



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO DE LA RED INTERNET DE LAS COSAS (IOT) PARA EL EDIFICIO
TORRES JAPÓN**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Electrónico

AUTORES: Juan Pablo Salazar Cabezas
Andrés Alfredo Tello Guamán
TUTOR: Luis Germán Oñate Cadena

Quito-Ecuador
2022

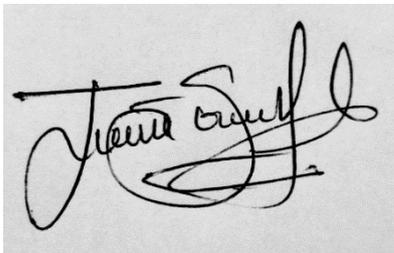
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Juan Pablo Salazar Cabezas con documento de identificación N°1720224284 y Andrés Alfredo Tello Guamán con documento de identificación N°1719741033; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 01 de agosto del año 2022

Atentamente,



Juan Pablo Salazar Cabezas
1720224284



Andrés Alfredo Tello Guamán
1719741033

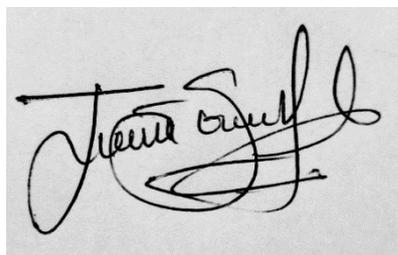
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Juan Pablo Salazar Cabezas con documento de identificación No. 1720224284 y Andrés Alfredo Tello Guamán con documento de identificación No. 1719741033, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto de Investigación: “Diseño de la red internet de las cosas (IOT) para el edificio Torres Japón”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 01 de agosto del 2022

Atentamente,



Juan Pablo Salazar Cabezas

1720224284



Andrés Alfredo Tello Guamán

1719741033

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Luis Germán Oñate Cadena con documento de identificación N°1712157401, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE LA RED INTERNET DE LAS COSAS (IOT) PARA EL EDIFICIO TORRES JAPÓN, realizado por Juan Pablo Salazar Cabezas con documento de identificación No. 1720224284 y Andrés Alfredo Tello Guamán con documento de identificación No. 1719741033, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto de Investigación que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 01 de agosto del 2022

Atentamente,



Ing. Luis Germán Oñate Cadena, MSc.
1712157401

DEDICATORIA

A nuestros padres por su apoyo constante e incondicional, pues sin ellos no lo habríamos logrado. Por habernos guiado por el sendero del bien, su bendición a diario nos protege y nos cuida, por creer en mis sueños, por sus valores y principios inculcados, son ejemplo de esfuerzo y valentía ante las adversidades de la vida. Son parte vital de nuestra vida y el fragmento más valioso que poseemos, por todo su esfuerzo es todo un honor dedicarles este Trabajo de Titulación.

JUAN PABLO SALAZAR CABEZAS

ANDRES ALFREDO TELLO GUAMAN

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que me han acompañado en esta etapa universitaria sobre todo a mi madre, por su apoyo, a quienes les tengo especial gratitud por su apoyo en diferentes etapas y formas, a nuestro tutor Luis Germán Oñate Cadena un docente excepcional, que ha mostrado entrega a la enseñanza y a la formación de excelentes profesionales, y ciudadanos.

Juan Pablo Salazar Cabezas

Este trabajo va en muestra de agradecimiento especialmente, a toda la entrega y paciencia de mis padres, al esfuerzo y dedicación de mi compañero Juan Pablo y mío, con quien he forjado una gran amistad; y a la guía de parte de nuestro tutor Luis Germán Oñate, quien ha estado presente a lo largo de nuestra vida universitaria siendo un profesional ejemplar en la enseñanza nuestra y de la comunidad salesiana.

Andrés Alfredo Tello Guamán

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO 1	5
ANTECEDENTES	5
1.1. Planteamiento del problema.....	5
1.2. Justificación	5
1.3. Objetivos.....	6
1.3.1. Objetivo General.....	6
1.3.2. Objetivos Específicos	6
1.4. Metodología.....	7
CAPÍTULO 2	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
2.2. Inmuebles con internet de las cosas	8
2.3. Arquitectura IOT en edificaciones.....	8
CAPÍTULO 3	10
DISEÑO DE LA RED DE INTERNET DE LAS COSAS (IOT) DEL EDIFICIO TORRES JAPÓN	10
3.1 Infraestructura del edificio.....	10
3.2 Ubicación.....	11
3.3 Distribución del edificio	11
3.3.1 Cuarto de comunicaciones.....	12
3.4 Proyecto físico de la red Iot	13
3.5 Cableado estructurado y red inalámbrica.....	14
3.6 Descripción topológica	16

3.7	Direccionamiento IP	19
3.8	Políticas de seguridad	20
3.8.1	Políticas de administración del sistema	20
3.8.2	Seguridad física	20
3.9	Conectividad a internet	20
3.10	Calidad de servicio.....	20
3.11	Determinación de equipos	21
3.12	Ancho de banda	30
3.13	Nube.....	31
	SIMULACIÓN DE LA RED INTERNET DE LAS COSAS	34
4.1	Análisis y Simulación De La Red IOT	34
4.2	Escenario.....	34
	CAPÍTULO 5	43
	FACTIBILIDAD DE COSTE PARA LA RED WIFI	43
5.1	Indicadores de evaluación de proyectos	43
	CONCLUSIONES.....	46
	RECOMENDACIONES	47
	BIBLIOGRAFÍA.....	48
	ANEXOS.....	50

Índice de tablas

Tabla 1: Direcciones IPv4 por pisos.....	19
Tabla 2: Direccionamiento IPv4 por departamentos	19
Tabla 3: Controladores de movilidad	21
Tabla 4: Routers	22
Tabla 5: Switchs	23
Tabla 6: Access point	24
Tabla 7: Firewalls	25
Tabla 8: Sensores de temperatura.....	26
Tabla 9: Sensores de movimiento.....	26
Tabla 10: Sensores de calidad de aire.....	27
Tabla 11: Cerraduras	28
Tabla 12: Sensores de humo.....	28
Tabla 13: Intercomunicadores	29
Tabla 14: Smart TVs	30
Tabla 15: Calculo de almacenamiento archivos de audio y video	31
Tabla 16: Servicios para la simulación.....	34
Tabla 17: Cantidad de equipos IOT a utilizar en la simulación	35
Tabla 18: Estado de resultados	43
Tabla 19: Flujo neto del efectivo.....	44
Tabla 20: Valores de indicadores	44
Tabla 21: Análisis.....	45

Índice de Figuras

Figura 1: Estructura de una edificación inteligente basada en IOT.....	9
Figura 2: Empresa Big Data	9
Figura 3: Edificios Japón.....	10
Figura 4: Ubicación del edificio Torres Japón	11
Figura 5: Plano de las Torres Japón.....	11
Figura 6: Cuarto de comunicaciones	12
Figura 7: Conexión de los cuartos de comunicaciones.....	13
Figura 8: Red heterogénea de sensores y actuadores del departamento del edificio.....	14
Figura 9: Cableado estructurado primer piso	15
Figura 10: Cableado estructurado a partir del segundo piso	16
Figura 11: Topología general de la red.....	17
Figura 12: Conexión dispositivos IOT	18
Figura 13: Conexión de puntos de acceso al Switch de capa 2	18
Figura 14: Vista general Synology DiskStation DS1520+.....	33
Figura 15: Red con dispositivos IOT.....	35
Figura 16: Parámetros de QoS.....	36
Figura 17: Servidor.....	37
Figura 18: Tabla del servidor.....	38
Figura 19: Parámetros spammer	38
Figura 20: Configuraciones de aplicaciones para perfil multimedia.....	39
Figura 21: Retraso	39
Figura 22: Carga.....	40
Figura 23: Tiempo de respuesta de descarga FTP.....	40
Figura 24: Tiempo de respuesta del servidor HTTP	41
Figura 25: Rendimiento para streaming de alta calidad	42
Figura 26: Total de datos enviados y recibidos para voz en conferencias con QoS.....	42

RESUMEN

En la actualidad cada vez se amplía los servicios y aplicaciones que trabajan utilizando la tecnología de Internet de las Cosas IOT, en muchos ámbitos, como en edificaciones. Esta tecnología permite la conexión de todas las cosas, permitiendo gestionar, administrar de manera remota dispositivos de conmutación para controlar los dispositivos transversales de la arquitectura como puertas, ventanas, y otros elementos como electrodomésticos.

El Edificio Torres Japón no cuenta con una red de datos para el acceso de internet por parte de los usuarios, cada departamento contrata un proveedor de internet, el sistema de seguridad instalado consta de 4 cámaras de seguridad distribuidas en el perímetro del edificio, el mecanismo de ingreso es a través de cerraduras accionadas por sus respectivas llaves y comunicación entre los departamentos mediante el portero eléctrico que cuenta el envío y recepción de audio analógico.

El presente trabajo explica el diseño de la red de internet de las cosas para el edificio Torres Japón, basándose en las características de los equipos de networking que garanticen la seguridad del envío y recepción de datos, con la finalidad de integrar el control y monitoreo de todos los servicios tecnológicos de seguridad electrónica, los sensores de movimiento, sensores de temperatura, cerraduras, circuitos cerrados de televisión (CCTV) y el servicio de internet a los dispositivos inalámbricos, en un solo entorno de manera local y remota.

Este diseño se realizó en el software OPNET, con la finalidad de controlar y monitorear todos los sistemas de la edificación para la comodidad del usuario, con los cálculos para contratar un proveedor de internet con la capacidad de ancho de banda que garantice la calidad de los servicios de voz, datos y video, cálculo de almacenamiento en la nube para la gestión de datos adquiridos por los sensores y las rutinas configuradas por los usuarios de los departamentos del edificio Torres Japón.

ABSTRACT

Nowadays, there is an increasing number of services and applications that work using the Internet of Things IOT technology in many areas, such as buildings. This technology allows the connection of all things, allowing the remote management and administration of switching devices to control the transversal devices of the architecture such as doors, windows, and other elements such as appliances.

The Japan Towers Building does not have a data network for internet access by users, each department contracts an internet provider, the security system installed consists of 4 security cameras distributed around the perimeter of the building, the entry mechanism is through locks operated by their respective keys and communication between departments through the intercom that has the sending and receiving analog audio.

This paper explains the design of the internet of things network for the Torres Japón building, based on the characteristics of the networking equipment that guarantee the security of sending and receiving data, to integrate the control and monitoring of all the technological services of electronic security, motion sensors, temperature sensors, locks, closed circuit television (CCTV) and internet service to wireless devices, in a single environment locally and remotely.

This design was made in OPNET software, in order to control and monitor all building systems for user convenience, with calculations to hire an internet provider with the bandwidth capacity to ensure the quality of voice, data and video services, calculation of cloud storage for managing data acquired by sensors and routines configured by the users of the departments of the building Torres Japón.

INTRODUCCIÓN

El internet de las cosas tiene la capacidad de conectar dispositivos heterogéneos, administrar e intercambiar información, rastrear ubicaciones con precisión, optimizar el uso de energía y preservar la privacidad y la seguridad, especialmente a través de tecnologías de comunicación inalámbrica. Con una amplia variedad de aplicaciones y entornos para convertir edificios convencionales en edificios inteligentes, eficientes y seguros, tanto residenciales como comerciales y entornos construidos. Si bien se han desarrollado enfoques funcionales de IOT para edificios, todavía es necesario mejorar las aplicaciones y operaciones de IOT para comprender todo el potencial de esta tecnología.

En el siguiente estudio se trabaja con un tema de relevancia para la edificación inteligente de nuestro país: el proyecto busca diseñar el enlace IOT para la edificación Torres Japón. El trabajo se justifica en la necesidad implementar la automatización inteligente para sus operaciones a fin de proporcionar entornos eficientes, cómodos y seguros para sus usuarios. La automatización en edificios que utilizan Internet de las cosas (IOT) como una tecnología avanzada, puede proporcionar soluciones de vanguardia para mejorar la seguridad y la protección, brindando control remoto de electrodomésticos, monitoreando a los ocupantes, mejorando la eficiencia y comodidad.

Por lo tanto, este documento presenta una revisión detallada y actualizada de los estudios de IOT con un enfoque en resumir la visión actual y la aplicación de IOT en edificios residenciales, selección de los equipos que se adaptan a la estructura de la red, diseño de la red IOT del edificio Torres Japón y simulación para su posterior evaluación. Esto proporciona una comprensión clara y establece una gran base para futuros estudios en esta área.

El capítulo uno describe el problema, justificación, objetivos y la metodología a utilizar, el capítulo dos indica los principales fundamentos teóricos del internet de las cosas, su arquitectura, red inalámbrica y servicios. El tercer capítulo indica el esquema de la red de internet de las cosas en el edificio, en el cual se aprecia su infraestructura y distribución, la estructura de la red física a implementar, con su respectiva selección de equipos para realizar el cableado estructurado de la red alámbrica e inalámbrica, además se indica el cálculo del ancho de banda para el servicio de voz sobre IP, almacenamiento en la nube y garantizar la calidad de servicio de la red. El capítulo cuatro representa la simulación

de dos escenarios uno sin dispositivos IOT, y el segundo con la red completa con todos los dispositivos, en el software OPNET se adquirirá los resultados de latencia y carga para verificar la funcionalidad de la red. El quinto capítulo a través de la evaluación de los indicadores de factibilidad de proyectos, valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), relación costo beneficio (RBC), se argumenta si el proyecto de implementación es viable. Como último punto se desarrolla las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de titulación.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

Este capítulo describe el planteamiento del problema, justificación, objetivos a cumplirse y metodología utilizada.

1.1. Planteamiento del problema

El Edificio Torres Japón es una estructura residencial que consta de 2 estructuras de 12 niveles, en donde se encuentran 3 departamentos por piso y áreas de recreación, 2 subniveles que sirven para el estacionamiento de los autos de los propietarios. Los sistemas de monitoreo de estabilidad en apartamentos y servicios en general tanto por casos de comprobación de ingreso, estabilidad, método oposición de incendios y otros dispositivos se comunica clásicamente dentro sus propios controladores lo que se transforma en disgregados, sensibles y complicados de asociar en una distribución IOT perspicaz. Incluso en las investigaciones actuales se continúa implementando métodos tradicionales y antiguos esto se transforma en un contratiempo proporción tanto para los propietarios de los inmuebles como para el particular de cada compañía y colaboradores, conveniente a que es difícil de mantener la comprobación y monitorear los dispositivos en las regiones.

1.2. Justificación

Siendo el edificio Torres Japón un área residencial, e implementar una red IOT es una innovación tecnológica que brinda la vinculación de los equipos mediante esta red, IOT que proporciona garantías y buenas aplicaciones de los equipos, manejo de accesos, cámaras de transmisión directa, aire acondicionado y otros dispositivos adecuados en los apartamentos y áreas comunales, para que los futuros residentes disfruten de áreas a la vanguardia de la tecnología, además de gerenciales y laboradores del edificio Torres Japón.

Por lo que se propone diseñar una red de internet de las cosas IOT con telefonía IP desplegada en los edificios, con cámaras de seguridad conectadas a una red de monitoreo para el usuario, así como los sistemas (HVAC) Calefacción-Ventilación-Aire acondicionado, implementados en los interiores que no cuentan con un control, y a su vez un monitoreo sensores de humo y temperatura para protección de incendios

utilizando tecnología inalámbrica, en el cual se cuente con Puntos de acceso (AP) desplegados por departamento, que prestara IOT.

Los inmuebles que se realizan con instalaciones inteligentes utilizan las conexiones inalámbricas, los detectores y las tecnologías del IOT para comunicar la gestión del edificio. Permiten una elevada utilidad, garantías y comodidades, a la misma ves generan ahorros en los gastos que están más estrechamente alineados con las metas de los dueños, personal administrativo y residentes del edificio Torres Japón.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Diseñar una red de Internet de las cosas IOT en el edificio Torres Japón para cubrir las necesidades de seguridad y escalabilidad en los apartamentos del inmueble por medio de IOT.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar los requerimientos de la red IOT en los edificios Torres Japón para la decisión de los puntos técnicos que se tienen que cumplir.
- Diseñar la red IOT en los edificios Torres Japón para que satisfaga los requisitos de seguridad y escalabilidad.
- Simular el tráfico de la red IOT de los edificios Torres Japón para verificar la viabilidad técnica.
- Determinar los costos para el análisis de la implementación de la red IOT de los edificios Torres Japón.

1.4. Metodología

Metodología Analítica

A través de esta metodología se investigan los instrumentos de acceso a una red IOT, además se analiza toda la temática correspondiente, terminando en una síntesis de valores para una implementación a futuro.

