

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE**  
**INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD UTILIZANDO IOT PARA  
LA PROTECCION DE VEHICULOS”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN  
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**AUTOR:**

**MG. HERBERT JUNIOR GRADOS ESPINOZA**

**ASESOR:**

**DR. FERNANDO MENDOZA APAZA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA**

**Callao, 2024**

**PERÚ**

# INFORME FINAL DE TESIS DOCTORAL - DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD UTILIZANDO IOT PARA LA PROTECCION DE VEHICULOS



**Nombre del documento:** INFORME FINAL DE TESIS DOCTORAL - DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD UTILIZANDO IOT PARA LA PROTECCION DE VEHICULOS.docx  
**ID del documento:** a8416527bb77a7b376d2450c0ac4bee0defa5262  
**Tamaño del documento original:** 6,14 MB

**Depositante:** FIEE PREGRADO UNIDAD DE INVESTIGACION  
**Fecha de depósito:** 5/4/2024  
**Tipo de carga:** interface  
**fecha de fin de análisis:** 5/4/2024

**Número de palabras:** 19.458  
**Número de caracteres:** 130.638

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes de similitudes

### Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/11537/24678/2/Espinoza Landa, José.pdf 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (97 palabras)
2	<b>Documento de otro usuario</b> #1f668b El documento proviene de otro grupo 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
3	<b>repositorio.uwiener.edu.pe</b> https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13053/4481/T061_70798213_S.pdf?seq... 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (67 palabras)
4	<b>repository.udistrital.edu.co</b> http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/2750/1/GuzmánRuizMichaelLeandro2016.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (72 palabras)
5	<b>1library.co</b>   Desarrollo de un Sistema de Seguridad para Automóviles con IOT y S... https://1library.co/document/qo3834jq-desarrollo-sistema-seguridad-automoviles-iot-smartphone.h...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (63 palabras)

### Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>Documento de otro usuario</b> #5e33b4 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
2	<b>www.tesisdelperu.com</b>   Control de acceso vehicular de estacionamientos privado... https://www.tesisdelperu.com/control-de-acceso-vehicular-de-estacionamientos-privados-mediante...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
3	<b>repositorio.unac.edu.pe</b> https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/8371/TESIS MAESTRIA - RICHARD S...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)
4	<b>repositorio.uwiener.edu.pe</b> https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/20.500.13053/4481/T061_70798213_S.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)
5	<b>Documento de otro usuario</b> #0c9229 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (16 palabras)

### Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1	https://www.internetsociety.org/es/resources/doc/2015/iot-overview/
2	https://www.monolitic.com/tecnologias-de-geolocalizacion-de-altas-prestaciones-para-entornos-urbanos/
3	https://www.interpol.int/es/Delitos/Delinuencia-relacionada-con-los-vehiculos/Lucha-contra-la-delinuencia-relacionada-con-los-vehiculos
4	https://www.todoriesgo.com.ar/robo-autos-pandemia/
5	https://www.motorterra.com/informe-de-robos-vehiculares-en-ecuador/

## **INFORMACIÓN BÁSICA**

**FACULTAD:** INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:** UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**TÍTULO:** “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD UTILIZANDO IOT PARA LA PROTECCION DE VEHICULOS”

**AUTOR / CÓDIGO ORCID / DNI:**

**NOMBRES Y APELLIDOS:** HERBERT JUNIOR GRADOS ESPINOZA

**ORCID:** 0000-0002-7047-9382

**DNI:** 45444732

**ASESOR / CÓDIGO ORCID / DNI:**

**NOMBRES Y APELLIDOS:** FERNANDO MENDOZA APAZA

**ORCID:** 0000-0001-7981-8291

**DNI:** 10363032

**LUGAR DE EJECUCIÓN:** CIUDAD DE LIMA METROPOLITANA, PERÚ

**UNIDAD DE ANÁLISIS:** 30 VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CATEGORÍA SEDAN

**TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:** APLICATIVA / CUANTITATIVO / EXPERIMENTAL

**TEMA OCDE:**

2.00.00 - INGENIERÍA, TECNOLOGÍA

2.02.00 - INGENIERÍA ELÉCTRICA, INGENIERÍA ELECTRÓNICA

2.02.04 - INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMUNICACIONES



ACTA N° 015 - 2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

Siendo las 16:00 horas del día 23 de septiembre del año 2024, se reunieron en el Aula de Sustentación de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, el Jurado de Sustentación del Trabajo de Tesis para la obtención el grado académico de **DOCTOR EN INGENIERÍA ELÉCTRICA**, conformado por:

Dr. CESAR AUGUSTO RODRIGUEZ ABURTO	:	PRESIDENTE
Dr. NICANOR RAUL BENITES SARAVIA	:	SECRETARIO
Dr. JORGE ALBERTO MONTAÑO PISFIL	:	MIEMBRO
Dr. ADAN ALMIRCAR TEJADA CABANILLAS	:	MIEMBRO

Con la finalidad de evaluar la sustentación del trabajo de tesis titulada "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD UTILIZANDO IOT PARA LA PROTECCION DE VEHICULOS" presentado por:

Don (ña):

**Mg. GRADOS ESPINOZA HERBERT JUNIOR**

Acto seguido se procedió a la Sustentación del Trabajo de Tesis, con el fin de optar el grado académico de **DOCTOR EN INGENIERÍA ELÉCTRICA** Luego de la exposición, los miembros del Jurado evaluador formularon las respectivas preguntas, las mismas que fueron absueltas.

Terminada la sustentación, el Jurado Evaluador luego de deliberar, acuerda: A PROBARLO con la escala de calificación cualitativa BUENO, y calificación cuantitativa QUINCE (15) el presente **TRABAJO DE TESIS**, conforme a lo dispuesto en el Art. 124° del Reglamento de Estudios de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021-CU del 30 de junio de 2021. Se eleva la presente acta a la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Callao, a fin de que se declare APTO para conferir el grado académico de **DOCTOR EN INGENIERÍA ELÉCTRICA**

Se extiende el Acta, a las 17:00 hrs del mismo día.

Bellavista, 23 de septiembre del 2024

  
.....  
Dr. CESAR AUGUSTO RODRIGUEZ ABURTO  
PRESIDENTE

  
.....  
Dr. NICANOR RAUL BENITES SARAVIA  
SECRETARIO

  
.....  
Dr. JORGE ALBERTO MONTAÑO PISFIL  
MIEMBRO

  
.....  
Mg. ADAN ALMIRCAR TEJADA CABANILLAS  
MIEMBRO

## HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

**PRESIDENTE** : Dr. César Augusto Rodríguez Aburto

**SECRETARIO** : Dr. Nicanor Raúl Benites Saravia

**MIEMBRO** : Dr. Jorge Alberto Montaña Pisfil

**MIEMBRO** : Dr. Adan Almicar Tejada Cabanillas

**ASESOR** : Dr. Fernando Mendoza Apaza

**N° LIBRO** : 01

**FOLIO** : 151

**ACTA** : 015-2024

 1

## **DEDICATORIA.**

A mi familia y amigos, por su comprensión, paciencia y motivación durante este arduo proceso. Sus palabras de aliento y ánimo fueron la luz en los momentos de dificultad.

A mis profesores y mentores, cuya sabiduría, orientación y dedicación han sido fundamentales para mi crecimiento académico y personal. Su conocimiento y consejos han sido invaluable.

A todas las personas que han contribuido de alguna manera a este trabajo, aportando su tiempo, conocimientos y experiencias, les estoy profundamente agradecido.

Este logro es el resultado del esfuerzo colectivo de quienes creyeron en mí y me brindaron su apoyo incondicional. A cada uno de ustedes, mi más sincero agradecimiento

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized first name followed by a more complex surname or set of initials.

# ÍNDICE

INDICE DE TABLAS .....	3
INDICE DE FIGURAS .....	5
RESUMEN.....	7
ABSTRACT .....	9
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>15</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	15
1.2. Formulación del problema .....	19
1.2.1. Problema General .....	19
1.2.2. Problemas Específicos .....	19
1.3. Objetivos .....	19
1.3.1. Objetivo General.....	19
1.3.2. Objetivos Específicos.....	19
1.4. Justificación .....	20
1.4.1. Teórica .....	20
1.4.2. Tecnológica .....	20
1.4.3. Económica.....	21
1.4.4. Social .....	21
1.5. Delimitantes de la investigación .....	21
1.5.1. Teórica .....	21
1.5.2. Temporal .....	22
1.5.3. Espacial.....	22
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>23</b>
2.1. Antecedentes: Internacional y nacional .....	23

 1

2.1.1. Internacionales .....	23
2.1.2. Nacionales.....	25
2.2. Bases Teóricas .....	28
2.3. Marco Conceptual .....	35
2.4. Definición de términos básicos .....	60
<b>III. HIPÓTESIS Y VARIABLES .....</b>	<b>61</b>
3.1. Hipótesis.....	61
3.1.1. Operacionalización de variable.....	62
<b>IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO .....</b>	<b>59</b>
4.1. Diseño Metodológico .....	59
4.2. Método de investigación .....	60
4.3. Población y muestra .....	61
4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado .....	61
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	61
4.6. Análisis y procesamiento de datos .....	62
4.7. Aspectos Éticos en Investigación.....	64
<b>V. RESULTADOS .....</b>	<b>65</b>
5.1. Resultados descriptivos .....	65
5.2. Resultados Inferenciales.....	86
<b>VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>91</b>
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados .....	91
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares.....	97
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.....	100
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>101</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>102</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>111</b>

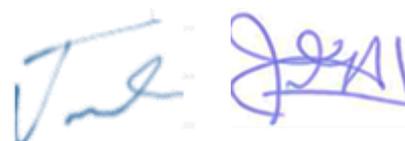


## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos funcionales del aplicativo web .....	56
Tabla 2. Requisitos no funcionales del aplicativo web .....	57
Tabla 3. Operacionalización de las variables .....	56
Tabla 4. Resultado de la calificación del instrumento por juicio de expertos ...	64
Tabla 5. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 1 del Cuestionario.....	65
Tabla 6. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 2 del Cuestionario.....	66
Tabla 7. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 3 del Cuestionario.....	67
Tabla 8. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 4 del Cuestionario.....	68
Tabla 9. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 5 del Cuestionario.....	69
Tabla 10. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 6 del Cuestionario.....	70
Tabla 11. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 7 del Cuestionario.....	71
Tabla 12. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 8 del Cuestionario.....	72
Tabla 13. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 9 del Cuestionario.....	73
Tabla 14. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 10 del Cuestionario.....	74
Tabla 15. Registros de pruebas al sensor de reconocimiento facial .....	75
Tabla 16. Resultados de las situaciones de la prueba de reconocimiento facial .....	77
Tabla 17. Resultados del Grado de reconocimiento facial .....	77
Tabla 18. Registros de pruebas al sensor de ultrasonido .....	79
Tabla 19. Resultados de las situaciones de la prueba de ultrasonido.....	80
Tabla 20. Registros de pruebas al sensor de movimiento .....	81



Tabla 21. Resultados de las situaciones de la prueba del sensor de movimiento .....	82
Tabla 22. Registros de pruebas al sensor de vibración .....	83
Tabla 23. Resultados de las situaciones de la prueba del sensor vibración ....	84
Tabla 24. Resultados de las pruebas del sensor de GPS.....	85
Tabla 25. Tabla para la prueba de Normalidad del indicador de reconocimiento facial.....	86
Tabla 26. Tabla para la prueba de Normalidad del indicador del sensor de ultrasonido .....	87
Tabla 27. Tabla para la prueba de Normalidad del indicador del sensor de movimiento.....	88
Tabla 28. Tabla para la prueba de Normalidad del indicador del sensor de vibración.....	89
Tabla 29. Tabla para la prueba de Normalidad del indicador del sensor de GPS .....	90
Tabla 30. Conclusiones sobre la prueba del sensor de reconocimiento facial .	91
Tabla 31. Prueba de Hipótesis para el indicador del sensor de reconocimiento facial.....	92
Tabla 32. Prueba de Hipótesis para el indicador del sensor de ultrasonido.....	93
Tabla 33. Prueba de Hipótesis para el indicador del sensor movimiento.....	94
Tabla 34. Prueba de Hipótesis para el indicador del sensor vibración.....	95
Tabla 35. Prueba de Hipótesis para el indicador del sensor GPS.....	96



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Autos más robados en el año 2019 .....	17
Figura 2. Diagrama de bloques funcionales .....	35
Figura 3. Aplicación fotoeléctrica típica.....	36
Figura 4: Diagrama de bloques de la placa Raspberry PI.....	37
Figura 5. Raspberry Pi Camera.....	38
Figura 6: Sensor de Movimiento .....	41
Figura 7. El sensor HC-SR04.....	42
Figura 8. Sensor de Vibración 801S .....	43
Figura 9. Módulo NEO-6M GPS.....	44
Figura 10. Diagrama Esquemático de la red de sensores .....	45
Figura 11. Vista Bottom del PCB PROTEUS .....	46
Figura 12. Vista Top del PCB PROTEUS .....	46
Figura 13. Visualización 3D .....	47
Figura 15. Envío de Datos con el Curl.....	49
Figura 14. Reconocimiento Facial del Sistema de Seguridad.....	55
Figura 16. Tabla Usuario.....	58
Figura 17. Tabla Sensores.....	58
Figura 18. Prototipo de Inicio de Sesión .....	59
Figura 19. Prototipo de Reporte de Sensores.....	59
Figura 20. Prototipo de Menú del Usuario.....	60
Figura 21. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 1 del Cuestionario.....	65
Figura 22. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 2 del Cuestionario.....	66
Figura 23. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 3 del Cuestionario.....	67
Figura 24. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 4 del Cuestionario.....	68
Figura 25. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 5 del Cuestionario.....	69

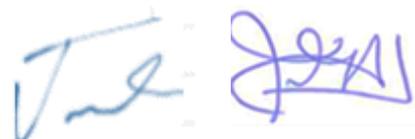


Figura 26. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 6 del Cuestionario.....	70
Figura 27. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 7 del Cuestionario.....	71
Figura 28. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 8 del Cuestionario.....	72
Figura 29. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 9 del Cuestionario.....	73
Figura 30. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 10 del Cuestionario.....	74
Figura 31. Distribución de puntajes sobre el Grado de Reconocimiento Facial	78
Figura 32. Distribución de puntajes sobre la eficiencia del sensor de ultrasonido .....	80
Figura 33. Distribución de puntajes sobre la eficiencia del sensor de movimiento .....	82
Figura 34. Distribución de puntajes sobre la eficiencia del sensor vibración ...	84
Figura 35. Distribución de puntajes sobre la eficiencia del sensor GPS .....	85
Figura 36. Histograma del indicador de la prueba del sensor de reconocimiento facial.....	86
Figura 37. Histograma del indicador de la prueba del sensor de ultrasonido...	87
Figura 38. Histograma del indicador de la prueba del sensor movimiento .....	88
Figura 39. Histograma del indicador de la prueba del sensor vibración.....	89
Figura 40. Histograma del indicador de la prueba del sensor de GPS.....	90

## RESUMEN

El Internet de las Cosas (IoT) representa una evolución de Internet que integra el contenido digital y los objetos cotidianos mediante la recopilación de los datos de los sensores [1]. Los sistemas de seguridad son fundamentales para prevenir delitos, mantener la rutina diaria en orden, identificar riesgos y notificar automáticamente a las autoridades correspondientes [2]. Por ello, al integrarlos con el Internet de las Cosas (IoT), se mejora el monitoreo de vehículos y su seguridad [3].

El presente trabajo de tesis se enfoca en el desarrollo e implementación de un sistema de seguridad vehicular innovador basado en una combinación de sensores de movimiento, vibración, ultrasonido, GPS y reconocimiento facial.

Los coches conectados mejoran la seguridad y la experiencia al volante al estar integrados con el Internet de las Cosas (IoT), ya que utilizan sistemas de comunicación automática para enviar alertas en caso de accidente, agilizando la respuesta de los servicios de emergencia [4].

El objetivo principal es proporcionar alertas en tiempo real a los usuarios y registrar estas alertas en una aplicación web, con el fin de mejorar la seguridad y la prevención de incidentes en vehículos.

Se llevó a cabo una meticulosa selección de sensores de alta precisión y calidad para garantizar la detección confiable de eventos relacionados con la seguridad vehicular. Estos sensores fueron calibrados y probados rigurosamente para minimizar las falsas alarmas y maximizar la eficiencia en la detección.

Además, se desarrollaron algoritmos de procesamiento de datos para analizar y discernir eventos críticos, permitiendo la generación oportuna de alertas en situaciones de riesgo. La integración ética y precisa del reconocimiento facial se logró a través de algoritmos confiables que identifican a los usuarios autorizados del vehículo.

Se implementó un sistema de geolocalización, herramienta que permite determinar la posición de un objeto por las coordenadas del dispositivo [5]. Se empleó un sensor GPS en el proyecto para obtener una evaluación precisa,



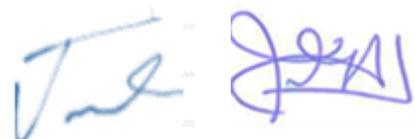
garantizando que las alertas enviadas por correo electrónico incluyan información detallada sobre la ubicación.

La aplicación web desarrollada ofrece una interfaz intuitiva para visualizar y gestionar todas las alertas generadas por los sensores, garantizando un registro detallado de cada evento, incluyendo fecha, hora, ubicación y tipo de alerta.

Se realizó una investigación aplicada, con un diseño experimental y se llevó a cabo la realización pruebas de los sensores con el aplicativo web. Los resultados obtenidos destacan una precisión notable en el reconocimiento facial (87.2%) y la eficiencia consistente del sensor de movimiento (90.6%) en distintos entornos. El sensor de ultrasonido obtuvo una eficiencia del 72.7% en la detección de obstáculos, mientras que el sensor de vibración alcanzó un rendimiento del 84.0% en la detección de distintas vibraciones. El sensor GPS mostró una precisión del 87.4% en la localización en tiempo real.

Los datos de los cuestionarios refuerzan la percepción positiva de la funcionalidad del sistema, concluyendo en su confiabilidad y mejora en la seguridad vehicular mediante IoT, demostrando así la efectividad del sistema en la detección precisa de eventos relevantes, demostrando su capacidad para proporcionar alertas oportunas y confiables a los usuarios. Las conclusiones derivadas de este trabajo resaltan la importancia y viabilidad de la implementación de sistemas de seguridad vehicular integrales basadas en sensores y reconocimiento facial, con posibles recomendaciones para futuras mejoras y desarrollos en el campo.

**Palabras claves:** Seguridad Vehicular, Internet de las cosas (IoT), Sistema embebido, Raspberri PI, Aplicación web, Reconocimiento facial, Sensor de movimiento, Sensor de vibración, Sensor de ultrasonido, Geolocalización, Alertas en tiempo real.



## ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) represents an evolution of the Internet that integrates digital content and everyday objects by collecting sensor data [1]. Security systems are essential to prevent crimes, keep daily routine in order, identify risks and automatically notify the relevant authorities [2]. Therefore, by integrating them with the Internet of Things (IoT), vehicle monitoring and their security are improved [3].

This thesis focuses on the development and implementation of an innovative vehicle security system based on a combination of motion, vibration, ultrasound, GPS and facial recognition sensors.

Connected cars improve safety and the driving experience by being integrated with the Internet of Things (IoT), as they use automatic communication systems to send alerts in the event of an accident, speeding up the response of emergency services [4].

The main objective is to provide real-time alerts to users and record these alerts in a web application, in order to improve safety and prevention of incidents in vehicles.

A meticulous selection of high-precision and high-quality sensors was carried out to ensure reliable detection of events related to vehicle safety. These sensors were rigorously calibrated and tested to minimize false alarms and maximize detection efficiency.

In addition, data processing algorithms were developed to analyze and discern critical events, allowing the timely generation of alerts in risk situations. The ethical and accurate integration of facial recognition was achieved through trusted algorithms that identify authorized users of the vehicle.

A geolocation system was implemented, a tool that allows determining the position of an object by the coordinates of the device [5]. A GPS sensor was used in the project for accurate assessment, ensuring that email alerts included detailed location information.



The developed web application offers an intuitive interface to view and manage all the alerts generated by the sensors, guaranteeing a detailed record of each event, including date, time, location and type of alert.

An applicative research was carried out, with an experimental design and testing of the sensors was carried out with the web application. The results obtained highlight a remarkable accuracy in facial recognition (87.2%) and the consistent efficiency of the motion sensor (90.6%) in different environments. The ultrasound sensor obtained an efficiency of 72.7% in detecting obstacles, while the vibration sensor achieved a performance of 84.0% in detecting different vibrations. The GPS sensor showed an accuracy of 87.4% in real-time location.

The data from the questionnaires reinforce the positive perception of the system's functionality, concluding in its reliability and improvement in vehicle safety through IoT, thus demonstrating the effectiveness of the system in the accurate detection of relevant events, demonstrating its ability to provide timely alerts and trustworthy to users. The conclusions derived from this work highlight the importance and feasibility of the implementation of comprehensive vehicle safety systems based on sensors and facial recognition, with possible recommendations for future improvements and developments in the field.

**Keywords:** Vehicle Safety, Internet of things (IoT), Embedded system, Raspberri PI, Web application, Facial recognition, Motion sensor, Vibration sensor, Ultrasonic sensor, Geolocation, Real-time alerts.



## RIASSUNTO

L'Internet delle Cose (IoT) rappresenta un'evoluzione di Internet che integra il contenuto digitale con gli oggetti di uso quotidiano tramite la raccolta di dati dai sensori [1]. I sistemi di sicurezza sono fondamentali per prevenire crimini, mantenere l'ordine della routine quotidiana, identificare i rischi e notificare automaticamente le autorità competenti [2]. Per questo motivo, integrandoli con l'Internet delle Cose (IoT), si migliora il monitoraggio e la sicurezza dei veicoli [3].

Il presente lavoro di tesi si concentra sullo sviluppo e l'implementazione di un sistema di sicurezza veicolare innovativo basato su una combinazione di sensori di movimento, vibrazione, ultrasuoni, GPS e riconoscimento facciale.

Le auto connesse migliorano la sicurezza e l'esperienza alla guida grazie all'integrazione con l'Internet delle Cose (IoT), poiché utilizzano sistemi di comunicazione automatica per inviare avvisi in caso di incidente, accelerando la risposta dei servizi di emergenza [4].

L'obiettivo principale è fornire avvisi in tempo reale agli utenti e registrare tali avvisi in un'applicazione web, al fine di migliorare la sicurezza e la prevenzione di incidenti nei veicoli.

È stata effettuata un'attenta selezione di sensori di alta precisione e qualità per garantire un'affidabile rilevazione di eventi relativi alla sicurezza veicolare. Questi sensori sono stati calibrati e testati rigorosamente per minimizzare i falsi allarmi e massimizzare l'efficienza nel rilevamento.

Inoltre, sono stati sviluppati algoritmi di elaborazione dei dati per analizzare e distinguere eventi critici, consentendo la generazione tempestiva di avvisi in situazioni di rischio. L'integrazione etica e accurata del riconoscimento facciale è stata ottenuta tramite algoritmi affidabili che identificano gli utenti autorizzati del veicolo.

È stato implementato un sistema di geolocalizzazione, uno strumento che consente di determinare la posizione di un oggetto tramite le coordinate del dispositivo [5]. Un sensore GPS è stato impiegato nel progetto per ottenere una



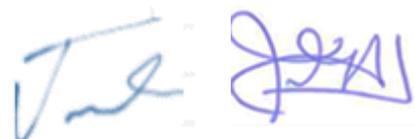
valutazione precisa, garantendo che gli avvisi inviati via email includano informazioni dettagliate sulla posizione.

L'applicazione web sviluppata offre un'interfaccia intuitiva per visualizzare e gestire tutti gli avvisi generati dai sensori, garantendo una registrazione dettagliata di ogni evento, inclusi data, ora, posizione e tipo di avviso.

È stata condotta una ricerca applicativa, con un design sperimentale, e sono stati eseguiti test sui sensori con l'applicativo web. I risultati ottenuti evidenziano una notevole precisione nel riconoscimento facciale (87,2%) e un'efficienza costante del sensore di movimento (90,6%) in diversi ambienti. Il sensore a ultrasuoni ha raggiunto un'efficienza del 72,7% nella rilevazione di ostacoli, mentre il sensore di vibrazione ha raggiunto una performance dell'84,0% nella rilevazione di diverse vibrazioni. Il sensore GPS ha mostrato una precisione dell'87,4% nella localizzazione in tempo reale.

I dati dei questionari rafforzano la percezione positiva della funzionalità del sistema, concludendo per la sua affidabilità e il miglioramento della sicurezza veicolare tramite IoT, dimostrando così l'efficacia del sistema nel rilevare con precisione eventi rilevanti e la sua capacità di fornire avvisi tempestivi e affidabili agli utenti. Le conclusioni derivate da questo lavoro sottolineano l'importanza e la fattibilità dell'implementazione di sistemi di sicurezza veicolare integrati basati su sensori e riconoscimento facciale, con possibili raccomandazioni per futuri miglioramenti e sviluppi nel campo.

**Parole chiave:** Sicurezza Veicolare, Internet delle Cose (IoT), Sistema Embedded, Raspberry PI, Applicazione web, Riconoscimento facciale, Sensore di movimento, Sensore di



## INTRODUCCIÓN

La presente investigación tuvo como propósito desarrollar una aplicación web que utilizara el Internet de las Cosas (IoT) para detectar y alertar a los usuarios sobre cualquier irregularidad en el estado de sus automóviles.

Para alcanzar este objetivo, se estructuró un plan de trabajo en fases definidas. En primera instancia, se llevó a cabo la identificación precisa del problema y se propuso una solución viable y de relevancia para la sociedad. Posteriormente, se establecieron los objetivos específicos y se trazó una guía de trabajo integral que abarcó las distintas etapas del proyecto. Se procedió con la selección y puesta a prueba de los sensores para el sistema propuesto, así como su integración y sincronización con el sistema embebido RASPBERRY PI 4 B+ mediante el uso de PYTHON

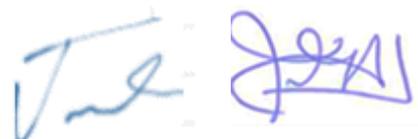
Se llevó a cabo el desarrollo de una aplicación web destinada a la interacción directa con el usuario. Esta aplicación se construyó utilizando el lenguaje de programación PHP y se respaldó en una base de datos MYSQL alojada en un servidor web. Su finalidad principal fue visualizar y presentar los datos recopilados por los sensores, permitiendo así cuantificar la cantidad de activación de los mismos. Finalmente, se realizó la integración de los sensores propios del vehículo con el sistema embebido con el objetivo de determinar si el vehículo estaba en movimiento, detectar y alertar los intentos de apertura de puertas, detectar los intentos de visualización del interior del vehículo por medio de un sensor de proximidad, bloquear el encendido para personas no reconocidas por el sistema, geolocalizar y activar alarmas en casos de accidentes. Esto permitió el despliegue de un sistema completo y eficiente de seguridad y control, asegurando así un funcionamiento integral y robusto para el control del vehículo.

Se realizaron las pruebas del sistema ubicando los sensores estratégicamente en un automóvil, para verificar su óptimo desempeño. Esta fase de pruebas verificó no solo el correcto funcionamiento de los sensores, sino también la efectiva conexión con el sistema embebido encargado de transferir los datos recopilados a la plataforma en línea. Finalmente, se procedió a realizar pruebas



integrales de la aplicación responsable de procesar y actuar en base a los datos recibidos desde la nube. Esta etapa de pruebas aseguró la correcta funcionalidad de la aplicación, validando su capacidad para generar acciones acordes con la información obtenida.

Además de las pruebas operativas, se realizó una documentación detallada de todas las etapas y procesos involucrados en el desarrollo del sistema, para proporcionar una guía completa y clara de los procedimientos realizados, facilitando la comprensión del proyecto.



