

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

DISEÑO DE SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN, SEGURIDAD Y ACCESO DEL EDIFICIO DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA EPN

DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE SEGURIDAD

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

DAMIAN ISMAEL PAZ NAULA

DIRECTOR: Ing. ALAN DANIEL CUENCA SÁNCHEZ MSC.

DMQ, agosto 2023

CERTIFICACIONES

Yo, Damián Ismael Paz Naula declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

DAMIÁN ISMAEL PAZ NAULA

damian.paznaula@epn.edu.ec

ismael26g@gmail.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por el Sr. Damián Ismael Paz Naula, bajo mi supervisión.

ING. ALAN DANIEL CUENCA SÁNCHEZ MSC.

DIRECTOR

alan.cuenca@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

Damián Ismael Paz Naula

Correo: damian.paznaula@epn.edu.ec

Teléfono: 099 7108 940

DEDICATORIA

A mi madre, Ana Lucia, quien no entendía, pero le encanta mi trabajo.

Mi padre Richard, que siempre tenía una mejor solución si se empezaba de cero.

Mi hermano Diego, quien decía mejorar mi trabajo si usaba otro tipo de componentes.

Mis abuelos Enrique, Susana y Mercedes

Que guiaron supieron aconsejarme y enseñar.

Amigos, todos aquellos, que aportaron

En mi crecimiento personal.

Y a los Frinkis, belicosos, borrachos y buenos panas.

Damián Paz

AGRADECIMIENTO

Nunca espere llegar hasta este punto, a lo largo de tantos eventos, aciertos y errores que oculte, personas que llegaron para quedarse y aquellos que ya no están, todos siguen eternos en mi memoria.

Por ello, quiero agradecer a mi familia por darme la oportunidad de ser aquello que me permita despertar en las mañanas, feliz.

Gracias, a los maestros que confiaron en mis habilidades, compañeros, amigos y futuros colegas los cuales sus enseñanzas académicas, sociales y emocionales son pilar de mi trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3 ALCANCE.....	2
1.4 MARCO TEÓRICO.....	3
2 METODOLOGÍA.....	7
2.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	7
2.2 PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD.....	14
2.3 VENTAJAS DE LA PROPUESTA ESTABLECIDA	25
3 RESULTADOS	28
3.1 DIAGRAMA DEL SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA.....	28
3.2 ESTUDIO ECONÓMICO.....	29
3.3 INFORME TÉCNICO.....	29
4 CONCLUSIONES	30
5 RECOMENDACIONES.....	32
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
7 ANEXOS.....	35
ANEXO I. PORCENTAJE DE SIMILITUD GENERADO POR TURNITIN	36
ANEXO II. CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.....	37
ANEXO III. CARACTERÍSTICA DE EQUIPOS ACTUALES.....	38
ANEXO IV. CARACTERÍSTICA DE EQUIPOS PROPUESTOS.....	44
ANEXO V. PLANO ACTUAL DE DISTRIBUCIÓN DE CÁMARAS POR PISO.....	50
ANEXO VI. PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE CÁMARAS PROPUESTO POR PISO.....	54
ANEXO VII. COTIZACIONES.....	58
ANEXO VIII. INFORME TÉCNICO.....	60

RESUMEN

El presente documento corresponde al componente de “DISEÑO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD” del proyecto conjunto para el “DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN, SEGURIDAD Y ACCESO DEL EDIFICIO DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA EPN” como parte de un proyecto de contribución de la Escuela de Formación de Tecnólogos, ESFOT, a la Escuela Politécnica Nacional, EPN.

El proyecto comprende de siete secciones las cuales se explican a continuación:

La sección uno expone objetivos tanto general y específicos, concebidos al planear el enfoque del proyecto, alcance y marco teórico fundamental de los cimientos del diseño proyectado.

La sección dos, correspondiente al método consumado en el levantamiento del estado actual del sistema para video vigilancia, las propuestas planteadas para el mejoramiento del sistema de seguridad, solución sugerida para solventar las exigencias presentadas y ventajas de los sistemas.

La sección tres, puntualiza los resultados esperados con el proyecto, tomando en cuenta diagramas de video vigilancia propuestos, estudio económico e informe técnico en caso de una posible implementación.

La cuarta sección abarca las conclusiones alcanzadas cronológicamente, en el seguimiento y diseño del proyecto de titulación.

La sección cinco plantea recomendaciones que se deberían tomar en cuenta para la implementación de los sistemas diseñados.

La sexta sección sostiene las fuentes bibliográficas utilizadas en búsqueda de solventar el diseño de los sistemas.

Para finalizar, la séptima sección abarca los anexos, que incluyen certificado de originalidad, funcionamiento, diagramas, datos técnicos, entre otros.

PALABRAS CLAVE: DFB - EPN, Inmótica, Domótica, Protocolo de comunicación, CCTV.

ABSTRACT

This document corresponds to the "DESING OF THE SECURITY SYSTEM" component of the joint project for the "DESIGN OF THE LIGHTING, SECURITY AND ACCESS CONTROL SYSTEM OF THE EPN BASIC SCIENCE BUILDING" as part of a contribution project of the School for the Training of Technologists, ESFOT, to the National Polytechnic School, EPN.

The project comprises seven sections which are explained below:

Section one sets out general and specific objectives, conceived in planning the project approach, scope and fundamental theoretical framework of the foundation of the projected design.

Section two, corresponding to the method used in the survey of the current state of the video surveillance system, the proposal proposed for the improvement of the security system, the suggested solution to meet the requirements presented and the advantages of the system.

The third section points out the expected results of the project, considering the proposed video surveillance diagrams, the economic study, and the technical report in case of possible implementation.

The fourth section covers the conclusions reached chronologically, in the follow-up and design of the degree project.

Section five presents recommendations that should be considered for the implementation of the designed system.

The sixth section supports the bibliographic sources used in the search for a solution to the design of the system.

Finally, the seventh section includes the annexes, which include certificates of originality, operation, diagrams, technical data and others.

KEY WORDS: DFB - EPN, Inmotics, Domotics, Communication protocol, CCTV.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

Con la premisa de prestar una contribución en el mejoramiento del ambiente politécnico presente en el Departamento de Formación Básica, DFB, para el apartado de seguridad y con la finalidad de facilitar la posterior implementación del circuito cerrado de televisión, CCTV, propuesto, la ESFOT proporciona el diseño del sistema de video vigilancia, con afán de solventar las necesidades y ascender un escalón en el desarrollo tecnológico por temas de seguridad de dicho edificio.

Con base en lo establecido anteriormente, se inició con el levantamiento del estado actual del sistema para video vigilancia teniendo como guía el informe técnico entregado por el DFB, correspondiente a la adquisición de cámaras de seguridad durante el periodo 2022, donde se exponen: ubicaciones, características técnicas de los equipos instalados, protocolo de comunicación establecido, medio de almacenamiento, puntos de vigilancia y mano de obra realizada en el ensamble del sistema actual. Además de agregar los requerimientos planteados por el Ing. Francisco Charo, actual encargado del sistema de vigilancia [1].

La propuesta planteada para el mejoramiento del sistema de seguridad exhibe nuevos protocolos de comunicación para nuevos equipos, fundamentado en un sistema inmótico de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, PUCE. El cual consta de entablar la comunicación entre cámaras rotativas con direcciones particulares de protocolo de internet o IP, uno de los sistemas mediante dispositivos conmutadores para transmitir datos y alimentación por medio de un único cable ethernet mayormente conocidos como Switch PoE, un equipo de grabación *Network video Recorder*, NVR, específico para el procesamiento del formato de video, mientras el segundo sistema se conecta inalámbricamente a la red de la edificación. Ambos permiten el uso de servidores de almacenamiento del material grabado, el cual se proyecta en centros de monitoreo y dispositivos móviles. Todo por medio de una única red LAN [2].

Los diseños se exhiben de manera tal que de cada sistema se plasman las ventajas, inmótico del circuito CCTV, una comparativa del estado actual frente al propuesto y la exposición de mejoras al implementar el cambio del sistema de video vigilancia. Es decir, al contrastar el estado actual el cual consta de únicamente dos cámaras

por pasillo en los últimos cuatro pisos del edificio #14; se lo considera como insuficiente para controlar el masivo flujo de personas que se movilizan en el área, además de no contar con un medio de visualización ni puntos de vigilancia específicos para dicha labor.

Finalmente, para la entrega de este proyecto se realiza un listado de equipos mínimos requeridos para la instalación y conexión, la cotización de los mismos y el informe técnico para el uso y mantenimiento de los instrumentos, en caso de una posible implementación.

En el Anexo II se encuentra el certificado del proyecto, que valida el correcto diseño del mismo.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar el sistema de control de seguridad del Edificio de Ciencias Básicas de la EPN.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el levantamiento de información del estado actual de las instalaciones del edificio de ciencias básica de la EPN.
- Plantear propuestas de mejoramiento de sistema de seguridad del edificio.
- Analizar las ventajas de las propuestas establecidas.
- Realizar el diagrama de cada sistema de video vigilancia.
- Realizar un estudio económico.
- Elaborar un informe técnico para la posible implementación del sistema de seguridad.

