro exitoso.

*Fuente: Elaboración propia.**Tabla 27: Requerimiento reporte de registro.*

COD. REQUERIMIENTO: RF – 09	Reporte de registro
Descripción	Realiza la descarga del reporte de acuerdo con la fecha requerida.
Entradas	Fecha de inicio y fecha de fin.
Salidas	Descarga con éxito.

Fuente: Elaboración propia.

4.6. Desarrollo del sistema con SCRUM

Estimación de historias de usuario y generación del backlog

A continuación, se muestra la pila del producto (backlog en inglés), donde se enumeran los requisitos definidos durante la conceptualización del proyecto que fue realizado en la puerta de ingreso de la UNAMAD.

Tabla 28: Estimación de las historias de usuario.

Sprint N°	Denominación de HU	Historia de usuario	Como	Necesito	Para	Estimación por días/hombre
01	Gestión de usuarios y	HU-01	Persona l de vigilancia	Acceso al sistema	Servicios de revisor	12

	autenticación	HU-02	Administrador	Registrar al personal de vigilancia	Gestión de servicios de vigilancia	12
		HU-03	Administrador	Reportes de usuarios	Control de usuarios	16
02	Gestión de registro de placas vehiculares	HU-04	Administrador	Verificar el registro de ingreso y salida de vehículos	Gestión de registro de placas	16
03	Gestión de búsqueda de vehículo	HU-05	Administrador & Personal de vigilancia	Realizar la búsqueda de vehículo	Servicios de búsqueda	16
Total						72

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1. SPRINT 01 – Gestión de usuario y autenticación

HU-01: Acceso al sistema

Tabla 29: Acceso al sistema.

Acceso al sistema	
Numero: 01	
Modificación de historia: 0	Iteración asignada: 1
Prioridad: Alta	Riesgo: Media
Puntos proyectados: 2	Puntos efectivos: 2
Usuarios: Todos	
Descripción: El usuario completa el formulario de inicio sesión, colocando su usuario y contraseña, luego dar clic en el botón “Ingresar”, si corresponde y están correctas las credenciales se inicia sesión del usuario, caso contrario no podrá ingresar, dado este escenario puede realizar la recuperación de su contraseña.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30: Tarea técnica 01 de acceso a sistema.

Tarea técnica	
Numero: 01	
Nombre: Identificación y creación de componentes para la “Autenticación”.	
HU-01: Acceso al sistema web	
Responsables: Erick Sebastian Puma Llavilla	
Fecha inicio: 09-10-2024	Fecha fin: 13-10-2024
Puntos proyectados: 2	Puntos efectivos: 2
Descripción: Se procederá a reconocer y generar todas las entidades presentes en la base de datos, así como los elementos constitutivos de la aplicación PYTHON, con el fin de garantizar su óptimo desempeño.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31: Tarea técnica 02 acceso al sistema.

Tarea técnica	
Numero: 02	
Nombre: Validación de usuario	
HU-01: Acceso al sistema web	
Responsables: Erick Sebastian Puma Llavilla	
Fecha inicio: 16-10-2024	Fecha fin: 18-10-2024
Puntos proyectados: 2	Puntos efectivos: 2
Descripción: Con el propósito de verificar el adecuado rendimiento del software, se llevarán a cabo evaluaciones funcionales que abarcarán: • Validaciones del sistema • Aprobaciones de aceptación	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 17: La interfaz de inicio de sesión del sistema.

HU-02: Registrar al personal de seguridad

Tabla 32: Registrar al personal de vigilancia.

Registrar al personal de vigilancia	
Numero: 01	
Modificación de historia: 0	Iteración asignada: 1
Prioridad: Alta	Riesgo: Media
Puntos proyectados: 2	Puntos efectivos: 2
Usuarios: Todos	
Descripción: El Administrador registrara los datos del personal de seguridad o invitado para que puedan ingresar al sistema con el usuario y contraseña definida en el registro.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33: Tarea técnica de registro al personal de video vigilancia.

Tarea técnica	
Numero: 01	
Nombre: Formulario de Registro del personal de video vigilancia.	
HU-02: Registrar al personal de vigilancia	
Responsables: Erick Sebastian Puma Llavilla	
Fecha inicio: 20-10-2024	Fecha fin: 23-10-2024
Puntos estimados: 2	Puntos reales: 2
Descripción: Se procederá a reconocer y generar todas las entidades presentes en la base de datos, así como los elementos constitutivos de la aplicación en Python, con el fin de garantizar su óptimo desempeño.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34: Tarea técnica validación de registro de personal de video vigilancia.

Tarea técnica	
Numero: 02	
Nombre: Validación de registro del personal de video vigilancia.	
HU-02: Registrar al personal de vigilancia	
Responsables: Erick Sebastian Puma Llavilla	
Fecha inicio: 24-10-2024	Fecha fin: 26-10-2024
Puntos proyectados: 2	Puntos efectivos: 2
Descripción: Con el propósito de verificar el adecuado rendimiento del software, se llevarán a cabo evaluaciones funcionales que abarcarán: • Validaciones del módulo. • Ingresar datos a los campos necesarios. • Registrar con éxito los datos.	

Fuente: Elaboración propia.

Registro de Usuario de Sistema - SRPV-UNA...

Nombre completo:

DNI:

Usuario:

Contraseña:

Perfil:

- Seguridad
- Admin
- Seguridad
- Invitado

Teléfono:

Correo:

Registrar **Cancelar**

Figura 18: La interfaz de registro de usuarios del sistema permite ingresar datos personales, credenciales y perfil de usuario que tendrán acceso al sistema.

HU-03: Reportes de usuario

Tabla 35: Reporte de usuario.

Reportes de usuario	
Numero: 01	
Modificación de historia: 0	Iteración asignada: 1
Prioridad: Alta	Riesgo: media
Puntos estimados: 2	Puntos reales: 2
Usuarios: Todos	
Descripción: El Administrador podrá descargar los reportes de registro de personal.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36: Tarea técnica reporte de usuario.

Tarea técnica
Numero: 01
Nombre: Descargar reporte de usuarios.
HU-03: Reportes de usuario

Responsables: Erick Sebastian Puma Llavilla	
Fecha inicio: 27-10-2024	Fecha fin: 29-10-2024
Puntos proyectados: 2	Puntos efectivos: 2
Descripción: Se procederá a descargar los reportes de los usuarios, con una consulta directa de la base de datos.	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 19: La Interfaz del generador de reportes del sistema SRPV.

