



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE INGENIERÍA

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE RED PARA EL ISP IMBABUNET
BASADO EN EL ESTÁNDAR ANSI/TIA-942

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

DOMÓTICA Y COMUNICACIONES

AUTOR/A: CARLOS ANDRÉS ARCINIEGAS PÉREZ

ASESOR/A: LUIS DAVID NARVÁEZ ERAZO

IBARRA, AGOSTO - 2023


Ibarra, 23 de agosto de 2023

Mgs. Luis David Narváez Erazo

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



(f)

Mgs. Luis David Narváez

C.C.: 1002868378

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):



(f):

Mgs. Luis David Narváez

C.C.: 1002868378



(f):

Mgs. Darwin Pillo

C.C.: 1003319660



(f):

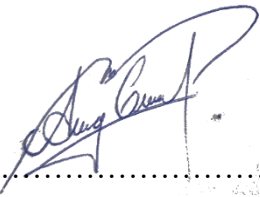
Mgs. Patricio Ruiz

C.C.: 1002836524

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo Carlos Andrés Arciniegas Pérez, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 23 de agosto de 2023

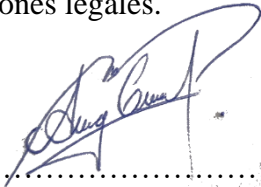
f): 

Carlos Andrés Arciniegas Pérez

C.C.: 1003542329

AUTORÍA

Yo, Carlos Andrés Arciniegas Pérez, portador de la cédula de ciudadanía No. 1003542329, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del (los) autor (es), y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

f): 

Carlos Andrés Arciniegas Pérez

C.C.: 1003542329


DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN

Yo: Carlos Andrés Arciniegas Pérez, con CC: 1003542029, autor del trabajo de grado intitulado: DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE RED PARA EL ISP IMBABUNET BASADO EN EL ESTÁNDAR ANSI/TIA-942, previo a la obtención del título profesional de Ingeniero en Tecnologías de la Información, en la Escuela de Ingeniería

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 23 de agosto del 2023

(f.) 

Carlos Andrés Arciniegas Pérez

C.C. 1003542329

CERTIFICACIÓN ANTIPLAGIO

Yo Luis David Narváez Erazo declaro que luego del proceso de revisión en el sistema antiplagio TURNITIN el porcentaje de similitud del trabajo de titulación denominado: DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE RED PARA EL ISP IMBABUNET BASADO EN EL ESTÁNDAR ANSI/TIA-942 es del 9%, de acuerdo al documento 2149136452.

En base a lo anterior, considero que el trabajo de titulación NO SÍ cumple los requisitos de originalidad y autenticidad, de acuerdo con los requisitos establecidos por la ley.

Ibarra, 23 de agosto del 2023



Mgs Luis David Narváez Erazo
C.C.: 1002868378

DEDICATORIA

Con todo el cariño y amor del mundo dedico este trabajo a mis padres, Carlos y Mayra, que me han sabido guiar siempre por el camino del querer aprender, me han cuidado con mucho amor y no han permitido que dejase atrás mis sueños de querer crecer, son los mejores padres que pude haber pedido en el mundo. A mis hermanos, Alex y Arianita, que a pesar de todas las cosas que hemos pasado me han dado mucho amor y cariño, siempre buscando lo mejor para nosotros como familia y me han apoyado siempre como su hermano mayor. Y, por último, pero no menos importante a mi querida novia, Cristina Alejandra, que en este año que llevamos juntos me ha llenado de muchas fuerzas cuando parece que todo va mal y no tiene solución, para así salir con más ganas para todo lo que quiero hacer día a día.

Los amo a todos.

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada, agradezco mucho a Dios por permitirme disfrutar de esta etapa en mi vida, el haber conocido amigos, el amor, los trabajos, las derrotas y los triunfos, porque eso han permitido que me forme en carácter y persona.

De igual manera agradezco a mi familia y a quienes, aunque no seamos familia de sangre han creído en mí y me han brindado su apoyo con las cositas que parecen las más chiquitas, pero han marcado mucho mi ser.

A mis profesores que en esta etapa han estado pendientes de mi progreso, a la PhD. Laura Guerra, y a los Mgs. David Narváez, Mgs. Darwin Pillo y Mgs. Patricio Ruiz.

Dios les pague de todo corazón.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
1 CAPÍTULO I – ESTADO DEL ARTE.....	5
1.1 ANTECEDENTES	5
1.2 INVESTIGACIONES PREVIAS.....	6
1.3 CONCEPTOS CLAVE	6
1.3.1 Data Center.....	6
1.3.2 Estándar ANSI/TIA-942.....	7
1.3.2.1 Subsistema de telecomunicaciones	7
1.3.2.2 Subsistema arquitectónico.....	7
1.3.2.3 Subsistema eléctrico.....	7
1.3.2.4 Subsistema mecánico	7
1.3.3 Normas para el diseño de un Data Center	10
1.4 EMULADORES E HIPERVISORES	11
1.4.1 Emuladores de entorno de red	11
1.4.1.1 GNS3.....	11
1.4.1.2 CISCO Packet Tracer.....	11
1.4.2 Hipervisores.....	12
1.4.2.1 VMware Workstation.....	12
1.4.2.2 Virtual Box.....	12
2 CAPÍTULO II – MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
2.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL ISP IMBABUNET	13

2.2	INFRAESTRUCTURA GENERAL	14
2.2.1	Servicios actuales	14
2.2.1.1	Internet	14
2.2.1.2	TV por cable.....	14
2.2.2	Infraestructura de red actual	14
2.2.2.1	Topología física.....	15
2.2.2.2	Sala de telecomunicaciones.....	16
2.2.2.3	Equipos de conectividad.....	18
2.2.2.4	Cableado estructurado	22
2.2.2.5	Rack de los equipos.....	22
2.3	SISTEMA ELÉCTRICO Y MECÁNICO.....	24
2.3.1	Climatización.....	24
2.3.2	UPS.....	24
2.3.3	Sistema puesta a tierra	26
2.4	REQUERIMIENTOS GENERALES PARA EL DATA CENTER	27
2.4.1	Diseño arquitectónico	27
2.4.1.1	Iluminación.....	27
2.4.1.2	Puerta de acceso	27
2.4.1.3	Cielo raso.....	27
2.4.1.4	Piso falso	27
2.4.1.5	Ubicación y área.....	27
2.4.2	Subsistema de telecomunicaciones.....	28
2.4.2.1	Equipos de conectividad.....	28
2.4.2.2	Cableado estructurado	28
2.4.3	Sistema eléctrico.....	29
2.4.4	Subsistema mecánico.....	29
3	CAPÍTULO III – RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30

