EKSIGMA
Revista Ecuatoriana de Conocimiento Científico

Artículo de investigación

Implementación de tecnología RFID para el control y seguridad de casilleros en entornos educativos: caso del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello

Implementation of RFID technology for locker control and security in educational environments: The case of the Instituto Superior Tecnológico Luis Tello.

Marcel Pérez Arizaga[1], John Simisterra Quiñónez[2], Lexter Andrés Hidalgo[3]
mapereza@ube.edu.ec, jwsq_19821@yahoo.com, andreslexterhidalgosanchez@gmail.com
[1]Universidad Bolivariana del Ecuador, Ecuador
[2]Universidad Casa Grande
[3] Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, Ecuador

Citación: Pérez, M., Simisterra, J. & Hidalgo, L. (2025). Implementación de tecnología RFID para el control y seguridad de casilleros en entornos educativos: caso del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello. *EKSIGMA*. 1(3). 38-55. https://eksigma.com/index.php/principal/article/view/5

Recibido: *11 marzo 2025*
Aceptado: *06 junio 2025*
Publicado: *15 septiembre 2025*

EKSIGMA
ISSN: 3121-2689

Correspondencia:
mapereza@ube.edu.ec

Copyright © 2025. Los autores conservan los derechos de autor y los derechos de publicación. Asimismo, otorgan a EKSIGMA el derecho no exclusivo de primera publicación. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Resumen: Esta investigación presenta la implementación de la tecnología RFID en el Instituto Superior Tecnológico Luis Tello (ISTLT) para mejorar la seguridad y el control de acceso a los casilleros de los docentes. El sistema se basa en el uso del microcontrolador ESP32 y el lector RFID RC522, lo que permite una gestión más eficiente en comparación con las llaves tradicionales. En la fase de pruebas, se encontró que el sistema respondía de manera eficiente en tareas simples, con un tiempo promedio de respuesta de 1.5 segundos por tarjeta, pero presentaba retrasos en tareas que demandaban más recursos, como cargar archivos, con un tiempo de respuesta promedio de 2 segundos bajo condiciones de carga. La satisfacción global de los usuarios fue "muy satisfactoria". No obstante, se identificaron áreas de mejora, especialmente en la infraestructura de hardware y red, lo que sugiere que el rendimiento podría optimizarse con una actualización tecnológica. Se recomienda realizar evaluaciones periódicas para garantizar el rendimiento del sistema

Palabras clave: RFID; Control de acceso; Seguridad, Microcontrolador ESP32; Infraestructura tecnológica.

Abstract: This research presents the implementation of RFID technology at the Instituto Superior Tecnológico Luis Tello (ISTLT) to enhance security and access control to the faculty lockers. The system is based on the use of the ESP32 microcontroller and the RC522 RFID reader, which allows for more efficient management compared to traditional keys. In the testing phase, it was found that the system responded efficiently to simple tasks, with an average response time of 1.5 seconds per card, but showed delays in resource-intensive tasks, such as uploading files, with an average response time of 2 seconds under load conditions. The overall user satisfaction was "very satisfactory." However, areas for improvement were identified, particularly in hardware and network infrastructure, suggesting that performance could be optimized with a technological upgrade. Periodic evaluations are recommended to ensure the system's performance.

Keywords: *RFID; Access control; Security; ESP32 microcontroller; Technological infrastructure.*

1. INTRODUCCIÓN

La seguridad en las instituciones educativas se ha posicionado como un área de crecimiento constante, especialmente en lo que respecta a la protección de los bienes personales de los docentes. Las soluciones tradicionales, como las llaves físicas, han demostrado ser inadecuadas para garantizar una protección eficiente, ya que son vulnerables a la pérdida, robo o mal uso (Akbar et al., 2023).

A nivel mundial, la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) ha emergido como una solución eficiente y segura para el control de acceso y la gestión de recursos (Acevedo et al., 2023). El sistema RFID permite la identificación automática y sin contacto de objetos y personas, eliminando los riesgos asociados con las llaves tradicionales y ofreciendo un control más preciso y flexible (Necochea-Chamorro et al., 2024). Esta tecnología se ha implementado exitosamente en diversos sectores, desde la gestión de inventarios hasta el control de acceso en edificios, lo que ha demostrado su efectividad en la optimización de recursos y la mejora de la seguridad (Muhammad et al., 2025). En el ámbito educativo, el uso de RFID ha sido especialmente relevante para la gestión de laboratorios, bibliotecas y otros recursos compartidos, proporcionando una mayor seguridad y facilitando el acceso controlado a estos espacios (Faulianur et al., 2025).

Diversos casos a nivel global han mostrado el impacto positivo de la implementación de RFID en instituciones educativas. Universidades y centros educativos de varios países han logrado reducir significativamente los incidentes de acceso no autorizado y mejorar la eficiencia en la gestión de espacios y recursos (Ramadhani, 2023). Instituciones como la Universidad Politécnica Salesiana y la Universidad de las Américas han integrado RFID para el control de acceso a bibliotecas y laboratorios, con resultados satisfactorios que evidencian una mejora notable en la seguridad y administración de los recursos (Akbar et al., 2023; Khan, 2020). Este tipo de implementación no solo resuelve problemas de seguridad, sino que también optimiza el uso del espacio y los recursos disponibles, contribuyendo al bienestar de la comunidad académica.

