



**Las redes neuronales y su influencia en el control del tránsito vehicular en la Base Naval
de Salinas.**

Ordoñez Benítez, Christian André

Departamento de Seguridad y Defensa

Carrera de Ciencias Navales

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Oficial de Marina

Director: Mgt. Albuja Sánchez, Byron Mauricio

Oficial Colaborador: TNNV-IM Carvajal Beltrán, Luis Alberto

1 de diciembre del 2023

Copyleaks

Plagiarism report

Ordenez.docx

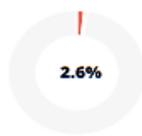
Scan details

Scan time:
November 8th, 2023 at 13:43 UTC

Total Pages:
42

Total Words:
10439

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	1.7%	178
Minor Changes	0.3%	31
Paraphrased	0.6%	62
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage
 ● AI text
 ○ Human text

Plagiarism Results: (8)

5403329.pdf

2%

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5403329.pdf>

Lámpsakos | No.15 | pp. 43-50 | enero-junio | 2016 | ISSN: 2145-4086 |
Medellín-Colombia Desarrollo e Implementación de un Sistema de Vi...

INTELIGENCIA ARTIFICIAL I: INTRODUCCION A LAS ...

0.6%

<http://inteligenciaartificialespammf1.blogspot.com/2015/06/i...>

INTELIGENCIA ARTIFICIAL I ...

Producción Grupal - INGENIEROS Grupo: 90169-24

0.5%

<https://grup9016924.weebly.com/produccioacuten-grupal.ht...>

INGENIEROS Grupo: 90169-24 GRUPO: 90169-24 ...

Results

 Desarrollo e Implementación de un Sis...	0.4%
<p>https://www.redalyc.org/journal/6139/613964500005/ LámpsakosLámpsakosUniversidad Católica Luis Amigó Desarrollo e Implementación de un Sistema de Visión Artificial Basado en Leng...</p>	
 Desarrollo e Implementación de un Sis...	0.4%
<p>https://www.redalyc.org/journal/6139/613964500005/html/ Artículos Desarrollo e Implementación de un Sistema de Visión Artificial Basado en Lenguajes de Uso Libre ...</p>	
 Desarrollo e Implementación de un Sis...	0.4%
<p>https://www.redalyc.org/journal/6139/613964500005/movil/ LámpsakosLámpsakosUniversidad Católica Luis Amigó Desarrollo e Implementación de un Sistema de Visión Artificial Basado en Le...</p>	
 T08840.pdf?sequence=5&isAllowed=y	0.3%
<p>https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/11680/t0884... Usuario SISTEMA DE MOVIMIENTOS PROGRAMADOS PARA UN BRAZO ROBÓTICO MINIATURA DE 6 GRADOS DE LIBERTAD JOHN KENNIER MILLAN CASTRILLON...</p>	
 IV_FIN_112_TE_Naupay_Quispe_2021.pdf	0.3%
<p>https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.123... ASUS FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecatrónica Tesis Diseño de una máquina clasificadora de botellas p...</p>	

Director



Albuja Sánchez Byron Mauricio
C. C.: 171993845-6



**Departamento de Seguridad y Defensa
Carrera de Ciencias Navales**

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, "**Las redes neuronales y su influencia en el control del tránsito vehicular en la Base Naval de Salinas**" fue realizado por el señor **Ordoñez Benitez, Christian André** el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Salinas, diciembre 1 de 2023

Firma:

Albuja Sánchez, Byron Mauricio
C. C: 1719938456



**Departamento de Seguridad y Defensa
Carrera de Ciencias Navales**

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Ordoñez Benitez, Christian André**, con cédula de ciudadanía n° 1718436684, declaro/declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Las redes neuronales y su influencia en el control del tránsito vehicular en la Base Naval de Salinas** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Salinas, diciembre 1 de 2023

Firma

Ordoñez Benítez, Christian André
C.C.: 1718436684



**Departamento de Seguridad y Defensa
Carrera de Ciencias Navales**

Autorización de Publicación

Yo **Ordoñez Benitez, Christian André**, con cédula/cédulas de ciudadanía n° 1718436684, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Las redes neuronales y su influencia en el control del tránsito vehicular en la Base Naval de Salinas**: en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Salinas, diciembre 1 de 2023

Firma

Ordoñez Benitez, Christian André
C.C: 1718436684

Dedicatoria

En su honor a mi amado abuelo, Julio Benítez, fuente inagotable de sabiduría y guía en mi camino. Desde temprana edad, sembró en mi corazón la llama de vocación de servicio y la devoción inquebrantable por la ciencia y la investigación. Su legado es la brújula que orienta mi trayectoria académica, y este trabajo es un modesto tributo a su influencia eterna.

Agradecimiento

A ti, mi amada madre Beatriz, cuya dedicación incansable y arduas jornadas impartiendo lecciones son el cimiento de mi crecimiento y aprendizaje. Deseo expresar mi gratitud por tu amor incondicional y por ser la guía que ha dado forma a mi ser. Cada palabra escrita lleva consigo la esencia de tus enseñanzas, haciendo eco de la magia que solo una madre puede infundir en la vida de su hijo. En tu honor, continúo mi viaje con determinación y la certeza de que cada logro es también tuyo.

Resumen

La seguridad integral es un factor fundamental en la Base Naval de Salinas debido a que dentro de sus instalaciones existen áreas de interés para una amenaza. Parte de dicha seguridad proviene filtrar el acceso al personal autorizado, por ello es necesario controlar el movimiento del personal civil y militar. Consecuentemente para mejorar la seguridad es necesario emplear herramientas de control de tránsito vehicular basadas en nuevas tecnologías como las redes neuronales. Por ello la finalidad del presente trabajo es reforzar la seguridad integral de la Base Naval de Salinas, mediante el desarrollo y puesta en funcionamiento de herramientas de control de tránsito terrestre fundamentado en los últimos avances tecnológicos referentes al procesamiento de imágenes con redes neuronales artificial. Se realizó una investigación de carácter cualitativo empleando cuestionarios para recopilar información, a la par el empleo de bibliografía pertinente para evaluar la viabilidad de aplicar dichas redes neuronales en el sistema cerrado de videovigilancia de la base. Los resultados de la investigación sugieren que las redes neuronales podrían representar una mejora significativa en la seguridad integral de la base. No obstante, se identificó un obstáculo significativo relacionado con la obsolescencia de los equipos actuales, lo cual impide la implementación inmediata de esta tecnología.

Palabras clave: Redes neuronales artificiales, gate principal, algoritmo, seguridad integral, control vehicular.

Abstract

Comprehensive security is a fundamental factor at the Salinas Naval Base because there are areas of interest within its facilities that pose a potential threat. Part of this security involves filtering access to authorized personnel, making it necessary to control the movement of both civilian and military personnel. Consequently, to enhance security, it is essential to employ vehicular traffic control tools based on new technologies such as neural networks. The purpose of this study is to reinforce the comprehensive security of the Salinas Naval Base by developing and implementing terrestrial traffic control tools based on the latest technological advancements in artificial neural network image processing. A qualitative research approach was undertaken, using questionnaires to gather information, along with relevant literature to assess the feasibility of applying these neural networks to the closed-circuit surveillance system of the base. The research results suggest that neural networks could represent a significant improvement in the comprehensive security of the base. However, a significant obstacle related to the obsolescence of current equipment was identified, preventing the immediate implementation of this technology.

Keywords: Artificial neural networks, main gate, algorithm, integral security, vehicle control.

Índice de contenido

Portada.....	1
Análisis de Similitud.....	2
Certificación.....	4
Responsabilidad de Autoría	5
Autorización de Publicación	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
Resumen	9
Abstract	10
Planteamiento del Problema.....	8
Contextualización.....	8
Análisis crítico.....	8
Enunciado del problema.....	9
Preguntas.....	9
Hipótesis.....	10
Variable independiente.....	10
Variable dependiente.....	10
Justificación.....	10

	2
Objetivos.	11
Objetivo general.	11
Objetivos específicos.	11
Capítulo I	12
Marco Teórico.	12
Antecedentes.	12
Estado del arte.	13
Marco Conceptual.	17
Las Redes Neuronales Artificiales.	17
Estructura Básica de una Red Neuronal (RNA).	18
Visión Artificial.	19
Binarización.	20
Conexión Entre Componentes.	21
Python.	23
Tensorflow.	23
EasyOCR.	23
Marco Legal.	24
Ley de Seguridad Pública y del Estado.	24
Capítulo II	26
Modalidad de la Investigación.	26

	3
Enfoque o Tipo de Investigación.....	26
Alcance de Investigación.....	26
Diseño de Investigación.....	26
Población y Muestra.....	27
Técnicas de Recolección de Datos.....	28
Instrumentos de Recolección de Datos.....	29
Análisis de Datos	29
Recopilación y Análisis de Técnicas de Inteligencia Artificial.	29
Cuestionarios.....	32
Capitulo III	45
El empleo de redes neuronales en el sistema de video vigilancia por el personal militar de la Base Naval de Salinas	45
Datos Informativos.....	45
Tipo de Proyecto.....	45
Cobertura Poblacional.....	45
Cobertura Territorial.....	45
Justificación.....	45
Objetivo General	47
Objetivo Específico	47
Fundamentación	47

	4
Comparativa Entre Sistemas.....	48
Diseño de la Propuesta.....	49
Fase 1: Diseño del Algoritmo	49
Fase 2: Hardware del Sistema de Vigilancia.....	56
Metodología para Ejecutar la Propuesta	59
Conclusiones.....	61
Recomendaciones	62
Referencias	63

Índice de Tablas

Tabla 1 Comparación de los lenguajes de software libre.....	31
Tabla 2 Cuadro comparativo de los sistemas de registro vehicular.	48
Tabla 3 Información de las cámaras que componen el sistema de vigilancia de BASALI.	56
Tabla 4 Ubicación de sistema de videovigilancia de BASALI.	57
Tabla 5 Características técnicas de las videocámaras.	58
Tabla 6 Recomendación de características técnicas de las videocámaras.	60

Índice de Figuras

Figura 1 Función binaria.	20
Figura 2 Píxeles con vecindad por frontera y esquina.	22
Figura 3 Reparto de pertenencia.	33
Figura 4 Cargo que ocupa.	34
Figura 5 Pregunta 1: ¿Cuál es el grado de seguridad que provee un registro vehicular al ingresar a una base militar?.....	35
Figura 6 Pregunta 2: ¿Cómo calificaría su percepción general de la seguridad de la base?.....	36
Figura 7 Pregunta 3: ¿Considera eficiente y confiables las medidas de control de acceso actuales a la base?.....	37
Figura 8 Pregunta 4: ¿Cree que las medidas de control vehicular actuales son efectivas para prevenir situaciones de riesgo?	38
Figura 9 Pregunta 5: ¿Con cuánta frecuencia ha necesitado conocer la fecha y hora de ingreso de un vehículo a la base naval?	39
Figura 10 Pregunta 6: ¿El registro vehicular en la entrada de una base militar contribuye a mejorar la seguridad interna?	40
Figura 11 Pregunta 7: ¿Cuán importante es para la seguridad de la base el registro vehicular?	41
Figura 12 Pregunta 8: ¿El registro vehicular puede ser una barrera para la entrada de vehículos no autorizados o potencialmente peligrosos?	42
Figura 13 Pregunta 9: ¿Actualmente existe un registro de los vehículos que ingresan y salen de la base?.....	43
Figura 14 Pregunta 10: ¿Cree usted que un sistema automático para reconocimiento de placas vehiculares que entregue información sobre el vehículo aportaría a la seguridad de la base?.....	44

Figura 15 Layout y botones Leer Placa, Mapa y Salir	50
Figura 16 Cuadro de confirmación positiva.	51
Figura 17 Información registrada en el tablero.....	51
Figura 18 Cuadro de error en caso de fallo en la lectura de placa.	52
Figura 19 Función del botón Leer placa.....	53
Figura 20 Diagrama de la función validar_placa.	54
Figura 21 Diagrama de la función obtener caracteres.....	55
Figura 22 Diagrama de la función guardad_placa.....	56

Planteamiento del Problema.

Contextualización.

Las bases militares requieren un alto grado de seguridad interna, debido a que en su interior poseen áreas susceptibles a ataques, como por ejemplo los pañoles de armamento, las áreas de vivienda, los centros de operaciones, entre otros. Para alcanzar este grado de seguridad es necesario que la base tenga la capacidad de custodiar las áreas internas, así como controlar el ingreso y salida de los vehículos usados por el personal.

Las escuelas de formación son unidades militares sensibles debido a que dentro de ellas se encuentran los aspirantes a tropa y oficiales, por ello los requerimientos de estos repartos son diferentes y, por consecuencia, la seguridad es manejada de forma más doctrinaria. La Base Naval de Salinas tiene acantonadas dos de las tres escuelas de formación naval del Estado ecuatoriano: la Escuela Superior Naval y la Escuela de Grumetes.

Según observaciones un día laborable ingresan y salen 687 vehículos de la base. Con el fin de mantener la seguridad y disminuir la vulnerabilidad de esta, es necesario llevar un control efectivo, confiable y eficiente del tránsito vehicular, así como de las personas civiles que ingresan.

Análisis crítico.

Uno de los puntos más sensibles en materia de seguridad son los controles que se ejercen en los ingresos de las bases navales, ya que requieren de una gestión compleja al autorizar o denegar el ingreso a la misma. Es por ello por lo que el presente estudio contribuirá al control eficiente del tránsito vehicular en la Base Naval de Salinas, con el desarrollo de un algoritmo que permita el registro de los vehículos que ingresan y, de acuerdo con una base de datos, autorizar o denegar su ingreso de forma automatizada.

Otro factor que se debe considerar es que existen barreras naturales y artificiales que limitan el ingreso a la base por otras vías; es así como, al ejercer un control eficiente y automatizado de ingresos vehiculares, se fortalecerá la seguridad y se contribuirá para que el personal que se destina al gate principal de BASALI, pueda ser redistribuido en otros puntos vulnerables.

Enunciado del problema.