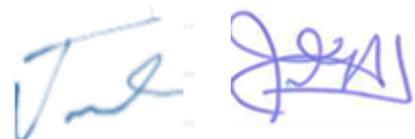
## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

Un sistema de seguridad se define como un conjunto de mecanismos organizativos de control personal y herramientas de seguridad diseñados para garantizar la integridad y custodia de los recursos humanos y materiales frente a diversos tipos de amenazas [6]. En el sector automotriz, las últimas generaciones de automóviles se han vuelto cada vez más dependientes del uso de una CPU para operar sus elementos principales e interactuar con el usuario. Los automóviles actuales ya cuentan con un sistema de alarma original de fábrica (según el modelo). Dependiendo de la autonomía del vehículo, esto puede ser simple o completo. Cada sistema de alarma tiene funciones de monitoreo estandarizadas basadas en el monitoreo de puertas, cofres y baúles, así como en la activación de aperturas. También incorporan un mecanismo disparador de rotura de cristales que puede ser activado por sonido, ultrasónico, rotura de pista sensible, etc. [7]

Los sistemas de seguridad tienen como finalidad brindar la protección de vehículos y esta se da como resultado de un conjunto de eventos que previenen siniestros alertando a las personas por medio de alarmas, bloqueo del vehículo, ubicación y otros. La base de datos de pequeñas y medianas empresas (SMV) ayudó a las autoridades de todo el mundo a identificar más de 248 976 vehículos robados en 2020. Según INTERPOL, la base de datos de vehículos de motor robados (SMV) es un instrumento clave para combatir el robo y el contrabando de automóviles a nivel internacional. Incluye información sobre el robo de automóviles, camiones, motos, remolques, caravanas y autobuses, así como sus componentes. Más de 256 millones de búsquedas se realizaron en más de 135 países, reportando sus datos de autos robados en todo el mundo.[8]

El personal policial de diversos países puede investigar automóviles sospechosos y determinar rápidamente si su robo ha sido registrado gracias a Interpol y su base de datos. Esto se debe a la importancia de una base de datos mundial, ya que los automóviles se trafican con frecuencia a través de las



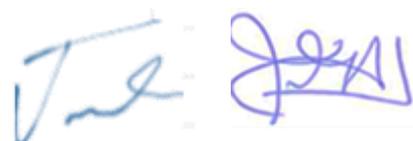
fronteras nacionales y, en ocasiones, terminan a miles de kilómetros del área del robo[8].

Algunos países, como Argentina, pueden mencionarse a nivel continental. Este tipo de incidentes ocurrieron alrededor de 36 mil veces en 2019. Es decir, cada 15 minutos, un automóvil es robado en todo el país. Además, según la DNRPA, este tipo de robo es más común durante las vacaciones de verano e invierno. Con 182 robos de autos por cada 100.000 habitantes, Buenos Aires ocupa el primer lugar, seguida de la provincia de Buenos Aires (152) y Mendoza (84). Salta y San Juan, en cambio, tienen apenas dos robos por cada 100.000 habitantes [9].

Según Auto Magazine Ecuador, hubo 146 denuncias de automóviles robados de enero a octubre de 2021, lo que ya supera la totalidad de denuncias de enero a diciembre de 2020, cuando se reportaron 130 [10].

En Chile, un ranking reveló los automóviles más robados en Chile en 2021, año que mostró una caída respecto a 2020. Según la Asociación de Aseguradores de Chile, fueron 7.880 los automóviles asegurados que fueron robados entre enero y septiembre de 2021, una disminución respecto al año previo. La diferencia fue de 12,2%, dado que en 2020 se sustrajeron 8.972 automóviles en diversas regiones del país [11].

Según Autofact, una empresa dedicada al ámbito automotriz, los autos más robados en 2019 son:



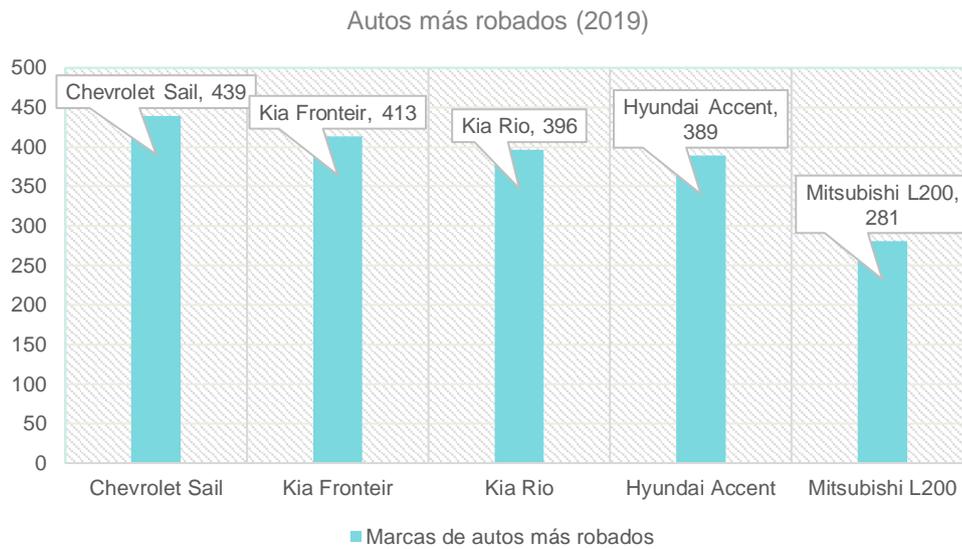


Figura 1. Autos más robados en el año 2019

Fuente de datos: Autofact [12]

A pesar de los avances significativos en tecnología, actualmente hay un aumento extraordinario en el número de robos de vehículos y componentes de vehículos en todo el país.

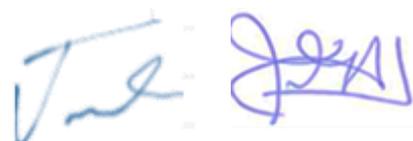
La Policía Nacional del Perú informó que se registraron 5.182 denuncias por robo de vehículos en todo el país de julio a septiembre de 2021. Un incremento del 34,1% (1.318) respecto al mismo trimestre de 2020. Del 2015 al 2019, se reportaron aproximadamente 91,394 robos en todo el Perú. Entre 2015 y 2019, la policía incautó un total de 66.851 vehículos por este delito, según el INEI [13]. Mientras que en 2023, la Dirección Departamental de Prevención e Investigación de Robo de Vehículos (Dripove) de la Policía Nacional del Perú, reportó 3000 casos de robos de vehículo solamente en el periodo entre enero y agosto del 2023, motivo por el cual Hunter, una empresa especializada en seguridad a través de IoT, lanzó su Centro de Control y Rastreo Internacional, que con la colaboración de las autoridades peruanas recuperó vehículos valuados en \$7.67 millones de dólares. Este centro utiliza telemetría para monitorear vehículos y flotas, proporcionando datos precisos para decisiones empresariales y reducción de costos [14].

A nivel regional, y abordándolo como local del presente estudio, Lima metropolitana registró un total de 1.722 denuncias por robo de autos en el tercer trimestre de 2021, lo que representa un aumento del 16,9% (249 denuncias) con respecto al mismo trimestre del año anterior, según lo reportado por el INEI resaltando una preocupante tendencia al alza en la incidencia de este delito [13].

En la comunidad, la mayoría de los vehículos que tienen las personas son de gama media y baja, por lo que carecen de sistemas de seguridad completos y efectivos. Al instalar un sistema de alarma estándar, con frecuencia es necesario cambiar el sistema eléctrico, lo que puede causar problemas y gastos significativos, incluso si el usuario está a una distancia significativa.

Las principales causas por las que se originó esta problemática son la proliferación del parque automotor a nivel mundial, la incorporación del vehículo como un elemento cotidiano y su uso cada vez más extendido. Todo esto se suma a la connotación social asociada a la adquisición y uso de un vehículo, considerado como un símbolo de estatus. Este fenómeno de expansión no solo proporciona recursos a criminales y organizaciones delictivas, sino que también se convierte en un foco de análisis para criminólogos y autoridades, quienes buscan entender y abordar las dinámicas delictivas asociadas a este incremento.

La persistencia de esta problemática acarrearía una serie de efectos y consecuencias graves. Entre estos se destacan el incremento significativo de deudas derivadas de vehículos adquiridos a través de financiamiento, lo que podría generar dificultades financieras y comprometer la estabilidad económica de quienes adquieren estos préstamos, riesgo de convertirse en víctima de robos, una situación que desafortunadamente puede desencadenar en consecuencias trágicas, hasta la pérdida de vidas humanas. Además, este escenario de inseguridad no solo afecta el patrimonio material, sino que también puede tener un impacto emocional y psicológico duradero en las personas afectadas, generando estrés y ansiedad, en especial cuando la acción policial es insuficiente e ineficaz en su prevención.



## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema General

- **PG:** ¿De qué manera un sistema de seguridad basado en IOT contribuirá en la mejora de la protección vehicular en Lima metropolitana y Callao, 2023?

### 1.2.2. Problemas Específicos

- **PE1:** ¿De qué manera un análisis de ubicación interna de sensores en el vehículo contribuirá en la obtención de datos en el sistema de seguridad?
- **PE2:** ¿De qué manera un sistema embebido contribuirá en el procesamiento de datos para el sistema de seguridad?
- **PE3:** ¿De qué manera una aplicación web contribuirá en la interacción entre el usuario y el sistema de seguridad?
- **PE4:** ¿De qué manera las pruebas del sistema de seguridad garantizarán la confiabilidad del sistema?
- **PE5:** ¿De qué manera un sistema de seguridad contribuirá en el nivel de satisfacción de los usuarios de vehículos en Lima metropolitana y Callao, 2023?

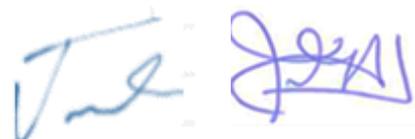
## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo General

- **OG:** Desarrollar un sistema de seguridad utilizando IOT para la protección de vehículos

### 1.3.2. Objetivos Específicos

- **OE1:** Seleccionar los sensores adecuados y hacer un análisis de una posible ubicación interna en el vehículo para la obtención de datos en el sistema de seguridad



- **OE2:** Crear la conexión entre la red de sensores y el sistema embebido para la generación de datos que servirán de input en la aplicación web
- **OE3:** Desarrollar una aplicación web, para la interacción entre el usuario y el sistema de seguridad
- **OE4:** Realizar las pruebas del sistema de seguridad para garantizar la confiabilidad del sistema
- **OE5:** Determinar el nivel de satisfacción de los usuarios para la medición de la confiabilidad del sistema

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Teórica**

Este estudio aporta nuevas perspectivas y teorías en el ámbito de la tecnología aplicada al desarrollo de sistemas de seguridad para vehículos, que pese a que la aplicación del IoT es una de las tecnologías más relevantes en la actualidad debido a su capacidad para conectar una amplia variedad de dispositivos a Internet [15], su aplicación en la seguridad vehicular es un campo poco explorado. Asimismo, se proporciona un análisis que abarca desde la integración de sensores hasta la implementación de algoritmos de reconocimiento y respuesta automatizada.

### **1.4.2. Tecnológica**

Desde un punto de vista tecnológico, se apoya en la falta de alternativas tecnológicas comparables y accesibles como el Internet de las Cosas (IoT). En el ámbito del transporte, el IoT tiene aplicaciones cruciales para mejorar la seguridad, tales como el control positivo de trenes, análisis de vehículos, sistemas de emisión de billetes, seguridad en sistemas de tránsito y Wi-Fi de alta velocidad para pasajeros [16]. No obstante, su implementación específica en el contexto de esta tesis es limitada en comparación con otras áreas. La convergencia de sensores avanzados, conectividad inalámbrica y procesamiento de datos en tiempo real proporcionados por el IoT carece de alternativas comparables en el mercado actual.



### **1.4.3. Económica**

La justificación económica de este proyecto se fundamenta en la accesibilidad que ofrece, derivada tanto del bajo costo inicial de la tecnología involucrada como del reducido gasto operativo mensual. El Internet de las Cosas (IoT) posibilita que los usuarios ahorren en seguros en comparación con sistemas de seguridad convencionales, y además brinda mayores comodidades al ofrecer un mayor control ante posibles robos, gracias a su capacidad de recopilar datos [17], permitiendo, así no solo su introducción asequible en el mercado, sino también la sostenibilidad financiera para los usuarios a lo largo del tiempo.

### **1.4.4. Social**

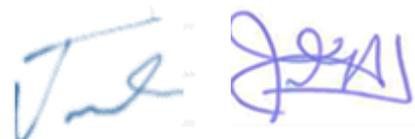
Este proyecto no solo busca resolver un problema específico de seguridad vehicular, sino que también tiene un impacto social al establecer un modelo de implementación tecnológica a bajo costo, lo que abre la posibilidad de desarrollar proyectos similares, que beneficien a comunidades más amplias y promuevan estándares más altos de seguridad.

## **1.5. Delimitantes de la investigación**

### **1.5.1. Teórica**

El proyecto se limita a realizar la parte electrónica del sistema de seguridad y realizar una prueba ubicando los sensores correctamente en el automóvil. No se contempla la implementación de la parte mecánica del vehículo, lo cual implicaría manipular las partes internas del automóvil para la inserción de cables. Esta omisión se debe a la ausencia del conocimiento técnico requerido para realizar este tipo de intervenciones mecánicas.

El alcance del proyecto se restringe a la inclusión y prueba de un único sensor de cada tipo, como parte de la fase de prueba y presentación. Este sistema se encuentra condicionado a la disponibilidad económica de los usuarios para cubrir los costos asociados con la conexión a internet, elemento crucial para su operatividad integral. En ausencia de conectividad a la red, los usuarios podrían quedar excluidos de los beneficios del sistema, ya que las notificaciones



pertinentes podrían llegar con retraso, comprometiendo así la efectividad y utilidad prevista del sistema de seguridad.

En la fase inicial del desarrollo del sistema, se contempla la implementación exclusiva de una plataforma web utilizando tecnologías de software libre. En este caso, se empleará el lenguaje de programación PHP y una base de datos MYSQL mientras que, para el servicio de alojamiento, se ha seleccionado el proveedor 000webhost debido a su oferta de servicios gratuitos compatibles con las tecnologías mencionadas, permitiendo así un entorno de desarrollo accesible y económico para la creación y prueba del sistema.

El sistema de apertura de puertas basado en reconocimiento facial estará diseñado exclusivamente para vehículos equipados con sistemas de apertura eléctrica.

### **1.5.2. Temporal**

La presente investigación se llevará a cabo durante el transcurso del periodo comprendido entre 2022 y 2023.

### **1.5.3. Espacial**

El lugar dónde se realizará la investigación será el distrito del Callao cercado.



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes: Internacional y nacional

#### 2.1.1. Internacionales

**Manzano Reyes** en el año 2023, desarrolló, diseñó e implementó un sistema de bloqueo y rastreo utilizando IoT. Programó comandos en la placa Arduino NANO para localizar la ubicación en tiempo real del vehículo, bloquear y desbloquear el paso del combustible. En este trabajo la información se envía y recibe a través de un Telegram Bot mediante un router con acceso a internet móvil, mostrando la ubicación en Google Maps a través de un módulo GPS instalado. También incluye un sistema de bloqueo mediante radiofrecuencia que puede ser controlado remotamente con tiempos de respuesta del sistema entre 8 y 10 segundos para comandos en Telegram y entre 4 y 6 segundos para comandos de radiofrecuencia. El prototipo que se desarrolló costó \$328,31, además de \$96 anuales en gastos de internet móvil, lo que lo convirtió en un precio competitivo en comparación con otros sistemas de seguridad de vehículos en el mercado [18].

En 2021, **Simba, Buestán, Domínguez** buscaron una nueva solución para conectar redes inalámbricas con Internet de las cosas (IoT), con el objetivo de recopilar, transmitir y recibir datos en tiempo real, y facilitar la visualización a través de una base de datos para generar informes históricos que contribuyeran a la supervisión de vehículos en las carreteras. Para implementar un prototipo y explorar el funcionamiento de LoRa, unió la conectividad mediante GSM y GPRS. Este prototipo utilizó plataformas virtuales para censar variables como velocidad, temperatura, nivel de agua y nivel de combustible, demostrando el estado de cada sensor integrado en el vehículo. Además, el diseño de su red inalámbrica tenía como objetivo abordar los problemas de escasa accesibilidad a la cobertura celular en ciertas áreas [19].



**Moreria Guzmán** en el año 2020 explica en base al desarrollo de su proyecto que, en el momento en que un vehículo se vuelve inseguro, se activa un mecanismo de protección y corta la corriente en el sistema de arranque. El propósito de este proyecto fue llamar la atención de los propietarios sobre las infracciones de seguros de vehículos y permitirles actuar de manera rápida, objetiva y eficiente. El sistema mostró la posición del vehículo vía GPS a través de un sistema de energía independiente al dispositivo móvil del propietario. Las pruebas realizadas en un prototipo han demostrado que se necesitan 27 segundos para enviar y recibir mensajes de alarma antirrobo que indican la ubicación del vehículo, responder inmediatamente a las alarmas sonoras y para interrumpir el flujo de corriente. Además del sistema de encendido, también puede utilizar su propia llave para activar el arranque del motor [20].

**Mateo Jiménez** en el año 2020 desarrolló un El proyecto tenía como objetivo mejorar la seguridad de los automóviles mediante la identificación de personas con acceso autorizado. En caso de detectar un patrón desconocido, el sistema enviaba una alerta al propietario con una foto y la ubicación del vehículo. El proyecto se basó en Python con el algoritmo Eigenfaces y análisis de componentes principales de baja computación con algoritmos de histograma de patrones locales binarios, implementado en la Raspberry Pi 3 B®. Se usaron cámaras, algoritmos de localización y tecnología celular para enviar mensajes al propietario. Para evaluar el sistema se utilizaron métricas de matriz de confusión y precisión se utilizaron para evaluar el sistema, obteniendo un 85% de precisión y un tiempo de envío de alertas de 50 segundos. Concluyeron que las imágenes con una escala de 50x50 deben redimensionarse para obtener un buen rendimiento del algoritmo Eigenfaces, y que, en cuanto al rendimiento, se obtuvo un valor de 85% de resultados correctos con un tiempo de envío de alertas de 50 segundos.[21].

**Gahona y Cabezas** en el año 2020, describieron el diseño y la simulación de una red IoT para la seguridad electrónica de los departamentos en el edificio de la empresa Consel. Utilizaron la tecnología Aruba HPE para la red IoT y dispositivos finales Wi-Fi de Dahua, como cámaras, sensores de movimiento,

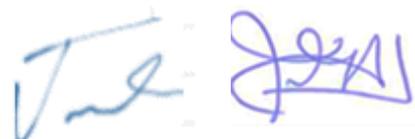


detección de fuego e intercomunicadores de video, para brindar una mayor seguridad a residentes y empleados. El diseño se basó en la arquitectura loTWF y realizaron simulaciones para garantizar un rendimiento óptimo en diferentes escenarios de tráfico de datos. Llevaron a cabo un análisis de costos que estimó una recuperación de la inversión en aproximadamente un año, agregando valor a cada departamento del edificio [22].

### 2.1.2. Nacionales

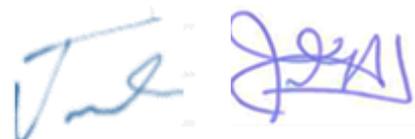
**Espinoza Castro** en el año 2022, evaluó el impacto de un sistema de estacionamiento inteligente basado en IoT en la gestión del parque vehicular de Ebenezer en Bagua Grande. Empleó un diseño pre experimental de tipo aplicativo y encuestó a 197 personas de una población total de 403, incluyendo usuarios y personal administrativo. Utilizó la metodología RUP para desarrollar un software o prototipo de apoyo, utilizando módulos de desarrollo como ESP8266 y sensores ultrasónicos HCSR04. Los resultados mostraron variaciones significativas antes y después de la implementación del sistema en la gestión del parqueo de vehículos ya que optimiza la búsqueda de estacionamiento, y el registro de entradas y salidas de cada usuario [23].

**Aguilar y Peralta** en el año 2021, presentaron una arquitectura tecnológica para las implementaciones de SBs con IoT, diseñada para proporcionar a las organizaciones una guía flexible que les permitiera adaptar sus componentes según la complejidad y los requisitos específicos, y abordar los riesgos en la escalabilidad, compatibilidad y seguridad en la transmisión de datos. Emplearon la metodología PMBOK para la elaboración de documentos y entregables de gestión, así como cuadros comparativos para evaluar arquitecturas tecnológicas existentes y seleccionar componentes para la arquitectura propuesta. Para su diseño utilizaron el framework TOGAF, que proporcionó un marco de alto nivel para describir la arquitectura a través de artefactos de la fase D (Technological Architecture) en Archimate. El resultado final fue una arquitectura tecnológica validada en el cumplimiento de los requisitos establecidos [24].

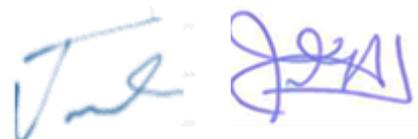


**Sánchez y Barriga** en el año 2020, por medio su proyecto tuvo como objetivo utilizar el programa Sigfox para medir las dimensiones del sistema inteligente para mejorar la vigilancia de vehículos en el área metropolitana de Lima. Ello redujo en gran medida el tiempo necesario para informar la ubicación al propietario. El 95 % del grupo experimental promedió 1272,133 segundos antes de la prueba en comparación con la posprueba, que promedió 4500 segundos durante el período del informe. Además, el 95 % del grupo de prueba que logró un promedio previo a la prueba de 1164,733 segundos mostró un tiempo significativamente menor para informar un accidente a sus propietarios en comparación con el promedio posterior a la prueba de 1164,733 segundos. segundos 4.733 segundos. En cuanto al tiempo de denuncia, el 95% del grupo experimental, que logró una media de 1230,6 segundos en el pretest, notificó el intento de robo al propietario significativamente más rápido en comparación con el postest. El período de informe promedio es de 4.933 segundos [25].

En 2019, **Espinoza Landa**, estableció los objetivos y la guía de trabajo para su proyecto de investigación. La selección y las pruebas de funcionamiento de los sensores utilizados en el sistema sugerido, así como su conexión con el sistema Arduino UNO y el sistema embebido RASPBERRY PI 3 modelo B, se llevaron a cabo utilizando componentes de RFID para su implementación. El trabajo se ha desarrollado con la ayuda de herramientas estadísticas como SPSS, y los resultados de la investigación muestran que el acceso a estacionamientos privados en el distrito de Pueblo Libre en Lima, Perú, es más seguro. Esta tesis se centró en la creación del prototipo y la descripción de su aplicación en los procesos relacionados con el control de seguridad y el acceso vehicular en condominios privados del distrito de Pueblo Libre, ya que el sistema automatizado de control de acceso puede ser utilizado en una variedad de entornos debido a la necesidad de supervisión y control de objetos y personas [26].



**Chavarri Freyre** en el año 2020, realizó la implementación física de los elementos de hardware para un sistema de ingreso vehicular en la Pontificia Universidad Católica del Perú, con el propósito de mejorar el tiempo, los costos y la seguridad en el ingreso a la universidad mediante el uso adecuado de herramientas tecnológicas. Utilizó tecnologías como tarjetas de radiofrecuencia, cámaras web, placas de desarrollo Arduino y Raspberry Pi, así como módulos Ethernet para la comunicación de datos con servidores en Internet. El proyecto se basó en el concepto de Internet de las Cosas (IoT), y se emplearon circuitos adicionales como placas Arduino Ethernet y Raspberry Pi 3 para la integración con servidores virtuales y el procesamiento de imágenes de las cámaras en el ingreso vehicular. Aunque no se detallaron los algoritmos y la programación debido a la naturaleza del estudio, se explicó la elección de los equipos para cumplir con los requisitos del software propuesto [24].



## 2.2. Bases Teóricas

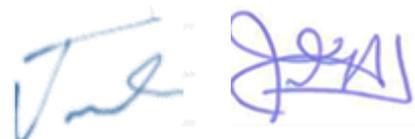
### Sistema de seguridad

El impulso humano por satisfacer necesidades básicas ha influenciado la evolución de estrategias para garantizar la supervivencia a lo largo del tiempo. Sin embargo, además de atender estas necesidades primordiales, emergen otras exigencias, entre las cuales se destaca la seguridad como un aspecto fundamental. Los sistemas de seguridad desempeñan un papel crucial en la vida cotidiana, no solo como medio de prevención del crimen, sino también como garantes y reguladores de las labores y subsistencia de la población. El propósito primordial de cualquier sistema de seguridad radica en identificar situaciones de riesgo específicas dentro de un entorno determinado, desde la detección de intrusiones hasta la alerta ante posibles incendios. Estos sistemas no solo se enfocan en la detección, sino que también implementan respuestas automáticas que informan a las entidades pertinentes, como administradores de sistemas o empresas especializadas en la resolución de emergencias. [2].

El enfoque primordial de este grupo se concentra en la investigación de sistemas avanzados basados en tecnologías de la información y las comunicaciones dirigidos hacia la aplicación en vehículos. Específicamente, se dedica al progreso e integración de nuevos sistemas de seguridad a través de la implementación de tecnologías de última generación en electrónica, microelectrónica y telecomunicaciones. La Unidad de Sistemas Inteligentes en el INSIA se enfoca en dos áreas esenciales: La creación y diseño de dispositivos electrónicos para su implementación en vehículos y el desarrollo de instrumentación para el análisis de la dinámica y componentes de los vehículos [27].

### Seguridad Vehicular

La seguridad de un automóvil se aborda desde dos perspectivas esenciales y complementarias: seguridad activa y seguridad pasiva. La seguridad activa comprende los sistemas que mejoran la seguridad durante la



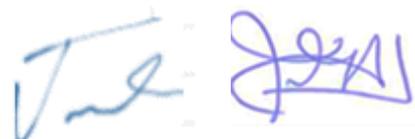
conducción, como los frenos ABS o las suspensiones adaptativas. Estos elementos actúan en consonancia con el funcionamiento normal del vehículo. Por otro lado, la seguridad pasiva se refiere a los sistemas diseñados para proteger a los ocupantes en caso de colisión, como las bolsas de aire, las barras de protección en las puertas y los cinturones de seguridad. Estos dispositivos son considerados elementos pasivos, ya que solo entran en acción en situaciones de accidente para mitigar posibles daños a los ocupantes [28].

### **Sistema de seguridad**

Un sistema de seguridad constituye un conjunto de dispositivos distribuidos y conectados entre sí que tienen la función de evitar, identificar o responder a intrusiones, intentos de robo y otros sucesos como incendios. Estos comprenden una serie de componentes y dispositivos que garantizan protección frente a diferentes agentes. Y en cuanto a su estructura, estos sistemas se constituyen de tres elementos esenciales: la central de alarmas, que es la encargada de recibir la señal eléctrica emitida por los sensores cuando detectan alguna anomalía; los sensores, dispositivos encargados de vigilar cambios en el estado normal de un área específica y ,por último, los sistemas de notificación y advertencia, los cuales proporcionan avisos sobre las alteraciones detectadas en el sistema de seguridad, ya sea mediante señales sonoras o visuales [29].

### **Protección vehicular**

La protección vehicular se refiere al conjunto de tecnologías y medidas diseñadas para garantizar la seguridad de los vehículos y sus ocupantes, incluyendo la prevención del robo, la reducción de la siniestralidad y la facilitación de la ubicación del auto en todo momento. Esto incluye elementos como alarmas, inmovilizadores, bloqueadores y sistemas de seguridad más avanzados, que son cada vez más demandados por los conductores y están siendo incorporados por los fabricantes de automóviles. La protección vehicular se ha vuelto fundamental para mejorar



la seguridad en la circulación y reducir los riesgos asociados al vandalismo y a otros incidentes [30].

### **Aplicación web**

Según la perspectiva de Luján Mora, las aplicaciones web son herramientas que permiten a los usuarios conectarse a un servidor web utilizando un navegador específico a través de una red. En consecuencia, se describen como aplicaciones a las que se accede por medio de la web, ya sea en una red interna o en internet. Usualmente se denomina aplicación web a programas informáticos que se ejecutan a través de un navegador. [31].

### **Lenguaje de programación**

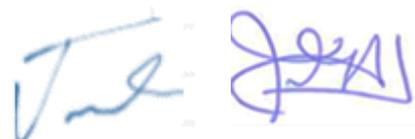
Un idioma de codificación representa una variante específica dentro de los idiomas de computación; estos últimos permiten la creación de programas, así como la descripción de datos, disposiciones físicas y protocolos de comunicación entre sistemas y programas. Cuando un programa está escrito en un idioma de codificación entendible por humanos, se denomina código fuente. Este código fuente puede ser transformado en un archivo ejecutable (código máquina) mediante un compilador, aunque también puede ejecutarse de forma inmediata mediante un intérprete [32].

### **Phyton**

Python es un lenguaje de programación conocido por su sintaxis sencilla y fácil de usar. Además, cuenta con una librería implementada en lenguaje C, lo que le permite compilar su código a bytecodes, al igual que Java y .NET, optimizando así el proceso de interpretación. También ofrece un sistema de documentación y una librería estándar muy completa, comparable a las mismas en términos de funcionalidad y recursos disponibles para programar [33].