4.6.2. SPRINT 02 – Gestión de registro de placas vehiculares

HU-04: Verificar el registro de ingreso y salida de vehículos

Tabla 37: Registro de ingreso y salida de vehículos.

Verificar el registro de ingreso y salida de vehículos	
Numero: 01	
Modificación de historia: 0	Iteración asignada: 1
Prioridad: Alta	Riesgo: Media
Puntos proyectados: 2	Puntos efectivos: 2

Usuarios: Todos
Descripción: El Administrador calibrara y configura la cámara antes de empezar a inicializar el escaneo automático y una óptima visión de video de las placas vehiculares.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38: Tarea técnica calibrar la cámara para el ingreso y salida vehicular.

Tarea técnica	
Numero: 01	
Nombre: Calibración de la cámara para el registro de ingreso y salida de vehículos	
HU-04: Verificar el registro de ingreso y salida de vehículos	
Responsables: Erick Sebastian Puma Llavilla	
Fecha inicio: 01-11-2024	Fecha fin: 03-11-2024
Puntos estimados: 2	Puntos reales: 2
Descripción: Se procede a agregar la cámara IP ingresando la IP de la cámara o si es cámara normal a través del puerto USB.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39: Tarea técnica de verificación ingreso y salida vehicular.

Tarea técnica	
Numero: 02	
Nombre: Verificar el registro de ingreso y salida de vehículos	
HU-04: Verificar el registro de ingreso y salida de vehículos	
Responsables: Erick Sebastian Puma Llavilla	
Fecha inicio: 04-11-2024	Fecha fin: 6-11-2024
Puntos proyectados: 2	Puntos efectivos: 2
Descripción:	

Se procede a realizar la lectura de la placa a través de tesseract OCR. Con el propósito de tener una buena lectura de caracteres de la placa vehicular, el adecuado rendimiento del software, se llevarán a cabo evaluaciones funcionales que abarcarán:

- Registro de placa.

Fuente: *Elaboración propia.*

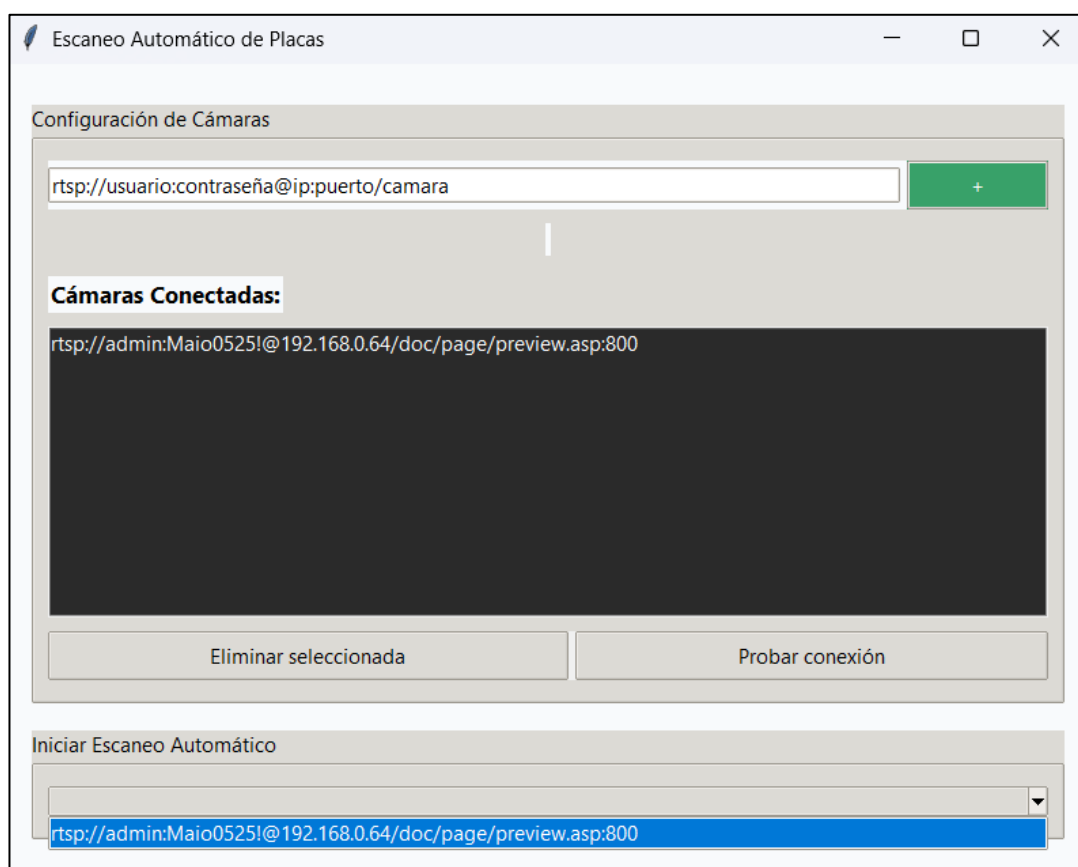


Figura 20: La interfaz de configuración de cámaras del sistema SRPV.