1.3 ALCANCE

El proyecto abarca únicamente la propuesta de diseño del sistema de video vigilancia y las mejoras previstas al modernizar los equipos y comunicaciones con el fin de cumplir las siguientes características:

- Diagrama de diseño del sistema de monitoreo.
- Grabación continua con la capacidad de visualización.
- Control de forma remota por medio de dispositivos conectados a una red.
- Medio de almacenamiento físico de información, hasta un mes de almacenamiento en la nube.

Atributos:

- Interfaz de monitoreo remoto, seguro y de amigable interacción con el usuario.
- Control de video cámaras de forma manual y por medio de dispositivos móviles enlazados a la red de vigilancia.
- Constante suministro de alimentación eléctrica y un ancho de banda integro para un óptimo funcionamiento del circuito.

1.4 MARCO TEÓRICO

LA INMÓTICA

La inmótica, integración de la tecnología en los sistemas de edificios y hogares, ha avanzado significativamente en los últimos años. Los sistemas de automatización del hogar que anteriormente solo controlaban la iluminación y la temperatura ahora pueden controlar casi todas las funciones del hogar, seguridad, entretenimiento, accesos y video vigilancia [3]. En la Figura 1.1 se muestra el diagrama de control para diferentes zonas de una instalación.

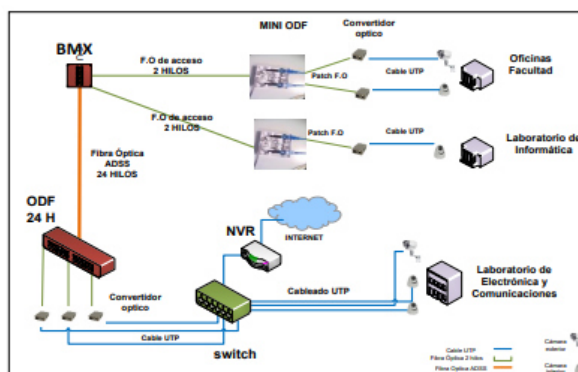


Figura 1.1. Diagrama de control inmótico para zonas comunes - UPSE [4].

Se ha logrado un avance significativo en el sector comercial e industrial, donde los sistemas de control de edificios monitorean y controlan el uso de energía, los sistemas de iluminación, la ventilación y el aire acondicionado para maximizar la eficiencia y reducir el consumo energético. Además, los sistemas de seguridad y control de acceso están integrados en la inmótica, lo que permite a los usuarios controlar y monitorear su instalación desde cualquier ubicación de manera remota por medio de dispositivos inteligentes [3].

Sin embargo, estos avances cuentan con un enfoque sectorizado, con base en la cultura y ambiente geográfico donde se desarrollan. Por ejemplo: dentro de la cultura asiática donde comúnmente la higiene es un principio arraigado en sus raíces, la inmótica busca evitar en su totalidad el contacto físico con objetos de uso público, mientras que, en toda América, por los constantes altercados y circunstancias incriminatorias los sistemas de video vigilancia son el ápice de seguridad para un registro de hechos en negocios enfocados en hospedaje, centros comerciales y pequeños locales.

En conclusión, la inmótica sigue expandiéndose en diversos sectores, incluyendo hogares, edificios comerciales e industriales. Los avances tecnológicos continúan ampliando las capacidades de la inmótica con base a las necesidades geográficas, lo cual mejora la seguridad y comodidad del usuario. Se espera que la inmótica siga avanzando en el futuro cercano, revolucionando la forma en que se interactúa con los hogares y edificios.

PROTOSCOLOS DE COMUNICACIÓN WI-FI.

Los protocolos de comunicación por Wi-Fi son los estándares que se utilizan para la comunicación inalámbrica de datos entre dispositivos a través de una red Wi-Fi. Es un estándar utilizado para la transmisión de datos de forma inalámbrica entre dispositivos. Funciona en las bandas de frecuencia de 2.4(GHz) y 5(GHz), y utiliza la modulación de amplitud en cuadratura (QAM) y la modulación de fase para transmitir datos a alta velocidad. También utiliza el protocolo de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) para permitir que varios dispositivos se conecten a la red al mismo tiempo sin interferir entre sí. Dos de los protocolos más comúnmente utilizados son:

802.11b: Este protocolo funciona en la frecuencia de 2.4(GHz) y proporciona una velocidad máxima de transferencia de datos de hasta 11(Mb/s).

802.11ac: Este protocolo utiliza la banda de frecuencia de 5(GHz) y proporciona una velocidad de transferencia de datos de hasta 1(Gb/s).

Cada protocolo tiene sus ventajas y limitaciones, de alcance y velocidad, las cuales se indican en la Figura 1.2, dependiendo de las necesidades específicas de la red Wi-Fi [5].

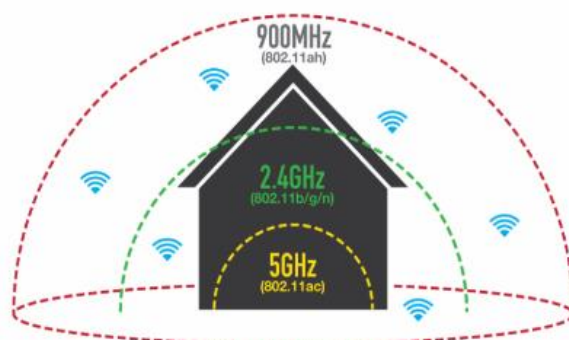


Figura 1.2. Comparativa de velocidades y red en protocolos Wi-Fi, [5].

Dentro de aquellos protocolos se encuentra aquel que presenta mayor expectativa a futuro, el denominado Wi-Fi directo, también conocido como Wi-Fi P2P, tecnología que permite la comunicación entre dispositivo a dispositivo dentro de una misma red LAN inalámbrica.

Lo cual permite la interacción dinámica de elementos móviles como mandos, que cumplen la función de puntos de acceso a la infraestructura. Se considera que dicho protocolo sea capaz de comercializarse libremente y permitir la transferencia de archivos, compartición de recursos, disseminación de alertas y más. La complicación actual del mismo se encuentra en el rendimiento, el cual se limita para área con conexión constante y estable. [6]

SISTEMAS DE VIDEO VIGILANCIA EN CENTROS DE EDUCACIÓN.

Los sistemas de video vigilancia en centros educativos han sido cada vez más utilizados debido a su eficacia en la seguridad y protección de los estudiantes. Los sistemas de vigilancia son diseñados para monitorear áreas específicas de la escuela en tiempo real. Además, las cámaras de seguridad también proporcionan

evidencia en caso de incidentes, ayudando a las autoridades a tomar medidas preventivas apropiadas.

Estos sistemas también pueden ser programados para emitir alertas en caso de detectar comportamientos sospechosos o situaciones de riesgo, permitiendo a los administradores o personal de seguridad responder de manera oportuna ante una posible amenaza. Los sistemas de alertas también pueden ser conectados a sistemas de alarma para notificar a la policía o bomberos en caso de una emergencia [7].

Otra ventaja de los sistemas de video vigilancia es que pueden ser utilizados para monitorear los comportamientos de los estudiantes, siempre y cuando se realice y revise el metraje grabado de manera constante, como se indica en la Figura 1.3, más aún en centros de educación infantil y preescolar permitiendo detectar cualquier actividad inapropiada o comportamiento *bullying*. Esto también proporciona información valiosa a los profesores para hacer seguimiento a los estudiantes y abordar cualquier problema que sea identificado dentro y fuera de las aulas [8].



Figura 1.3. Área de vigilancia - UNLP [8].

Sin embargo, el uso de sistemas de video vigilancia en centros educativos también debe ser manejado con precaución y en cumplimiento con las leyes de privacidad. Los administradores escolares deben establecer políticas claras y transparentes para el uso de cámaras de vigilancia en la escuela, asegurándose de que los estudiantes y el personal estén informados adecuadamente sobre el uso de este tipo de tecnología.

2 METODOLOGÍA

2.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.

La edificación #14, consta de seis pisos, siendo los cuatro últimos pertenecientes al DFB junto a la biblioteca del segundo piso y los restantes empleados por la FIM. Con base en, el informe técnico del sistema actual fue necesario la perforación para tubos de 1" y 1 ½" de diámetro a través de suelo y paredes respectivamente, como se indica en la Figura 2.1, a continuación, los conductos en los cuales pasaron los cables UTP y BNC para el enlace y lectura de video.



Figura 2.1. Perforación de losa para conductor de tubo de 1" y 1 ½" - EPN [1].

Los dispositivos de video vigilancia para el complejo son de la marca Hikvision DS-2CE16H0T-ITPF (véase las características técnicas en Anexo III), las cuales se encuentran enlazadas en un circuito CCTV, a un Switch por medio de conexión tradicional directa a través de la obra realizada. Dichos dispositivos se ubican siguiendo el diagrama de la Figura 2.2 con dirección a un *digital video recorder*, DVR, en el estante para equipos.



Figura 2.2. Plano de posicionamiento de cámaras - EPN [1].

En las áreas de pasillos, escaleras y aulas no hay medios para observación de actividades. Se muestra en el Anexo IV el tipo y número actual de cámaras por área y piso.