### **PHP**

Es un lenguaje de código abierto muy conocido por la comunidad y es especialmente adecuado para desarrollo web que puede combinar a su vez



con el lenguaje de etiquetas HTML de una manera simple, basta con hacer uso de las etiquetas especiales. La gran acogida de PHP hoy en día se debe a la gran simplicidad para el principiante, pero a su vez también posee características para programadores más avanzados [34].

## **MYSQL**

MySQL es un servicio de base de datos totalmente administrado que permite a los desarrolladores crear e implementar rápidamente aplicaciones seguras nativas de la nube utilizando la base de datos de código abierto más popular del mundo. El servicio de base de datos MySQL es el único servicio en la nube de MySQL con HeatWave integrado, un acelerador de consultas en memoria de alto rendimiento. Esto permite a los clientes ejecutar directamente sus bases de datos MySQL de producción sin necesidad de análisis avanzados [35].

## **Inteligencia artificial**

La inteligencia artificial se refiere a un conjunto de métodos, algoritmos y herramientas diseñados para abordar problemas que requieren un cierto nivel de inteligencia, ya que estos retos son complejos incluso para el ser humano[36].

### **Tipos de Aprendizaje de Inteligencia Artificial**

El aprendizaje supervisado utiliza conjuntos de datos etiquetados para entrenar algoritmos, permitiendo clasificaciones y predicciones basadas en entradas con respuestas previamente definidas. Aunque el proceso de etiquetado es laborioso y costoso, este método es útil para clasificar datos, como en el reconocimiento de imágenes de animales, y resolver problemas de predicción, como el diagnóstico de enfermedades [37].

El aprendizaje no supervisado, en cambio, permite al algoritmo descubrir patrones y relaciones en los datos sin etiquetas. Por ejemplo, puede agrupar pacientes con comportamientos médicos similares, sin que se les proporcionen categorías previas [37].



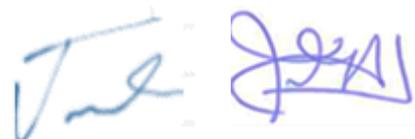
El aprendizaje autosupervisado, por su parte, busca obtener salidas a partir de datos de entrada sin etiquetas, aprovechando el gran volumen de datos no etiquetados disponibles actualmente. [37].

El aprendizaje reforzado se centra en la interacción del modelo con su entorno, aprendiendo a través de recompensas o castigos en función de las acciones que realiza. Este tipo de aprendizaje es efectivo para problemas complejos y a largo plazo, como en juegos y robótica .

Finalmente, el aprendizaje semi supervisado combina datos etiquetados y no etiquetados en el entrenamiento, permitiendo que el modelo asuma que los datos cercanos tienen la misma etiqueta. Es especialmente útil en situaciones con escasez de datos etiquetados y ha ganado atención por su potencial en la detección de anomalías .

### **Reconocimiento de objetos**

El reconocimiento de objetos mediante técnicas como las Haar Cascades ha avanzado significativamente, con mejoras en la precisión de detección y la reducción de tiempos de procesamiento. Aunque no se aborde un estado del arte completo, destacan estudios aplicados principalmente al reconocimiento facial, como la detección de rostros y contornos, extendiéndose también a otras áreas. El trabajo inicial de Viola y Jones fue fundamental en la detección de objetos en tiempo real, logrando rapidez y precisión, aunque con ciertas limitaciones como la sensibilidad a la iluminación. Estudios posteriores mejoraron el algoritmo, incorporando elementos como el color de la piel para reducir falsos positivos. Las Haar Cascades se han aplicado además en campos como la biometría, la biología, en el reconocimiento de hojas de árboles, y la medicina, en análisis odontológicos. También se han utilizado para innovaciones tecnológicas enfocadas en personas con discapacidad visual, mediante la detección de señales con cámaras y algoritmos de visión computacional. Otras aplicaciones incluyen la logística de distribución de menús, el



reconocimiento facial en sistemas de seguridad, y estudios recientes que exploran su uso en la detección de vehículos, animales en parques y células cancerígenas. Estos avances han permitido análisis más rápidos y eficientes[38].

### **Técnica de Haar Cascades**

La técnica de Haar Cascades, desarrollada por Viola y Jones, es un método para el reconocimiento de objetos en imágenes o videos. Utiliza un enfoque de aprendizaje inductivo, entrenado con datasets de imágenes positivas (donde aparece el objeto) y negativas (sin el objeto). En lugar de analizar todas las características de una imagen a la vez, emplea un sistema de clasificación en cascada, que divide las características en etapas, evaluando de forma progresiva las partes de la imagen con mayor probabilidad de contener el objeto. Cada etapa utiliza clasificadores débiles, que, combinados, forman un sistema robusto. El algoritmo se basa en la imagen integral, que permite calcular rápidamente las características usando rectángulos y aplicando la función Haar, sumando los píxeles en áreas blancas y restando los de áreas sombreadas. Este método prioriza las características más importantes en las primeras etapas, mejorando la eficiencia y reduciendo el consumo de recursos[38].

### **Internet de las cosas**

El término "Internet de las cosas" (IoT) fue utilizado por primera vez en 1999 por el pionero británico Kevin Ashton para describir un sistema en el que los objetos del mundo físico pueden conectarse a Internet a través de sensores. Ashton usa este ejemplo para demostrar la influencia de la conectividad a Internet en las etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID) empleadas en las cadenas de suministro empresariales para el seguimiento y conteo de productos sin necesidad de intervención humana, un concepto que él mismo acuñó. En la actualidad, el término "Internet de las cosas" ha ganado popularidad al describir una situación en la que la conexión a Internet y la capacidad de procesamiento se extienden a una

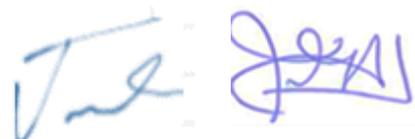


variedad de objetos físicos, dispositivos, sensores y elementos cotidianos. [2].

El Internet de las Cosas (IoT) es un cambio en Internet que va más allá de la comunicación y el contenido digital. Abarca la interacción entre miles de millones de objetos cotidianos. Los sistemas IoT recopilan datos de sensores y controlan dispositivos del mundo real, siendo asociados con electrodomésticos, wearables y coches inteligentes. Este fenómeno es urgente debido a su impacto económico y a los desafíos en cuanto a privacidad y seguridad que plantea su expansión en objetos de uso diario [1].

### **Elementos de internet de las cosas**

El internet de las cosas permite la conexión física de los objetos a la red comunicando las máquinas, involucrando procesos y personas, con el objetivo final de crear nuevas posibilidades, mejorar los procesos y devenir una oportunidad económica para la sociedad. Y los elementos clave en la conexión física de objetos a la red, son los objetos, los datos, los procesos y las personas. Los objetos conectados a Internet recopilan datos sobre sí mismos y el entorno, transmitiéndolos mediante capacidades de comunicación. Estos datos, generados por los objetos, son fundamentales para la toma de decisiones y la mejora de resultados cuando se combinan con herramientas analíticas. Los procesos representan las fases de transformación a las que se somete algo mientras que las personas son actores clave en el Internet de las Cosas (IoT), ya que pueden originar datos, tomar decisiones y dejar un rastro digital en todas las operaciones realizadas en la red [39].



### 2.3. Marco Conceptual

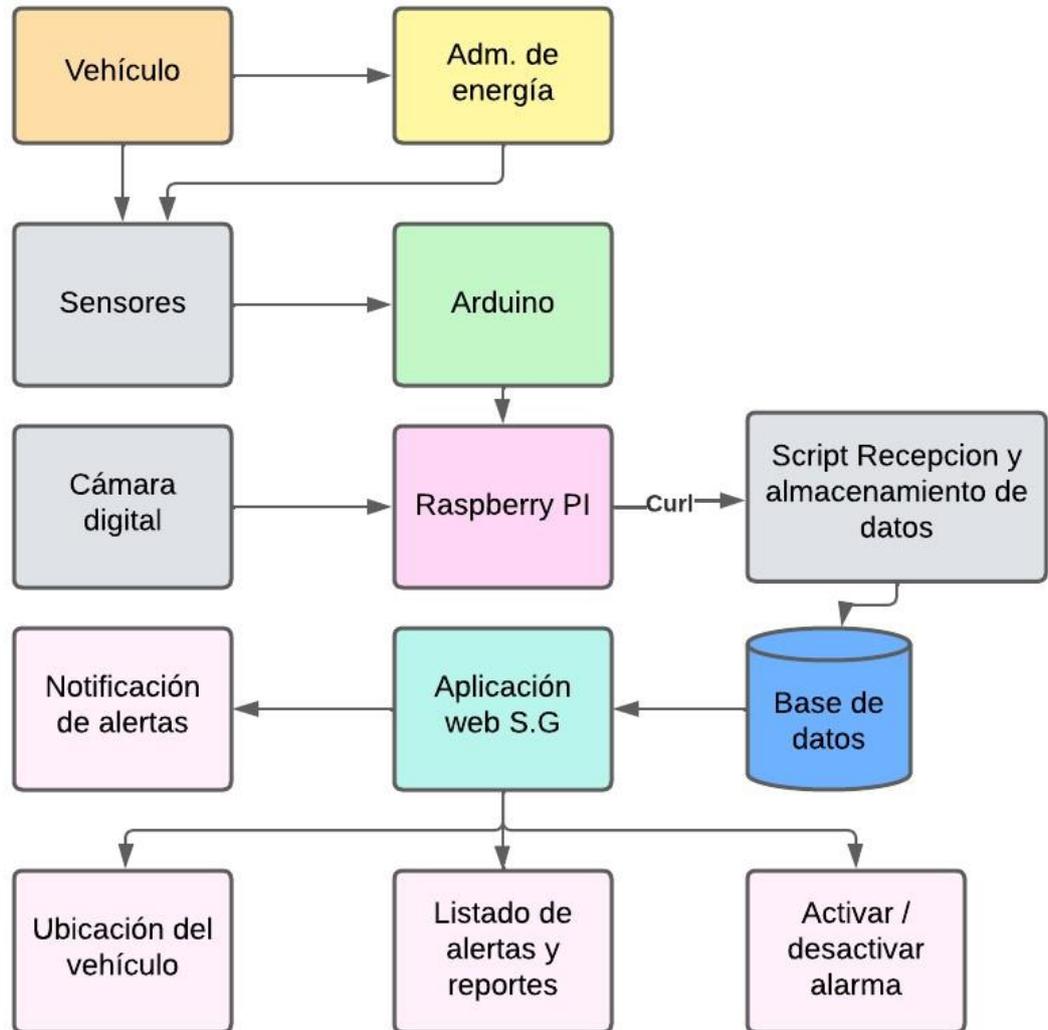


Figura 2. Diagrama de bloques funcionales

Fuente: Elaboración propia

#### Sensores

Los controles con sensores desempeñan múltiples funciones en sistemas de fabricación y manejo de materiales. Estos sensores se emplean para contar, posicionar, orientar, clasificar, monitorear, medir la productividad y garantizar la calidad, entre otras tareas. Pueden detectar la presencia o ausencia de objetos de variados tamaños, transparencias, brillos o texturas [40]. Los sensores convierten la energía física del mundo en señales eléctricas, mientras que los actuadores transforman la energía eléctrica en

acciones físicas como luz, calor o movimiento. Mientras que los microcontroladores actúan como intermediarios entre los sensores y los actuadores, ejecutando acciones basadas en programas escritos por el usuario [41]. Los sensores instalados en el vehículo son los encargados de detectar posibles perturbaciones en el entorno en el que se encuentra el vehículo y convertir estas perturbaciones en señales eléctricas que se utilizan para generar alarmas. También es posible abrir la puerta con una cámara y reconocimiento facial.

### Sensores fotoeléctricos

Estos sensores utilizan un haz de luz para detectar objetos, compuestos por un emisor de luz (LED) que emite una luz específica (infrarroja, roja, verde o azul), y un receptor (fotodiodo o fototransistor) que cambia la corriente según la luz detectada. Para mejorar su eficiencia, el emisor y receptor deben coincidir en la longitud de onda. La modulación de la frecuencia de la luz reduce los efectos no deseados, evitando indicaciones falsas debido a la luz solar directa. Esta modulación se logra encendiendo y apagando el LED, permitiendo un nivel de luz superior al permitido en operaciones continuas [40].

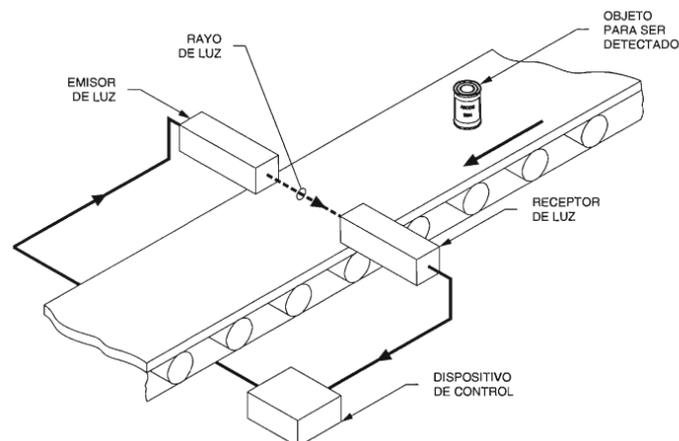


Figura 3. Aplicación fotoeléctrica típica

Fuente: Lab-Volt [40]

## RASBERRY Pi

La placa de la Raspberry Pi posee, además de la unidad central de procesamiento (CPU) o microprocesador, varios conectores y sistemas que posibilitan la transmisión de audio y video con dispositivos externos. Entre estos se incluyen GPI, SDRAM, y una variedad de conexiones disponibles como RCA, USB, Micro USB, Ethernet, RJ45, Jack, HDMI, tarjeta SD, CSI y DSI. [42].

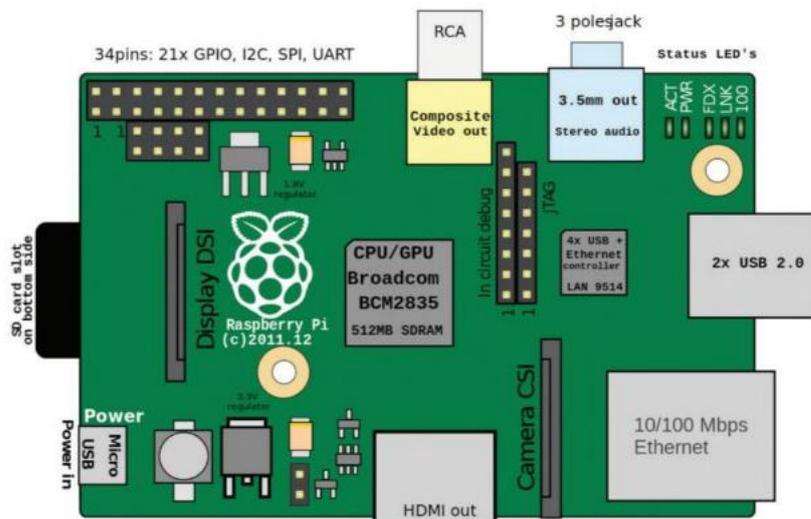


Figura 4: Diagrama de bloques de la placa Raspberry Pi

Fuente: López [42]

## Proteus VSM

Proteus VSM es un sistema de diseño electrónico que permite la simulación de circuitos analógicos, digitales o mixtos, con la capacidad de interactuar con los elementos del circuito. Incluye componentes animados para visualizar el comportamiento en tiempo real y un sistema para generar y analizar señales. Permite la simulación de circuitos que incluyen microprocesadores o microcontroladores, en un entorno virtual I, y dispone de un módulo dedicado al diseño de circuitos impresos. [43].

## Arduino

Arduino es una plataforma de hardware de código abierto diseñada para la creación y desarrollo de proyectos electrónicos [44].

## Cámara digital

La cámara utilizada en este proyecto es la encargada de entrenar el sistema de reconocimiento facial y tomar fotografías para que en cualquier momento se pueda captar el entorno del vehículo. La cámara utilizada es la cámara predeterminada de RASPBERRY Pi, que ofrece alta definición y alta resolución para aplicaciones de seguridad [45].

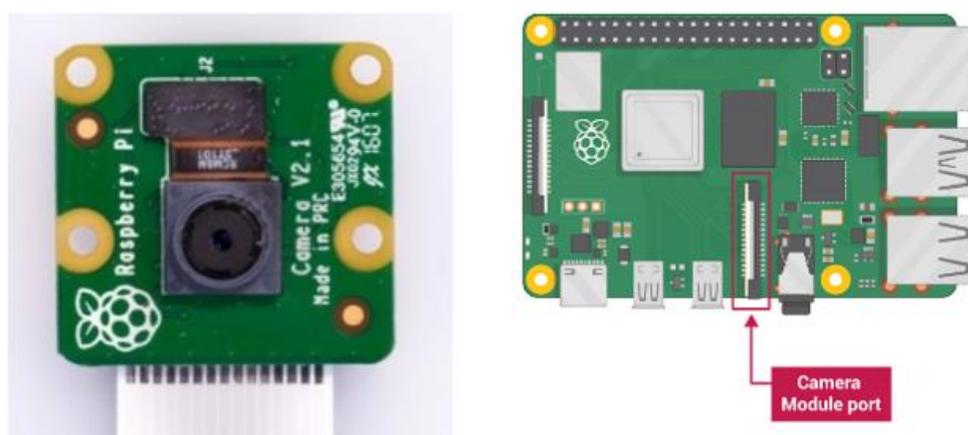


Figura 5. Raspberry Pi Camera

Fuente: Bricolabs [45]

## Administración de energía

Los dispositivos del vehículo (sensores y tarjeta principal) requieren energía para arrancar y funcionar. En este caso, se utiliza una fuente de alimentación externa para alimentar cada dispositivo. Si el sensor está demasiado lejos de la red eléctrica, considere la alimentación externa si es necesario.

## Tarjeta principal

La tarjeta principal es una RASPBERRY PI 4. Se encarga de recuperar los datos recogidos por los sensores y subirlos a la nube mediante el lenguaje de programación PHP. Asimismo, su función es recuperar datos proporcionados por aplicaciones PHP que residen en la nube para realizar diversas acciones como tomar una fotografía con la cámara integrada de la tarjeta para encender una alarma sonora vinculada o para apagar o

encender el sistema. La placa base se utiliza para el reconocimiento facial y la depuración de algoritmos de reconocimiento facial. Los dispositivos integrados no tienen tarjetas de red inalámbrica, por lo que utilizan adaptadores de red para proporcionar conectividad inalámbrica a través de uno de sus puertos USB. Se seleccionó el adaptador Nano USB inalámbrico N de 150 Mbit/s TL-WN725N.

### **Almacenamiento en la nube**

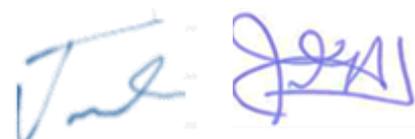
MYSQL es un servidor de base de datos que nos permitirá almacenar los datos generados por los sensores instalados en el vehículo, para este servicio utilizaremos a un proveedor de hosting 000webhost que cuenta con un servicio gratuito ello permite reducir los costos.

### **Interacción con el usuario**

Se desarrolla una aplicación para teléfonos móviles, inicialmente en el sistema operativo Web, para notificar al usuario sobre cualquier perturbación en el vehículo. Esta aplicación está directamente conectada a su base de datos, que almacena las variables recolectadas por los sensores. La aplicación puede usar los datos de los sensores para tomar decisiones como si el vehículo está siendo intervenido, tomar una imagen, encender una alerta o enviar un mensaje de ayuda por correo electrónico repetidamente hasta que se realice la desactivación. La RASPBERRY envía estos datos a la nube después de adquirirlos de allí.

### **Sensor**

Un sensor de un vehículo es un dispositivo que convierte magnitudes variables, como físicas o químicas, en señales eléctricas. Estas señales son usadas por unidades de control para funciones de mando y regulación en el vehículo. Los sensores se clasifican en categorías: sensores funcionales, para control y regulación; de seguridad y protección; y de vigilancia para monitorear el vehículo [46].



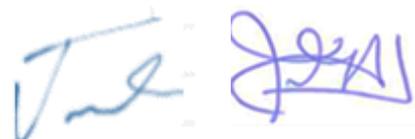
## **Sensores a Utilizar en el Sistema Propuesto**

### **Sensor de movimiento**

El Sensor PIR, ajustable en tiempo de activación (3s a 300s) y sensibilidad (3m a 7m), detecta la radiación infrarroja emitida por objetos en su campo de detección. Debido a que es compacto, de bajo consumo y económico es utilizado comúnmente en juguetes, sistemas domóticos y de seguridad. Funciona midiendo la energía infrarroja emitida por los cuerpos y convirtiéndola en señal eléctrica mediante un sensor piezoeléctrico. Dividido en dos campos con un circuito de compensación, anula la señal si ambos captan la misma cantidad de infrarrojos y detecta objetos cuando hay una diferencia entre estos campos, desencadenando una señal digital como alarma [47].

### **Especificaciones Técnicas:**

- **Voltaje de Alimentación:** 4,5 a 20V.
- **Niveles de Salida:** Alto - 3,3V, Bajo - 0V.
- **Modos de Disparo:** L - no repite disparo, H - repite disparo.
- **Tiempo de Disparo Ajustable:** 3s a 300s.
- **Lente Fresnel:** 19 zonas, Ángulo <100°.
- **Tamaño del Lente del Sensor:** Diámetro - 23mm.
- **Tamaño de la Tarjeta:** 3,2 x 2,4 x 2,6 cm.



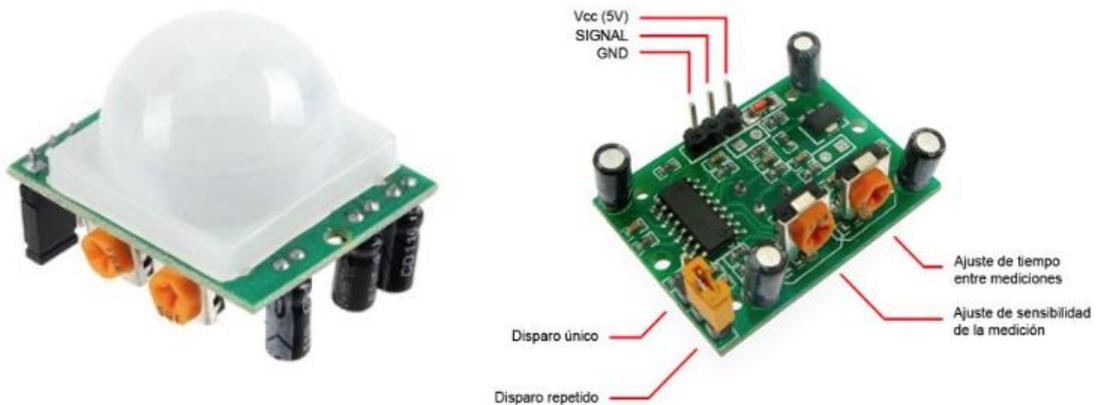


Figura 6: Sensor de Movimiento

Fuente: Universidad de Pamplona [47]

### Sensor de ultrasonido

el sensor HC-SR04 es un dispositivo económico que emplea ultrasonido para medir distancias entre 2 y 450 cm. Es compacto, consume poca energía y tiene buena precisión, siendo común en proyectos de robótica y automatización. Utiliza un emisor y receptor piezoeléctricos para enviar y recibir pulsos ultrasónicos que, al rebotar en objetos, permiten calcular la distancia mediante la fórmula:  $\text{Distancia(m)} = (\text{Tiempo del pulso ECO} * \text{Velocidad del sonido}) / 2$ . Aunque no se ve afectado por la luz solar, puede tener dificultades con materiales acústicamente blandos como tela o lana [48].

### Especificaciones Técnicas

- **Voltaje de Operación:** 5V DC
- **Corriente de reposo:** < 2mA
- **Corriente de trabajo:** 15mA
- **Rango de medición:** 2cm a 450cm
- **Precisión:** +- 3mm
- **Ángulo de apertura:** 15°
- **Frecuencia de ultrasonido:** 40KHz

- **Duración mínima del pulso de disparo TRIG (nivel TTL):** 10  $\mu$ S
- **Duración del pulso ECO de salida (nivel TTL):** De 100 hasta 25000  $\mu$ S
- **Dimensiones:** 45 x 20 x 15 mm



Figura 7. El sensor HC-SR04

Fuente: NayLamp [48]

### Sensor de vibración

El sensor de vibración se fundamenta en el componente sensor 801S. Este sensor opera en todas las direcciones y detecta con gran sensibilidad cualquier movimiento o vibración, incluso los más mínimos golpes. Su señal de salida suele ser baja, pero cuando detecta una vibración o impacto, produce una secuencia aleatoria de pulsos altos. Este sensor de vibración emplea un componente resistivo que modifica su resistencia en respuesta al movimiento [49].

### Especificaciones Técnicas

- **Voltaje de funcionamiento:** 3.3 V o 5 V
- Detección de micro - choques de sensibilidad ajustable
- Detección de vibración multidireccional
- **Tipo de interfaz:** salida digital
- **Tamaño:** 38 mm x 17 mm
- **Peso:** 15g

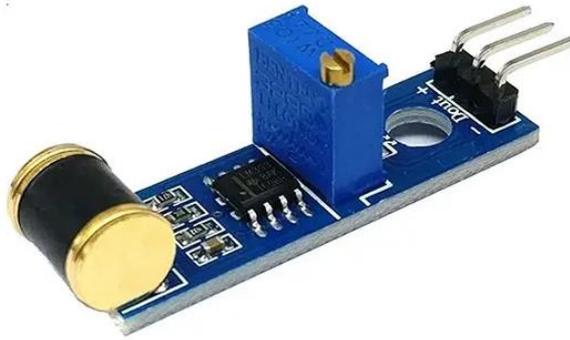


Figura 8. Sensor de Vibración 801S

Fuente: Tesla Electronic [49]

## Módulo GPS

Gracias a la tecnología de Ublox, el módulo GPS basado en el chip NEO-6M de Ublox proporciona información de posicionamiento precisa. Una antena GPS de 25 x 25 mm con conector UFL, una pequeña batería y una memoria eeprom están incluidos para almacenar datos de ubicación. La conexión de la antena al módulo mediante un cable UFL ofrece flexibilidad en su colocación, pero es crucial que la antena esté orientada hacia el cielo para un mejor funcionamiento. Es útil para aplicaciones de seguimiento vehicular y otros usos móviles que requieran una geolocalización precisa [50].

## Especificaciones Técnicas

- **Voltaje de operación:** 3.3V - 5V
- **Consumo en búsqueda:** Hasta 67mA
- **Consumo en tracking:** 11mA aprox
- **Velocidad de puerto serial por defecto:** 9600 baudios
- Frecuencia de actualización de posición de hasta 5Hz
- EEPROM para guardar los ajustes de configuración
- Batería recargable de respaldo
- Configurable desde 4800 baudios hasta 115200 baudios. (predeterminado 9600)

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized letters and a flourish.

- **Tecnología GPS SuperSense para interiores:** -162 dBm de sensibilidad de seguimiento
- Tecnología anti-jamming
- Soporta SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN)
- Antena GPS externa de alta ganancia
- Tamaño de la antena 25mm x 25mm
- Tamaño del módulo 25mm x 35mm

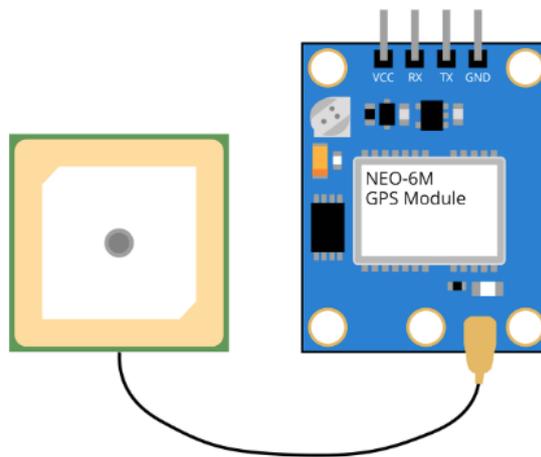


Figura 9. Módulo NEO-6M GPS

Fuente: Electronics Projects [50]

### Diagramas esquemático y PCB en Proteus

A continuación, se presenta una explicación que incluye el Diagrama Esquemático junto con las distintas vistas del Diagrama PCB en Proteus.

El Diagrama Esquemático es una representación gráfica del circuito que muestra todos los componentes electrónicos y sus interconexiones. Este diagrama es permite entender cómo se relacionan los diferentes elementos del circuito y cómo fluye la corriente a través de él. Los esquemas suelen incluir símbolos estándar para representar componentes como resistencias, condensadores, transistores y más. Este diagrama es la base para el diseño del PCB, ya que define cómo se debe cablear el circuito.