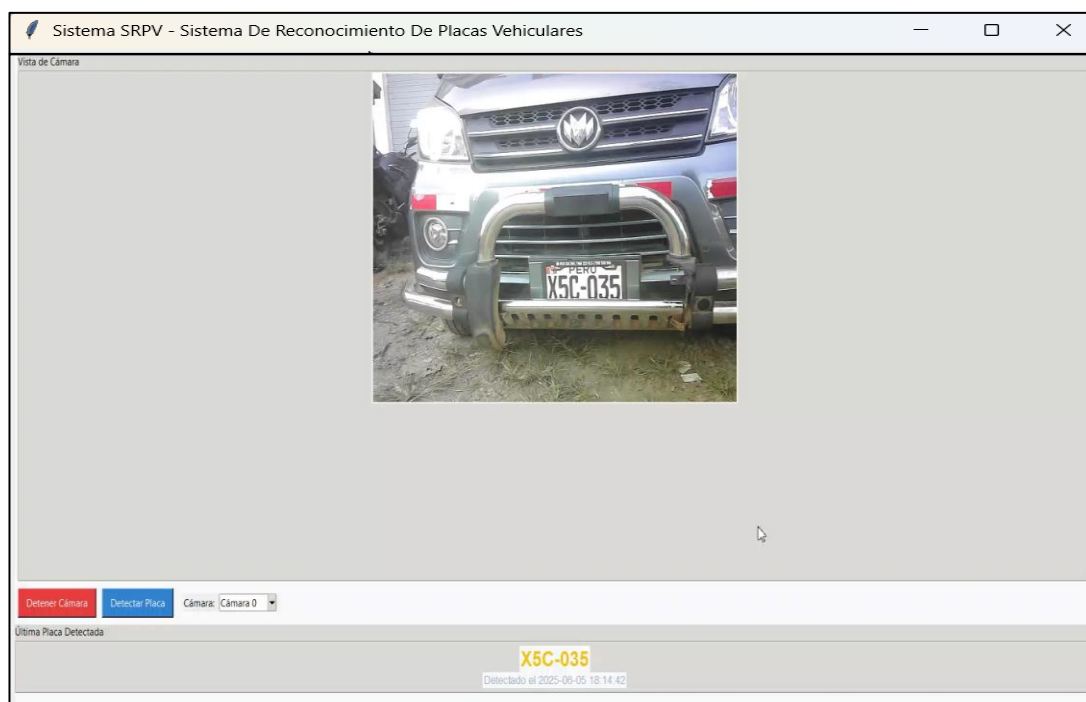


Figura 21: La Interfaz de reconocimiento de placas vehiculares muestra la detección automática de la placa “X5C-035” a partir de una cámara IP.

4.6.3. SPRINT 03 – Gestión de búsqueda de vehículos

HU-05: Realizar la búsqueda de vehículo

Tabla 40: Búsqueda de vehículo.

Realizar la búsqueda de vehículo	
Numero: 01	
Modificación de historia: 0	Iteración asignada: 1
Prioridad: Alta	Riesgo: Media
Puntos proyectados: 2	Puntos efectivos: 2
Usuarios: Todos	
Descripción: El Administrador y el personal de vigilancia realizaran la busque de los vehículos que ingresaron a través de la placa detectada guardada en la base de datos y con fecha y hora de ingreso.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41: Tarea técnica búsqueda de placa.

Tarea técnica	
Numero: 01	
Nombre: Buscar placa.	
HU-05: Realizar la búsqueda de vehículo	
Responsables: Erick Sebastian Puma Llavilla	
Fecha inicio: 08-11-2024	Fecha fin: 10-11-2024
Puntos proyectados: 2	Puntos efectivos: 2
Descripción: Se procederá a ingresar la placa y la fecha a buscar o también solo la placa y saldrá el historial de lectura de esa placa, una consulta directa con la base de datos.	

Fuente: Elaboración propia.



Figura 22: El panel de búsqueda en tiempo real del sistema permite consultar información de usuarios y vehículos.