En este contexto, el Instituto Superior Tecnológico Luis Tello (ISTLT), ubicado en una región con altos índices de inseguridad, ha enfrentado la necesidad urgente de implementar un sistema más robusto para proteger las pertenencias de su personal docente, especialmente en los casilleros donde se almacenan objetos personales y materiales de trabajo. Desde esta perspectiva, el presente artículo tiene como objetivo implementar la tecnología RFID para el control de acceso a los casilleros de los

docentes del ISTLT, utilizando componentes como el microcontrolador ESP32 y el lector RFID RC522. La propuesta busca mejorar tanto la seguridad como la eficiencia en la gestión de estos espacios, optimizando la protección de las pertenencias y facilitando la administración del acceso de manera más ágil y controlada. A través de esta implementación siguiendo el enfoque de Rathinasabapathy & Rajendran (2024), se pretende ofrecer una solución tecnológica innovadora que pueda ser replicada en otras instituciones educativas enfrentando desafíos similares de seguridad y gestión de recursos.

2. MÉTODOS

2.1. Enfoque metodológico

El estudio adoptó un enfoque cualitativo con alcance descriptivo, lo que permitió observar y caracterizar el fenómeno de la implementación del sistema RFID sin manipular las variables del entorno educativo. Este enfoque es apropiado para detallar el comportamiento del sistema RFID en el contexto real del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello (ISTLT) en un entorno de seguridad sin alterar las condiciones naturales del mismo (Mojadeddi & Rosenberg, 2024). Según Creswell & Poth (2016), los estudios descriptivos permiten obtener información detallada sobre fenómenos observados, facilitando su comprensión y análisis sin la necesidad de intervención o alteración de las variables del entorno.

En cuanto al diseño, se aplicó un estudio transversal, ya que los datos fueron recolectados en un único momento temporal, lo que resultó pertinente para evaluar el sistema RFID en funcionamiento. Este diseño permitió observar el comportamiento del sistema RFID en condiciones específicas, sin necesidad de un seguimiento prolongado en el tiempo (Yin, 2018). La elección de este enfoque permitió realizar un análisis claro de la efectividad de la implementación en el ISTLT, sin interferir en el desarrollo natural de las actividades diarias del instituto.

2.2. Población y muestra

La población estuvo conformada por los docentes del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello (ISTLT). Para efectos prácticos y dada la naturaleza exploratoria del estudio, se optó por un muestreo no probabilístico por conveniencia (Elvira et al., 2024), seleccionando a un grupo representativo de docentes que participarán en las pruebas de acceso al sistema RFID. Este tipo de muestreo permitió obtener una validación experimental de la propuesta tecnológica, en lugar de buscar una representatividad

estadística, ya que el objetivo principal era evaluar la viabilidad y la efectividad del sistema RFID en condiciones reales de uso.

2.3. Instrumentos

Para la recolección de datos, se emplearon dos instrumentos principales. El primero fue la revisión bibliográfica sistemática, que permitió identificar estudios previos sobre la implementación de tecnología RFID en sistemas educativos, así como las mejores prácticas en cuanto a seguridad y control de acceso. Esta revisión fue organizada en tablas de constructos (Miles et al., 2014), facilitando la comparación de enfoques y resultados de otros estudios relacionados. El segundo instrumento fue la observación directa durante las pruebas prácticas en el ISTLT, lo que permitió registrar de manera detallada el comportamiento del sistema RFID, su accesibilidad y las incidencias técnicas detectadas, como posibles fallos de lectura o acceso no autorizado (Costa et al., 2025). La combinación de ambos instrumentos garantizó tanto el respaldo teórico como la validación empírica del sistema propuesto.

2.4. Procedimientos

El procedimiento metodológico se desarrolló en tres fases. En primer lugar, se realizó un análisis de las características de la tecnología RFID y los componentes utilizados, mediante una revisión bibliográfica, con el fin de identificar las funcionalidades más relevantes del sistema y los requisitos técnicos necesarios. Posteriormente, se llevó a cabo la instalación y configuración del sistema RFID en los casilleros del ISTLT, utilizando el microcontrolador ESP32 y el lector RFID RC522, siguiendo las mejores prácticas descritas en la literatura técnica. Finalmente, se realizaron pruebas de funcionamiento del sistema para verificar su rendimiento, incluyendo la validación de accesos, la rapidez del sistema y la precisión en la lectura de tarjetas, así como la elaboración de un manual de usuario que documentó el proceso de instalación y uso del sistema para docentes y personal administrativo del instituto.

2.5. Análisis de datos

El análisis de datos se realizó bajo un enfoque cualitativo, orientado a la interpretación y comparación de la información recolectada durante las pruebas. Aunque las pruebas fueron comparativas (por ejemplo, comparando el tiempo de acceso y el desempeño del sistema con y sin la implementación RFID), no se trató de una medición exacta o cuantificación de variables, sino como indica Miles et al. (2014) y Montero et al. (2024) de una observación detallada de los comportamientos y patrones observados durante el uso del sistema. Los resultados obtenidos de las pruebas de funcionamiento del

sistema RFID fueron comparados entre diferentes condiciones de acceso, como el acceso autorizado y no autorizado, o la diferencia de tiempos entre distintas tarjetas RFID.

