

Prototipo de control de acceso remoto utilizando técnicas de inteligencia artificial a instalaciones en canteras ladrilleras de colombia.

Prototype using artificial intelligence techniques to control remote access to facilities in brick quarries in colombia

Recibido: 12 de mayo de 2024

Aprobado: 15 de agosto 2024

Forma de citar: L. M. Palmera Quintero, D. J. Ríos Barona, M. A. Rincón Pinzón, and Y. Holguín Uribe, "Prototipo De Control De Acceso Remoto Utilizando Técnicas De Inteligencia Artificial A Instalaciones En Canteras Ladrilleras De Colombia", *Mundo Fesc*, vol. 14, no. 30, pp. 119-132, Sep. 2024, doi: 10.61799/2216-0388.1719.

Luis Manuel Palmera Quintero



Magíster en Gobierno Tecnologías de la Información, Docente Asistente de la Universidad Popular del Cesar (Colombia). Docente Investigador del Grupo de Investigación GIDEATIC. Correo electrónico: Impalmera@unicesar.edu.co . ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3242-2115>

Danny Jhoan Ríos Barona



Magíster en Gobierno Tecnologías de la Información, Docente Asistente de la Universidad Popular del Cesar (Colombia). Docente Investigador del Grupo de Investigación GIDEATIC. Correo electrónico: djrios@unicesar.edu.co . ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-1333-6893>

Miguel Alberto Rincón Pinzón



Magister en Gestión de la Tecnología Educativa. Universidad Popular del Cesar, docente de la Universidad Popular del Cesar, grupo investigación GIDEATIC, Correo electrónico: miguelrincon@unicesar.edu.co , ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6827-5209>

Yasser Holguín Uribe



Magister en gestión de proyectos informáticos. Docente Universidad Popular del Cesar (Colombia). Correo electrónico: yasserholguin@unicesar.edu.co ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-6999-9628>

***Autor para correspondencia:**
Impalmera@unicesar.edu.co



Prototipo de control de acceso remoto utilizando técnicas de inteligencia artificial a instalaciones en canteras ladrilleras de Colombia

Resumen

La investigación se ajusta en construir un prototipo utilizando técnicas de Inteligencia Artificial (IA) que administrará el ingreso remoto a lugares de canteras de ladrillos en Colombia. La industria tiene altos desafíos para la seguridad y la gestión operativa, por lo que es necesario contar con soluciones tecnológicas avanzadas, incluidas innovaciones. Este estudio se marca dentro de un enfoque cualitativo descriptivo, que permite adquirir en detalle los requisitos y el contexto específico de las canteras, así como evaluar la efectividad y aceptación del prototipo desarrollado. La metodología de desarrollo del prototipo se estructuró en cuatro fases principales, (Identificación de necesidades, Construcción del prototipo, pruebas y validación, despliegue y escalamiento); La población objetivo incluyó canteras ladrilleras operativas en Colombia, abarcando diferentes regiones geográficas y variando en tamaño y nivel de mecanización. Los resultados obtenidos permiten verificar las placas vehiculares de manera más rápida y se logra reducir las entradas no autorizadas, minimizando los contratiempos de seguridad. En conclusión, la investigación demuestra que la innovación tecnológica del prototipo no solo aborda la seguridad y la eficacia operativa, sino que también actúa como un elemento de cambio en la industria al introducir y adoptar fácilmente tecnologías emergentes en diferentes sectores.

Palabras clave: Tecnologías emergentes, automatización, seguridad, optimización de recursos.

Prototype using artificial intelligence techniques to control remote access to facilities in brick quarries in Colombia

Abstract

The study focuses on the development of a prototype using Artificial Intelligence (AI) techniques that will manage remote entry to brick quarry sites in Colombia. The industry has high challenges for security and operational management, so it is necessary to have advanced technological solutions, including innovations. The research is framed within a qualitative descriptive approach, which allows obtaining a detailed understanding of the specific needs and contexts of the quarries, as well as evaluating the effectiveness and acceptance of the developed prototype. The prototype development methodology was structured in four main phases (needs identification, prototype construction, testing and validation, deployment and scaling); The target population included operational brick quarries in Colombia, spanning different geographic regions and varying in size and level of mechanization. The results obtained allow vehicle license plates to be verified more quickly and unauthorized entries are reduced, minimizing security setbacks. In conclusion, the research demonstrates that prototype technological innovation not only addresses safety and operational effectiveness but also acts as a game changer in the industry by introducing a flexible and scalable solution that can be easily adopted across different sectors.