# Diagrama Esquemático

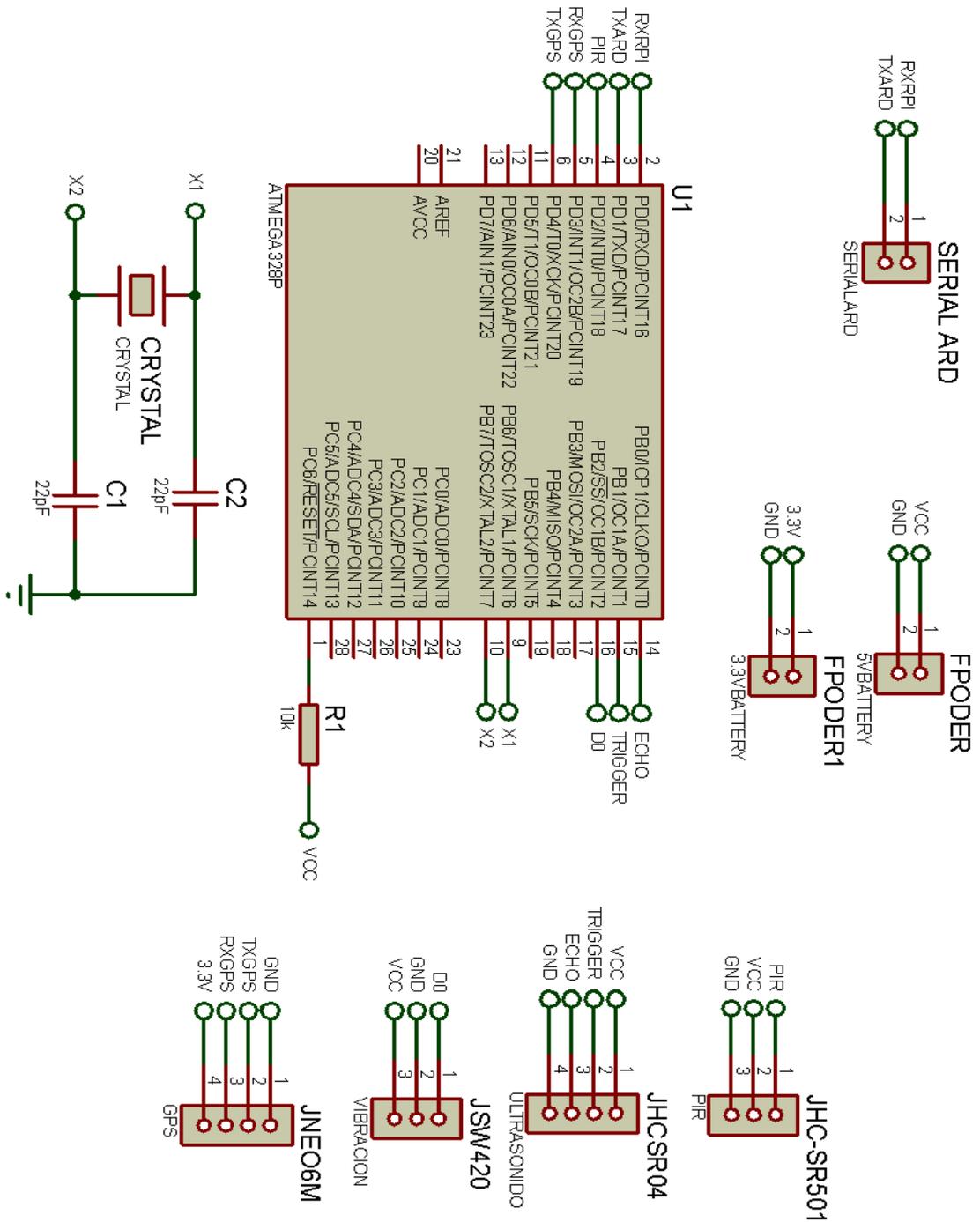


Figura 10. Diagrama Esquemático de la red de sensores

Fuente: Elaboración propia

## Diagrama PCB Proteus

La vista Bottom o inferior del PCB muestra la parte de la placa donde se encuentran las conexiones y pistas conductoras en el lado opuesto a los componentes.

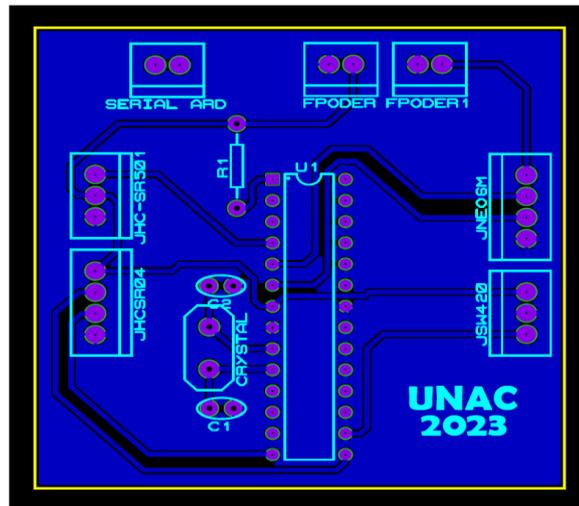


Figura 11. Vista Bottom del PCB PROTEUS

Fuente: Elaboración Propia

La vista Top o superior del PCB muestra la disposición de los componentes electrónicos y las pistas que se encuentran en la parte superior de la placa. Aquí se visualizan los componentes físicos, como resistencias, condensadores y chips, además de las pistas que los conectan.

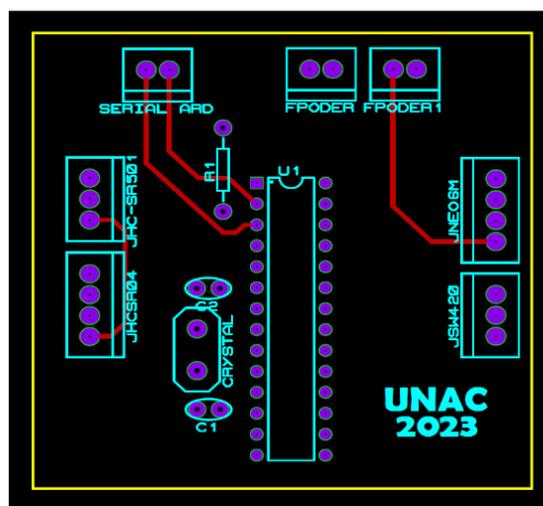


Figura 12. Vista Top del PCB PROTEUS

Fuente: Elaboración Propia

La visualización 3D permite observar una representación tridimensional del PCB, donde se puede visualizar cómo quedará el diseño físico una vez fabricado.

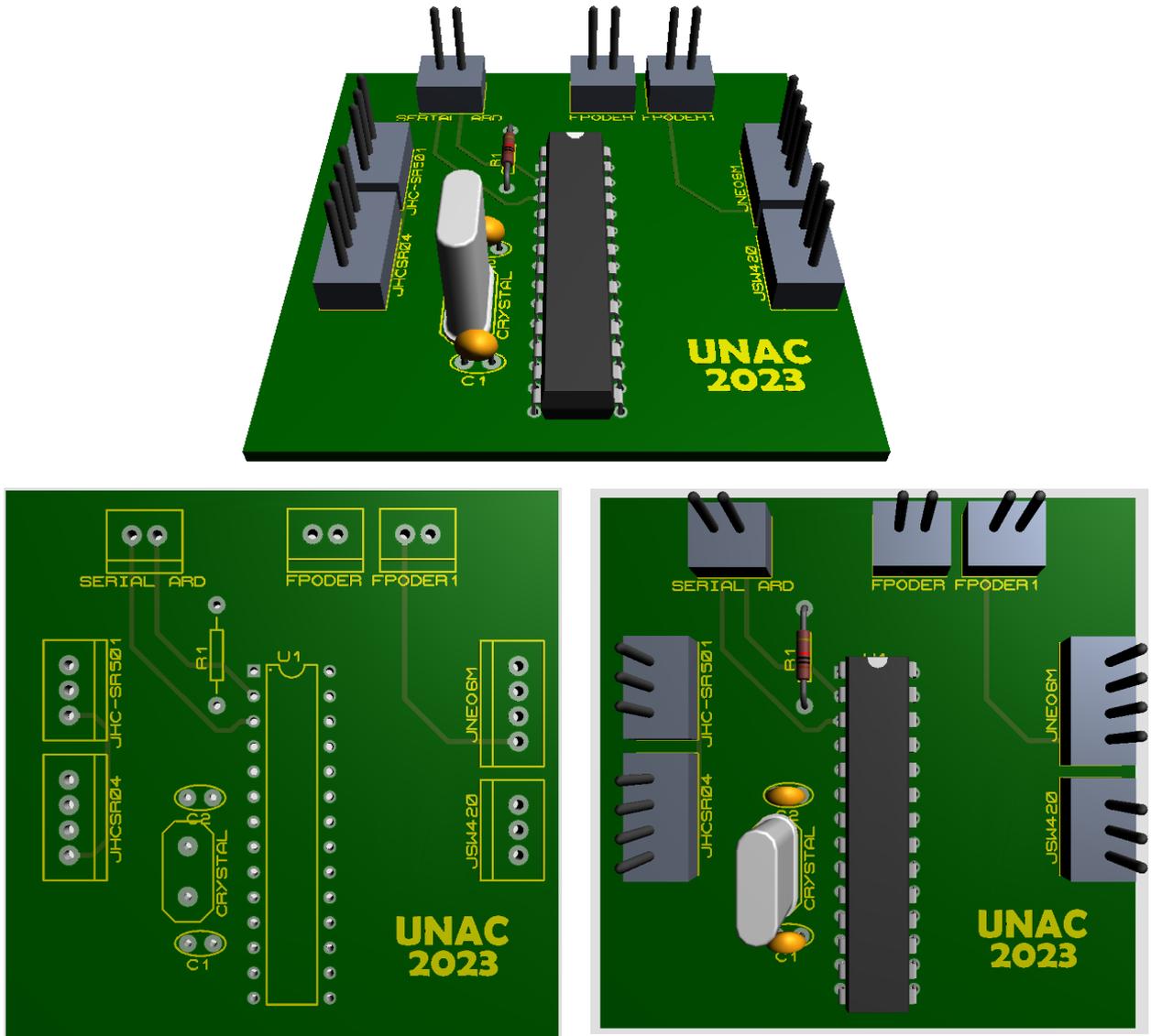


Figura 13. Visualización 3D

Fuente: Elaboración Propia

## **Desarrollo del Sistema de Seguridad con Sensores y Detección de Rostros**

Este proyecto integra diversos sensores y módulos electrónicos utilizando Arduino y Python para construir un sistema de seguridad.

El código presentado abarca la configuración y uso de sensores de distancia, movimiento y vibración, así como un módulo GPS para la ubicación geográfica. Además, se incluye un módulo en Python para la detección de rostros, haciendo uso de OpenCV.

A continuación, se detalla cada uno de los componentes del sistema:

- **Sensor de Distancia (HC-SR04):** Este sensor ultrasónico mide la distancia de un objeto en centímetros basado en el tiempo que tarda un pulso de sonido en regresar al sensor.
- **Sensor de Movimiento (HC-SR501):** Detecta el movimiento en su área de cobertura utilizando tecnología PIR (Infrarrojo Pasivo).
- **Sensor de Vibración (SW-420):** Este sensor detecta vibraciones o golpes, útiles para monitorear entornos sensibles a movimiento o impactos.
- **Módulo GPS (NEO-6M):** Recibe la ubicación del dispositivo en coordenadas geográficas a través de señales satelitales, enviando esta información al sistema.
- **Detección de Rostros con Python:** Se incluye una sección en Python para detectar rostros utilizando la librería OpenCV

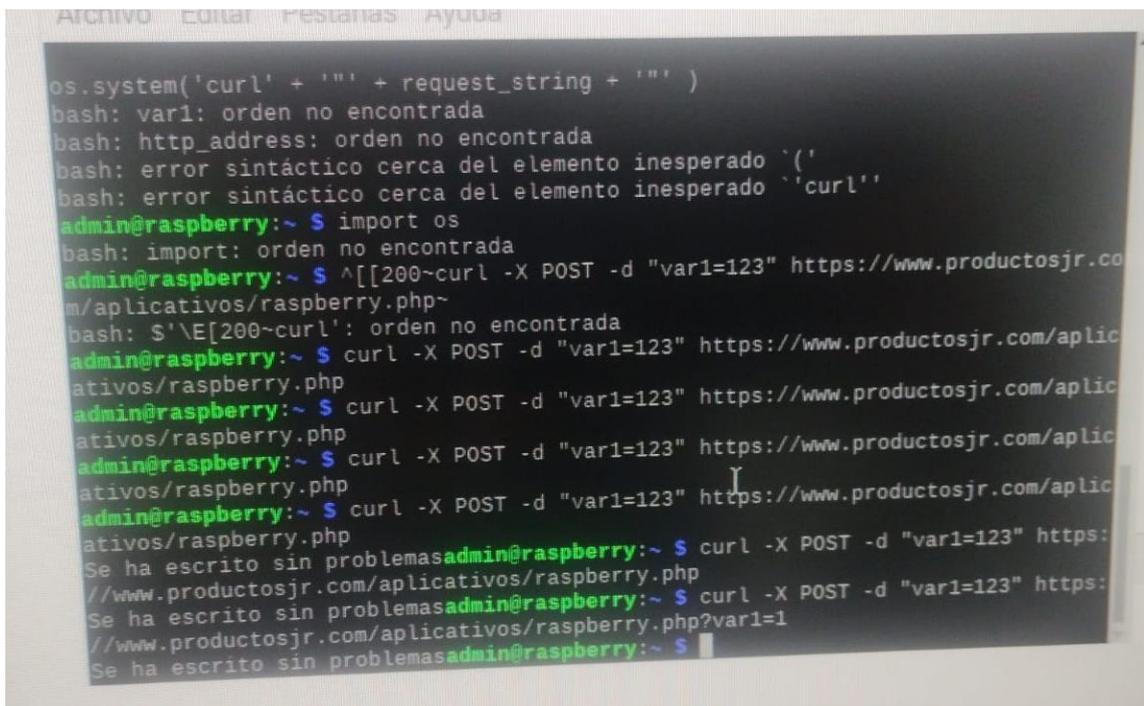
Cada una de estas funcionalidades está detallada a continuación en los respectivos bloques de código.

## **Conexion Entre Raspberry con el Servidor para el Envio de Datos Curl**

En el panorama actual de IoT, la conexión entre dispositivos como Raspberry Pi y sitios web es esencial, especialmente en áreas como la domótica, donde el acceso instantáneo a datos de sensores es crucial para controlar ambientes residenciales. El empleo de herramientas como curl en Python para facilitar la transferencia de datos desde un Raspberry Pi hacia un sitio web se vuelve un



campo de estudio relevante. Curl, una herramienta de línea de comandos utilizada en Linux, permite enviar y recibir archivos mediante URL. Comprender y aprovechar eficientemente esta herramienta en la transferencia de datos entre dispositivos Raspberry Pi y plataformas web en aplicaciones de IoT es fundamental para el desarrollo de soluciones tecnológicas efectivas y completas [51].



```
os.system('curl' + '"' + request_string + '"' )
bash: var1: orden no encontrada
bash: http_address: orden no encontrada
bash: error sintáctico cerca del elemento inesperado '('
bash: error sintáctico cerca del elemento inesperado 'curl'
admin@raspberrypi:~$ import os
bash: import: orden no encontrada
admin@raspberrypi:~$ curl -X POST -d "var1=123" https://www.productosjr.com/aplicativos/raspberry.php
bash: $'\E[200~curl': orden no encontrada
admin@raspberrypi:~$ curl -X POST -d "var1=123" https://www.productosjr.com/aplicativos/raspberry.php
Se ha escrito sin problemasadmin@raspberrypi:~$ curl -X POST -d "var1=123" https://www.productosjr.com/aplicativos/raspberry.php
Se ha escrito sin problemasadmin@raspberrypi:~$ curl -X POST -d "var1=123" https://www.productosjr.com/aplicativos/raspberry.php?var1=1
Se ha escrito sin problemasadmin@raspberrypi:~$
```

Figura 14. Envío de Datos con el Curl

Fuente: Elaboración Propia

El algoritmo adquiere datos provenientes de los sensores, los procesa y los integra de manera efectiva en la base de datos, permitiendo así que se registren de forma organizada y accesible. Además, emplea estos datos para notificar al usuario de manera oportuna y precisa, brindando información relevante en tiempo real.



## Código de Arduino

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>

// GPS conectado a los pines 4 (RX) y 3 (TX)
SoftwareSerial gps(4, 3);

// Pines de los sensores
const byte trigger = 9; // HC-SR04 (Distancia)
const byte echo = 8; // HC-SR04 (Distancia)
const byte pir = 2; // HC-SR501 (Movimiento)
const byte pin_D0 = 10; // SW-420 (Vibración)

float wait_time, distancia;
String estado_pir, estado_sw420, ubicacion;

// Variables para el tiempo transcurrido
unsigned long start_time_pir = 0;
unsigned long start_time_vibracion = 0;
unsigned long tiempo_transcurrido_pir = 0;
unsigned long tiempo_transcurrido_vibracion = 0;

// Credenciales de la red WiFi
const char* ssid = "*****";
const char* password = "*****";

// URL de la API para enviar los datos
const char* serverUrl =
"https://www.productosjr.com/aplicativos/sensores.php";

void setup() {
  // Iniciar los pines de los sensores
  pinMode(trigger, OUTPUT);
  pinMode(echo, INPUT);
  pinMode(pir, INPUT);
  pinMode(pin_D0, INPUT);

  // Iniciar GPS y Serial
  gps.begin(9600);
  Serial.begin(115200);

  // Conectar a WiFi
  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.print("Conectando a WiFi");
```



```

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.print(".");
}
Serial.println("Conectado a WiFi");
}

void loop() {
    // Recoger datos de los sensores

    // Sensor de distancia
    digitalWrite(trigger, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigger, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigger, LOW);
    wait_time = pulseIn(echo, HIGH);
    distancia = (wait_time / 2.0) / 29.15;

    // Sensor de movimiento
    int valorpir = digitalRead(pir);
    if (valorpir == HIGH) {
        if (start_time_pir == 0) {
            start_time_pir = millis(); // Iniciar el tiempo transcurrido
        }
        tiempo_transcurrido_pir = (millis() - start_time_pir) / 1000; //
Tiempo en segundos
        estado_pir = "MOVIMIENTO DETECTADO";
    } else {
        start_time_pir = 0; // Reiniciar cuando no haya movimiento
        estado_pir = "NO MOVIMIENTO";
    }

    // Sensor de vibración
    int valorpin_D0 = digitalRead(pin_D0);
    if (valorpin_D0 == HIGH) {
        if (start_time_vibracion == 0) {
            start_time_vibracion = millis();
        }
        tiempo_transcurrido_vibracion = (millis() - start_time_vibracion)
/ 1000;
        estado_sw420 = "VIBRACIÓN DETECTADA";
    } else {
        start_time_vibracion = 0; // Reiniciar cuando no haya vibración
        estado_sw420 = "SIN VIBRACIÓN";
    }
}

```



```

// Sensor GPS
if (gps.available()) {
    ubicacion = gps.readString();
}

// Obtener fecha y hora actual del sistema (si tienes un RTC puedes
usarlo)
String fechahorasensor = getFormattedTime();

// Enviar datos del sensor de distancia
enviarDatosHttp(String(distancia), fechahorasensor, "Distancia",
"0");

// Enviar datos del sensor de movimiento
enviarDatosHttp(estado_pir, fechahorasensor, "Movimiento",
String(tiempo_transcurrido_pir));

// Enviar datos del sensor de vibración
enviarDatosHttp(estado_sw420, fechahorasensor, "Vibracion",
String(tiempo_transcurrido_vibracion));

    delay(5000); // Esperar 5 segundos antes de la próxima lectura
}

// Función para enviar datos usando HTTP
void enviarDatosHttp(String datasensor, String fechahorasensor, String
tiposensor, String tiempo_transcurrido) {
    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
        HTTPClient http;
        http.begin(serverUrl);
        http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form
urlencoded");

        String postData = "datasensor=" + datasensor +
"&fechahorasensor=" + fechahorasensor + "&tiposensor=" + tiposensor +
"&tiempo_transcurrido=" + tiempo_transcurrido;

        int httpResponseCode = http.POST(postData);

        if (httpResponseCode > 0) {
            String response = http.getString();
            Serial.println("Datos enviados con éxito. Respuesta del
servidor:");
            Serial.println(response);
        } else {
            Serial.print("Error al enviar datos. Código: ");
            Serial.println(httpResponseCode);
        }
    }
}

```



```

    }
    http.end();
} else {
    Serial.println("No hay conexión WiFi");
}
}

// Función para obtener la hora actual formateada
String getFormattedTime() {
    time_t now;
    time(&now);
    struct tm* timeinfo = localtime(&now);
    char buffer[30];
    strftime(buffer, sizeof(buffer), "%Y-%m-%d %H:%M:%S", timeinfo);
    return String(buffer);
}

```

## Script PHP que para recibir datos de los sensores y almacenarlos en MySQL

```

<?php

// Recibir los datos de la solicitud POST
$datasensor = $_POST['datasensor'];
$fechahorasensor = $_POST['fechahorasensor'];
$tiposensor = $_POST['tiposensor'];
$tiempotranscurrido = $_POST['tiempotranscurrido'];

// Insertar los datos en la base de datos
$sql = "INSERT INTO sensores (datasensor, fechahorasensor,
tiposensor, tiempotranscurrido)
VALUES ('$datasensor', '$fechahorasensor', '$tiposensor',
'$tiempotranscurrido')";
?>

```



## Código para la Detección de Rostros

A continuación, se presentan los códigos en Python y los comandos de terminal para Windows destinados a la detección de rostros en el sistema de seguridad.

### En la terminal de windows:

- pip install opencv-contrib-python
- python -m pip install --upgrade pip
- python -m pip install -U matplotlib
- 

### Código en python:

```
import cv2
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Inicializa la cámara
cam = cv2.VideoCapture(0)

# Carga el clasificador preentrenado para detección de rostros
face_cascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade_frontalface_alt.xml')

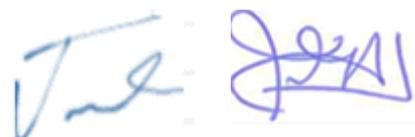
# Función para detectar rostros en una imagen
def detect_face(img):
    face_img = img.copy() # Crea una copia de la imagen para mantener la original
    face_rects = face_cascade.detectMultiScale(face_img, scaleFactor=1.1, minNeighbors=5)

    # Dibuja un rectángulo alrededor de cada rostro detectado
    for (x, y, w, h) in face_rects:
        cv2.rectangle(face_img, (x, y), (x + w, y + h), (0, 0, 255), 2)

    return face_img

# Bucle principal
while True:
    ret, frame = cam.read() # Lee el frame de la cámara
    if not ret:
        print("No se pudo acceder a la cámara")
        break

    frame = detect_face(frame) # Aplica la detección de rostros
    cv2.imshow('Detección de Rostros', frame) # Muestra el video con la detección
```



```
# Si se presiona la tecla 'q', se sale del bucle
if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
    break

# Libera la cámara y cierra las ventanas
cam.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

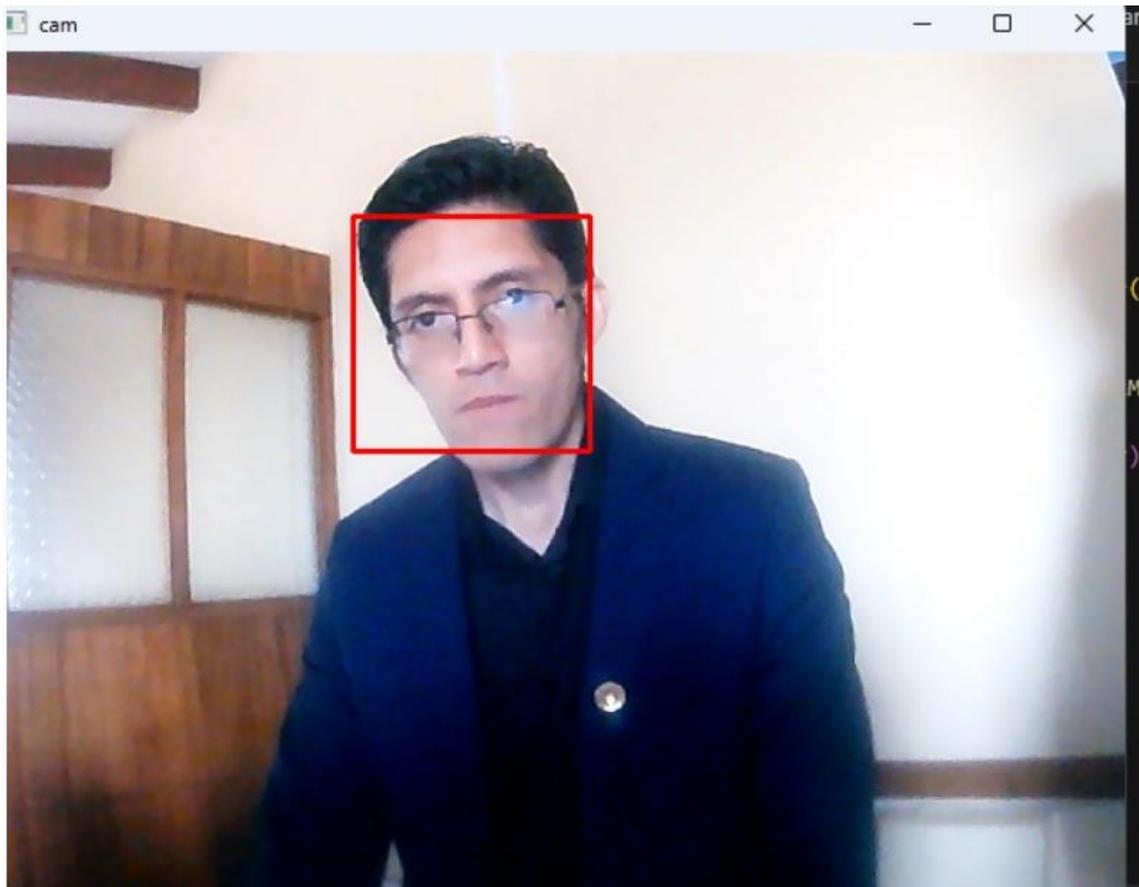


Figura 15. Reconocimiento Facial del Sistema de Seguridad

Fuente: Elaboración Propia

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized cursive letters.

## Desarrollo del Aplicativo Web

Para el desarrollo del sistema web se definió los siguientes requisitos:

Tabla 1. Requisitos funcionales del aplicativo web

N°	Requisito funcional	Concepto
RF1	Registro de Usuario	El sistema debe permitir registrar a los usuarios con su nombre, apellidos, correo electrónico, nombre de usuario y contraseña.
RF2	Inicio de Sesión	El sistema debe permitir a los usuarios autenticarse utilizando su nombre de usuario y contraseña.
RF3	Recepción de Datos de Sensores	El sistema debe recibir y almacenar datos de diferentes tipos de sensores (ultrasonidos, vibración, GPS, identificación facial, movimiento)
RF4	Generación de Reportes	El sistema debe permitir a los usuarios generar reportes basados en categorías de sensores
RF5	Interfaz de Usuario	El sistema debe proporcionar una interfaz de usuario amigable para la visualización de datos y reportes.

Fuente: Elaboración propia



Tabla 2. Requisitos no funcionales del aplicativo web

N°	Requisito funcional	Concepto
RNF1	Seguridad	El sistema debe asegurar que los datos del usuario y la información de los sensores se almacenen de manera segura, utilizando técnicas de encriptación para las contraseñas.
RNF2	Rendimiento	El sistema debe ser capaz de manejar un gran volumen de datos de sensores y usuarios sin comprometer la velocidad de respuesta.
RNF3	Usabilidad	La interfaz debe ser intuitiva y fácil de usar para garantizar que los usuarios puedan navegar y acceder a la información sin dificultad.
RNF4	Escalabilidad	El sistema debe poder escalar para permitir la adición de nuevos tipos de sensores y funcionalidades en el futuro.

Fuente: Elaboración propia

El sistema está alojado en una base de datos MySQL que consta de dos tablas fundamentales.