Metodología Deductivo

Mediante la aplicación de la presente metodología tiene presente el proceder de cada uno de los dispositivos, los cuales se diseñaron con el fin de laborar en una infraestructura IOT para el inmueble, mediante un programa se desarrolla el simulado para el paso adecuado de la red IOT dirigida al control de un ambiente seguro en los apartamentos de la edificación Torres Japón.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo se menciona los principales fundamentos teóricos del diseño de la red de datos que va a ser intervenido para mejorar su calidad de servicio y seguridad.

2.2. Inmuebles con internet de las cosas

Recientemente, se han desarrollado aplicaciones basadas en IOT en hogares inteligentes, ciudades, hospitales y otros entornos. Los objetivos de las tecnologías sostenibles en edificios residenciales incorporan el confort térmico y el mínimo consumo de energía. (Iqbal & Kim, 2022)

Un edificio inteligente, ya sea una oficina, una vivienda, una planta industrial o de ocio, ofrece a sus ocupantes servicios personalizados gracias al conocimiento de sus objetos contenidos. Los edificios deben ser capaces no sólo de reducir el consumo de energía sino también de optimizar la habitabilidad y la productividad. Los despliegues de sensores y actuadores en los edificios deben optimizarse de forma que el gasto correspondiente quede cubierto por el beneficio económico del ahorro energético.

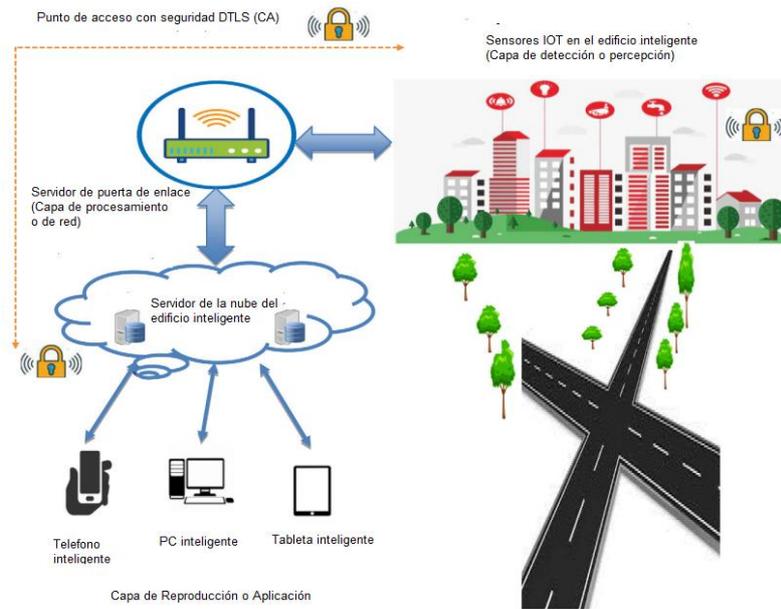
2.3. Arquitectura IOT en edificaciones

Se divide en tres capas que son lo suficientemente genéricas como para cubrir las necesidades de diversos entornos inteligentes, como los que se abordan en el contexto de los edificios inteligentes.

Se presentó la estructura de un edificio inteligente basada en IOT en la Figura 1. Capa de detección o percepción de datos: La primera capa recoge los datos de los sensores. Los datos incluyen las demandas de los usuarios individuales sobre los estados de funcionamiento de los aparatos, como la temperatura, la humedad, etc. Estos datos se almacenan en una nube de base de datos (BD) dedicada a través de una puerta de enlace a la red. (Lawal & Rafsanjani, 2021)

Capa de procesamiento de datos o de red: Esta capa organiza la información recopilada y luego la procesa. Los datos de los usuarios individuales son necesarios para cuestiones relacionadas con el confort, como el método de climatización, el sistema de iluminación y el sistema de temperatura. (Tanasiev, et al., 2021)

Figura 1: Estructura de una edificación inteligente basada en IOT



Dispositivos de una edificación inteligente, Fuente: (Lawal & Rafsanjani, 2021)

Capa de reproducción de datos o de aplicación: los datos procesados se reproducen como información sobre las interacciones individuales entre los ocupantes y los equipos en la tercera capa. (Valinejadshoubi, Moselhi, Bagchi, & Salem, 2021)

Figura 2: Empresa Big Data



Elementos para ofrecer una solución Big Data, Fuente: (Desogus, Quaquero, Rubiu, Gatto, & Perra, 2021)

Para la extracción de datos informativos y la toma de resoluciones, se requieren esfuerzos de concentración en múltiples niveles, convirtiendo el Análisis de Big Data en un campo cada vez más difícil. Numerosas soluciones analíticas que incorporan BD e IOT han permitido recopilar información útil para las personas. BD suena mucho a hermano mayor de IOT y probablemente podría interpretarse así en ciertos aspectos. (Desogus, Quaquero, Rubiu, Gatto, & Perra, 2021)

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA RED DE INTERNET DE LAS COSAS (IOT) DEL EDIFICIO TORRES JAPÓN

En este capítulo se plantea el diseño para escalabilidad, seguridad, calidad de servicio e IOT, partiendo de la infraestructura del inmueble de Torres Japón.

3.1 Infraestructura del edificio

La infraestructura del Edificio Torres Japón se indica en la Figura 3, consta de 2 estructuras de 12 pisos, en cada piso cuenta con 3 departamentos también dispone de áreas verdes recreativas, 2 subsuelos para estacionamiento.

Figura 3: Edificios Japón



Fachada Edificio Torres Japón. Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

3.2 Ubicación

Figura 4: Ubicación del edificio Torres Japón

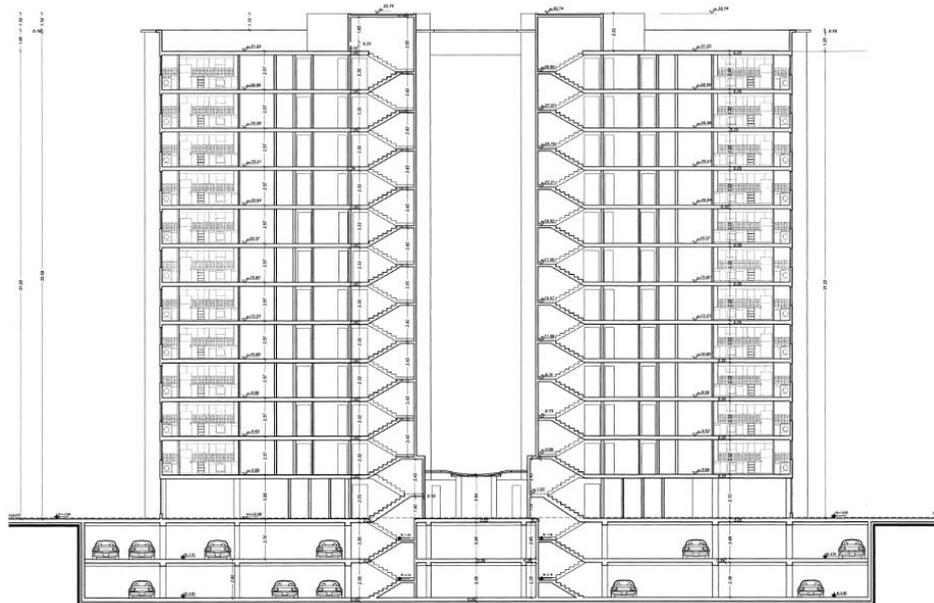


Croquis de la ubicación del Edificio Torres Japón, Fuente: (GoogleMaps, 2022)

El edificio Torres Japón se encuentra entre las calles Agustín Guerrero, Japón y Julio Alarcón Ayala, como se indica en la Figura 4. El edificio se encuentra en la ciudad de Quito, Provincia de Pichincha Coordenadas: 0°10'15"N 78°28'59"W, Frente al Colegio la Condamine.

3.3 Distribución del edificio

Figura 5: Plano de las Torres Japón



Vista frontal Edificio Torres Japón, Fuente: (Reyes, 2004)

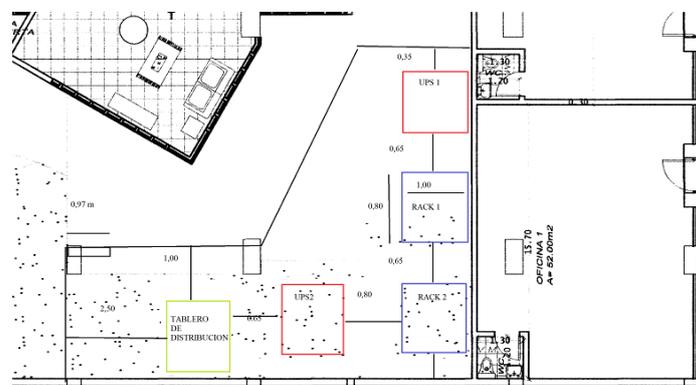
La Figura 5 indica las dimensiones de los pisos del edificio, cada planta tiene una dimensión de 100mts cuadrados, distribuido en tres dormitorios, sala, comedor, cocina grande, una bodega interna, 2 baños completos. Además, cuenta con tres plantas subterráneas que son utilizadas para garaje de los clientes. El primer piso posee una altura de 2.70 metros (m) con un área cuadrada de 816.50 metros cuadrados. Desde el segundo piso en adelante todos los pisos cuentan con una altura de 2.32 metros y el área de los pisos es de 816.50 metros cuadrados

3.3.1 Cuarto de comunicaciones

Para la ubicación de los equipos del área de red local e interconexión de la distribución horizontal, por parte de la administración en el espacio arquitectónico ubicado en el tercer piso se determinó el futuro acondicionamiento del área de recepción la cual consta con una superficie de 126 metros cuadrados y 2,70 metros de altura, piso elevado con una resistencia de 6kPA. Este cuarto seguirá la norma ANSI/TIA/EIA569-A.

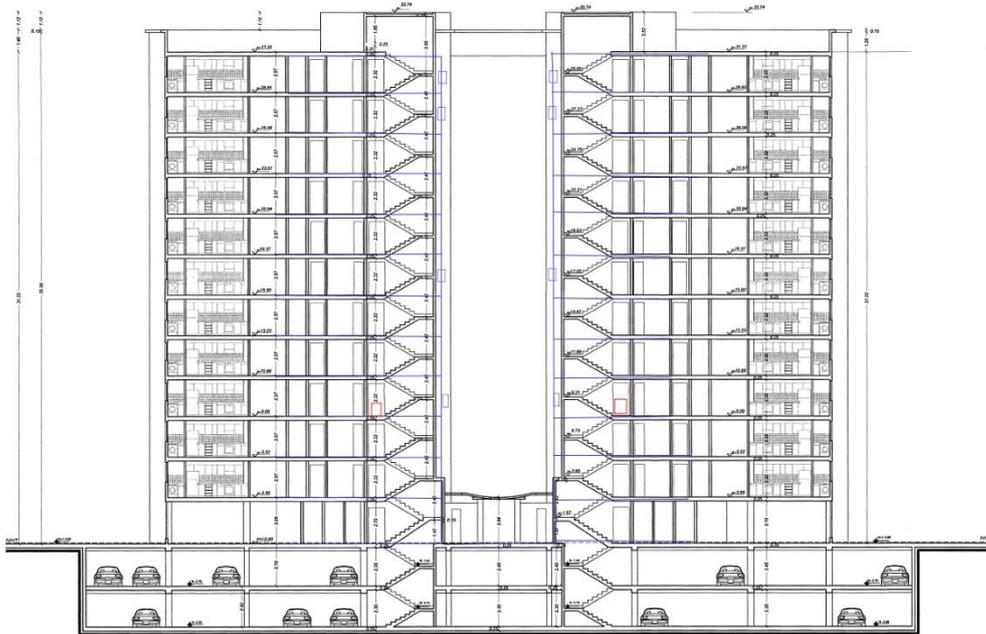
A continuación, en la Figura 6, se indica la ubicación de la puerta contra incendios de 0,90 metros de ancho, Rack 1 y 2, sus respectivos sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS), así como la ubicación del tablero de distribución de cargas eléctricas, este cuarto contará con un sistema de refrigeración por compresión para mantener a una temperatura de 20 grados centígrados y un valor de humedad relativo de 35 %. Para la conexión de los cuartos de comunicación de cada edificio, al estar ubicados los cuartos de comunicaciones en el tercer piso de las construcciones, para su interconexión se hará uso del cableado subterráneo presente en la zona del predio como se indica en la Figura 7.

Figura 6: Cuarto de comunicaciones



Distribución de equipos en el cuarto de comunicaciones. Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Figura 7: Conexión de los cuartos de comunicaciones



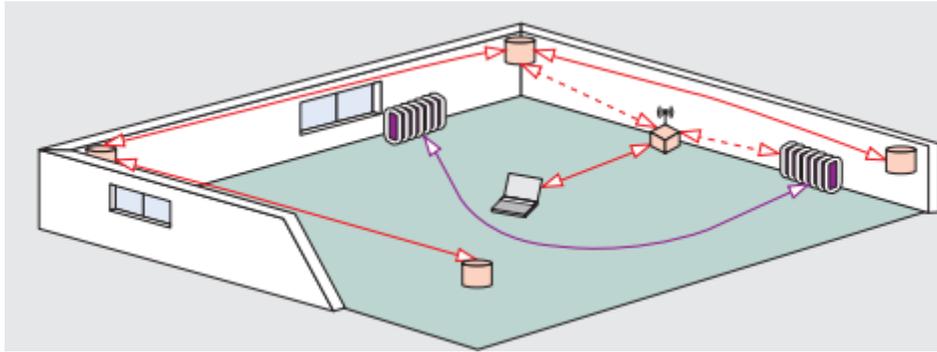
Conexión de cuartos de comunicaciones. Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

El área de subterráneo cuenta con 0,25 metros cuadrados libres en los cuales la conexión entre los cuartos de comunicaciones necesita un área de 60,57 centímetros cuadrados, siendo este espacio adecuado para la ubicación de los cables de interconexión, el valor del área necesaria se calculó con referencia al cable UTP / FTP-CAT6PRO con un diámetro de 0.00064262 metros al ser un cable 22AWG.

3.4 Proyecto físico de la red Iot

El escenario es un edificio inteligente con apartamentos equipados con varios dispositivos actuadores/sensores capaces de comunicarse de forma autónoma para realizar tareas o asistir a las necesidades humanas. Este escenario se describe en la Figura 8

Figura 8: Red heterogénea de sensores y actuadores del departamento del edificio



Distribución de sensores y actuadores en un departamento. Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

En este apartamento, el acceso a Internet se proporciona a través de un router doméstico. El router se conecta al ISP a través de una red móvil o terrestre (es decir, 3G/4G, ADSL) y proporciona conexiones Ethernet y WiFi a los dispositivos de los usuarios. El punto clave es que, además de esta configuración estándar, el router está equipado con una o más interfaces IEEE 802.15.4, convirtiéndose así en un elemento activo en el entorno del edificio inteligente.

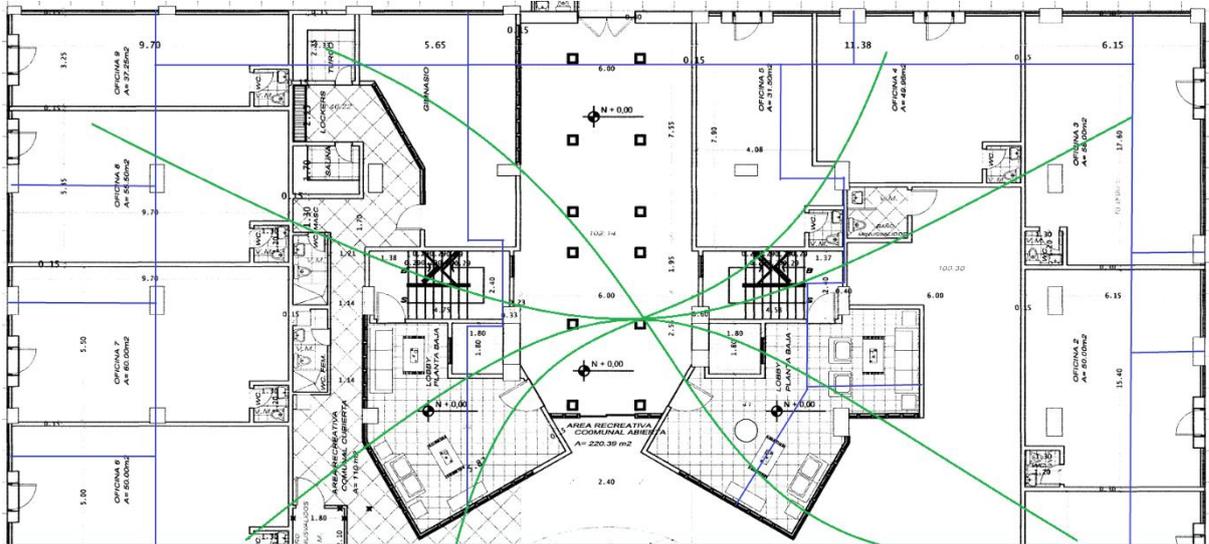
Cabe destacar que el escenario no se limita a un edificio inteligente, ya que las mismas tecnologías y conceptos pueden utilizarse para diferentes entornos, por ejemplo, zonas públicas.