4.6.4. Diagrama UML

4.6.4.1. Diagramas de Casos de Uso

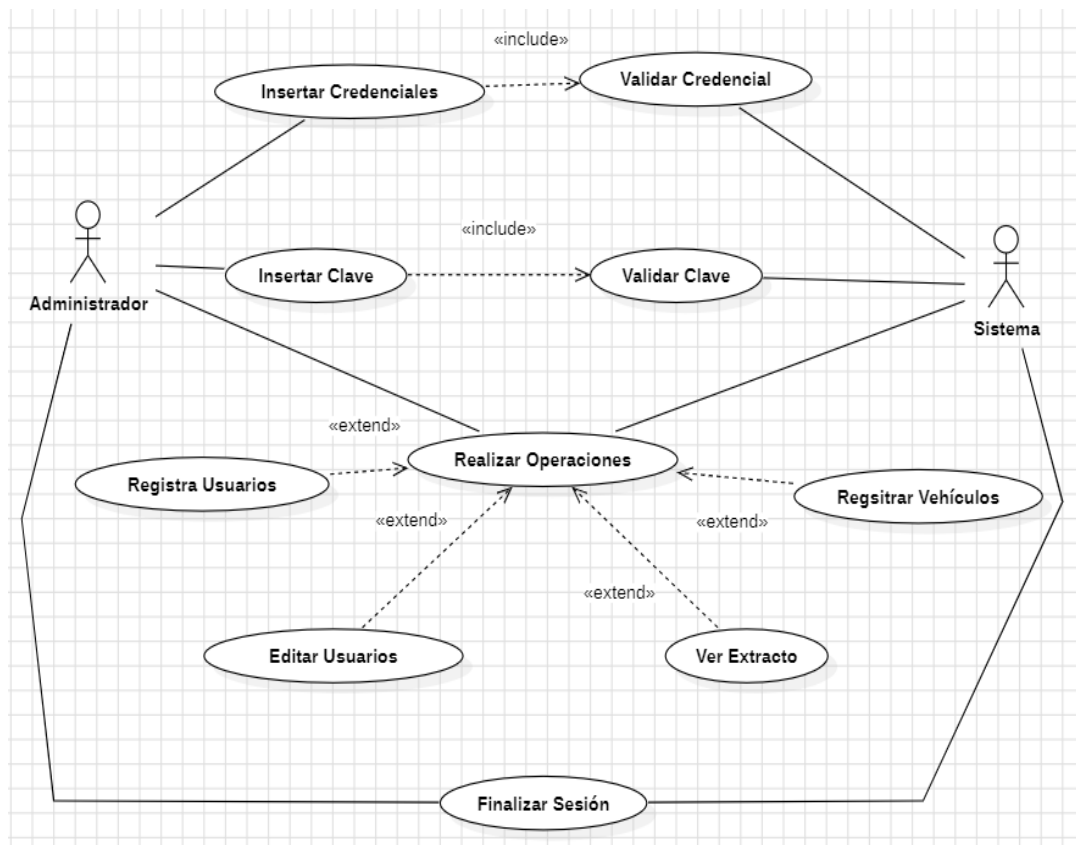


Figura 23: Diagrama de Casos de Uso del Administrador del Sistema

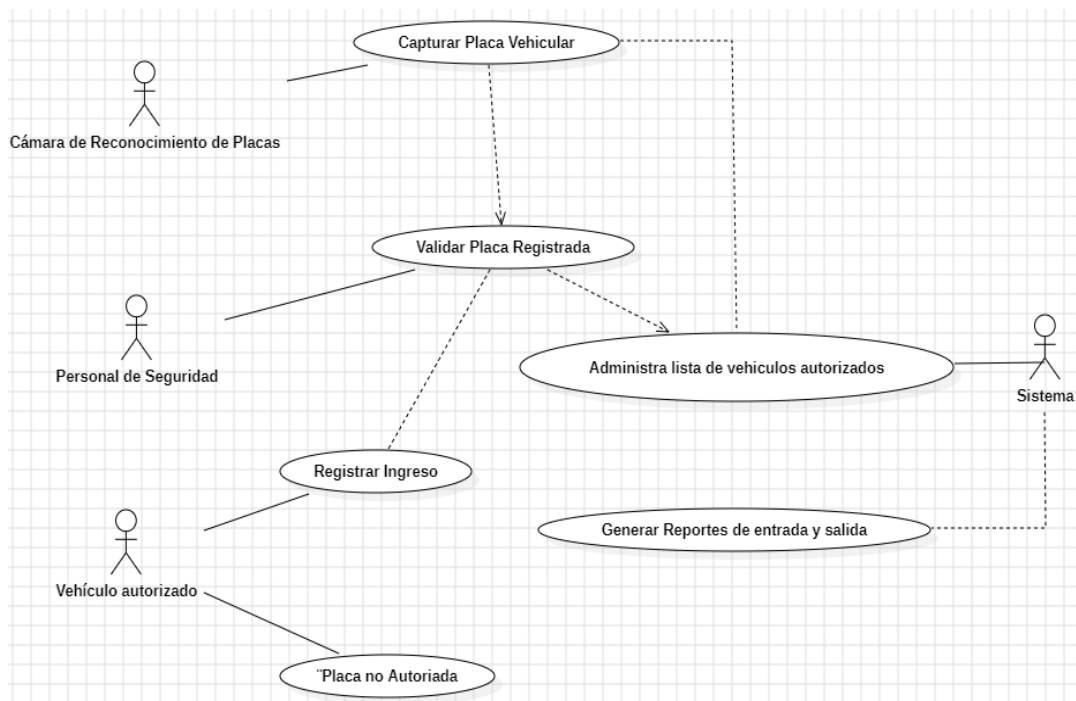


Figura 24: Diagrama de caso de uso del funcionamiento del sistema SRPV.

4.6.4.2. Modelo relacional de la base de datos del sistema.

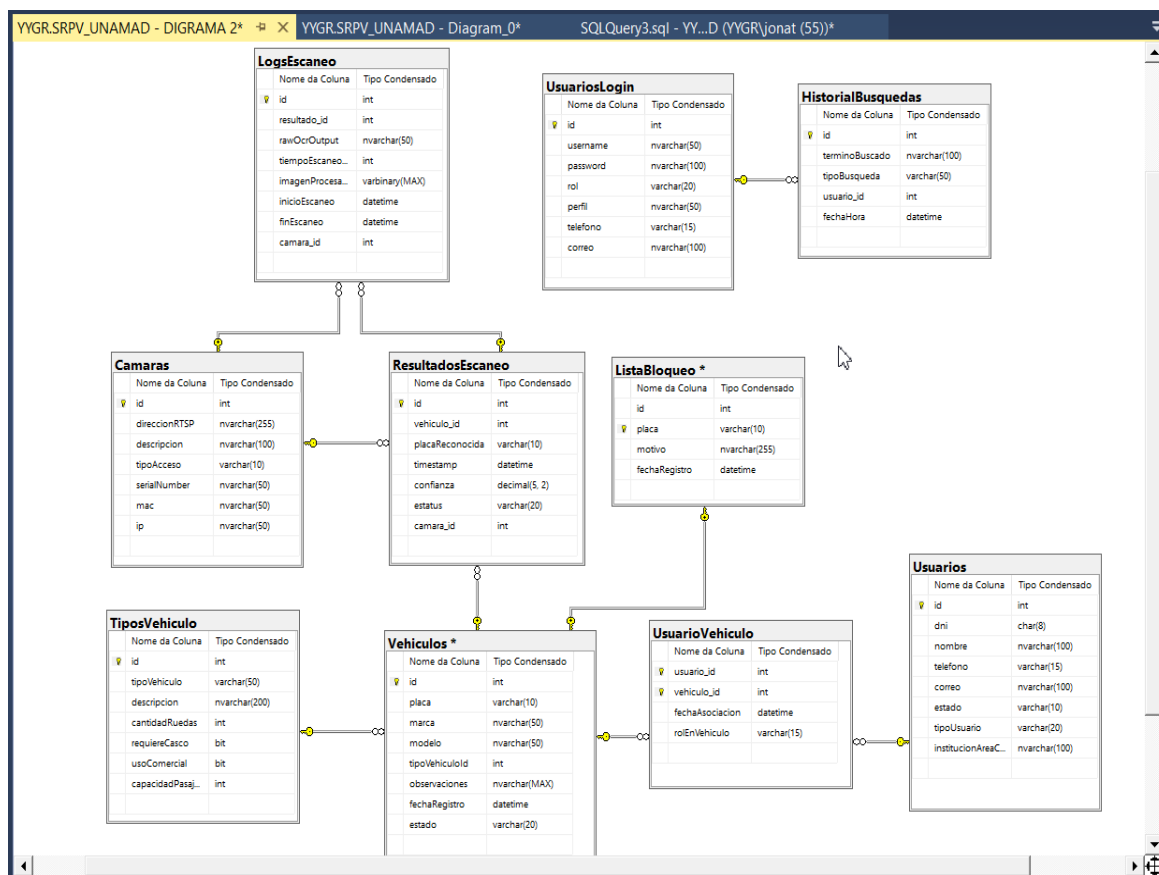


Figura 25: Diagrama del modelo relacional de la base de datos del sistema SRPV.

Conclusiones

Se concluye que la implementación del Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares (SRPV) en la UNAMAD influyó significativamente en la mejora del proceso de registro de ingreso y salida de vehículos. Esto se evidenció mediante la automatización del control de acceso, logrando mayor precisión, rapidez y trazabilidad en el registro vehicular, lo cual representa un avance sustancial en los mecanismos de seguridad institucional.

En relación con el primer objetivo específico, los resultados demuestran que el sistema redujo significativamente el tiempo promedio de registro de ingreso y salida de vehículos, pasando de 34.97 segundos a 3.11 segundos por evento. Esta mejora fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$) y se traduce en una mayor agilidad operativa, reducción de errores manuales y menor congestión en los puntos de acceso, validando así la hipótesis planteada.

