

NFC-Based Automated Entrance Device For University Classrooms

Leandro Lagos-Zeao, Bach¹, Paolo Quispe-Valencia, Bach¹, Nicolas Calle-Beltran, Bach¹,
Luciana Molina-Avalos, Bach¹, Paola Meza-Gomez, Mg¹, Carla Cuya-Zevallos, Mg¹, Vanessa Retamozo-Güere, Mg¹

¹Universidad Católica de Santa María, Peru,

leandro.lagos@estudiante.ucsm.edu.pe, paolo.quispev@estudiante.ucsm.edu.pe, nicolas.calle@estudiante.ucsm.edu.pe,
luciana.molina@estudiante.ucsm.edu.pe, pmezag@ucsm.edu.pe, ccuya@ucsm.edu.pe, vretamozo@ucsm.edu.pe

Abstract- Nowadays, many processes within educational institutions still rely on manual methods that can lead to inefficiencies and operational delays. One of these challenges is related to classroom access management, where traditional systems based on physical keys are still in use. At educational institutions of Peru, faculty members must manually request keys from administrative staff to access classrooms, which often results in delays, loss of keys, and inefficiencies in classroom usage. To address this situation, this research proposes the design and implementation of an access control system based on Near Field Communication (NFC) technology. This system allows professors to gain quick and secure access to classrooms using NFC-enabled devices, thereby reducing their reliance on physical keys and optimizing access procedures. The proposed system is intended to integrate with the university's current infrastructure, improving efficiency, enhancing security, and promoting the adoption of modern technology in administrative processes, obtaining 95% of acceptance and a good approval to address the proposed problems.

Keywords- Internet of things (IoT), Near Field Connection (NFC), ESP32, classrooms, higher educational institutions, security.

Dispositivo de Entrada Automatizado Basado en NFC para Aulas Universitarias

Leandro Lagos-Zeao, Bach¹, Paolo Quispe-Valencia, Bach¹, Nicolas Calle-Beltran, Bach¹,
Luciana Molina-Avalos, Bach¹, Paola Meza-Gomez, Mg¹, Carla Cuya-Zevallos, Mg¹, Vanessa Retamozo-Güere, Mg¹

¹Universidad Católica de Santa María, Perú,

leandro.lagos@estudiante.ucsm.edu.pe, paolo.quispev@estudiante.ucsm.edu.pe, nicolas.calle@estudiante.ucsm.edu.pe,
luciana.molina@estudiante.ucsm.edu.pe, pmezag@ucsm.edu.pe, ccuya@ucsm.edu.pe, vretamozo@ucsm.edu.pe

Resumen: Hoy en día, muchos procesos dentro de las instituciones educativas siguen dependiendo de métodos manuales que pueden provocar ineficiencias y retrasos operativos. Uno de estos retos está relacionado con la gestión del acceso a las aulas, donde todavía se utilizan sistemas tradicionales basados en llaves físicas. En las instituciones educativas de Perú, los miembros del cuerpo docente deben solicitar manualmente las llaves al personal administrativo para acceder a las aulas, lo que a menudo provoca retrasos, pérdida de llaves e ineficiencias en el uso de las aulas. Para abordar esta situación, esta investigación propone el diseño y la implementación de un sistema de control de acceso basado en la tecnología de comunicación de campo cercano (NFC). Este sistema permite a los profesores acceder de forma rápida y segura a las aulas utilizando dispositivos habilitados para NFC, lo que reduce su dependencia de las llaves físicas y optimiza los procedimientos de acceso. El sistema propuesto está destinado a integrarse en la infraestructura actual de la universidad, mejorando la eficiencia, aumentando la seguridad y promoviendo la adopción de tecnología moderna en los procesos administrativos, obteniendo un 95 % de aceptación y una buena aprobación para abordar los problemas propuestos.

Keywords— Internet de las cosas (IoT), conexión de campo cercano (NFC), ESP32, aulas, instituciones de educación superior, seguridad.

I. INTRODUCCIÓN

Las universidades y sus diversos espacios, como las aulas y los laboratorios, requieren sistemas de acceso eficientes para garantizar tanto la seguridad como el acceso oportuno a los estudiantes y personal académico. Sin embargo, el uso tradicional de llaves físicas, aunque ampliamente utilizado, ha demostrado ser ineficaz en muchos casos, especialmente en facultades como la de ingeniería, donde la demanda de acceso a laboratorios especializados es constante [1]. Los retrasos derivados de la solicitud de llaves y el riesgo de extravío son dos de los principales problemas que afectan a los estudiantes [2].