Subsecuentemente, para la realización del centro de monitoreo se encuentran dos discos de almacenamiento valorados en 1TB cada uno, como muestra la Figura 2.3. Actualmente la decena de cámaras de video vigilancia se enlazan en dos monitores personales, uno de ellos junto al grabador y el otro en la oficina personal del Ing. Charro como se muestra en la Figura 2.5.



Figura 2.3.HDD para almacenamiento de cinta - EPN [1].

Como se aprecia en la Figura 2.2 las cámaras abarcan un control de los corredores y la biblioteca del DFB en el segundo piso, sin ángulo muerto general. En la Figura 2.4 se aprecia la carencia de resolución de los equipos.

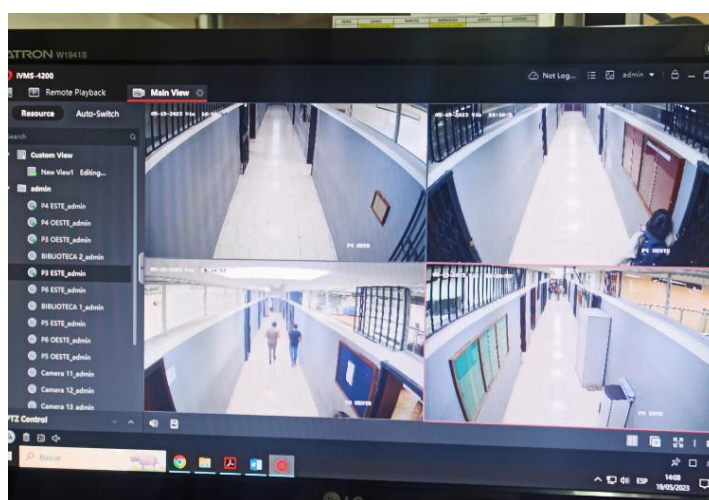


Figura 2.4.Revisión de ángulo y resolución de cámaras.

Finalmente, en lo que respecta a los puntos de vigilancia para observación de las cámaras, se cuenta con dos únicos puntos indicados en la Figura 2.5, el primero en el monitor de la oficina personal del Ing. Francisco Charro y el segundo junto al DVR, con planes de implementar dos pantallas en las inmediaciones del guardia de seguridad.

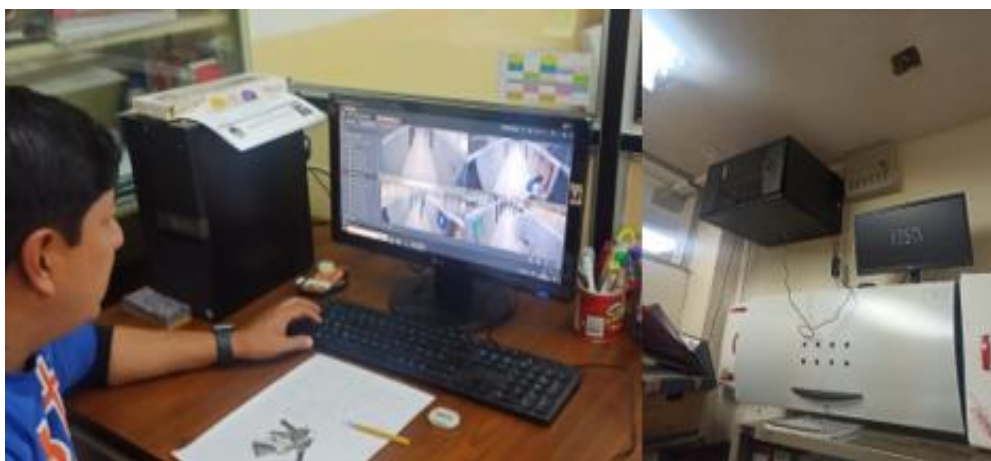


Figura 2.5. Actuales puntos de vigilancia.

REQUERIMIENTOS

Se procedió a una entrevista con el Ing. Francisco Charro, encargado del sistema de video vigilancia del DFB, quien estableció con base en el estado actual de las instalaciones los principales requerimientos que se deben cumplir con el presente proyecto. Dichos requerimientos se mencionan a continuación:

Mejoramiento de la señal de Internet.

Uno de los requerimientos es, disponer de mayor ancho de banda en lo que respecta a protocolo Wi-Fi, considerando la buena calidad de velocidad en el flujo de información por medio de la comunicación por Ethernet. Por lo tanto, en ese aspecto se puede implementar un router que proporcione dicha red para satisfacer la conexión de las cámaras, en contra posición de aparecer una caída en la descarga de datos al conectar el CCTV. En la Figura 2.6 se aprecia el protocolo de comunicación utilizado.

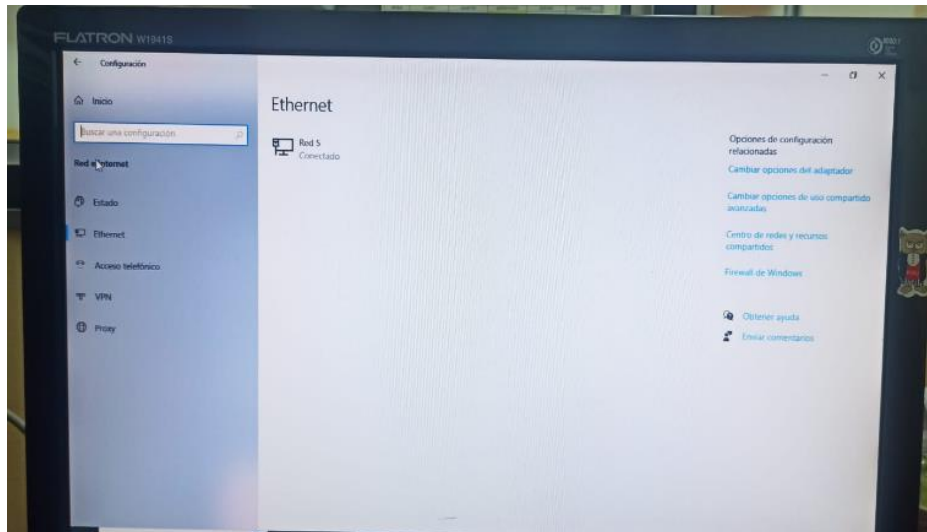


Figura 2.6.Protocolo de Comunicación.

Teniendo en cuenta los datos, de velocidad en la red, presentes en la Figura 2.7, para solventar la caída de red por distancia al rúter principal se plantea la posibilidad de implementar repetidores en base a los puntos de acceso por cable.

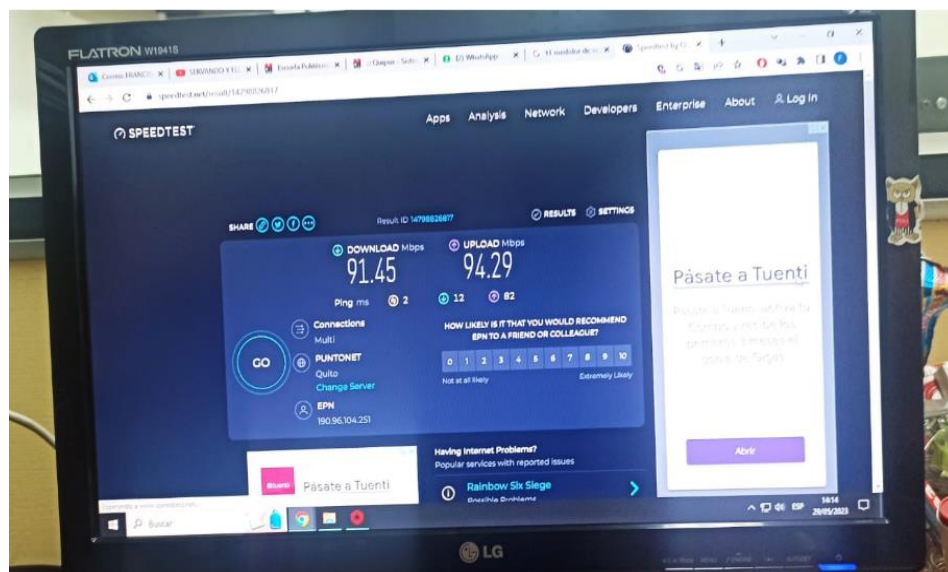


Figura 2.7.Ancho de banda.

Se concluye que abarcar una nueva señal con base a conexión a la red LAN privada (véase Figura 2.8) de los docentes, es factible.