En la Base Naval de Salinas existe una falla a la seguridad. En el retén del *gate* principal no existe un método efectivo de registro vehicular, por consiguiente, no se lleva un control adecuado de que vehículos pueden ingresar a la base. Lo que implica que el acceso a la base puede ser fácilmente vulnerado, constatándose, así como un riesgo perenne a la seguridad de la base y el personal de planta. Para solventar la falla de seguridad se propone un algoritmo basado en redes neuronales que automaticen dicha tarea con el fin de aportar a la seguridad.

¿Puede reforzar a la seguridad integral de la Base Naval de Salinas una herramienta de control de tránsito fundamentada en los avances tecnológicos referentes al procesamiento de imágenes con inteligencia artificial?

Preguntas.

¿Puede un sistema de reconocimiento de matrículas vehiculares por inteligencia artificial mejorar el nivel de seguridad de registro de ingreso vehicular en la Base Naval Salinas?

¿Cuáles son las técnicas de inteligencia artificial más idóneas para la tarea de lectura de placas vehiculares que se ajusten a las necesidades de la base?

¿Puede un algoritmo basado en redes neuronales facilitar la tarea de identificar el texto de una placa vehicular a partir de una imagen?

Hipótesis.

El uso de redes neuronales en los sistemas de vigilancia mejorará el control del tránsito vehicular de BASALI.

Variable independiente.

El uso de redes neuronales en los sistemas de vigilancia.

Variable dependiente.

El control del tránsito vehicular de BASALI.

Justificación.

Dentro de una base naval existen varios lugares sensibles que pueden ser objeto de atentado, el mejor ejemplo son los pañoles de armamentos los cuales se encuentran cargados con munición y armamento de grado militar. De la misma manera, dentro de las instalaciones existen las villas del personal militar donde habitan sus familias. Por ello es preponderante que la seguridad dentro de la base reduzca las posibilidades de que exista algún atentado contra el material, el personal o a sus familias.

Parte de una seguridad integral es controlar el ingreso de los vehículos a BASALI. Por ello es necesario conocer la hora de ingreso y salida de un automóvil. Con el fin de solventar disminuir la vulneración a la base, se plantea usar un sistema de redes neuronales que permita visualizar de manera sencilla la fecha y hora de ingreso de un vehículo, así como su matrícula. El proyecto busca reforzar el control del tránsito vehicular para, consecuentemente, mejorar la seguridad de la base beneficiando así al personal militar de guardia y a todo el personal civil que viven en la Base Naval de Salinas.

Objetivos.***Objetivo general.***

Evaluar el nivel de seguridad integral de la Base Naval de Salinas, mediante la recopilación y análisis de información proveniente de fuentes primarias de investigación, centrándose en el control vehicular de la base con el fin de proponer mejoras que fortalezcan y optimicen el sistema de seguridad.

Objetivos específicos.

Seleccionar las técnicas de inteligencia artificial más idóneas para la tarea de lectura de placas vehiculares mediante una revisión bibliográfica para seleccionar la más adecuada para controlar el ingreso, egreso y rutas vehiculares.

Diagnosticar el aporte de un programa de inteligencia artificial para reconocimiento de placas vehiculares en el nivel de seguridad de la base mediante cuestionarios al personal militar.

Proponer un prototipo del algoritmo de inteligencia artificial capaz de reconocer el texto de una placa vehicular a partir de una imagen del vehículo facilitando su identificación y registro.

Capítulo I

Marco Teórico.

Antecedentes.

El constante aumento poblacional trae consigo nuevos retos para la seguridad pública. Las aglomeraciones de automóviles, estancamientos y otros problemas pueden ser solucionados al usar sistemas tecnológicos que controlen el tránsito, como pueden ser los semáforos o los foto radares (Lamengo Castro, 2017). La tecnología trae consigo aportes a la seguridad ya que permite rastrear posibles sospechosos y/o identificar qué persona ingresa o sale de algún establecimiento. En este sentido, estos sistemas tecnológicos han sido empleados para apoyar a la Policía Nacional y otras instituciones del Estado, siendo colocados principalmente en los cruces viales con el fin de identificar posibles infractores.

Las bases militares contienen lugares sensibles; por ello, es indispensable que cuenten con un sistema de control del tránsito vehicular, más aún en la Basa Naval de Salinas, cuyo único ingreso autorizado es por el *gate* principal, lo que hace imperante un control automatizado que permita el registro de los vehículos que ingresan a sus dependencias.

La inteligencia artificial es una tecnología que en los últimos tiempos ha tenido un gran apogeo. Hoy en día existen varias formas de programar esta tecnología, esto es, variadas maneras de construir su estructura arquitectónica. Una de estas formas es la de redes neuronales artificiales (RNA) que, para los fines de esta investigación, parecen ser las más idóneas, pues ya han sido empleadas en el reconocimiento de placas vehiculares (Torres Carrera, 2020).

Estado del arte

Los autores Eduardo Barbecho y Martín Zhindón publicaron en el *Journal of Science and Research* un estudio en Ecuador titulado “Diseño de un algoritmo de reconocimiento de placas vehiculares ecuatorianas usando redes neuronales convolucionales”, la investigación busca desarrollar una visión artificial que mejore la tasa de recuperación de vehículos robados en el Ecuador. Los autores seleccionaron este tipo de red (la CNN) pues permite dividir los datos que llegan a la red, seccionando estos datos en subniveles. Con ello, se puede llegar a determinar el lugar de la fotografía en donde se ubican los datos alfanuméricos de una placa vehicular, después se aísla cada carácter y el algoritmo reconoce patrones para identificar letras o números. Hay que mencionar que la efectividad del algoritmo depende de las condiciones lumínicas y climatológicas de la fotografía, es decir, mientras mejores sean estas condiciones se obtendrá una mejor lectura. Por otro lado, este tipo de red permite aumentar la cantidad de fotografías para el periodo de entrenamiento de la red, lo que redundaría en una mejora drástica de la estadística de efectividad (Barbecho Bautista & Zhindón Mora, 2020).

Para aplicar el modelo al tránsito vehicular, estos autores cargaron el Dataste (Inputs) con cerca de 10000 fotografías obtenidas del SISECU911. Las imágenes empleadas tenían condiciones cambiantes (por ejemplo, unas fotografías eran de día, otras de noche, en otras el vehículo se encontraba en movimiento) con el fin de entrenar a la visión artificial en un ambiente real. Una vez cargadas las fotografías en el sistema se preparó una plantilla de entrenamiento para el primer modelo. Los resultados obtenidos sirvieron para aplicarlos al segundo modelo el cual aprende a identificar caracteres de las placas que aparecen en las imágenes.

El mayor problema que presenta una red CNN es que el objeto, en este caso la placa, varía su tamaño y posición. Debido a esto, existe una gran variación dentro de la

red para ubicar la información, generando así un alto costo computacional. Con el fin de reducir y alivianar la estructura neuronal se realiza una concatenación de las salidas enviadas al módulo de entrada y se las limitan constituyendo así la arquitectura de la red conocida como GoogLeNet. Sin embargo, el reducir las entradas de una capa produce que se pierda parte de la información, para solucionar dicho problema en la versión 2; Inception V2, se implementaron nuevas técnicas que ayudasen a reducir las operaciones sin alterar las dimensiones de entrada, para ello emplearon factorización inteligente que agregó complejidad computacional al modelo. Con ello el modelo Inception V2 aplicado al reconocimiento de placas vehiculares tuvo una efectividad del 85% en la detección del área y reconocimiento de caracteres.

En otro trabajo similar titulado: “Desarrollo de un sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares, Universidad del Azuay 2015”, los autores buscaron implementar un sistema de gestión automático para ingresar al parqueadero usando una cámara para identificar clientes. Para cumplir con su objetivo, seccionaron la tarea principal en *subtareas* simplificando el problema de la siguiente manera: primero el programa debía ubicar la placa del vehículo dentro de la imagen, luego identificar los caracteres.

Para discriminar la placa vehicular en las imágenes probaron diferentes técnicas de identificación como el procesamiento de imágenes binarias, el procesamiento de niveles de grises, operaciones morfológicas y procesamiento de color. Por otro lado, para identificar caracteres usaron técnicas como la comparación con plantillas, algoritmo K-vecinos más próximos, reconocimiento en base a características, árboles de decisión, redes neuronales y Tesseract (Espinoza Saquicela & Salinas Escobar, 2015)

De esta variedad de métodos con los cuales se puede realizar la tarea de reconocer placas vehiculares, se seleccionaron los que operasen favorablemente en la realidad, tomando en cuenta que existen ciertas situaciones en las que las imágenes no son ideales, dificultando el reconocimiento. Tras realizar las pruebas pertinentes se

determinó que para la tarea de reconocer placas se puede usar operaciones morfológicas para determinar una Región de Interés (ROI) obteniendo un 99% de efectividad. Estas operaciones funcionan buscando contornos verticales, con al menos cinco *subcontornos* dentro de la región y, para identificar caracteres, emplean redes neuronales las cuales obtuvieron un 90 % de veracidad. Para encontrar la estructura neuronal más eficiente, se realizaron cinco variaciones con respecto a tamaños de letra, cantidad de información de entrada y de salida, el número de iteraciones entre capas y el número de capas ocultas, los resultados mostraban que el rendimiento fluctuaba dependiendo de las configuraciones. Se seleccionó los parámetros cuyo porcentaje de aciertos fuera mayor para generar la estructura neuronal usada.

El Ingeniero Milton Torres graduado en la Universidad Politécnica Salesiana de Quito publicó como trabajo de titulación el tema: “Reconocimiento automático de la placa de un vehículo de Ecuador”, el desarrollo del proyecto culmina con un sistema completamente automatizado para el reconocimiento de placas vehiculares usando las dimensiones estándar de una placa ecuatoriana. Para procesar las imágenes de la cámara emplea un sistema binario de Otsu el cual asigna a las áreas más oscuras de la imagen el valor “True” o “1” y a las áreas más claras el valor “False” o “0”, esto se complementa a dos redes neuronales, una encargada de clasificar caracteres y la otra identificar números.

El estudio se realizó con imágenes controladas, cada una estaba a dos o tres metros de distancia, fueron tomadas durante el día y la cámara estaba direccionada en el ángulo óptimo para obtener una imagen clara de la placa. Considerando que las imágenes contaban con condiciones casi ideales el sistema obtuvo una efectividad del 97 %.

El autor advierte que el sistema debería ser mejorado para aplicarlo en situaciones reales para que sea capaz de responder de mejor manera ante cambios

como: placas de motos o deformadas, placas consulares, imágenes tomadas con ángulos diferentes o con variaciones en el tipo de luz.

La tarea de reconocer placas vehiculares para controlar el ingreso a un establecimiento es una de las aplicaciones derivadas de las redes neuronales, el trabajo “Desarrollo de un sistema inteligente de control de tráfico con software de código abierto en sistemas embebidos” de José Lamengo expone un proyecto de código abierto de bloques de aplicación que permite al usuario obtener diferentes funciones agregando o quitando sub bloques, este código es un control de patrón de cambios según la presencia de vehículos o peatones para semáforos. El código se encuentra compartido en GitHub para todo el público lo cual permite a cualquier desarrollador extraerlo. Para fines de este proyecto lo que compete es la cualidad de reconocer los vehículos dentro del sistema de vigilancia.

Presentado por Dennis Rojas, el proyecto “Desarrollo de un sistema de reconocimiento de placas y su influencia en la detección de vehículos robados en la Municipalidad de San Isidro”, busca aplicar inteligencia artificial para agilizar la tarea policial de ubicar carros hurtados, aumentando así el margen de posibilidad de recuperar el vehículo.

El trabajo emplea el sistema de reconocimiento de patrones “JAVAanpr”, el cual es un software que usa redes neuronales y visión artificial para reconocer automáticamente los números de la placa de carro, está escrito en JavaScript y el código es de uso libre por lo que este programa solo tuvo que ser adaptado a las especificaciones de las placas de Perú. Las imágenes procesadas provenían de cámaras IP, estas cámaras pueden enviar señales audiovisuales por internet, estos equipos pueden grabar, tomar fotos e inclusive mostrar contenido en vivo a cualquier dispositivo que se encuentre conectado a una red.

En sus conclusiones comenta que el nivel de funcionalidad fue cumplido con una lectura acertada del 75%, este porcentaje puede incrementar al mejorar la calidad de las imágenes, así como, automatizar la forma de capturar los cuadros fotográficos buscando seleccionar las que contengan las condiciones más favorables. De este modo, el autor, recomienda que es necesario desarrollar un módulo de captura de imágenes automática empleando un algoritmo de seguimiento de vehículo hasta obtener la mejor lectura.

Marco Conceptual.

Las Redes Neuronales Artificiales.

Las redes neuronales artificiales buscan ser “la emulación del sistema nervioso central biológico a través de procesadores artificiales [...], puede considerarse un modelo matemático de las teóricas actividades mentales y cerebrales” (Flórez López & Fernández Fernández). Es decir, están inspiradas en el cerebro humano, consecuentemente presentan una serie de características propias de dicho órgano como: *aprender*, *generalizar* y *abstraer* características de un conjunto de datos.

La característica que posee un RNA para adquirir conocimiento mediante experiencias o estudios se debe a su código que permite cambiar su comportamiento según varíe el entono. Esta muestra un conjunto de datos de entrada las cuales son sometidas a ajustes que proporcionen datos de salida, dichos datos se emplean en la capa siguiente como nuevos datos de entrada, así continua el ciclo hasta obtener los datos de salida requeridos.

A partir de este conocimiento que adquieren logran ampliar las respuestas correctas en sus datos de salida permitiendo obtener información de salida acertada pese a que los datos de entrada tengan ciertas variaciones por algún efecto de distorsión. (Basogain Olabe, 2020)

Existe una infinidad de aplicaciones para esta tecnología, sin embargo como menciona (Chatfield, 2000) las redes neuronales se comporta eficientemente en predicciones a largo plazo con componentes no lineales, por lo que su uso para determinar series cortas poco claras es sumamente empleada; por ello, las tecnologías para reconocimiento suelen estar basadas en esta forma de computar inteligencia artificial, como menciona Eduardo Barbecho y Martín Zhindón en su artículo “el reconocimiento de objetos y caracteres las redes neuronales convolucionales son las más empleadas. Existen varias arquitecturas para redes neuronales convolucionales profundas (CNN) desarrolladas para ubicar, segmentar e identificar objetos como placas vehiculares o caracteres.”