Ante esta situación, la implementación de tecnología NFC (Near Field Communication) en las puertas de las aulas y laboratorios podría proporcionar una solución eficiente [3]. Con esta tecnología, el acceso a las instalaciones se realizaría mediante dispositivos móviles o tarjetas de proximidad, lo que no solo mejora la seguridad, sino que también facilita el

proceso de acceso, evitando largas esperas y posibles extravíos de llaves.

La tecnología NFC ha sido adoptada en diversos ámbitos debido a su capacidad para facilitar la transferencia de información de manera rápida, segura y eficiente, lo que la convierte en una opción atractiva para ser implementada en el acceso a espacios universitarios [4]. Esta tecnología permitiría un control más preciso sobre el uso de los espacios, además de contribuir a una mayor eficiencia en la administración de recursos dentro de la universidad. En este sentido, se plantea la hipótesis de que la implementación de tecnología NFC en los accesos a las aulas y laboratorios de la Facultad de Ingeniería podría mejorar significativamente la eficiencia en el acceso, reduciendo tiempos de espera y eliminando los problemas asociados con el uso de llaves físicas [5]. Esta solución no solo facilitaría el acceso oportuno a los espacios, sino que también permitiría un control más preciso sobre el uso de los recursos, optimizando la gestión de los laboratorios y aumentando la seguridad de estos.

II. ANTECEDENTES

En la actualidad, muchas instituciones educativas enfrentan desafíos relacionados con la gestión del acceso a sus instalaciones, especialmente en la seguridad de aulas y laboratorios [6]. En el contexto de las instituciones de educación superior en Arequipa, se ha identificado que el sistema tradicional de uso de llaves físicas genera una serie de inconvenientes tanto para docentes como para el personal encargado. Entre estos destacan los retrasos en el ingreso a los ambientes académicos, la dependencia de un tercero para obtener las llaves y el riesgo constante de extravío, lo cual compromete la eficiencia y la seguridad del acceso [7], [8].

Adicionalmente la seguridad se está viendo afectada por la creciente necesidad de control de acceso en tiempo real, lo que dificulta la identificación inmediata de quién entra y sale de los espacios clave. En muchos casos, la falta de un sistema automatizado de gestión de accesos impide una respuesta rápida ante situaciones de emergencia o el manejo de incidentes de seguridad, como el acceso no autorizado [9]. De esta manera, se incluye el mal uso de las llaves físicas puede resultar en brechas de seguridad al no poder garantizar que

las llaves estén siendo manejadas de forma adecuada o que no se encuentren en manos equivocadas [10]. Esta situación también aumenta la vulnerabilidad frente a posibles robos de equipos o información sensible [11]. En consecuencia, es esencial implementar tecnologías más avanzadas, como los sistemas de acceso biométrico o de tarjetas inteligentes, para asegurar un control más preciso y eficiente.

Una cerradura de puerta inteligente sin llave es un dispositivo de seguridad que elimina la necesidad de llaves tradicionales [11], existen diversas tecnologías que apuntarían a solucionar este problema: Los autores [12] proponen la idea de utilizar un identificador de huellas digitales para un control de acceso, en el cual ofrecen un sistema seguro (con encriptación de datos), por otro lado, en [13] se propone la fusión de huellas digitales con reconocimiento facial, ambas soluciones resultan innovadoras y muy seguras, aunque presentan un costo no conveniente para aplicarlo a gran escala. Otras propuestas recurren al uso de tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) [11], [14]; y otras opciones donde usa una cámara para el reconocimiento de imágenes [15].

En [16] se realiza una comparación entre distintas tecnologías, incluyendo NFC, RFID, código de barras, código QR y sensores biométricos, con un enfoque similar al nuestro y determina que el sistema de registro óptimo sería el NFC; se menciona que proporciona una identificación única a cada usuario del sistema, el tag de acceso NFC puede estar integrado en el mismo carné de identificación y puede contar con un sistema de encriptación capaz de dificultar su duplicación. Adicionalmente, [18] desarrolla una aplicación móvil capaz de gestionar la asistencia de alumnos, esta utiliza códigos de barras y tecnología NFC [20], sin requerir un costo elevado ni costos de mantenimiento, convirtiéndola en una opción eficaz.