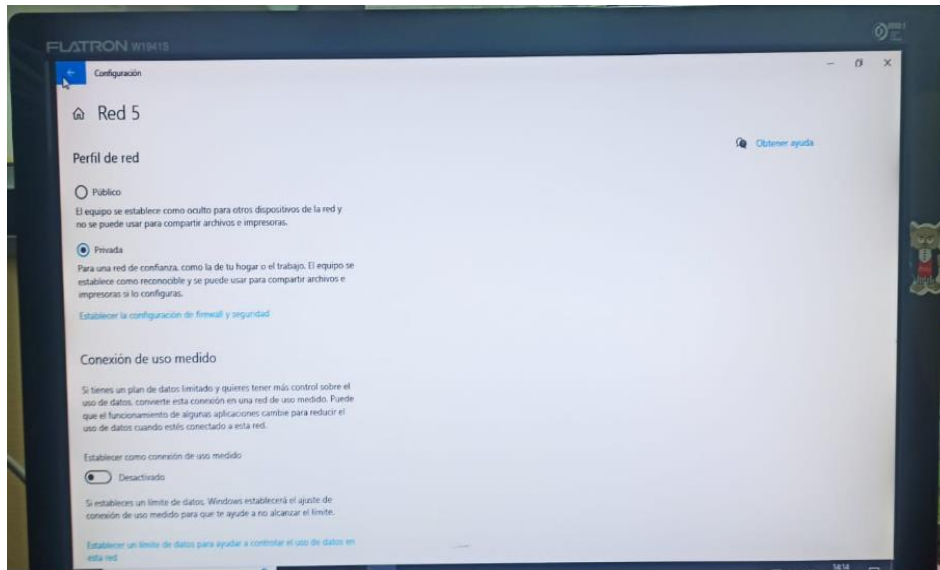


Figura 2.8. Tipo de Red.

Mayor seguridad en aulas de clase, pasillos y escalera.

En vista de los nuevos equipos de primera necesidad, presentes en la Figura 2.9, para brindar una clase más interactiva y dinámica para el plantel estudiantil por parte del personal DFB, se colocaron equipos de proyección de imagen y video.



Figura 2.9. Aulas del edificio #14.

Para salvaguardar la integridad estructural de la edificación junto a la dignidad estudiantil, se propone la ampliación del circuito integrado de vigilancia en las aulas, pasillos y escaleras. En la Figura 2.10, se observa el interior de un aula, que se desea monitorear con la instalación de cámaras que abarquen un ángulo de visión tanto de equipos como estudiantes.



Figura 2.10. Interior de un aula.

Además, para ampliar las áreas monitoreadas, se deben agregar puntos de video vigilancia en zonas con amplio flujo de personas, como son las zonas de acceso al pasillo tal como se indica en la Figura 2.11.

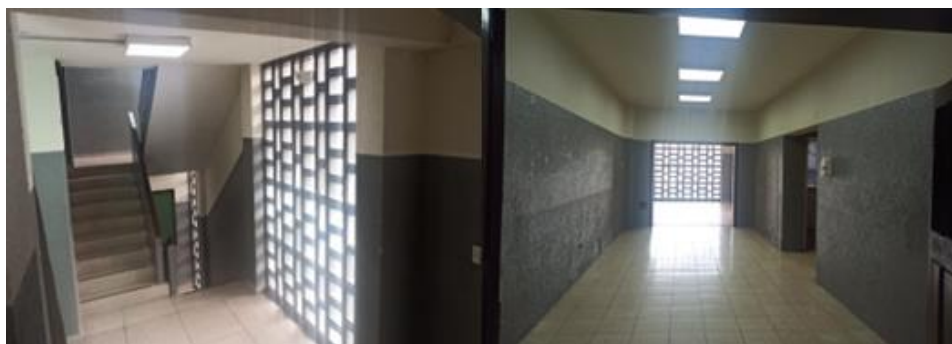


Figura 2.11. Corredor de ingreso a pasillo.

Finalmente, para solventar todos los puntos ciegos posibles, se debe controlar la movilización de personas fuera de horarios convencionales. En espacios de acceso a las aulas y oficinas el control de las escaleras es fundamental para horas fuera de horarios de clase, con lo cual se plantea una cámara de video vigilancia en el descanso entre la subida de la escalera en cada piso, como se indica en la Figura 2.12.

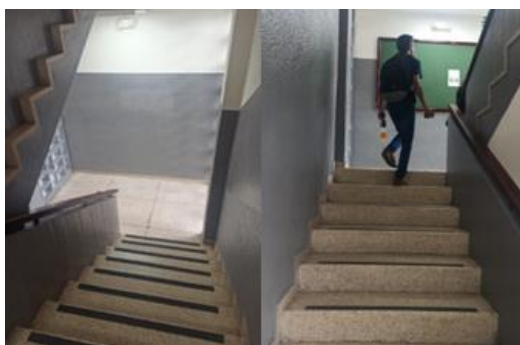


Figura 2.12. Escaleras de acceso peatonal.

Puestos de control para video vigilancia.

Disponer de al menos una estancia de control para monitorear el estado de grabación de las cámaras de video vigilancia es obligatorio. Como se presenta en la Figura 2.13 el departamento de formación básica cuenta con un área para el control de acceso de los estudiantes en la entrada del edificio.



Figura 2.13.Actual punto de vigilancia el edificio #14.

Sin embargo, en el estado actual no se cuenta con una zona especializada para dicha acción. Por lo tanto, se recomienda un punto de vigilancia a la entrada del edificio tal cual lo dispone la ESFOT, ya que, disponer de pantallas en guardianía, mejora la eficiencia y ahorra recursos de mano de obra al permitir revisar los videos continuamente, como se indica en la Figura 2.14.

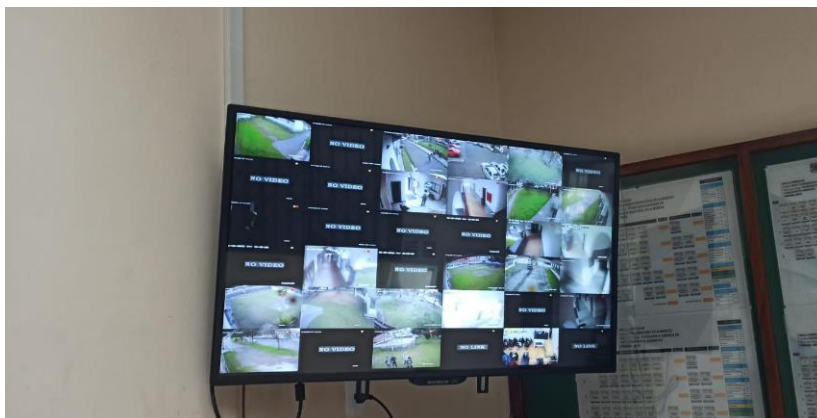


Figura 2.14.Centro de control ESFOT.

Para ejemplificar la utilidad del control remoto, en la Figura 2.15 se representa un ejemplo de visualización en dispositivos móviles para controlar zonas abiertas durante la noche o zonas oscuras.

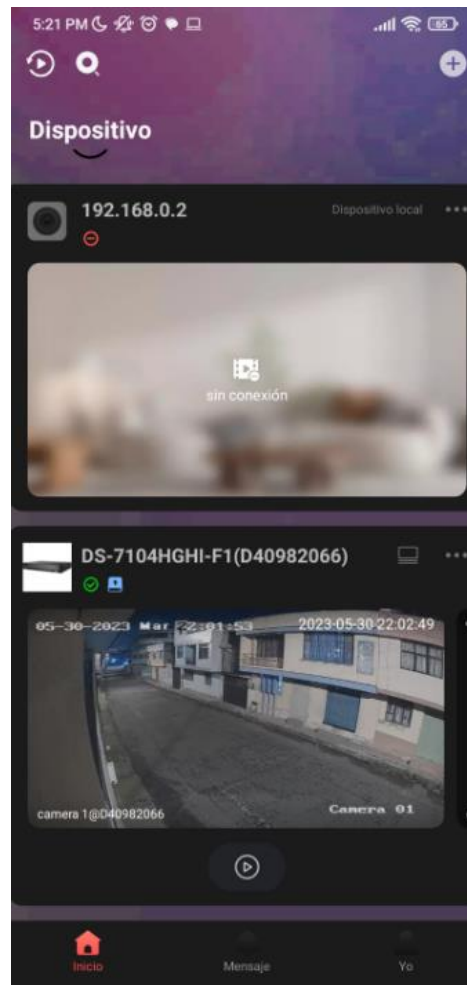


Figura 2.15.Control remoto Hik-Connect para dispositivos móviles.

2.2 PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD.

SISTEMA CABLEADO

Para conservar la mayor parte del proyecto ya implementado, plantear una mejora sustancial en el sistema de video vigilancia y aparte aportar a los planes futuros de la directiva del DFB, una de las soluciones es remplazar las cámaras de video vigilancia de cableado BNC y conservar la infraestructura de tubos del cableado junto a los puntos de cable ethernet implementando repetidores de señal Wi-Fi. Y así utilizar cámaras que funcionen por protocolo Wi-Fi.

A diferencia con la conexión de cableado tradicional este protocolo de comunicación puede utilizar el servidor ya existente de la edificación, para que procese y redirija la señal de cada cámara a la respectiva ventana de la pantalla.

Los equipos deben estar en una única red, con dirección IP diferente, para poder interactuar entre sí de forma individual, de igual forma la manipulación del sistema se basa en la aplicación compatible con el grabador. El diagrama de la instalación del sistema de video vigilancia por Wi-Fi tomado como referencia se muestra en la Figura 2.16.