Este enfoque comparativo no requirió una cuantificación numérica exacta, sino una interpretación cualitativa de las diferencias observadas, como indican Deckert & Wilson (2023), quienes enfatizan que los estudios cualitativos con enfoque descriptivo permiten capturar las particularidades del comportamiento del sistema sin necesidad de reducirlo a cifras. Además, se contrastaron los resultados obtenidos con los datos de la revisión bibliográfica, lo que permitió validar la coherencia entre la teoría y la práctica, asegurando que los resultados no solo demostraran la viabilidad técnica de RFID, sino también su aplicabilidad en el contexto educativo del ISTLT.

2.6. Consideraciones técnicas

Se verificaron los requisitos de hardware para garantizar la compatibilidad de los componentes, como el ESP32 y el lector RFID RC522, con los casilleros y la infraestructura existente. Además, se configuró la red de comunicación necesaria para garantizar el acceso remoto y la integridad del sistema, ajustando parámetros como las direcciones IP estáticas, la habilitación de puertos específicos y la seguridad en la red del instituto. El sistema fue probado para asegurarse de que fuera capaz de manejar múltiples accesos simultáneos sin afectar su rendimiento, y se consideraron posibles ampliaciones futuras del sistema, como la integración con otras soluciones de seguridad.

2.7. Consideraciones éticas

La investigación respetó los principios éticos establecidos, garantizando que los docentes participaron voluntariamente en las pruebas del sistema RFID. Se mantuvo la confidencialidad de la información en todo momento, y no se interfirió con las actividades académicas del instituto. Además, el proceso de implementación y las pruebas de acceso fueron llevadas a cabo con total transparencia y responsabilidad. La autora se comprometió a asegurar la integridad intelectual del estudio, siguiendo las normativas éticas y académicas vigentes en el instituto.

3. RESULTADOS

3.1. Fase 1: Análisis de características de RFID

Durante la primera fase, se analizó la tecnología RFID y sus componentes, como se detalla en la Tabla 1. El objetivo fue seleccionar los componentes más adecuados para el sistema de seguridad del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello (ISTLT), asegurando que cumplieran con los requisitos técnicos y de integración.

El microcontrolador ESP32 fue elegido por su bajo costo y sus capacidades de conectividad Wi-Fi y Bluetooth, soportando un voltaje de 3.3V y una corriente máxima de 500mA, lo que lo hace ideal para gestionar múltiples dispositivos. El lector RFID RC522 es compatible con tarjetas de 13.56 MHz y con un rango de lectura de hasta 50 cm. Finalmente, las cerraduras solenoides fueron seleccionadas por su facilidad de integración y su capacidad para operar a 12V, eliminando la dependencia de llaves físicas y mejorando la seguridad.

Tabla 1 - Características y evaluación de los componentes del sistema RFID

Componente	Características	Resultados de la evaluación
Tecnología RFID	Identificación por radiofrecuencia sin contacto físico.	Se identificó que la tecnología RFID permite un control de acceso eficiente, eliminando los problemas asociados con las llaves tradicionales (robo, pérdida).
Microcontrolador ESP32	Microcontrolador de bajo costo con capacidades Wi-Fi y Bluetooth.	El ESP32 mostró ser ideal para la integración con el lector RFID, garantizando una comunicación estable y eficiente entre los componentes del sistema.
Lector RFID RC522	Lector compatible con tarjetas RFID de 13.56 MHz.	El lector RC522 funcionó correctamente con tarjetas RFID de 13.56 MHz, permitiendo la lectura precisa y rápida de las tarjetas durante las pruebas iniciales.
Tarjetas RFID 13.56 MHz	Tarjetas pasivas con identificador único (UID).	Las tarjetas 13.56 MHz mostraron un rendimiento adecuado, con un rango de lectura de 10-50 cm, facilitando el acceso rápido a los casilleros y reduciendo las fallas de lectura.
Cerradura Solenoide	Cerradura electromagnética controlada por señales electrónicas.	Se confirmó que la cerradura solenoide funcionó correctamente al recibir las señales de control del relé, permitiendo el acceso sin necesidad de llaves físicas.
Relé de 8 canales	Módulo relé que actúa como interruptor para la activación de dispositivos.	El módulo relé facilitó la activación de las cerraduras solenoides sin inconvenientes, asegurando que cada acceso estuviera controlado correctamente por el sistema RFID.
Fuente de alimentación	Fuente de energía adecuada para el sistema (12V y 5V).	La fuente de alimentación seleccionada cumplió con los requerimientos de energía para todos los componentes (lector, microcontrolador, cerraduras)

Nota: Elaboración propia

Los resultados obtenidos de esta fase permitieron identificar que la tecnología RFID, específicamente con el uso del microcontrolador ESP32 y el lector RFID RC522, son adecuados para satisfacer las necesidades del sistema de seguridad. Cada componente se evaluó de acuerdo a su compatibilidad técnica, costos y facilidad de integración, asegurando que el sistema de control de acceso fuera económico, eficaz y fácil de implementar en el contexto educativo del instituto. Con esta fase, se establecieron las bases para las fases siguientes de instalación, configuración y pruebas del sistema RFID.

3.2. Instalación y Configuración del Sistema RFID

En la Fase 2 se realizó la instalación física y configuración técnica del sistema RFID en los casilleros de los docentes del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello (ISTLT). A partir de los componentes seleccionados en la fase anterior. El proceso comenzó con la instalación física de los dispositivos, colocando los lectores RFID en una posición estratégica en cada casillero, de modo que las tarjetas RFID pudieran ser leídas con un rango de hasta 50 cm, permitiendo un acceso rápido y seguro sin la necesidad de contacto físico. La instalación de las cerraduras solenoides en las puertas de los casilleros fue igualmente clave para asegurar que el acceso estuviera controlado electrónicamente. Estas cerraduras, al ser operadas por señales electrónicas, eliminan la dependencia de llaves físicas, ofreciendo un sistema mucho más seguro y eficiente.