Es importante tomar en cuenta la accesibilidad y disponibilidad al realizar distintas propuestas, [17] destaca la importancia de utilizar los teléfonos inteligentes, y los sensores que ofrecen, como un gran candidato para proveer soluciones rápidas y efectivas en cuanto a costo; la mayor ventaja de utilizar tecnología NFC es la disponibilidad en teléfonos inteligentes, llegando a ser útil en temas de salud [19] utilizado para resolver problemas en pacientes con demencia y en los ya conocidos pagos digitales [20] utilizando Blockchain tras la preocupación por la seguridad al utilizar NFC.

III. SITUACIÓN ACTUAL

En la región de Arequipa, Perú, existe una gran cantidad de afectados por esta situación; Inicialmente, se realizó una encuesta para conocer las necesidades de seguridad de la población, utilizando la ecuación (1) proporcionada por [21].

En el caso de las universidades, donde el número de estudiantes y personal es conocido, la fórmula permite calcular el tamaño adecuado de la muestra para garantizar que

los resultados obtenidos sean representativos de toda la población. A través de este enfoque, es posible obtener conclusiones confiables y tomar decisiones informadas sobre la implementación de nuevas tecnologías, como el uso de NFC para la gestión de accesos, de forma eficiente y con base en datos estadísticos precisos.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{(N - 1) \cdot E^2 + Z^2 \cdot p \cdot q} \dots (1)$$

Donde:

- p: Proporción (o porcentaje) de individuos que tienen una característica, en este caso se utiliza 0.5.
- q: Proporción (o porcentaje) de individuos que no tienen la característica, se resta p a 1, resultando 0.5.
- Z²: El número de unidades de desviación que indica el nivel de confianza adoptado, elevado al cuadrado. Se toma en cuenta 1.645 por el nivel de confianza (90%).
- N: Tamaño de la población.
- d: El error muestral considerado, elevado al cuadrado (Se utilizará el 90% siendo el valor de d=0.1).
- n: Tamaño de la muestra de la población.
- E: Margen de error, 10% = 0.10.

Hay que considerar que el tamaño de la población utilizado (N) se basa en la cantidad de estudiantes matriculados y docentes de universidades privadas y públicas del departamento de Arequipa en 2023, que, según el INEI, suman 122 592 individuos [22].

$$n = \frac{122,592 \cdot (1.645)^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{(122,592 - 1) \cdot (0.10)^2 + (1.645)^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}$$

$n \approx 68 \text{ personas}$

Se realizó una encuesta a 68 personas, entre estudiantes, docentes y personal de universidades públicas y privadas de la región de Arequipa, para conocer su percepción en cuanto a la necesidad de implementar un nuevo sistema de entrada a las aulas (véase la Tabla I).

TABLA I
NECESIDAD DE IMPLEMENTAR NUEVO SISTEMA DE ENTRADA

Pregunta	Porcentaje	Descripción de la Respuesta
¿Qué tan eficiente considera que es el sistema actual para acceder a los laboratorios?	46%	No es muy eficiente, tiene varios inconvenientes.
	46%	Eficiente, pero con algunas limitaciones.
	5%	Ineficiente, se necesita un mejor sistema.
	3%	Muy eficiente, no se requieren cambios.
¿Le gustaría un sistema de acceso	48%	Excelente, facilitaría mucho el acceso.

NFC que le permita abrir el laboratorio usando solo su teléfono celular o una tarjeta de acceso?	43%	Bien, pero tengo algunas dudas.
	9%	Me es indiferente.
	0%	No creo que sea una buena idea.

IV. PROPUESTA DE MEJORA

Para el diseño de la propuesta se utilizó un ESP32 como placa de electrónica [23], que está conectado con un lector NFC, el cual leerá el tag desde el celular del usuario; mediante una consulta a la base de datos se determina si el ingreso es correcto, luego controla los dos motores de paso que permita el ingreso a la puerta, desbloqueando o bloqueando (según sea el caso) la perilla y el cerrojo; adicionalmente se agrega una fuente de alimentación independiente de energía eléctrica, para evitar fallos frente a cortes de luz y un módulo mp3 que emita un sonido de saludo y despedida (Ver Fig. 1).

Como medida de seguridad adicional, se enviará mensajes a los inspectores de la institución mediante una aplicación móvil, con datos de identificación, fecha y hora en la que se ingresó al aula.