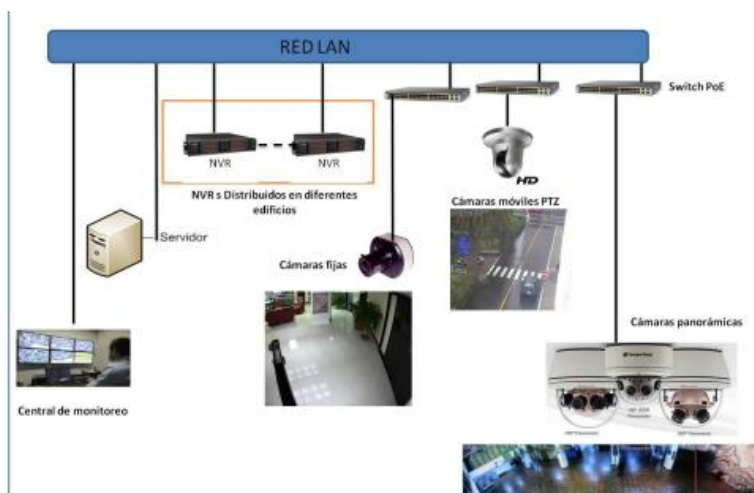


Figura 2.16.Diagrama de sistema de video vigilancia por Wi-Fi – PUCE, [7].

Antes de analizar el ancho de banda se debe calcular la latencia de red consumida por las conexiones de las cámaras de videovigilancia, con base en la resolución de los equipos utilizados, se aplica la Ecuación 2.1.

$$Latencia = Resolución * \# de cámaras$$

Ecuación 2.1. Latencia de red consumida.

Donde el número de equipos está determinado por las conexiones a los switches, según la Figura 2.17.

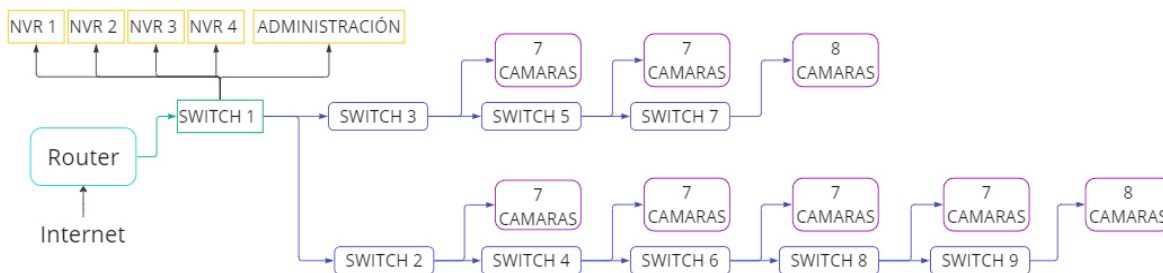


Figura 2.17. Diagrama de flujo para red cableada.

El número total de cámaras propuesto está determinado por pisos en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Número de equipos y resolución individual.

PISOS	NÚMERO EQUIPOS	RESOLUCIÓN
3	6	4 (MP)
4	14	
5	16	
6	17	
TOTAL	53	

Una vez establecido lo anterior se determina que la latencia consumida es de 212(Mbps) con una expansión hasta de 232(Mbps) para las 53 cámaras propuestas con una posibilidad de expansión hasta 58 cámaras de 4(MP) cada una respectivamente. Es decir, en base a la conexión propuesta el rúter exige a la red un consumo constante de 212(Mbps) dividido en dos ramales de 88(Mbps) para los pisos 3 y 5 y 124(Mbps) para los pisos 4 y 6.

SISTEMA INALÁMBRICO

En búsqueda de mejorar aquello establecido por el DFB se plantea una segunda propuesta con base en una instalación con cámaras de nueva tecnología que no requieran de cableado, más allá de la alimentación mediante luz convencional.

Este sistema, no requiere del uso de componentes de traspaso de datos, conversión de formato o almacenamiento físico externo ya que el metraje grabado se almacena de forma interna en la cámara dentro de una tarjeta microSD de 512(GB), además de ser compatible con guardado inteligente en servidores externos con posibilidades de ampliación a un módico precio, finalmente esta marca al ser una subsidiaria de Hikvision es completamente compatible con la aplicación Hik-Connect para monitoreo en televisiones, pantallas y dispositivos móviles.

Aplicando el mismo procedimiento de cómputo realizado para la propuesta anterior (Ecuación 2.1 y Tabla 2.1) se obtiene que la latencia consumida es de 583(Mbps) para las 53 cámaras planteadas de 11(Mbps) cada una. Es decir, con base a la conexión propuesta el rúter exige a la red un consumo constante de 583(Mbps) para todo el sistema de video vigilancia. Formando el diagrama de conexión de la Figura 2.18.

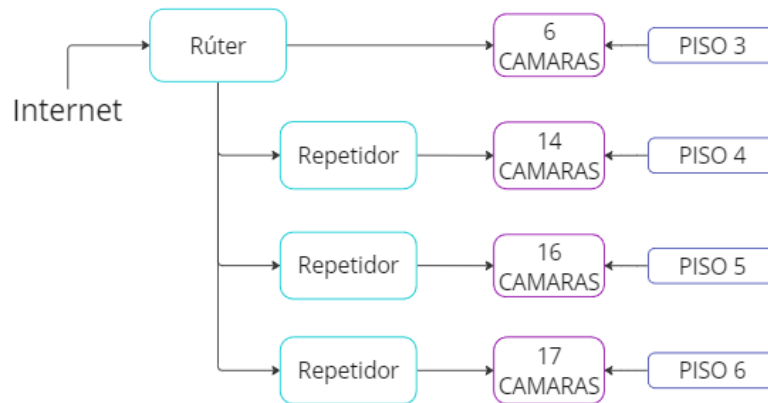


Figura 2.18.Diagrama de flujo para red inalámbrica. - DFB EPN

De igual manera se enlazan las cámaras a una misma red Wi-Fi. Con sus respectivas alimentaciones y memoria interna SD para el proceso de grabado.

ANCHO DE BANDA

Para mejorar el ancho de banda, se debe saber que la utilización de repetidores de red no aumenta la latencia de la conexión, sino el alcance de la señal. Siendo así, se debe tener en cuenta que el uso de cualquiera de las dos propuestas, tanto la cableada como la inalámbricas, presenta un consumo considerable de Megabit por segundo, a diferencia de las búsquedas normales que una persona realiza en internet, donde al cargar la página deseada se deja de consumir latencia de red. Las cámaras Wi-Fi consumen la señal constantemente en función a la resolución del equipo.

Mejorar el alcance de la red conlleva no solo, solventar la falta de acceso a internet en los pisos más alejados de la instalación, esto también permitirá que los estudiantes de nivelación no dependan únicamente de las redes privadas que se utilizan dentro de la EPN, al darles una zona de acceso propia del DFB.

MAYOR SEGURIDAD

Para el primer sistema el enlazar todos los equipos de grabación a un único Switch PoE, permite disponer de una base establecida para seguir adicionando equipos a la misma red. Mientras que en el segundo solo es necesario conectar el equipo y activarlo por medio de la aplicación. En ambos casos los posicionamientos de los nuevos equipos se conservan, además, en función a los equipos actuales y

aquellos que se pretenda instalar se debe considerar una longitud focal con base en la Ecuación 2.2. [9]

$$\text{Longitud focal} = \frac{\text{Distacia} \cdot \text{formato de camara}}{\text{objeto}}$$

Ecuación 2.2 Longitud focal.

Se determina un formato de 1/4" a una distancia del pasillo de 20.9(m) para la altura media de una persona, 1.6(m), dando así una longitud focal de 3.25(mm)

Por ello en una vista de planta, en todo el corredor de acceso a aulas y oficinas, se obtiene un haz de visión tal como se muestra en la Figura 2.19.

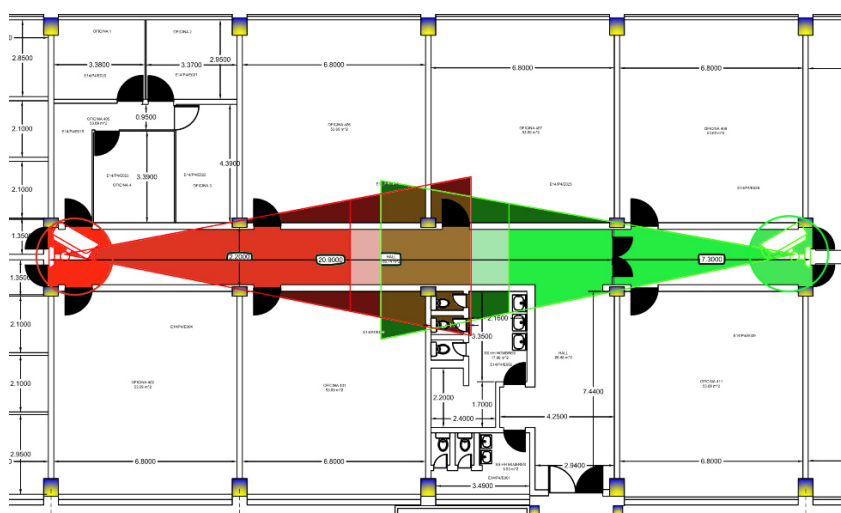


Figura 2.19. Haz de visión esperado.