La conexión entre el lector RFID RC522 y el microcontrolador ESP32 se realizó mediante cables específicos, siguiendo un esquema detallado que permitió a los componentes comunicarse adecuadamente. El relé de 8 canales, como se visualiza en la Figura 1, que sirve como interruptor para activar las cerraduras, también fue instalado y configurado para garantizar que las señales del microcontrolador fuesen correctamente transmitidas a las cerraduras solenoides.

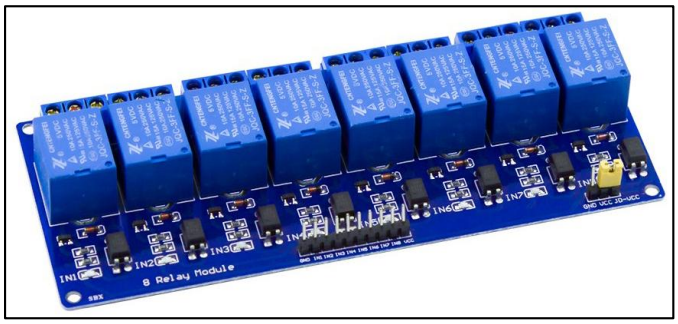

Figura 1 - Ciclo de vida de los procesos BPM de la Institución

Nota: Gráfico elaborado por los autores.

Una vez instalados los componentes, la siguiente etapa fue la configuración técnica del sistema. Para ello, se utilizó el entorno de desarrollo Arduino IDE, que permitió programar el microcontrolador ESP32 para gestionar las señales de los lectores RFID y activar los relés según la autorización de acceso registrada en las tarjetas RFID. Se configuraron los pines de entrada y salida del ESP32, asegurando que las señales se enviaran a los relés de forma eficiente. Además, se configuró la red Wi-Fi del instituto para garantizar la conectividad entre los dispositivos. Se configuraron direcciones IP estáticas para asegurar que los dispositivos mantuvieran una conexión estable y no dependieran de las configuraciones dinámicas de red, lo que podría generar interferencias. Los puertos TCP/UDP 80 y 433 fueron habilitados para permitir la comunicación fluida entre el ESP32, el lector RFID y la base de datos central. Además, se implementó un protocolo de seguridad WPA2 en la red Wi-Fi para proteger los dispositivos de accesos no autorizados, garantizando que los datos transmitidos fueran seguros.

El algoritmo que gestiona el acceso y control del sistema fue desarrollado en Arduino IDE, y su funcionamiento mediante un diagrama de flujo que ilustra en la Figura 2 el proceso lógico del programa, desde la lectura de las tarjetas RFID hasta la activación de las cerraduras solenoides, pasando por la validación del acceso y la activación de la alarma en caso de intento no autorizado.