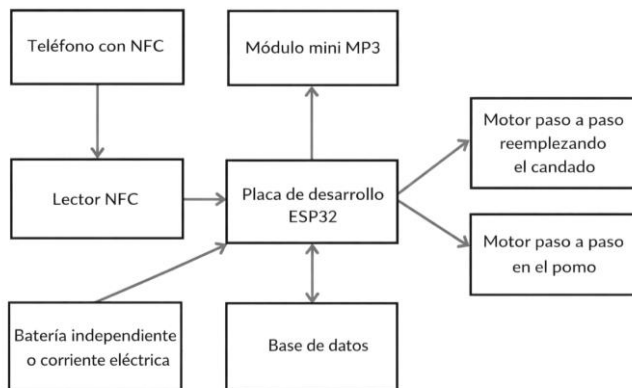


Fig. 1. Propuesta de diagrama de bloques

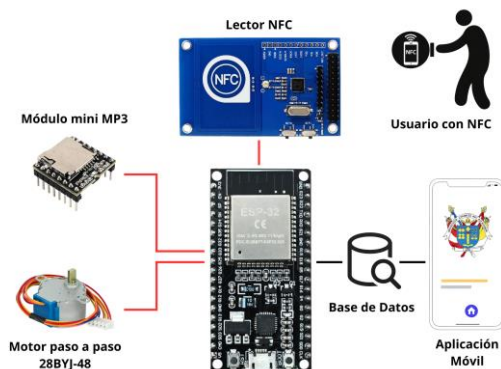


Fig. 2. Propuesta del diseño con ESP32

Además, se incluye un diagrama de flujo del funcionamiento del dispositivo, el cual inicia cuando el usuario acerca su smartphone al lector NFC integrado en la puerta, dicho lector envía una señal a la placa ESP32 la cual verifica si el usuario tiene permiso de acceso. En caso afirmativo, se activa la apertura de la puerta, si no tiene permiso, se controla el número de intentos fallidos, si son más de dos, se notifica al inspector de turno y se activa una alarma física con sonido, y si son menos, solo se emite una advertencia sonora, este proceso se repite en un ciclo continuo de verificación y control de acceso (Fig. 3 y 4).

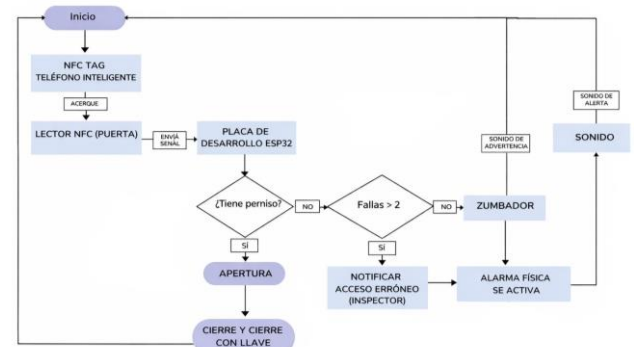


Fig. 3. Diagrama de flujo de verificación y control de acceso

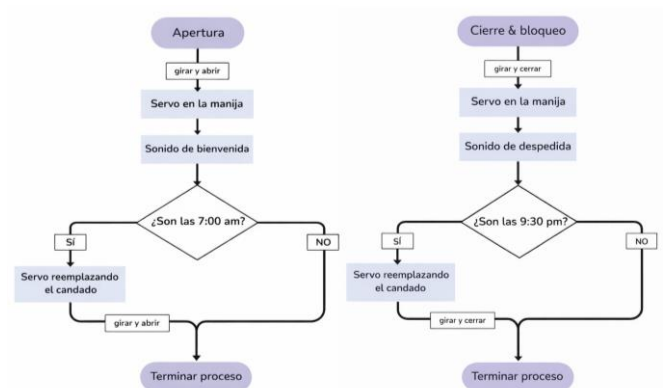


Fig. 4. Diagrama de flujo de apertura y cierre de la puerta según la hora

Además, se incluye también los diseños de la aplicación móvil, los inspectores tendrán acceso a ella mediante un login, a través de ella recibirán notificaciones push cada vez que los laboratorios registren un ingreso (Fig. 5-A). A cada inspector se le asignará un número de pabellones y de aulas, así recibirá información actualizada de los accesos.



Fig. 5 Mockups of the mobile app

En la Fig. 5-B se puede observar la interfaz principal de la aplicación, la cual cuenta con el registro de eventos, con entradas, salidas, fecha y hora e identificador. Cada NFC debe tener un propietario, de este modo sabemos de quién es el dispositivo que registró la entrada. En cuanto al mensaje de la notificación y de la aplicación, consideramos necesario mostrar la acción (ingreso, intento fallido, alarma) y la información ya mencionada.