La primera tabla está destinada al registro de usuarios para el inicio de sesión, almacenando información detallada como nombres, apellidos, estado del usuario, dirección de correo electrónico, nombre de usuario y contraseña. Además, esta tabla registra la fecha en la que se realizó el registro en el sistema.



usuarios	
id	INT
nombre	VARCHAR(45)
apellidos	VARCHAR(45)
estado	VARCHAR(45)
correo	VARCHAR(45)
usuario	VARCHAR(45)
password	VARCHAR(45)
fechayhoraregistro	VARCHAR(45)
Indexes	

Figura 16. Tabla Usuario

Fuente: Elaboración Propia

La segunda tabla del sistema está diseñada para almacenar los datos procedentes de los sensores. En ella se registran los envíos de datos, incluyendo la fecha y hora exactas en que se realizó el registro, el tipo de sensor empleado y el tiempo transcurrido desde su activación.

sensores	
id	INT
datosensor	VARCHAR(45)
fechaahorasensor	VARCHAR(45)
tiposensor	VARCHAR(45)
tiempostranscurrido	VARCHAR(45)
Indexes	

Figura 17. Tabla Sensores

Fuente: Elaboración Propia

El desarrollo de la aplicación se llevó a cabo en PHP, incorporando un sistema de autenticación para acceder a sus funcionalidades. El ingreso del sistema se debe de realizar mediante el uso de las credenciales por parte del usuario, incluyendo nombre de usuario y contraseña. Una vez autenticado, se despliega un menú principal que permite el registro de datos provenientes de los sensores como los de movimiento, ultrasonido, vibración, GPS y reconocimiento facial. Asimismo, se el sistema tiene integrado un reporte de los sensores, detallando la activación de cada categoría de sensor para una visión completa de sus actividades.



Figura 18. Prototipo de Inicio de Sesión

Fuente: Elaboración Propia



Figura 19. Prototipo de Reporte de Sensores

Fuente: Elaboración Propia



Figura 20. Prototipo de Menú del Usuario

Fuente: Elaboración Propia

## 2.4. Definición de términos básicos

- **OpenCV:** Biblioteca de visión por computadora utilizada para capturar imágenes de la cámara y procesarlas
- **IOT:** Internet de las cosas
- **Raspberry PI:** Sistema embebido
- **Sistema embebido:** Sistema que permite la interconexión entre la red de sensores
- **PCB:** Placa de Circuito Impreso
- **GPS:** Sistema de Posicionamiento Global
- **SBAS:** Sistema de Aumentación Basado en Satélites
- **UFL:** Ultra Miniature Coaxial Connector
- **MYSQL:** Servidor de base de datos:
- **000webhost:** Proveedor de servicio de hosting

## III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 3.1. Hipótesis

#### Hipótesis General

- **HG:** Desarrollando un sistema de seguridad utilizando IOT mejorará la protección de vehículos

#### Hipótesis Específicas

- **HE1:** La selección de los sensores adecuados y hacer un análisis de una posible ubicación interna en el vehículo contribuirá para la obtención de datos en el sistema de seguridad.
- **HE2:** La conexión entre la red de sensores y el sistema embebido contribuirá en la generación de datos que servirán de input en la aplicación web
- **HE3:** El desarrollo de una aplicación web, contribuirá en la interacción entre el usuario y el sistema de seguridad
- **HE4:** La realización de las pruebas del sistema de seguridad garantizará la confiabilidad del sistema
- **HE5:** El nivel de satisfacción de los usuarios contribuirá en la medición de la confiabilidad del sistema



### 3.1.1. Operacionalización de variable

#### Definición conceptual

##### Variable independiente

- X: Sistema de seguridad:

Un sistema de seguridad es un conjunto de dispositivos interconectados diseñados para prevenir, detectar y responder a intrusiones, robos y otros eventos como incendios. Estos sistemas constan de tres elementos clave: la central de alarmas, que recibe señales de los sensores cuando detectan anomalías; los sensores, que vigilan cambios en áreas específicas; y los sistemas de notificación, que alertan sobre las alteraciones mediante señales audibles o visuales.[29]

##### Variable dependiente

- Y: protección de vehículos:

La protección vehicular comprende tecnologías y medidas para asegurar la seguridad de vehículos y sus ocupantes, previniendo robos, reduciendo siniestralidad y facilitando su ubicación. Incluye alarmas, inmovilizadores, bloqueadores y sistemas avanzados, cada vez más solicitados y adoptados por fabricantes y conductores, esencial para mejorar la seguridad vial y mitigar riesgos como vandalismo [30].

#### Definición operacional

##### Variable independiente

- X: Sistema de seguridad:

El sistema de seguridad vehicular utiliza diversos dispositivos de detección para alertar al usuario mediante una aplicación web sobre situaciones de riesgo o intrusiones en el vehículo. Este sistema opera detectando movimiento del vehículo con sensores que identifican cambios en su posición, proporciona detección precisa de objetos cercanos mediante un sensor de ultrasonido, alerta sobre manipulación o fuerza



externa con un sensor de vibración, mientras que ofrece una geolocalización precisa en tiempo real a través de un sensor GPS e identificar a los usuarios autorizados con el sensor de reconocimiento facial, brindando así una protección integral contra posibles amenazas y mejorando la seguridad del vehículo en general.

#### Variable dependiente

- Y: protección de vehículos:

La protección vehicular se refiere al conjunto de tecnologías y dispositivos implementados en un sistema de seguridad vehicular para prevenir, detectar y responder a situaciones de riesgo o intrusiones en el vehículo.



Tabla 3. Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	DEFINICIÓN DEL INDICADOR	ÍNDICES /ITEMS	MÉTODO	TÉCNICA
<b>Variable independiente:</b>  <b>Sistema de seguridad</b>	Un sistema de seguridad es un conjunto de dispositivos interconectados diseñados para prevenir, detectar y responder a intrusiones, robos y otros eventos como incendios. Estos sistemas constan de tres elementos clave: la central de alarmas, que recibe señales de los sensores cuando detectan anomalías; los sensores, que vigilan cambios en áreas específicas; y los sistemas de notificación, que alertan sobre las alteraciones mediante señales audibles o visuales.[29]	El sistema de seguridad vehicular utiliza diversos dispositivos de detección para alertar al usuario mediante una aplicación web sobre situaciones de riesgo o intrusiones en el vehículo. Este sistema opera detectando movimiento del vehículo con sensores que identifican cambios en su posición, proporciona detección precisa de objetos cercanos mediante un sensor de ultrasonido, alerta sobre manipulación o fuerza externa con un sensor de vibración, mientras que ofrece una geolocalización precisa en tiempo real a través de un sensor GPS e	<b>Sensores</b>	Prueba del sensor de reconocimiento facial	La prueba de reconocimiento implica varias etapas, destacando la detección facial, que puede realizarse junto al reconocimiento. El sistema recibe imágenes de caras en diferentes condiciones para procesar y llevar a cabo el reconocimiento. Esto incluye entrenar algoritmos con imágenes que contienen diversas vistas (frontales, de perfil o con cambios de iluminación) [52].	Pregunta 5  Pruebas del sensor	Deductivo	Estadística Descriptiva e Inferencial
				Prueba del sensor ultrasonido	La prueba de un sensor de ultrasonido involucra el uso de un transductor como emisor y receptor de ondas ultrasónicas. Después de la emisión del ultrasonido, se espera un tiempo para que el sensor pueda recibir el eco del obstáculo, donde existe una distancia mínima desde la cual el sensor mide con precisión, determinada. Sin embargo, es común encontrar errores como falsos ecos, causados por reflexiones múltiples de la onda ultrasónica en diversas superficies u otros	Pregunta 2  Pruebas del sensor		

		identificar a los usuarios autorizados con el sensor de reconocimiento facial, brindando así una protección integral contra posibles amenazas y mejorando la seguridad del vehículo en general.			obstáculos antes de regresar al transductor [53].			
				Prueba del sensor de movimiento	Las pruebas de sensor de movimiento se enfocan en validar la orientación y precisión de los sensores. Estas pruebas incluyen mantener el dispositivo perpendicular y con orientación hacia la derecha, girar el dispositivo 90 grados hacia la izquierda, colocar el dispositivo plano de cara hacia arriba, y voltear el dispositivo con la pantalla hacia abajo. En estas pruebas se espera que los resultados en (X,Y,Z) sean (0,-1,0), (1,0,0), (0,0,-1) y (0,0,1) respectivamente [54].	Pregunta 1 Pruebas del sensor		
				Prueba del sensor de vibración	Una prueba de sensor de vibración evalúa la habilidad del sensor para medir la cantidad y frecuencia de vibración en un sistema o equipo específico. Recopilan datos sobre la intensidad de la vibración, que refleja la actividad vibratoria del equipo. Estas pruebas determinan la precisión y confiabilidad del sensor al detectar y medir la vibración [55].	Pregunta 3 Pruebas del sensor		

				Prueba del sensor de GPS	Una prueba de sensor GPS evalúa la precisión de los valores de latitud y longitud proporcionados por un dispositivo, dentro de un radio de error definido en el sensor. Se comparan los datos del dispositivo con datos de referencia obtenidos del GPS, durante las pruebas estáticas y dinámicas para corroborar que la diferencia entre los valores del dispositivo y los valores de referencia esté dentro del radio de error [56].			
<b>Variable dependiente:</b>  Protección de vehículos	La protección vehicular comprende tecnologías y medidas para asegurar la seguridad de vehículos y sus ocupantes, previniendo robos, reduciendo siniestralidad y facilitando su ubicación. Incluye alarmas, inmovilizadores, bloqueadores y sistemas avanzados, cada vez más solicitados y adoptados por fabricantes y conductores, esencial para mejorar la seguridad vial y mitigar riesgos como vandalismo [30].	La protección vehicular se refiere al conjunto de tecnologías y dispositivos implementados en un sistema de seguridad vehicular para prevenir, detectar y responder a situaciones de riesgo o intrusiones en el vehículo.	<b>Protección del vehículo</b>	Nivel de satisfacción de clientes	El nivel de satisfacción del cliente se refiere a cuánto está satisfecho o contento el cliente con el servicio o producto recibido, lo cual se ve afectado por sus expectativas, la calidad percibida del producto o servicio, y sus experiencias [57].	Pregunta 6,7,8,9 y 10	Deductivo	Estadística Descriptiva

Fuente: Elaboración propia

## **IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO**

### **4.1. Diseño Metodológico**

La investigación aplicada o utilitaria busca aplicar conocimientos teóricos a situaciones específicas, enfocándose en la acción inmediata sobre una realidad particular antes de generar conocimientos universales. Por otro lado, la investigación tecnológica utiliza el conocimiento teórico-científico de la investigación básica para resolver problemas técnicos y establecer reglas que permitan cambios en la realidad [58].

La investigación se divide en Diseño Experimental, Cuasi-experimental y No Experimental. El diseño experimental emplea un experimento con una muestra tomada de forma aleatoria mientras que en el diseño cuasi-experimental, se utiliza un experimento, pero la muestra no es aleatoria y puede ser seleccionada por un experto y en la investigación no experimental, la muestra puede no corresponder a un muestreo estadístico aleatorio[59] .

El diseño del estudio de caso de una sola medición implica la aplicación de un estímulo o tratamiento a un grupo, seguido por la medición de una o más variables para evaluar el nivel en el que se encuentran estas variables en el grupo después de la aplicación del estímulo [60].

El enfoque de esta investigación se alinea con el tipo de investigación aplicada tecnológica y experimental. Se desarrolla a través de un diseño que incorpora una única medición que se realiza después de implementar el sistema de seguridad vehicular, debido a la inexistencia de tecnologías similares aplicadas anteriormente para este caso.

## 4.2. Método de investigación

El nivel aplicativo representa la fase más avanzada de la investigación. Va más allá de los niveles descriptivo, relacional y explicativo. Mientras que el descriptivo se limita a describir el problema y el relacional busca comprender sus aspectos y relaciones entre variables, el nivel explicativo profundiza en la naturaleza del problema, ofreciendo una explicación detallada basada en etapas anteriores. Sin embargo, el nivel aplicativo no solo requiere alcanzar estos niveles previos, sino que también implica crear y aplicar una solución concreta al problema investigado. Esta etapa es común en maestrías y doctorados, donde se espera no solo comprender, sino también implementar las soluciones desarrolladas como parte integral de la investigación [59].

Para llevar a cabo la presente investigación, se empleará un enfoque metodológico tecnológico aplicativo, estructurado en cuatro fases:

- **Diseño:** En esta etapa se planificará y diseñará el estudio, delineando los objetivos y los procedimientos a seguir.
- **Implementación de la red:** Se llevará a cabo la implementación práctica de la infraestructura, siguiendo el diseño esquemático de la red de sensores.
- **Pruebas:** Durante esta fase, se llevarán a cabo pruebas para evaluar la funcionalidad, fiabilidad y eficiencia de la red implementada, identificando posibles áreas de mejora.
- **Medición de la satisfacción del usuario:** Se realizará una evaluación detallada para medir y comprender la satisfacción del usuario con respecto al funcionamiento y la utilidad de la red, con el fin de obtener retroalimentación valiosa para posibles ajustes o mejoras.



### 4.3. Población y muestra

La población es el conjunto de casos que cumplen ciertas especificaciones, determinadas por los objetivos de la investigación y consideraciones prácticas como el contenido, el lugar y el tiempo. La calidad de una investigación no radica en el tamaño de la población, sino en delimitarla claramente según el planteamiento del problema. Por otro lado, la muestra es un subgrupo de la población, un conjunto de elementos que comparten las características de ese grupo definido como población [60].

En el contexto de esta investigación, se ha establecido la definición de la población y muestra de la siguiente manera:

- **Población:** Todos los automóviles de categoría Sedan
- **Muestra:** Se selecciona una muestra representativa de 30 vehículos de categoría Sedan dentro del área de Lima Metropolitana para llevar a cabo las pruebas y evaluaciones del sistema propuesto.

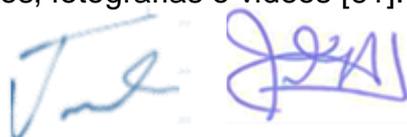
### 4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado

El lugar de estudio se realizará en Lima metropolitana en el periodo comprendido entre el año 2022 y 2023.

### 4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

#### Lectura y documentación

Toda investigación requiere una revisión exhaustiva de información relacionada, lo que constituye el marco teórico. Esto también se aplica a las investigaciones en entornos virtuales, donde las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), en especial Internet, ofrecen una amplia gama de fuentes digitales como libros, revistas, informes, entre otros. La digitalización de fuentes tradicionales en papel amplía el acceso a estos recursos para los investigadores. Aunque el proceso de digitalización es responsabilidad de las instituciones, algunos investigadores tienen la capacidad de contribuir con la publicación de información relevante en la red, en forma de artículos, proyectos, resultados, fotografías o videos [61].



## **Entrevista**

La entrevista estructurada es la técnica de recolección de datos más utilizada en investigaciones científicas. Implica la participación de un entrevistador capacitado, un cuestionario previamente probado y un entrevistado perteneciente a una muestra poblacional representativa. Esta muestra representa la población en su conjunto, permitiendo que los resultados obtenidos se apliquen al total de la población [60].

## **Cuestionario**

Un cuestionario es un conjunto de preguntas diseñadas para medir una o más variables específicas. Las preguntas pueden ser cerradas, con opciones de respuesta predeterminadas que facilitan su codificación y análisis, o abiertas, que no limitan las opciones de respuesta y son útiles cuando se necesita obtener información donde las respuestas posibles no están claras [60].

En la presente investigación se utilizarán estas técnicas:

- Búsqueda de información en fuentes secundarias tales como el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y el Ministerio del Interior, con la finalidad de contextualizar y fundamentar el estudio.
- Para medir la satisfacción del usuario se realizará una encuesta basada en 8 preguntas que serán validadas por juicios de expertos, con el fin de obtener la percepción del usuario sobre el sistema propuesto.

## **4.6. Análisis y procesamiento de datos**

Para la presente investigación el análisis y procesamiento de datos se realizará usando el software estadístico SPSS ya que es un software estadístico potente que proporciona una interfaz intuitiva y una amplia variedad de funciones para analizar datos de manera eficaz. Ofrece procedimientos estadísticos avanzados para mejorar la precisión en la toma de decisiones y abarca todas las etapas del análisis de datos, desde la preparación hasta la generación de informes. Además, su facilidad de uso permite integrar códigos abiertos como R y Python,



y ofrece múltiples herramientas de análisis estadístico adaptadas a las necesidades de investigadores, empresas y educadores [62].

### **Validación de Instrumentos a Través de Juicio de Expertos**

El cálculo del grado de concordancia de expertos se evaluó según los siguientes criterios:

- El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación.
- El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.
- La estructura del instrumento es adecuada.
- Los ítems del instrumento responden a la operacionalización de la variable.
- La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.
- Los ítems son claros y entendibles.
- El número de ítems es adecuado para su aplicación.

Donde la calificación puede ser 1 correspondiente a “DE ACUERDO” y 0 correspondiente a “DE DESACUERDO”.

### **Prueba de concordancia entre los jueces**

La prueba de concordancia mide el grado de concordancia significativa.

Donde

- **Ta:** N° Total “DE ACUERDO” de Juicio de Expertos
- **Td:** N° Total “DE DESACUERDO” de Juicio de Expertos

### **Confiabilidad del instrumento (b)**

- Validez nula es de 0,53 a menos
- Validez baja es de 0,54 a 0,59
- Válida es de 0,60 a 0,65
- Muy válida es de 0,66 a 0,71
- Excelente validez es de 0,72 a 0,99
- 1,0 es de Validez perfecta



Los resultados obtenidos de la evaluación del cuestionario presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4. Resultado de la calificación del instrumento por juicio de expertos

CRITERIOS	JUECES			VALOR P
	J1	J2	J3	$\Sigma$
1	1	1	1	3
2	1	1	1	3
3	1	1	1	3
4	1	1	1	3
5	1	1	1	3
6	1	1	1	3
7	1	1	1	3
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>21</b>

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la confiabilidad

$$T_a = 21, T_d = 0 \rightarrow b = 21 / (21+1)$$

$$b = 1,0$$

Se concluye que el instrumento (cuestionario) es perfectamente válido usarlo en la presente investigación.

#### 4.7. Aspectos Éticos en Investigación

En términos éticos, este estudio se centra en varios aspectos fundamentales: el respeto hacia los individuos, la búsqueda del bienestar, la promoción de la justicia, la maximización de los beneficios y la minimización de los posibles daños y errores. Estos principios éticos fundamentales son la base de cada etapa de la investigación, asegurando un enfoque responsable y ético en todo el proceso.



## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados descriptivos

#### Indicador Nivel de satisfacción de clientes

**PREGUNTA 1:** La detección de movimiento del vehículo contribuye a la detección temprana de posibles situaciones de riesgo.

En la siguiente tabla se presenta el análisis descriptivo a la pregunta.

Tabla 5. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 1 del Cuestionario

#### Pregunta\_1

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido 4.00	6	20.0%	20.0%	20.0%
5.00	24	80.0%	80.0%	100.0%
Total	30	100.0%		

Fuente: Elaboración propia

Sobre esta pregunta, se obtuvo que 6 de los encuestados calificaron como “De acuerdo” y el 24 de ellos lo calificaron como “Totalmente de acuerdo”. Con lo que se obtuvo una media de 4.80 de 5, lo que representa un porcentaje de aprobación del 96.0%. La Distribución de respuestas se puede observar en el siguiente gráfico.

#### Pregunta\_1

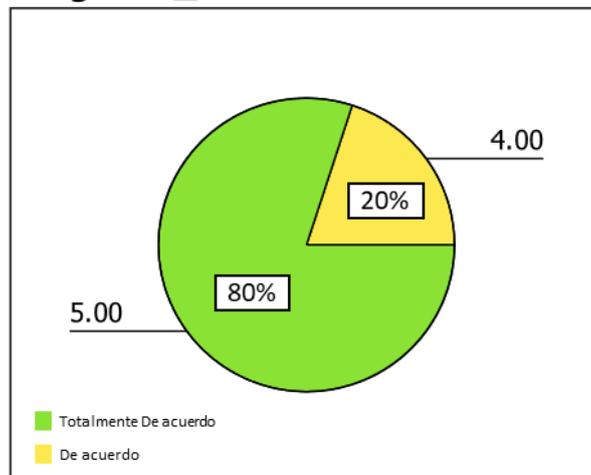


Figura 21. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 1 del Cuestionario

Fuente: Elaboración propia

**PREGUNTA 2:** El sensor de ultrasonido proporciona una detección precisa de objetos cercanos al vehículo.

En la siguiente tabla se presenta el análisis descriptivo a la pregunta.

Tabla 6. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 2 del Cuestionario

**Pregunta\_2**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido 4.00	8	26.7%	26.7%	26.7%
5.00	22	73.3%	73.3%	100.0%
Total	30	100.0%		

Fuente: Elaboración propia

Sobre esta pregunta, se obtuvo que 8 de los encuestados calificaron como “De acuerdo” y el 22 de ellos lo calificaron como “Totalmente de acuerdo”. Con lo que se obtuvo una media de 4.73 de 5, lo que representa un porcentaje de aprobación del 94.6%. La Distribución de respuestas se puede observar en el siguiente gráfico.

**Pregunta\_2**

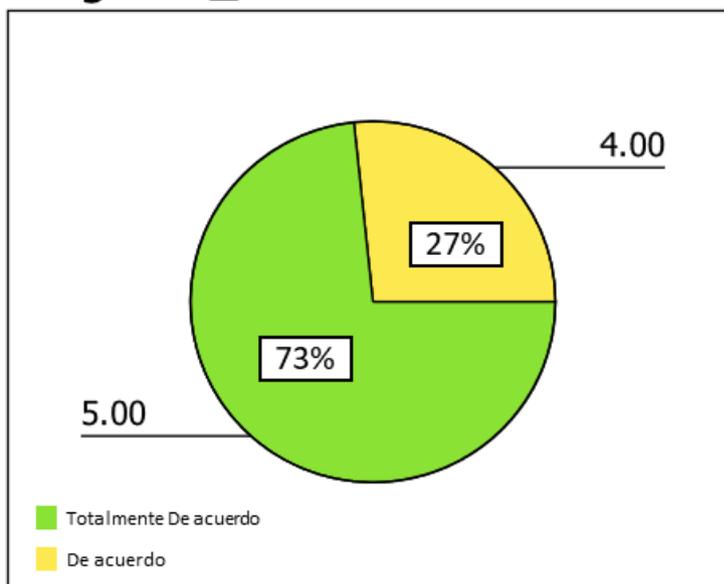


Figura 22. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 2 del Cuestionario

Fuente: Elaboración propia

**PREGUNTA 3:** El sensor de vibración alerta eficazmente sobre intentos de manipulación o fuerza externa en el vehículo.

En la siguiente tabla se presenta el análisis descriptivo a la pregunta.

Tabla 7. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 3 del Cuestionario

**Pregunta\_3**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido 4.00	9	30.0%	30.0%	30.0%
5.00	21	70.0%	70.0%	100.0%
Total	30	100.0%		

Fuente: Elaboración propia

Sobre esta pregunta, se obtuvo que 9 de los encuestados calificaron como “De acuerdo” y el 21 de ellos lo calificaron como “Totalmente de acuerdo”. Con lo que se obtuvo una media de 4.70 de 5, lo que representa un porcentaje de aprobación del 94.0%. La Distribución de respuestas se puede observar en el siguiente gráfico.

**Pregunta\_3**

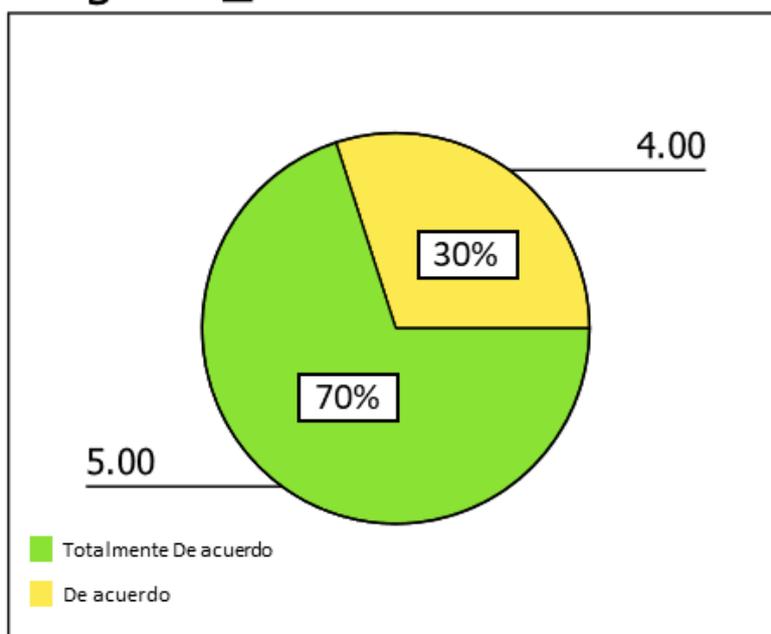


Figura 23. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 3 del Cuestionario

Fuente: Elaboración propia

**PREGUNTA 4:** El módulo GPS ofrece una geolocalización precisa del vehículo en tiempo real.

En la siguiente tabla se presenta el análisis descriptivo a la pregunta.

Tabla 8. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 4 del Cuestionario

**Pregunta\_4**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido 4.00	10	33.3%	33.3%	33.3%
5.00	20	66.7%	66.7%	100.0%
Total	30	100.0%		

Fuente: Elaboración propia

Sobre esta pregunta, se obtuvo que 10 de los encuestados calificaron como “De acuerdo” y el 20 de ellos lo calificaron como “Totalmente de acuerdo”. Con lo que se obtuvo una media de 4.67 de 5, lo que representa un porcentaje de aprobación del 93.4%. La Distribución de respuestas se puede observar en el siguiente gráfico.

**Pregunta\_4**

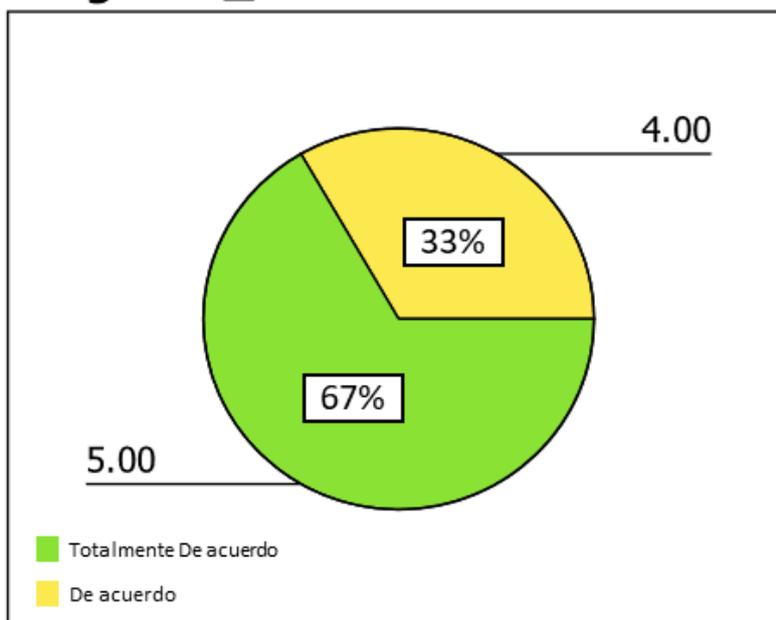


Figura 24. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 4 del Cuestionario

Fuente: Elaboración propia

**PREGUNTA 5:** El reconocimiento facial mejora la seguridad del vehículo al identificar a los usuarios autorizados.

En la siguiente tabla se presenta el análisis descriptivo a la pregunta.

Tabla 9. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 5 del Cuestionario

**Pregunta\_5**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido 4.00	5	16.7%	16.7%	16.7%
5.00	25	83.3%	83.3%	100.0%
Total	30	100.0%		

Fuente: Elaboración propia

Sobre esta pregunta, se obtuvo que 5 de los encuestados calificaron como “De acuerdo” y el 25 de ellos lo calificaron como “Totalmente de acuerdo”. Con lo que se obtuvo una media de 4.83 de 5, lo que representa un porcentaje de aprobación del 96.6%. La Distribución de respuestas se puede observar en el siguiente gráfico.