3.5 Cableado estructurado y red inalámbrica

Dado que el cableado estructurado se puede preinstalar para admitir las configuraciones de equipos más comunes, los nuevos sistemas se pueden implementar rápidamente. El cableado estructurado también es muy fácil de usar y expandir. Debido a su diseño modular, es fácil agregar redundancia (copiando) el diseño de un área de distribución horizontal (HDA) o un cable troncal. El uso de cableado estructurado divide todo el sistema de cableado en partes más pequeñas, lo que lo hace más fácil de administrar, en comparación con tener todos los cables en un gran grupo. La utilización del estándar TIA/EIA568B simplifica enormemente el proceso de diseño del cableado estructurado, asegura la compatibilidad con los estándares de aplicación y puede abordar complicaciones imprevistas, para lo cual se utilizará el cable UTP / FTP-CAT6PRO.

Y el estándar ANSI/TIA-862-B sobre cableado para sistemas de edificios inteligentes, incluidas cámaras IP, sistemas de seguridad y sistemas de monitoreo para la infraestructura eléctrica y mecánica del centro de datos.

Figura 9: Cableado estructurado primer piso

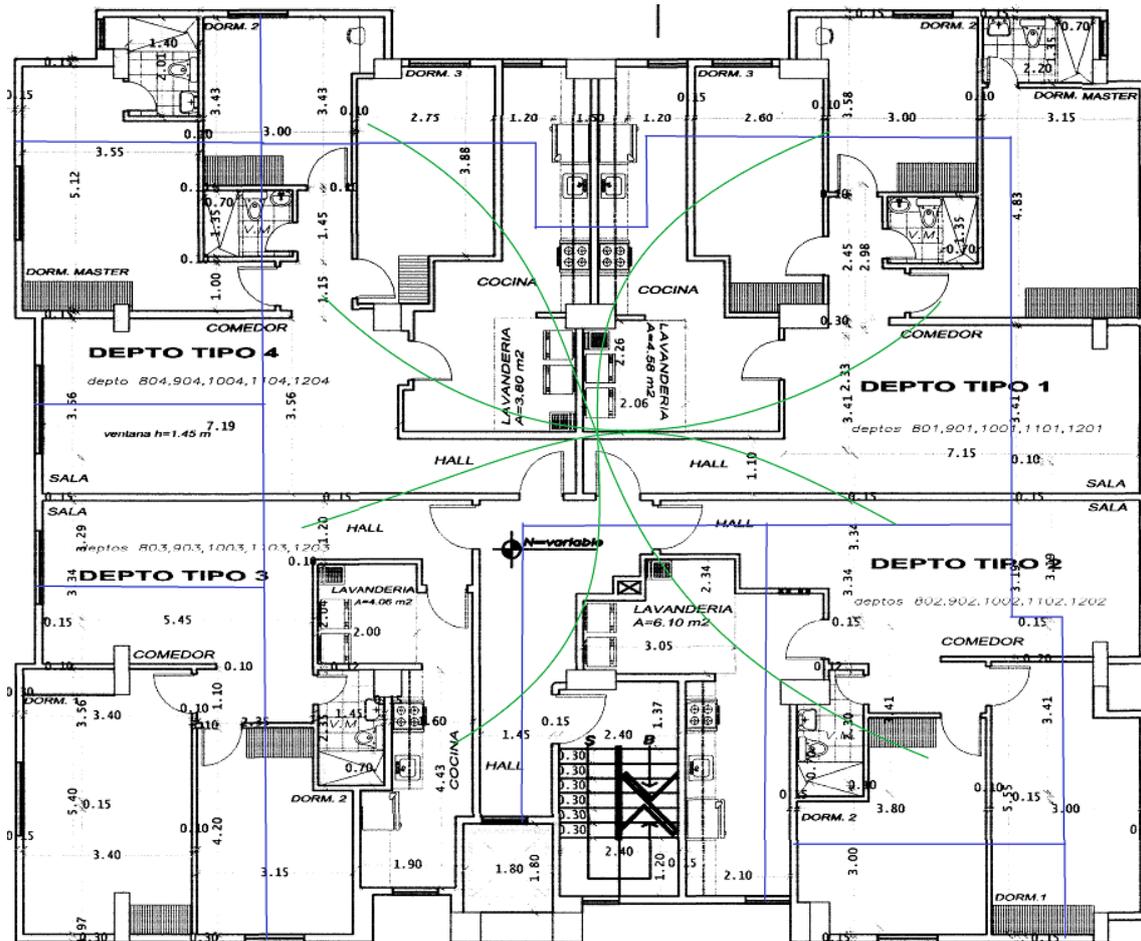


Cableado estructurado y red inalámbrica del primer piso

En la Figura 9, se indica el cableado estructurado con sus correspondientes puntos de consolidación (CP) desde cada una de las oficinas y áreas que se encuentran en el primer piso hacia la caja principal para su distribución y posterior a esta hacia los demás pisos, así como la red inalámbrica proporcionado por los puntos de acceso Aruba 6500 ubicados en cada piso.

Se puede observar en la Figura 10, la distribución de los puntos de datos del segundo el piso los cuales serán distribuidos horizontalmente HDA, hacia el Rack que se ubicará uno cada 3 pisos, así como la red inalámbrica. La distribución del piso 2 en adelante es la misma ya que tienen las mismas áreas como se puede apreciar en el Anexo 7.

Figura 10: Cableado estructurado a partir del segundo piso



Cableado estructurado y red inalámbrica del segundo piso.

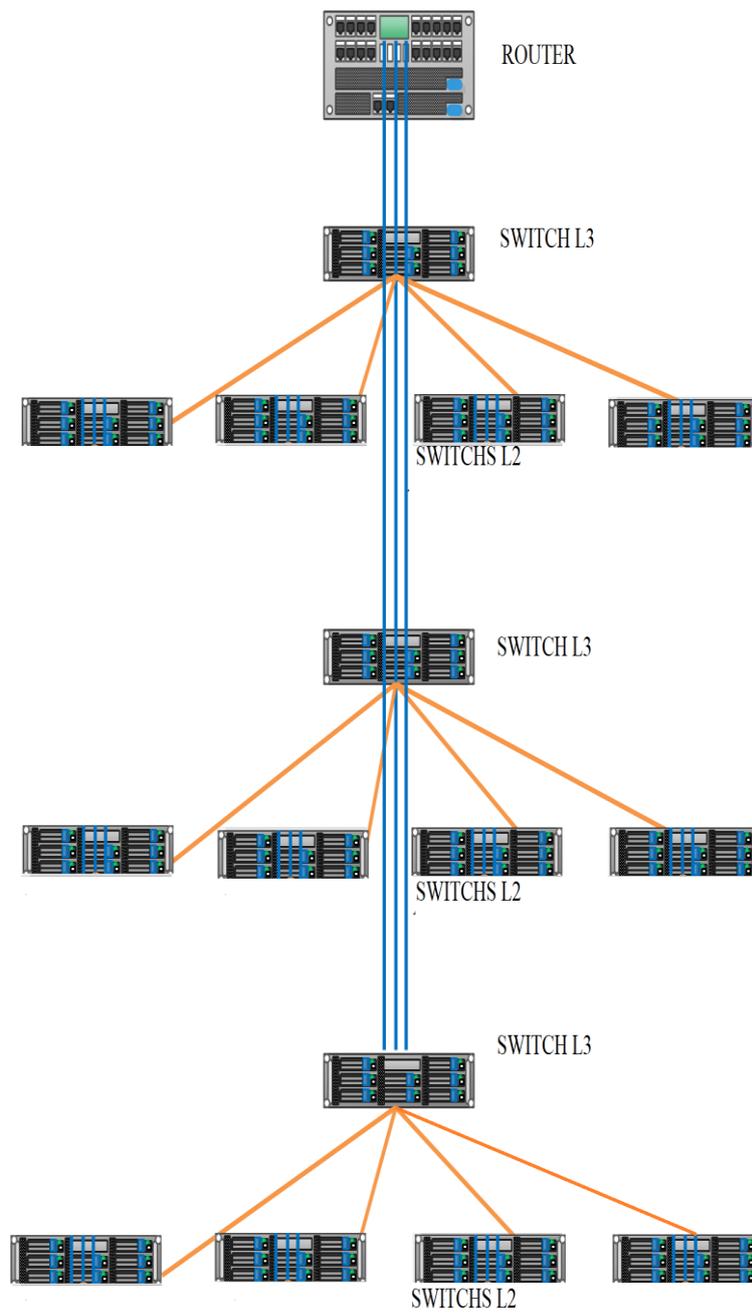
3.6 Descripción topológica

La topología de red sigue la jerarquía de los equipos a utilizar como se indica en la

Figura 11, que inicia desde el Router hacia los Switchs de capa 3 y 2; que se encuentran distribuidos cada 3 pisos para vincular los dispositivos IOT y los usuarios del Edificio Torres Japón a través de los puntos de acceso que proporcionan la red inalámbrica.

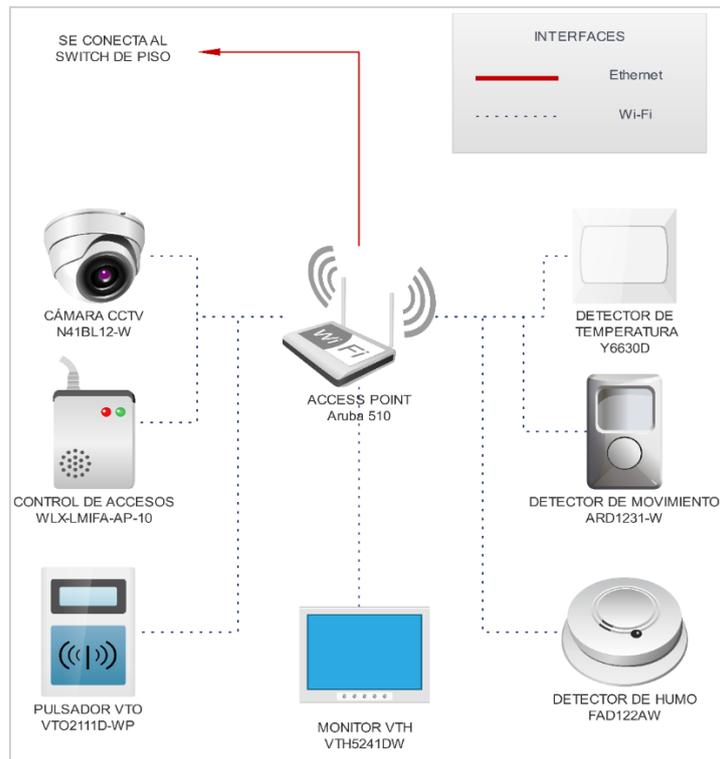
Esta topología de red también se denomina estrella por tener un punto central de ramificaciones en el que el Switch o su vez el router se conecta a los dispositivos finales, como el controlador para la autenticación de dispositivos, puntos de acceso, interfaz IOT y de seguridad. En la Figura 12 se muestra la conectividad física de dispositivos IOT al punto de acceso aplicados a cada piso, en la Figura 13 se muestra la conexión de los puntos de acceso al Switch a través de ethernet, además se muestra la salida de conectividad de fibra óptica hacia el respectivo switch.

Figura 11: Topología general de la red



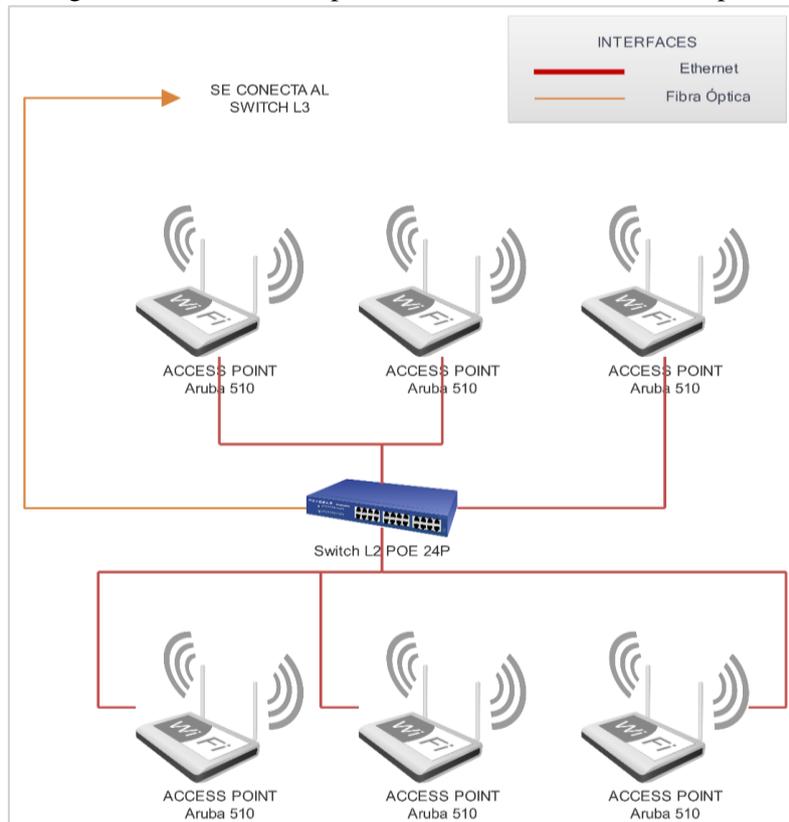
Representación física de los equipos de networking, Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Figura 12: Conexión dispositivos IOT



Representación física de los equipos IOT, Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Figura 13: Conexión de puntos de acceso al Switch de capa 2



Representación física de los equipos de red inalámbrica, Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

3.7 Direccionamiento IP

En la Tabla 1 se presenta la dirección del IPv4 para cada LAN el cual utiliza el tipo B y, también se considera un crecimiento de la red IOT en un 50%, en las direcciones también está considerado las interfaces de conexión de los switchs de capa 2 y 3 y routers.

Tabla 1: Direcciones IPv4 por pisos

LAN	NOMBRE	DIRECCION IPv4
1	Garaje piso 1	172.0.16.0/24
2	Garaje piso 2	172.0.17.0/24
3	Piso 1	172.0.18.0/24
4	Piso 2	172.0.19.0/24
5	Piso 3	172.0.20.0/24
6	Piso 4	172.0.21.0/24
7	Piso 5	172.0.22.0/24
8	Piso 6	172.0.23.0/24
9	Piso 7	172.0.24.0/24
10	Piso 8	172.0.25.0/24
11	Piso 9	172.0.26.0/24
12	Piso 10	172.0.27.0/24
13	Piso 11	172.0.28.0/24
14	Piso 12	172.0.29.0/24

Tabla de direcciones IPv4 para cada piso. Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Las direcciones utilizadas son de clase B, de 172.16.0.0 a 172.31.255.255. Las cuales se utilizan para redes medianas, como edificaciones, con 512 redes asignables por piso. (Chen, Wei, Zhiyu, & Faxin, 2021)

Cada uno de los pisos cuentan con 3 departamentos, por lo tanto, se asigna para cada una de sus áreas las siguientes direcciones indicadas en la Tabla 2.

Tabla 2: Direccionamiento IPv4 por departamentos

172.0.x.0		
N	Dirección IP	Máscara
1	172.0.x.1	255.255.255.0
2	172.0.x.2	255.255.255.0
3	172.0.x.3	255.255.255.0
4	172.0.x.4	255.255.255.0
5	172.0.x.5	255.255.255.0
6	172.0.x.6	255.255.255.0
7	172.0.x.7	255.255.255.0
8	172.0.x.8	255.255.255.0
9	172.0.x.9	255.255.255.0

Tabla de direcciones IPv4 para cada departamento. Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

3.8 Políticas de seguridad

3.8.1 Políticas de administración del sistema

Hacer cumplir las reglas de control de acceso y garantizar que solo los usuarios autorizados tengan acceso a los recursos de la red, detectar y eliminar el malware y proporciona canales seguros para los usuarios remotos.

3.8.2 Seguridad física

La seguridad de la infraestructura es el eje de la estrategia de seguridad general de cualquier empresa o edificación porque se encuentra en el centro de sus operaciones tecnológicas. La seguridad de la infraestructura sustenta las estrategias tácticas y todo lo demás que se produce a su alrededor de la información en red.