IV. RESULTADOS

Tras haber determinado la necesidad de un nuevo sistema de control de acceso que remplace el uso tradicional de llaves físicas, decidimos escuchar a quienes más conviven con esta realidad: estudiantes, docentes y personal de la universidad. A través de encuestas, buscamos conocer de primera mano que opinaban sobre la propuesta basada en tecnología NFC.

Lo que encontramos fue alentador, la comunidad universitaria mostro una actitud abierta y positiva frente al cambio. Mas allá de la aceptación, se percibió deseo de mejora, pues la propuesta fue vista como una medida oportuna, alineada con las exigencias contemporánea de gestión y seguridad institucional; como se observa en la Fig. 6, el extremo positivo (Más seguro) es mucho mayor al extremo negativo (Menos seguro), aunque el porcentaje de igualdad y desconocimiento predominan. Frente a esto, conocemos la situación de preocupación por la seguridad, pudiendo ofrecer soluciones como la utilizada en [19] que detalla el uso de blockchain para la protección de sistemas NFC.

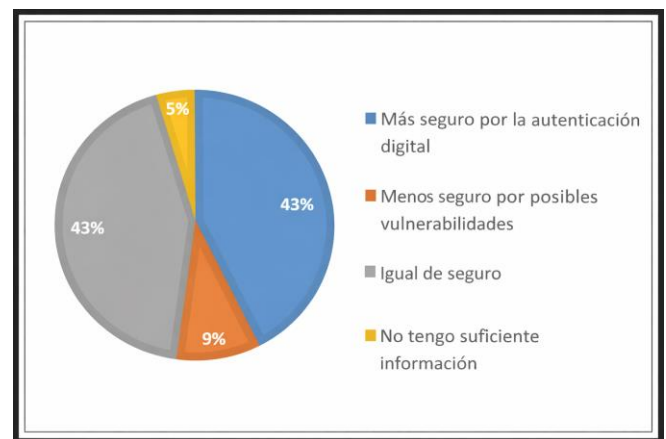


Fig. 6. Percepción de seguridad en comparación con las llaves físicas

Modernizar los accesos fue considerado, en muchos casos, como un paso lógico dentro del proceso de digitalización y optimización de los recursos universitarios, por lo cual, el 95% de los encuestados estarían de acuerdo con probar el acceso mediante NFC (Fig. 7), mostrando total desinterés por mantener el sistema actual. Es necesario precisar que tanto en la Fig. 6 como en la Fig. 7 se obtiene un 5% de desconocimiento sobre el tema.



Fig. 7 Aceptación para probar el sistema.

La Fig. 8 detalla los beneficios que encuentran los encuestados de cambiar el sistema de llaves físicas por un sistema NFC, predominando la rapidez al entrar y la modernización de la universidad, apuntando directamente a un componente la problemática inicial (retrasos académicos). La pérdida de llaves también obtuvo un porcentaje aceptable. Destacamos que solo el 5% (aproximadamente) cree que no se obtendría beneficio alguno.

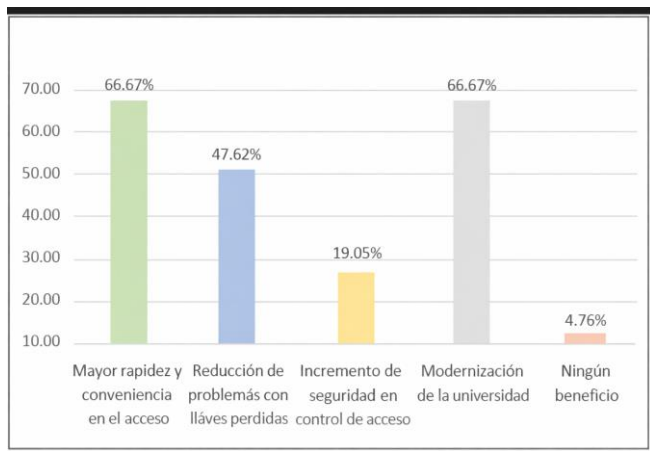


Fig. 8. Beneficios que los encuestados creen que aportaría este sistema

En cuanto a la ambigüedad sobre el uso de comunicación de campo cercano o identificación por radiofrecuencia, se procedió a evaluar el costo resultante al utilizar ambos componentes, comparando únicamente el lector y los tags de acceso. El resultado se muestra en Tabla 2, tomando en cuenta componentes precio/calidad, nos dan seguridad en usabilidad a un costo que no sea excesivo.