3.1	INFRAESTRUCTURA DEL DATA CENTER	30
3.1.1	Espacio físico y ubicación	31
3.1.1.1	Distribución de espacio de las áreas funcionales	31
3.1.1.1.1	Sala de entrada	33
3.1.1.1.2	Área de distribución principal (MDA).....	33
3.1.1.1.3	Área de distribución de equipos (EDA).....	34
3.1.1.1.4	Área de distribución horizontal (HDA)	34
3.1.2	Diseño Arquitectónico	35
3.1.2.1	Altura.....	35
3.1.2.2	Puerta de acceso	35
3.1.2.3	Cielo raso.....	35
3.1.2.4	Piso falso	35
3.1.2.5	Iluminación.....	36
3.1.3	Subsistema de Telecomunicaciones	36
3.1.3.1	Gabinetes	37
3.1.3.2	Diseño de la red para Imbabunet ISP aplicando la norma ANSI/TIA-942	37
3.1.3.2.1	Disposición del Gabinete A	39
3.1.3.2.2	Disposición del Gabinete B	40
3.1.3.2.3	Disposición del Gabinete C	45
3.1.3.2.4	Disposición del Gabinete D	46
3.1.3.3	Cableado Estructurado y rutas.....	46
3.1.3.3.1	Cableado backbone o troncal	46
3.1.3.3.2	Cableado horizontal	47
3.1.4	Subsistema Mecánico	47
3.1.4.1	Entrada de servicios	48
3.1.4.2	Luminarias.....	48

3.1.4.2.1	Cálculo de cavidad.....	48
3.1.4.2.2	Coeficiente de utilización	48
3.1.4.2.3	Cálculo del factor de mantenimiento	49
3.1.4.2.4	Cantidad de flujo luminoso total.....	50
3.1.4.2.5	Cálculo de número de luminarias	50
3.1.4.2.6	Ubicación de las luminarias	50
3.1.4.3	Sistema mecánico.....	51
3.1.4.3.1	Aire acondicionado	51
3.1.4.3.2	Volumen del cuarto de telecomunicaciones	52
3.1.4.3.3	Capacidad del aire acondicionado	52
3.1.4.3.4	Control de temperatura y humedad.....	53
3.1.4.3.5	Sistema de detección de incendios.....	53
3.1.4.3.6	Detector de humo	53
3.1.4.3.7	Extintores de fuego	54
	Conclusiones.....	55
	Recomendaciones.....	56
	REFERENCIAS	57
	Anexos.....	58

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Relación de espacios en un centro de datos	8
Ilustración 2:	Ejemplo de una topología completa de un data center.....	10
Ilustración 3:	Ubicación de ISP Imbabunet	13
Ilustración 4:	Topología de red Imbabunet	16
Ilustración 5:	Planos de la empresa	17
Ilustración 6:	Cableado de equipos en Imbabunet.....	22
Ilustración 7:	Disposición de racks en Imbabunet.....	23
Ilustración 8:	UPS de Imbabunet.....	24

Ilustración 9: Planos de remodelación del datacenter en la empresa Imbabunet.	32
Ilustración 10: Corte Horizontal del data center.....	33
Ilustración 11: Distribución de áreas funcionales.	34
Ilustración 12: Nueva disposición de red para Imbabunet.	38
Ilustración 13: Jerarquía de red dentro de la topología para Imbabunet	39
Ilustración 14: Disposición de equipos en el Gabinete A.....	40
Ilustración 15: Disposición de equipos en el Gabinete B.....	41
Ilustración 16: Disposición de equipos en el Gabinete C.....	45
Ilustración 17: Gabinete D.....	46
Ilustración 18: Tabla de factor de utilización.	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características ASR-920-4SZ-A	18
Tabla 2: Características CCR1072-1G-8S+	19
Tabla 3: Características SmartAX MA5800-X7	20
Tabla 4: Características UPS UPO22-6 AX.....	25
Tabla 5: Características del switch Cisco 9300-24T	41
Tabla 6: Características del Servidor Dell PowerEdge R640.....	43
Tabla 7: Valores de la frecuencia de mantenimiento	49
Tabla 8: Materiales contra incendios.....	54

RESUMEN

El proyecto de optimización y remodelación del centro de datos de Imbabunet ISP surge como respuesta a la problemática central de su crecimiento tecnológico y la necesidad de brindar un servicio de mayor calidad a sus clientes. A pesar de ser un proveedor de servicio de Internet de nueva creación, la empresa enfrenta problemas con la disponibilidad de aplicaciones y servicios, lo que ocasionalmente provoca interrupciones. Además, la falta de una estructura de data center sólida resulta en costos elevados de soporte y mantenimiento.

Una solución integral para abordar estos problemas es la remodelación estratégica del centro de datos. El objetivo del diseño es alinearse con la normativa ANSI/TIA 942 para aumentar la disponibilidad, la seguridad y la confiabilidad de los servicios ofrecidos. La técnica utiliza tanto métodos cualitativos como cuantitativos para lograr una distribución eléctrica redundante, una eficiencia energética optimizada y una organización eficiente de racks y equipos.

El objetivo principal del proyecto es mejorar el servicio al cliente y optimizar la infraestructura tecnológica de Imbabunet ISP. El objetivo de la remodelación fue ubicar el centro de datos de manera eficiente sin necesidad de reubicación física. La reorganización de los racks según áreas funcionales mejorará la eficiencia y la funcionalidad, y la implementación de sistemas eléctricos redundantes mejorará la continuidad del servicio.

En resumen, el proyecto funciona como una solución completa para abordar los problemas actuales de Imbabunet ISP. Se busca mejorar la disponibilidad y calidad de los servicios, optimizar la estructura tecnológica y reducir los costos de soporte y mantenimiento mediante la remodelación del data center y la adopción de estándares normativos.

PALABRAS CLAVE. –

Data Center, ANSI/TIA, Infraestructura, Tecnología, Estándares.

ABSTRACT

Imbabunet ISP's data center optimization and remodeling project arose in response to the central problem of its technological growth and the need to provide a higher quality service to its customers. Despite being a newly created Internet service provider, the company faces problems with the availability of applications and services, which occasionally causes interruptions. In addition, the lack of a robust data center structure results in high support and maintenance costs.

A comprehensive solution to address these issues is strategic data center remodeling. The goal of the design is to align with ANSI/TIA 942 standards to increase the availability, security and reliability of the services offered. The technique uses both qualitative and quantitative methods to achieve redundant power distribution, optimized energy efficiency and efficient rack and equipment organization.

The main objective of the project is to improve customer service and optimize Imbabunet ISP's technological infrastructure. The objective of the remodeling was to locate the data center efficiently without the need for physical relocation. The reorganization of the racks according to functional areas will improve efficiency and functionality, and the implementation of redundant electrical systems will improve service continuity.

In summary, the project functions as a complete solution to address Imbabunet ISP's current problems. It seeks to improve the availability and quality of services, optimize the technological structure, and reduce support and maintenance costs by remodeling the data center and adopting regulatory standards.

KEY WORDS. –

Data Center, ANSI/TIA, Infrastructure, Technology, Standards.

INTRODUCCIÓN

Los proveedores de servicios de internet (ISP) son una parte fundamental de la era digital en la que se vive. Para mantener una operación eficiente y garantizar la calidad de los servicios que ofrecen, es necesario que los ISP cuenten con data centers que según NIST (2019) “un data center es una instalación física utilizada para alojar servidores y otros componentes asociados, como redes y sistemas de almacenamiento de datos.” De esta manera se les permitirá administrar y monitorear el funcionamiento de sus servidores. Sin embargo, para asegurar que estos data centers sean efectivos, es importante que se apeguen a ciertas normativas y estándares. En este sentido, la normativa ANSI/TIA-942 ofrece una serie de buenas prácticas y características estandarizadas que permiten la implementación de data centers de alta calidad.