Keywords: Emerging technologies, automation, security, resource optimization.

Introducción

Las canteras de ladrillos son fundamentales en el ámbito de la construcción en Colombia, ya que sirven como recursos elementales para el desarrollo de viviendas e infraestructura, entre otros proyectos. [1]. Sin embargo, si bien esta industria reina por su carácter indispensable, enfrenta una serie de obstáculos; principalmente la falta de seguridad, y la ineficiencia en el control de acceso a estos lugares. [2] [3]. Los procesos de los trabajadores que entran y salen de las canteras son decisivos si no están bien organizados, el cual podrían provocar complicaciones de seguridad, malas prácticas operativas y, en última instancia, pérdida de productividad.

El control de acceso en las canteras de ladrillos se ha realizado tradicionalmente de forma manual, con un poco de supervisión de los registros físicos dentro de las canteras, estos métodos, aunque en cierto modo funcionan, presentan varias deficiencias que socavan tanto la seguridad como la eficacia operativa [4].

De esta manera, las principales deficiencias abarcan la difícil tarea de mantener registros precisos en tiempo real de los trabajadores (lo que hace posible el acceso no autorizado), la imposibilidad de monitorear las entradas y salidas a medida que ocurren, junto con la vulnerabilidad a errores humanos. Por otra parte, en una nación como Colombia, donde la seguridad ocupacional es una preocupación fundamental, la adopción de tecnologías sofisticadas puede contribuir sustancialmente a mejorar los entornos laborales y la seguridad en las canteras del país [5].

Es por ello, que el objetivo principal de la investigación es construir un prototipo, utilizando técnicas de inteligencia artificial (IA), que permita el acceso remoto en canteras de ladrillos de Colombia. Este tipo de prototipo se diseña con la intención de eliminar numerosos inconvenientes presentes en los actuales sistemas utilizados para el control de acceso a estos establecimientos [6]. Tales deficiencias apuntan a la ineficacia en el registro de los detalles de entrada y salida de los trabajadores (susceptibilidad al acceso no autorizado) e incapacidad de rastrear estos movimientos rápidamente después de ocurrir.

La decisión de abordar las carencias en esta problemática no es casualidad; Es una respuesta a un conjunto de fundamentos significativos que reivindican la demanda y aplicabilidad de este estudio; estos pueden dividirse claramente en tres corrientes principales: seguridad, eficiencia operativa y evolución tecnológica.

Sin duda, la creación y desarrollo de este prototipo no sólo puede resolver las deficiencias existentes en el control de acceso en las canteras de ladrillos, sino que también tiene posibles efectos positivos en varios niveles. Principalmente, mejorar la seguridad laboral dentro de las empresas permite mejorar la eficiencia operativa [7] [8]. Esto conduce a

mejoras y a la satisfacción laboral que reducirían los errores humanos y el ingreso no autorizado de terceros.

El estudio abordó un importante problema de seguridad laboral en las canteras de ladrillos, una industria que enfrenta altos riesgos debido al tipo de tareas que realiza. En otras palabras, al garantizar que solo el personal autorizado acceda mediante la instalación de un sistema de control de acceso, se puede reducir significativamente la probabilidad de accidentes. De esta manera, desarrollar este tipo de investigación ayuda a mejorar la eficiencia de las respuestas de emergencia [9]. La investigación contribuye con el conocimiento científico existente sobre cómo se pueden utilizar tecnologías avanzadas para mejorar los niveles de seguridad en los lugares de trabajo donde se identifica como un peligro.

En este sentido, las condiciones de trabajo en las canteras de ladrillos pueden mejorar enormemente cuando se implementa un sistema de control de acceso eficaz y seguro. En tales entornos, los trabajadores pueden disfrutar de mayores niveles de seguridad, donde se anula el riesgo de acceso no autorizado y los accidentes se reducen a niveles mínimos [10]. Por lo tanto, esta mejora de la seguridad se traduce en vibraciones positivas en la moral de la fuerza laboral y el bienestar individual, dando lugar a una disposición de trabajo saludable y más productiva [11].