Estructura Básica de una Red Neuronal (RNA).

El sistema nervioso humano posee como base la neurona, una unidad que recibe información, la combina con otras señales y la retransmite a otra neurona. Cada neurona posee el axiones los cuales emiten la importación en pulsos eléctricos y las dendritas, estos reciben o emiten pulsos a otras neuronas a través de uniones llamadas sinapsis.

De manera similar, las estructuras de las RNA comienzan con la unidad básica el elemento procesador, PE (process element). (Basogain Olabe, 2020). Este elemento que posee varias entradas capaces de combinarlas, usualmente con una suma, dicha operación se ve modificada al transferir el valor de salida, esta se puede conectar con otra PE con el fin de obtener una “sinapsis”.

El conjunto de estas unidades PE forman una red neuronal, el objetivo no es solo conectarlas entre sí, sino como se conectan los procesadores. Estas organizaciones se llaman niveles o capas. En toda RNA existen una capa de entrada buffer donde ingresan los datos de la red y una capa buffer de salida por la cual responde la red, el resto de capas son conocidas como ocultas (Basogain Olabe, 2020).

Visión Artificial.

Es un campo que nace por la inteligencia artificial, según el Muñoz Manso Robert: “la visión artificial o comprensión de imágenes describe la declaración automática de la estructura y propiedades de un mundo tridimensional, [...] a partir de imágenes bidimensionales de ese mundo” (Muñoz, 2014). Es decir, este tipo de inteligencia interpreta el mundo en tres planos basados en fotografías, permitiendo deducir no solo figuras geométricas, sino que también materiales que componen a los diversos objetos, esta tecnología cumple dos funciones básicas, capturar una imagen e interpretarla.

Capturar la imagen es tarea sencilla, sin embargo, interpretarla requiere de un esfuerzo mayor, para ello la visión artificial cuenta con una serie de algoritmos matemáticos que permitan evaluar tonalidades de colores, sombras o intensidades luminosas (González Marcos, et al., 2006).

Etapas de Visión Artificial.

Según (González Marcos, et al., 2006), interpretar la información requiere de un proceso que consta de siete etapas. En primer lugar, la adquisición de la imagen, que consiste en transformar la información visual tridimensional de la realidad para convertirla en una imagen digital, para lo cual se usa un dispositivo de captura, generalmente una cámara. En segundo lugar, el procesamiento de la imagen: en esta etapa se filtra la información no deseada y se amplifica las características que servirán para facilitar los procesos futuros. En tercer lugar, la detección de bordes, proceso en el que se determina la región de interés de la imagen buscando cambios de tonalidad. Después la segmentación, que consiste en aislar los elementos que componen la imagen en la región de interés. Posteriormente, la extracción de características, que consiste en la representación de la información de los elementos aislados en formas

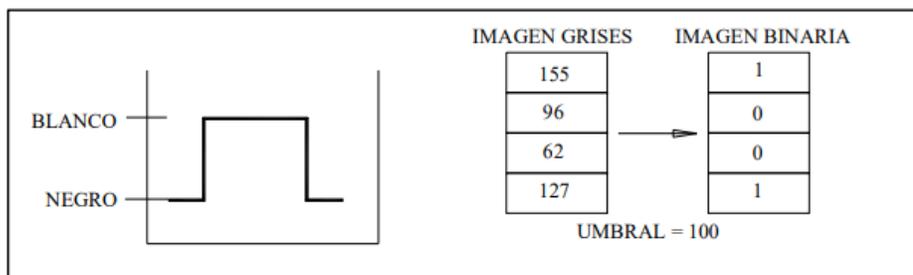
matemáticas. Como sexta etapa, el reconocimiento, en la que se adjuntan a un conjunto de objetos conocidos los datos de las imágenes segmentadas. Y como séptima y última etapa, la presentación de resultados, en la que se recopila la información obtenida y se la presenta en una interfaz para el usuario.

Binarización.

Para completar la tarea el software debe digitalizar la imagen, este proceso requiere que se calcule la *intensidad de brillo* correspondiente a cada pixel, cada uno de estos almacena un valor en concreto del cual se obtiene un numero denominada “nivel de gris”, tras realizar dicha digitalización la visión artificial convierte la fotografía en una imagen binaria, la cual posee solo dos niveles de grises: negro y blanco. Cada pixel se convierte en mencionados colores en función del nivel binario y el valor determinado como UMBRAL (Lamengo Castro, 2017).

Figura 1

Función binaria.



Nota: De (González Marcos, et al., 2006).

La imagen muestra la función binaria, donde cada pixel solo pueden tornarse de color blanco o negro dependiendo el valor correspondiente a cada pixel en el nivel de grises, el umbral establecido es 100 unidades debido a ello si el valor supera esta cantidad automáticamente el pixel toma el dato de “true” o “1” asignándose como blanco

y si este es menor o igual al umbral el dato es “false” o “0” asignándose como negro, así es cómo podemos definir la función de la manera siguiente:

Sea,

$V_p = \text{Valor del pixel.}$

$u = \text{Umbral.}$

Entonces,

$$\begin{cases} V_p = 1 & : V_p > u \\ V_p = 0 & : V_p \leq u \end{cases}$$

Conexión Entre Componentes.

El análisis de componentes conectados permite al código identificar el objeto bidimensional segmentado de una imagen, en este caso el número o letra de la placa vehicular. El objeto está compuesto por pixeles del mismo valor los cuales están agrupados de tal manera que se interpreta como un carácter, para que el computador sea capaz de interpretar la agrupación analizara individualmente cada pixel con el fin de encontrar una *vecindad* (Torres Carrera, 2020).

Se denomina *vecindad* a un pixel que conecte con otro pixel con sus mismas características en cualquiera de sus lados, de tal manera que un pixel “p” ubicado en la coordenada (x, y) posee 4 vecindades descritas con las ecuaciones siguientes:

Horizontales:

$$(x + 1, y), (x - 1, y)$$

Verticales:

$$(x, y + 1), (x, y - 1)$$

También podemos definir *vecindades* en diagonal es decir hallar la existencia de otro pixel con las mismas características que se encuentre conectado en cualquiera de

sus esquinas, de tal manera que un pixel " p " ubicado en la coordenada (x, y) posee otras 4 vecindades diagonales descritas en la siguiente ecuación:

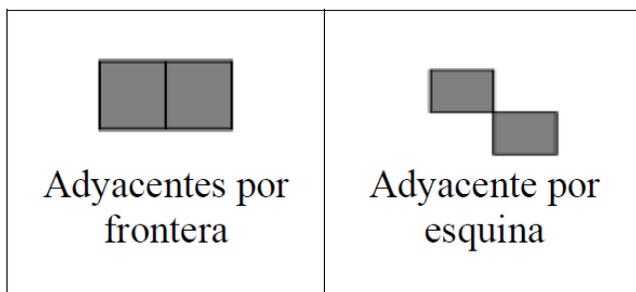
$$(x + 1, y + 1), (x + 1, y - 1), (x - 1, y + 1), (x - 1, y - 1)$$

Consecuentemente es válido considerar que cada pixel tiene 8 vecindades posibles lo que significa que dos pixeles cuentan con esta adyacencia si, y solo si, tienen en común una frontera o una esquina.

La figura expuesta a continuación mostrará de manera gráfica las definiciones matemáticas de *vecindad*.

Figura 2

Pixeles con vecindad por frontera y esquina.



Nota: De (González Marcos, et al., 2006).

Con el fin de materializar el concepto matemático de vecindad podemos definir qué; Un pixel (P_0) tiene vecindad de otro pixel (V_p) de tal forma que V_p es una submatriz (M_{KL}) contenida en la matriz denotada como *Imagen* (i_{MN}) formada por un número finito de pixeles que pueden ser o no vecinos de P_0 .

$$V_p = \{p: p \in M_{KL}\} \Rightarrow M_{KL} \subset i_{MN} \Rightarrow K = L = 3$$

Se debe notar que los valores que toman K y L siempre deben ser iguales e impares de valor bajo como 3, 5 y, sin embargo, con el fin de facilitar el cálculo se usa una submatriz de lado 3.

Python.

Es un lenguaje de programación de cuarta generación de código abierto el cual; “Tiene estructuras de datos de alto nivel eficientes y un simple pero efectivo sistema de programación orientado a objetos” (Python Software Foundation, n.d.), este lenguaje orientado a objetos permite al usuario estructurar el programa usando la gran variedad de códigos preestablecidos a los cuales se puede acceder fácilmente para generar instancias.

Tiene diversas aplicaciones siendo, actualmente uno de los lenguajes de programación más usados para software, posee una comunidad grande por lo cual se puede encontrar una gran variedad de librerías de uso libre.

Tensorflow.

Es una librería de código libre para Machine Learning (ML), desarrollado por Google con el fin de mejorar el proceso de obtener información, entrenamiento y aprendizaje del código y perfeccionar los resultados obtenidos (Larkin, 2022). Tensorflow recopila una serie de algoritmos útiles para el desarrollo artificial basándose en el lenguaje de computación Python para generar el marco de trabajo, al ser de código libre permite al usuario realizar cambios para el objetivo que requieran.

EasyOCR.

EasyOCR es un módulo de Python que permite al usuario; reconocer, sanear y transformar información alfanumérica directamente a texto. Al ser una extensión se puede ejecutar desde el núcleo de Python facilitando la implementación de dicho modulo a un algoritmo prescrito, este contiene funciones, sentencias ejecutables y variables globales (Apple, 2016).

Marco Legal.

La constitución del Ecuador establece lo siguiente sobre las obligaciones que tienen las Fuerzas Armadas:

Art. 158.- (Reformado por el Art. 5 de la Enmienda s/n, R.O. 653-S, 21-XII-2015, que la Sentencia No. 018-18-SIN-CC, R.O. E.C. 79, 30-IV-2019, de la Corte Constitucional declaró inconstitucional por la forma; por lo que el presente artículo retorna a su texto original). -Las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional son instituciones de protección de los derechos, libertades y garantías de los ciudadanos.

Las Fuerzas Armadas tienen como misión fundamental la defensa de la soberanía y la integridad territorial.

La protección interna y el mantenimiento del orden público son funciones privativas del Estado y responsabilidad de la Policía Nacional.

Las servidoras y servidores de las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional se formarán bajo los fundamentos de la democracia y de los derechos humanos, y respetarán la dignidad y los derechos de las personas sin discriminación alguna y con apego irrestricto al ordenamiento jurídico (Asamblea Constituyente, 2008).

La ley declara, implícitamente, que es obligación de las Fuerzas Armadas servir como brazo ejecutor para defender la soberanía e integridad territorial del estado. Por el artículo 158 de la constitución antes citado las Fuerzas Armadas están facultadas para cumplir el artículo ibidem facultándolos a implementar cualquier estrategia que permita asegurar la “soberanía e integridad territorial”.

Ley de Seguridad Pública y del Estado.

Art. 2.- De los ámbitos de la ley.- Al amparo de esta ley se establecerán e implementarán políticas, planes, estrategias y acciones oportunas para garantizar la soberanía e integridad territorial, la seguridad de las personas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, e instituciones, la convivencia ciudadana de una manera

integral, multidimensional, permanente, la complementariedad entre lo público y lo privado, la iniciativa y aporte ciudadanos, y se establecerán estrategias de prevención para tiempos de crisis o grave conmoción social. {...} (Asamblea Constituyente, 2008).

Art. 42.- De la Regulación de los sectores estratégicos de la seguridad del Estado. - Son sectores estratégicos de la seguridad del Estado los previstos en la Constitución y los correspondientes a la industria de la defensa, de seguridad interna, de investigación científica y tecnológica para fines de defensa y seguridad interna.

El Ministerio correspondiente emitirá la normativa respectiva, a fin de regular el uso de áreas o zonas alrededor de las zonas de seguridad que correspondan (Asamblea Constituyente, 2008).

Los artículos extraídos de la Ley de Seguridad Pública y de Estado explican explícitamente que los repartos militares son sectores estratégicos de seguridad del Estado, ya que son instalaciones para fines de defensa, por ello cuentan con la completa potestad de emitir normativa que garantice la seguridad de dicha área, consecuentemente el reparto puede implementar cualquier tipo de medida para garantizar la seguridad de dicho sector, permitiendo así a BASALI poder implementar un sistema que le permita registrar el ingreso vehicular buscando la efectividad del control de forma automática con una alta veracidad.

Es necesario destacar que en los reglamentos de seguridad de la Base Naval de Salinas menciona someramente la importancia de poseer sistemas automatizados de vigilancia y control, debido a ello en el presente trabajo se obviaron mencionados documentos ya que reescribían lo mencionado en los artículos de la constitución sobre el deber del reparto de emplear los medios que estén a su alcance para mantenerlo seguro.

Capítulo II

Modalidad de la Investigación.

Enfoque o Tipo de Investigación.

El enfoque de esta investigación es cuantitativo. Debido a que los datos captados para la investigación corresponden a emplear un proceso deductivo y secuencial el cual se respalda en la realidad objetiva para determinar si un algoritmo basado en redes neuronales puede ser empleado en el sistema de vigilancia para contribuir a la seguridad de la Base Naval de Salinas.

Alcance de Investigación.

Dado que como parte del objetivo principal de la investigación constaba el mejoramiento de la seguridad de la Base Naval de Salinas, el tipo de investigación que se planteó fue exploratorio en tanto se procuró analizar la factibilidad de uso de una determinada tecnología buscando, precisamente, el mejoramiento de la seguridad. Se pretendió con ello verificar si las redes neuronales pueden ser aplicadas el sistema cerrado de video vigilancia de la Base Naval de Salinas para controlar el tránsito vehicular. La tecnología dentro de la base suele estar desactualizada, consecuentemente, es imperante que se evalué la viabilidad de uso del sistema de video vigilancia de la base para el reconocimiento de placas vehiculares desarrollando un algoritmo compatible con mencionados sistemas.