3.9 Conectividad a internet

Proporcionar a los usuarios del Edificio Torres Japón conectividad, soporte y accesibilidad y una experiencia de usuario positiva, considerando en el diseño el uso de un enrutador y un corta fuegos para el direccionamiento y seguridad para los clientes.

3.10 Calidad de servicio

Para asegurar la calidad de servicio es necesario contratar un plan con buen ancho de banda para el edificio Torres Japón que permita el uso de los servicios de voz, datos o video, por lo que los dispositivos deben permitir una adecuada gestión del tráfico sea de manera cableada o inalámbrica.

3.11 Determinación de equipos

3.11.1 Controlador de movilidad

Tabla 3: Controladores de movilidad

Catalyst 9800-L	Catalyst 9800-80	Aruba 7200
		
Flexibilidad de enlaces ascendentes de cobre o fibra	Flexibilidad de enlaces ascendentes de cobre o fibra	Flexibles se pueden implementar con fibra o cobre
Hasta 250 AP, 5000 clientes y rendimiento de 5 Gbps	Hasta 150 AP, 5000 clientes y rendimiento de 5 Gbps	Soporta hasta 32000 dispositivos y rendimiento de 5 Gbps
Hot patching, ahorro de tiempo y actualizaciones sin hits	Hot patching, ahorro de tiempo y actualizaciones sin hits	Defensa contra amenazas
Telemetría avanzada bajo demanda	Telemetría avanzada bajo demanda	Corta fuegos con reconocimiento continuo

Tabla comparativa de los controladores de movilidad, Fuente: (CISCO, 2022) (Aruba, 2022)

En la Tabla 3, se muestra las características de los controladores de movilidad, se seleccionó el equipo Aruba 7200 que proporciona conectividad y seguridad, este dispositivo tiene la capacidad de administrar hasta un máximo de 32000 usuarios o dispositivos, siendo superior en este aspecto a los dispositivos comparados. Además, cuenta con puertos POE+, el cual permite que sea posible alimentar con energía eléctrica a un gran número de dispositivos conectados en red.

3.11.2 Router

Tabla 4: Routers

Cisco Catalyst IR1100	HPE HSR6800	Cisco Catalyst IR8100 trabajo pesado
		
Diseño de hardware modular y expandible para prolongar la vida útil del producto	Enrutador modular, ideal para centro de datos	IP67, enrutadores industriales totalmente modulares con respaldo de batería incorporado
Robusto y compacto con bajo consumo de energía	Arquitectura de procesamiento distribuido multinúcleo	5G, LTE pública y privada, y mas
WAN definida por software, IOS XE y computación perimetral habilitada	Servicio de rendimiento con reenvío de hasta 240 Mpps y capacidad de conmutación de 2 Tpps	Ciberseguridad multicapa y seguridad de hardware
Seguridad de nivel empresarial integrada, CyberVision	2 ranuras celulares, 1 ranura WiFi	Cómputo perimetral integrado y compatible con SD-WAN
Elección de interfaces WAN como Ethernet, DUAL Celular y DSL	Conexión WAN de alta densidad	Chasis habilitado para PoE
Listo para FirstNet	Resiliencia de clase portadora (IRF)	1 gigabit de cobre con salida PoE
Certificación IEC 61850-3 e IEEE 1613	24 puertos distribuidos para 10GBASE-R-SFP+	1 gigabit de fibra/SFP
Dual Celular para redundancia WAN	Enrutamiento robusto MPLS, IPv4, IPv6, DHCP, QoS	3 ranuras de E/S adicionales
100GB de almacenamiento adicional para aplicaciones perimetrales	Procesador HPE Apollo	alimentado por CA
Proporciona soporte OSPF para IPv6	Gestión en la nube y en las instalaciones	12 V CC para dispositivos externos

Tabla comparativa de routers, Fuente: (Kolackova, Hosek, Jerabek, & Masek, 2021) (Gahona & Gavilema, 2020)

En la Tabla 4 se realiza una comparativa de los routers de las empresas Cisco y HPE, el dispositivo seleccionado es el HPE HSR6800, este es un enrutador de servicios WAN de alto rendimiento por ofrecer enrutamiento robusto (MPLS, IPv4, IPv6, enrutamiento dinámico, QoS anidado), seguridad (firewall con estado, IPsec/VPN dinámica, protección

DoS, NAT), conmutación de capa 3 y 2 completa, gracias a estas características permiten gestionar el servidor de IOT y datos, adicionalmente cuenta con puertos POE+ para alimentar a los dispositivos de la red, simplificando las conexiones entre los sensores.

3.11.3 Switch

Tabla 5: Switchs

Cisco Catalyst IE3400 resistente	Cisco Catalyst IE3400 pesado	Cisco Catalyst IE3300 resistente	Aruba CX6405
			
Toda la plataforma Gigabit Ethernet, capa 2 o capa 3	Toda la plataforma Gigabit Ethernet, capa 2 o capa 3	Toda la plataforma Gigabit Ethernet, capa 2 o capa 3	Toda la plataforma Gigabit Ethernet, capa 2 o capa 3
Conmutador de carril DIN modular avanzado ampliable hasta 26 puertos	Conmutador IP66/IP67 de montaje en pared con interfaces M12	Conmutador de carril DIN modular ampliable hasta 26 puertos	Conmutador Aruba CX 6405 de montaje de 48 puertos
Hasta 24 puertos de PoE/PoE+ [Presupuesto de energía de hasta 480 W]	Hasta 24 todos los puertos Gigabit Ethernet o todos los puertos Fast Ethernet, capa	Hasta 24 puertos de PoE/PoE+ [Presupuestos de energía de hasta 360 W]	Hasta 146 puertos de 60 W con PoE de alta potencia IEEE 802.3bt
Módulos de expansión de cobre, fibra y PoE+	Cisco DNA Center para la gestión	Módulos de expansión de cobre, fibra y PoE+	Módulos de expansión GbE, PoE de clase 4
Cisco DNA Center para la gestión	Nodo extendido SD-Access	Cisco DNA Center para la gestión	Puerto de gestión fuera de banda (OOBM)
Nodo extendido de política SD-Access	Protocolos industriales y de seguridad adicionales	Nodo extendido de política SD-Access	Puerto de consola USB-C

Tabla de características principales de los switchs recomendados para las edificaciones IOT o construcciones inteligentes, Fuente: (CISCO, 2022) (Aruba, 2022)

En la Tabla 5, se indican las características de los switches Cisco serie Catalyst y Aruba CX, el equipo seleccionado es el Aruba CX6400 que ofrece un rápido rendimiento sin bloqueos, lo que se traduce en que la red está preparada para las impredecibles necesidades del futuro, aportando gran capacidad de escalabilidad. Con un alto rendimiento, disponibilidad y permite rápidas actualizaciones no disruptivas con una gestión simplificada y baja latencia. Este se destaca por tener el mayor número de puertos POE+, y por ser un switch tanto de capa 2 y 3 que permite la conexión entre los switches de distribución.

3.11.4 Access point

Tabla 6: Access point

IW6300	IW3702	Aruba650
		
Diseño robusto	Diseño robusto	Diseño para interiores
Ofrece 802.11 ac	Ofrece 802.11 ac	Ofrece 802.11 b/g/n
Protección IP67	Protección IP67	Protección IP67
Escalabilidad hasta 1000 puntos de acceso de capa 3	Escalabilidad hasta 1800 puntos de acceso de capa 3	Escalabilidad hasta 5000 puntos de acceso de capa 2 y 3

Tabla comparativa de puntos de acceso o access point, Fuente: (CISCO, 2022) (Aruba, 2022) (Yuasta, 2021)

En la Tabla 6, se comparan los equipos de puntos de acceso, de los cuales se selecciona el equipo Aruba 6500 que ofrece la máxima flexibilidad de implementación en una amplia gama de entornos de LAN inalámbrica (WLAN), configuración sin intervención y actualizaciones de software automáticas, aprovechan la banda de 6 GHz para lograr conectividad rápida y segura, además de puertos Ethernet duales de 5 Gbps configurables para una alta disponibilidad. En el apartado que se destaca es en la escalabilidad permitiendo la conexión de hasta 5000 puntos de acceso para red inalámbrica.

3.11.5 Firewall

Tabla 7: Firewalls

ISA3000	FC-7060E
	
Visibilidad de protocolos, incluidos DNP3, CIP, Modbus, IEC 61850, IEC 104 y aplicaciones de Omron, Rockwell, GE, Schneider y Siemens	Identifica miles de aplicaciones dentro del tráfico de la red para una inspección profunda y la aplicación de políticas granulares
Inmunidad a vibraciones, golpes, sobretensiones y ruido eléctrico	Protege contra el malware, los exploits y los sitios web maliciosos en el tráfico cifrado y no cifrado
Gestión de multidispositivo a través de Firepower Management Center	Previene y detecta los ataques conocidos y desconocidos utilizando la inteligencia de amenazas continua de los servicios de seguridad servicios de seguridad de FortiGuard Labs
Alta disponibilidad con funciones de hardware derivado	Proporciona un rendimiento y una protección líderes en el sector para tráfico cifrado SSL

Tabla comparativa de Firewalls, Fuente: (Chiliquinga & Sivisaca, 2022) (Fortinet, Fortinet Deliver Secure Digital Transformation, 2019) (Arefin, Uddin, Evan, & Alam, 2021)

En la Tabla 7, se indica tanto Cisco como Fortinet cuentan con potentes capacidades y características que pueden brindar diferentes beneficios a la red de la edificación. El equipo seleccionado es el FC-7060E ya que tiene mejores funcionalidades que filtran el tráfico de red para proteger a una organización de amenazas internas y externas, con capacidad de inspección de contenido más profundas, identificar ataques, malware, prevención de intrusiones y visibilidad avanzada a través de toda la superficie de ataque.

3.11.6 Sensores de temperatura

Tabla 8: Sensores de temperatura

Características/ Sensor	RS-WS-2D	EE10	DUCT
Imagen			
Precisión	$\pm 0,4$ °C (25 °C)	$\pm 0,5$ °C (25 °C)	$\pm 0,6$ °C (25 °C)
Señal de salida	4-20mA, 0-5V	4-20mA, 0-5V	4-20mA, 0-5V
Protocolo	HTTPS	HTTP	CoAP

Tabla comparativa sensores de temperatura, Fuente: (Bouchabou, Nguyen, Lohr, LeDuc, & Kanellos, 2021)

En la Tabla 8 se realiza una comparativa entre los sensores de temperatura utilizados en edificaciones inteligentes, los cuales mantienen características similares en el voltaje de funcionamiento, protocolo de comunicación, el sensor seleccionado es el RS-WS-2D, por su precisión de medición de $\pm 0,4$ °C, respecto a los otros sensores, garantizando su fiabilidad.

3.11.7 Sensores de movimiento

Tabla 9: Sensores de movimiento

Características/Sensor	Squidlink 2xsm	Kerlink	SMK
Imagen			
Fuente de alimentación	12 V	12 V	5 V
Sensibilidad	9 metros	12 metros	15 metros
Protocolo	HTTPS	MQTT	HTTP
Tiempo de muestreo	2 segundos	5 segundos	20 segundos

Tabla comparativa de sensores de movimiento, Fuente: (Mukhopadhyay, et al., 2021) (Ahn & Park, 2021)

En la Tabla 9 se compara las características de los sensores de movimiento, el equipo seleccionado es el Squidlink 2xsm debido a su rango de sensibilidad, tiempo de muestreo de 2 segundos y protocolo de comunicación compatible con los dispositivos de networking mencionados anteriormente.

3.11.8 Sensores de calidad del aire

Tabla 10: Sensores de calidad de aire

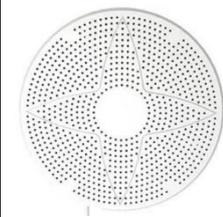
Características/Sensor	RSMG111	RS-N01	RS-NEGO-N01
Imagen			
Fuente de alimentación	24 Vcc	10-30 Vcc	12 Vcc
Tipos de gas	CO2, CO3, CO, CH4, O2, SO2, NO2, H2 H2S	CO2, CO3, O2, NO2	CO2, O2, NO2
Protocolo	HTTPS	CoAP	CoAP
Presión atmosférica	0-120 KPa	0-100 KPa	0-100 KPa

Tabla comparativa de sensores de calidad de aire, Fuente: (Marathe, Nambi, Swaminathan, & Sutaria, 2021)

De los sensores comparados en la Tabla 10, se selecciona el sensor RSMG111, debido a su amplia lista de tipos de gas que puede medir, para verificar la calidad del aire dentro del edificio, ya que los 3 sensores mantienen el mismo protocolo de comunicación que se ajusta con los equipos de los apartados anteriores.

3.11.9 Cerraduras

Tabla 11: Cerraduras

Características/Cerradura	Philips M1-S50/S70	WLX-LMIFA
Imagen		
Distancia de identificación	2 a 3 cm	2 cm
Frecuencia	470-525MHz	400-600MHz
Protocolo	HTTP	HTTPS
Alarma de baja potencia	4,8 VCC	4 VCC
Ambiente de trabajo	-20 °C - 55 °C; <90%HR	-20 °C - 55 °C; <90%HR
Corriente de trabajo	≤150mA	≤100Ma
tiempo de desbloqueo	6 segundos	5 segundos
Durabilidad	>30 millones de veces desbloquear	>50 millones de veces desbloquear
Vida mecánica	>15 años	>25 años

Tabla comparativa de cerraduras, Fuente: (Bonwin, 2022) (Gahona & Gavilema, 2020)

Debido a las características de cada cerradura indicadas en la Tabla 11, la seleccionada es la WX-LMIFA por tener la menor distancia de identificación, tiempo de respuesta de 5 segundos y una durabilidad mayor a la cerradura comparada.

3.11.10 Sensores de humo

Tabla 12: Sensores de humo

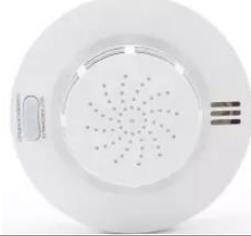
Características/Sensores	XINDA	CPVANS	ASENWARE
Imagen			
Distancia de identificación (cm)	2	5	3
Fuente de alimentación (Vcc)	12	12	5
Corriente de consumo (mA)	10	20	20
Protocolo de comunicación	OPC UA	HTTPS	AMQP

Tabla comparativa de los sensores del humo, Fuente: (CISCO, 2022) (Aruba, 2022)

En la Tabla 12 se comparan los sensores de humo teniendo características similares en los apartados de distancia de identificación y corriente de consumo, el sensor CPVANS es el seleccionado ya que tiene un mayor rango de medición y por el protocolo de comunicación de hipertexto seguro.

3.11.11 Intercomunicadores

Tabla 13: Intercomunicadores

WallS-200	DRC10AC2	2NIP
		
Instalación sobrepuesta o empotrada	Instalación empotrada	Instalación flotante
Automatización para control y accionamiento de dispositivos	Dispositivo de aviso acústico para departamentos	Intercomunicador de audio
Intercomunicador para sistemas de seguridad	Intercomunicador analógico	Retroiluminación en la botonera
Cuenta con monitor y botones externos como complementos	Botonera con video	Botón simple de timbre
Punto de control de acceso para sistemas de seguridad	Utiliza el protocolo HTTPS para comunicarse	Utiliza el protocolo HTTP para comunicarse
Utiliza el protocolo MQTT para comunicarse		

Tabla comparativa de intercomunicadores, Fuente: (CISCO, 2022) (Aruba, 2022)

De los intercomunicadores comparados en la Tabla 13, destaca el dispositivo Walls-200 que además de tener una pantalla y botonera para la interfaz de videoportero permite la conexión de periféricos como monitores y botones adicionales, también utiliza el protocolo de comunicación MQTT que también se utiliza en la red IOT.

3.11.12 Televisores inteligentes

Tabla 14: Smart TVs

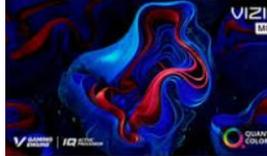
Características/Televisor	Samsung QN900A	LG G1	Sony A90J
Imagen			
Tamaño de pantalla	65-85 pulgadas	55-77 pulgadas	55-83 pulgadas
Tipo de panel	Neo QLED	OLED evo	OLED
Resolución	8K	4K	4K
HDR	HDR10, HLG, HDR10+	HDR10, HLG, HDR10+, Dolby Visión	HDR10, HLG, HDR10+
Sistema operativo	Android TV	Web OS	Android TV

Tabla comparativa de televisores inteligentes 2022, Fuente:

Los televisores comparados en la Tabla 14, presentan características similares desde el tipo de panel OLED, los 3 televisores utilizan la misma tecnología en sus paneles, cada uno de los fabricantes le da un nombre a esta tecnología como es el caso de Samsung que le denomina Neo QLED y LG como OLED evo, el televisor seleccionado es el Samsung QN900A por su resolución superior, y por el sistema operativo Android TV, que lo hace compatible con mayor número de aplicaciones en su tienda digital que permiten ser controlados mediante teléfonos inteligentes y asistentes virtuales.