En contraste al haz de visión actual en la Figura 2.20

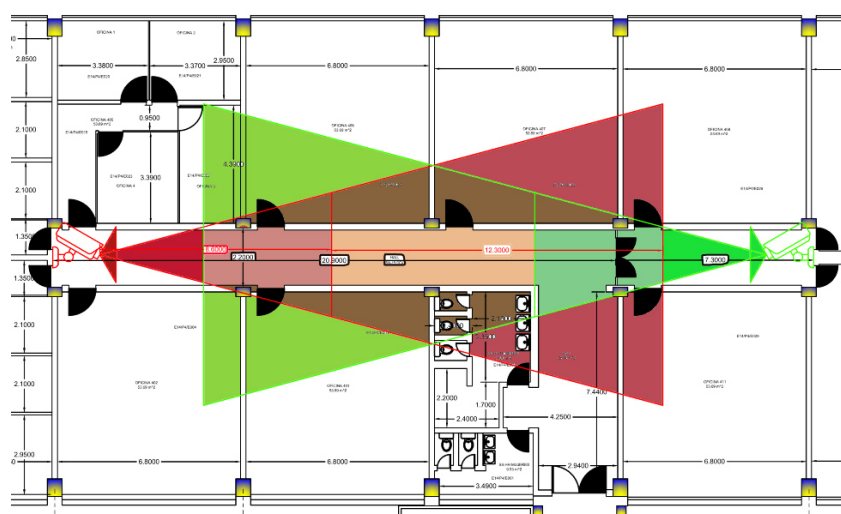


Figura 2.20. Haz de visión actual.

Asimismo, se plantea una ampliación del número de cámaras actuales en cada piso. En la Figura 2.21 se observa el plano actual de distribución de cámaras del pasillo del piso 4. Cabe resaltar que los pisos restantes 3, 5 y 6 tienen las mismas áreas, por lo tanto, en el Anexo V se disponen dichos planos.

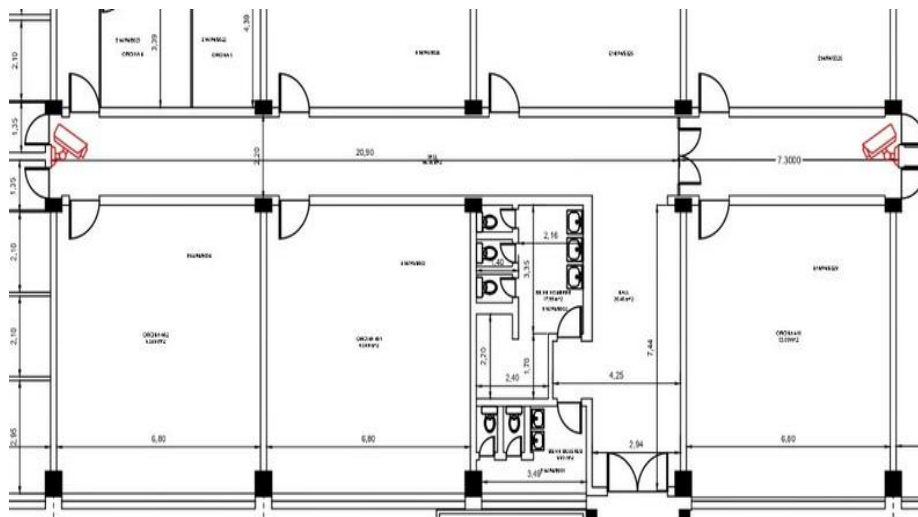


Figura 2.21.Plano actual de distribución de cámaras del piso 4

Tal como se aprecia en la Figura 2.22 el número de equipos a instalar tomando como referencia el piso 4 supera la decena, al abarcar aulas, accesos y escaleras, lo cual con el presente sistema de conexión por cable representa una inversión en mano de obra civil para establecer conductos para el paso de cableado adicional. En el Anexo VI se encuentran los planos de distribución propuestos añadiendo cámaras adicionales para mejorar el sistema de video vigilancia actual.

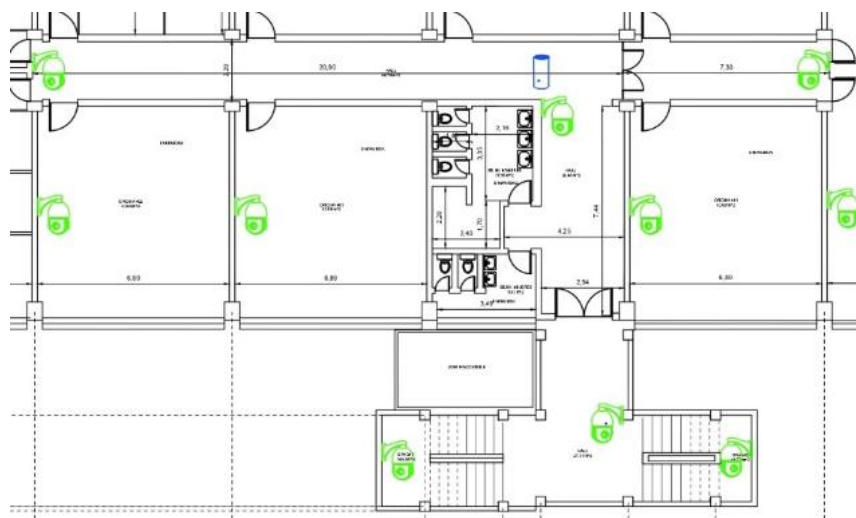


Figura 2.22.Plano de distribución de cámaras propuesto del piso 4.

Para finalizar, se estima que los componentes para cada una de las nuevas instancias a posicionar dentro de las instalaciones se ubiquen siguiendo las Figuras 2.23, 2.24 y 2.25 respectivamente, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) En caso de las escaleras se toma como ejemplo la Figura 2.23, para situar la cámara en la parte central de la zona de descanso para revisión del flujo de personas en caso de subida y bajada.

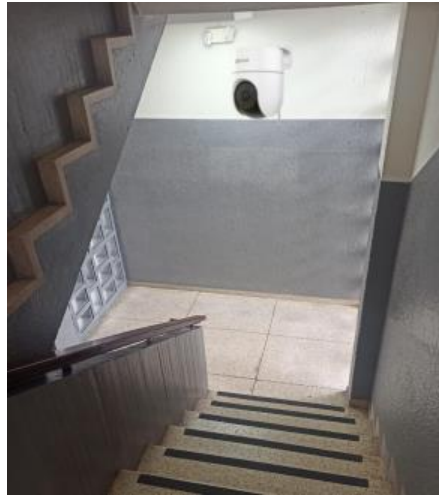


Figura 2.23.Ubicación de cámaras en zona de descanso de escaleras.

- b) Dentro de aulas se prioriza los asientos y puerta de ingreso, tal cual lo muestra la Figura 2.24, evitando en lo posible el resplandor presente por las ventanas.



Figura 2.24.Ubicación de cámaras dentro del aula.

- c) Para la cámara ubicada en los accesos de cada piso la principal preocupación es la fuente de luz provista por los decorados en la pared

exterior, la cual permite una gran entrada de luz a la edificación, esto produce un deslumbramiento al lente de la cámara en esta ubicación, por lo cual se ubica la cámara como se indica en la Figura 2.25.



Figura 2.25. Ubicación equipos en acceso.

PUNTOS DE MONITOREO, MONITOREO REMOTO Y ALMACENAMIENTO.

Una vez instaladas las cámaras adicionales se propone la instalación de una pantalla ubicada en la puerta de ingreso dentro del puesto de vigilancia de seguridad (ver Figura 2.26). Para la alimentación se estima utilizar las tomas dobles presentes en la pared frontal. La compartición de video puede ser establecida por medio de cable HDMI o por red inalámbrica y aplicación.



Figura 2.26. Ubicación del monitor en la puerta de ingreso.

Finalmente, para el monitoreo remoto, para la propuesta cableada e inalámbrica, el almacenamiento en la nube del sistema de video vigilancia del DFB se propone la utilización de la aplicación, Hik-Connect de la marca Hikvision (ver Figura 2.27) para ambos dispositivos, esto será posible mediante la generación de usuarios para una misma dirección IP del CCTV.

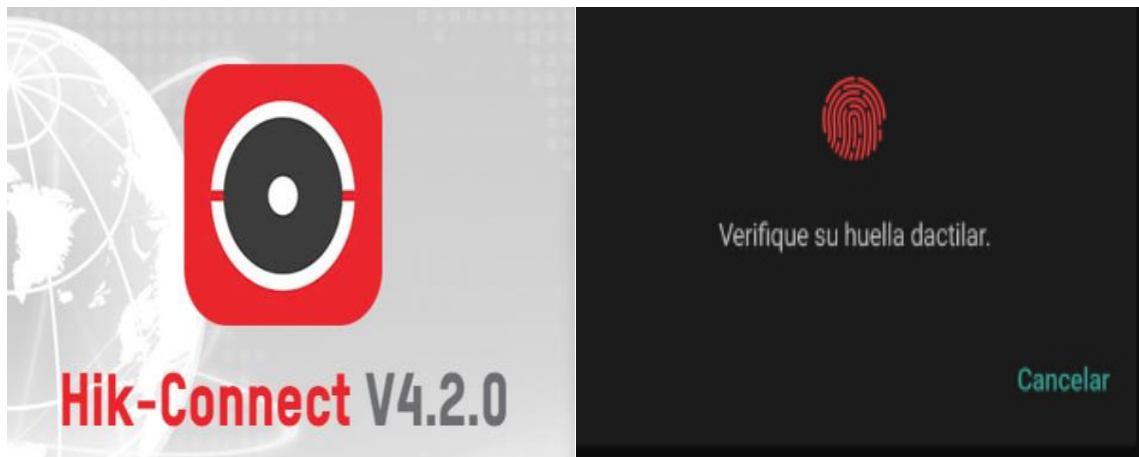


Figura 2.27.Aplicación Hik-Connect para monitoreo remoto.