**Pregunta\_5**

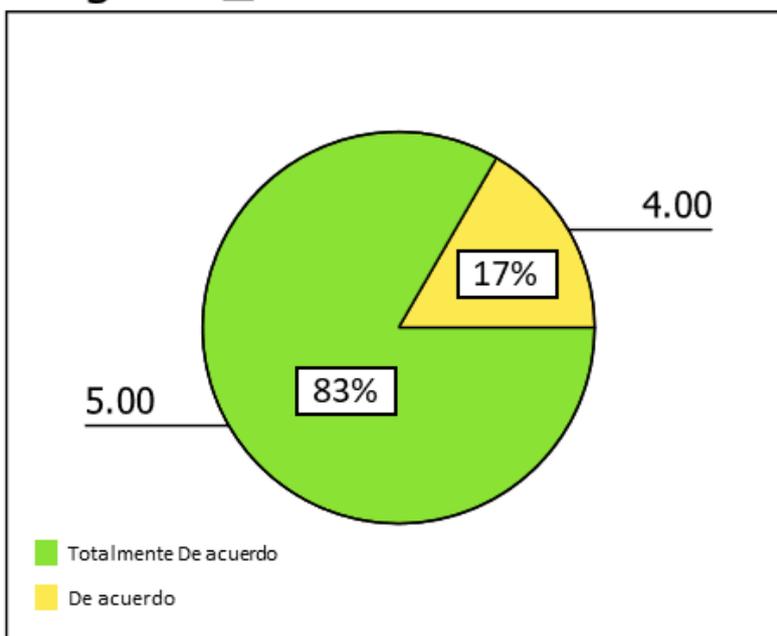


Figura 25. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 5 del Cuestionario

Fuente: Elaboración propia

**PREGUNTA 6:** En general, considero que el sistema de seguridad vehicular basado en estas funcionalidades es muy útil.

En la siguiente tabla se presenta el análisis descriptivo a la pregunta.

Tabla 10. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 6 del Cuestionario

**Pregunta\_6**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido 4.00	7	23.3%	23.3%	23.3%
5.00	23	76.7%	76.7%	100.0%
Total	30	100.0%		

Fuente: Elaboración propia

Sobre esta pregunta, se obtuvo que 7 de los encuestados calificaron como “De acuerdo” y el 23 de ellos lo calificaron como “Totalmente de acuerdo”. Con lo que se obtuvo una media de 4.77 de 5, lo que representa un porcentaje de aprobación del 95.4%. La Distribución de respuestas se puede observar en el siguiente gráfico.

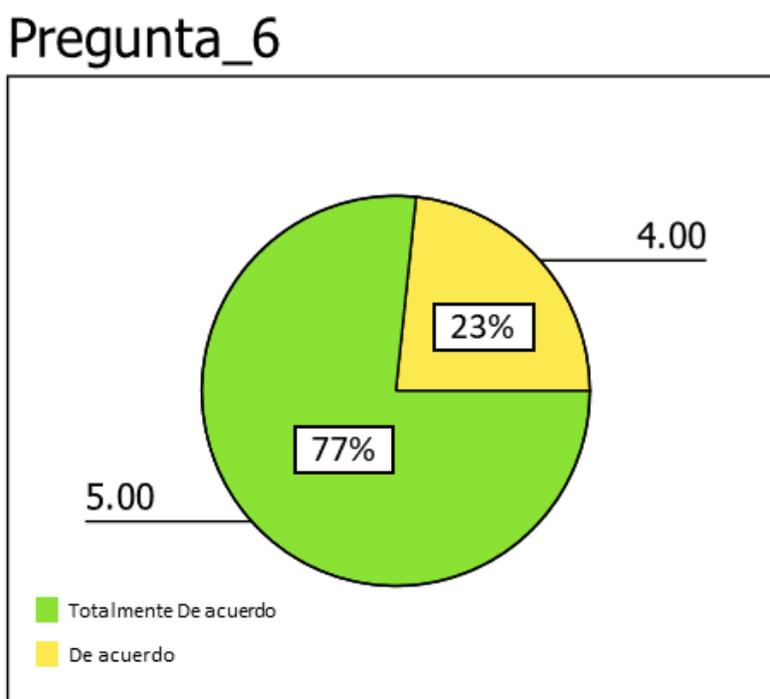


Figura 26. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 6 del Cuestionario

Fuente: Elaboración propia

**PREGUNTA 7:** La combinación de estas funcionalidades del sistema mejora la protección de mi vehículo.

En la siguiente tabla se presenta el análisis descriptivo a la pregunta.

Tabla 11. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 7 del Cuestionario

**Pregunta\_7**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido 4.00	2	6.7%	6.7%	6.7%
5.00	28	93.3%	93.3%	100.0%
Total	30	100.0%		

Fuente: Elaboración propia

Sobre esta pregunta, se obtuvo que 2 de los encuestados calificaron como “De acuerdo” y el 28 de ellos lo calificaron como “Totalmente de acuerdo”. Con lo que se obtuvo una media de 4.93 de 5, lo que representa un porcentaje de aprobación del 98.6%. La Distribución de respuestas se puede observar en el siguiente gráfico.

**Pregunta\_7**

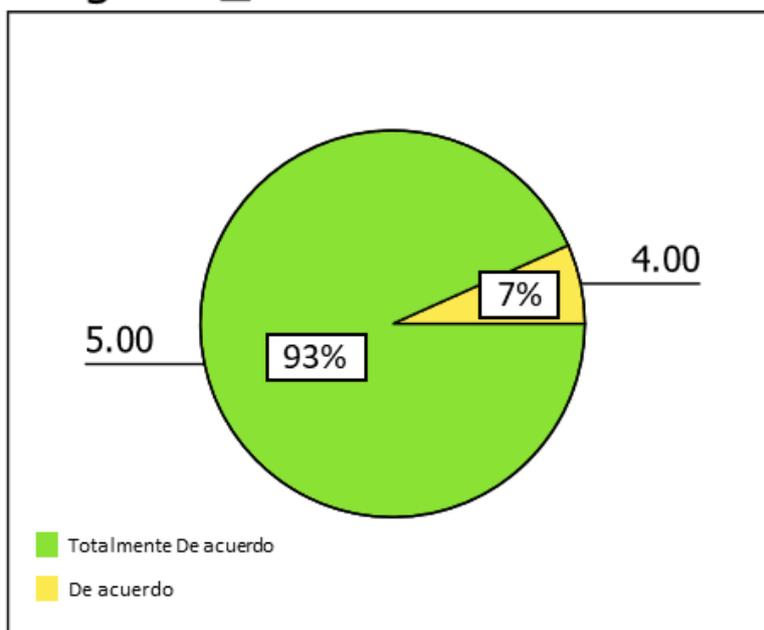


Figura 27. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 7 del Cuestionario

Fuente: Elaboración propia

**PREGUNTA 8:** El sistema de seguridad me hace sentir más seguro/a al utilizar mi vehículo.

En la siguiente tabla se presenta el análisis descriptivo a la pregunta.

Tabla 12. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 8 del Cuestionario

**Pregunta\_8**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido 4.00	4	13.3%	13.3%	13.3%
5.00	26	86.7%	86.7%	100.0%
Total	30	100.0%		

Fuente: Elaboración propia

Sobre esta pregunta, se obtuvo que 4 de los encuestados calificaron como “De acuerdo” y el 26 de ellos lo calificaron como “Totalmente de acuerdo”. Con lo que se obtuvo una media de 4.87 de 5, lo que representa un porcentaje de aprobación del 97.4%. La Distribución de respuestas se puede observar en el siguiente gráfico.

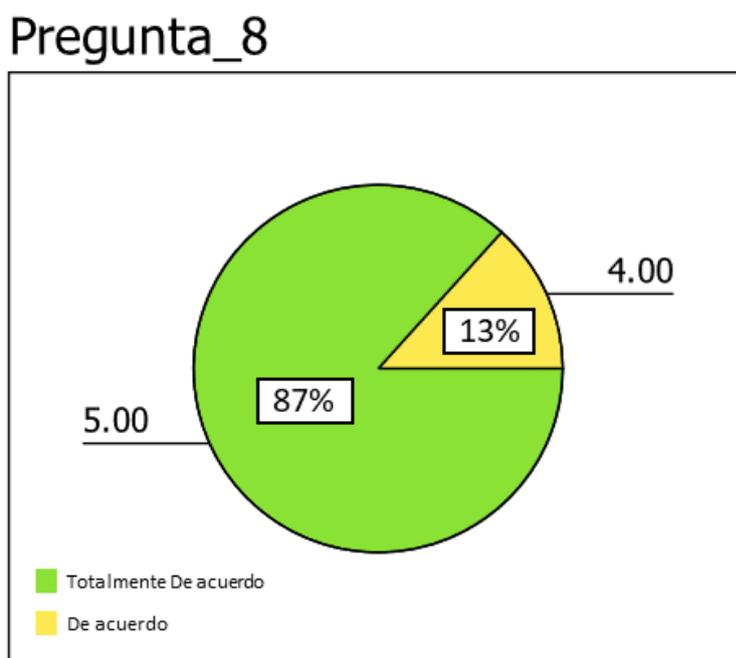


Figura 28. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 8 del Cuestionario

Fuente: Elaboración propia

*[Firma manuscrita]*

**PREGUNTA 9:** Creo que la integración de estos sensores en el sistema de seguridad vehicular es una mejora significativa en comparación con sistemas convencionales.

En la siguiente tabla se presenta el análisis descriptivo a la pregunta.

Tabla 13. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 9 del Cuestionario

**Pregunta\_9**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido 4.00	10	33.3%	33.3%	33.3%
5.00	20	66.7%	66.7%	100.0%
Total	30	100.0%		

Fuente: Elaboración propia

Sobre esta pregunta, se obtuvo que 10 de los encuestados calificaron como “De acuerdo” y el 20 de ellos lo calificaron como “Totalmente de acuerdo”. Con lo que se obtuvo una media de 4.67 de 5, lo que representa un porcentaje de aprobación del 93.4%. La Distribución de respuestas se puede observar en el siguiente gráfico.

**Pregunta\_9**

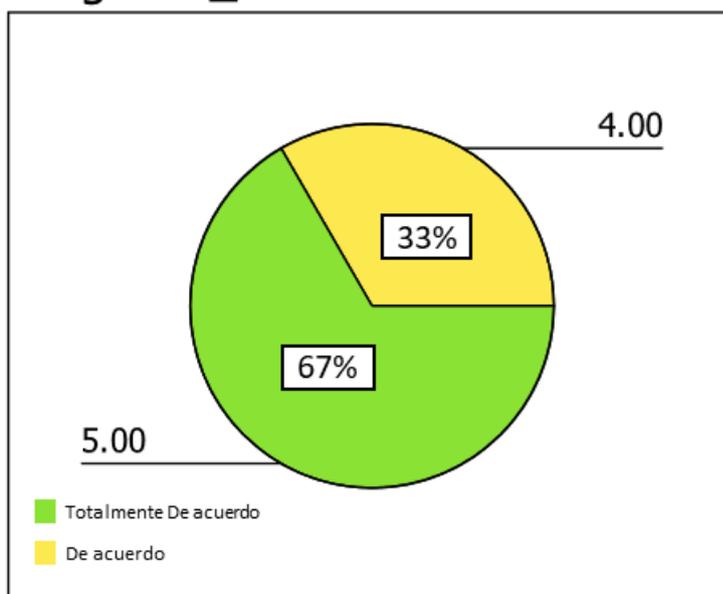


Figura 29. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 9 del Cuestionario

Fuente: Elaboración propia

**PREGUNTA 10:** Recomendaría este sistema de seguridad vehicular basado en múltiples sensores a otros propietarios de vehículos.

En la siguiente tabla se presenta el análisis descriptivo a la pregunta.

Tabla 14. Análisis Descriptivo de los resultados obtenidos de la Pregunta 10 del Cuestionario

**Pregunta\_10**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido 4.00	6	20.0%	20.0%	20.0%
5.00	24	80.0%	80.0%	100.0%
Total	30	100.0%		

Fuente: Elaboración propia

Sobre esta pregunta, se obtuvo que 6 de los encuestados calificaron como “De acuerdo” y el 24 de ellos lo calificaron como “Totalmente de acuerdo”. Con lo que se obtuvo una media de 4.80 de 5, lo que representa un porcentaje de aprobación del 96.0%. La Distribución de respuestas se puede observar en el siguiente gráfico.

**Pregunta\_10**

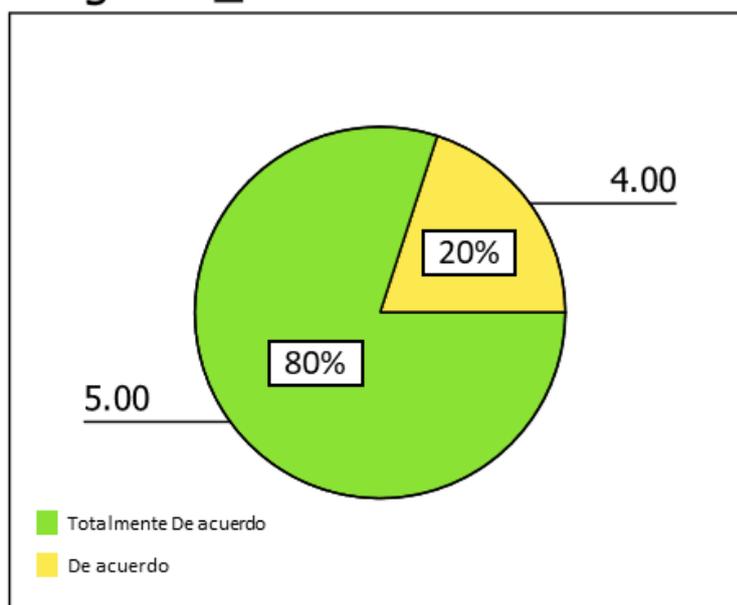


Figura 30. Gráfico de Sectores de los resultados de la Pregunta 10 del Cuestionario

Fuente: Elaboración propia

### Indicador: Prueba de reconocimiento facial

Se realizaron pruebas utilizando un conjunto diverso de imágenes y situaciones cotidianas. Estos incluyeron variaciones de iluminación (oscuro, claro y con luz artificial), ángulos faciales, expresiones, distancias y fondos, con el fin de simular escenarios del mundo real. Se evaluó la eficiencia en una escala del 1 al 5, donde 1 representa la evaluación más baja y 5 la más alta.

En la siguiente tabla se presenta la lista de situaciones donde el Grado de reconocimiento es el promedio de las calificaciones para la vista lateral, vista frontal, detección de la expresión y adaptación a la luz.

Tabla 15. Registros de pruebas al sensor de reconocimiento facial

Registro	Situación	Vista Lateral	Vista Frontal	Detección de Expresión	Adaptación a la Luz	Grado de Reconocimiento
1	Poca luminosidad, 1 metro, Sorpresa, Estacionamiento	4	5	4	4	4.25
2	Mucha luminosidad, 3 metros, Enojo, Calle	5	4	4	5	4.5
3	Luminosidad artificial, 2 metros, Alegría, Garaje	4	4	5	4	4.25
4	Poca luminosidad, 4 metros, Neutral, Estacionamiento	4	4	4	3	3.75
5	Mucha luminosidad, 3 metros, Sorpresa, Calle	4	5	4	4	4.25
6	Luminosidad artificial, 1 metro, Alegría, Garaje	5	4	5	5	4.75
7	Poca luminosidad, 4 metros, Enojo, Estacionamiento	3	4	4	3	3.5
8	Mucha luminosidad, 2 metros, Neutral, Calle	5	4	5	5	4.75
9	Luminosidad artificial, 5 metros, Sorpresa, Garaje	4	5	4	4	4.25
10	Poca luminosidad, 3 metros, Alegría, Estacionamiento	4	4	4	4	4
11	Mucha luminosidad, 1 metro, Enojo, Calle	5	4	5	5	4.75

12	Luminosidad artificial, 5 metros, Neutral, Garaje	3	3	5	4	3.75
13	Poca luminosidad, 4 metros, Sorpresa, Estacionamiento	4	5	4	4	4.25
14	Mucha luminosidad, 2 metros, Alegría, Calle	5	4	5	5	4.75
15	Luminosidad artificial, 3 metros, Enojo, Garaje	5	4	4	4	4.25
16	Poca luminosidad, 1 metro, Neutral, Estacionamiento	5	5	5	5	5
17	Mucha luminosidad, 4 metros, Sorpresa, Calle	4	5	4	4	4.25
18	Luminosidad artificial, 5 metros, Alegría, Garaje	5	4	5	5	4.75
19	Poca luminosidad, 5 metros, Enojo, Estacionamiento	4	5	4	4	4.25
20	Mucha luminosidad, 3 metros, Neutral, Calle	5	4	5	5	4.75
21	Luminosidad artificial, 1 metro, Sorpresa, Garaje	4	5	4	4	4.25
22	Poca luminosidad, 2 metros, Alegría, Estacionamiento	5	4	5	5	4.75
23	Mucha luminosidad, 4 metros, Enojo, Calle	4	4	4	4	4
24	Luminosidad artificial, 5 metros, Neutral, Garaje	5	5	5	5	5
25	Poca luminosidad, 3 metros, Sorpresa, Estacionamiento	4	5	4	4	4.25
26	Mucha luminosidad, 1 metro, Alegría, Calle	5	5	5	5	5
27	Luminosidad artificial, 2 metros, Enojo, Garaje	4	4	4	4	4
28	Poca luminosidad, 4 metros, Neutral, Calle	4	4	4	3	3.75
29	Mucha luminosidad, 5 metros, Sorpresa, Estacionamiento	4	4	4	4	4
30	Luminosidad artificial, 3 metros, Alegría, Garaje	5	4	5	5	4.75

Fuente: Elaboración propia



Los análisis revelan puntajes promedio significativos: 4.37 para la evaluación de la vista lateral, 4.33 para la vista frontal, 4.43 en la detección de expresiones faciales y 4.30 en cuanto a la adaptación a variaciones lumínicas. Una presentación detallada de estos datos se encuentra en la siguiente tabla.

Tabla 16. Resultados de las situaciones de la prueba de reconocimiento facial

**Estadísticas Descriptivas**

	N	Media	Err. Est. Media	Desv. Std	Varianza	Intervalo	Mínimo	Máximo
Vista_Lateral	30	4.37	.11	.61	.38	2.00	3.00	5.00
Vista_Frontal	30	4.33	.10	.55	.30	2.00	3.00	5.00
Detección_Expresión	30	4.43	.09	.50	.25	1.00	4.00	5.00
Adaptación_Luz	30	4.30	.12	.65	.42	2.00	3.00	5.00
N Válido (listwise)	30							
N perdido (listwise)	0							

Fuente: Elaboración propia

Estos datos revelan que el nivel de precisión del sensor de reconocimiento facial alcanza los 4.36 sobre 5, equivalente al 87.2% de efectividad, que es significativo para esta investigación.

Tabla 17. Resultados del Grado de reconocimiento facial

**Estadísticas**

	Grado_ReconocimientoFacial
N Válido	30
Perdidos	0
Media	4.36
Mediana	4.25
Desv Std	.41
Mínimo	3.50
Máximo	5.00

Fuente: Elaboración propia

El gráfico de sectores a continuación ilustra la distribución de calificaciones para las diversas situaciones en las que se evaluó el sensor de reconocimiento facial. Se destaca que las calificaciones más frecuentes fueron de 4.25 y 4.75, seguidas por el 4 y 3.75.

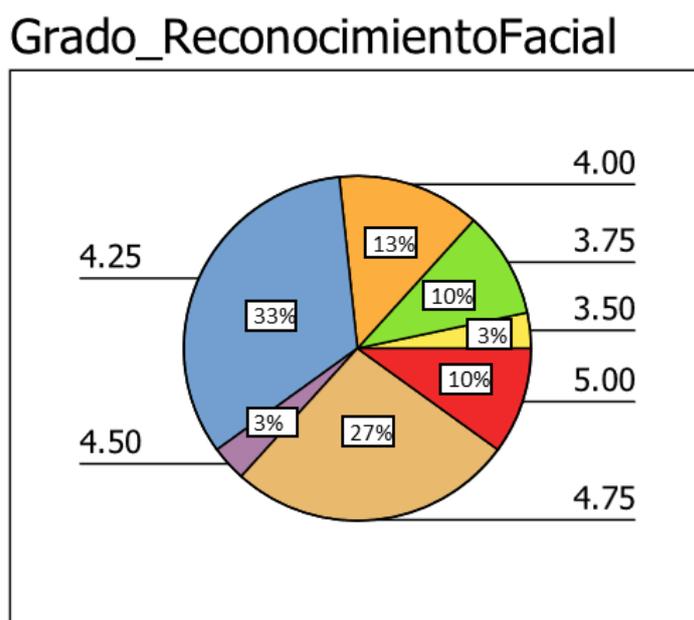


Figura 31. Distribución de puntajes sobre el Grado de Reconocimiento Facial

Fuente: Elaboración propia

### Indicador Prueba del sensor de ultrasonido

Se realizaron pruebas del sensor en situaciones representativas, para diferentes distancias de detección, presencia y ausencia de obstáculos. Se evaluó la eficiencia en una escala del 1 al 10, donde 1 representa la evaluación más baja y 10 la más alta.

En la siguiente tabla se presenta la lista de situaciones:

Tabla 18. Registros de pruebas al sensor de ultrasonido

Registro	Situación	Eficiencia
1	10 cm sin obstáculos	9
2	1 metro sin obstáculos	8
3	2 metros sin obstáculos	7
4	3 metros sin obstáculos	7
5	10 cm con obstáculo	8
6	1 metro con obstáculo	7
7	2 metros con obstáculo	8
8	3 metros con obstáculo	8
9	10 cm sin obstáculos	9
10	1 metro sin obstáculos	7
11	2 metros sin obstáculos	7
12	3 metros sin obstáculos	6
13	10 cm con obstáculo	8
14	1 metro con obstáculo	7
15	2 metros con obstáculo	6
16	3 metros con obstáculo	5
17	10 cm sin obstáculos	9
18	1 metro sin obstáculos	8
19	2 metros sin obstáculos	6
20	3 metros sin obstáculos	6
21	10 cm con obstáculo	8
22	1 metro con obstáculo	7
23	2 metros con obstáculo	6
24	3 metros con obstáculo	6
25	10 cm sin obstáculos	9
26	1 metro sin obstáculos	8
27	2 metros sin obstáculos	7
28	3 metros sin obstáculos	6
29	10 cm con obstáculo	8
30	1 metro con obstáculo	7

Fuente: Elaboración propia

Estos datos muestran que el grado de eficiencia del sensor de ultrasonido es de 7.27 sobre 10, equivalente al 72.7%, que es significativo para esta investigación. Se observa que el menor puntaje fue de 5 cuando se encontraba a una distancia considerable entre el sensor y el objetivo, con obstáculos presentes mientras que obtuvo el mayor puntaje, alcanzando un 9, cuando el objetivo se encontraba cerca del sensor y no había obstáculos en su trayectoria. La siguiente tabla representa una descripción detallada de estos datos.

Tabla 19. Resultados de las situaciones de la prueba de ultrasonido

**Estadísticas Descriptivas**

	N	Media	Desv. Std	Varianza	Mínimo	Máximo
Eficiencia_SensorUltrasonido	30	7.27	1.08	1.17	5.00	9.00
N Válido (listwise)	30					
N perdido (listwise)	0					

Fuente: Elaboración propia

El gráfico de sectores a continuación ilustra la distribución de calificaciones para las diversas situaciones en las que se evaluó el sensor de ultrasonido. Se destaca que las calificaciones más frecuentes fueron de 8 y 7, seguidas por

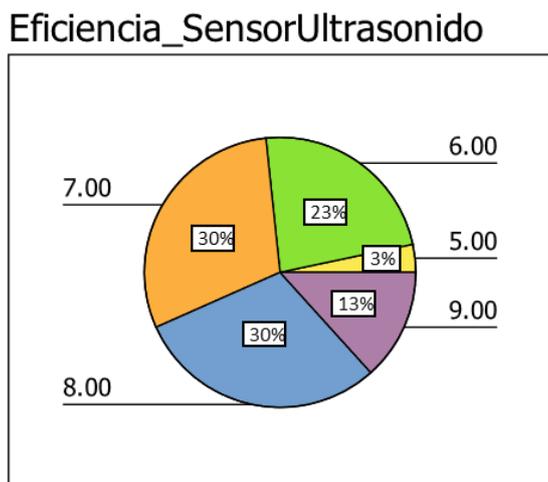


Figura 32. Distribución de puntajes sobre la eficiencia del sensor de ultrasonido

Fuente: Elaboración propia

### Indicador Prueba de sensor de movimiento

Se llevaron a cabo pruebas utilizando el sensor de movimiento en situaciones simuladas con diferentes distancias del objetivo y la presencia o ausencia de obstáculos. Esto se realizó con el fin de medir la capacidad del sensor para detectar el movimiento de manera precisa. Se evaluó la eficiencia en una escala del 1 al 5, donde 1 representa la evaluación más baja y 5 la más alta.

En la siguiente tabla se presenta la lista de situaciones:

Tabla 20. Registros de pruebas al sensor de movimiento

Registro	Perpendicular derecho	Perpendicular izquierdo	Horizontal Frontal	Horizontal Posterior	Eficiencia
1	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
2	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
3	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
4	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
5	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
6	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
7	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
8	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
9	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
10	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
11	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
12	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
13	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
14	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
15	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
16	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
17	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,0)	4
18	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
19	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,-1,0)	(0,0,1)	4
20	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
21	(0,-1,0)	(0,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	4
22	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
23	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,0)	4
24	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	5
25	(0,-1,0)	(0,0,0)	(0,0,-1)	(0,1,0)	3
26	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	4
27	(0,0,-1)	(0,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	3
28	(0,-1,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	4
29	(0,-1,0)	(0,1,0)	(0,0,-1)	(0,0,0)	3
30	(-1,0,0)	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,0,1)	3

Fuente: Elaboración propia

El análisis muestra que el grado de eficiencia del sensor de movimiento es de 4.53 sobre 5, equivalente al 90.6%. Se observa que el menor puntaje fue de 3 cuando el objetivo presentaba obstáculos y se encontraba alejado del sensor mientras que en menores distancias y sin obstáculos se observó una eficiencia más notable. La siguiente tabla representa una descripción detallada de estos datos.

Tabla 21. Resultados de las situaciones de la prueba del sensor de movimiento

**Estadísticas Descriptivas**

	N	Media	Desv. Std	Varianza	Mínimo	Máximo
Eficiencia_SensorMovimiento	30	4.53	.73	.53	3.00	5.00
N Válido (listwise)	30					
N perdido (listwise)	0					

Fuente: Elaboración propia

El gráfico de sectores a continuación ilustra la distribución de puntajes para las diversas situaciones en las que se evaluó el sensor de movimiento. Se destaca que en el grupo mayoritario de pruebas se califica la eficiencia entre con un valor de 5.

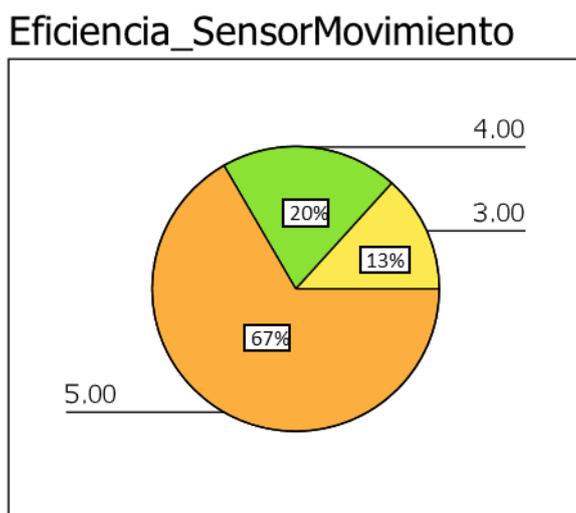


Figura 33. Distribución de puntajes sobre la eficiencia del sensor de movimiento

Fuente: Elaboración propia

### Indicador Prueba del Sensor de Vibración

Se realizaron pruebas del sensor de vibración para entornos para situaciones de exposición del sensor diferentes intensidades de vibración (altas, moderadas y bajas). Se evaluó la eficiencia en una escala del 1 al 5, donde 1 representa la evaluación más baja y 5 la más alta.

En la siguiente tabla se detalla la lista de situaciones:

Tabla 22. Registros de pruebas al sensor de vibración

Registro	Intensidad de Vibración	Eficiencia
1	Baja	4
2	Moderada	4
3	Alta	5
4	Baja	3
5	Moderada	5
6	Alta	5
7	Baja	3
8	Moderada	4
9	Alta	5
10	Baja	3
11	Moderada	4
12	Alta	5
13	Baja	3
14	Moderada	4
15	Alta	5
16	Baja	4
17	Moderada	5
18	Alta	5
19	Baja	3
20	Moderada	4
21	Alta	5
22	Baja	3
23	Moderada	4
24	Alta	5
25	Baja	4
26	Moderada	4
27	Alta	5
28	Baja	4
29	Moderada	4
30	Alta	5

Fuente: Elaboración propia

El análisis muestra que el grado de eficiencia del sensor de vibración es de 4.20 sobre 5, equivalente al 84.0%. Se observa que los valores oscilan entre 3 y 5. Siendo mayor la eficiencia cuando el sensor se somete a fuertes impactos. La siguiente tabla representa una descripción detallada de estos datos.