3.12 Ancho de banda

Los cálculos de ancho de banda tienen en cuenta muchos factores diferentes. El tamaño del paquete individual, la compresión o la falta de ella, el cifrado, el protocolo, los códecs de audio, etc. pueden influir en el desgaste de ancho de banda de su red. Es necesario conocer tres cosas para determinar el consumo de ancho de banda:

Tamaño total del paquete = encabezados + tamaño de la carga útil de voz

PPS = (celeridad de bits del códec) / (tamaño de la carga útil de voz)

Ancho de banda = tamaño total del paquete * PPS

Suponga que está utilizando el códec G.720 con una tasa de bits de 8 kbps y el tamaño de la carga de voz es de 20 bytes con encabezados de 8 bytes. Sus cálculos serían los siguientes:

Tamaño total del paquete = 8 bytes (encabezados) + 20 bytes (tamaño de carga útil de voz) = 28 bytes

Tamaño total del paquete en bits = 28 * 8 bits por byte = 224 bits

PPS = 8 Kbps (tasa de bits del códec) / (160 bits) = 50 pps

Ancho de banda por llamada = 224 bits * 50 pps = 11,2 Kbps

Por lo tanto, es necesario 11,2 Kbps según la llamada de VoIP.

El consumo total de ancho de banda dependería del número de llamadas simultáneas en cualquier momento. Si tiene más ancho de banda, puede hacer más llamadas al mismo tiempo. (VOIP, 2022)

3.13 Nube

Se debe manejar algunos parámetros a la hora de manipular estos archivos en el internet como es la situación de los archivos de audio y video se debe tomar en cuenta los fotogramas por segundo, horas por día, número de días almacenados, resolución, calidad de video, tipo de compresión. De manera general es la sumatoria en Gigabytes (GB) por mes, así como la transferencia de datos saliente a Internet y saliente al origen, el número de solicitudes a dicho servidor, estas solicitudes son a través del Protocolo de hyper texto seguro (HTTPS)

Tabla 15: Calculo de almacenamiento archivos de audio y video

Numero de cámaras	1
Fotogramas por segundo	15
Horas por día	12
Número de días almacenados	15
Resolución	1080P
Calidad del video	Media
Tipo de compresión	MJPEG

Características de los archivos de audio y video. Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Con la información detalla en la Tabla 15, es necesario un espacio de 2,51 Terabytes (TB) solo para los archivos de audio y video. (Seagate, 2022)

Con los datos anteriores se calcula el valor en dólares utilizando la nube de Amazon AWS

Precio escalonado para: 251000 GB

$10240 \text{ GB} \times 0,0850000000 \text{ USD} = 870,40 \text{ USD}$

$40960 \text{ GB} \times 0,08000000000000 \text{ USD} = 3276,80 \text{ USD}$

$102400 \text{ GB} \times 0,06000000000000 \text{ USD} = 6144,00 \text{ USD}$

$97400 \text{ GB} \times 0,04000000000000 \text{ USD} = 3896,00 \text{ USD}$

Coste total de la capa: $870,40 \text{ USD} + 3276,80 \text{ USD} + 6144,00 \text{ USD} + 3896,00 \text{ USD} = 14187,20 \text{ USD}$ (Transferencia de datos salientes a Internet)

Coste de la transferencia de datos salientes a Internet: 14.187,20 USD

$251.000 \text{ GB} \times 0,02 \text{ USD} = 5020,00 \text{ USD}$ (Transferencia de datos salientes a origen)

Coste de la transferencia de datos salientes hacia el origen: 5020,00 USD

$1000 \text{ solicitudes} \times 0,000001 \text{ USD} = 0,00 \text{ USD}$ (solicitudes HTTPS)

Coste de las peticiones: 0,00 USD

$14.187,20 \text{ USD} + 5020,00 \text{ USD} = 19.207,20 \text{ USD}$ (Coste total)

Precio de CloudFront en Estados Unidos (mensual): 19.207,20 USD (Amazon, 2022)

Una de las alternativas para almacenamiento en la nube radica en el almacenamiento añadido a la nube o Network Attachment Storage (NAS), con este concepto en mente las empresas líderes en estos dispositivos como lo son Synology y QNAP ofrecen tener una nube propia, sus dispositivos son escalables tienden desde 1 hasta n bahías para añadir discos duro o discos sólidos para el almacenamiento. Se lo cataloga a estos dispositivos como plug and play los cuales necesitan una fuente de alimentación y conexión a internet obviamente, cuentan con un sistema operativo para el manejo de archivos necesarios, con una gran variedad de servicios, servidor de páginas web, virtualización de máquinas, gestión de contenido multimedia, sistema de video vigilancia a través de su compatibilidad con los circuitos cerrados de televisión (CCTV). (Systems, 2022)

Figura 14: Vista general Synology DiskStation DS1520+



Estructura física del DS150+. Fuente: (Synology, 2022)

En la Figura 14, se muestra el dispositivo Synology DiskStation DS1520+ la cual es una fuente provisional de información vinculado en la red, ideal en oficinas de menor tamaño y aquellas que personas que manejan la tecnología de la información (TI). Los dos puertos SSD M.2 que vienen integradas y la información de caché de SSD de Synology permiten elevar la utilidad de las adaptaciones y la E/S del sistema. El modelo de acopio escalable de DS1520+ le permite señalar una mínima escala y elevar la capacidad de almacenamiento con Synology DX517 en medida que su base de información se eleva. (Velasco, 2019)

CAPÍTULO 4

SIMULACIÓN DE LA RED INTERNET DE LAS COSAS

En este capítulo se detalla la simulación y se hace el análisis del flujo de información en la red de internet de las cosas utilizando OPNET. Lo cual se incorporará al Edificio Torres Japón, con el siguiente direccionamiento y servicios a utilizar.

4.1 Análisis y Simulación De La Red IOT

Tabla 16: Servicios para la simulación

Características	Descripción
Servidores	HTTP, Web, DNS, email, FTP, DHCP, IOT
Servicios	Voz, video
Puntos de red adicionales	16
Promedio de elementos IOT	70

Tabla de características para los elementos de la simulación. Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

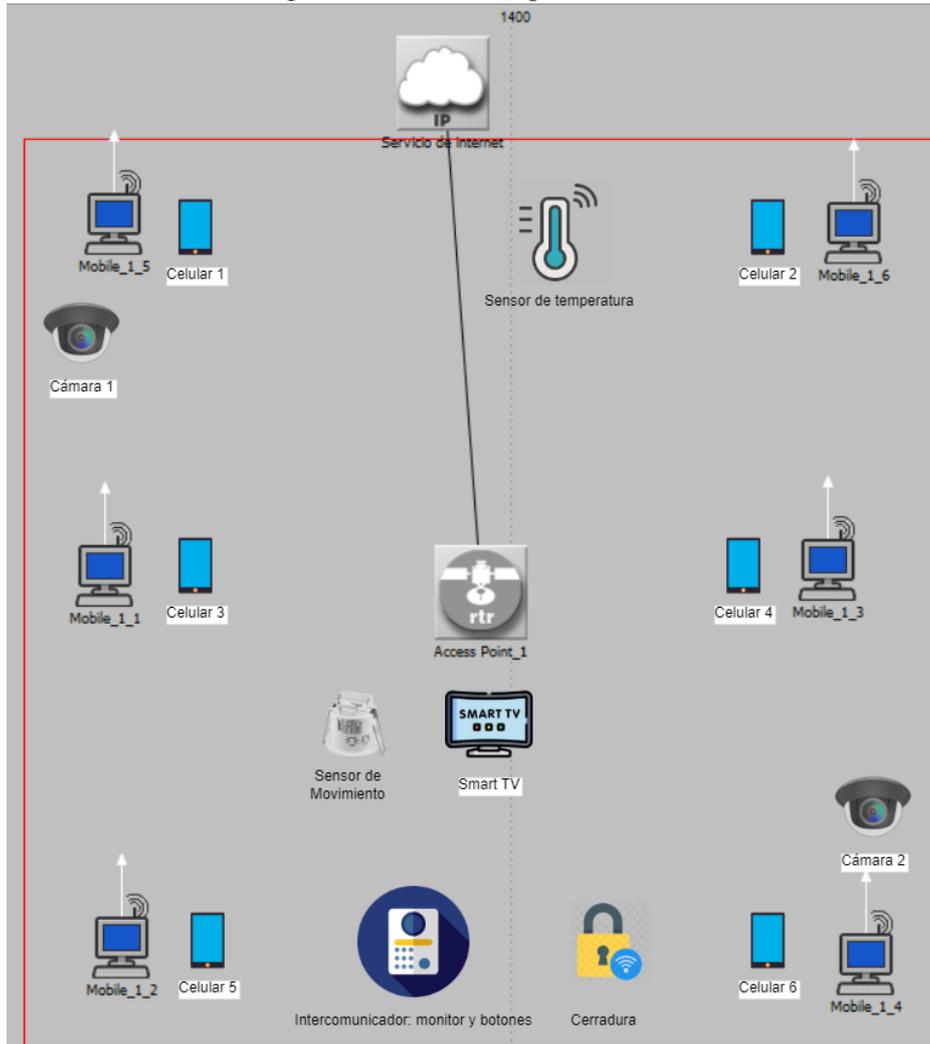
4.2 Escenario

La ejecución del escenario incluirá dispositivos de comunicación como, por ejemplo: computadoras personales, televisores inteligentes, teléfonos móviles y tabletas, y la Tabla 17 muestra la cantidad de dispositivos utilizados en la simulación.

El número de dispositivos asignados guarda relación con la cifra de pisos y la cifra de usuarios en cada uno; como se indica en la Figura 15 y se detalla en la Tabla 17; considerando 6 computadoras por piso, de igual forma 6 celulares pertenecientes a los trabajadores, cada piso cuenta con 2 cámaras de video, 1 intercomunicador de video, 1 detector de movimiento y cerraduras eléctricas.

Durante ejecución del escenario incluirá un punto de conexión IOT como sensores de humo, sensores de temperatura, sensores de movimiento, cerraduras eléctricas, monitores e intercomunicadores.

Figura 15: Red con dispositivos IOT



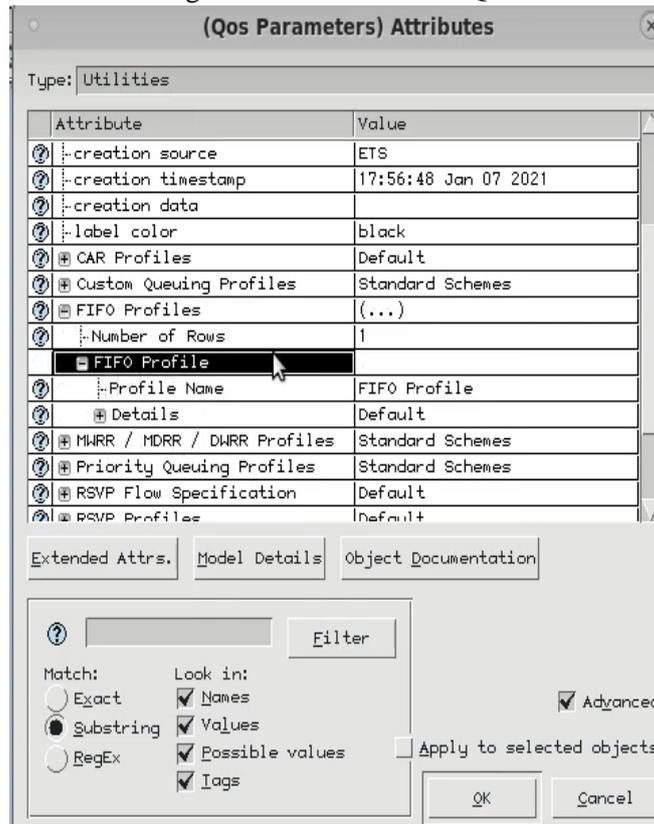
Distribución total de dispositivos en un piso. Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Tabla 17: Cantidad de equipos IOT a utilizar en la simulación

Dispositivos	Cantidad
Smart TV	48
Computador personal	288
Celular	288
Cerraduras eléctricas	48
Sensores de temperatura	48
Sensores de humo	48
Sensores de movimiento	48
Intercomunicadores monitor	48
Intercomunicadores pulsadores	48
Cámaras de video	100
Total	1012

Total, de dispositivos de la red. Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Figura 16: Parámetros de QoS



Atributos y valores utilizados en la evaluación de los escenarios. Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Para el análisis de calidad de servicio o QoS, se utiliza el esquema de cola justa ponderada (WFQ) por defecto del software OPNET, y el perfil de punto de código de servicios diferenciados (DSCPD).

Es confiable, la implementación es fácil y efectiva para explicar la prioridad del tráfico en la red. Para la optimización del rendimiento, se puede utilizar el servicio diferenciado (DiffServ) porque tiene el control ejecutivo de las preferencias de retraso, eliminación de paquetes y ancho de banda. Con miras a habilitar DiffServ en dichas redes, se puede aplicar el uso de punto de código de servicios diferenciados (DSCP) para la transmisión de voz y video. En el caso del escenario de QoS, se aplicó DSCP utilizando DiffServ para reenviar cualquier paquete de manera más profesional.

Existen tres formas de uso del campo DSCP.

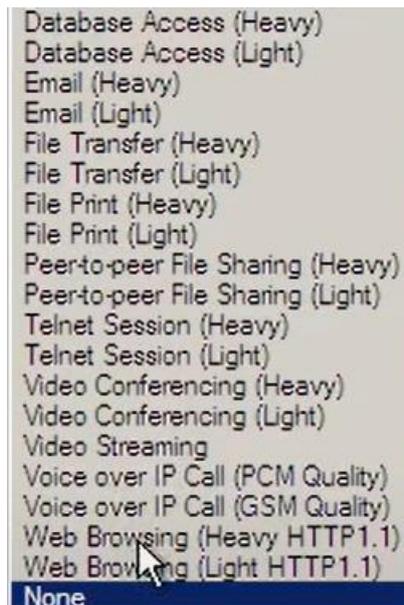
Clasificador: Se selecciona un paquete según el contenido de algunas partes del encabezado del paquete y aplique PHB según la característica del servicio definida por el valor DSCP.

Marcador: establecer el campo DSCP en función del perfil de tráfico.

Medición: verificar el cumplimiento del perfil de tráfico utilizando una función de moldeador o cuentagotas.

En el caso de esta simulación se utiliza el marcador el cual asigna el perfil por defecto como se indica en la Figura 17.

Figura 17: Servidor

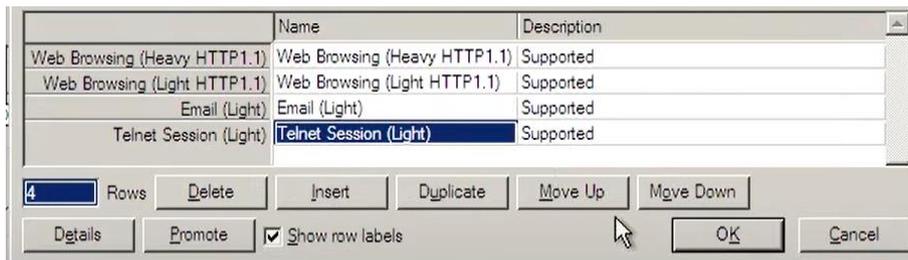


Lista de funciones para un servidor en el software OPNET. Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Para la configuración de servidores HTTP, correo, email, en el software OPNET se agrega por filas las funcionalidades del servidor a utilizar en el cual se escoge de la lista mostrada en la Figura 17, se configura con los perfiles del software, por defecto o personalizar cada uno de estos con los campos de velocidad de envío, cantidad de bits.

En la configuración del formulario se añade por filas cada uno de estos servicios como el servicio Navegación Web y Correo indicados en la Figura 18.

Figura 18: Tabla del servidor.