SELECCIÓN DE EQUIPOS

Además, con el remplazo de las cámaras fijas tipo *bullet* de resolución 5MP, se busca mejorar la calidad de ángulo de video con cámaras rotativas a distancia.

Para cumplir los respectivos requerimientos dentro del sistema cableado se establecen las características técnicas de los equipos necesarios que se muestran en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Características para equipos de video vigilancia red cableada.

Tipo de equipo	Descripción
<p>Cámara</p>  <p>Fuente: https://n9.cl/f0eru</p>	<p>Visión 120°, ángulo de rotación 350°, vertical 80° Calidad 1080 (1920 x 1080) Visión nocturna a color Auto tracking. Soporte para captura de cara. Resolución 4(MP)</p>
<p>Grabador (NVR)</p>  <p>Fuente: https://n9.cl/n1r5q</p>	<p>8 ch de entradas IP 1 salida de video VGA 1 salida de video HDMI 2 puertos USB 2 interfaz SATA hasta 8(TB por HDD)</p>
<p>Switch Poe</p>  <p>Fuente: https://n9.cl/xi5f9</p>	<p>Comunicación Tipo: almacenamiento y reenvío. Capacidad de conmutación: 16 Gbp Numero de puertos:8 puertos</p>
<p>Rúter - Repetidor</p>  <p>Deco M4 (3-pack) Fuente: https://n9.cl/g61mw</p>	<p>Velocidad: 1167MBPS Conexión simultanea: 100 dispositivos Área de señal: 260(m2)</p>
<p>Pantalla</p>  <p>Fuente: https://n9.cl/jznli</p>	<p>Tamaño: 48 pulgadas Diseño: Ultradelado Tecnología: <i>Smart TV</i>. Procesador α9 Gen6 AI 4K Montaje: Pared</p>

En contraposición los equipos necesarios para cumplir los respectivos requerimientos dentro del sistema inalámbrico se muestran en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Características para equipos de video vigilancia red inalámbrica.

Tipo de equipo	Descripción
<p>Cámara</p>  <p>Fuente: https://n9.cl/2mj3ha</p>	<p>Visión 120°, ángulo de rotación 350°, vertical 80° Calidad 1080 (1920 x 1080) Visión nocturna a color Auto tracking.</p>
<p>Micro SD</p>  <p>Fuente: https://n9.cl/sy6sz</p>	<p>Almacenamiento de 512(GB) Impermeable Temperaturas entre -25°C y 85°C</p>
<p>Rúter - Repetidor</p>  <p>Deco M4 (3-pack) Fuente: https://n9.cl/g61mw</p>	<p>Velocidad: 1167MBPS Conexión simultanea: 100 dispositivos Área de señal: 260(m2)</p>
<p>Pantalla</p>  <p>Fuente: https://n9.cl/jznli</p>	<p>Tamaño: 48 pulgadas Diseño: Ultradelgado Tecnología: <i>Smart TV</i>. Procesador α9 Gen6 AI 4K Montaje: Pared</p>

2.3 VENTAJAS DE LA PROPUESTA ESTABLECIDA

Los sistemas de conexión para video seguridad facilitan la observación de distintas zonas, sin necesidad de desplazar al personal de seguridad, y permiten tener una proyección visual y audible de lo que sucede dentro del ángulo de visión del dispositivo. Además, que el mismo puede llevar un control de seguimiento para personas que ingresen dentro del área.

SISTEMA CABLEADO

- Conexión estable y más confiable en comparación con una conexión Wi-Fi.
- Alcance más amplio ya que permite conectar cámaras de seguridad a distancias más largas sin perder calidad de la señal.
- La transmisión de video en un sistema cableado es más rápida y tiene menor latencia.
- Mayor seguridad, ya que es más difícil para los intrusos acceder físicamente a la red.
- Menor interrupción por interferencias de señales electromagnéticas, frecuencias móviles o radiación.
- Menor consumo de energía eléctrica, al emplear un único cableado, utilizado en las telecomunicaciones y redes informáticas, *Unshielded Twisted Pair* o UTP, para la comunicación y alimentación de los equipos.

SISTEMA INALÁMBRICO

- No es necesario pasar cables por paredes y techos, lo que ahorra tiempo y esfuerzo durante la instalación.
- Permite ubicar las cámaras de seguridad en lugares estratégicos sin restricciones físicas, con solo una toma de luz.
- Costo inicial de instalación más bajo, al no requerir cableado alguno.
- Fácilmente escalable el número de cámaras de vigilancia sin la necesidad de realizar cambios de infraestructura.
- Flexibilidad y adaptabilidad a las necesidades cambiantes de seguridad, por su característica de enlace.

- Menos mantenimiento, al no haber cables que puedan sufrir daños o desgaste, se reducen los costos y el tiempo dedicado al mantenimiento regular.

CONEXIÓN POR PROTOCOLO WI-FI:

- Permite el monitoreo remoto, de múltiples paquetes de cámaras en un único dispositivo.
- Disminución de costos al implementar el cableado de la conexión.
- Permite enlazar varios conjuntos de cámaras en una única línea.
- Cubre grandes áreas o propiedades extensas.

MEJORA DEL ANCHO DE BANDA POR MEDIO DEL USO DE REPETIDORES.

- Aumento de la velocidad de la transmisión de datos.
- Extiende el alcance de la señal Wi-Fi.
- Mejora de la cobertura en áreas problemáticas, con interferencias electromagnéticas leves y paredes gruesas.
- Reduce las áreas con baja señal de conexión, en pisos superiores, por rebote de la señal en paredes.

INSTALACIÓN DE CÁMARAS ADICIONALES.

- Se eliminan las áreas sin vigilar.
- La visibilidad de cámaras adicionales actúa como un elemento disuasorio para los posibles incidentes.
- Obtención de varios ángulos y perspectivas de los eventos que se registran.
- Las cámaras adicionales brindan mayor capacidad de grabación y registro de eventos.

MONITOR A LA ENTRADA DEL EDIFICIO.

- Mejora la eficiencia del personal de seguridad al revisar los diferentes niveles de la edificación en un único monitor.
- Mayor resolución en contraste a las pantallas portátiles de los ordenadores de personal administrativo.

- Se consigue un personal de vigilancia constante.

SISTEMA DE MONITOREO REMOTO.

- Monitoreo fuera de la edificación, mediante dispositivos inteligentes.
- Manejo individual de cámaras.
- Respuesta más rápida y coordinada ante cualquier evento inesperado.

3 RESULTADOS

3.1 DIAGRAMA DEL SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA

Tomando en cuenta los requerimientos establecidos por el DFB y las propuestas de mejora del sistema de video vigilancia del presente trabajo, En la Figura 3.1 se muestra el diagrama CCTV diseñado en la propuesta cableada.

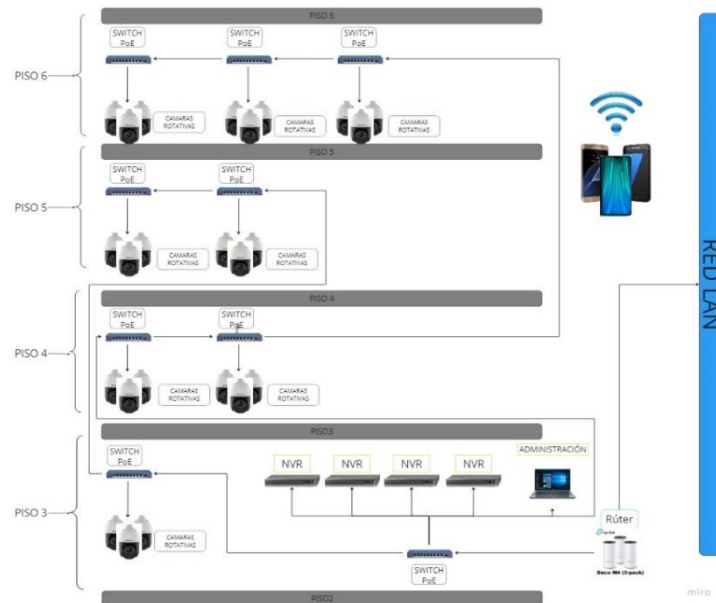


Figura 3.1. Diagrama de sistema de video vigilancia por red cableada. DFB EPN

De igual manera en la Figura 3.2, se muestra el diagrama para la propuesta inalámbrica.