Diseño de Investigación.

El diseño de la investigación no experimental de carácter transversal. Se define que “Un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones [...], no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). El estudio no pretende manipular la variable independiente para medir y analizar resultados en la variable dependiente. Lo

que se busca es indagar en la posibilidad de emplear redes neuronales en la Base Naval de Salinas con el sistema cerrado de vigilancia recopilando la información correspondiente al estado operativo actual de los sistemas de vigilancia y su ubicación.

Población y Muestra.

La fase de la investigación que obtuvo datos de fuentes primarias, estuvo dirigida al personal perteneciente a los repartos de la Base Naval de Salinas (BASALI), principalmente, pero también al personal de la Escuela Superior Naval (ESSUNA) y de la Escuela de Grumetes (ESGRUM), ya que estas instituciones comparten la puerta de ingreso.

Se aplicaron encuestas a personal de la unidad de tecnologías de la información y comunicación, sistema integrado de seguridad, seguridad física y personal de guardia debido a su experiencia y conocimientos en el área de seguridad de la base.

Considerando que la matriz para orgánicos de los repartos el numérico del personal que cumple con las características establecidas es de 223. De este modo aplicando el muestreo a el cuestionario obtenemos que el instrumento debe aplicarse a 163 sujetos.

- Base Naval de Salinas: 91.
- Escuela Superior Naval: 55.
- Escuela de Grumetes: 77.

Población (N): 223 Efectivos militares.

Probabilidad de éxito (p): 0.5

Probabilidad de que no se cumpla (q): 0.5

Error máximo aceptable (e): 0.02

Nivel de confianza (Z): 0.98

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{223 * 0.98^2 * 0.5 * 0.5}{(223 - 1) * 0.02^2 + 0.98^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{53.54}{0.089 + 0.240}$$

$$n = 163$$

Técnicas de Recolección de Datos.

Para conocer sobre los controles de tránsito de la base, medir el nivel de seguridad y el aporte del registro vehicular al ingreso se empleó un cuestionario el cual constó de diez preguntas, seis de las cuales fueron hechas con base en el sistema Likert para medir el nivel de seguridad de la base, la necesidad de un registro vehicular y si es favorable de contar con un registro automatizado. Las preguntas restantes, con respuestas dicotómicas, se realizaron para conocer la situación actual de seguridad y su relación con el control vehicular.

Tal como ya se mencionó, el cuestionario se dirigió al personal de la Unidad de Tecnología de la Información y Comunicación (UTIC), Sistema Integrado de Seguridad (SIS), Seguridad Física y el personal que cubre puestos de guardia de los repartos acantonados en la Base Naval de Salinas que son: la Escuela Superior Naval “Cmdt. Rafael Morán Valverde” (ESSUNA), la Escuela de Grumetes Contramaestre Juan Suarez (ESGRUM) y la Base Naval de Salinas (BASALI).

Empleando la herramienta Google Forms, se aplicó la encuesta al personal. Esta herramienta permite el acceso al instrumento de investigación a grandes cantidades de personas de manera virtual y confiable. Además, tiene la bondad de que entrega información velozmente y realiza los gráficos estadísticos de las preguntas.

Instrumentos de Recolección de Datos.

Para conocer sobre los controles de tránsito de la base, medir el nivel de seguridad y el aporte del registro vehicular al ingreso se empleó un cuestionario el cual constó de diez preguntas, seis de las cuales fueron hechas con base en el sistema Likert para medir el nivel de seguridad de la base, la necesidad de un registro vehicular y si es favorable de contar con un registro automatizado. Las preguntas restantes, con respuestas dicotómicas, se realizaron para conocer la situación actual de seguridad y su relación con el control vehicular.

Tal como ya se mencionó, el cuestionario se dirigió al personal de la Unidad de Tecnología de la Información y Comunicación (UTIC), Sistema Integrado de Seguridad (SIS), Seguridad Física y el personal que cubre puestos de guardia de los repartos acantonados en la Base Naval de Salinas que son: la Escuela Superior Naval “Cmdt. Rafael Morán Valverde” (ESSUNA), la Escuela de Grumetes Contramaestre Juan Suarez (ESGRUM) y la Base Naval de Salinas (BASALI).

Empleando la herramienta Google Forms, se aplicó la encuesta al personal. Esta herramienta permite el acceso al instrumento de investigación a grandes cantidades de personas de manera virtual y confiable. Además, tiene la bondad de que entrega información velozmente y realiza los gráficos estadísticos de las preguntas.

Análisis de Datos

Recopilación y Análisis de Técnicas de Inteligencia Artificial

La visión artificial engloba el proceso de describir el mundo capturado en una o más imágenes, así como la reconstrucción de sus propiedades tales como forma, iluminación y distribución de colores (Szeliski, 2021). La tarea de diseñar un código capaz de interpretar todas las características presentes en una imagen es un desafío de alta complejidad, dada la naturaleza bidimensional de la información capturada por medios electrópticos, la cual debe ser reconstruida tridimensionalmente. No obstante,

en la actualidad, disponemos de diversas bibliotecas de código abierto que facilitan al usuario la utilización de técnicas de visión artificial en las aplicaciones que así lo requieran. Entre estas destacan: VLX, Torch3vision y OpenCV.

Las siglas "VLX" hacen referencia a "The Vision-something-Libraries", un conjunto de bibliotecas desarrolladas en C++, diseñadas específicamente para aplicaciones de visión por computadora o visión artificial (University, B., 2015). Estas bibliotecas engloban una amplia variedad de algoritmos utilizados en el ámbito de la visión por computadora. Una ventaja notable de esta librería radica en su composición, al estar conformada por múltiples bibliotecas, proporciona al usuario una amplia gama de alternativas funcionales sin la necesidad de establecer una relación de dependencia entre ellas. No obstante, esta diversidad conlleva a que el código de la librería sea extenso y presente cierta complejidad en su implementación en diferentes plataformas digitales.

OpenCV es una biblioteca de visión artificial desarrollada por Intel, compatible con una amplia gama de sistemas operativos, incluyendo Linux, OS, iOS y Windows, entre otros. Desde su lanzamiento en el año 2000, ha sido empleada en diversos contextos, destacando aplicaciones en seguridad, vigilancia, monitoreo automático, así como en el análisis de objetos y otros sistemas de seguridad (Boesch, 2023). Cabe resaltar que una de las ventajas prominentes de esta biblioteca radica en su capacidad para llevar a cabo análisis en tiempo real.

El paquete Torch3vision se compone de un modelo arquitectónico estándar para la transformación de imágenes a través de técnicas de visión artificial (PYPI, 2023). Estos modelos son pre-entrenados utilizando conjuntos de datos específicos, lo que confiere una notable eficiencia a las operaciones de transformación de imágenes y videos.

El ampliado conjunto de bibliotecas y lenguajes de programación disponibles ofrece una diversidad de alternativas para la codificación del algoritmo. La Tabla 1 presenta de forma gráfica las características distintivas de cada biblioteca y su compatibilidad con el lenguaje de programación asociado para la tarea de codificación.

Tabla 1

Comparación de los lenguajes de software libre.

LENGUAJE	LIBRERÍAS COMPATIBLES	VENTAJAS	DESVENTAJAS
C++	Torch3vision, VLX, openCV	<ul style="list-style-type: none"> - Lenguaje de bajo nivel. - Rápida ejecución. - Compatible con todas las librerías. 	<ul style="list-style-type: none"> - Complejidad códigos alta. - Dificultad al ejecutar en plataformas diferentes.
Java	openCV	<ul style="list-style-type: none"> - Lenguaje interpretado. - Hay mucha bibliografía disponible. 	<ul style="list-style-type: none"> - El consumo de recursos es alto. - La coordinación compleja con la librería. - La lectura del código compleja.
Python	openCV	<ul style="list-style-type: none"> - Lenguaje interpretado. - Escritura de código simple. - Compatible con todas las librerías. - Hay mucha bibliografía disponible. 	<ul style="list-style-type: none"> - Su consumo de recursos es alto.

Nota: De “Desarrollo e Implementación de un Sistema de Visión Artificial Basado en Lenguajes de Uso Libre para un Sistema Seleccionador de Productos de un Centro Integrado de Manufactura (CIM). Amaya, S., Pulgarín, D., y Torres, I. 2015. (pp 5-8). Medellín. Colombia.”

El desarrollo de la visión artificial permite seleccionar de acuerdo a las necesidades la librería y lenguaje a programar. Para el presente trabajo se pretende usar el lenguaje Python con la librería OpenCV debido a que es un lenguaje de programación más amigable con el usuario y permite integrar otras librerías que permitan a la visión artificial operar adecuadamente dentro de cualquier computador,

además estas poseen mayor bibliografía representando una gran ventaja a la hora de solucionar errores durante la programación.

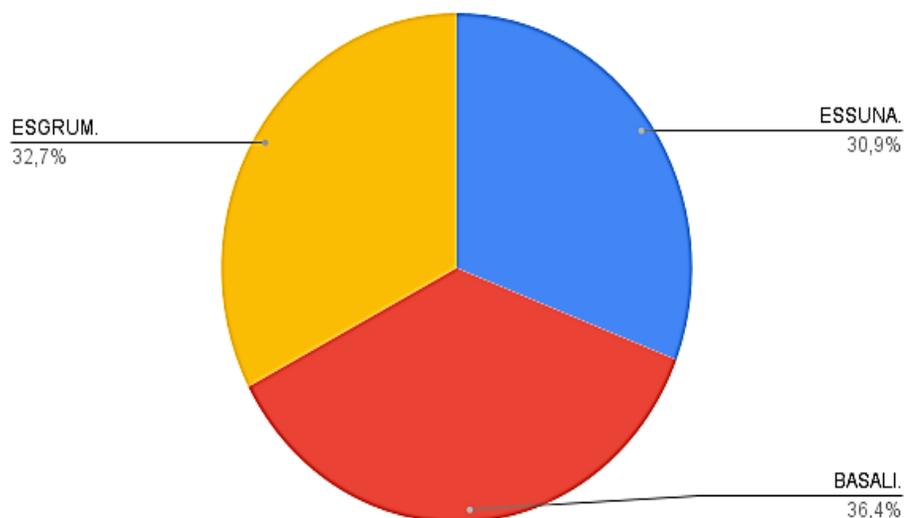
Cuestionarios.

Con la finalidad medir el nivel de tal como ya fue mencionado, con la finalidad medir el nivel de seguridad, conocimiento y necesidad de un registro automatizado se aplicó un cuestionario al personal cuyo conocimiento y experiencia este destinado a la seguridad de la base, por ello fueron considerados los encargados de: Unidad de Tecnología de la Información y Comunicación (UTIC), Sistema Integrado de Seguridad (SIS), Seguridad Física y el personal que cubre puestos de guardia en BASALI.

La primera sección del cuestionario comienza solicitando información es sobre el reparto al que pertenece la persona encuestada, esta cuenta con tres respuestas posibles: ESSUNA, BASALI y ESGRUM los cuales son los repartos navales más grandes acantonados en la Base. El fin es obtener información sobre el reparto de proveniencia de la respuesta para así poder controlar que la cantidad de personal que llena de los diferentes repartos sea equitativa. Para el efecto se realizó la Figura 3 que muestra visualmente esta información.

Figura 3

Reparto de pertenencia.

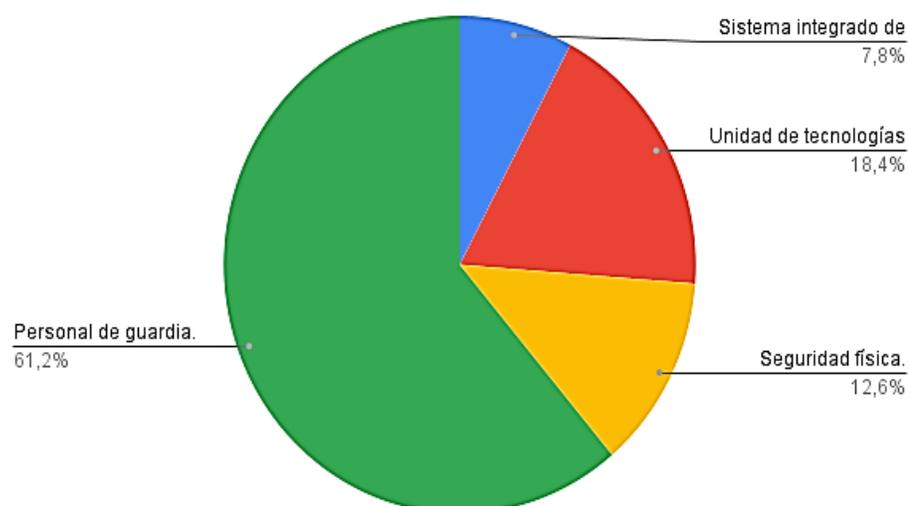


La muestra es de 163 efectivos militares de los cuales 59 pertenecen a BASALI representando la mayoría de los encuestados con el 36.4%, a continuación, le sigue con 53 encuestados ESGRUM siendo el 32.7% y por último ESSUNA con 50 respuestas representando el 30.9% de los encuestados. Por lo tanto, la cantidad de encuestados por repartos poseen mínimo 50 respuestas y entre ellos hay un margen diferencial de 6% aproximadamente lo que favorece a la información recopilada.

Posterior a eso era necesario conocer el cargo que ocupa el personal con el fin de observar que los encuestados sean talento humano a fin al área de seguridad de la Base Naval de Salinas. Esta información muestra la Figura 4.

Figura 4

Cargo que ocupa.