En cuanto al segundo objetivo específico, se observó una disminución notable en el tiempo promedio de búsqueda de información vehicular, reduciéndose de 36.64 segundos a 2.72 segundos, con significancia estadística ($p < 0.001$). Esto refleja una mejora sustancial en la eficiencia del sistema, permitiendo al personal de seguridad acceder a los registros de manera rápida y precisa ante cualquier consulta o eventualidad.

Desde el enfoque económico, el sistema representa una solución rentable, con una inversión total de S/. 14,390.00 y un retorno anual estimado de S/. 8,310.00, lo que permite una recuperación de la inversión en aproximadamente 1 año y 9 meses. El retorno sobre la inversión (ROI) alcanzado fue de 57.75%, lo cual evidencia la viabilidad financiera del sistema propuesto.

Finalmente, se concluye que el SRPV constituye una herramienta tecnológica eficaz para fortalecer los controles de acceso vehicular dentro del campus universitario, siendo replicable en otras sedes o instituciones públicas que busquen optimizar la seguridad, la trazabilidad y la eficiencia de sus procesos vehiculares mediante inteligencia artificial y visión por computadora.

Discusiones

Los resultados obtenidos revelaron una disminución del tiempo promedio de registro vehicular de 34.97 segundos a 3.11 segundos, evidenciando una mejora significativa en la eficiencia operativa ($p < 0.001$). Esta reducción valida la hipótesis específica 1 y concuerda con estudios como el de Estrada (2022), quien diseñó un sistema de control de acceso vehicular que logró un tiempo de atención promedio de 9 segundos por evento, señalando que la automatización optimiza el proceso de identificación vehicular. En comparación, el Sistema de Reconocimiento de Placa Vehicular (SRPV) en la UNAMAD obtuvo una mayor eficiencia gracias a la integración de algoritmos de visión por computadora, preprocesamiento de imágenes y OCR, lo que lo posiciona como una solución altamente efectiva.

Asimismo, Niño-Rondón (2021) obtuvo una eficiencia del 90.26% en detección de placas utilizando clasificadores en cascada, demostrando que tecnologías de visión artificial aplicadas en entornos controlados permiten altos niveles de rendimiento. En este estudio, se observó no solo una reducción del tiempo, sino también una mayor estabilidad de los resultados, como lo evidencia la disminución de la desviación estándar de 2.71 a 0.93 segundos. Esto sugiere que el sistema no solo es más rápido, sino también más predecible y consistente en condiciones operativas reales.

Respecto al segundo objetivo específico, los resultados también mostraron una mejora sustancial: el tiempo de búsqueda de información se redujo de 36.64 segundos a 2.72 segundos, con una significancia estadística alta ($p < 0.001$). Esta mejora operacional valida la eficacia del sistema en la recuperación automatizada de información vehicular, coherente con lo planteado por Fernández (2022), quien reportó una mejora del 64.41% al 86.79% en detección de vehículos requisitoriados mediante inteligencia artificial, resaltando el impacto de la digitalización en procesos de control y seguridad.

Además, Capistrán (2020) destacó que el uso de aprendizaje automático y sistemas inteligentes permite analizar grandes volúmenes de datos

vehiculares en tiempo real, lo cual se relaciona con el módulo de búsqueda optimizada del SRPV en la UNAMAD, que incorpora filtros avanzados y visualización estructurada en su base de datos. Esto permitió un acceso inmediato a los registros históricos de ingreso/salida, representando una ventaja considerable frente al método manual.

Los resultados sugieren que la automatización de procesos de control vehicular no solo mejora la agilidad operativa, sino también fortalece la seguridad institucional al mantener un registro confiable y preciso de accesos. Esto tiene implicancias directas para las políticas de vigilancia y gestión de movilidad en entornos universitarios.

Futuras investigaciones podrían:

- Incorporar reconocimiento facial en conjunto con el de placas para mejorar la trazabilidad individual.
- Evaluar el rendimiento del sistema en diferentes franjas horarias y condiciones meteorológicas.
- Ampliar la muestra a otras universidades o instituciones públicas.

Sugerencias

En primer lugar, se recomienda la instalación de cámaras y el sistema de reconocimiento de placas en todos los puntos de ingreso y salida vehicular, incluyendo accesos principales, secundarios y de servicio. Esto permitirá garantizar un control total del flujo vehicular y una trazabilidad completa ante cualquier incidente de seguridad.

Asimismo, resulta fundamental que el personal responsable esté adecuadamente capacitado en el uso del sistema, incluyendo tareas como la supervisión diaria de su funcionamiento, la generación de reportes, y la atención oportuna ante errores o incidencias. Se sugiere establecer un plan de formación continua, así como la designación de responsables técnicos por turno.

Uno de los aspectos críticos identificados es la falta de un registro actualizado y unificado de los vehículos y sus respectivos conductores (estudiantes, docentes, personal administrativo y proveedores) que acceden regularmente a la UNAMAD. Esta carencia limita la capacidad del sistema para verificar autorizaciones de ingreso y restringir el acceso a vehículos no identificados. Por lo tanto, se recomienda implementar un registro oficial institucional, que permita identificar con claridad quiénes están habilitados para ingresar, con qué vehículo, y en qué condiciones, facilitando así una gestión de accesos más segura, automatizada y controlada.