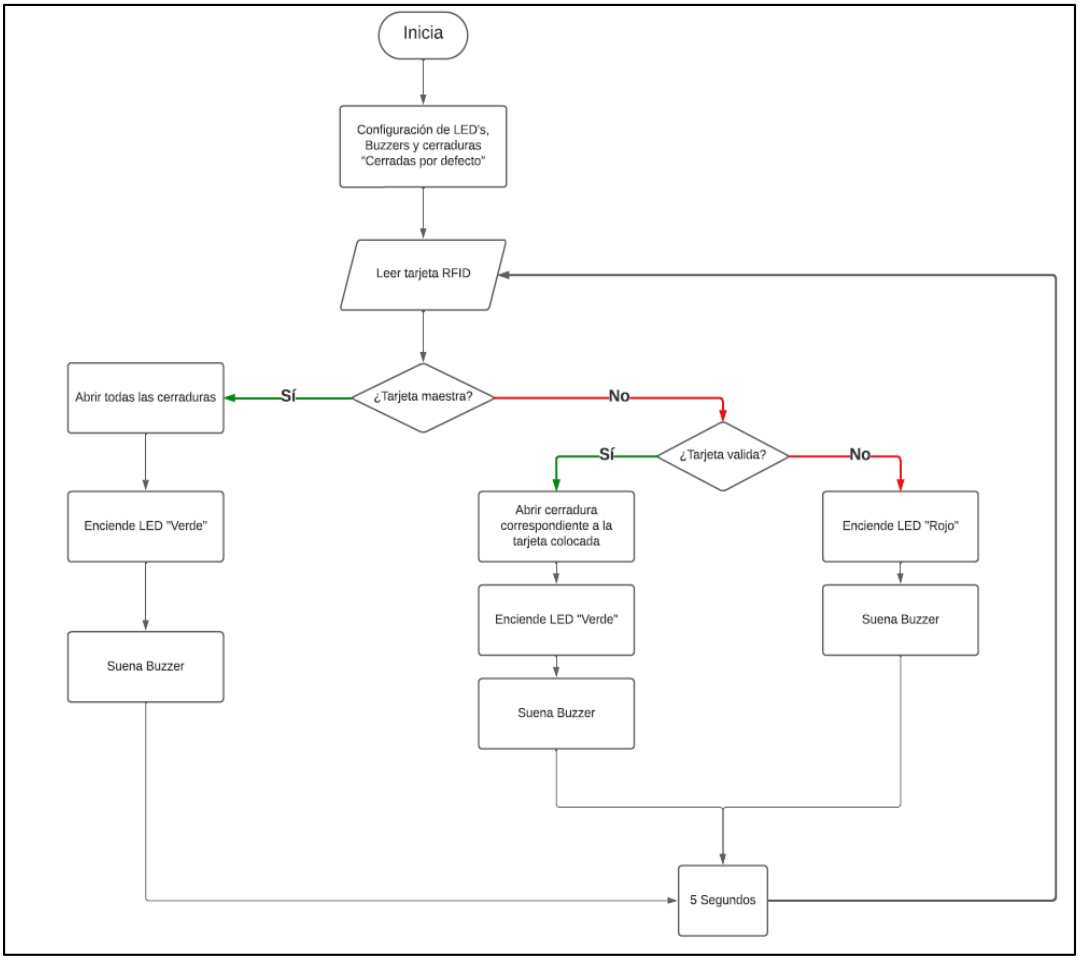

Figura 2 - Diagrama de funcionamiento del algoritmo

Nota: Gráfico elaborado por los autores.

3.3. Diseño general del sistema

El microcontrolador ESP32 actúa como el componente central para controlar la lógica del sistema. Se emplea la librería de Arduino para identificar las tarjetas RFID y para gestionar la acción de los relés. Los relés están conectados a las cerraduras solenoides, permitiendo su activación. La arquitectura del sistema se ilustra en la Figura 3, que muestra la interacción entre el ESP32 y los componentes electrónicos del sistema de control de acceso.

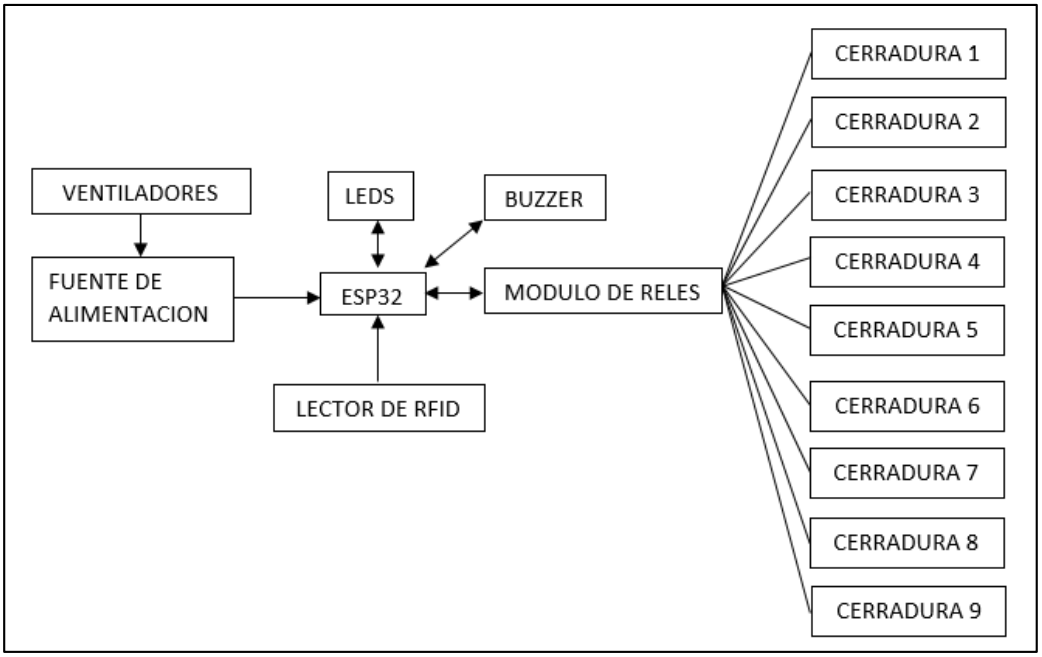

Figura 3 - Interacción de la ESP32 con Componentes Electrónicos

Nota: Gráfico elaborado por los autores.

El sistema de seguridad, al contrario de los sistemas tradicionales de almacenamiento físico, permite un acceso más ágil a los casilleros mediante el uso de tarjetas RFID. Cada casillero está equipado con una cerradura magnética y un lector de tarjetas RFID, como se visualiza en la Figura 4, que, al detectar la tarjeta autorizada, envía una señal para activar la cerradura solenoide. En caso de intento de acceso no autorizado, se activa una alarma sonora y un LED rojo como indicativo de fallo en el acceso.

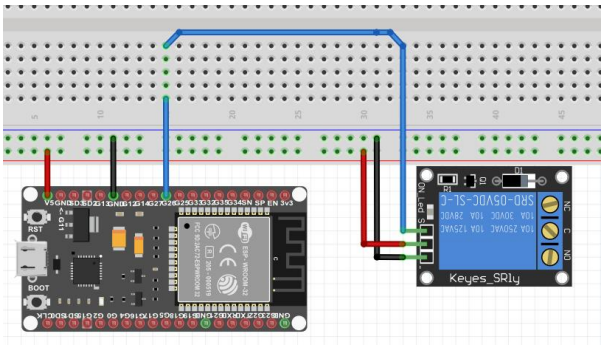

Figura 4 - Circuito de disparo de relé con optoacoplador a través de pines GPIO

Nota: Gráfico elaborado por los autores.