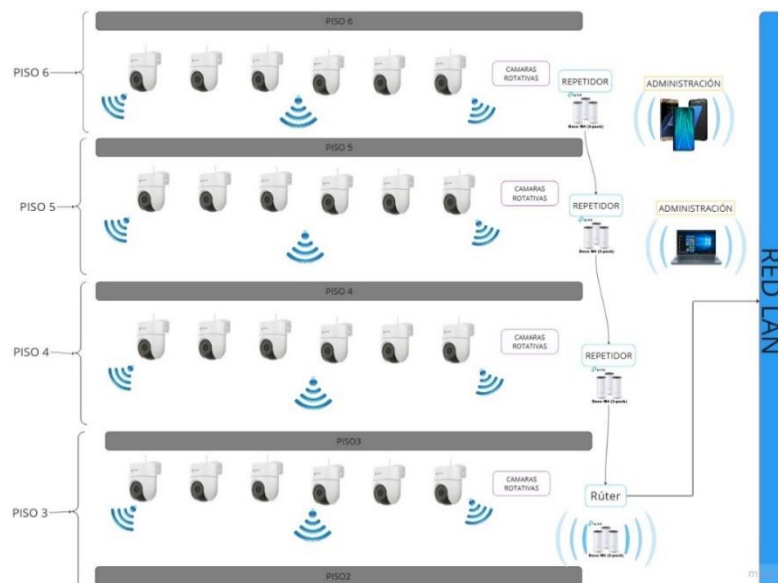


Figura 3.2. Diagrama de sistema de video vigilancia inalámbrica. - DFB EPN

3.2 ESTUDIO ECONÓMICO

Para la futura implementación de cualquiera de las dos opciones planteadas del sistema de video vigilancia, se realizó una búsqueda de los equipos necesarios, para esto se solicitaron cotizaciones a proveedores nacionales. En la Tabla 3.1 se muestran los precios de los equipos.

Tabla 3.1. Costos de equipos de las propuestas establecidas.

Equipos	Cantidad	Precio proveedor sistema cableado	Cantidad	Precio proveedor sistema inalámbrico.
Cámara Domo rotativa	53	\$6 267,25	53	\$3 604,00
Rúter - repetidor	3	\$170,00	3	\$576,00
Switch	9	\$720,00	0	\$0
NVR	4	\$440,00	0	\$0
Micro SD	0	\$0	53	\$1 007,00
Pantalla	1	\$1 230,00	1	\$695,00
SUB TOTAL	-	\$8 827,25	-	\$5 882,00
IVA	12%	\$1 059,27	12%	\$705,84
TOTAL	-	\$9 886,52	-	\$6 587,84

Tomando en cuenta lo expresado por las autoridades del DFB, el costo aproximado de la instalación de los actuales diez equipos fue de \$3 400,00 por lo cual este sería el doble de económico que la propuesta más asequible planteada. Sin embargo, el sistema inalámbrico establecido reemplaza y quintuplica la escala anterior, además de requerir un menor mantenimiento y permitir una expansión a dispositivos móviles, nuevos puntos de monitoreo y la posibilidad de adicionar o movilizar cámaras de video vigilancia.

En el Anexo VII se encuentran las cotizaciones obtenidas.

3.3 INFORME TÉCNICO

El informe técnico, del Anexo VIII, incluye algunas instrucciones y recomendaciones para la posible implementación de cualquiera de las propuestas de sistema de video vigilancia.

4 CONCLUSIONES

- Durante la visita al DFB se constató, que los equipos actualmente instalados cuentan con varias zonas fuera de visión además de que su alcance no cubre completamente las áreas vigiladas, lo cual constituye un problema de seguridad.
- Al realizar el levantamiento de información se encontró, que en los pisos más altos del edificio (piso 5 y piso 6) la señal Wi-Fi no es capaz de solventar el uso de dispositivos inteligentes, debido a su ancho de banda, por lo que es necesario su repotenciación.
- Se ha realizado la propuesta de dos sistemas cableado e inalámbrico con el propósito que los encargados del DFB puedan seleccionar con base en las necesidades y carencias del sistema actual aquel que mejor se ajuste a los requerimientos planteados.
- El instalar un CCTV cableado ofrece una conexión más estable, distancia ilimitada, seguridad física y menor interferencia, cualidades remarcables en apartados relacionados a la seguridad de las personas, servidores y obreros de la institución.
- Un sistema inalámbrico, provee una facilidad de manipulación, movilidad, instalación, expansionismo, fácil mantenimiento y su posibilidad de integración con dispositivos inteligentes.
- El uso de repetidores de red, son una opción válida y económica, para solventar problemas relacionados a desconexión por la presencia de amplias distancias u objetos sólidos entre los equipos y la red principal.
- Ampliar el número de equipos para video vigilancia, reduce el índice de ocurrencia de actividades ilícitas dentro de la edificación, al actuar como un elemento disuasorio siempre presente.
- Los diagramas realizados en el presente proyecto buscan facilitar la futura y correcta instalación de las cámaras de video vigilancia, además presentan detalles correspondientes a la ubicación de los dispositivos para el correcto funcionamiento del sistema.

- Tomando en cuenta el mercado nacional se ha seleccionado un proveedor, para tener una idea del costo que presenta la nueva propuesta de implementación frente al precio que requirió la instalación actual de los equipos, apreciando que las propuestas son más factibles en relación costo-beneficio.
- Se elaboró un informe técnico con el fin que los futuros encargados de la próxima instalación del sistema tengan una base y referencia para una sencilla y correcta instalación.
- El sistema inalámbrico establecido reemplaza y mejora el sistema actual, además de requerir un menor mantenimiento y permitir una expansión a dispositivos móviles, nuevos puntos de monitoreo y la posibilidad de adicionar o movilizar cámaras de video vigilancia.

5 RECOMENDACIONES

- Se establece que antes de cualquier instalación del CCTV se debe mejorar la red inalámbrica, por los consumos excesivos del sistema ya que durante la visita se apreció que la red presente no cubre las áreas de trabajo del edificio.
- Disponer de planos, diagramas del CCTV para posibles mejoras, un informe técnico con detalles de la instalación, ubicaciones físicas y distancias, para así mejorar y facilitar posibles repotenciaciones del sistema de video vigilancia.
- Establecer un plan de respuesta a incidentes en caso de que ocurra algún problema de seguridad.
- No conectar directamente al modem de internet, las cámaras por protocolo ethernet o Wi-Fi, debido a que estos equipos producen un acaparamiento de la latencia total de la conexión.
- En caso de los equipos inalámbricos realizar un respaldo y limpieza de la información almacenada en las memorias microSD, cada que el espacio de almacenamiento este por acabarse.
- Comprobar periódicamente que el sistema de CCTV funcione correctamente, movimiento de domo, seguimiento de personas, luz fija y micrófono interno. Verificar la calidad de las imágenes, las grabaciones y la conectividad para asegurar que todo funcione correctamente.
- Disponer de esquemas de los sistemas propuestos (cableado e inalámbrico) permitirá a las autoridades del DFB tener una visión amplia de las ventajas de dichos sistemas y escoger la mejor opción con base en las necesidades del departamento.
- Se recomienda utilizar los mismos equipos planteados en la propuesta cableada y la propuesta inalámbrica, ya que en términos de calidad-precio son los instrumentos con mayor resolución para el ambiente del DFB.
- Realizar la limpieza de los lentes de las cámaras con paños suaves y húmedos por posibles afecciones de polvo, suciedad u otros residuos al menos una vez al año.

- Asegurar una red Wi-Fi protegida con una contraseña segura y cifrado WPA2 o superior para evitar el acceso no autorizado al circuito de cámaras y datos de almacenamiento.
- Verificar constantemente actualizaciones periódicas al *software* de los equipos NVR, en busca de mejoras de rendimiento y mejorar los protocolos de seguridad.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. Ing. Mejía, diciembre 2022. [En línea]. Available: <https://n9.cl/scggk>. [Último acceso: 12 agosto 2023].
- [2] G. Gallegos, «<http://repositorio.puce.edu.ec/>,» enero 2015. [En línea]. Available: <https://n9.cl/0pmva>. [Último acceso: 12 agosto 2023].
- [3] SENSEDI, «<https://senedi.com/>,» 26 febrero 2020. [En línea]. Available: <https://n9.cl/ryv01>. [Último acceso: 12 agosto 2023].
- [4] G. DEL PEZO BACILIO, «<https://repositorio.upse.edu.ec/>,» 16 julio 2015. [En línea]. Available: <https://n9.cl/zfvq8>. [Último acceso: 12 agosto 2023].
- [5] S. Ruiz, «<https://bytelix.com/>,» 6 septiembre 2017. [En línea]. Available: <https://n9.cl/jdmqf>. [Último acceso: 12 agosto 2023].
- [6] M. Khan, W. Cherif, F. Filali y R. Hamila, «<https://www.sciencedirect.com/>,» 23 junio 2017. [En línea]. Available: <https://n9.cl/0hm68>. [Último acceso: 12 agosto 2023].
- [7] J. Ing. Pavón, «<http://repositorio.puce.edu.ec/>,» septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://n9.cl/8xb1l>. [Último acceso: 12 agosto 2023].
- [8] M. Urtasun, «<https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/>,» 5 mayo 2016. [En línea]. Available: <https://n9.cl/p84db>. [Último acceso: 12 agosto 2023].
- [9] D. Chimborazo, «<https://bibdigital.epn.edu.ec/>,» mayo 2015. [En línea]. Available: <https://n9.cl/fwkmw>. [Último acceso: 12 agosto 2023].