Inteligencia Artificial y su aplicación en la seguridad

Desde el momento en que se descubrió la IA el mundo está evolucionando constantemente los métodos y técnicas que se utilizan, facilitando los procedimientos que ya existen dentro de todas las áreas del conocimiento [12], en esta realidad una de las áreas en las que la Inteligencia Artificial (IA) ha tenido un gran impacto son los sistemas de seguridad y control de acceso a las instalaciones. La aplicación de técnicas de inteligencia artificial (en particular, el aprendizaje automático y el reconocimiento de patrones) conduce al desarrollo de sistemas de seguridad más inteligentes y adaptables que pueden detectar, comprender y adaptarse a las amenazas a la seguridad. [13]

El uso de estas tecnologías ofrece la posibilidad de verificar las identidades de los trabajadores a través de datos biométricos junto con patrones de comportamiento junto con rasgos faciales obtenidos a través de una cámara. Una síntesis como esta, si se ejecuta adecuadamente, garantizará dos cosas la eliminación de personas innecesarias que no deberían tener acceso a algunas áreas y la reducción de los costos de mano de obra al facilitar procesos de vigilancia más eficientes. [11], [14].

Sistemas de Control de Acceso

Los sistemas de seguridad, ya sean físicos o digitales, están incompletos sin sistemas de control de acceso adecuados, ya que desempeñan el papel principal de controlar y monitorear la entrada y salida tanto del sistema informático como de las instalaciones.

Estos sistemas pueden adoptar formas físicas (como cerraduras y tarjetas) o digitales (sistemas de autenticación basados en software) [15].

Es por ello, que en una cantera de ladrillos, un sistema de control de acceso eficiente es vital porque presenta altos riesgos relacionados con condiciones de trabajo peligrosas. Por lo tanto, el sistema basado en prototipos mejorado con IA podría tener una mejor adaptabilidad en diferentes situaciones, además de una mejora de la respuesta a posibles amenazas a la seguridad: como resultado, se podría ofrecer un control más preciso y flexible.

Tecnologías emergentes

Las tecnologías emergentes son un conjunto de innovaciones y progresiones tecnológicas que podrían revolucionar muchos sectores y áreas de la economía y la sociedad. Estas tecnologías son reconocidas por su novedad, efectos disruptivos y rápido crecimiento. Adoptarlas puede cambiar fundamentalmente el equilibrio del mercado, además de rediseñar los contornos de los marcos empresariales y los requisitos de habilidades laborales; si bien las tecnologías emergentes aportan enormes ventajas, también conllevan obstáculos considerables [16].

Impacto de la Inteligencia Artificial en la Industria Ladrillera

La Inteligencia Artificial en su proceso evolutivo, ha generado grandes cambios en la sociedad, principalmente llegando a obtener algunas facultades similares al pensamiento humano, gracias a la diversidad de software que cumplen con muchas actividades vitales. Además, ha podido desarrollar actividades básicas y complejas acorde al cumplimiento de las competencias en las cuales se les ha pedido intervenir [17].

En este sentido, la inteligencia artificial implementada en la vigilancia presenta algo más que una simple mejora de la seguridad; tiene el potencial de agilizar las operaciones diarias, frenando así gastos innecesarios y al mismo tiempo aumentando los niveles de productividad. Un sistema impulsado por la automatización, junto con información actualizada al minuto, señala la ubicación de los recursos (ya sean humanos o materiales) asegurando su uso óptimo, un pequeño problema para otros dominios, pero aquí, como se dijo, los márgenes de error no solo cuestan dinero sino también vidas. [10] [8].

Además de la vigilancia, la IA ofrece un potencial inmenso en la optimización de procesos de fabricación dentro de la industria ladrillera. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar grandes volúmenes de datos provenientes de la producción, como la composición de la arcilla, la temperatura del horno y los tiempos de cocción, para identificar patrones y predecir resultados. Esto permite ajustar parámetros en tiempo real, minimizando defectos, reduciendo el consumo de energía y maximizando la calidad del producto final. Imagínese poder predecir con exactitud la resistencia de un ladrillo antes de que salga del horno, o ajustar automáticamente la mezcla de materiales para

compensar variaciones en la materia prima.