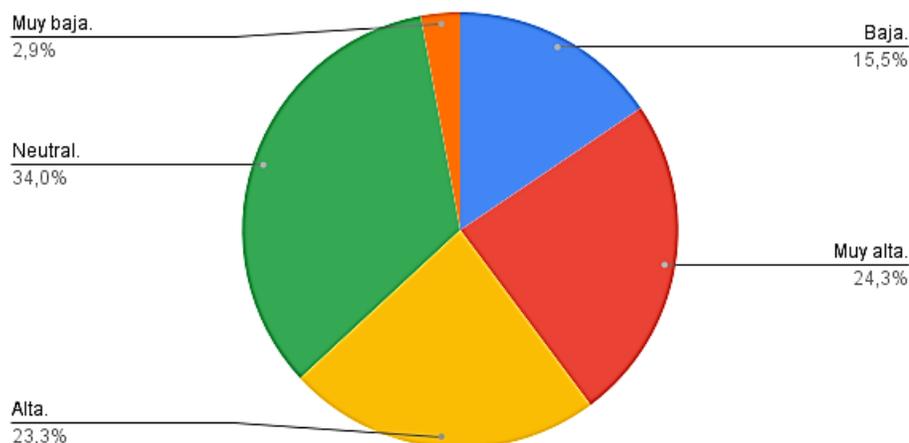


Del personal encuestado el 61.2% es personal que realiza servicio de guardia en BASALI, el 18.4% se desempeña en la unidad de tecnologías de la información y comunicaciones, adicionalmente el 12.6% es encargado de la seguridad física de sus repartos y el 7.8% pertenece al departamento de sistema integrado de seguridad.

La segunda sección comienza con la pregunta: ¿Cuál es el grado de seguridad que provee un registro vehicular al ingresar a una base militar?, hecha para recopilar información la cual busca establecer en escala el aporte a la seguridad de la base el registro vehicular. La Figura 5 muestra los datos de nivel recopilados al personal profesional de la base.

Figura 5

Pregunta 1: ¿Cuál es el grado de seguridad que provee un registro vehicular al ingresar a una base militar?

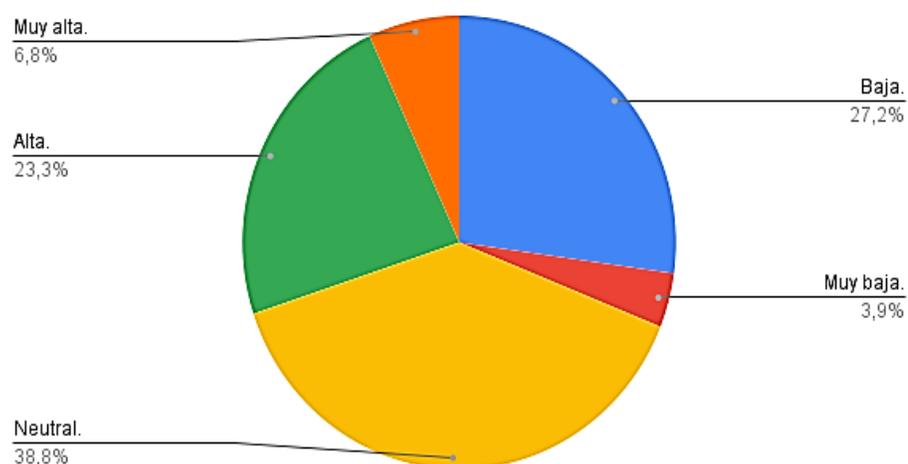


Con esta pregunta buscamos establecer, en la escala de Likert, cual es el nivel de seguridad que provee el registro vehicular en una base. Predomina con un 34% que el personal considera neutral, sin embargo, analizando el resto de las respuestas podemos observar que existe una tendencia del 47.6% a que el registro vehicular provee un nivel de seguridad alto o muy alto mientras el 18.4% considera que el nivel es bajo o muy bajo, consecuentemente se puede considerar que contar con un registro vehicular contribuye directamente con el nivel de seguridad que posee una base militar.

La Figura 6 muestra la percepción del personal ante el nivel de seguridad actual de la base mediante la segunda pregunta: ¿Cómo calificaría su percepción general de la seguridad de la base?

Figura 6

Pregunta 2: ¿Cómo calificaría su percepción general de la seguridad de la base?

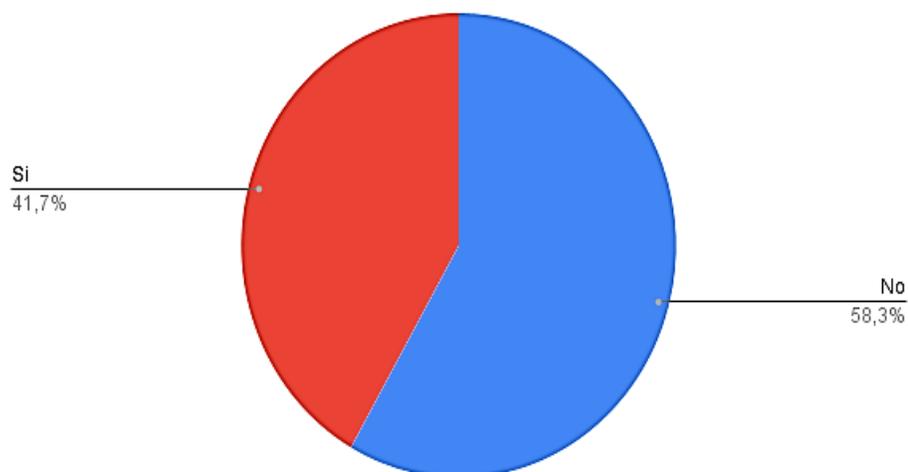


Esta pregunta establece el nivel de seguridad actual de la base, donde predomina con un 38.8% que el personal considera neutral el nivel de seguridad intermedio, ahora bien, sintetizando la información y excluyendo la posición neutral de la gran mayoría de los encuestado observamos una leve tendencia negativa a que el nivel de seguridad de la base es bajo o muy bajo con un 30.11% mientras que el 29.11% personal considera que es alta o muy alta. Viendo el panorama general afirmamos que no existe una deficiencia en nivel de seguridad sin embargo se pueden tomar medidas para aumentar la seguridad.

Es necesario conocer la eficiencia y confiabilidad del registro vehicular que se lleva actualmente en la base para ello mediante la Figura 7 se conocerá si las medidas cumplen con los parámetros mencionados.

Figura 7

Pregunta 3: ¿Considera eficiente y confiables las medidas de control de acceso actuales a la base?

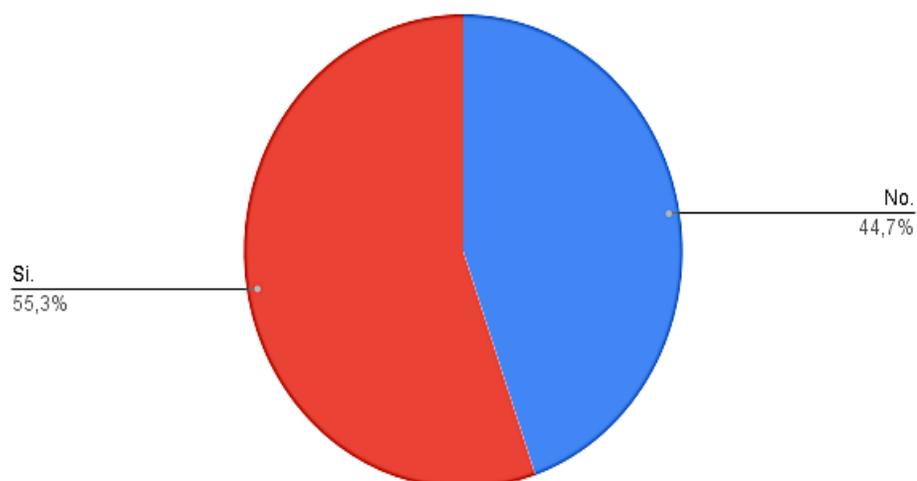


Con esta pregunta podemos observar las condiciones actuales en cuanto a eficiencia y confianza del sistema actual que controla el tránsito vehicular. La información muestra que el 58.3% de los encuestados no considera que sean eficientes siendo muy superior al 41.7% que respondió sí.

La Figura 8 muestra los datos obtenidos con la pregunta 4 que busca establecer la relación entre las situaciones de riesgo que puede presentar el ingreso a la base naval y el control que ofrece el registro vehicular como parte de las medidas estándar de seguridad.

Figura 8

Pregunta 4: ¿Cree que las medidas de control vehicular actuales son efectivas para prevenir situaciones de riesgo?

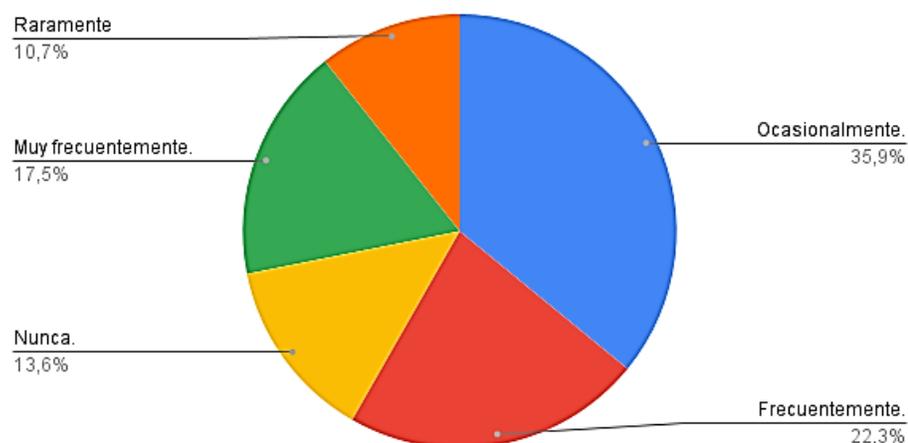


El 55.3 % de las respuestas consideran que los controles actuales son efectivos para prevenir situaciones de riesgo, sin embargo, estos resultados pueden contraponerse con los resultados anteriores donde la tendencia era negativa hacia la eficiencia y confianza. Realizando un análisis más profundo los resultados concuerdan es decir el control vehicular actual mantiene segura la base no obstante hay deficiencias y necesidades para mejorar el nivel de seguridad.

La Figura 9 plasma la necesidad del personal de poseer un registro vehicular. La pregunta muestra una escala la cual permite al encuestado seleccionar y registrar en escala la frecuencia con la que ha empleado el registro vehicular.

Figura 9

Pregunta 5: ¿Con cuanta frecuencia ha necesitado conocer la fecha y hora de ingreso de un vehículo a la base naval?

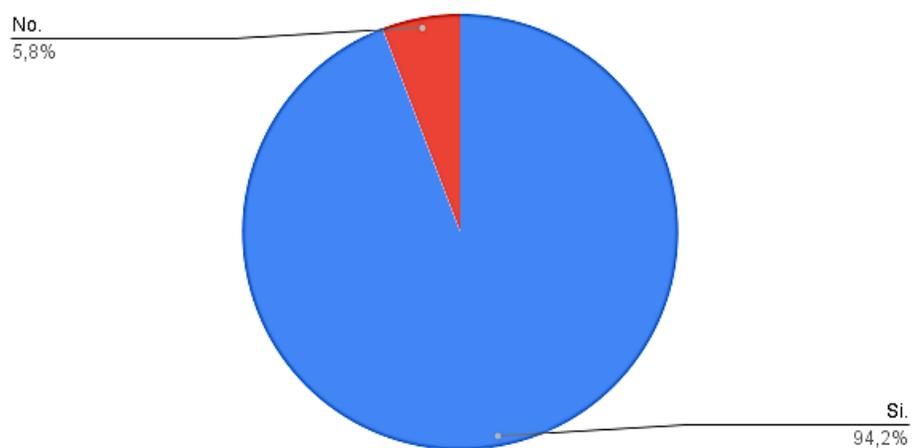


Esta pregunta es empleada para establecer una necesidad, solo el 13.6% de los encuestados nunca han necesitado conocer la fecha y hora del ingreso, el resto de los encuestados han requerido de esta información, aunque sea una vez. Por ello es importante poseer un registro al cual se pueda acudir cuando se necesite.

La Figura 10, mediante una pregunta binaria, busca recopilar información sobre si existe una relación de dependencia entre seguridad de base y el control que se tiene sobre la entrada en cuanto a acceso vehicular se refiere.

Figura 10

Pregunta 6: ¿El registro vehicular en la entrada de una base militar contribuye a mejorar la seguridad interna?

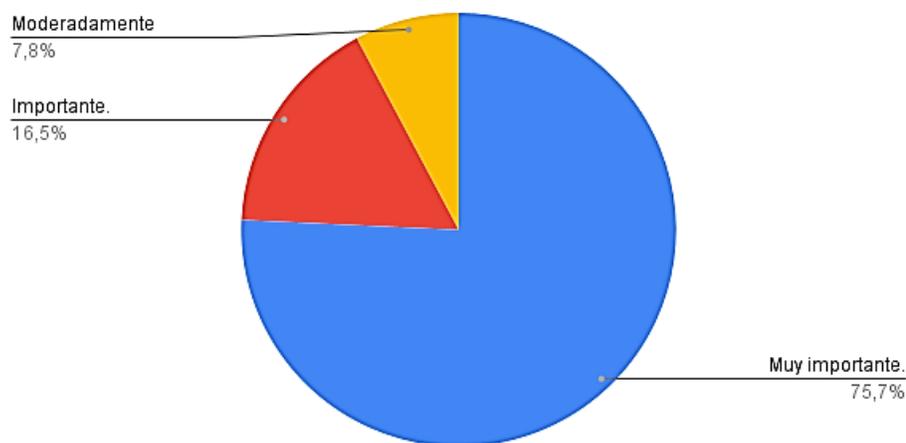


A criterio de los 94.2% de los encuestados existe una relación directa entre el control vehicular y la seguridad. Es decir que empleando un sistema eficiente de registro es posible aumentar satisfactoriamente el nivel de seguridad.

La Figura 11 muestra el grado de importancia para una Base Naval el poseer un registro vehicular como parte de su doctrina de seguridad.

Figura 11

Pregunta 7: ¿Cuán importante es para la seguridad de la base el registro vehicular?