Este diseño se complementa con un sistema de protección contra sobretensiones, utilizando transistores y optoacopladores en el circuito de activación de los relés. Estos dispositivos actúan como aislantes entre el microcontrolador y las cerraduras solenoides, evitando que cualquier pico de voltaje generado por las cerraduras pueda dañar el ESP32. La protección también se asegura a través de una fuente de alimentación externa dedicada, que estabiliza el voltaje y asegura que los componentes del sistema reciban la energía necesaria sin interferencias.

El análisis preliminar de los resultados mostró que la configuración de la red Wi-Fi fue exitosa, permitiendo una comunicación continua y estable entre los dispositivos. Las pruebas realizadas confirmaron que los lectores RFID y las cerraduras solenoides respondieron sin errores, garantizando un funcionamiento adecuado del sistema en el entorno educativo del ISTLT.

Durante las pruebas de funcionamiento, se llevaron a cabo diferentes tipos de validaciones para garantizar que el sistema respondiera adecuadamente tanto a accesos autorizados como no autorizados. La Tabla 2 presenta los resultados de las pruebas que incluyeron la evaluación del tiempo de respuesta ante tarjetas autorizadas, la efectividad del sistema ante accesos no autorizados, y la capacidad de respuesta bajo condiciones de alta demanda. Los resultados confirman que el sistema responde de manera eficiente y estable, incluso cuando se simulan múltiples accesos consecutivos, con un leve incremento en el tiempo de respuesta bajo carga.

Tabla 2 - Resultados de las pruebas de funcionamiento del sistema RFID

Tipo de prueba	Resultado	Observaciones
Tiempo de respuesta (tarjetas autorizadas)	1.5 segundos promedio por tarjeta	Acceso rápido y eficiente.
Prueba de acceso no autorizado	Prueba de acceso no autorizado	Seguridad del sistema verificada.
Pruebas de estrés (5 accesos consecutivos	Tiempo de respuesta promedio de 2 segundos.	El sistema mantuvo estabilidad, aunque con un pequeño aumento en el tiempo de respuesta al manejar múltiples accesos.

Nota: Elaboración propia

3.4. Documentación Técnica para la Implementación del Sistema RFID

Como parte de la fase de instalación y configuración, se desarrolló una documentación técnica completa para garantizar que el sistema RFID sea fácilmente replicado y mantenido en el futuro. La Tabla 3 detalla el proceso de instalación, configuración de red, programación del microcontrolador ESP32, y mantenimiento de los components, de esta forma se asegura que el sistema funcione de manera efectiva. Además, se incluyen directrices para el mantenimiento, la solución de problemas y las mejores prácticas, lo que garantiza la continuidad del sistema en el tiempo y una operación eficiente en el entorno educativo.

Tabla 3 - Consideraciones clave del manual técnico para el uso de Proxmox

Consideración	Descripción	Propósito/Beneficio
Proceso de instalación	Guía detallada para la instalación de los componentes del sistema RFID, incluidos los lectores y cerraduras.	Asegura que todos los dispositivos estén correctamente instalados, garantizando la correcta integración del sistema.
Configuración de red	Instrucciones para la configuración de la red Wi-Fi, asignación de IP estáticas y habilitación de puertos.	Facilita la conectividad entre los dispositivos y garantiza un acceso remoto fluido para la administración del sistema.
Programación del microcontrolador	Guía paso a paso para la programación del ESP32 utilizando Arduino IDE para gestionar el sistema RFID.	Permite controlar las señales entre los lectores RFID, los relés y las cerraduras, asegurando un acceso seguro y eficiente.
Mantenimiento y actualización	Procedimiento para realizar mantenimiento preventivo, actualización del software y pruebas periódicas.	Asegura que el sistema siga funcionando de manera óptima a lo largo del tiempo, mejorando la confiabilidad y la seguridad.
Solución de problemas comunes	Guía para la identificación y resolución de problemas comunes, como fallos de lectura o accesos no autorizados.	Ayuda a los usuarios a resolver problemas técnicos sin depender del soporte técnico, garantizando la continuidad del sistema.
Recomendaciones y mejores prácticas	Sugerencias sobre cómo optimizar el rendimiento del sistema, incluyendo la gestión de tarjetas y el control de acceso.	Mejora la eficiencia del sistema y asegura una experiencia de usuario más fluida, minimizando errores de acceso y lectura.

Nota: Elaboración propia

4. DISCUSIÓN

La implementación de la tecnología RFID en el Instituto Superior Tecnológico Luis Tello (ISTLT) para el control de acceso a los casilleros de los docentes ha demostrado ser una solución viable, pero no exenta de limitaciones. Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con las experiencias previas descritas por otros autores en cuanto a las ventajas y los desafíos asociados con la implementación de tecnologías de acceso remoto y virtualización en entornos educativos.

En primer lugar, el estudio mostró que el sistema RFID fue eficiente en tareas simples, como la visualización de videos y la participación en foros, pero presentó retrasos y errores en tareas más complejas que requieren altos recursos, como la carga de archivos o la realización de cuestionarios. Este comportamiento coincide con las observaciones realizadas por Hardiansyah & Fakhlina (2023), quienes mencionan que una de las limitaciones de la virtualización y otras tecnologías de control de acceso basadas en RFID es el rendimiento del sistema cuando se enfrentan a aplicaciones que demandan un alto consumo de recursos. De manera similar, Ohanu et al. (2023) destaca que la infraestructura de hardware puede ser un factor limitante en la implementación de tecnologías avanzadas, y los resultados obtenidos en este estudio confirman que el hardware obsoleto del ISTLT impactó negativamente en el rendimiento del sistema durante las pruebas de estrés.