TABLA 2:
COMPARACIÓN DE COSTOS

Tecnología	Lector	Etiqueta	Total
RFID	\$19.71	\$88.43	\$108.14
NFC	\$20.81	No hay costo	\$20.81

El precio del lector es similar para ambos casos, es el tag lo que causa la diferencia; la referencia utilizada para los tags RFID es el costo de 100 tarjetas de 125khz, pues queremos que cada docente de laboratorio y cada inspector cuente con una; en el caso de NFC, el tag no representa costo alguno, pues este viene integrado con los teléfonos inteligentes, siendo este el punto clave para considerar el NFC como la solución viable.

Se puede proponer el uso de tags físicos, pues somos conscientes de que no todos los teléfonos en la actualidad cuentan con esta función, no obstante, la reducción del costo ya fue establecida para el resto (la mayoría).

VIII. DISCUSIÓN

En este estudio, se demostró la necesidad de implementar un nuevo sistema de acceso a laboratorios en instituciones de educación superior; para una mejora en cuanto a la rapidez de la entrada, la pérdida de llaves y la seguridad añadiendo un nivel de modernización de bajo costo; cumpliendo los

objetivos propuestos. Si bien muchos de los antecedentes revisados buscan no contar con un costo excesivo de implementación y mantenimiento [24], otros buscan una opción simple que destaque en comodidad y accesibilidad [25]. [26] trata de innovar con un sistema Bluetooth capaz de enviar SMS, no obstante, no utiliza tecnología NFC y, para nosotros, el diseño de una aplicación para el personal con una interfaz amigable es capaz de mejorar la propuesta, pues no solo envía mensajes, también tiene el registro de todas las entradas.

Nuevamente se recalca la elección de NFC sobre RFID, [27] reconoce que, si bien ambos mejoran la eficiencia de los sistemas, NFC proporciona mayor comodidad y una infraestructura más económica tanto en costos operativos como de instalación. Además de resultar como una opción menos costosa, se reconoce la globalización y accesibilidad del NFC tras agregarlo a smartphones, lo que nos da la necesidad de explotar su uso [28].

IX. CONCLUSIÓN

Se estima que aproximadamente 125,000 personas de la ciudad de Arequipa se ven afectadas por problemas comunes relacionados con el uso de llaves físicas, como retrasos en el ingreso a las aulas, dependencia de personal para la entrega de llaves y la constante preocupación por el extravío de estas. Ante esta situación, se propuso un sistema NFC automatizado para la entrada a aulas de laboratorio y se realizaron encuestas con la muestra requerida a docentes, trabajadores y estudiantes sobre el sistema de acceso en las universidades de Arequipa corroboraron dicha información. La mayoría de los encuestados mostró un gran interés en la implementación de tecnologías que permitan modernizar la universidad, como el uso de NFC para el control de accesos, lo cual permitiría agilizar el proceso, incrementar la seguridad y reducir el riesgo de pérdidas. Del mismo modo, el 95% señaló que estaría dispuesto a probar el sistema propuesto sin inconvenientes. Tras analizar la tecnología NFC con otras propuestas, se detalla que gracias a su globalización y usabilidad reduce significativamente el costo de implementación y mantenibilidad.

En síntesis, los resultados obtenidos por las encuestas permiten concluir que existe un respaldo claro por parte de la comunidad universitaria hacia una solución que responda a las limitaciones actuales del sistema, y que contribuya a una gestión más ágil, segura y eficaz de los espacios académicos. La implementación de un sistema como NFC podría transformar significativamente la gestión del acceso en las universidades de Arequipa, mejorando tanto la eficiencia como la seguridad para estudiantes, docentes y personal administrativo; resultando así en una solución de bajo costo (frente a otras) y óptima para erradicar los problemas mencionados.

Como trabajo futuro es recomendable realizar un procesamiento de datos ya pasado un tiempo prudente para la predicción de resultados, porque es importante como se mueve el flujo dentro de la universidad con respecto a su

infraestructura como sucede en otras investigaciones que aplican aprendizaje automático [29].