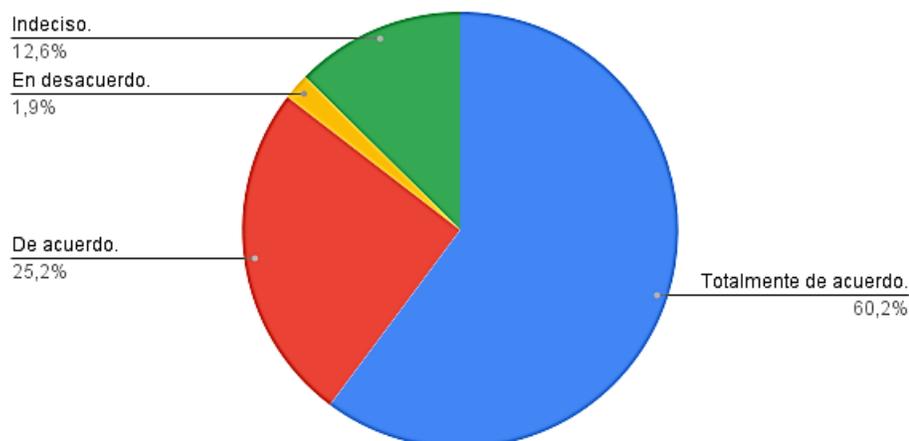


Los resultados muestran que es de importancia poseer un registro vehicular como medida de seguridad donde el 75.7% de los encuestados seleccionaron la opción de muy importante, el siguiente 16.5% menciona que es importante y el resto, el 7.8%, afirma que es moderadamente importante, es destacable que ninguno eligió las opciones de: poca importancia y sin importancia.

El ingreso de personas no autorizadas o desconocidas ponen en peligro la seguridad de la base, la Figura 12 muestra la escala en la cual establece, a consideración de los encuestados, que grado de prevención de amenazas y riesgos provee el registro vehicular

Figura 12

Pregunta 8: ¿El registro vehicular puede ser una barrera para la entrada de vehículos no autorizados o potencialmente peligrosos?

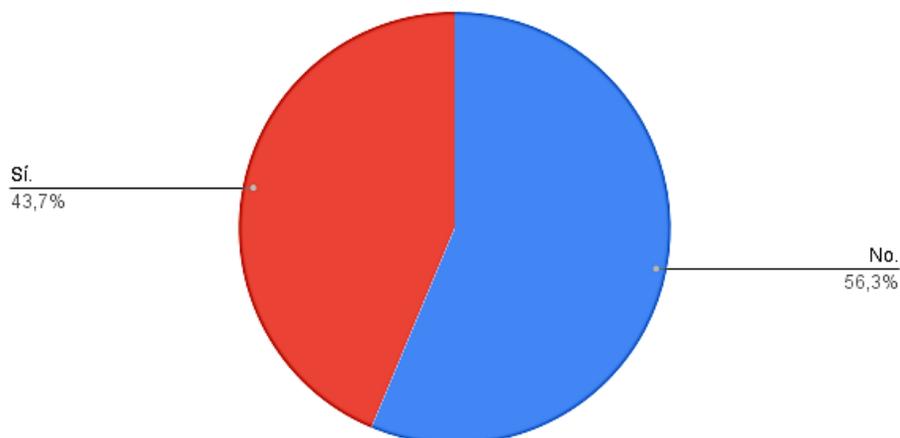


El 60.2% de la muestra está totalmente de acuerdo, en conjunto con el 25.2% que está de acuerdo conforman el 85.4% del personal que afirma la importancia del registro vehicular para prevenir amenazas emergentes para la base mientras apenas un 2% aproximadamente está en desacuerdo.

La Figura 13 busca establecer la existencia del sistema de seguridad de la base, a la par la pregunta muestra el conocimiento que posee el personal a cargo de la seguridad de la base sobre el registro vehicular que posee.

Figura 13

Pregunta 9: ¿Actualmente existe un registro de los vehículos que ingresan y salen de la base?

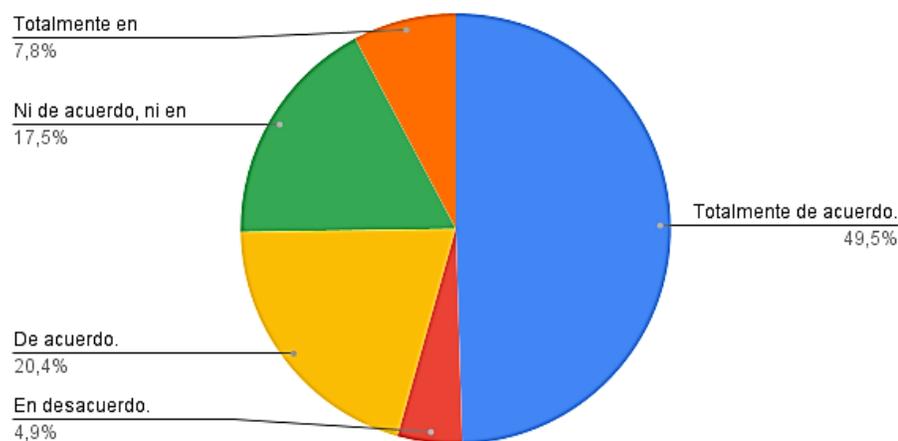


Lo que llama la atención es que no existe una diferencia abismal lo que indica que existe dentro del personal falta de conocimiento y coordinación con respecto al registro vehicular ya que según el 43.7% del personal afirma que existe actualmente ese registro, mientras que el 56.3% no conoce la existencia de mencionado registro. En consecuencia, existe una grave falla en la seguridad de BASALI por el factor humano como es el desconocimiento del registro o falta de voluntad. Se puede solventar esta falla con un sistema automatizado de registro.

La Figura 14 muestra si a consideración del personal profesional sería de interés para mejorar la seguridad de la base.

Figura 14

Pregunta 10: ¿Cree usted que un sistema automático para reconocimiento de placas vehiculares que entregue información sobre el vehículo aportaría a la seguridad de la base?



El 49.5%, casi la mitad, de los encuestados están totalmente de acuerdo en que el empleo del registro automatizado de registro aportará a la seguridad de la base, esto se respalda con el 20.4% de personal que se encuentra de acuerdo con el empleo del sistema representando ambos al 69.9% del total de encuestados.

Los datos obtenidos de los cuestionarios reflejan que el empleo de un sistema automatizado para el registro vehicular influye positivamente en el nivel de seguridad que posee una base naval. Preguntas como la de la pregunta 9, sobre la existencia del registro vehicular, muestra las fallas de seguridad debido al factor humano. Inclusive preguntas como la de la pregunta 5, sobre cuantas veces el personal a requerido información sobre el ingreso de vehículos establece necesidad de contar con un registro confiable y eficiente al cual recurrir por información para mantener una base segura.

Capítulo III

El empleo de redes neuronales en el sistema de video vigilancia por el personal militar de la Base Naval de Salinas

Datos Informativos.

Tipo de Proyecto.

Este documento se enmarca en el ámbito de soporte integrado de seguridad, en la línea de seguridad integral, en tanto pretende mejorar el nivel de seguridad de la Base Naval de Salinas mediante el empleo de un sistema automatizado de reconocimiento de vehículos basado en redes neuronales.

Cobertura Poblacional.

Los beneficiarios de esta propuesta son todas las personas, civiles y militares, que habitan dentro de la base. El algoritmo busca ser un medio automático, eficiente, confiable y fácil de emplear por todo el personal militar de BASALI, de tal modo que coadyuve a la seguridad de la misma. Según los registros del personal se estima que cerca de 1600 personas sean beneficiadas.

Cobertura Territorial.

El ámbito de cobertura del proyecto incluye toda la Base Naval de Salinas.

Justificación.

El análisis de los datos obtenidos de fuentes primarias (las encuestas realizadas) reveló que el personal asignado al *gate* principal de la Base Naval de Salinas no sigue un procedimiento estándar para el registro de los vehículos que ingresan. Esta es, precisamente, la principal justificación para el empleo de redes neuronales en el sistema de videovigilancia, pues la inexistencia de un sistema coordinado de registro de vehículos genera una excesiva discrecionalidad en el personal a cargo de este control.

Por un lado, esta discrecionalidad no contribuye en nada al seguimiento de los procesos y protocolos de seguridad, y menos aún a su mejora. Por otro lado, esta discrecionalidad impide llevar una estadística confiable de la cantidad de vehículos que ingresan y de su tipología, una información que, al ser almacenada para un posterior análisis, puede contribuir a la identificación de patrones que merecerían un seguimiento más detallado.

También es importante destacar la necesidad de que el algoritmo que se propone sea desarrollado y manejado por el personal de fuerzas armadas, ya que según manda el Reglamento para la elaboración, manejo, custodia, difusión y seguridad de la información militar clasificada, la información del personal militar debe ser de carácter reservada. Así, dado que las bases de datos que empleará y que generará el algoritmo se conformarán con información sensible y detallada del parque automotor de las propias fuerzas armadas y del personal asignado para su utilización, esta misma información podría ser empleada por actores que pretendan, con mala intención, violentar las seguridades de la Base.

En este sentido, precautelar la seguridad de esta información, restringiendo el desarrollo del algoritmo y su puesta en funcionamiento a elementos del cuerpo militar, permitirá mantener la seguridad no solo del personal militar asignado a la Base y sus familias, sino la del propio Estado ecuatoriano, al evitar inteligencia e intervención exógena. Siguiendo esta línea de razonamiento, no se puede divulgar los lugares sensibles de la base en los que el algoritmo debería alertar de comportamiento sospechoso, ya que esto facilitaría la ventaja estratégica del enemigo a la hora de planificar su operación, afectando las operaciones militares, misiones y seguridad general.

Objetivo General

Proponer un prototipo del algoritmo de inteligencia artificial capaz de reconocer el texto de una placa vehicular a partir de una imagen del vehículo para facilitar su identificación y registro.

Objetivo Específico

Determinar si los lectores electrópticos de BASALI cuentan con las características técnicas y posición adecuada mediante la revisión de manuales técnicos e inventarios a fin de establecer si las cámaras del sistema cerrado pueden ser empleadas para la lectura de placas.

Contrastar la modalidad de control vehicular actual con el algoritmo propuesto basado en redes neuronales mediante el análisis de la información obtenida con el propósito determinar la forma más eficiente para realizar la tarea en cuestión.

Diseñar la arquitectura del algoritmo basado en inteligencia artificial mediante el empleo de bibliotecas de código abierto para extraer datos alfanuméricos a partir de una imagen utilizando el lenguaje de programación Python con la finalidad de que pueda ser ejecutado en un CPU con acceso al sistema de vigilancia de la Base Naval de Salinas.

Fundamentación

El empleo de redes neuronales en sistemas de video vigilancia es un tema que ha sido abordado en algunas investigaciones previas, como una de las tantas aplicaciones de estas redes. Estos estudios comparten una visión, alrededor de la aplicación de esta tecnología, que abre las puertas a los potenciales beneficios de su utilización en el mejoramiento de las condiciones del tránsito vehicular.

Al mismo tiempo, estos mismos estudios también advierten sobre la necesidad de que junto con la implementación de estas tecnologías no se deje de lado el debate social y político que impediría, al menos en términos deontológicos, una utilización que

vaya en desmedro de los derechos de las personas. Ambas perspectivas fundamentan el empleo de redes neuronales en el sistema de videovigilancia en BASALI.

Comparativa Entre Sistemas

La Base Naval de Salinas cuenta con su doctrina y lineamientos de seguridad. La doctrina actual empleada para autorizar y registrar el tránsito vehicular depende del personal de guardia, pese a que las directrices dictaminan que deben verificar el vehículo y permitir el acceso al personal que cuente con la credencial militar sin embargo como muestra los datos de la encuesta, específicamente la Figura 13 (Pregunta 9: ¿Actualmente existe un registro de los vehículos que ingresan y salen de la base?), no se cumple siempre mencionada doctrina. Por ello con el fin de comparar los beneficios que posee el sistema de registro automatizado se realiza la Tabla 2.

Tabla 2

Cuadro comparativo de los sistemas de registro vehicular.

SITUACIÓN A EVALUAR	REGISTRO VEHICULAR ACTUAL	REGISTRO VEHICULAR AUTOMATIZADO
VELOCIDAD	Depende del personal de guardia.	Proceso veloz gracias al empleo de bases de datos.
FACTOR HUMANO	Posibilidad de errores.	Registro y aprobación de ingreso inmediata.
DISPONIBILIDAD	24 H.	24 H
COSTO	Asociado al sueldo del personal.	Requiere alta inversión de hardware.
BASE DE DATOS	Requiere bastante esfuerzo para filtrar el personal.	Puede integrarse fácilmente para obtener información relevante.
PRESICIÓN	Varía dependiendo del compromiso del personal.	Registra los datos de manera uniforme y precisa.
LEGAL	Necesita cumplir con las regulaciones y leyes.	Requiere regulaciones y protección de la información que maneja.

Diseño de la Propuesta

Con el propósito de llevar a cabo la investigación de manera rigurosa y metódica, se plantea la subdivisión en dos fases distintas. La Fase 1 consistirá en la concepción y diseño meticuloso de la arquitectura del algoritmo, mientras que la Fase 2 se centrará en la recopilación exhaustiva de información concerniente a las especificaciones técnicas inherentes al dispositivo de cámaras. Este proceso tiene como objetivo primordial evaluar la viabilidad y pertinencia de la integración del algoritmo en el sistema de vigilancia de la base.

Fase 1: Diseño del Algoritmo

El sistema permitirá al personal militar realizar lectura de placas y obtener información de la base de datos con ello pretende ayudar al usuario registrar la matrícula y hora del paso del vehículo y arrojar información sobre el conductor permitiendo así alertar de irregularidades con mayor facilidad, asimismo en caso de ocurrir algún atentado el sistema entrega información confiable para las investigaciones pertinentes.

Es concerniente elaborar alarmas que alerten al personal de ingresos no autorizados, actividad sospechosa en lugares sensibles de la base como en pañoles de armamento, áreas de vivienda, centros de comando, muelles e instalaciones de abastecimientos.