Tabla 23. Resultados de las situaciones de la prueba del sensor vibración

**Estadísticas Descriptivas**

	N	Media	Desv. Std	Varianza	Mínimo	Máximo
Eficiencia_SensorVibración	30	4.20	.76	.58	3.00	5.00
N Válido (listwise)	30					
N perdido (listwise)	0					

Fuente: Elaboración propia

El siguiente gráfico circular representa la distribución de calificaciones para las distintas situaciones en las que se evaluó el sensor vibración. Se resalta la tendencia general hacia calificaciones positivas, oscilando entre valores de 4 y 5.

**Eficiencia\_SensorVibracion**

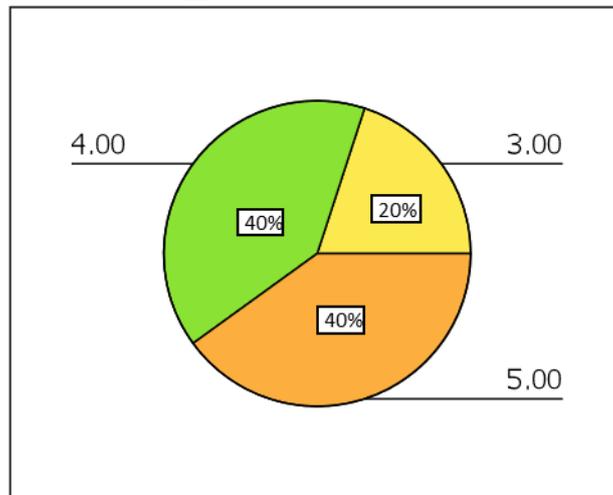


Figura 34. Distribución de puntajes sobre la eficiencia del sensor vibración

Fuente: Elaboración propia

### Indicador Prueba del Sensor de GPS

Se llevó a cabo una evaluación de la precisión del sensor GPS al contrastar la posición exacta con la información proporcionada por el sensor. Los resultados muestran que la calificación de la eficiencia del sistema se sitúa entre valores de 4 a 5. En el siguiente cuadro se detallan las frecuencias para los tiempos. Se evaluó la eficiencia en una escala del 1 al 5, donde 1 representa la evaluación más baja y 5 la más alta.

Tabla 24. Resultados de las pruebas del sensor de GPS

Eficiencia_SensorGPS				
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Válido	4.00	19	63.3%	63.3%
	5.00	11	36.7%	100.0%
Total		30	100.0%	

Fuente: Elaboración propia

De los datos se destaca que, en promedio, el sistema es muy eficiente, con una media de 4.37 de 5, lo cual representa una eficiencia del 87.4%.

Eficiencia\_SensorGPS

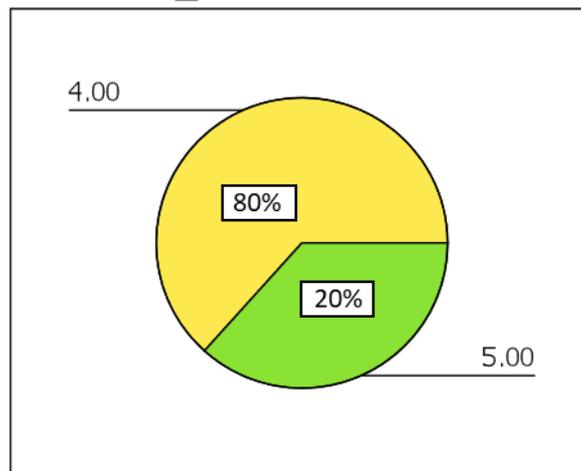


Figura 35. Distribución de puntajes sobre la eficiencia del sensor GPS

Fuente: Elaboración propia

## 5.2. Resultados Inferenciales

Se empleo la prueba de Shapiro-Wilk debido al tamaño reducido de la muestra, que consta de menos de 50 registros.

### Indicador: Prueba de reconocimiento facial

Se llevó a cabo un análisis de normalidad para evaluar el indicador de reconocimiento facial, revelando un nivel de significancia de 0.030, inferior al umbral establecido de 0.05. En consecuencia, se infiere que la muestra analizada no sigue una distribución normal por la presencia de desviaciones significativas respecto a la normalidad estadística.

Tabla 25. Tabla para la prueba de Normalidad del indicador de reconocimiento facial

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	df	Sign.
Grado_ReconocimientoFacial	.922	30	.030

Fuente: Elaboración propia

El histograma correspondiente a la medición de este indicador, para representar la distribución visual de la frecuencia de los datos.

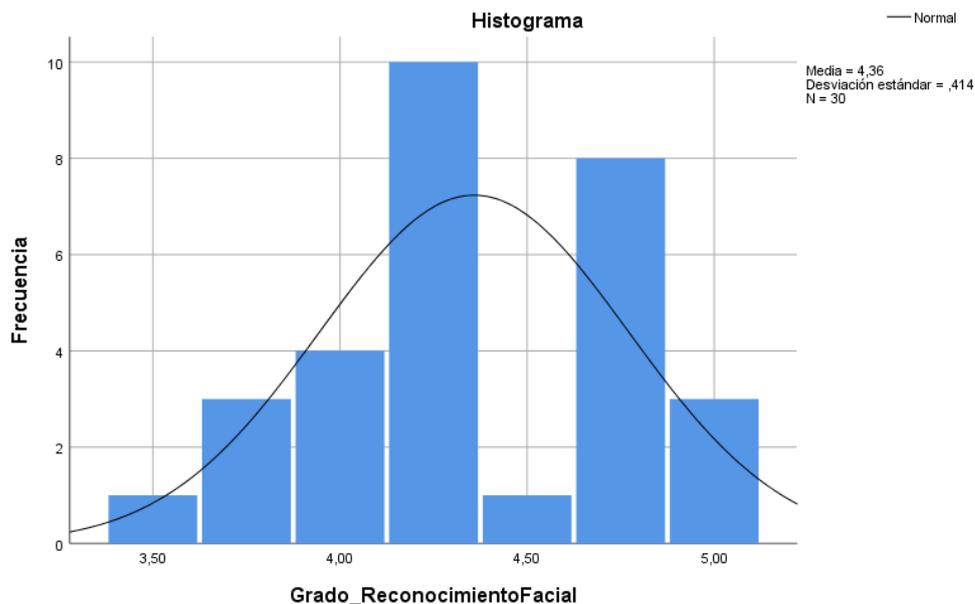


Figura 36. Histograma del indicador de la prueba del sensor de reconocimiento facial

Fuente: Elaboración propia

### Indicador: Prueba del sensor de ultrasonido

Se llevó a cabo un análisis de normalidad para evaluar el indicador del sensor de ultrasonido, revelando un nivel de significancia de 0.018, inferior al umbral establecido de 0.05. En consecuencia, se infiere que la muestra analizada no sigue una distribución normal por la presencia de desviaciones significativas respecto a la normalidad estadística.

Tabla 26. Tabla para la prueba de Normalidad del indicador del sensor de ultrasonido

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	df	Sign.
Eficiencia_SensorUltrasonido	.913	30	.018

Fuente: Elaboración propia

El histograma correspondiente a la medición de este indicador, para representar la distribución visual de la frecuencia de los datos.

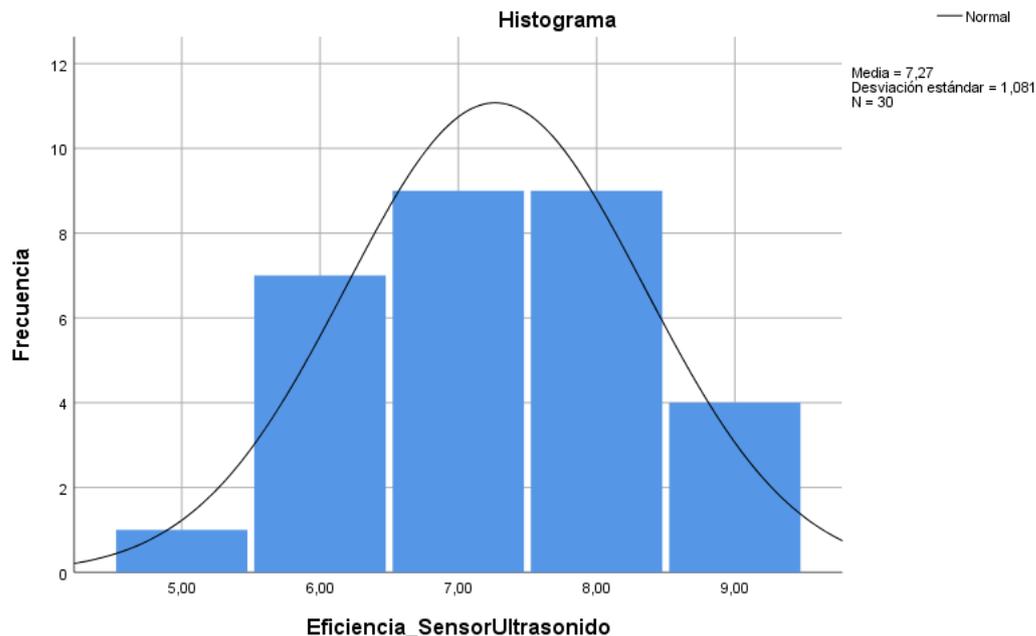


Figura 37. Histograma del indicador de la prueba del sensor de ultrasonido

Fuente: Elaboración propia

### Indicador: Prueba del sensor de movimiento

Se realizó un análisis de normalidad para evaluar el indicador del sensor de movimiento, revelando un nivel de significancia de 0.000, inferior al umbral establecido de 0.05. En consecuencia, se infiere que la muestra analizada no sigue una distribución normal por la presencia de desviaciones significativas respecto a la normalidad estadística.

Tabla 27. Tabla para la prueba de Normalidad del indicador del sensor de movimiento

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	df	Sign.
Eficiencia_SensorMovimiento	.653	30	.000

Fuente: Elaboración propia

El histograma correspondiente a la medición de este indicador, para representar la distribución visual de la frecuencia de los datos.

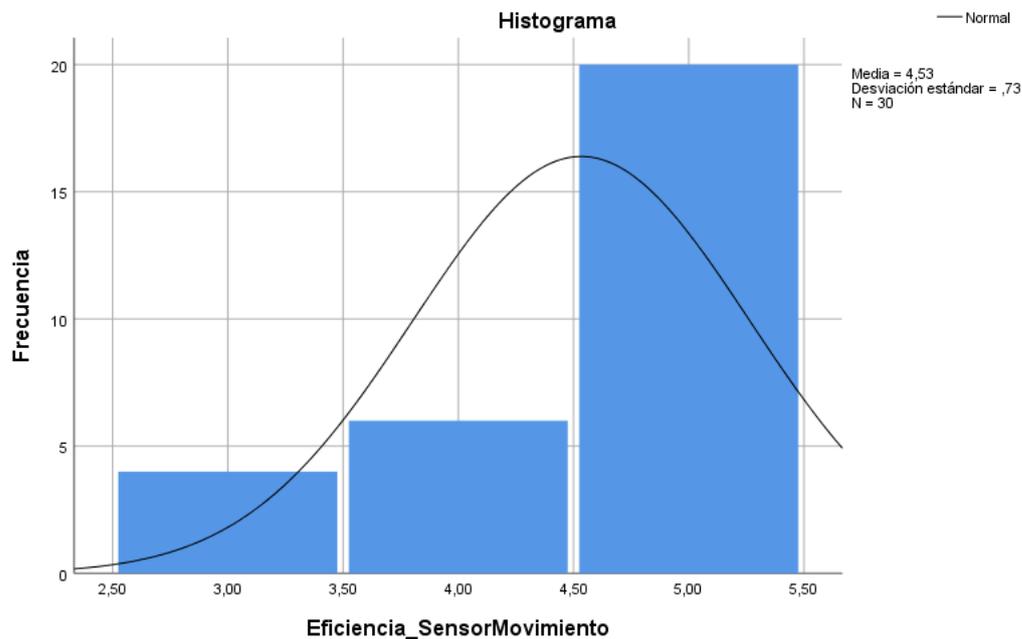


Figura 38. Histograma del indicador de la prueba del sensor movimiento

Fuente: Elaboración propia

### Indicador: Prueba del sensor vibración

Se realizó un análisis de normalidad para evaluar el indicador del sensor de vibración, revelando un nivel de significancia de 0.000, inferior al umbral establecido de 0.05. En consecuencia, se infiere que la muestra analizada no sigue una distribución normal por la presencia de desviaciones significativas respecto a la normalidad estadística.

Tabla 28. Tabla para la prueba de Normalidad del indicador del sensor de vibración

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	df	Sign.
Eficiencia_SensorVibración	.796	30	.000

Fuente: Elaboración propia

El histograma correspondiente a la medición de este indicador, para representar la distribución visual de la frecuencia de los datos.

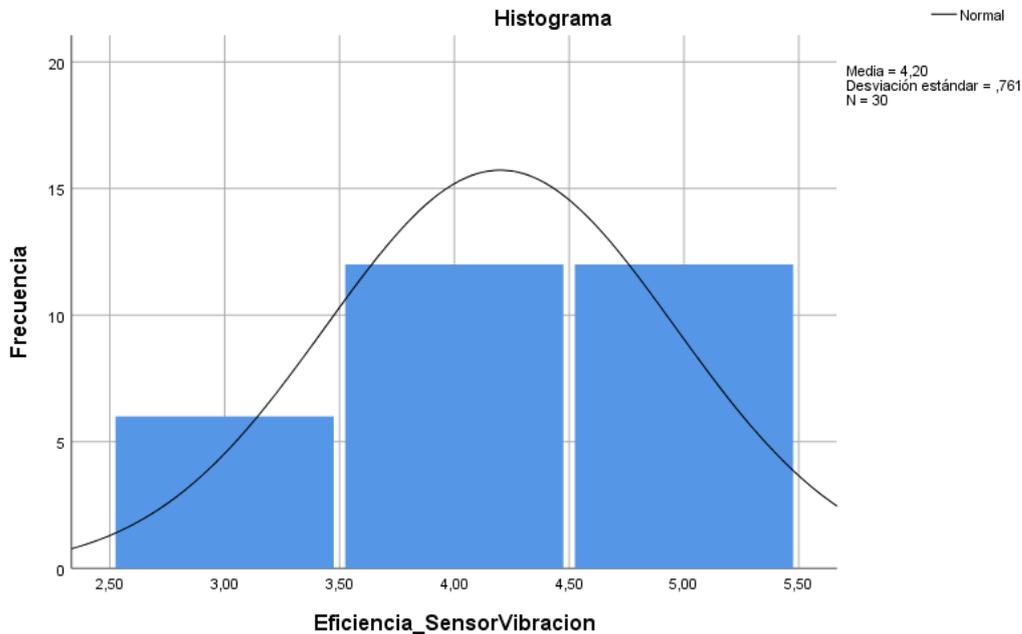


Figura 39. Histograma del indicador de la prueba del sensor vibración

Fuente: Elaboración propia

### Indicador: Prueba del sensor de GPS

Se realizó un análisis de normalidad para evaluar el indicador del sensor de GPS, revelando un nivel de significancia de 0.000, inferior al umbral establecido de 0.05. En consecuencia, se infiere que la muestra analizada no sigue una distribución normal por la presencia de desviaciones significativas respecto a la normalidad estadística.

Tabla 29. Tabla para la prueba de Normalidad del indicador del sensor de GPS

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	df	Sign.
Eficiencia_SensorGPS	.612	30	.000

Fuente: Elaboración propia

El histograma correspondiente a la medición de este indicador, para representar la distribución visual de la frecuencia de los datos.

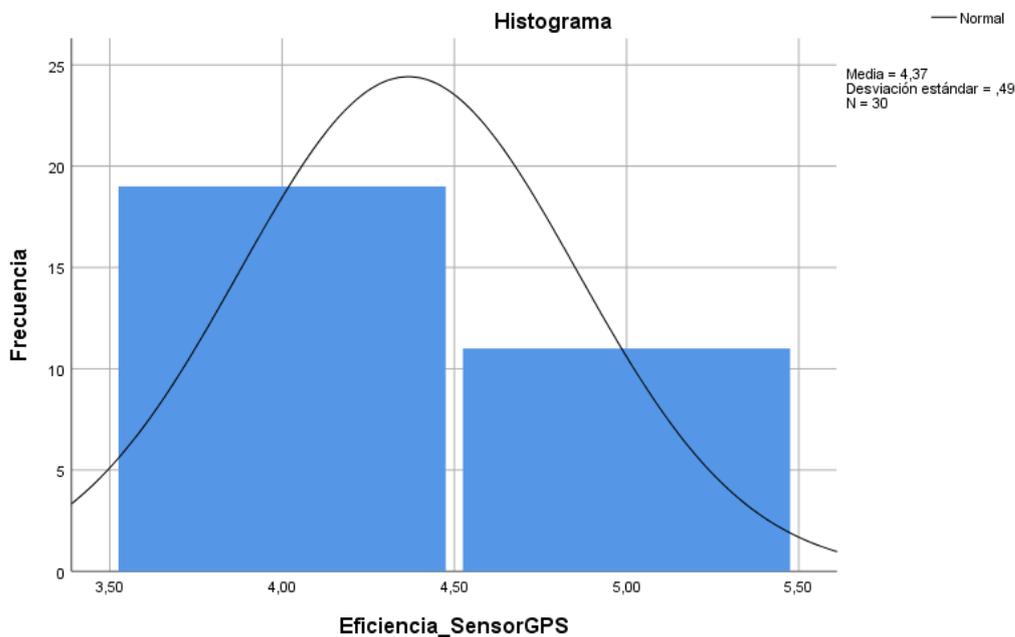


Figura 40. Histograma del indicador de la prueba del sensor de GPS

Fuente: Elaboración propia

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

#### Indicador Prueba de reconocimiento facial

Los resultados obtenidos mostraron un alto nivel de precisión en la identificación de rostros. Se realizaron pruebas de validación cruzada para asegurar la efectividad del sistema en una variedad de condiciones de iluminación, ángulos de cámara y con diferentes expresiones faciales. La tasa de éxito en la autenticación fue del 87.2% en la identificación facial en todos los escenarios probados.

Se especifican las conclusiones de cada aspecto evaluado en la siguiente tabla:

Tabla 30. Conclusiones sobre la prueba del sensor de reconocimiento facial

<b>Aspecto Evaluado</b>	<b>Valor</b>	<b>Descripción</b>
Vista Lateral	4.37	Los ángulos laterales son capturados con precisión en la mayoría de las condiciones.
Vista Frontal	4.33	El sensor logra detectar con alta precisión los ángulos frontales en la mayoría de las tomas.
Detección de expresión	4.43	Reconoce expresiones faciales con exactitud y consistencia en diferentes contextos.
Adaptación a la luz	4.30	Se adapta de manera efectiva a diferentes niveles de iluminación sin comprometer la detección.

Fuente: Elaboración propia



**HE4-1:** La realización de las pruebas de reconocimiento facial del sistema de seguridad garantizará su confiabilidad.

- **Hipótesis Nula ( $H_0$ ).** - La realización de las pruebas de reconocimiento facial del sistema de seguridad no garantizará su confiabilidad.
- **Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ).** - La realización de las pruebas de reconocimiento facial del sistema de seguridad garantizará su confiabilidad.

En la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos de realizar la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra.

Tabla 31. Prueba de Hipótesis para el indicador del sensor de reconocimiento facial

**Prueba de una muestra**

	Valor de Contraste = 3	
	Sig.	Decisión
Grado_ReconocimientoFacial	.000	Rechazar la hipótesis nula.

Fuente: Elaboración propia

El análisis muestra un nivel de significancia estadística de .000, por debajo del umbral de .05. Como resultado, se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa con un 95% de confianza. Esto implica que la ejecución de las pruebas de reconocimiento facial del sistema de seguridad asegurará su confiabilidad.



### Indicador Prueba del sensor de ultrasonido

Los resultados obtenidos de la evaluación del sensor ultrasónico fueron positivos, confirmando su confiabilidad y precisión en las mediciones dentro del sistema vehicular con una puntuación del 72.7%. Se observó que la presencia de obstáculos afectó ligeramente la eficiencia del sensor, aunque se mantuvo dentro de un margen aceptable.

**HE4-2:** La realización de las pruebas al sensor de ultrasonido del sistema de seguridad garantizará su confiabilidad.

- **Hipótesis Nula ( $H_0$ ).** - La realización de las pruebas al sensor de ultrasonido del sistema de seguridad no garantizará su confiabilidad.
- **Hipótesis Alterna ( $H_0$ ).** - La realización de las pruebas al sensor de ultrasonido del sistema de seguridad garantizará su confiabilidad.

En la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos de realizar la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra.

Tabla 32. Prueba de Hipótesis para el indicador del sensor de ultrasonido

#### Prueba de una muestra

	Valor de Contraste = 5	
	Sig.	Decisión
Eficiencia_SensorUltrasonido	.000	Rechazar la hipótesis nula.

Fuente: Elaboración propia

El análisis muestra un nivel de significancia estadística de .000, por debajo del umbral de .05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa con un nivel de confianza del 95%. Esto indica que realizar pruebas en el sensor de ultrasonido garantizará la confiabilidad del sistema de seguridad.



### Indicador Prueba del sensor de movimiento

Los resultados obtenidos de las pruebas del sensor de movimiento demuestran una alta capacidad para detectar objetos en movimiento. El sensor mostró una eficiencia promedio del 90.6%, por lo que se observa que la eficiencia del sensor en la detección de eventos como los que podrían indicar intentos de robo o situaciones de emergencia es precisa.

**HE4-3:** La realización de las pruebas al sensor de movimiento del sistema de seguridad garantizará su confiabilidad.

- **Hipótesis Nula ( $H_0$ ).** - La realización de las pruebas al sensor de movimiento del sistema de seguridad no garantizará su confiabilidad.
- **Hipótesis Alterna ( $H_0$ ).** - La realización de las pruebas al sensor de movimiento del sistema de seguridad garantizará su confiabilidad.

En la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos de realizar la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra.

Tabla 33. Prueba de Hipótesis para el indicador del sensor movimiento

#### Prueba de una muestra

	Valor de Contraste = 3	
	Sig.	Decisión
Eficiencia_SensorMovimiento	.000	Rechazar la hipótesis nula.

Fuente: Elaboración propia

El análisis muestra un nivel de significancia estadística de .000, por debajo del umbral de .05, lo que conduce al rechazo de la hipótesis nula y a la aceptación de la hipótesis alterna con un nivel de confianza del 95%. Esto sugiere que realizar pruebas al sensor de movimiento del sistema de seguridad garantizará su confiabilidad.

### Indicador Prueba del sensor de vibración

Los resultados de las pruebas evidenciaron la efectividad del sensor en detectar los movimientos ocasionados por vibraciones con intensidades altas, medias y bajas, con una precisión media del 84%.

**HE4-4:** La realización de las pruebas al sensor de vibración del sistema de seguridad garantizará su confiabilidad.

- **Hipótesis Nula ( $H_0$ ).** - La realización de las pruebas al sensor de vibración del sistema de seguridad no garantizará su confiabilidad.
- **Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ).** - La realización de las pruebas al sensor de vibración del sistema de seguridad garantizará su confiabilidad.

En la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos de realizar la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra.

Tabla 34. Prueba de Hipótesis para el indicador del sensor vibración

#### Prueba de una muestra

	Valor de Contraste = 3	
	Sig.	Decisión
Eficiencia_SensorVibración	.000	Rechazar la hipótesis nula.

Fuente: Elaboración propia

El análisis muestra un nivel de significancia estadística de .000, por debajo del umbral de .05, lo que conduce al rechazo de la hipótesis nula y a la aceptación de la hipótesis alternativa con un nivel de confianza del 95%. Esto sugiere que realizar pruebas al sensor de vibración del sistema de seguridad garantizará su confiabilidad.

## Indicador Prueba del sensor GPS

Los resultados de la prueba de eficiencia del sensor GPS fueron altamente satisfactorios. El sensor demostró una notable precisión al identificar con exactitud la ubicación precisa del vehículo en todas las mediciones realizadas. La eficiencia del sensor se mantuvo constante, promediando un rendimiento del 87.4%, lo que subraya su capacidad confiable para obtener datos de ubicación con gran precisión.

**HE4-5:** La realización de las pruebas al sensor de GPS del sistema de seguridad garantizará su confiabilidad.

- **Hipótesis Nula ( $H_0$ ).** - La realización de las pruebas al sensor GPS del sistema de seguridad no garantizará su confiabilidad.
- **Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ).** - La realización de las pruebas al sensor GPS del sistema de seguridad garantizará su confiabilidad.

En la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos de realizar la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra.

Tabla 35. Prueba de Hipótesis para el indicador del sensor GPS

### Prueba de una muestra

	Valor de Contraste = 3	
	Sig.	Decisión
Eficiencia_SensorGPS	.000	Rechazar la hipótesis nula.

Fuente: Elaboración propia

El análisis muestra un nivel de significancia estadística de .000, por debajo del umbral de .05, lo que conduce al rechazo de la hipótesis nula y a la aceptación de la hipótesis alternativa con un nivel de confianza del 95%. Esto sugiere que realizar pruebas al sensor de GPS del sistema de seguridad garantizará su confiabilidad.

## **Indicador Satisfacción de los usuarios**

Los resultados de la encuesta indican que la detección de movimiento en el vehículo se considera fundamental para identificar situaciones de riesgo tempranas. El sensor de ultrasonido y vibración se valoraron por su precisión en detectar objetos cercanos y alertar sobre manipulaciones o daños al vehículo, respectivamente. El módulo GPS fue reconocido por su precisión en la localización del vehículo en tiempo real. El reconocimiento facial fue percibido como una mejora significativa en la seguridad vehicular. En general, los encuestados consideraron que la combinación de estas funcionalidades aporta una mejora sustancial en la protección del vehículo, generando mayor confianza en su uso y que por ello lo recomendarían.

### **6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares**

Moreira en su tesis "SISTEMA ELECTRÓNICO DE SEGURIDAD Y MONITOREO GPS/GSM PARA VEHÍCULOS LIVIANOS" obtiene que hay una marcada variación del costo del servicio según el nivel de monitorización ofrecido. Por lo que propone un sistema de rastreo usando la shield SIM 808, que garantiza una comunicación eficiente y económica con el usuario. El diseño electrónico, mediante un microcontrolador Arduino y relés FLOSSER, permite una desactivación segura del vehículo en un máximo de 2 segundos ante cortocircuitos. Además, el sistema de monitorización envía alertas con la ubicación precisa del automóvil al propietario en un tiempo máximo de 20 segundos, considerando la cobertura de cada operadora y la velocidad de transmisión de datos del GPS [20].

Mateo en su tesis "RECONOCIMIENTO FACIAL COMO MEDIDA DE SEGURIDAD PARA ALERTAR EL ROBO DE AUTOMÓVILES" logra enviar alertas al usuario y realizar su reconocimiento en un lapso de aproximadamente 50 segundos, cumpliendo así con el objetivo de alertar al usuario en menos de un minuto. Además, el sistema envía las coordenadas al teléfono y correo del usuario cada 5 minutos, con la posibilidad de ajustar este intervalo mediante programación. Asimismo, cumple con el propósito de alertar en presencia de un



usuario desconocido, confirmando el porcentaje de aciertos esperado y manteniendo un tiempo de alerta adecuado [21].

Sanchez y Barriga en su tesis “SISTEMA INTELIGENTE DE MONITOREO DE VEHÍCULOS UTILIZANDO SIGFOX EN LIMA METROPOLITANA” redujeron significativamente en el tiempo de reporte de ubicación, colisión e intento de robo. Se observó una disminución del tiempo promedio de reporte de ubicación, pasando de 1272.133 segundos en la pre-prueba a 4.500 segundos en la post-prueba, representando una disminución del 95%. En el caso de colisión, el tiempo disminuyó de 1164.733 segundos a 4.733 segundos, también con una reducción del 95%. Y respecto al intento de robo, se registró una disminución de 1230.6 segundos a 4.933 segundos, de igual modo con una reducción del 95% en el tiempo de reporte [25].