Materiales y métodos

La investigación es de tipo cualitativa, es decir, recolectar, recopilar y seleccionar información de las lecturas de documentos, revistas, libros, grabaciones, filmaciones, periódicos, artículos resultados de investigaciones, memorias de eventos, entre otros [18], con enfoque descriptivo, en consecuencia su objetivo es esbozar las características, estructuras y conexiones del fenómeno estudiado con descripciones[19]. Por lo anteriormente expuesto, se puede afirmar que este tipo de investigación permite la revisión de literatura para complementar las necesidades, desafíos y beneficios potenciales de introducir una tecnología de este tipo dentro de esta industria, al desarrollar un prototipo apoyado en técnicas de inteligencia artificial para el control de acceso remoto a canteras de ladrillos en Colombia. Con este método, se pueden delinear y describir las características principales del sistema, incluidos los factores que impulsan su adopción, así como los efectos potenciales sobre la seguridad o la eficiencia operativa en una cantera de ladrillos.

La población de estudio de la investigación está compuesta por todas las canteras de ladrillos operativas en Colombia. Estas canteras están ubicadas en varias partes del país y difieren en tamaño, niveles de productividad y forma de organización. La población abarca canteras de pequeña escala que tienen operaciones escasas debido a recursos limitados, así como grandes canteras industriales que están altamente mecanizadas debido a una mayor capacidad de producción.

Metodología de desarrollo

La investigación se realizó en 4 fases basadas en la metodología de prototipado, donde Morris et al. los detalla de manera relativa [20] y estas fases se enumeran tal como se muestra continuación en la figura 1:



Figura 1. Fases de la metodología de prototipado
Fuente: Adaptado de Morris et al. [20]

1. Fase 01: Se analiza el entorno operativo de las canteras, incluyendo la infraestructura existente, los procedimientos de seguridad actuales y los desafíos específicos que enfrentan en términos de control de acceso.
 2. Fase 02: Se integran los componentes de hardware (como cámaras, sensores y dispositivos de control de acceso) con el software de control y los algoritmos de IA. El sistema se apoya en herramientas y bibliotecas de Python como: OpenCV, TensorFlow, Keras y Tesseract que permiten llevar a cabo el proceso de reconocimiento de forma precisa.
 3. Fase 03: Se llevan a cabo pruebas para verificar que todas las funcionalidades del sistema. Entre los diferentes tipos de pruebas, destacan las pruebas de cámara, dado que el software depende en buen modo de la imagen capturada para reconocer las placas, es necesario y obligatorio probar cómo el software funcionará en distintas condiciones de luminosidad, distancia, ángulos, etc. Las cámaras empleadas deben ser sometidas a pruebas de calidad de imagen en las cuales se validan aspectos como la resolución, el enfoque, la calidad del color, la exposición, etc.
 4. Fase 04: Se establece un sistema de monitoreo continuo y soporte técnico para asegurar que el sistema funcione correctamente y se aborden cualquier problema o desafío que surja.

Resultados y Discusión

Inicialmente se analizó la necesidad de dar una solución que permitiera aumentar la seguridad, mejorando la gestión de acceso de los vehículos al interior de la empresa, además de esto se requería construir una herramienta para el área de recursos humanos, que le facilitara la supervisión de los horarios y fecha de entrada y salida de los empleados, para su desarrollo se debe tener en cuenta que el punto de entrada a la empresa y la oficina principal están a una distancia aproximada de 50mt (figura 2), por tal motivo escoger una técnica de transmisión de datos que no generara pagos recurrentes o montajes de infraestructura extraordinarias.

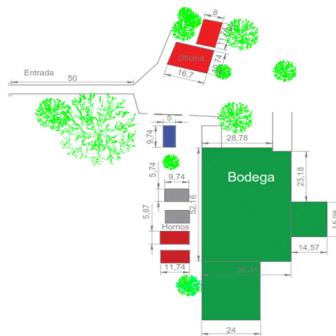


Figura 2. Plano de cantera de ladrillo piloto

Los problemas y necesidades relacionados desde el punto de vista de la ingeniería, se pueden abordar mediante varios enfoques, generalmente son métodos tradicionales que se realizan de manera manual o la adopción de tecnologías para agilizar los procesos. Esta última, [21] [22] estimaron que es una opción óptima, que conduce a una reducción de costos, una mayor seguridad y el suministro de herramientas personalizadas para áreas específicas de la organización, lo que hace que la automatización sea una opción altamente efectiva en la mayoría de los escenarios.