Para la elaboración del algoritmo, es esencial proseguir con meticulosidad los siguientes pasos detallados, los cuales proporcionarán el marco fundamental para el desarrollo del sistema:

Crear Interfaz Gráfica: Se genera un layout el cual recibe información de una cámara, este cuenta con tres botones: leer placa, mapa y salir. El primer botón habilita

al usuario para iniciar el proceso de activación del sistema de reconocimiento de matrículas. Posteriormente, tras el procesamiento de los datos, se generan los siguientes resultados: número de placa vehicular, el nombre del propietario, el modelo del vehículo, su color, así como la determinación de la autorización para el acceso correspondiente. Adicionalmente se almacena el registro fotográfico y la información correspondiente a la fecha y hora de ingreso del vehículo, según la ubicación de las diferentes cámaras de seguridad enlazadas.

El segundo botón desencadena la visualización de un mapa de registro de acceso el cual está definido por las ubicaciones donde el sistema realiza un reconocimiento y registro de matrículas dando información de las diferentes ubicaciones del vehículo registrado posteriormente, presenta la traza detallada de la ruta seguida por el mismo. Por último, el tercer botón se emplea para cerrar el programa en cuestión.

Figura 15

Layout y botones Leer Placa, Mapa y Salir



Cuando se lleva a cabo una lectura exitosa de una placa vehicular, se despliega un cuadro de confirmación que indica si la lectura fue satisfactoria o no. Una lectura

exitosa implica la detección de una placa vehicular dentro del cuadro y la capacidad de identificación subsiguiente.

Figura 16

Cuadro de confirmación positiva.

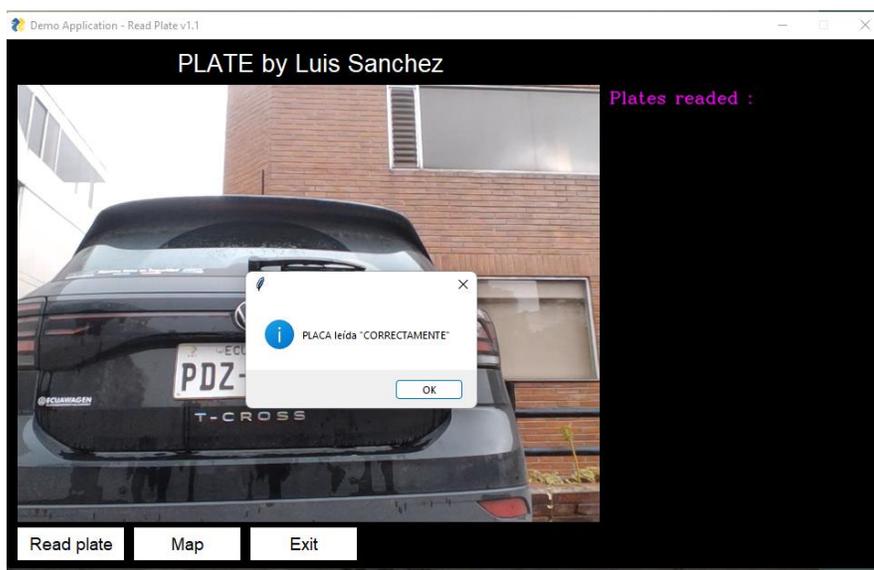


Figura 17

Información registrada en el tablero.

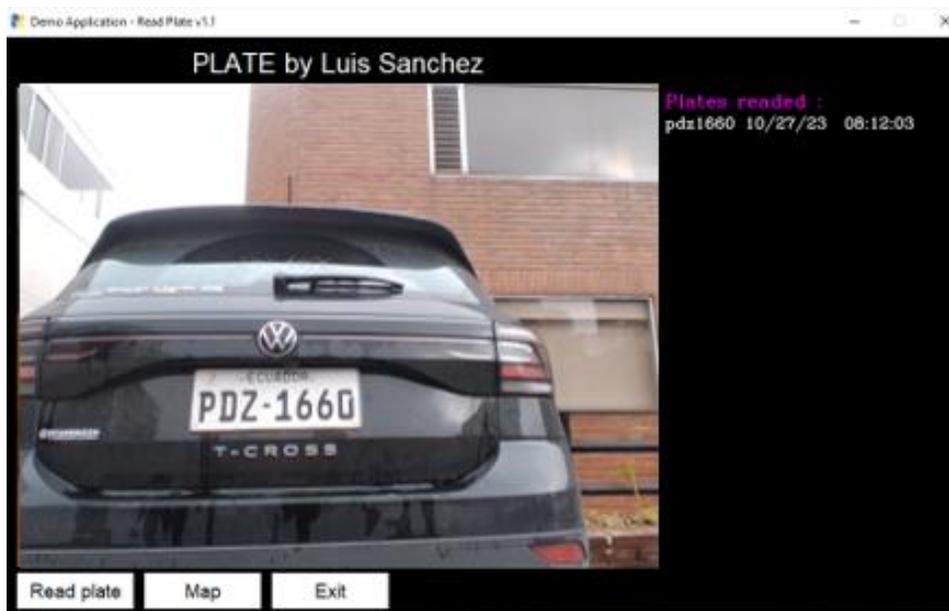
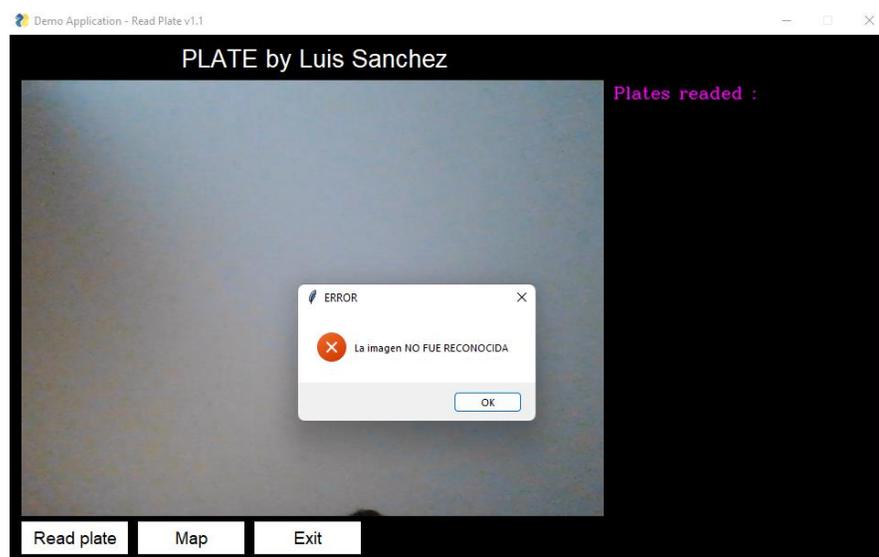


Figura 18

Cuadro de error en caso de fallo en la lectura de placa.



Hay que mencionar que el tiempo de espera del resultado para cada caso no supera los 5 segundos sin embargo al buscar aplicar el sistema en BASALI cuyo flujo vehicular es alto es necesario considerar el empleo de computadores con procesador gráfico.

Instalar Librerías. En esta parte del código se descarga y emplea la librería OpenCV la cual permite al computador reconocer objetos en imágenes o videos, en este caso en particular será empleado para extraer información alfanumérica correspondiente a las matriculas vehiculares. Esta librería funciona al activar el botón "Leer placa".

Figura 19

Función del botón Leer placa

```
131     elif event == 'Leer placa':
132         foto="temp.jpg" # nombre de la imagen temporal a guardar
133         # se guarda la imagen capturada por el video
134         cv2.imwrite(foto,frame)
135         # se llama a la funcion leer placa
136         data=leer_placa(foto)
137         validar_placa(data,lista_placas,file,writer,max_num_plate, fechas) #recibe la fecha y hora
```

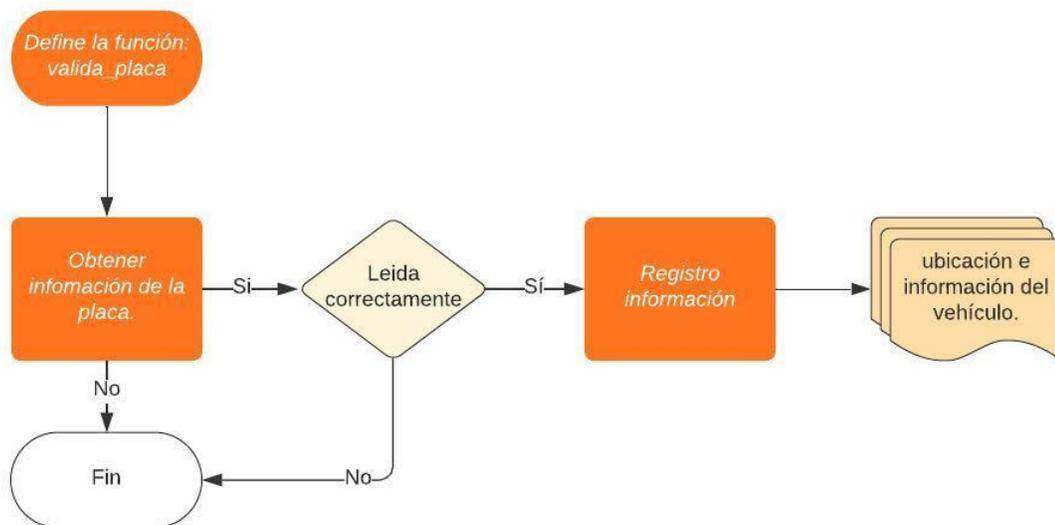
Además, se utiliza la librería *datetime* esta librería se emplea para sustraer información del tiempo y hora de la maquina lo que permite registrar información del ingreso vehicular. Y por último se emplea la librería *cv2* que facilita el procesamiento de imágenes como detectar bordes, agregar filtros y reconocer características.

Desarrollar Funciones:

Validar Información De Imagen: Esta función obtiene la placa de la imagen, si el resultado es positivo la lee los datos alfanuméricos de la imagen, si la es válida registra la ubicación e información del vehículo, en caso de que la lectura no sea válida el proceso termina.

Figura 20

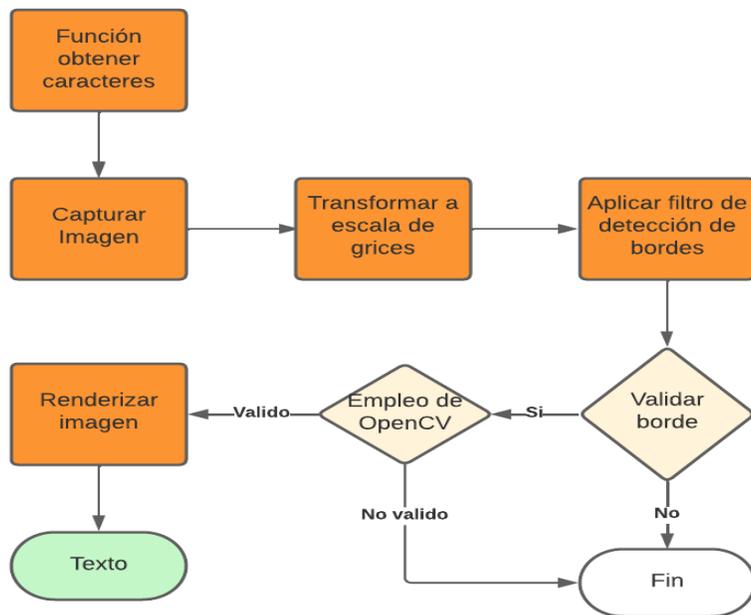
Diagrama de la función *validar_placa*.



Obtener Caracteres De La Placa Vehicular: Esta función emplea la librería *cv2* con la cual se manipula la imagen obtenida de la siguiente manera: se transforma a escala en escala de grises, aplica un filtro con para detectar bordes, luego analiza si estos bordes son polígonos, en caso de serlo el código pasa a la siguiente instancia, en caso de no serlo finaliza. La siguiente instancia descifra mediante la librería *OpenCV* la información alfanumérica del polígono validado, en caso de obtener un resultado válido la imagen se renderiza y guarda los datos en una variable definida como *guardar_placa*. En caso de que el resultado no sea válido la función finaliza.

Figura 21

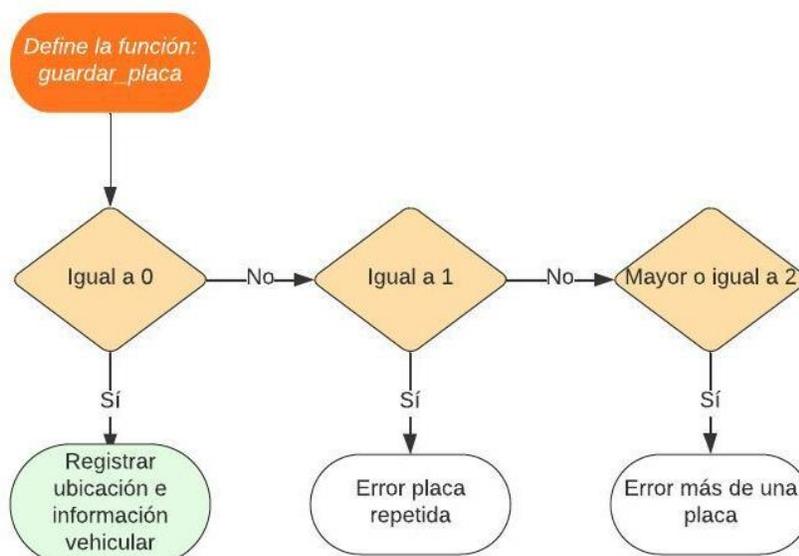
Diagrama de la función obtener caracteres.



Guardar Los Datos: Esta función determina la cantidad de placas que existen dentro de la imagen y según ese criterio guarda la información necesaria, por ejemplo, si no existen datos previos sobre la placa la función guarda ubicación e información vehicular, el valor es uno significa que la placa esta repetida y si es mayor o igual a dos existe en la imagen más de una placa.