En la actualidad la empresa Imbabunet, al ser un ISP con raíces muy jóvenes, no cuenta con un alto nivel en disponibilidad de aplicaciones y servicios, que en ciertas ocasiones pueden llegar a estar fuera de servicio, a su vez presenta altos costos de soporte y mantenimiento al no tener un diseño de su data center con buenas prácticas.

Por este motivo la empresa proveedora de internet Imbabunet ha solicitado que por medio de las normativas ANSI-TIA 942 se realice un diseño de una infraestructura de red que permita a la empresa tener un mayor crecimiento tecnológico y a su vez proveer de un mejor servicio de internet a sus clientes.

Este proyecto contribuye a la mejora de la calidad y confiabilidad de los servicios ofrecidos por el ISP Imbabunet, ya que se garantiza una infraestructura de red óptima basada en un estándar reconocido internacionalmente. Además, los resultados obtenidos podrán ser utilizados como referencia para otras empresas del mismo sector que busquen implementar un data center basado en las mejores prácticas y características estandarizadas.

El presente proyecto busca cumplir esta propuesta por medio del siguiente objetivo general:

- Diseño de una infraestructura de red para el ISP Imbabunet basado en el estándar ANSI/TIA-942.

A partir del mismo se derivan los siguientes objetivos específicos, los cuales se cumplen de acuerdo al avance en el proceso de investigación:

- Realizar una revisión bibliográfica de carácter descriptivo sobre los componentes principales y tendencias de un data center, de acuerdo al estándar ANSI/TIA-942.
- Analizar la situación actual de los servicios y aplicaciones de la empresa Imbabunet.
- Diseñar un data center basado en el estándar ANSI/TIA-942 para los servicios y aplicaciones de la empresa.
- Emular la infraestructura de red que permita el correcto funcionamiento de las aplicaciones y servicios del ISP Imbabunet.

De esta manera se puede evidenciar una estructura de tres capítulos principales. El primero se enfoca en proporcionar una base bibliográfica y conceptual necesaria para comprender la investigación. Se revisan y analizan investigaciones previas y se presentan conceptos relevantes que respaldan el desarrollo del estudio.

En el segundo capítulo, se abordan las herramientas tecnológicas utilizadas y se detalla el proceso de desarrollo del proyecto. Se hace especial énfasis en el uso de las normativas, las cuales brindan pasos detallados de cómo se estructurará el nuevo data center dentro de las instalaciones de la empresa, tomando en cuenta la situación actual del ISP.²

Por último, en el tercer capítulo se exponen los resultados obtenidos a partir del diseño elaborado en el proyecto. Se presentan visualmente la representación gráfica de cómo la normativa mediante los lineamientos ha permitido los cambios en el diseño del datacenter y de igual manera una representación gráfica de la arquitectura de red emulada en GNS3, estableciendo las conexiones apropiadas para garantizar un funcionamiento adecuado.

Con esta estructura de tres capítulos, el trabajo logra abarcar los aspectos fundamentales de la investigación, proporcionando una base teórica, detallando el desarrollo tecnológico y presentando los resultados obtenidos de manera clara y visual.

CAPÍTULO I – ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se describen los antecedentes de la empresa ISP Imbabunet y los conceptos básicos de los programas y estándares a utilizar en el diseño de la infraestructura de red. Para comprender la necesidad de implementar un sistema de administración y monitoreo de servicios en la empresa, se realiza una revisión bibliográfica de las tendencias actuales en el diseño de data centers, así como de la normativa ANSI/TIA-942, que establece los lineamientos para la implementación de data centers basados en buenas prácticas y características estandarizadas. Además, se abordan conceptos clave como la topología de red, la virtualización, y la emulación de redes a través de software. Todo esto con el fin de sentar las bases para el diseño y desarrollo de una infraestructura de red óptima para la empresa proveedora de servicios de internet.

1.1 ANTECEDENTES

La empresa Imbabunet es un ISP relativamente joven que enfrenta problemas de disponibilidad de aplicaciones y servicios, lo que a veces resulta en tiempos de inactividad. Además, la falta de un diseño de data center que siga buenas prácticas ha llevado a altos costos de soporte y mantenimiento.

Como mencionan Tintín et al. (2018), desde tiempos prehistóricos la comunicación ha sido una necesidad fundamental de la humanidad. En el pasado, se utilizaron diversos medios para comunicarse, como pinturas, sonidos y señales de humo, pero hoy en día los avances en tecnologías de la información y comunicación (TIC) permiten que la sociedad esté más interconectada que nunca, sin necesidad de estar físicamente en el mismo lugar para mantener una conversación o verse. En el ámbito laboral, Pérez Gómez (2021) destaca la importancia de tener datos precisos y actualizados para la toma de decisiones.

El crecimiento de la infraestructura tecnológica, incluyendo la capacidad de almacenamiento, recursos informáticos y redes de datos, ha creado nuevas posibilidades, pero también ha presentado nuevos desafíos, como la variación en la disponibilidad y el rendimiento de los equipos utilizados en los data centers.

Por lo tanto, Imbabunet, como proveedor de servicios de internet, necesita un diseño innovador y basado en estándares y buenas prácticas en su nueva localidad para garantizar un rendimiento óptimo al transmitir datos dentro de su organización, aunque también brinde servicios de conectividad para el resto de la ciudad de Atuntaqui.

1.2 INVESTIGACIONES PREVIAS

En el estudio realizado por Ortega (2021), se aborda el análisis y diseño de un centro de datos para el ISP AZOTEL S.A. La empresa busca mejorar sus servicios y expandir su infraestructura para mantenerse al día con los avances tecnológicos en el campo de las telecomunicaciones. Para lograrlo, se ha decidido aplicar la norma ANSI/TIA-942, que proporciona los requisitos y pautas necesarios. El diseño del centro de datos se ha realizado siguiendo los principios de nivel Tier IV, abarcando los sistemas eléctricos, de comunicaciones, seguridad física y climatización. Cabe mencionar que este diseño no se considera exclusivo para implementación empresarial, ya que cada establecimiento tiene sus propias necesidades y puede cumplirlas de diversas maneras. No obstante, al seguir los parámetros técnicos establecidos en la norma ANSI/TIA-942, este diseño puede adaptarse e implementarse en cualquier empresa que brinde servicios de telecomunicaciones.

1.3 CONCEPTOS CLAVE

1.3.1 Data Center

Los data centers suelen estar diseñados para asegurar la disponibilidad, el rendimiento y la seguridad de los servicios de tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) que se proporcionan a una organización o a una comunidad de usuarios. La construcción de un data center involucra la integración de diversas tecnologías y sistemas, incluyendo enfriamiento, alimentación eléctrica, sistemas de copia de seguridad, y gestión de redes y seguridad. La creación de un data center eficiente y confiable es clave para garantizar el éxito de una empresa de servicios de tecnología, ya que un mal funcionamiento puede tener consecuencias negativas en la reputación y rentabilidad de la organización.