Figura 3. Esquema del prototipo de acceso de control

En la figura 3. se observa la interacción de todo el sistema desde dispositivo barrera hasta la App móvil y como estos interactúan entre sí para lograr todas las funcionalidades.

Las cámaras están dotadas de una alta resolución (mínimo 1080p) para capturar detalles nítidos sobre las placas, incluso a altísimas velocidades. Teniendo una tasa de fotogramas de como mínimo 30 FPS para capturar imágenes continuas sin distorsión (de manera ideal) mientras los vehículos se mueven a pasos acelerados.

La utilización de bases de datos SQL para almacenar información estructurada en relación con el acceso por matrícula de los vehículos, siendo las matrículas el elemento a consultar en la base de datos, las fechas y las horas en que se ha llevado a cabo el acceso, y los estados de tal acceso realizado. Permitiendo usar mecanismos de autenticación y encriptación para poder proteger la información con alta sensibilidad, y poder gestionar grandes volúmenes de registros de accesos.

El desarrollo del administrador de matrículas fue facilitado por varias bibliotecas especializadas de Python, incluida OpenCV, que se utilizó para la captura y procesamiento de imágenes de matrículas. Tesseract-OCR entró en juego con fines de reconocimiento óptico de caracteres (OCR). YOLO (You Only Look Once) desempeñó su papel en la detección en tiempo real de matrículas en imágenes capturadas (figura 4), ya que la velocidad y precisión de YOLO agilizaron el reconocimiento de matrículas a través de métodos eficientes de detección de objetos.

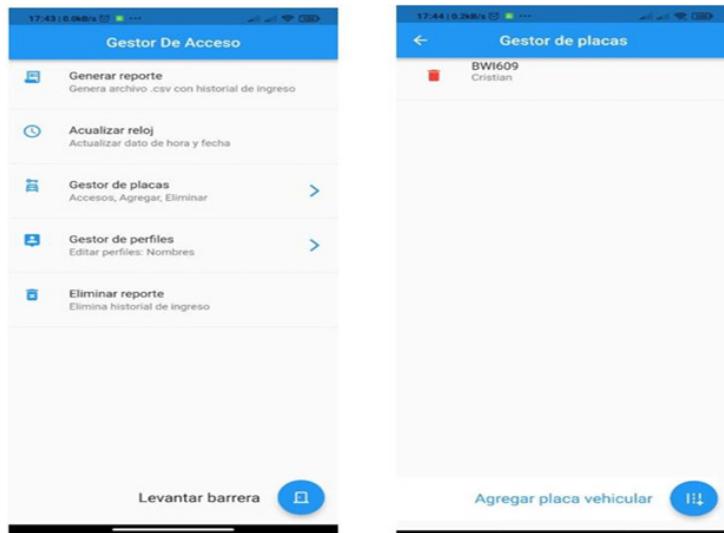


Figura 4. Aplicativo Móvil para la gestión de acceso

Un resultado notable del gestor de placas es su perfecta integración con el administrador de acceso (figura 5). En conjunto, estos sistemas proporcionaron una visión holística del flujo de personas y vehículos a través de entradas y salidas. Esta coordinación facilita enormemente la administración y al mismo tiempo refuerza la seguridad de las instalaciones; por ejemplo, al identificar un vehículo, el sistema podría cotejar los detalles con los registros del personal para garantizar una verificación adicional durante las entradas relacionadas [23].



Figura 5. Reconocimiento de placa Vehicular

El administrador de matrículas logró una tasa de precisión del 95% en el reconocimiento de matrículas incluso cuando hay variaciones en la iluminación o el punto de vista de

la cámara.[24], este alto grado de precisión juega un papel vital en la documentación adecuada de todas las entradas y salidas de vehículos, mejorando así la seguridad y la eficiencia operativa en las canteras [25].

Conclusiónes

La singularidad de este estudio es la fusión de sofisticados algoritmos de aprendizaje profundo y reconocimiento de patrones, aplicados en un sistema de seguridad remoto el cual tiene un impacto positivo que no sólo mejora la precisión y la eficiencia de la seguridad, sino que también introduce el reconocimiento automático de matrículas. Este cambio reinventaría por completo el enfoque para garantizar la seguridad y el control en las instalaciones industriales a través de un sistema flexible basado en tecnología que sea sostenible y ampliable a otras áreas además de la seguridad.