Espinoza en su tesis “CONTROL DE ACCESO VEHICULAR DE ESTACIONAMIENTOS PRIVADOS MEDIANTE IOT/RFID PARA INCREMENTAR LA SEGURIDAD DE UN CONDOMINIO EN PUEBLO LIBRE – 2019” obtiene que con la adopción del sistema de control de acceso vehicular mediante Iot/RFID en estacionamientos privados se redujo significativamente el tiempo de registro de nuevos vehículos, disminuyendo de una media de 300 segundos a 34.21 segundos. Este sistema mostró una reducción en el tiempo de respuesta de atención, pasando de 300 segundos a una media de 35.13 segundos. Además de esta eficiencia, se observó una disminución en los incidentes de robos, y los usuarios evaluaron el sistema con un alto índice de usabilidad [26].

Los resultados de las pruebas de la presente investigación indican una precisión notable en el reconocimiento facial, alcanzando un rendimiento del 87.2%. Esto evidencia la efectividad y confiabilidad del sistema, que muestra consistencia incluso en diferentes condiciones de iluminación y ángulos de cámara. Por otro lado, se confirma la eficiencia del sensor de ultrasonido para detectar obstáculos, con una eficiencia del 72.7%, mientras que el sensor movimiento registra una evaluación del 90.6% en la detección de movimientos en el entorno. Respecto al sensor de vibración, su efectividad en la detección de vibraciones intensas, de



rango medio y bajas es del 84.0%, siendo esta relevante para esta investigación. Asimismo, el sensor de GPS demostró una eficiencia del 87.4% en la localización en tiempo real del vehículo. Finalmente, los datos obtenidos de los cuestionarios realizados demuestran una percepción positiva respecto a su funcionalidad y aporte significativo en su seguridad vehicular. Por tanto, se concluye que el sistema de seguridad vehicular que utiliza IOT es confiable y mejora la protección de los vehículos.

Se observa que en la presente investigación se alcanza un rendimiento del 87.2% en reconocimiento facial, lo que demuestra una alta efectividad y confiabilidad del sistema, similar a los hallazgos de Mateo en su tesis, donde el sistema de reconocimiento facial logró alertar al usuario en menos de un minuto. La eficiencia del sensor de ultrasonido, con un 72.7%, y del sensor de movimiento, con un 90.6%, complementa la detección precisa de obstáculos y movimientos en el entorno, evidenciando una eficacia comparativa a la de los sistemas analizados por Sanchez y Barriga, quienes lograron una notable reducción del tiempo de reporte de eventos críticos mediante el uso de tecnología Sigfox. Asimismo, el desempeño del sensor de GPS con una eficiencia del 87.4% en la localización en tiempo real del vehículo está en consonancia con la propuesta de Moreira, quien destacó la importancia de una comunicación eficiente y económica en los sistemas de rastreo vehicular. Finalmente, la disminución en los tiempos de respuesta observada por Espinoza mediante el uso de IoT/RFID se alinea con los resultados de esta investigación, que también mostró una mejora significativa en la percepción de seguridad y funcionalidad del sistema vehicular, ratificando que la integración de tecnologías IoT en sistemas de seguridad vehicular es efectiva y mejora sustancialmente la protección de los automóviles.



### **6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes**

La protección de datos personales y la privacidad de los usuarios se atiende al cumplimiento de la Ley de Protección de Datos Personales del Perú (Ley 29733), así como su cumplimiento legal en cuanto a su recolección, almacenamiento y uso. La adhesión a las leyes de protección de datos, la transparencia en la recopilación y tratamiento de información sensible, así como la salvaguarda de la integridad y seguridad de los datos son prioridades ineludibles en este proyecto de investigación. Además, esta investigación se adhiere rigurosamente a los principios éticos estipulados en el Código de Ética de Investigación de la Universidad Nacional del Callao.



## VI. CONCLUSIONES

- El sistema de reconocimiento facial demostró una alta precisión en la identificación de rostros, con una tasa de éxito del 87.2% en diversos escenarios. Esto indica que la tecnología es efectiva y confiable para su implementación en sistemas de seguridad vehicular, proporcionando una mejora significativa en la identificación de conductores autorizados.
- Los resultados confirman la confiabilidad y precisión del sensor ultrasónico, a pesar de que la presencia de obstáculos puede afectar ligeramente su eficiencia. Sin embargo, dentro de un margen aceptable del 72.7%, sigue siendo una herramienta importante para detectar objetos cercanos y mejorar la seguridad en la conducción.
- Se destaca habilidad del sensor de movimiento para identificar situaciones como intentos de robo o emergencias con una eficacia del 90.6% lo establece como un elemento esencial en el sistema de seguridad de vehículos, ofreciendo alertas oportunas para resguardar tanto el vehículo como a quienes lo ocupan.
- A pesar de una precisión media del 84%, el sensor de vibración demostró ser efectivo en la detección de movimientos ocasionados por vibraciones, que pueden ser ocasionados por manipulaciones o daños al vehículo.
- La precisión y la consistencia notables del sensor GPS al identificar la ubicación del vehículo con un rendimiento del 87.4% lo hacen una tecnología confiable para adquirir datos de ubicación en tiempo real, esenciales para el monitoreo del vehículo.
- La percepción positiva de los usuarios hacia las diferentes funcionalidades del sistema, demuestra que la combinación de estas tecnologías contribuye significativamente a en su experiencia de uso.
- Los resultados respaldan la efectividad y utilidad del sistema de seguridad vehicular, y por tanto se concluye que el desarrollo de un sistema de seguridad que utilice IoT mejora la protección de los vehículos.



## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar una evaluación exhaustiva de diferentes marcas y modelos de sensores de movimiento, vibración, ultrasonido y GPS para garantizar la precisión y confiabilidad en la detección de eventos vehiculares.
- Antes de la implementación, llevar a cabo pruebas detalladas para calibrar cada sensor individualmente y luego en conjunto para minimizar falsas alarmas y mejorar la precisión de detección.
- Diseña algoritmos efectivos que procesen y analicen la información recopilada por los sensores, identificando patrones que indiquen situaciones de riesgo y permitan una rápida generación de alertas.
- Utiliza algoritmos de reconocimiento facial confiables y éticos para identificar a los usuarios autorizados del vehículo. Asegúrate de cumplir con las regulaciones de privacidad y ética en el tratamiento de datos biométricos.
- Utilizar tecnología GPS confiable para rastrear la ubicación del vehículo con precisión. Esto facilitará el envío de alertas con información de localización exacta en caso de incidentes.
- Asegurar que la información enviada a través del correo electrónico esté cifrada y protegida para mantener la confidencialidad de los datos del usuario.
- Planificar un protocolo para realizar actualizaciones regulares del sistema con el fin de mejorar su seguridad y eficiencia, además de abordar posibles vulnerabilidades.



## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

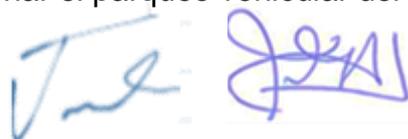
- [1] A. Moisés Barrio, *Internet de las Cosas*, 1st ed. Madrid: Editorial Reus, 2018.
- [2] K. Rose, S. Eldridge, and L. Chapin, *La Internet de Las Cosas - Una Breve Reseña*. Internet Society ISOC, 2015. Accessed: May 07, 2023. [Online]. Available: <https://www.internetsociety.org/es/resources/doc/2015/iot-overview/>
- [3] BHTV, "Innovación tecnológica: Desarrollan tecnología con inteligencia artificial y telemetría para seguridad vehicular." Accessed: Mar. 23, 2024. [Online]. Available: <https://bhtv.pe/noticias/innovacion-tecnologica-desarrollan-tecnologia-con-inteligencia-artificial-y-telemetria-para-seguridad-vehicular/>
- [4] Á. Ruiz Pizarro, "5 cosas que el IOT de los coches puede hacer por ti." Accessed: Mar. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.renault.es/blog/tecno-tendencias/5-cosas-que-el-iot-de-los-coches-puede-hacer-por-ti.html>
- [5] Monolitic, "Tecnologías de geolocalización de altas prestaciones para entornos urbanos," Monolitic. Accessed: Mar. 24, 2024. [Online]. Available: <https://www.monolitic.com/tecnologias-de-geolocalizacion-de-altas-prestaciones-para-entornos-urbanos/>
- [6] A. M. Díaz Morales and P. R. Montes Díaz, "Sistema de seguridad para el encendido, apagado y bloqueo del motor de motocicletas en el municipio de Sahagún, utilizando biometría y geoposicionamiento." Accessed: May 09, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/4252>
- [7] L. M. Toquica Ramírez and M. L. Guzmán Ruiz, "Desarrollo de un Sistema de Seguridad para Automóviles con IoT y Smartphone," Título de Ingeniero Electrónico, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2016.



- [8] Interpol, "Lucha contra la delincuencia relacionada con los vehículos." Accessed: May 07, 2023. [Online]. Available: <https://www.interpol.int/es/Delitos/Delincuencia-relacionada-con-los-vehiculos/Lucha-contra-la-delincuencia-relacionada-con-los-vehiculos>
- [9] Federación Patronal Seguros S.A., "El robo de autos descendió un 50% durante la pandemia | TR." Accessed: May 07, 2023. [Online]. Available: <https://www.todoriesgo.com.ar/robo-autos-pandemia/>
- [10] MotorTerra, "Informe de robos vehiculares en Ecuador." Accessed: May 07, 2023. [Online]. Available: <https://www.motorterra.com/informe-de-robos-vehiculares-en-ecuador/>
- [11] 24Horas, "Ránking revela los autos más robados en Chile." Accessed: May 09, 2023. [Online]. Available: <https://www.24horas.cl/nacional/ranking-revela-los-autos-mas-robados-en-chile--5134232>
- [12] J. Muñoz, "Los autos más robados durante el 2019," Autofact. Accessed: May 07, 2023. [Online]. Available: <https://www.autofact.cl/blog/mi-auto/seguridad/autos-mas-robados-2019>
- [13] D. Carhuavilca Bonett, "Estadísticas de la Criminalidad, Seguridad Ciudadana y Violencia," Perú, Jul. 2021. Accessed: May 07, 2023. [Online]. Available: [https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin\\_seguridad.pdf](https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_seguridad.pdf)
- [14] T21, "Tecnología con IA y telemetría para seguridad vehicular." Accessed: Mar. 23, 2024. [Online]. Available: <https://t21.pe/tecnologia-ia-telemetria-seguridad-vehicular>
- [15] V. Alvear-Puertas, P. Rosero-Montalvo, D. Peluffo-Ordóñez, and J. Pijal-Rojas, "Internet de las Cosas y Visión Artificial, Funcionamiento y Aplicaciones: Revisión de Literatura," *Enfoque UTE*, vol. 8, no. 1, pp. 244–256, Feb. 2017, doi: 10.29019/ENFOQUEUTE.V8N1.121.



- [16] DIGI, "IoT en Transporte: Soluciones y aplicaciones | Digi International." Accessed: Mar. 23, 2024. [Online]. Available: <https://es.digi.com/blog/post/iot-solutions-for-transportation>
- [17] KPMG, "Seguros más baratos gracias al Internet de las Cosas (IoT)." Accessed: Mar. 23, 2024. [Online]. Available: <https://www.tendencias.kpmg.es/2017/02/seguros-mas-baratos-gracias-al-internet-de-las-cosas-iot/>
- [18] C. M. Manzano Reyes, "Implementación de un Sistema de Bloqueo y Rastreo Vehicular Mediante IoT," Tesis para la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico en Sistemas Eléctricos de Potencia, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, 2023.
- [19] C. R. Simba, J. C. Bestán, and J. C. Domínguez, "Implementación de una red IoT con GPRS para monitorear los parámetros en un vehículo en tiempo real," *RITI Journal*, vol. 9, no. 17, pp. 66–76, 2021.
- [20] A. R. Moreira Guzmán, "Sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos," Título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2020. Accessed: May 07, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/30706>
- [21] M. Mateo Jiménez, "Reconocimiento facial como medida de seguridad para alertar el robo de automóviles," Licenciado en Ingeniería en Computación, Universidad Autónoma del Estado de México, México, 2020. Accessed: May 07, 2023. [Online]. Available: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/109601>
- [22] R. F. Gahona Correa and A. R. Gavilema Cabezas, "Diseño de la Red Internet de las Cosas (IOT) para el Edificio de la Empresa CONSEL," Trabajo de titulación para Ingeniero Eléctrico, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Quito, 2020.
- [23] J. B. Castro Espinoza, "Sistema de estacionamiento inteligente aplicando Internet de las Cosas (IoT), para gestionar el parqueo vehicular del garaje



- Ebenezer, Bagua Grande 2023,” Tesis para optar el título Profesional de Ingeniero de Sistemas, Universidad César Vallejo, Trujillo, 2022.
- [24] L. M. Aguilar Ramon and S. A. Peralta Casafranca, “Arquitectura Tecnológica para la Implementación de Smart Buildings con IoT,” Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas de Información, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2021. Accessed: Mar. 23, 2024. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10757/656671>
- [25] E. E. Sanchez Quin and V. R. Barriga Baltazar, “Sistema inteligente de monitoreo de vehículos utilizando Sigfox en Lima Metropolitana,” Título de Ingeniero de Sistemas, Universidad Autónoma del Perú, Lima, 2022. Accessed: May 07, 2023. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.13067/1639>
- [26] J. G. Espinoza Landa, “Control de Acceso Vehicular de Estacionamientos Privados Mediante IOT/RFID Para Incrementar la Seguridad de un Condominio en Pueblo Libre,” Título Profesional de Ingeniero de Sistemas Computacionales, Universidad Privada del Norte, Lima, 2020.
- [27] V. Manso Pérez and M. Castaño Pardo, *Educacion y Seguridad Vial. La aportacion de los agentes sociales a la movilidad segura*, 1st ed., vol. 1. España: Etrasa, 1008.
- [28] A. Martí Parera, *Sistemas de Seguridad y Confort en Vehículos Automóviles*, 1st ed., vol. 1. Barcelona: Marcombo Boixareu Editores, 2000.
- [29] Novasep, “¿Qué es un sistema de seguridad integral y en qué nos beneficia?” Accessed: Mar. 29, 2024. [Online]. Available: <https://www.novaseguridad.com.co/sistema-de-seguridad-beneficios/>
- [30] USS, “5 novedades en protección vehicular para garantizar tu seguridad.” Accessed: Mar. 29, 2024. [Online]. Available: <https://uss.com.ar/tecnologia-y-equipamiento/proteccion-vehicular/>



- [31] S. Luján Mora, *Programación de aplicaciones web: Historia, principios básicos y clientes web*, 1st ed., vol. 1. España: Editorial Club Universitario, 2002.
- [32] M. Juganaru Mathieu, *Introducción a la Programación*, 1st ed., vol. 1. México: Grupo Editorial Patria, 2014.
- [33] I. Challenger Pérez, Y. Díaz Ricardo, and R. A. Becerra-García, “El lenguaje de programación Python,” *Ciencias Holguín*, vol. 20, pp. 1–13, Apr. 2014, Accessed: Mar. 24, 2024. [Online]. Available: <http://www.linuxjournal.com/article/2959>
- [34] The PHP Group, “¿Qué es PHP? - Manual.” Accessed: May 07, 2023. [Online]. Available: <https://www.php.net/manual/es/intro-what-is.php>
- [35] Oracle, “MySQL Onda de calor.” Accessed: May 07, 2023. [Online]. Available: <https://docs.oracle.com/es-ww/iaas/mysql-database/index.html>
- [36] A. García Serrano, *Inteligencia Artificial Fundamentos, práctica y aplicaciones*, 2nd ed., vol. 1. España: RC Libros, 2016.
- [37] E. Soria Olivas, M. Antonio Sánchez, R. Gamero Cruz, B. Castillo Caballero, and P. Cano Michelena, *Sistema de Aprendizaje Automático*, 1st ed., vol. 1. Colombia: RA-MA S.A. Editorial y Publicaciones, 2023.
- [38] E. Jeremías Ambrogio, “Reconocimiento de objetos a través de la metodología Haar Cascades,” *Revista Argentina de Ingeniería*, Argentina, pp. 64–70, Nov. 2020.
- [39] M. López i Seuba, *Internet de las cosas*, 1st ed., vol. 1. Madrid: RA-MA S.A. Editorial y Publicaciones, 2019.
- [40] Lab-Volt, *Sensores*, 1st ed., vol. 1. Canada: Lab-Volt Ltda, 2001.
- [41] S. Fitzgerald and M. Shiloh, *Arduino Libro de Proyectos*, 2nd ed., vol. 1. Italia: Arduino LLC, 2012.
- [42] E. López Aldea, *Raspberry Pi Fundamentos y Aplicaciones*, 1st ed., vol. 1. España: RA-MA Editorial, 2017.

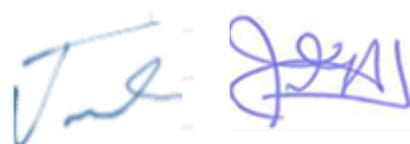


- [43] V. Rossano, *Proteus VSM Simulación de Circuitos Electrónicos*, 1st ed., vol. 1. Buenos Aires: Fox Andina, 2013.
- [44] C. Tapia Ayala and H. Manzano Yupa, "Evaluación de la Plataforma Arduino e Implementación de un Sistema de Control de Posición Horizontal," Tesis para obtener el Título de Ingeniero Electrónico con Mención en Sistemas Computacionales, Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, Guayaquil, 2013.
- [45] BricoLabs, "Configuración de Cámara Raspberry." Accessed: May 09, 2023. [Online]. Available: <https://bricolabs.cc/wiki/guias/guiacamararaspberry>
- [46] E. Zabler, *Los sensores en el automóvil*. Alemania: Bosch, 2002.
- [47] L. A. Portilla Granados, "Sensor de Movimiento PIR HC-SR501," Universidad de Pamplona. Accessed: May 09, 2023. [Online]. Available: [https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home\\_74/recursos/visual-basic-para-excel/17052017/u5\\_movimiento.jsp](https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_74/recursos/visual-basic-para-excel/17052017/u5_movimiento.jsp)
- [48] NayLamp, "Sensor Ultrasonido HC-SR04." Accessed: May 09, 2023. [Online]. Available: <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/10-sensor-ultrasonido-hc-sr04.html>
- [49] TESLA ELECTRONIC, "Sensor de Vibración 801S." Accessed: May 09, 2023. [Online]. Available: [https://www.teslaelectronic.com.pe/producto/sensor-de-vibracion-801s/#:~:text=El%20sensor%20de%20vibraci%C3%B3n%20se,vibraci%C3%B3n%20\(golpes%20muy%20peque%C3%B1os\).](https://www.teslaelectronic.com.pe/producto/sensor-de-vibracion-801s/#:~:text=El%20sensor%20de%20vibraci%C3%B3n%20se,vibraci%C3%B3n%20(golpes%20muy%20peque%C3%B1os).)
- [50] Electronics Projects, "Location Tracker using Arduino, NEO 6M GPS Module and SIM900A GSM Module." Accessed: May 09, 2023. [Online]. Available: <https://electronicsprojects.in/location-tracker-using-arduino-neo-6m-gps-module-and-sim900a-gsm-module/>
- [51] Lj Miranda, "Cómo enviar datos desde RPI al servidor," Lj Miranda. Accessed: May 09, 2023. [Online]. Available:



<https://lvmiranda921.github.io/notebook/2017/02/21/send-data-from-rpi-to-server/>

- [52] R. Gimeno Hernández, “Estudio de Técnicas de Reconocimiento Facial,” *Universitat Politècnica de Catalunya*, pp. 1–86, 2010.
- [53] J. González Antón, “Medición de Distancia y Velocidad empleando un Sensor de Ultrasonidos,” Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática, Universidad de Valladolid, Valladolid, 2015.
- [54] Microsoft, “Ejecución de pruebas de sensor de movimiento de HLK | Microsoft Learn.” Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: <https://learn.microsoft.com/es-es/windows-hardware/test/hlk/testref/how-to-run-hck-motion-sensor-tests>
- [55] Upkeep, “¿Qué es un sensor de vibración?” Accessed: Mar. 31, 2024. [Online]. Available: <https://upkeep.com/es/learning/vibration-sensor/#c%C3%B3mo-medir-la-vibraci%C3%B3n-para-minimizar-fallas>
- [56] Microsoft, “Guía de prueba del sistema satélite de navegación global (GNSS).” Accessed: Mar. 31, 2024. [Online]. Available: <https://learn.microsoft.com/es-es/windows-hardware/test/hlk/testref/global-navigation-satellite-system--gnss--test-guidance>
- [57] Asociación Española para la Calidad, *Cómo Medir la Satisfacción del Cliente*, 1st ed., vol. 1. España, 2003.
- [58] H. Sánchez Carlessi, *Metodología y Diseños en la Investigación Científica*, 5th ed., vol. 1. Lima: Biblioteca Nacional del Perú, 2015.
- [59] I. M. Schwarz, “Guía de referencia para la elaboración de una investigación aplicada,” 2017.
- [60] R. Hernández, C. Fernández, and P. Lucio, *Metodología de la Investigación*, 6th ed. México: Mc Graw Hill Education, 2014.



- [61] O. López, D. M<sup>a</sup>, S. Gómez, and M. Cruz, “Revista de Investigación Educativa,” *Investigación Educativa*, vol. 24, no. 1, pp. 205–222, 2006, Accessed: Nov. 29, 2023. [Online]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=283321886011>
- [62] IBM, “SPSS Statistics documentation.” Accessed: May 09, 2023. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/docs/en/spss-statistics>



# ANEXOS

*Handwritten signature*

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b> <b>TÍTULO: DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD PARA LA PROTECCION DE VEHICULOS</b>				
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿De qué manera un sistema de seguridad basado en IOT contribuirá en la mejora de la protección vehicular en Lima metropolitana y Callao, 2023?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿De qué manera un análisis de ubicación interna de sensores en el vehículo contribuirá en la obtención de datos en el sistema de seguridad?</li> <li>¿De qué manera un sistema embebido contribuirá en el procesamiento de datos para el sistema de seguridad?</li> <li>¿De qué manera una aplicación web contribuirá en la interacción entre el usuario y el sistema de seguridad?</li> <li>¿De qué manera las pruebas del sistema de seguridad garantizarán la confiabilidad del sistema?</li> <li>¿De qué manera un sistema de seguridad contribuirá en el nivel de satisfacción de los usuarios de vehículos en Lima</li> </ul>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Desarrollar un sistema de seguridad utilizando IOT para la protección de vehículos.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleccionar los sensores adecuados y hacer un análisis de una posible ubicación interna en el vehículo para la obtención de datos en el sistema de seguridad.</li> <li>- Crear la conexión entre la red de sensores y el sistema embebido para la generación de datos que servirán de input en la aplicación web.</li> <li>- Desarrollar una aplicación web, para la interacción entre el usuario y el sistema de seguridad</li> <li>- Realizar las pruebas del sistema de seguridad para garantizar la confiabilidad del sistema.</li> <li>- Determinar el nivel de satisfacción de los usuarios para la medición de la confiabilidad del sistema.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>Desarrollando un sistema de seguridad utilizando IOT mejoraremos la protección de vehículos</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La selección de los sensores adecuados y hacer un análisis de una posible ubicación interna en el vehículo contribuirá para la obtención de datos en el sistema de seguridad.</li> <li>- La conexión entre la red de sensores y el sistema embebido contribuirá en la generación de datos que servirán de input en la aplicación web.</li> <li>- El desarrollo de una aplicación web, contribuirá en la interacción entre el usuario y el sistema de seguridad</li> <li>- La realización de las pruebas del sistema de seguridad garantizará la confiabilidad del sistema.</li> <li>- El nivel de satisfacción de los usuarios contribuirá en la medición de la confiabilidad del sistema.</li> </ul>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Sistema de seguridad = X</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>Prueba de reconocimiento facial Prueba del sensor de ultrasonido Prueba del sensor de movimiento Prueba del sensor vibración Prueba del sensor GPS</p> <p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Protección del vehículo = Y</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>Nivel de satisfacción de los clientes</p>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Esta investigación corresponde al de tipo Tecnológica aplicada</p> <p><b>Diseño de la investigación</b></p> <p>Diseño experimental Implementación Pruebas.</p>

## ANEXO 2: ENCUESTA DE SATISFACCIÓN

Por favor, indica tu nivel de acuerdo con cada afirmación utilizando una escala de 1 a 5, donde:

1 - Totalmente en desacuerdo

2 - En desacuerdo

3 - Neutral

4 - De acuerdo

5 - Totalmente de acuerdo

PREGUNTAS	1	2	3	4	5
1. La detección de movimiento del vehículo contribuye a la detección temprana de posibles situaciones de riesgo.					
2. El sensor de ultrasonido proporciona una detección precisa de objetos cercanos al vehículo.					
3. El sensor de vibración alerta eficazmente sobre intentos de manipulación o fuerza externa en el vehículo.					
4. El módulo GPS ofrece una geolocalización precisa del vehículo en tiempo real.					
5. El reconocimiento facial mejora la seguridad del vehículo al identificar a los usuarios autorizados.					
6. En general, considero que el sistema de seguridad vehicular basado en estas funcionalidades es muy útil.					
7. La combinación de estas funcionalidades del sistema mejora la protección de mi vehículo.					
8. El sistema de seguridad me hace sentir más seguro/a al utilizar mi vehículo.					
9. Creo que la integración de estos sensores en el sistema de seguridad vehicular es una mejora significativa en comparación con sistemas convencionales.					
10. Recomendaría este sistema de seguridad vehicular basado en múltiples sensores a otros propietarios de vehículos.					

## ANEXO 3: FICHAS DE VALIDEZ POR JUECES EXPERTOS

### FICHA DE VALIDEZ POR JUECES EXPERTOS (II)

#### ESCALA DE CALIFICACIÓN

Estimado(a): Martin Albino Solis Tipian

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, se le solicita dar su opinión sobre el instrumento de recolección de datos que se adjunta:

Marque con una (X) en **SI** o **NO**, en cada criterio según su opinión.

CRITERIOS	SI	NO	OBSERVACIÓN
1. El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación.	X		
2. El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	X		
3. La estructura del instrumento es adecuada.	X		
4. Los ítems del instrumento responden a la operacionalización de las variables.	X		
5. La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	X		
6. Los ítems son claros y entendibles.	X		
7. El número de ítems es adecuado para su aplicación.	X		

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ x ]      Aplicable después de corregir [ ]

No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr: Martin Albino Solis Tipian. DNI: 07423431, Especialidad del validador: metodólogo [ ] temático [ X ] estadístico [ ]

16 de febrero del 2024



Firma del Experto Informante.



## FICHA DE VALIDEZ POR JUECES EXPERTOS (II)

### ESCALA DE CALIFICACIÓN

Estimado(a): Rubiños Jiménez. Santiago Linder

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, se le solicita dar su opinión sobre el instrumento de recolección de datos que se adjunta:

Marque con una (X) en **SI** o **NO**, en cada criterio según su opinión.

CRITERIOS	SI	NO	OBSERVACIÓN
1. El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación.	X		
2. El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	X		
3. La estructura del instrumento es adecuada.	X		
4. Los ítems del instrumento responden a la operacionalización de las variables.	X		
5. La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	X		
6. Los ítems son claros y entendibles.	X		
7. El número de ítems es adecuado para su aplicación.	X		

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [  ]      Aplicable después de corregir [  ]

No aplicable [  ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr: Rubiños Jiménez. Santiago Linder. DNI: 43324583, Especialidad del validador Ingeniería Eléctrica: metodólogo [  ] temático [  ] estadístico [  ]

16 de febrero del 2024

  
 -----  
 Firma del Experto Informante.



## FICHA DE VALIDEZ POR JUECES EXPERTOS (II)

### ESCALA DE CALIFICACIÓN

Estimado(a): Juan Grados Gamarra

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, se le solicita dar su opinión sobre el instrumento de recolección de datos que se adjunta:

Marque con una (X) en **SI** o **NO**, en cada criterio según su opinión.

CRITERIOS	SI	NO	OBSERVACIÓN
1. El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación.	X		
2. El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	X		
3. La estructura del instrumento es adecuada.	X		
4. Los ítems del instrumento responden a la operacionalización de las variables.	X		
5. La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	X		
6. Los ítems son claros y entendibles.	X		
7. El número de ítems es adecuado para su aplicación.	X		

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [ x ]      **Aplicable después de corregir** [ ]

**No aplicable** [ ]

**Apellidos y nombres del juez validador.** Dr: Juan Grados Gamarra. **DNI:** 07317703, **Especialidad del validador**  
**Administración:** metodólogo [ x ] temático [ ] estadístico [ ]

16 de febrero del 2024

  
 -----

**Firma y sello del Experto Informante.**