En el estudio realizado por MaishaShahrani et al. (2019) se habla de los requisitos estrictos para alcanzar límites de seguridad y estabilidad altos que impidan las interferencias o perturbaciones que se puedan generar tanto por malas aplicaciones o terceros mal intencionados.

Por lo tanto, también debe tener en cuenta la facilidad y el acceso del usuario a los datos teniendo en cuenta el aspecto de las necesidades y el mantenimiento. El centro de datos también transporta energía aguas arriba y emisiones de gases de efecto invernadero debido a los procesos, los recursos y los equipos de capital utilizados para extraer y

construir, que deben ser considerados cuidadosamente para evitar el peor de los casos.
p.2

Por ello es necesario seguir las normativas establecidas a nivel internacional las cuales permiten un mejor manejo y desarrollo de los data center.

1.3.2 Estándar ANSI/TIA-942

Partiendo de esta idea se conoce que, en el Ecuador existe una amplia variedad de estándares para el diseño de data centers. Para fines de esta investigación, se ha elegido uno de los más relevantes, establecido por la Telecommunications Industry Association (TIA), cuyas normas y publicaciones son reconocidas por el American National Standards Institute (ANSI).

De acuerdo con el estándar ANSI/TIA-942, un data center debe contar con cuatro subsistemas fundamentales para su correcto funcionamiento:

1.3.2.1 Subsistema de telecomunicaciones

Este subsistema se encarga de garantizar la conectividad y la transmisión de información en el data center. Incluye elementos como enrutadores, switches, cableado y otros dispositivos de red necesarios para asegurar la disponibilidad y la escalabilidad del servicio.

1.3.2.2 Subsistema arquitectónico

Este subsistema se encarga de garantizar la seguridad, el acceso y el control ambiental del data center. Incluye elementos como la disposición física de los racks, la ubicación de los servicios, el control de temperatura y humedad, y la protección contra incendios y riesgos naturales.

1.3.2.3 Subsistema eléctrico

Este subsistema se encarga de garantizar la alimentación eléctrica del data center y de asegurar la continuidad del servicio en caso de fallas en la red eléctrica. Incluye elementos como grupos electrógenos, UPS, PDU y medidores de energía.

1.3.2.4 Subsistema mecánico

Este subsistema se encarga de garantizar la refrigeración y la ventilación del data center. Incluye elementos como sistemas de enfriamiento, ventiladores, ductos y filtros.

En general, todos estos subsistemas son complementarios y deben trabajar de manera coordinada. Esto significa que no es posible priorizar un subsistema sobre otro ya que cada uno de ellos es esencial para garantizar la confiabilidad y la calidad en la transmisión de información, así como también para asegurar la eficiencia energética y la seguridad en el funcionamiento del data center.

Así, en la ilustración que se muestra a continuación, se presentan de manera clara y concisa los espacios físicos mínimos requeridos, las diferentes formas de conectar la infraestructura de telecomunicaciones, así como la interconexión de los diferentes entornos.

*Ilustración 1:
Relación de espacios en un centro de datos*



Autor: ANSI/TIA-942 p.21

Para garantizar la fiabilidad del data center, es necesario alcanzar los niveles establecidos en el estándar ANSI/TIA-942, conocido como TIER. A medida que se alcanzan niveles más altos en este estándar, se logra una mayor disponibilidad del servicio, pero también se requieren mayores costos en cuanto a implementación y mantenimiento.

De esta manera el estándar ANSI/TIA-942 establece cuatro niveles de clasificación conocidos como "TIER", cada uno de ellos con diferentes requerimientos en cuanto a disponibilidad, redundancia y capacidad de recuperación ante fallos. Los cuatro niveles son:

Tier I: Este es el nivel más básico de clasificación, en el cual se requiere una disponibilidad del servicio del 99,671%. El TIER I no incluye redundancia en los sistemas y equipos críticos, y su capacidad de recuperación ante fallos es limitada.

Tier II: Este nivel requiere una disponibilidad del servicio del 99,741%. En este nivel se incluye redundancia en los sistemas y equipos críticos, y su capacidad de recuperación ante fallos es moderada.

Tier III: Este nivel requiere una disponibilidad del servicio del 99,982%. En este nivel se incluye redundancia en los sistemas y equipos críticos y se permite una operación continua incluso durante las actividades de mantenimiento.

Tier IV: Este nivel requiere una disponibilidad del servicio del 99,995%. Es el nivel más alto de clasificación y es considerado el más seguro y confiable. Es el único nivel que incluye redundancia en los sistemas y equipos críticos y permite una operación continua incluso durante las actividades de mantenimiento, y además cuenta con una capacidad de recuperación ante fallos rápida y eficiente.

La norma ANSI/TIA-942 establece un conjunto de pasos y procedimientos que deben ser seguidos al momento de diseñar, construir y operar un data center. Estos pasos son:

Análisis de requerimientos: En este primer paso, se realiza un análisis detallado de las necesidades y requerimientos del negocio y se establecen los objetivos y metas a alcanzar con el data center.

Diseño conceptual: En este paso, se elabora un diseño conceptual para el data center, que incluye la disposición física de los racks, la ubicación de los servicios, el control de temperatura y humedad, y la protección contra incendios y riesgos naturales.

Diseño detallado: En este paso, se elabora un diseño detallado para el data center, que incluye la selección de los equipos y sistemas necesarios, la definición de las especificaciones técnicas y la elaboración de los planos y diagramas necesarios para la construcción del data center.

Construcción: En este paso, se lleva a cabo la construcción del data center, siguiendo los planos y diagramas elaborados en el paso anterior.

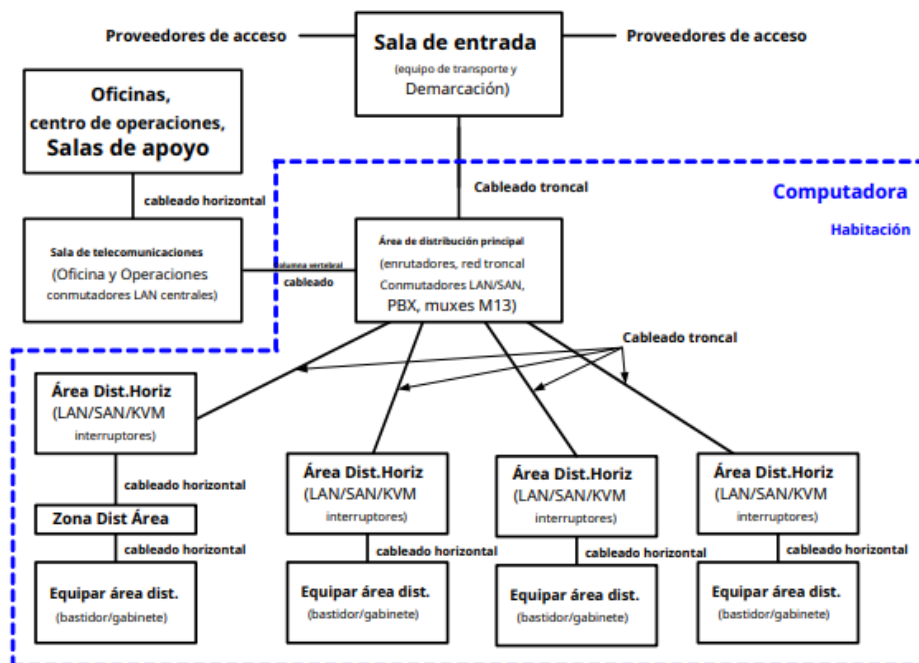
Pruebas y certificación: En este paso, se realizan las pruebas necesarias para garantizar el correcto funcionamiento del data center y se obtiene la certificación del mismo.