Además, se identificaron problemas de latencia y conectividad durante las pruebas de acceso remoto, especialmente cuando se realizaron múltiples accesos consecutivos. A pesar de que la red fue configurada correctamente, con direcciones IP estáticas y puertos habilitados, los problemas de latencia sugieren que la infraestructura de red del ISTLT no estaba completamente optimizada para manejar el acceso remoto simultáneo sin afectar el rendimiento del sistema. Este hallazgo es consistente con lo planteado por Baharum et al. (2020) y Brisbane (2024) quienes argumentan que la infraestructura de red en muchas instituciones educativas puede no ser adecuada para soportar tecnologías avanzadas de acceso remoto, especialmente en escenarios de alta demanda.

Por otro lado, un aspecto relevante que limita la generalización de los resultados es el uso de un muestreo no probabilístico por conveniencia, que fue adecuado para la fase piloto del estudio, pero no permite una evaluación representativa de todos los estudiantes. Elvira et al. (2024) y Andrade (2021) mencionan que este tipo de muestreo, aunque útil para estudios iniciales, puede restringir la capacidad de extrapolar los resultados a una población más amplia. Por lo tanto, para futuras investigaciones sería

recomendable utilizar un muestreo más amplio y representativo para obtener una visión más completa sobre los efectos de la implementación de RFID en diferentes grupos de estudiantes.

Pese a estas limitaciones, los resultados obtenidos en este estudio validan la viabilidad de la implementación de RFID para el control de acceso en entornos educativos. La literatura revisada, como la de Syahputra & Santoso (2025) y Duque-Suárez et al. (2023), refuerza la idea de que RFID es una solución eficiente y segura para la gestión de accesos en instituciones educativas. Sin embargo, también se ha confirmado que el éxito de su implementación depende de una infraestructura tecnológica adecuada, que debe ser capaz de soportar las demandas de las aplicaciones más exigentes. En este sentido, los problemas de rendimiento identificados en el estudio sugieren que el ISTLT debería considerar una actualización de su infraestructura tecnológica, tanto en términos de hardware como de red, para asegurar que el sistema funcione de manera eficiente bajo diferentes condiciones de uso.

Esta investigación aporta evidencia valiosa para la implementación de tecnologías RFID en contextos educativos, sugiriendo que, aunque estas tecnologías son efectivas en términos de seguridad y gestión, deben ser respaldadas por una infraestructura tecnológica adecuada. Las implicaciones de este estudio abren un espacio para futuras investigaciones que puedan abordar las limitaciones encontradas, especialmente aquellas relacionadas con el rendimiento de los sistemas en condiciones de alta demanda y la actualización de las infraestructuras tecnológicas en instituciones educativas con recursos limitados.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación confirman que la implementación de la tecnología RFID para el control de acceso a los casilleros en el Instituto Superior Tecnológico Luis Tello (ISTLT) ha sido viable desde una perspectiva técnica. El uso de los componentes seleccionados, como el microcontrolador ESP32 y el lector RFID RC522, demostró ser adecuado para satisfacer las necesidades del sistema de control de acceso. Estos componentes mostraron un rendimiento eficiente en tareas simples, lo que valida la aplicabilidad de RFID en entornos educativos con recursos limitados, alineándose con las observaciones de estudios previos (Hardiansyah & Fakhlina, 2023; Syahputra & Santoso, 2025).

No obstante, también se identificaron limitaciones en el rendimiento del sistema durante la ejecución de tareas que requerían altos recursos, como la carga de archivos o la realización de cuestionarios. Estos problemas de retraso y errores en el acceso a recursos demandantes reflejan la necesidad de actualizar la infraestructura de hardware del ISTLT, especialmente en lo que respecta a la memoria y capacidad de procesamiento. Este hallazgo es consistente con los estudios de Ohanu et al (2023) y Brisbane (2024), que advierten sobre las limitaciones de la infraestructura tecnológica en la implementación de tecnologías avanzadas en entornos educativos.

Las pruebas también revelaron problemas de conectividad y latencia durante los accesos simultáneos, lo que sugiere que la infraestructura de red del instituto no está completamente optimizada para manejar el acceso remoto en condiciones de alta demanda. Esta limitación coincide con lo señalado por Baharum et al. (2020), quienes destacan la importancia de una infraestructura de red robusta para garantizar la eficiencia de los sistemas de acceso remoto.

En cuanto al trabajo futuro, se recomienda una actualización integral del hardware y la infraestructura de red del ISTLT, lo que permitiría optimizar el rendimiento del sistema y mejorar la experiencia del usuario en tareas que requieren mayores recursos. Además, sería beneficioso realizar investigaciones futuras con muestras más amplias y representativas, lo que permitiría evaluar el impacto de la tecnología RFID en un contexto educativo más amplio.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés de ninguna naturaleza en la presente investigación.