Finalmente, para mantener la operatividad del sistema en condiciones óptimas, es necesario implementar un plan de mantenimiento preventivo que contemple revisiones periódicas de cámaras, servidores y software. Estas acciones deben incluir limpieza de lentes, pruebas de conectividad, actualizaciones del sistema y un mecanismo de registro de fallas técnicas para su seguimiento y resolución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **INTERPOL.** *Reconocimiento Facial*. EE.UU : s.n., 2020.
2. **EL PERUANO.** Normas Legales. Lima : El Peruano, 2020.
3. **SALAZAR, Marcio.** *Desarrollo de un algoritmo para la localización automática de placas vehiculares peruanas usando técnicas de procesamiento de imágenes*. Lima : s.n., 2014.
4. **CHU, Víctor.** *Sistema de reconocimiento de placas vehiculares para mejorar el registro de vehículos*. Trujillo : s.n., 2019.
5. *Development of a Two Factor Authentication for Vehicle Parking Space Control based on Automatic Number Plate Recognition and Radio Frequency Identification.* **Chisowa Chazanga, Friday, Phiri, Jackson y Namukolo, Sebastian.** 1, s.l. : International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 2019, Vol. 10.
6. **LLANGA, Darío.** *Diseño de un prototipo de entorno de video vigilancia integrado Open Source utilizando cámaras integradas en vehículos*. Riobamba-Ecuador : s.n., 2022.
7. *Detection of license plates by means of a cascade classifier model based on Python language.* **NIÑO-RONDON, Carlos.** s.l. : Eco Matemático, 2021, Vol. 12(1). 1794-8231.
8. **CAPISTRAN, Oscar.** *Sistema de aprendizaje automático para detección y análisis de tráfico vehicular*. Querétaro : s.n., 2020.
9. *Systematic review on vehicular licence plate recognition framework in intelligent transport systems.* **ARAFAT, Yeasir, y otros.** s.l. : IET The Institution of Engineering and Technology, 2019, Vol. 13. 1751-956X.
10. **MOREANO, Eder y MALDONADO, Lisset.** *Control de acceso mediante reconocimiento facial*. Lima : s.n., 2019.
11. **ESTRADA, Nadia.** *Prototipo de detección y reconocimiento automático de placas de vehículos para el control de entrada y salida en puertas de posgrado de la UNPRG-2021*. Lambayeque-Perú : s.n., 2022.
12. **FERNÁNDEZ, Jhan.** *Sistema de reconocimiento de patrones con inteligencia artificial para detectar placas de vehículos requisitoriados para la Policía Nacional del Perú*. Lima-Perú : s.n., 2022.
13. **GALINDO, Doris, HUARINGA, Sandy y SAMANIEGO, Gladys.** *Reconocimiento facial para la identificación de los alumnos en exámenes finales en la modalidad presencial de la Universidad Continental – Huancayo, 2021*. Huancayo-Perú : s.n., 2021.

14. **Rincón López, Julián Andrés y Laguna Rodríguez, Cristian Alexander.** *Sistema web de registro y control vehicular por medio de autenticación biométrica con acceso móvil.* Bogotá : s.n., 2018.
15. **Cade , Metz.** *Genius Makers: The Mavericks who brought AI to Google, Facebook, and the World.* s.l. : Random House International, 2021.
16. **SZELISKI, Richard.** *Computer Vision: Algorithms and Applications.* s.l. : Springer, 2021.
17. **Bobadilla, Jesús.** *Machine Learning y Deep Learning usando Python, Scikit y Keras.* s.l. : RA-MA, 2020.
18. **Domínguez Mínguez, Tomás.** *Visión Artificial Aplicaciones prácticas con OpenCV - Python.* s.l. : Marcombo, 2021.
19. **Canny, Juan.** ieee. [En línea] 6 de noviembre de 1986. <https://ieeexplore.ieee.org/document/4767851/authors#authors>.
20. **Smith, R.** IEEE ORG. *IEEE ORG.* [En línea] 05 de NOVIEMBRE de 2007. <https://ieeexplore.ieee.org/document/4376991/authors#authors>.
21. **Cantabria, Universidad de.** Universidad de Cantabria. *Universidad de Cantabria.* [En línea] 11 de abril de 2020. https://ocw.unican.es/pluginfile.php/2451/course/section/2492/1-5_Expresiones_regulares.pdf.
22. **Schurmann, Nicolas.** *Ultimate Python: Un libro para principiantes fácil de seguir.* 2024.
23. **EBOOK.** *Aprendizaje Numpy.* 2016.
24. **SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA, Katia.** *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística.* Lima-Perú : s.n., 2018. 978-612-47351-4-1.
25. **HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar.** *Metodología de la Investigación.* s.l. : McGrawHill, 2014.
26. **ARIAS, José y COVINOS, Mitsuo.** *Diseño y metodología de la investigación.* Arequipa-Perú : s.n., 2021. 978-612-48444-2-3.
27. **CARHUANCHO, Irma, y otros.** *Metodología para la investigación holística.* 2019. 978-9942-36-316-9.
28. **CENTENO, Alba.** *Deep Learning.* Sevilla : s.n., 2019.
29. **GARCÍA, Eugenio.** *ntroducción a las redes neuronales deconvolución. Aplicación a la visión porordenador.* s.l. : Core, 2019.
30. *Raspberry Pi, connectivity and programming through GPIO ports.* **CABALLERO-JULIÁN, Franco, y otros.** 14, s.l. : Revista de Ingeniería Innovativa, 2020, Vol. 4.

31. **AOKI, Osamu.** *Debian*. 2024.
32. *Reconocimiento de objetos a través de la metodología Haar Cascades.* **JEREMÍAS, Ezequiel.** s.l. : Radi, 2020. 2314-0925.
33. **SUÁREZ, Mario.** *Interaprendizaje de estadística básica*. Ibarra-Ecuador : s.n., 2018. 978-9942-35-255-2 .
34. *Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen.* **Hernández González, O.** 3, s.l. : Revista Cubana de Medicina General Integral, 2021, Revista Cubana de Medicina General Integral, Vol. 37, pág. 3.

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables

Tipo de Variable	Nombre de la Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala	Instrumento
Variable dependiente	Registro de ingreso y salida de vehículos	Registro administrativo digital donde se consignan los vehículos que ingresan y salen, junto con datos como placa, hora, estado de reconocimiento y duración.	Agilidad operativa	Tiempo promedio de registro	Razón (segundos)	Logs del sistema
				Tiempo promedio de búsqueda de información	Razón (segundos)	Logs del sistema
Variable Independiente	Sistema de reconocimiento de placas vehiculares	Es un sistema capaz de detectar, y reproducir digitalmente los caracteres de la placa de un vehículo por medio de captura de video (5).	Eficiencia funcional (perceptiva)	Fiabilidad	Ordinal (Likert 1–5) 1=Totalmente en desacuerdo 2=En desacuerdo 3=Neutral 4=De acuerdo 5=Totalmente de acuerdo	Encuesta
				Usabilidad		Encuesta
			Eficiencia funcional (técnica)	Porcentaje de escaneo	Razón (%)	Logs del sistema

Anexo 2: Matriz de Consistencia

TITULO: Sistema de reconocimiento de placas vehiculares para mejorar el registro de ingreso y salida de vehículos en la UNAMAD, 2024.