Operación y mantenimiento: Una vez construido y certificado el data center, se procede con la operación y el mantenimiento del mismo, con el objetivo de garantizar su correcto funcionamiento en el tiempo.

Es importante mencionar que estos pasos son una guía general, algunos detalles pueden variar según las necesidades y características específicas de cada proyecto. Sin embargo, siguiendo estos pasos se puede garantizar un diseño y construcción de un data center de alta calidad y confiabilidad, cumpliendo con los estándares establecidos en la normativa. De igual manera para el desarrollo de este proyecto es necesario tener en cuenta que solo se desarrollará un diseño de un data center, mas no la construcción del mismo.

Teniendo en cuenta todos estos pasos a seguir según la normativa ANSI/TIA-942 se puede dar forma a una topología básica a manera de ejemplo de un data center.

Ilustración 2:
Ejemplo de una topología completa de un data center.



Autor: ANSI/TIA-942 p.24

1.3.3 Normas para el diseño de un Data Center

Según Espinoza (2021) Al diseñar un centro de datos, es importante tener en cuenta no solo la cantidad y tamaño de los equipos, sino también los aspectos relacionados con el

cableado estructurado y las especificaciones y estándares recomendados, como la normativa 942 de ANSI/TIA. Los estándares proporcionan directrices útiles para el diseño de un data center eficiente y confiable, y se espera que los diseñadores sigan estas pautas para garantizar el éxito de su proyecto. En este sentido, mi proyecto se enfocará en analizar y describir los aspectos relevantes del diseño de data center según el estándar ANSI/TIA-942, y se prestará especial atención a los aspectos considerados en esta norma para garantizar un diseño adecuado en cableado estructurado.

1.4 EMULADORES E HIPERVISORES

En el proceso de emulación del diseño de red, se utilizan diversas herramientas que permiten simular entornos de red en un ambiente controlado. A continuación, se mencionan algunas de estas herramientas utilizadas para dicho propósito.

1.4.1 Emuladores de entorno de red

En esta sección, se presentan dos de los emuladores de entorno de red más ampliamente utilizados en este campo. Estas herramientas permiten simular y recrear entornos de red de manera precisa y controlada, lo que resulta fundamental para la realización de pruebas, experimentos y evaluaciones de rendimiento.

1.4.1.1 GNS3

GNS3 es un simulador de redes de código abierto que permite a los usuarios diseñar, configurar y probar topologías de red virtual en una plataforma segura. Utiliza tecnología de emulación para replicar dispositivos de red y sistemas operativos, lo que permite a los usuarios simular una red realista y probar su funcionamiento antes de implementarla en un entorno de producción. GNS3 puede ser utilizado para diseñar un data center al permitir a los usuarios crear topologías de red complejas que incluyan dispositivos como servidores, routers, switches, firewalls y sistemas de almacenamiento. Además, GNS3 puede ser utilizado para realizar pruebas de rendimiento y optimización de la red antes de la implementación, lo que ayuda a minimizar los errores y a asegurar la disponibilidad y el rendimiento de la infraestructura de red del data center. GNS3 (2023)

1.4.1.2 CISCO Packet Tracer

Cisco (2023) define Cisco Packet Tracer como una herramienta de simulación de redes desarrollada por Cisco Systems. Esta herramienta permite a los usuarios crear topologías

de red virtuales, configurar dispositivos de red y simular el tráfico de datos. Ampliamente utilizado en entornos educativos y de capacitación, Cisco Packet Tracer facilita la enseñanza y práctica de conceptos de redes. Destaca por su interfaz gráfica intuitiva y la inclusión de una amplia variedad de dispositivos y protocolos de red para simular escenarios complejos. Su utilidad es especialmente relevante para estudiantes y profesionales que buscan adquirir experiencia práctica en la configuración y resolución de problemas en entornos de red.

1.4.2 Hipervisores

Los hipervisores según Red Hat (2023), son programas o firmware que permiten la virtualización de los recursos de hardware con el fin de crear y ejecutar múltiples máquinas virtuales (VM) en un solo sistema físico.

A continuación, se pondrán como ejemplo algunos hipervisores que se encuentran en el mercado.

1.4.2.1 VMware Workstation

VMware (2023) conceptualiza a su herramienta de virtualización como un “Hipervisor de escritorio que permiten a los usuarios ejecutar máquinas virtuales, contenedores y clústeres de Kubernetes.”

1.4.2.2 Virtual Box

Según un artículo publicado por Oracle (2023), VM VirtualBox es un software de virtualización ampliamente reconocido y de código abierto, que ofrece compatibilidad con múltiples plataformas. Esta herramienta permite a los desarrolladores ejecutar varios sistemas operativos en un solo dispositivo, lo que agiliza el proceso de entrega de código. Tanto los equipos de TI como los proveedores de soluciones aprovechan las ventajas de VirtualBox para optimizar los costos operativos y acelerar la implementación segura de aplicaciones en entornos locales y en la nube. Su flexibilidad y funcionalidad lo convierten en una opción popular para gestionar entornos virtuales eficientes y fiables.

CAPÍTULO II – MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL ISP IMBABUNET

Con tres años de experiencia en el mercado de las telecomunicaciones, Imbabunet se ha destacado por ofrecer soluciones integrales que satisfacen las necesidades de sus clientes como proveedores de servicios. La empresa continúa mejorando su infraestructura de red para fortalecer su posición en el mercado y proteger la información de sus clientes y socios.

De esta manera, la empresa se esfuerza por aumentar su influencia empresarial y convertirse en un proveedor de servicio de internet líder en la ciudad de Atuntaqui. Para lograrlo, se enfoca en encontrar soluciones eficientes que permitan ofrecer servicios personalizados que se adapten al constante desarrollo tecnológico en el campo de las telecomunicaciones.

Por lo tanto, después de recopilar información relevante junto con los niveles proporcionados por la normativa ANSI/TIA-942, se determinó que se utilizaría un diseño basado en Tier II para cumplir con el objetivo general del proyecto de titulación. Esto ayudará a la empresa a mejorar su infraestructura de red y optimizar los beneficios que pueda brindar a sus clientes en el futuro.

Como se muestra en la ilustración 3, el nodo principal se encuentra ubicado en la calle Gonzáles Suárez y la Avenida San Vicente de la ciudad de Atuntaqui. Las oficinas de personal administrativo y el área de atención al cliente también se encuentran en este lugar.