La integración de bibliotecas de Python como OpenCV, Dlib, TensorFlow, Keras, Tesseract-OCR y YOLO ha desempeñado un papel fundamental en la creación del prototipo que no solo son sólidos sino también precisos. Estas aplicaciones permitieron implementar con éxito algoritmos de reconocimiento de caracteres, obviando los desafíos relacionados con la variabilidad en las condiciones operativas que suelen experimentarse en las canteras.

Este estudio describe una estructura para infundir tecnología en una industria que tradicionalmente se ha quedado rezagada en cuanto a automatización, el cual se logró mediante la aplicación de inteligencia artificial. El impacto de esta metamorfosis tecnológica es de gran alcance y afecta a otros ámbitos además de la industria del ladrillo; allana el camino para la adopción de tecnologías de vanguardia entre otros sectores industriales, reduciendo así de manera positiva la competitividad de la industria colombiana en el ámbito global.

Referencias

- [1] B. E. Barinas Perdomo y J. D. Gutierrez Rodriguez, "Prototipo de sistema de control de acceso por medio de visión artificial para la prevención del Tailgating en esclusas Peatonales", tesis grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, 2022.
- [2] J. L. Aguirre Montes, "Desarrollo de un sistema basado en Deep Learning y visión computacional de reconocimiento facial para mejorar el control de acceso a una empresa privada", tesis de grado, Universidad Tecnológica de Perú, Perú, 2021. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/5250>
- [3] M. Aragonés Lozano, "Threat Hunting basado en técnicas de Inteligencia Artificial", tesis doctoral, Universitat Politècnica de Valencia, España, 2024. <https://scispace.com/pdf/threat-hunting-basado-en-tecnicas-de-inteligencia-artificial-1cfusup536.pdf>

- [4] M. E. Arreola Marín, M. Chávez Marcial y J. I. Alcantar Al-cantar, "Control de acceso biométrico a espacios públicos con base en tecnologías emergentes", *Revista Datos, Políticas e innovación Pública*, vol. 1, n° 1, pp. 30 - 38, 2024.
- [5] F. J. Cid, "Impacto de la Inteligencia Artificial en el control del tráfico aéreo: optimización, eficiencia y seguridad en la navegación aérea", tesis de grado, Universitat Politècnica de Catalunya, España, 2024. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/403791>
- [6] J. I. Dravasa, "Sistema de control de acceso para empresas mediante el uso de reconocimiento facial", tesis grado. Universidad San Jorge, España, 2023.
- [7] E. D. Gusqui Villa y A. V. Valdivieso Ambi, "Diseño y construcción de un prototipo de sistema transferencia automática y un control de acceso mediante reconocimiento facial usando técnicas de inteligencia artificial para la fundación Ecosur-Ecuador", tesis grado, Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador, 2023. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12084>
- [8] J. S. Guzmán y D. O. González Anzola, "Acceso Biométrico para la Fundación Universitaria San Mateo", tesis grado, Fundación Universitaria San Mateo, Colombia, 2022. <https://caoba.sanmateo.edu.co/ojs/index.php/telecomunicaciones/article/view/221>
- [9] J. H. Larios Alvarenga, I. B. López Artiga y J. M. García Pérez, "Diseño y desarrollo de prototipo de aplicación de reclutamiento de talento humano en el mercado laboral informático con asistencia de inteligencia artificial para selección de candidatos para empresa consultora de software de El Salvador", tesis maestría, Universidad Don Bosco, El Salvador, 2024. <https://rd.udb.edu.sv/items/08dd437d-f9b9-4105-bf16-7aabcecc0cb7>
- [10] J. P. Peñaherrera Plúa y J. E. Triviño Quiñonez, "Diseño de un sistema de reconocimiento facial para Acceso a Áreas restringidas utilizando visión Artificial y Redes Neuronales", tesis grado, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, 2024. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27905>
- [11] C. J. Ramón Ordóñez, «Sistema de seguridad basado en técnicas de inteligencia artificial para el control de acceso a viviendas en el periodo Abril - Septiembre 2021» tesis grado Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, Ecuador, 2021.
- [12] A. M. . Machacado-Rojas y L. E. Aparicio-Pico, "Técnicas de inteligencia artificial aplicadas al análisis de imágenes diagnóstico", *ECOMATEMATICO*, vol. 12, n.º 2, pp. 100-111, jul. 2021.
- [13] S. E. Sampedro Altamirano, "Implementación de un sistema de control de acceso

personal utilizando inteligencia artificial para la dirección de Tecnologías de Información y Comunicación de la UNACH", tesis grado, Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador, 2024. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12399>