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables		Indicadores y Metodología	
¿En qué medida, un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye en el registro de ingreso y salida de vehículos en la UNAMAD, 2024?	Determinar la influencia de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares en el registro de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD.	La implementación de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye significativamente en el registro de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024	Variable Dependiente Registro de ingreso y salida de vehículos (14)	Variable dependiente Indicadores -Tiempo promedio de registros de vehículos (pre y post). -Tiempo promedio de búsqueda de información. Escala de valores Razón(segundos)	Tipo de Investigación: Investigación aplicada. Diseño de Investigación: Pre-experimental Unidad de análisis:	
Problemas específicos 1. ¿En qué medida un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye en reducir el tiempo de registros de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024?	Objetivos específicos 1. Determinar la influencia de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares para reducir el tiempo de registros de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024	Hipótesis específicas He1: La implementación de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye significativamente en reducir el tiempo de registros de ingreso y	Variable Independiente Sistema de reconocimiento de placas vehiculares (5).	Variable Independiente Indicadores Fiabilidad Usabilidad	Proceso de registro de ingreso y salida de	

2. ¿En qué medida un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye en reducir el tiempo de búsqueda de información de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024?	2. Determinar la influencia de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares para reducir el tiempo de búsqueda de información de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024.	salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024 He2: La implementación de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares influye significativamente en reducir el tiempo de búsqueda de información de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD, 2024	Dimensiones Eficiencia funcional (perceptiva y técnica)	Porcentaje de escaneo Escala de valores Escala Ordinal (Likert 1–5) Razón (%)	vehículos en la UNAMAD, antes y después
--	---	--	--	--	---

Anexo 3: Instrumento



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS
INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

"Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú"

ANEXO 3: Instrumentos.

La presente encuesta está dirigida al personal docente, administrativo y estudiantes que tienen algún vínculo con la universidad nacional amazónica de madre de dios (UNAMAD) y que cuenten con algún vehículo menor de transporte. Las respuestas serán anónimas, razón por la cual pedimos contestar con sinceridad desde ya agradecemos mucho su colaboración.

Cuestionario: Evaluar qué tan fácil y agradable resulta para el usuario interactuar con el sistema.

Indicador 1: Usabilidad

1. ¿Considera que el sistema es fácil de aprender a usar?
 - a. Totalmente de acuerdo.
 - b. De acuerdo
 - c. Neutral
 - d. En desacuerdo
 - e. Totalmente en desacuerdo
2. ¿El diseño de la interfaz le resulta claro y comprensible?
 - a. totalmente de acuerdo.
 - b. De acuerdo
 - c. Neutral
 - d. En desacuerdo
 - e. Totalmente en desacuerdo
3. ¿Pudo realizar las tareas deseadas sin necesidad de ayuda externa?
 - a. Totalmente de acuerdo.
 - b. De acuerdo
 - c. Neutral
 - d. En desacuerdo
 - e. Totalmente en desacuerdo
4. ¿Le resulta agradable el uso general del sistema?
 - a. Totalmente de acuerdo.
 - b. De acuerdo
 - c. Neutral
 - d. En desacuerdo
 - e. Totalmente en desacuerdo
5. ¿Considera que el tiempo requerido para registrar un vehículo es corto?
 - a. Totalmente de acuerdo.
 - b. De acuerdo
 - c. Neutral
 - d. En desacuerdo
 - e. Totalmente en desacuerdo



Indicador 2: Fiabilidad

1. ¿El sistema reconoce correctamente las placas sin errores la mayor parte del tiempo?
 - a. Totalmente de acuerdo.
 - b. De acuerdo
 - c. Neutral
 - d. En desacuerdo
 - e. Totalmente en desacuerdo
2. ¿Ha experimentado fallos al utilizar el sistema (errores, bloqueos, reinicios)?
 - a. Totalmente de acuerdo.
 - b. De acuerdo
 - c. Neutral
 - d. En desacuerdo
 - e. Totalmente en desacuerdo
3. ¿Considera que el sistema responde adecuadamente ante errores inesperados?
 - a. Totalmente de acuerdo.
 - b. De acuerdo
 - c. Neutral
 - d. En desacuerdo
 - e. Totalmente en desacuerdo
4. ¿El sistema guarda correctamente los registros de entrada y salida?
 - a. Totalmente de acuerdo.
 - b. De acuerdo
 - c. Neutral
 - d. En desacuerdo
 - e. Totalmente en desacuerdo
5. ¿Confía en que el sistema no perderá la información registrada?
 - a. Totalmente de acuerdo.
 - b. De acuerdo
 - c. Neutral
 - d. En desacuerdo
 - e. Totalmente en desacuerdo

Anexo 4: Solicitud de autorización para realizar el estudio



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
DE SISTEMAS E INFORMÁTICA



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

Puerto Maldonado, diciembre del 2024.

Sr. Rector de la UNAMAD.

Ciudad. -

**ASUNTO: SOLICITO AUTORIZACION PARA APLICACIÓN DE INSTRUMENTO
DE INVESTIGACIÓN.**

Por medio del presente, tengo a bien expresarle mi cordial saludo, a la vez solicitarle la autorización para la realización del trabajo de investigación intitulado: "SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE PLACAS VEHICULARES PARA MEJORAR EL REGISTRO DE INGRESO Y SALIDA DE VEHÍCULOS EN LA UNAMAD, 2024"

El mismo que, consiste en aplicar un instrumento tipo cuestionario a los trabajadores de seguridad de la UNAMAD, dignamente dirige. Todo con el objetivo de Determinar la influencia de un sistema de reconocimiento de placas vehiculares en el registro de ingreso y salida de los vehículos en la UNAMAD; y, al finalizar el estudio darle a conocer los resultados con las conclusiones y sugerencias para mantener y/o mejorar la seguridad de vehículos dentro de la Universidad.

Segura de contar con su aprobación, me suscribimos de Ud.

Dios, lo bendiga en todas las áreas de su vida.

Atentamente;

Bach. PUMA LLAVILLA
Erick Sebastian

Bach. GALVEZ ROCCA
Yonathan Yoel

Anexo 5: Solicitud de validación de instrumento



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
DE SISTEMAS E INFORMÁTICA



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

Puerto Maldonado, diciembre del 2024.