Name	Description
Web Browsing (Heavy HTTP1.1)	Supported
Web Browsing (Light HTTP1.1)	Supported
Email (Light)	Supported
Telnet Session (Light)	Supported

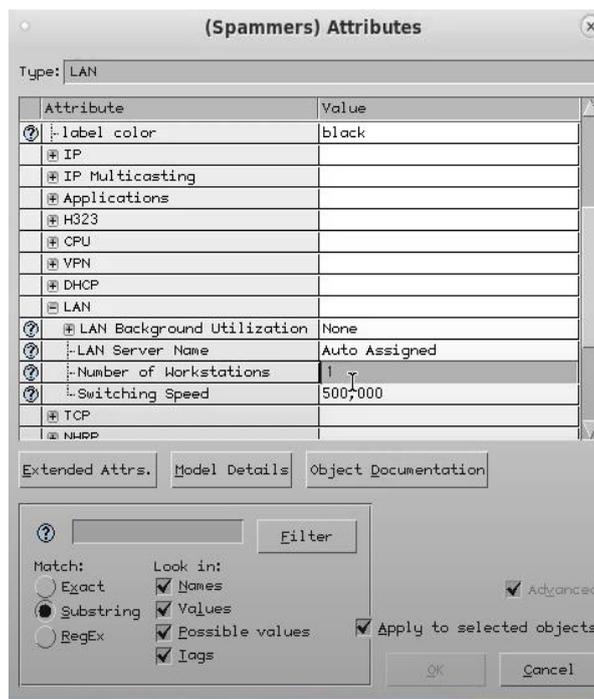
4 Rows Delete Insert Duplicate Move Up Move Down

Details Promote Show row labels OK Cancel

Asignación de funciones al servidor. Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Para la evaluación del retardo en la red se utiliza la función spammer para asignar envío de archivos masivos a los distintos clientes, esta opción permite enviar el mismo mensaje repetidas veces con un valor de velocidad asignado por el usuario, en Figura 19 se muestra los parámetros mencionados.

Figura 19: Parámetros spammer



(Spammers) Attributes

Type: LAN

Attribute	Value
Label color	black
IP	
IP Multicasting	
Applications	
H323	
CPU	
VPN	
DHCP	
LAN	
LAN Background Utilization	None
LAN Server Name	Auto Assigned
Number of Workstations	1
Switching Speed	500,000
TCP	
NAT	

Extended Attrs. Model Details Object Documentation

Filter

Match: Exact Substring RegEx

Look in: Names Values Possible values Tags

Advanced

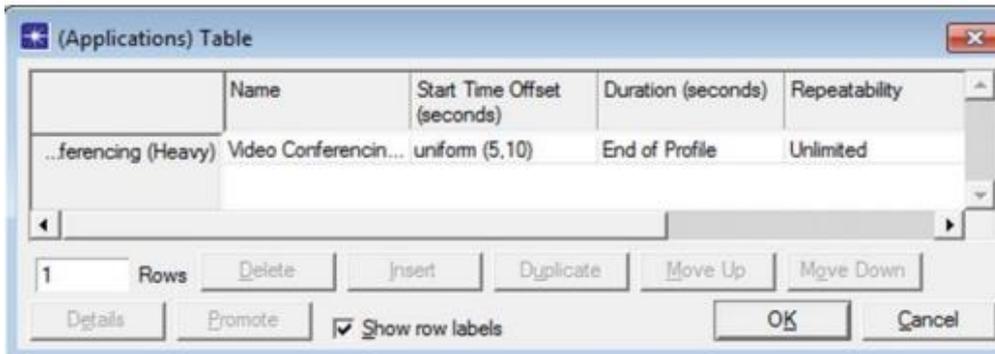
Apply to selected objects

OK Cancel

Atributos para la utilización del envío masivo a los clientes. Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

El tráfico multimedia se puede representar como un formulario de videoconferencia en la red. esta forma de la conferencia implica imágenes, datos y voz, y una representación definitiva del tráfico multimedia. Si bien el servidor de video se presenta para ayudar a la aplicación de videoconferencia hacia los detalles de la red, la Figura 20, muestra la configuración para aplicaciones de perfil de empleador multimedia en el escenario.

Figura 20: Configuraciones de aplicaciones para perfil multimedia



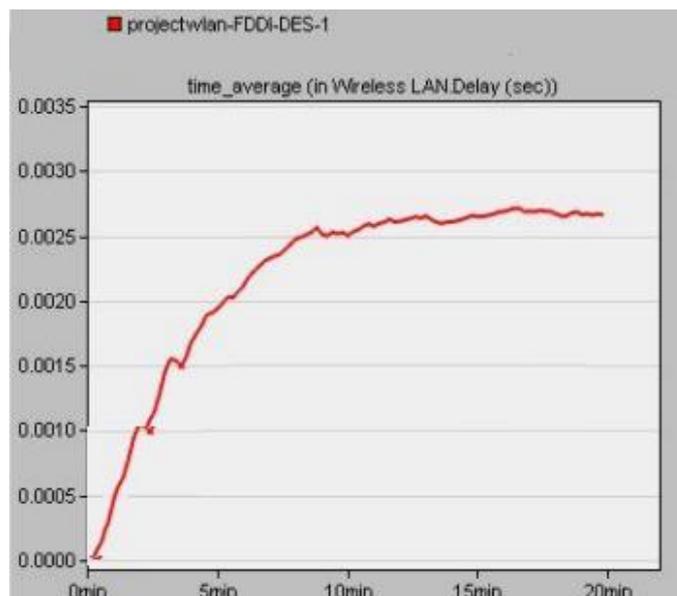
Formulario para agregar servicio de videoconferencia.

Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Después de completar el diseño, se ha ejecutado en un tiempo de simulación de veinte minutos. Los resultados se recopilan para el escenario en términos de retraso de WLAN, carga de WLAN, tiempo de respuesta de descarga de FTP y tiempo de respuesta de objeto HTTP. Se ha logrado evaluar el escenario propuesto en esta investigación.

La Figura 21 y Figura 22 indican que el retraso de WLAN y la carga de WLAN del escenario, mediante sus enlaces puede transferir 1 gigabit por segundo; obteniendo el resultado del pico máximo de 0.0029 segundos de retardo y un valor de carga de 490000 bits por segundo.

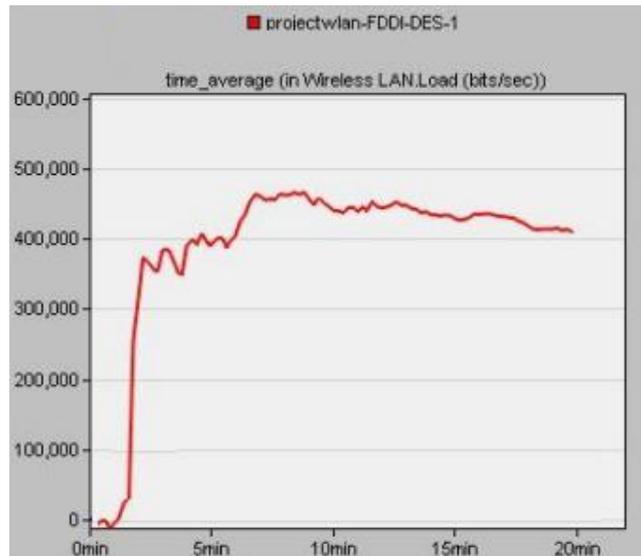
Figura 21: Retraso



Retraso del escenario

Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Figura 22: Carga

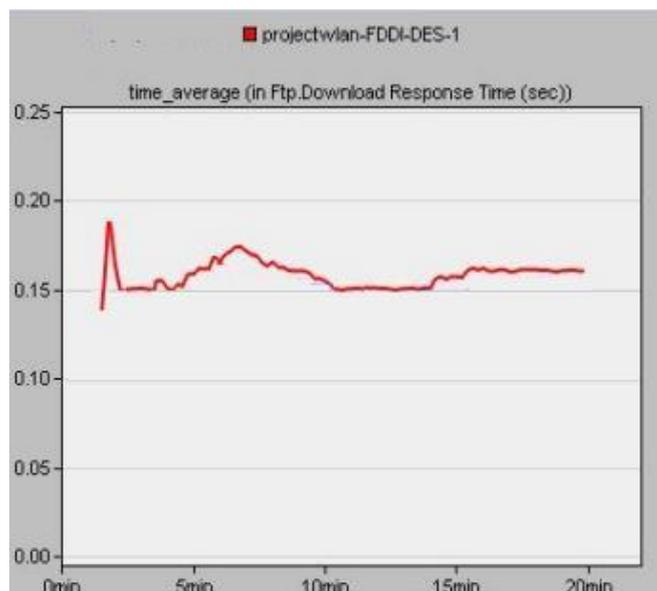


Carga del escenario

Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

La Figura 22 y Figura 23 presentan las estadísticas globales del tiempo de respuesta de descarga de FTP y el tiempo de respuesta de objeto HTTP, respectivamente. Los resultados generalmente indican que el escenario tiene un tiempo de respuesta de descarga de FTP de pico máximo de 0.19 segundos y un tiempo de respuesta de objeto HTTP de 0.14 segundos.

Figura 23: Tiempo de respuesta de descarga FTP

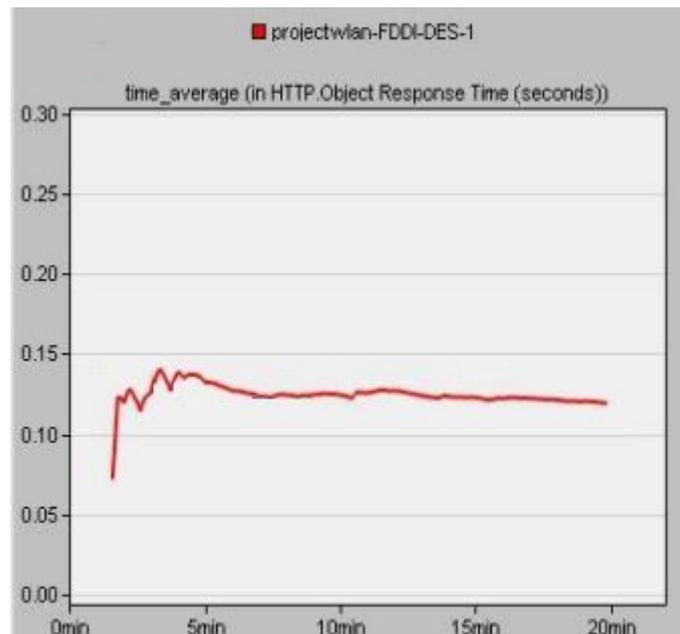


Tiempo de respuesta de descarga FTP del escenario.

Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Estas graficas miden el rendimiento de la red utilizando el software OPNET. Este escenario involucra puerta de enlace, firewall y servidores de aplicaciones en tiempo real en términos de navegación web (HTTP) y servidores FTP. La diferencia o la influencia en los tiempos de respuesta se debe a los enlaces entre subredes y puertas de enlace 1000BaseX, que garantiza el envío y transferencia de datos a una velocidad de 1 gigabit por segundo.

Figura 24: Tiempo de respuesta del servidor HTTP



Tiempo de respuesta del servidor HTTP.
Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Además, el uso de la topología en estrella logra un buen rendimiento en términos de los mismos parámetros de QoS, por la capacidad de velocidad de los enlaces mencionados con anterioridad.

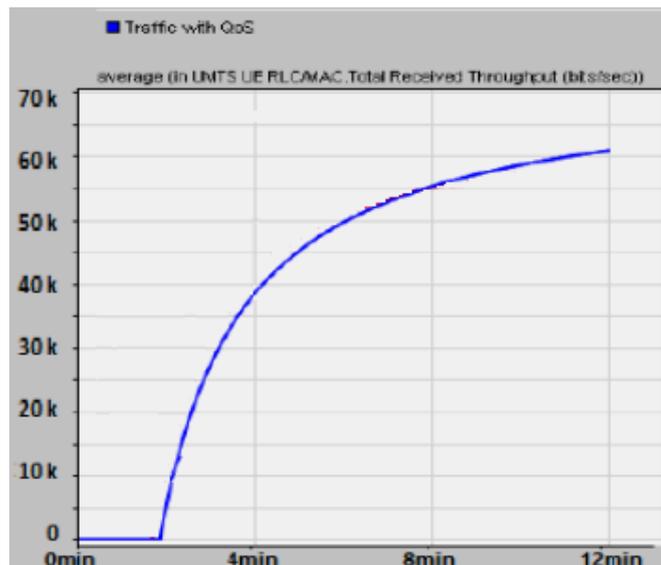
En la Figura 25 se muestra el rendimiento recibido por un usuario de vídeo de alta calidad. En este caso, no hubo rendimiento hasta el segundo minuto, en el décimo minuto, aumentó el rendimiento de forma constante.

En la Figura 26

Figura 26 se compara el rendimiento recibido por un usuario de voz durante una conferencia. En esta figura, el eje X es el tiempo de simulación (en minutos) mientras que el rendimiento recibido (en bits/seg) se representa en el eje Y.

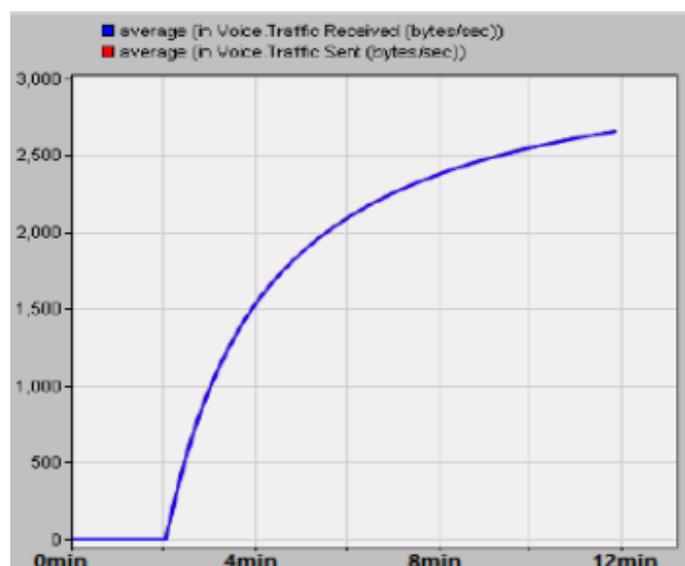
El rendimiento del escenario con QoS está representado por la línea azul, muestra que no hay rendimiento hasta el segundo minuto (el tiempo de calentamiento), pero después del segundo minuto, el rendimiento aumenta hasta el octavo minuto, después del cual se observa un aumento significativo. Por lo tanto, se puede conseguir un alto rendimiento reduciendo la tasa de pérdida de paquetes mediante el uso de un esquema de QoS adecuado en la red, como el WFQ que prioriza el tráfico de la red.

Figura 25: Rendimiento para streaming de alta calidad



Rendimiento de transmisión de video de alta calidad
Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Figura 26: Total de datos enviados y recibidos para voz en conferencias con QoS



Rendimiento de conferencia de voz.
Realizado por: Juan Salazar, Andrés Tello

CAPÍTULO 5

FACTIBILIDAD DE COSTE PARA LA RED WIFI

En el siguiente apartado se habla sobre la investigación de factibilidad de los precios para el desarrollo de la implementación de la red. De igual manera se calculan los gastos iniciales, la inversión de implementación, el cálculo del valor actual (VAN), la tasa de retorno (TIR) y el periodo de recuperación de inversión (PRI).

5.1 Indicadores de evaluación de proyectos

Con el propósito de conocer la factibilidad de utilización de la red IOT en la construcción TORRES JAPÓN, se proviene a calcular mediante las ecuaciones representadas teóricamente, por medio del programa Microsoft Office Excel se aplican las ecuaciones mencionadas y los siguientes indicadores:

Todos los valores son proporcionados por parte del área administrativa del Edificio Torres Japón.

El estado de resultados de la Tabla 18, sirve como análisis sobre lo que cuesta la empresa en este caso el valor del edificio actualmente, con una inversión de 1127049.6 \$ USD en la compra de los componentes necesarios, detallados en el anexo A.