REFERENCIAS

Acevedo Vega, G., Gómez Cárdenas, A., & Pérez Machorro, J. (2023). Aprovechamiento e integración de la tecnología RFID en la administración de la educación. *REVISTA IPSUMTEC*, *6*(5), 149–159. https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v6i5.234

Akbar Siregar, S., Hamni, M., Majdina Simanulang, P., Rezeki, S., Jeriko, F., & Aqil, M. (2023). Pemanfaatan Radio Frequency Identification (RFID) Pada Sistem Multi Akses

Mahasiswa. *Jurnal Komputer Teknologi Informasi Sistem Informasi (JUKTISI)*, *2*(1), 208–213. https://doi.org/10.62712/juktisi.v2i1.36

Andrade, C. (2021). The inconvenient truth about convenience and purposive samples. *Indian journal of psychological medicine*, *43*(1), 86-88. Andrade, C. (2021). The inconvenient truth about convenience and purposive samples. *Indian journal of psychological medicine*, *43*(1), 86-88. https://doi.org/10.1177/0253717620977000

Baharum, Z., Raziman, S. F., Rahman, F. A., & Ahmad, N. A. (2020). The Secure Authentication System using RFID System for Institute of Higher Education: Towards Management Perception. http://hdl.handle.net/123456789/23627

Brisbane, J. S. (2024). Enhancing School Security System Using RFID: A Comprehensive Approach. *Int. Sci. J. Eng. Manag*, *3*(03), 1-9.

Costa, N. S., Martins, A. da R., Oliveira, J. M. de, Gomes, A. M., & Santos, J. P. dos. (2025). A obsolescência programada do conhecimento: os benefícios e desafios da educação com data de validade. *Caderno Pedagógico*, *22*(1), e13514. https://doi.org/10.54033/cadpedv22n1-190

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.

Deckert, J. & Wilson, M. (2023). *Descriptive research methods*. En T. Welsh, J. P. Ambegaonkar, y L. Mainwaring (Eds.), *Research methods in the dance sciences* (cap. 11). Gainesville, FL, USA: University Press of Florida. https://doi.org/10.5744/florida/9780813069548.003.0011

Duque-Suárez, M. C., Clavijo-Pérez, C. M., Molina-Granados, J. E., & Duque-Suárez, O. M. (2023). Sistema de control de acceso utilizando tecnologías RFID. *Revista Teinnova*, *7*(1), 23–31. https://doi.org/10.23850/25007211.5479

Elvira, M., Sainuddin, S., Purnama, D. N., & Mukti, T. (2024). Evaluating Content Validity Trends Across Years: A Systematic Dataset Review. *Data in Brief*. https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4726776

Faulianur, R., Salfikar, I., & Mustafa, A. (2025). Loker Penyimpanan Kunci Laboratorium Otomatis dengan RFID Berbasis Raspberry Pi. *J-Innovation*, *14*(1), 16-24. https://doi.org/10.55600/jipa.v14i1.327

Hardiansyah, H. T., & Fakhlina, R. J. (2023). IMPLEMENTASI RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION) DI UPT PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS NEGERI MALANG. *Maktabatuna: Jurnal Kajian Kepustakawanan*, *5*(1), 27-40. https://doi.org/10.15548/mj.v5i1.6448

Khan, M. M. (2020). RFID technology: Building a new environment in academic libraries. *The Eastern Librarian*, *25*(1), 129-142. http://www.lab.org.bd/journal

Miles, M., Huberman, A., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. 3rd ed. Arizona State University, CA: Sage. https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-data-analysis/book246128

Mojadeddi, Z., & Rosenberg, J. (2024). Automated transcription of interviews in qualitative research using artificial intelligence: a simple guide. J Surg Res Prac, 5, 1-6. https://doi.org/10.46889/JSRP.2024/5204

Montero, E., Segura, K., Montero, O., & Montero, S. (2024). Evaluación de la validez y fiabilidad en estudios científicos: Revisión sistemática de métodos y buenas prácticas. *Ciencia Y Educación*, 365 - 387. https://doi.org/10.5281/zenodo.14207509

Muhammad Al Imran, Muhammad Fikry, & Sujacka Retno. (2025). Enhancing Academic Security with RFID-Based Smart Locks and Real-Time Attendance Tracking System. *Proceedings of International Conference on Multidisciplinary Engineering*

(ICOMDEN), *2*, 00076. Retrieved from https://proceedings.unimal.ac.id/icomden/article/view/906

Necochea-Chamorro, J. I., Sotelo Asalde, C. M., Loli Nuñez, M. E., & del Rosario Vasquez Valencia, Y. (2024). Systematic Literature Review: Biometric Technology Applied to Educational Institutions. *TEM Journal*, *13*(1). https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=1222945

Ohanu, C. P., Christiana, U. O., Ogbuefi, U. C., & Sutikno, T. (2023). Implementation of a radio frequency identification and detection technology based digital class attendance system for university students. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, *32*(2), 1206-1214. 10.11591/ijeecs.v32.i2.pp1206-1214

Ramadhani, N. (2023). IMPLEMENTASI RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION) PADA SISTEM INFORMASI SLIMS DI UPT PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA. *Jurnal Multidisipliner Kapalamada*, *2*(03), 161-172. https://doi.org/10.62668/kapalamada.v2i03.818

Rathinasabapathy, G., & Rajendran, L. (2009). RFID technology and library security: emerging challenges. *Journal of Lib. Inf. & Comm. Technology Vol*, *1*(1).

Syahputra, M., & Santoso, A. (2025). Rancang Bangun Sistem Absensi Otomatis Berbasis RFID Dan ESP32 Di Kampus AMIK Polibisnis Perdagangan. *Jurnal Minfo Polgan*, *14*(1), 614-622. https://doi.org/10.33395/jmp.v14i1.14816

Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. Sage Publications.