SEÑOR

Presente:

ASUNTO: Solicito validación de instrumento de investigación.

Me es grato dirigirme, a Usted para expresarle mi cordial saludo; y, a la vez manifestarle que vengo trabajando el perfil del proyecto de investigación intitulado, "Sistema de reconocimiento de placas vehiculares para mejorar el registro de ingreso y salida de vehículos en la UNAMAD, 2024" Para lo cual ha sido necesario el diseño de un cuestionario para las variables de estudio. y conocedor de su gran capacidad en el campo de la investigación acudo dignamente a su persona para solicitarle la validación de este instrumento; y, lograr de este modo el objetivo del estudio.

Agradeciendo por anticipado su valiosa colaboración es propicia la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

.....
Bach. PUMA LLAVILLA
Erick Sebastian

.....
Bach. GALVEZ ROCCA
Yonathan Yoel

Puerto Maldonado, del 2024.

CARTA N° 01-2024/PLES/GRYY

SEÑOR:

Dr. Guido Raúl Larico Uchamaco

Presente. -

ASUNTO : Solicito opinión para validación de instrumentos de investigación.

Mediante la presente me dirijo a Ud., para saludarle cordialmente y a la vez manifestarle que, en condición de egresado de la Carrera Profesional de Ingeniería de sistemas e Informática de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, venimos realizando la tesis, cuyo título es:

"Sistema de reconocimiento de placas vehiculares para mejorar el registro de ingreso y salida de vehículos en la UNAMAD, 2024"

Por tal razón, requiero de sus conocimientos y experiencia en el campo de la investigación de mi tesis para solicitarle su opinión profesional respecto a la estructura y validez de los instrumentos que adjunto al presente:

- ❖ Validación de instrumentos de investigación
- ❖ Matriz de consistencia de la investigación
- ❖ Instrumentos

Agradecimiento anticipado por su aceptación a la presente, quedando de Ud. Muy reconocido.

Atentamente,



Bach. PUMA LLAVILLA
Erick Sebastian



Bach. GALVEZ ROCCA
Yonathan Yoel

Puerto Maldonado, del 2024.

CARTA N° 02-2024/PLES/GRYY

SEÑOR:

Dr. Wilian Quispe Layme

Presente. -

ASUNTO : Solicito opinión para validación de instrumentos de investigación.

Mediante la presente me dirijo a Ud., para saludarle cordialmente y a la vez manifestarle que, en condición de egresado de la Carrera Profesional de Ingeniería de sistemas e Informática de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, venimos realizando la tesis, cuyo título es:

“Sistema de reconocimiento de placas vehiculares para mejorar el registro de ingreso y salida de vehículos en la UNAMAD, 2024”

Por tal razón, requiero de sus conocimientos y experiencia en el campo de la investigación de mi tesis para solicitarle su opinión profesional respecto a la estructura y validez de los instrumentos que adjunto al presente:

- ❖ Validación de instrumentos de investigación
- ❖ Matriz de consistencia de la investigación
- ❖ Instrumentos

Agradecimiento anticipado por su aceptación a la presente, quedando de Ud. Muy reconocido.

Atentamente,



Bach. PUMA LLAVILLA
Erick Sebastian



Bach. GALVEZ ROCCA
Yonathan Yoel

Anexo 6: Ficha de validación

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

I. DATOS GENERALES

Título del trabajo de la investigación:

"SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE PLACAS VEHICULARES PARA MEJORAR EL REGISTRO DE INGRESO Y SALIDA DE VEHÍCULOS EN LA UNAMAD, 2024"

Nombre del instrumento: Cuestionario sobre Sistema de reconocimiento de placas vehiculares para mejorar el registro de ingreso y salida de vehículos en la UNAMAD, 2024.

Investigador: Bach. PUMA LLAVILLA, Erick Sebastian
Bach. GALVEZ ROCCA Yonathan Yoel

II. DATOS DEL EXPERTO

Nombres y Apellidos : **Wilian Quispe Layme**

Grado académico : **Doctor**

Universidad : **Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle**

Lugar y fecha : **01 de diciembre 2024.**

III. OBSERVACIONES EN CUANTO A:

1. FORMA (Ortografía, coherencia, lingüística, redacción)

Procede.....

2. CONTENIDO (Coherencia en torno al instrumento. Si el indicador corresponde a los ítems y dimensiones)

Aplicable.....

3. ESTRUCTURA (Profundidad de los ítems)

Aplicable.....

IV. APOORTE Y/O SUGERENCIAS

Aplicable.....

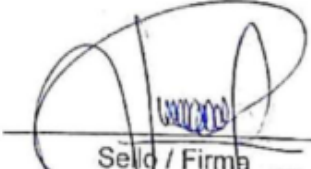
V. OPINIÓN DE LA APLICABILIDAD:

Procede su aplicación

☒

Debe corregirse

☐


Sello / Firma
Dr. Wilian QUISPE LAYME
DNI: 43378537

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

I. DATOS GENERALES

Título del trabajo de la investigación:

“SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE PLACAS VEHICULARES PARA MEJORAR EL REGISTRO DE INGRESO Y SALIDA DE VEHÍCULOS EN LA UNAMAD, 2024”

Nombre del instrumento: Cuestionario sobre Sistema de reconocimiento de placas vehiculares para mejorar el registro de ingreso y salida de vehículos en la UNAMAD, 2024.

Investigador: Bach. PUMA LLAVILLA, Erick Sebastian
Bach. GALVEZ ROCCA Yonathan Yoel

II. DATOS DEL EXPERTO

Nombres y Apellidos : *Guido Raúl Larico Uchamaco*

Grado académico : *Doctor*

Universidad : *Universidad Nacional Federico Villareal*

Lugar y fecha : *01 de diciembre 2024.*

III. OBSERVACIONES EN CUANTO A:

4. FORMA (Ortografía, coherencia, lingüística, redacción)

Procede.....

5. CONTENIDO (Coherencia en torno al instrumento. Si el indicador corresponde a los ítems y dimensiones)

Aplicable.....

6. ESTRUCTURA (Profundidad de los ítems)

Aplicable.....

IV. APORTE Y/O SUGERENCIAS

Aplicable.....

V. OPINIÓN DE LA APLICABILIDAD:

Procede su aplicación

☒

Debe corregirse

☐

Sello / Firma
Dr. Guido Raul Larico Uchamaco