Figura 22

Diagrama de la función *guardar_placa*



Fase 2: Hardware del Sistema de Vigilancia

Empleando el Inventario General de Activos Fijos y Bienes No Depreciables de la Base Naval de Salinas se extrajo la información presentada en la Tabla 3. Esta nos muestra datos básicos necesarios para poder identificar la cantidad y características técnicas de las cámaras del sistema de videovigilancia a través de una revisión bibliográfica más profunda.

Tabla 3

Información de las cámaras que componen el sistema de vigilancia de BASALI.

ORD	TIPO	MARCA	MODELO	CANTIDAD
1	CAMARA IP	HIKVISION	DS-2DE72321W-AE	04
2	CAMARA IP	HIKVISION	DS-2CD1043G0-I	07
3	CAMARA DE VIGILANCIA	HIKVISION	DS-2DF1-518	04
4	CAMARA DE SEGURIDAD	TVK LENTE VARIFOCAL	DS-2CC12A1N-VFIR	04
5	CAMARA DE SEGURIDAD	HIKVISION	DS-2AE4225TI-D	06

La Tabla 4 nos muestra la ubicación de las cámaras necesaria para conocer que equipos pueden ser empleados para la tarea de reconocimiento de placas vehiculares debido a la imagen que recopilan por su ubicación.

Tabla 4

Ubicación de sistema de videovigilancia de BASALI.

MODELO	UBICACIÓN
DS-2DE72321W-AE	CAPILLA MECÁNICA MUELLE CINE NAVAL
DS-2CD1043G0-I	COLISEO PORTALÓN FRENTE A BASALITO BLOQUE N-4 03 F/S
DS-2DF1-518	PAÑOL DE ARTILLERIA EDIFICIO RAYO ROJO 02 F/S
DS-2CC12A1N-VFIR	GATE PRINCIPAL GATE PRINCIPAL GATE PRINCIPAL 01 F/S
DS-2AE4225TI-D	SECTOR EDIFICIO CETNAV SECTOR CASA COMANDO 04 F/S

Para poder obtener la información de las placas vehiculares es necesario que las cámaras de vigilancia estén constantemente registrando información visual del ingreso principal, con la información de la tabla 4 podemos determinar las cámaras cuyo ángulo de visión sea hacia la carretera, además hay que considerar características técnicas, para así determinar la resolución y conexión pueden ser empleadas para que el algoritmo extraiga la información de la placa con la imagen obtenida de la cámara.

Considerando todo lo mencionado las cámaras seleccionadas son:

- 01 DS-2AE4225TI-D (SECTOR EDIFICIO CETNAV).
- 03 DS-2CC12A1N-VFIR (GATE PRINCIPAL).
- 01 DS-2DF1-518 (EDIFICIO RAYO ROJO).

Así es como con el empleo de la Tabla 3 y una búsqueda de los respectivos de cada cámara seleccionado elaboramos la Tabla 5 la cual muestra las características necesarias para que las redes neuronales sean capaces de realizar la tarea.

Tabla 5

Características técnicas de las videocámaras.

ORD	MODELO	ÁNGULO DE VISIÓN	TRANSMISIÓN DE IMAGEN	RESOLUCIÓN
1	DS-2CC12A1N-VFIR	80°	ANÁLOGA	700TVL
2	DS-2DF1-518	ROTACIÓN 360°	ANÁLOGA	570TVL
3	DS-2AE4225TI-D	ROTACIÓN 360°	DIGITAL	600TVL

La transmisión de imagen de los modelos: DS-2CC12A1N-VFIR y DS-2DF1-518 es análoga haciendo difícil la conexión con el algoritmo ya que implicaría agregar un CPU a la terminal de las cámaras el cual sea capaz de ejecutar el algoritmo, también hay que mencionar que la resolución de ambos modelos es sumamente antigua y no compatible con el nivel de resolución que requiere la visión artificial. Por último, el modelo DS-2AE4225TI-D pese a ser más nuevo la ubicación es bastante elevada por ello el ángulo con el que se obtienen las imágenes de las placas no es el adecuado ya que la visión artificial no conseguiría una lectura confiable debido a que busca polígonos los cuales se ven deformados por la perspectiva.

Considerando la información recopilada por los documentos y manuales hemos determinado que dentro de las 25 cámaras que conforman el sistema cerrado de

vigilancia de BASALI existen solo 5 cámaras las cuales cuentan con la posición adecuada para identificar los vehículos, sin embargo, la ubicación no es todo lo necesario también influye la calidad de imagen que, según sus manuales, es de 600 TVL y 700 TVL, las cuales son resoluciones análogas bastante antiguas por lo que la visión artificial no sería capaz de obtener una lectura confiable. En pocas palabras la tecnología con la que cuenta el sistema de vigilancia de BASALI imposibilita la tarea de leer placas vehiculares.

Metodología para Ejecutar la Propuesta

Dadas las limitaciones técnicas presentes en el sistema de videovigilancia, las cuales no cumplen con los requisitos mínimos necesarios para llevar a cabo la integración del algoritmo con el sistema de vigilancia actual, se optará por enfocar los esfuerzos en la formulación del diseño arquitectónico del código pertinente. Asimismo, se llevará a cabo la generación de un archivo ejecutable que se encontrará a disposición para su empleo en el preciso instante en que la tecnología de las cámaras sea objeto de actualización y se alinee adecuadamente con los parámetros técnicos requeridos.

Según lo investigado el algoritmo requiere de tres características esenciales las cuales son: resolución, los cuadros por segundo y fácil integración de software. Como en el sistema de BASALI todas las imágenes de las cámaras convergen en un grabador el cual emite la información a un computador por lo que el algoritmo podría operar y conectarse con todos los electrópticos activos, sin embargo, la resolución y cuadros por segundos no son los adecuados.

A continuación, la Tabla 6 muestra las características adecuadas que debe contar una cámara para poder emplear la visión artificial.

Tabla 6

Recomendación de características técnicas de las videocámaras.

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES
RESOLUCIÓN	A color al menos 2 MPX.
CUADROS POR SEGUNDO	30 FPS o superior.
VISIÓN NOCTURNA	Empleo de infrarrojos.
RANGO DINÁMICO	70 db o superior.
CAMPO DE VISIÓN	Vertical 60 ⁰ . Horizontal 90 ⁰ .
PROTECCIÓN	Carcasa resistente a condiciones ambientales.

Nota: De “Suministro e Instalación de Equipamento para la Mejora de la Seguridad Vial en el Marco del Plan ITS: 3 Lotes. Ministerio del Interior de España. 2021. (pp 7-8). España.”

Adicionalmente hay que considerar que la posición de la cámara es vital para obtener datos adecuados, para ello se recomienda que las cámaras elevadas no cuenten con un ángulo de inclinación a la carretera mayor a 45⁰ y adicionalmente hay que destacar que la distancia recomendada es de 10 m mínimo, sin embargo, esta distancia puede variar de acuerdo a las características propias de la cámara.

Adicionalmente hay que destacar que al ser una cámara de vigilancia es imperante que cuenten con visión nocturna para emplear el algoritmo.

Conclusiones

La implementación de un algoritmo basado en redes neuronales en conjunción con un sistema cerrado de videovigilancia permite el control eficaz del tránsito vehicular dentro de las instalaciones de la Base Naval de Salinas. Este enfoque tecnológico implicaría el incremento en el nivel de seguridad, proporcionando una gestión más precisa y ágil de los movimientos vehiculares en el perímetro de la base. La capacidad de procesamiento y análisis de datos de las redes neuronales ha optimizado la detección y clasificación de vehículos, permitiendo una respuesta más inmediata ante posibles situaciones de riesgo o intrusión no autorizada. Por ende, la integración de esta tecnología constituiría un avance significativo en la protección y salvaguarda de las instalaciones de la Base Naval de Salinas.

Se ha constatado que la utilización de la librería de código abierto OpenCV presenta una solución óptima en el ámbito de la inteligencia artificial para la tarea de reconocimiento de placas vehiculares. Esta elección se respalda en la capacidad de OpenCV para desarrollar algoritmos en un lenguaje de alto nivel, lo que facilita significativamente la integración con otros sistemas y aplicaciones. Asimismo, su enfoque de código abierto permite una flexibilidad y adaptabilidad destacadas, lo que resulta fundamental en entornos donde se requiere una solución personalizada y escalable.

La implementación de un programa de inteligencia artificial especializado en el reconocimiento de placas vehiculares, integrado al sistema de vigilancia, facilita el aporte positivamente al fortalecimiento de la seguridad en la Base Naval de Salinas mejorando el control de acceso y monitoreo de vehículos en las instalaciones.

La propuesta de desarrollar un prototipo del algoritmo de inteligencia artificial enfocado en el reconocimiento del texto de placas vehiculares a partir de imágenes de vehículos es una solución innovadora y altamente efectiva lo que permite optimizar la

labor del personal de guardia en la identificación y registro de vehículos, así como la detección de individuos no autorizados.

Recomendaciones

Para futuras investigaciones, se recomienda explorar las librerías complementarias a OpenCV con el propósito de integrar sus funcionalidades, como reconocimiento facial y siluetas de embarcaciones en muelles e ingresos peatonales proporcionar al usuario una mayor calidad de información.

Se sugiere realizar una recuperación y actualización del sistema de videovigilancia con el propósito de mejorar la calidad de imagen. Esto posibilitará la implementación efectiva de técnicas de visión artificial, lo que permitirá una identificación precisa de placas vehiculares y otros detalles que podrían pasar desapercibidos de lo contrario.

Solicitar acceso a la base de datos de la Agencia Nacional de Tránsito con el propósito de obtener información sobre todas las placas vehiculares. Esto permitirá determinar la existencia de automóviles reportados como hurtados o inmiscuidos en actividades ilícitas.

Implementar este sistema en todas las bases militares con la capacidad necesaria para su correcto funcionamiento. Esto garantizará una mayor seguridad y control en el acceso vehicular, además de generar una extensa base de datos que identifique qué personal tiene autorizado el ingreso a las instalaciones militares, evitando posibles vulnerabilidades en la seguridad.

Desarrolla una función la cual valide que los caracteres leídos corresponden a una placa vehicular y no un texto cualquiera, considerando también el caso del ingreso de una motocicleta. En caso de que esta validación le tome al programa un tiempo mayor a 5 segundos es necesario considerar el empleo de procesadores gráficos con el fin de obtener respuestas más rápidas al momento de registrar el vehículo en cuestión.

Referencias

- Amaya, S. P. (2015). *Desarrollo e Implementación de un Sistema de Visión Artificial basado en Lenguajes de Uso Libre para un Sistema Seleccionador de Productos de un Centro Integrado de Manufactura (CIM)*. Medellín. Recuperado el 14 de Agosto de 2023
- Apple. (2016). *Mac App Store*. Obtenido de <https://apps.apple.com/es/app/easyocr/id1178296965?mt=12>
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi.
- Barbecho Bautista, E., & Zhindón Mora, M. (Diciembre de 2020). Diseño de un algoritmo de reconocimiento de placas vehiculares ecuatorianas usando redes neuronales convolucionales. *Journal of Science and Research*, 11.
- Basogain Olabe, X. (2020). *Redes Neuronales Artificiales y sus Aplicaciones*. Obtenido de https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/40137/mod_resource/content/1/redes_neuro/contenidos/pdf/libro-del-curso.pdf
- Boesch, G. (2023). *Computer Vision*. Recuperado el 13 de Octubre de 2023, de What is OpenCV? The Complete Guide (2023): <https://viso.ai/computer-vision/opencv/>
- Chatfield, C. (2000). *Time-series forecasting*. Londres, Gran Bretaña: Chapman & Hall/CRC. Recuperado el 02 de Febrero de 2023, de <https://studylib.es/doc/9065000/-chris-chatfield--time-series-forecasting-bookzz.org->
- España, M. d. (2021). *Suministro e Instalación de Equipamento para la Mejora de la Seguridad Vial en el Marco del Plan ITS: 3 Lotes*. España.
- Espinoza Saquicela, D. D., & Salinas Escobar, C. A. (2015). *Desarrollo de un Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares*. Cuenca.

- Flórez López, R., & Fernández Fernández, J. (s.f.). *Las Redes Neuronales Artificiales*. España: Getbiblo. Recuperado el 23 de Febrero de 2023, de https://books.google.com.ec/books?id=X0uLwi1Ap4QC&printsec=frontcover&dq=redes+neuronales&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=redes%20neuronal&f=false
- González Marcos, A., Martínez de Pistón Ascacívar, F. J., Pernía Espinoza, A. V., Alba, F. E., Castejón Limas, M., Ordieres Meré, J., & Vergara Gonzales, E. (2006). *Técnicas y algoritmos básicos de visión artificial*. (U. d. Rioja, Ed.) España. Obtenido de <https://publicaciones.unirioja.es/catalogo/online/VisionArtificial.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. 6a. ed). México D.F.: McGraw-Hill.
- IBM. (s.f.). *IBM Cloud*. Recuperado el 2023, de ¿Qué son las redes neuronales?: <https://www.ibm.com/es-es/topics/neural-networks>
- Lamengo Castro, J. A. (Junio de 2017). *Desarrollo de un sistema inteligente de control de tráfico con software de código abierto en sistemas embebidos*. Obtenido de CIATEQ: <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/91/1/LamengoCastroJoseA%20MSIM%202017.pdf>
- Larkin, J. (22 de 06 de 2022). *TensorFlow*. Obtenido de <https://www.tensorflow.org/about?hl=es-419>
- Muñoz, R. (2014). *Sistema de visión artificial para la detección y lectura de matrículas*. Valladolid. Recuperado el 2023
- PYPI. (4 de Octubre de 2023). Obtenido de torchvision 0.16.0: <https://pypi.org/project/torchvision/>
- Python Software Foundation. (s.f.). *El tutorial de Python*. Recuperado el 30 de 05 de 2023, de <https://docs.python.org/es/3/tutorial/>

Szeliski, R. (2021). *Computer Vision: Algorithms and Applications*. Springer.

Torres Carrera, M. D. (2020). *Reconocimiento automático de la placa de un vehículo de Ecuador*. Quito. Recuperado el Febrero de 2023

University, B. (2015). *C++ Libraries for Computer Vision Research and Implementation*.