RECONOCIMIENTO

El equipo de trabajo desea expresar su más sincero agradecimiento a la Universidad Católica de Santa María (UCSM) por ofrecer un entorno académico de calidad y por proporcionar los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación. El apoyo institucional y la infraestructura disponible fueron elementos clave para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

- [1] L. El Mustapha, Y. Gmih, S. Soussi y F. Abdelmajid, «Enhanced student attendance and communication in educational management systems,» *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 14, n° 1, pp. 466-475, 2025. <https://doi.org/10.11591/eei.v14i1.7915>
- [2] S. Hussien, H. Farhana, L. Vinukumar, C. Alexander y S. Sivakumar, «Smart campus attendance and security systems: Leveraging IoT for enhanced efficiency,» de *AIP Conference Proceedings*, Kuala Lumpur, 2024. <https://doi.org/10.1063/5.0229386>
- [3] M. Abdulsalan Abdulkadir, A. Mohamed Mohamud, A. Abdirahman Abdikarim y A. Abdullahi Aweis, «Smart Classroom Automation System,» *International Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 11, n° 11, 131-138, 2024. <https://doi.org/10.14445/23488379/IJEEE.V11I11P114>
- [4] J. N. Poh Soon, P. S. B. C. y Y. P. Koo, «Implementation of Smart NFC Door Access System for Hotel Room,» *Applied System Innovation*, vol. 6, n° 4, 2023. <https://doi.org/10.3390/asi6040067>
- [5] S. Mazhar Hussain, S. A. Hameed Said Al Shukairi, R. Asuncion y M. Prabhu, «Smart Security: An IoT-NFC Lock System for Efficient Access Management,» *Malaysian Journal of Science and Advanced Technology*, vol. 4, n° 3, pp. 322-329, 2024. <https://doi.org/10.56532/mjsat.v4i3.313>
- [6] D. Revelación, «Robo en Universidad Santa María causa pérdida de 32 mil soles,» *Diario digital Revelación*, 14 Marzo 2025.
- [7] A. A. Raji, J. F. Orimolade y O. I. Adebisi, «A Radio Frequency System For Smart Attendance In Schools,» *Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications*, vol. 10, n° 50, pp. 112-119, 2024. <https://doi.org/10.5935/jetia.v10i50.1362>
- [8] Z. Zheng, Y. Wang, J. Chen, S. Lin y M. Lin, «Design and Implementation of a Smart Door Lock Based on STM32,» *Proceedings of 2024 8th International Conference on Electronic Information Technology and Computer Engineering, EITCE 2024*, pp. 1348-1352, 2025. <https://doi.org/10.1145/3711129.3711355>
- [9] X. Pérez-Palomino, K. Rosas-Paredes, and J. Esquicha-Tejada, «LowCost Gas Leak Detection and Surveillance System for Single Family Homes Using Wit.ai, Raspberry Pi and Arduino,» *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 16, no. 9, pp. 206–216, 2022, doi:10.3991/ijim.v16i09.30177.
- [10] Y. Hasan, Abdurrahman, Y. Wijanarko, S. Muslimin y R. Maulidda, «The Automatic Door Lock to Enhance Security in RFID System,» *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1500, n° 1, 2020. 10.1088/1742 6596/1500/1/012132
- [11] K. Thopate, S. Shinde, R. Mahaj, R. Bhagat, P. Joshi, A. Kalbhor, A. Kulkarni y S. Jadhav, «Keyless Security The Smart Solution for Home with a Smart Door Lock,» *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, vol. 11, n° 8, pp. 170-174, 2023. <https://doi.org/10.17762/ijritcc.v11i8s.7187>
- [12] S. Kanagamalliga, S. Rajalingam, M. Karthikeyan y A. Kannan, «Arduino-Powered Fingerprint Authentication for Door Access Control,» de *5th International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems, ICESC 2024 - Proceedings*, Coimbatore, 2024. 10.1109/ICESC60852.2024.10689965
- [13] B. S. Bayu Dewantara, R. F. M, D. M. Sari, Setiawardhana, T. Harsono y P. R. Aqil, «Door Lock Access Control using Fusion of Face and Fingerprint Recognition,» de *2022 IEEE Creative Communication and Innovative Technology, ICCIT 2022*, 10.1109/ICCIT55355.2022.10118632
- [14] B. Kasim, H. S. m. t. N. H. Nurdin, Sariyusda, A. Ibrahim, M. Razi, A. S. Ismy, A. Yunus, Mawardi y Sumardi, «Performance Analysis of RFID-Based Smart Door Lock Controlled by Arduino,» *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics*, vol. 10.37934/aram.122.1.163174