- [14] E. F. Sandoval Robayo, "Sistema de Detección de Situaciones Delictivas en establecimientos comerciales usando Inteligencia Artificial", tesis grado, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2024. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/394c7de0-6df7-42d5-a34a-61bee8f23cae/content>
- [15] P. M. Suárez Ricardo, "Diseño de un prototipo de sistema de clasificación de manzanas según su defecto mediante técnicas de visión Artificial para la inspección de calidad en procesos industriales", tesis grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador, 2024. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/11169>
- [16] E. Zepeda García, "Tecnologías de asistencia para la accesibilidad académica de personas con ceguera en el nivel superior", *Revista Latinoamericana Ogmios*, vol. 4, nº 9, pp. 79 - 92, 2024
- [17] N. Numa-Sanjuán, L. Y. Diaz-Guecha, and M. E. Peñaloza-Tarazona, "Importancia de la Inteligencia Artificial en la educación del siglo XXI", *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, vol. 12, no. 2, pp. 49-62, May 2024, doi: 10.15649/2346030X.3776.
- [18] J. P. Vargas Aponte, S. J. Vargas Aponte y K. N. Pinto Vásquez, "Tendencias de web 2.0. como plata-forma tecnológica para la innovación en el pensamiento pedagógico docente" *Revista Temario Científico*, 2 (2), pp. 39-49, 2022. <https://doi.org/10.47212/rtcAlin.2.2.4>
- [19] S. E. Calle Mollo, "Diseños de investigación cualitativa y cuantitativa", *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7, nº 4, pp. 1-15, 2023.
- [20] L. H. Morris, L. G. Chávez, D. F. Lozano, D. H. Mejía , J. L. Arias, J. J. Ospina y O. J. Salazar, "Prototipo funcional para el mejoramiento del proceso productivo en MiPymes de manufactura y su aproximación a la Industria 4.0", *Entre Ciencia e Ingeniería*, vol. 16, nº 31, pp. 70-79, 2022.
- [21] R. Silva Tapia, "Desarrollo de un prototipo para lectura y registro automático de información de visitas en puntos de control de acceso a un establecimiento", tesis grado, Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador, 2023.
- [22] O. Mar Cornelio, "Modelo para la toma de decisiones sobre el control de acceso a las prácticas de laboratorios de ingeniería de control II en un Sistema de Laboratorios remoto", tesis doctoral, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Cuba, 2019.

- [22] O. Mar Cornelio, "Modelo para la toma de decisiones sobre el control de acceso a las prácticas de laboratorios de ingeniería de control II en un Sistema de Laboratorios remoto", tesis doctoral, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Cuba, 2019. https://www.researchgate.net/publication/372891246_Modelo_para_la_toma_de_decisiones_sobre_el_control_de_acceso_a_las_practicas_de_laboratorios_de_Ingenieria_de_Control_II_en_un_sistema_de_laboratorios_remoto
- [23] H. O. Plúas Soriano, "Desarrollo de un prototipo para el análisis de efectividad de reconocimiento facial que permita mejora el control de acceso a usuarios en un Laboratorio de TICS", tesis grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador, 2023. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9262>
- [24] X. A. Vargas Vimos, Diseño de un prototipo de control de acceso del personal mediante reconocimiento facial en 3D para empresas públicas o privadas, tesis grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, 2016. <https://dspace.esepoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/a2039f74-5246-46db-a6ee-d7c222bdb5f6/content>
- [25] C. A. Mejia Rodriguez , M. Rincon Pinzon, L. M. Palmera Quintero y L. M. Arevalo Vergel, "Aplicación de machine learning y metodología CRISP-DM para la clasificación precisa de severidad en casos de dengue", *Revista colombiana de tecnologías de avanzada (RCTA)*, vol. 1, nº 43, pp. 78-85, 2024.