*Ilustración 3:
Ubicación de ISP Imbabunet*



Fuente: (Autor 2023)

2.2 INFRAESTRUCTURA GENERAL

A continuación, se hará una descripción de la infraestructura con la que trabaja la empresa

2.2.1 Servicios actuales

Imbabunet se ha destacado por su enfoque en la mejora continua y la búsqueda constante de la excelencia en la prestación de servicios. Su principal objetivo es ofrecer a los clientes una experiencia de calidad que resuelva de manera efectiva sus requerimientos específicos.

2.2.1.1 Internet

En la actualidad, el acceso a servicios de Internet se ha convertido en una necesidad fundamental para las personas, permitiéndoles acceder a información y formar parte de la sociedad en general. Ya sea para promover comunicaciones personales o facilitar el desarrollo de empresas, Internet se ha convertido en una herramienta vital.

En este contexto, la empresa se dedica a ofrecer servicios de Internet tanto a nivel residencial como empresarial, brindando la máxima confiabilidad y seguridad en la gestión de los datos de sus clientes. Además, cuenta con un equipo de empleados altamente capacitados que están disponibles para proporcionar soporte técnico y resolver cualquier eventualidad que pueda surgir.

2.2.1.2 TV por cable

De igual manera Imbabunet se enorgullece de brindar a sus clientes una experiencia completa de entretenimiento con su servicio de televisión por cable. Con una amplia gama de canales y programas disponibles, los usuarios pueden disfrutar de una variedad de contenidos que abarcan desde noticias, deportes, series, películas y mucho más. Además, la empresa se compromete a mantener una señal estable y de alta calidad, asegurando una transmisión fluida y sin interrupciones. Con Imbabunet, los usuarios pueden disfrutar de momentos de entretenimiento y diversión en la comodidad de sus hogares.

2.2.2 Infraestructura de red actual

En esta sección se presenta un análisis detallado del estado actual de las topologías físicas y lógicas, así como de los dispositivos conectados en la infraestructura de red. Además,

se examinan los sistemas de cableado eléctrico y estructurado utilizados en la organización. Esta evaluación permite comprender la configuración actual de la red e identificar posibles mejoras o áreas de optimización. Mediante el estudio de estos elementos, se busca garantizar un entorno de red eficiente, confiable y seguro para satisfacer las necesidades de conectividad de la empresa.

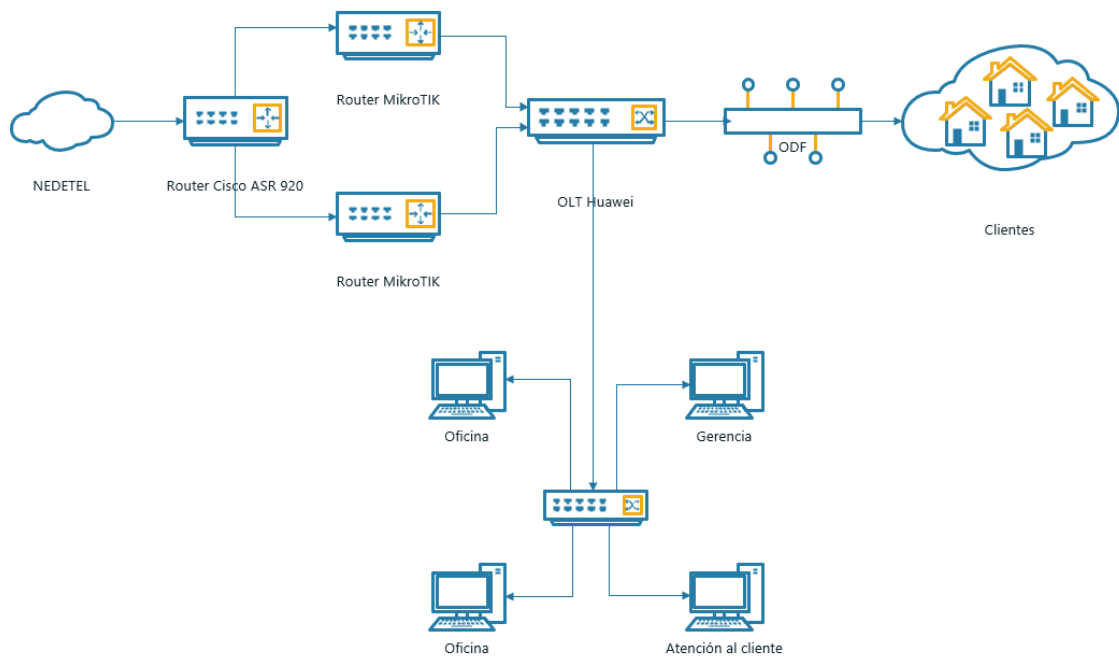
2.2.2.1 Topología física

Actualmente la empresa cuenta con 3 racks verticales que contienen equipos como un enrutador de servicios de agregación Cisco ASR-920-4SZ-A el cual es proporcionado por la empresa proveedora de internet, a este se conecta un Cloud Core Router CCR1072-1G-8S+ de MikroTik que es el encargado de hacer la distribución de internet dentro del establecimiento y a su vez este se conectará a los equipos principales para la distribución de internet que son los Terminales de línea óptica o por sus siglas en inglés OLT, que en este caso es un equipo Huawei SmartAX MA5800-X7 el cual se encarga de los puntos de partida de las redes ópticas pasivas o PON que se organizan en varios distribuidores de fibra óptica para su posterior instalación en los nodos cercanos a los domicilios de sus clientes.

El proveedor de servicios de internet de Imbabunet, NEDETEL, utiliza fibra óptica para realizar la conexión con la sala de telecomunicaciones el cual se enruta a la misma por medio del Router Cisco mencionado anteriormente.

En la ilustración 4 se puede observar una representación gráfica de la topología de Imbabunet.