Tabla 18: Estado de resultados

ESTADO DE RESULTADOS					
VARIABLES	1	2	3	4	5
INGRESOS					
VENTAS	25000000	25000000	25000000	25000000	25000000
SALVAMENTO					6000000
INGRESO BRUTO	25000000	25000000	25000000	25000000	31000000
GASTOS					
TOTAL, GASTOS	12000000	12000000	12000000	12000000	12000000
UTILIDAD OPERACIONAL	13000000	13000000	13000000	13000000	19000000
IMPUESTO RENTA	3250000	3250000	3250000	3250000	4750000
UTILIDAD ANTES PT	9750000	9750000	9750000	9750000	14250000
PARTICI. TRABAJADORES	1462500	1462500	1462500	1462500	2137500
UTILIDAD NETA	8287500	8287500	8287500	8287500	12112500

Estado de resultados de los 5 últimos meses hasta la presente fecha. Elaborado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Tabla 19: Flujo neto del efectivo

FLUJO NETO DEL EFECTIVO					
INGRESOS					
VENTAS	25000000	25000000	25000000	25000000	25000000
SALVAMENTO					
CAPITAL INICIAL	30000000	49160450,4	57447950,4	65735450,4	74022950,4
TOTAL, INGRESOS	55000000	74160450,4	82447950,4	90735450,4	105022950
EGRESOS					
COSTO DE PRODUCCIÓN	1127049,6	12000000	12000000	12000000	12000000
IMPUESTO A LA RENTA	3250000	3250000	3250000	3250000	4750000
PARTICI. TRABAJADORES	1462500	1462500	1462500	1462500	2137500
TOTAL, EGRESOS	5839549,6	16712500	16712500	16712500	18887500
FLUJO NETO EFECTIVO	49160450,4	57447950,4	65735450,4	74022950,4	86135450,4

Flujo neto del efectivo de los 5 últimos meses hasta la presente fecha. Elaborado por: Juan

Salazar, Andrés Tello

Tabla 20: Valores de indicadores

VAN+	184556651		
VAN-	7460897,72		
TIR	1,49226238		
RBC	3,37679087		
PRI	AÑO	MES	DIA
	0	7	9

Valores de indicadores VAN, TIR, RBC, PRI. Elaborado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Valor actual neto (VAN) este indicador muestra el Valor Presente (VP) de un Flujo de Caja, todos los movimientos son llevados a 0 en la Línea de Tiempo luego, Luego al VP de los ingresos se le resta el VP de los Egresos

Ecuación 1: VAN

$$VAN = \sum_{i=0}^n \frac{FNE_i}{(i+r)^t} > 0$$

Donde r es el costo de oportunidad del capital y n es la vida útil del proyecto, FNE flujo neto efectivo.

Tasa interna de retorno (TIR), esta es una tasa que hace que el VAN sea \$0, prácticamente es como un punto de equilibrio, aquí no se obtiene ni ganancias ni pérdidas.

Relación Beneficio Costo (RBC), este indicador muestra la relación que hay entre el Beneficio y el Costo de proyecto, prácticamente lo que se hace es buscar el VP de los ingresos y dividirlos por el VP de los egresos.

Ecuación 2: Relación Costo Beneficio

$$RBC = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(i+r)^t}}{\sum_{i=0}^n \frac{B_i}{(i+r)^t}}$$

Donde r es el costo de oportunidad del capital y n es la vida útil del proyecto, Ci costo, Bi beneficio. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI), sirve para saber el momento exacto en el que se va a terminar de recuperar la inversión y se comenzará a tener la rentabilidad del proyecto. El periodo de recuperación de la inversión es de 7 meses y 9 días.

Tabla 21: Análisis

Aceptados	postergados	Rechazados	RESULTADOS	Aceptados	postergados	rechazados
VAN > 0	VAN = 0	VAN < 0	184556651	VERDADERO	FALSO	FALSO
TIR > 1	TIR = 1	TIR < 1	1,49226238	VERDADERO	FALSO	FALSO
B/C > 1	B/C = 1	B/C < 1	3,37679087	VERDADERO	FALSO	FALSO

Valores de indicadores según el rango de aceptación o rechazo. Elaborado por: Juan Salazar, Andrés Tello

Los valores obtenidos e indicados en la Tabla 21, evidencian la factibilidad el proyecto ya que los valores de VAN, TIR, RBC, se encuentra en el rango de proyectos aceptados.

CONCLUSIONES

La demanda de los usuarios dentro del edificio aumenta las necesidades tecnológicas para continuar brindando un servicio moderno y eficiente, es así como el diseño tiene fundamento en el internet de las cosas. Tanto los equipos como los componentes electrónicos se seleccionaron analizando las distintas características de seguridad de datos y alertas para los propietarios de los apartamentos, así se satisface los requerimientos del edificio Torres Japón.

El diseño de la red brinda garantía a la seguridad física y lógica, cumpliendo todos los estándares de cableado estructurado, seguridad informática y control de acceso. El sistema es escalable ya que se realiza el diseño manteniendo un 50% adicional en direcciones IPs para poder ampliar el rango de equipos o dispositivo que se requiera aumentar en la red.

La simulación de tráfico de la red comienza con una pérdida de 100 paquetes por segundo, pero se estabiliza hasta que no supera los 52 paquetes por segundo, resultando en una disminución del 48 %. De esta forma, por consiguiente, aprovechando la calidad del servicio brindado a la red, el trabajo mejora el rendimiento y evita la pérdida de paquetes.

Se concluye con la realización del análisis de factibilidad del costo total, el plan de red para estabilidad de los departamentos del inmueble TORRES JAPÓN es posible debido a que la época de recuperación es cerca de 7 meses y 9 días; TIR de 1.49%, por lo que produce ahorros a los dueños y residentes del inmueble en relación con la estabilidad y servicios electrónicos.

RECOMENDACIONES

Hay varios planes para explorar el trabajo en alguna otra dirección. Estamos interesados en utilizar el resultado, tras el aprendizaje, para realizar una gestión energética en tiempo real, incorporando el confort del usuario, para la desactivación de luces y electrodomésticos si el cliente no se encuentra en el departamento, con la finalidad de reducir dicho consumo.

Se sugiere realizar un estudio del control de actividades para mantenimiento de todos los servicios electrónicos que se han incluido en el diseño de la red, debido a que la infraestructura es amplia y los sensores y dispositivos requieren un mantenimiento consecutivo.

Se recomienda agregar otros servicios de monitoreo debido a que los equipos utilizados en el diseño son de gama alta y pueden soportar una variedad de sensores y de esta manera ser controlados vía remota con la tecnología IOT.

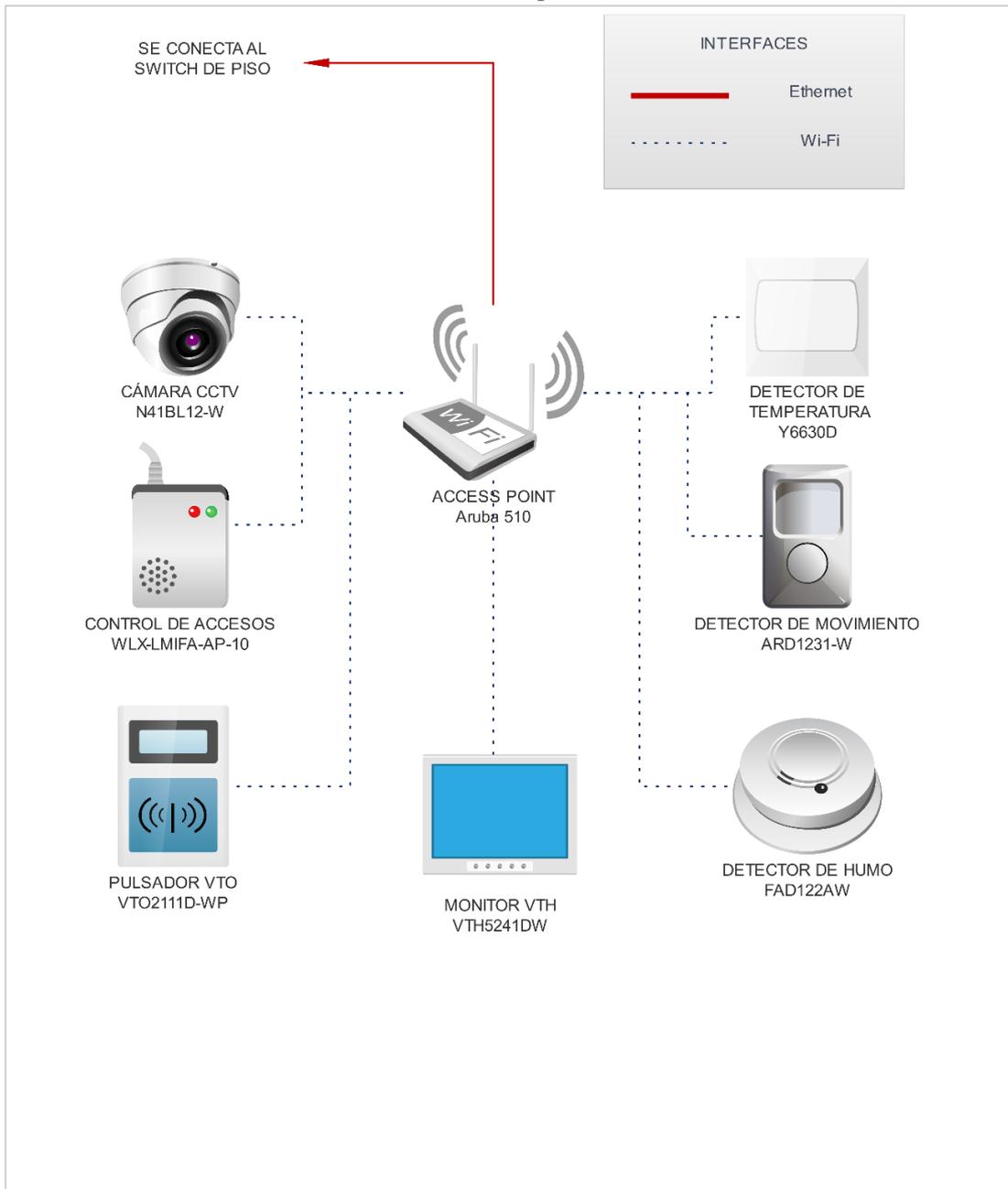
BIBLIOGRAFÍA

- Ahn, H., & Park, N. (2021). Deep RNN-based photovoltaic power short-term forecast using power IoT sensors.
- Alljoyn. (2020). Proximity Based Peer-to-Peer Technology.
- Arefin, M., Uddin, M., Evan, N., & Alam, M. (2021). Enterprise Network: Security Enhancement and Policy Management Using Next-Generation Firewall (NGFW).
- Aruba. (5 de 5 de 2019). *Aruba*. Obtenido de Hewlett Packard Enterprise Development LP: <https://www.arubanetworks.com/latam/>
- Aruba. (2022). *aruba a Hewlett Packard Enterprise Company*. Obtenido de <https://www.arubanetworks.com/es/productos/switches/6400-series/>
- Bonwin. (08 de 03 de 2022). *Bonwin*. Obtenido de <http://www.bonwinlocks.com/>
- Bouchabou, D., Nguyen, S., Lohr, C., LeDuc, B., & Kanellos, I. (2021). A survey of human activity recognition in smart homes based on IoT sensors algorithms: Taxonomies, challenges, and opportunities with deep learning.
- Chen, J., Wei, C., Zhiyu, W., & Faxin, Y. (2021). X-band GaN high-efficiency continuous class B power amplifier chip design.
- Chiliquinga, V., & Sivisaca, C. (2022). Diseño de la red de datos para la Unidad Educativa Johann Amos Comenius.
- CISCO. (2022). *CISCO*. Obtenido de <https://web.itclatam.com/wp-content/uploads/2022/02/Hoja-datos-Cisco-Catalyst-9800-L-Controladora-inalambrica.pdf>
- CISCO. (2022). Portafolio IoT.
- Dahua. (19 de 1 de 2020). *Dahua*. Obtenido de Dahua Technology: <https://www.dahuasecurity.com/>
- Desogus, G., Quaquero, E., Rubiu, G., Gatto, G., & Perra, C. (2021). Bim and iot sensors integration: A framework for consumption and indoor conditions data monitoring of existing buildings.
- Fortinet. (2019). *Fortinet Deliver Secure Digital Transformation*. Obtenido de Fortinet Product Downloads: https://www.fortinet.com/content/dam/fortinet/assets/data-sheets/FortiGate_6000F_Series.pdf
- Gahona, R., & Gavilema, A. (2020). Diseño de la red internet de las cosas (IOT) para el

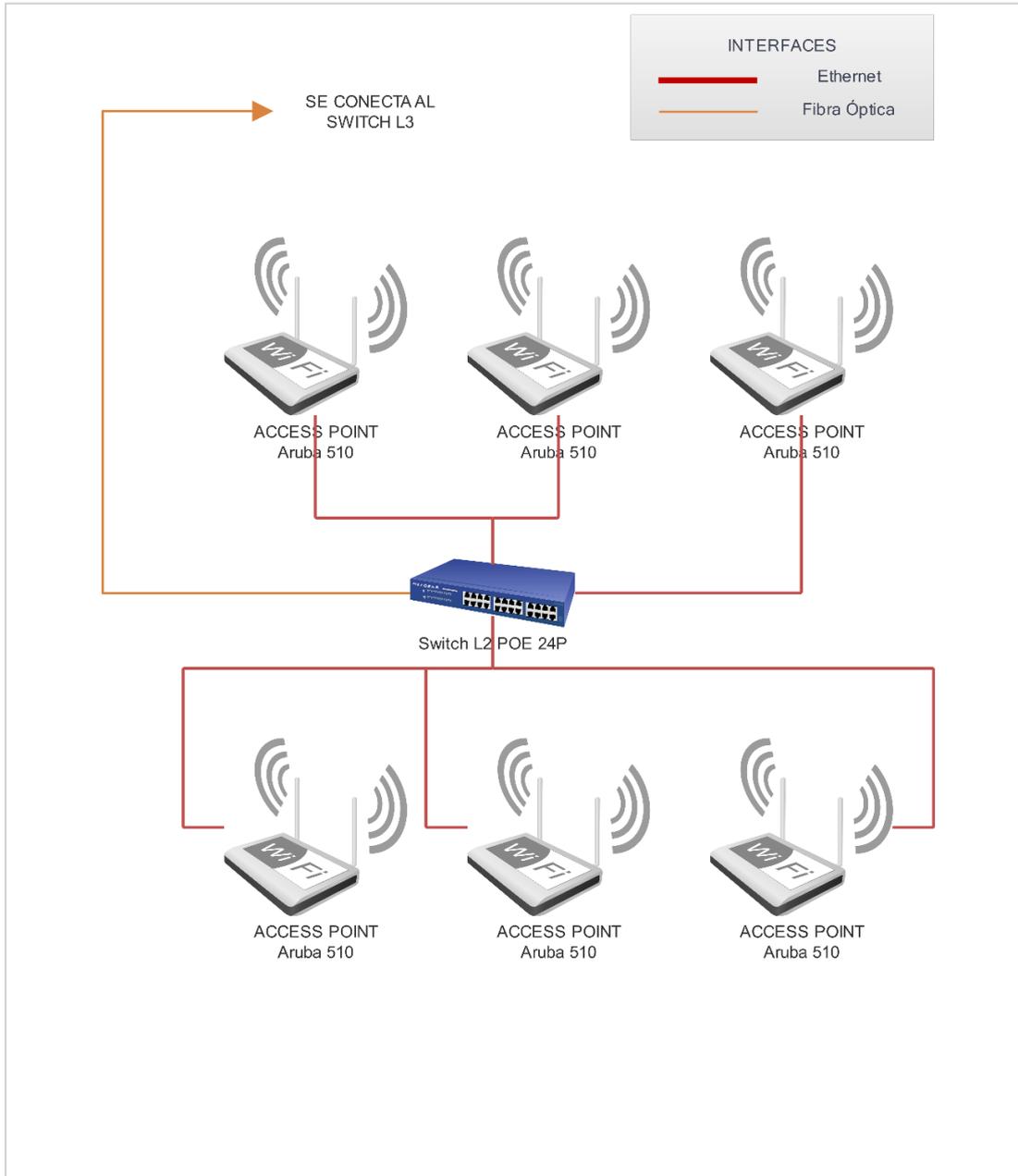
- edificio de la empresa CONSEL.
- GoogleMaps. (2022). Edificios Japón. Quito.
- Iqbal, N., & Kim, D. (2022). IoT Task Management Mechanism Based on Predictive Optimization for Efficient Energy Consumption in Smart Residential Buildings.
- Kolackova, A., Hosek, J., Jerabek, J., & Masek, P. (2021). Experimental Verification of Segment Routing Methods in 5G+ Mobile Transport Networks.
- Lawal, K., & Rafsanjani, H. (2021). Trends, benefits, risks, and challenges of IoT implementation in residential and commercial buildings.
- Marathe, S., Nambi, A., Swaminathan, M., & Sutaria, R. (2021). CurrentSense: A novel approach for fault and drift detection in environmental IoT sensors.
- Mukhopadhyay, S., Tyagi, S., Suryadevara, N., Piuri, V., Scotti, F., & Zeadally, S. (2021). Artificial intelligence-based sensors for next generation IoT applications: a review.
- Reyes, A. C. (Julio de 2004). Proyecto Torres Japón. Quito.
- Synology. (2022). *Synology*. Obtenido de www.synology.com
- Systems, Q. (2022). *qnap*. Obtenido de <https://www.qnap.com/la/news/2022/qnap-ampl%C3%ADa-las-actualizaciones-de-seguridad-para-los-productos-eol?ref=home>
- Tanasiev, V., Pătru, G., Rosner, D., Sava, G., Necula, H., & Badea, A. (2021). Enhancing environmental and energy monitoring of residential buildings through IoT.
- Valinejadshoubi, M., Moselhi, O., Bagchi, A., & Salem, A. (2021). Development of an IoT and BIM-based automated alert system for thermal comfort monitoring in buildings.
- Velasco, R. (2019). <https://www.redeszone.net>. Obtenido de <https://www.redeszone.net/2019/04/16/qnap-vs-synology-mejor-nas/>
- Yuasta, A. (2021). Perancangan Simulasi Aplikasi Tracking Memanfaatkan Fitur IoT Pada Access Point Aruba di Sekolah Vokasi IPB.