- [15] J. Alpaca Rendón, J. Esquicha Tejada, and K. Rosas Paredes, "Hospitalized patients caring system using Raspberry Pi with megapixel camera and OpenCV [Sistema de atención a pacientes hospitalizados utilizando Raspberry Pi con Cámara Megapíxel y OpenCV]," *Proceedings of the LACCEI International Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, 2017-July, DOI: 10.18687/LACCEI2017.1.1.223.
- [16] M. W. Diaz Saravia, «Access control system using NFC and Arduino,» de *Proceedings of the 2015 IEEE 35th Central American and Panama Convention, CONCAPAN 2015*, Tegucigalpa, 2015. 10.1109/CONCAPAN.2015.7428472
- [17] C. S. Keau, C. K. On, M. H. A. Hijazi y M. M. Singh, «Smart-Hadir - Mobile Based Attendance Management System,» *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 15, n° 14, pp. 4-15, 2021. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i14.22677>
- [18] A. Shaheen, A. A. Qazalbash, M. Noor, A. M. T. Asim, W. S. Khan y S. Z. Bajwa, «Smartphone-based biosensors for healthcare,» de *Advanced Sensors for Healthcare*, Elsevier, 2025, <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-24790-3.00025-9>
- [19] H.-C. Hsu y Y.-S. Ciou, «Employing Near-Field Communication Technology to Construct Memory Vaults for Dementia Patients,» de *Proceedings of the 2024 IEEE 6th Eurasia Conference on Biomedical Engineering, Healthcare and Sustainability, ECBIOS 2024*, Tainan, 2024. 10.1109/ECBIOS61468.2024.10883768
- [20] C. H. Tantowibowo y W.-C. Yau, «ArtProtect: Blockchain and NFC-based anti-counterfeit system for physical art,» *IET Blockchain*, vol. 4, n° 4, pp. 423 442, 2024. 10.1049/blc2.12069.
- [21] P. López Roldán y S. Fachelli, *Metodología De La Investigación Social Cuantitativa*, Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, 2015.
- [22] I. N. d. E. e. Informática, «INEI, Bases de datos: EDUCACIÓN,» 2023. [En línea]. Available: <https://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/education/>. (Accedido el 26 de febrero del 2026).
- [23] N. E. Lopez, M. I. C. Avila, J. U. V. Montalvo, V. J. G. Villela, and F. M. Chagolla, "Design of an ESP32 compatible development board for mobile robot control in social robotics," in **Proc. 23rd LACCEI Int. Multi-Conf. Eng., Educ., Technol.: Eng., Artif. Intell., Sustain. Technol. Service Soc.**, Mexico City, Mexico, Jul. 2025, doi: 10.18687/LACCEI2025.1.1.2362.
- [24] J. Pacheco y K. Miranda, «Design of a low-cost NFC Door Lock for a Smart Home System,» *2020 IEEE International IOT, Electronics and Mechatronics Conference (IEMTRONICS)*, 10.1109/IEMTRONICS51293.2020.9216409.
- [25] S. Charansai, H. Vasanthamma, S. Patel y S. Patil, «NFC Smart Door Lock System,» *Ijnrd - International Journal Of Novel Research And Development*, vol. 8, n° 4, pp. 157-162, 2023. ISSN: 2456-4184
- [26] J. Guntur, S. Raju, T. Niranjana, S. K. Kilaru, R. Dronavalli y N. S. S. Kumar, «IoT-Enhanced Smart Door Locking System with Security,» *SN Computer Science*, vol. 4, n° 209, 2023. 10.1007/s42979-022-01641-9
- [27] A. Jain, G. Singh y A. Semwal, «Smart Attendance System Using Face Recognition,» de *International Conference on Cyber Resilience, ICCR 2022*, Dubai, 2022. 10.1109/ICCR56254.2022.9995945
- [28] S. K. Hinga, A. L. Imoize, T. S. Ajani y A. Atayero, «A Bird's Eye View of Near Field Communication Technology: Applications, Global Adoption, and Impact in Africa,» *SN Computer Science*, vol. 5, n° 3, 2024. 10.1007/s42979-024-02618-6
- [29] A. Apaza-Pinto, J. Esquicha-Tejada, P. Lopez-Casaperaalta, and J. SullaTorres, "Supervised Machine Learning Techniques for the Prediction of the State of Charge of Batteries in Photovoltaic Systems in the Mining Sector," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 134307-134317, 2022, DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3225406