Ilustración 4:
Topología de red Imbabunet

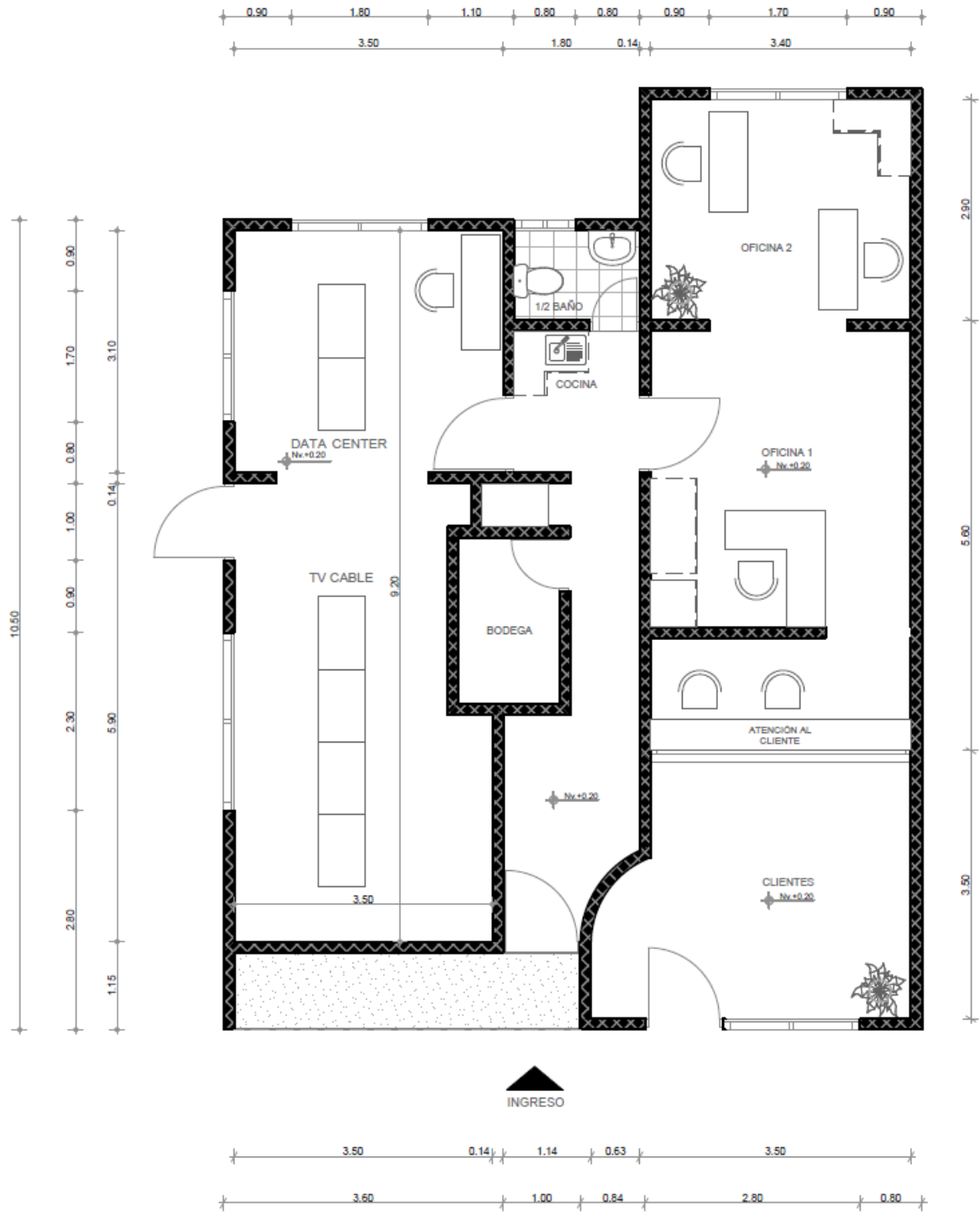


Fuente: (Autor 2023)

2.2.2.2 Sala de telecomunicaciones

La sala de telecomunicaciones se encuentra ubicada al lado de las oficinas y junto a los racks de la distribución de televisión por cable como se muestra en los planos del establecimiento en la ilustración 5.

Ilustración 5:
Planos de la empresa




Fuente: (Autor 2023)

2.2.2.3 Equipos de conectividad

Cisco ASR-920-4SZ-A

El enrutador Cisco® de servicios de agregación (ASR) de la serie ASR 920 es una plataforma de acceso convergente con todas las funciones diseñada para la entrega rentable de servicios alámbricos e inalámbricos. Estos enrutadores resistentes a la temperatura, de alto rendimiento, de factor de forma pequeño y de bajo consumo de energía están optimizados para backhaul móvil y aplicaciones comerciales.

Tabla 1:
Características ASR-920-4SZ-A

Marca: Cisco Modelo: ASR-920-4SZ-A Tipo de dispositivo: Router	
	
Especificaciones	Descripción
Especificaciones físicas (alto x ancho x profundidad)	1,72 x 15,5 x 9,1 pulgadas. (43,7 x 393,7 x 231,1 mm), 1 RU
Interfaces	2 x 1000Base-T - RJ-45 4 x 10Gb Ethernet / 1Gb Ethernet - RJ-45 USB: 1 x auxiliary Management: 1 x RJ-45 USB: 3 x Alarm: 1 x RJ-45
Tecnología de conectividad	Cableado
Protocolo de conectividad	Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet
Memoria Flash	2GB
Memoria RAM	4 GB DDR3 SDRAM
Procesador	1 GHz
MTF (horas)	301.48
Consumo de energía	máx. 105 W, típico: 75 W

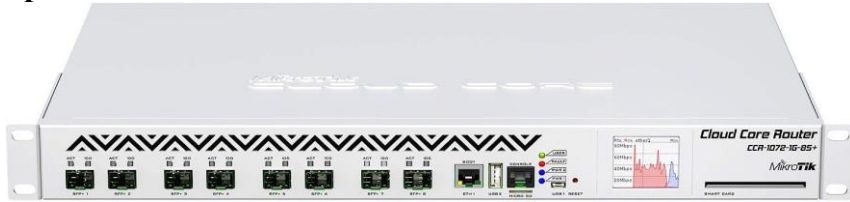
Estándares	ETSI, BSMI, CISPR 22 Clase A, EN55022, IEC 61000-4-11, IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-8, VCCI Clase A ITE, EN55024, EN50082-1, EN 61000-6-1, ACA TS001, AS/NZS 60950-1, EN 61000-4-4, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, ICES-003 Clase A, EN 61000-4-5, EN 61000-4-11, FCC CFR47 Parte 15, EN 61000-4-8, EN 60825, FDA, EN 300 386
------------	---

Fuente: (Cisco- ASR-920-4SZ-A -data-sheet, 2023)

MikroTik CCR1072-1G-8S+

El CCR1072-1G-8S+ Cloud Core Router es el más poderoso de MikroTik con 72 núcleos de 1GHz con 16GB RAM 8ptos SFP+ y 1p giga y RouterOS L6.

Tabla 2:
Características CCR1072-1G-8S+

<p>Marca: MikroTik Modelo: CCR1072-1G-8S+ Tipo de dispositivo: Router</p> 	
Especificaciones	Descripción
Especificaciones físicas (alto x ancho x profundidad)	443x315x44mm
Interfaces	Está equipado con ocho puertos SFP+ 10G conectados de forma independiente y un solo puerto Ethernet para fines de gestión.
Tecnología de conectividad	Cableado
Protocolo de conectividad	Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet
Memoria Flash	2GB
Memoria RAM	16GB
Procesador	1 GHz / 72 núcleos

MTF (horas)	Aproximadamente 200.000 horas a 25°C
Consumo de energía	máx. 125W
Estándares	ETSI, BSMI, CISPR 22 Clase A, EN55022, IEC 61000-4-11, IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-8, VCCI Clase A ITE, EN55024, EN50082-1, EN 61000-6-1, ACA TS001, AS/NZS 60950-1, EN 61000-4-4, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, ICES-003 Clase A, EN 61000-4-5, EN 61000-4-11, FCC CFR47 Parte 15, EN 61000-4-8, EN 60825, FDA, EN 300 386

Fuente: (MikroTik CCR1072-1G-8S+ 2023)

Terminal de línea óptica Huawei SmartAX MA5800-X7

Este chasis esta recomendado para despliegues en zonas urbanas y se suministra con configuración Redundante, para una mayor protección.