ANEXOS

Anexo 1: Conectividad de dispositivos finales IOT al AP



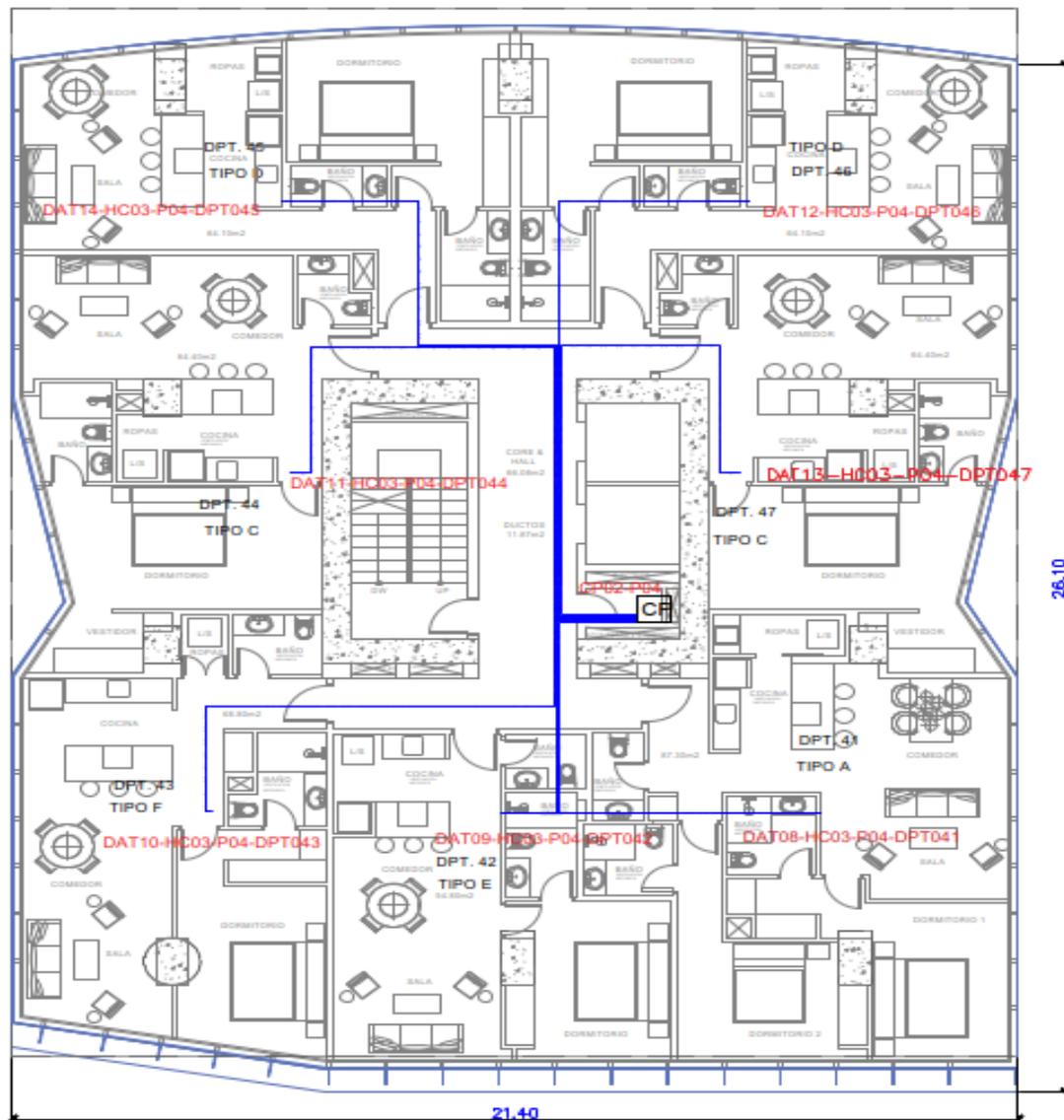
Anexo 2: Conectividad de Access Point al Switch de distribución



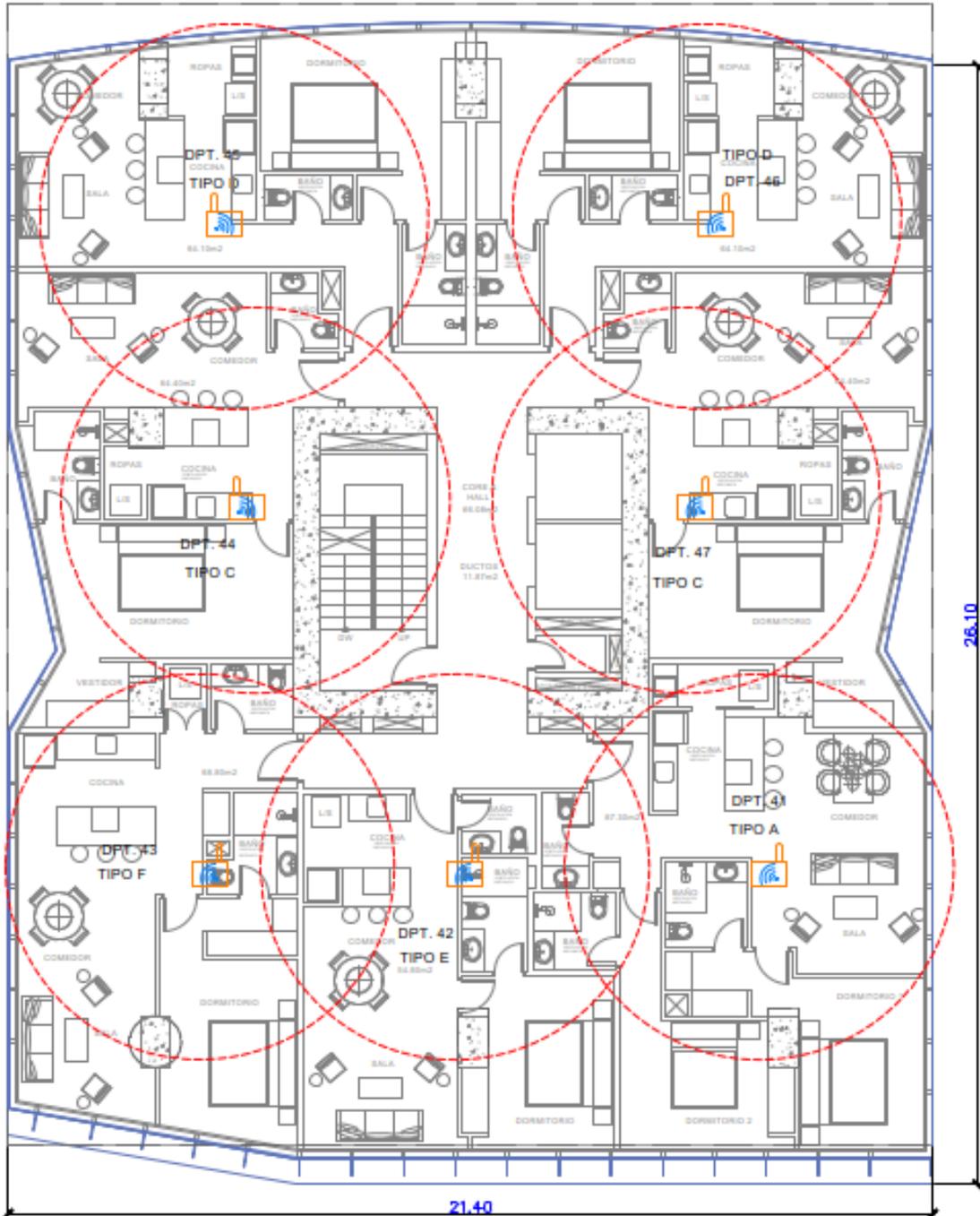
Anexo 3: Precios de materiales

Descripcion	unidad	cantidad	precio unitar	precio total
CABLEADO ESTRUCTURADO/LAN				
TUBERIA EMT 374 INCLUYE ACCESORIOS DE CONEXION Y ANCLAJES	c/u	630	0,96	604,8
CANALETA DE 10X08 CM. TIPO ESCALERILLA PARA SIST. RED IOT	m	375	6,1	2287,5
CANALETA DE 30X10 CM. TIPO ESCALERILLA PARA SIST. RED IOT	m	120	6,1	732
PUNTO DE DATOS SIMPLE CON CABLE F/U TP CAT6A	c/u	195	21,63	4217,85
RACK SALA DE COMUNICACIONES TIPO ARMARIO 42UR	c/u	2	35,89	71,78
RACK SALA DE COMUNICACIONES TIPO ARMARIO 12UR	c/u	11	25,12	276,32
PATCH PANEL 24 PUERTOS RJ45 BLINDADO MODULAR	c/u	15	19,87	298,05
ORGANIZADOR HORIZONTAL	c/u	15	5,31	79,65
MULTITOMAS 5 SALIDAS DOBLES	c/u	13	2,03	26,39
PATCH CORD DE 3 PIES. CATEGORIA 6A	c/u	390	1,2	468
PATCH CORD DE 7PIES. CATEGORIA 6A	c/u	24	1,2	28,8
CERTIFICACION DE PTOS Y JACKS	c/u	195	3,71	723,45
BARRA DE TIERRA TMGB PARA RACK 8 mmx12mm	c/u	1	7,3	7,3
BARRA DE TIERRA TGB PARA RACK 8 mmx12mm	c/u	11	5,74	63,14
CONDUCTOR DE TIERRA 6 AWG	m	120	4,31	517,2
SISTEMA DE NETWORKING				
SWITCH DE CAPA 2 MODULAR 24 PUERTOS RJ45	c/u	11	1188,73	13076,03
SWITCH DE CAPA 3 MODULAR 24 PUERTOS RJ45	c/u	3	1306,89	3920,67
ROUTER	c/u	1	1188,73	1188,73
EQUIPO DE BORDE HPE Edgeline EL1000	c/u	1	1071398	1071398
SERVIDOR DE DATOS HPE PROLIANT m710x	c/u	1	1424,35	1424,35
FireWALL Fortigate 6300F	c/u	1	1306,89	1306,89
TRANSCEIVER DE 10 GBPS (SFP+)	c/u	22	50,09	1101,98
ACCES POINT HPE 510	c/u	187	27,22	5090,14
CONTROLADOR DE RED INALAMBRICA (AP)	c/u	1	1122,56	1122,56
SISTEMA DE FIBRA OPTICA				
FIBRA OPTICA MULTIMODO 6 HILOS	m	345	6,22	2145,9
BANDEJA DE FIBRA OPTICA 12P, CONECTORES LC	c/u	2	77,03	154,06
BANDEJA DE FIBRA OPTICA 6P, CONECTORES LC	m	11	38,51	423,61
CONECTOR DE FIBRA OPTICA DUPLEX	c/u	22	1,2	26,4
ACOPLADOR DE FIBRA OPTICA DUPLEX	c/u	22	1,2	26,4
PATCH CORD DE FIBRA OPTICA 7 PIES DUPLEX	c/u	22	1,2	26,4
FUSIONADO Y CERTIFICACION DE FIBRA OPTICA INCLUYE PIGTAIL	c/u	44	9,96	438,24
DISPOSITIVOS IOT				
DETECTOR DE HUMO FOTOELECTRICO	c/u	335	2,56	857,6
DETECTOR TERMICO	c/u	116	2,51	291,16
CERRADURA ELECTROMAGNETICA	c/u	128	14,49	1854,72
DETECTOR INFRARROJO	c/u	116	2,51	291,16
INTERCOMUNICADOR MONITOR VTH	c/u	263	17,42	4581,46
INTERCOMUNICADOR MONITOR VYO	c/u	115	14,02	1612,3
CAMARA TIPO DOMO	c/u	88	6,94	610,72
CONFIGURACION Y PROGRAMACION DEL SISTEMA IOT		1	3677,88	3677,88
TOTAL				1127049,59

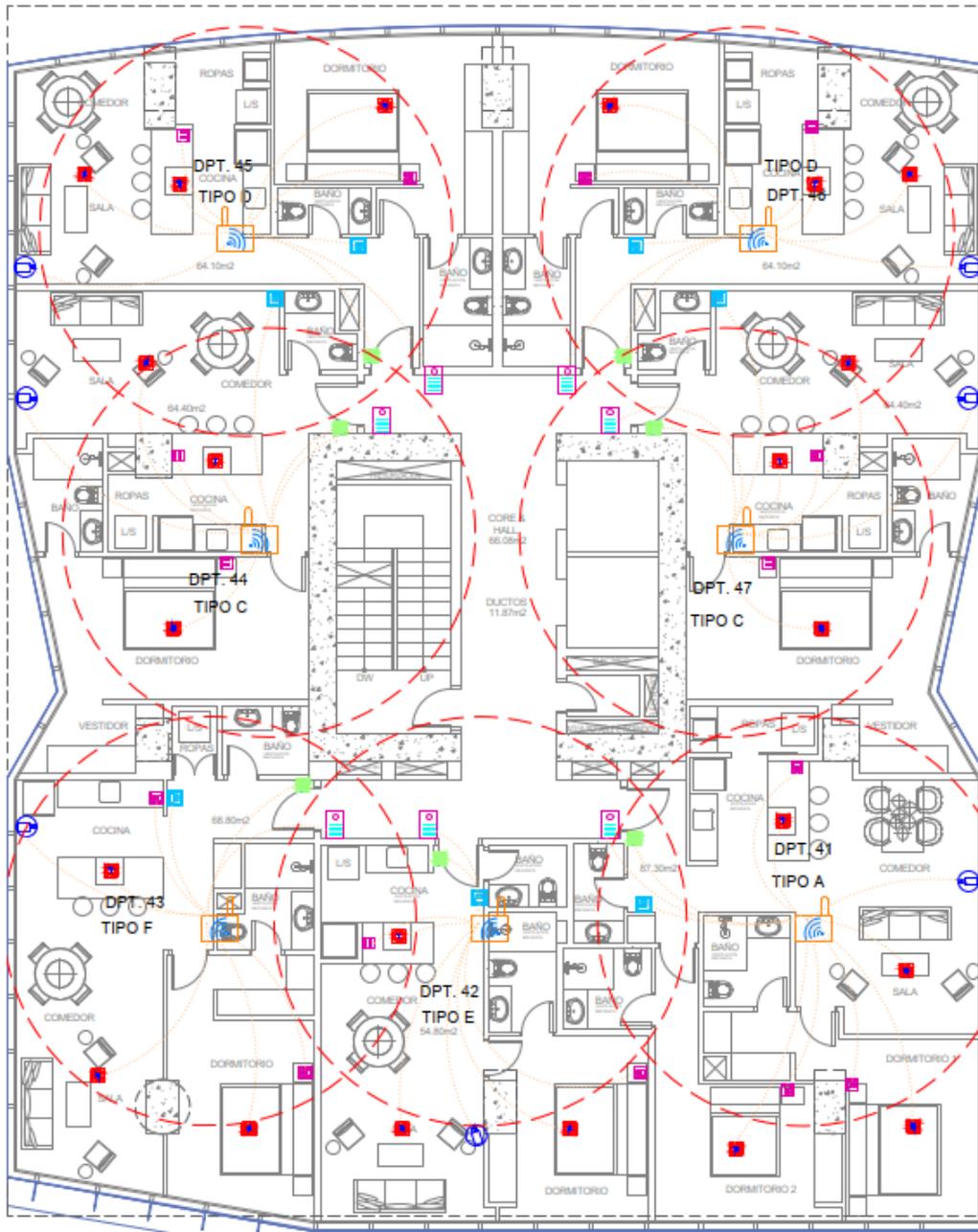
Anexo 4: Instalación de los cables estructurados con salida de datos CAT6A piso 4



Anexo 5: Diseño de la red inalámbrica con la distribución de Access Point, piso 4



Anexo 6: Cobertura de los dispositivos IOT WiFi en el piso modelo



Anexo 7: Plano del edificio Torres Japón