La red óptica de banda ultra ancha es compatible con la convergencia móvil fija (FMC) y los servicios inteligentes basados en SDN

- Cada ranura de servicio ofrece una capacidad de rendimiento de 200 Gbit/s, lo que garantiza un acceso sin bloqueo para XG-PON y 40G-PON de alta densidad.
- Cada sub rack admite hasta 32000 usuarios con 100 Mbit/s de ancho de banda sin bloqueo, lo que permite una visualización de video 4K perfecta
- El acceso PON/P2P de servicio completo para backhaul doméstico, empresarial y móvil crea una única red óptica con servicios FMC

Tabla 3:
Características SmartAX MA5800-X7

Marca: Huawei

Modelo: SmartAX MA5800-X7

Tipo de dispositivo: OLT



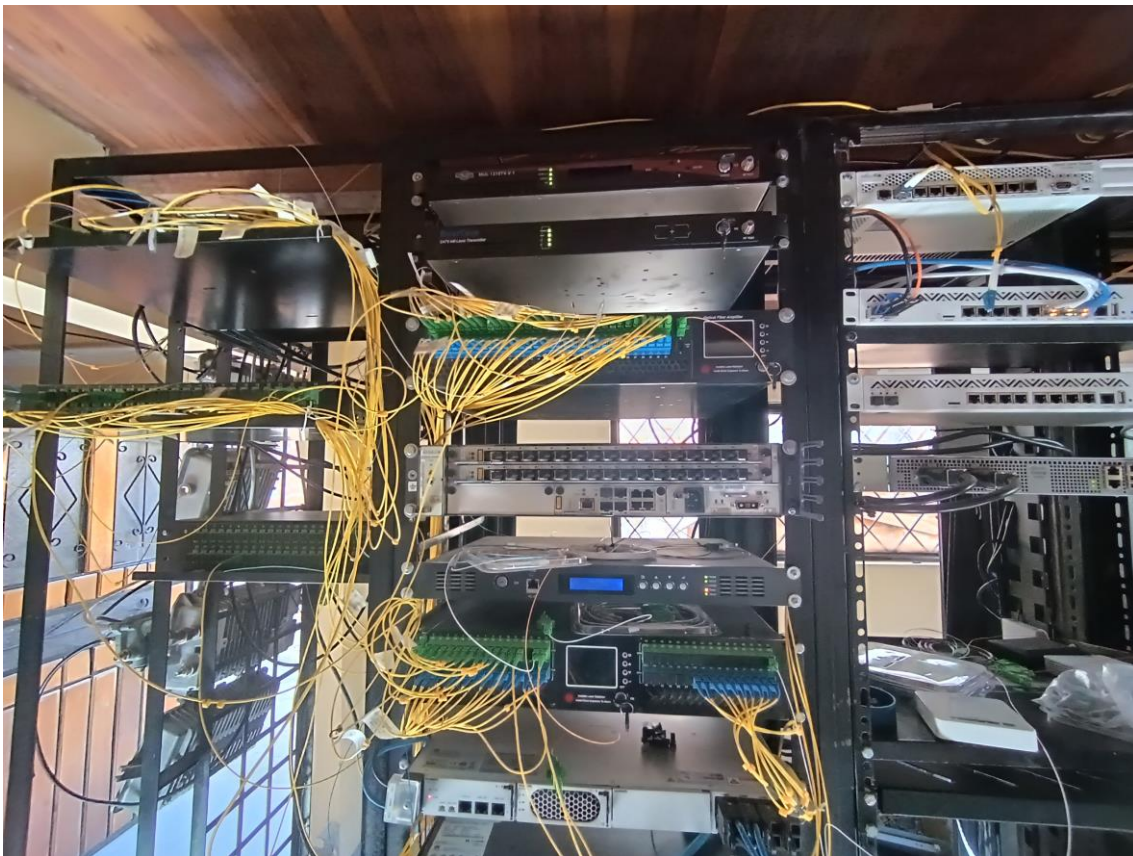
Especificaciones	Descripción
Especificaciones físicas (alto x ancho x profundidad)	442 mm x 268.7 mm x 263.9 mm
Número máximo de puertos en un Sub rack	112 x GPON/EPON, 336 x GE/FE, 56 x 10G GPON/10G EPON, 56 x 10G GE, 224 x E1
Tecnología de conectividad	Cableado
Capacidad de Conmutación	7 Tbit/s
Número máximo de direcciones MAC	262,143
Número máximo de ARP/ Entradas de Routing	64000
Ambiente de Temperatura	Desde -40°C a 65°C Nota: El MA5800 puede arrancar a una temperatura mínima de -25 °C y funcionar a -40 °C. La temperatura de 65 °C se refiere a la temperatura más alta medida en la ventilación de entrada de aire
Características de Capa 2	1 GHz / 72 núcleos
Características de Capa 3	Aproximadamente 200.000 horas a 25°C
Consumo de energía	máx. 125W
MPLS & PWE3	MPLS LDP, MPLS RSVP-TE, MPLS OAM, MPLS BGP IP VPN, conmutación de protección de túnel, TDM/ETH PWE3 y conmutación de protección PW
IPv6	Doble pila IPv4/IPv6, reenvío IPv6 L2 y L3 y retransmisión DHCPv6
Multicast	IGMP v2/v3, IGMP proxy/snooping, MLD v1/v2, MLD Proxy/Snooping y multidifusión IPTV basada en VLAN
QoS	Clasificación de tráfico, procesamiento de prioridad, control de tráfico basado en trTCM, WRED, modelado de tráfico, HqoS, PQ/WRR/PQ + WRR y ACL
Confiabilidad del Sistema	Protección GPON tipo B/tipo C, protección 10G GPON tipo B, BFD, ERPS (G.8032), MSTP, LAG intraplaca e interplaca, actualización de software en servicio (ISSU) de la placa de control, 2 placas de control y 2 tableros de alimentación para protección de redundancia, detección y rectificación de fallas en el tablero en servicio y control de sobrecarga de servicio

Fuente: (Huawei SmartAX MA5800-X7 2023)

2.2.2.4 Cableado estructurado

Compuesto por cables de fibra y UTP para las conexiones entre equipos aprobados por ANSI/TIA, para el cableado vertical y horizontal, los cables se encuentran de alguna manera ordenados, pero puede mejorarse su distribución para tener una mejor visión de cada puerto conectado ya que estos cuentan con sus etiquetas correspondientes en cada puerto conectado.

*Ilustración 6:
Cableado de equipos en Imbabunet*



Fuente: (Autor 2023)

2.2.2.5 Rack de los equipos

Para el montaje de los equipos se utilizan racks abiertos elevados del suelo como se muestra en la ilustración 7. Se puede observar que en la primera columna de derecha a izquierda se encuentran ubicado el router de MikroTik y seguido en la segunda columna del router Cisco proporcionado por el proveedor de Internet de la empresa, en la tercera columna se puede apreciar el OLT con las conexiones de fibra óptica y por último en la

cuarta columna se encuentran los ODF para la distribución de fibra óptica a los diferentes nodos de la ciudad de Atuntaqui.

*Ilustración 7:
Disposición de racks en Imbabunet*



Fuente: (Autor 2023)

2.3 SISTEMA ELÉCTRICO Y MECÁNICO

2.3.1 Climatización

En la sala de telecomunicaciones no existe aire acondicionado por el hecho de que el lugar pasa con las puertas y ventanas abiertas, en donde los equipos trabajan de manera perfecta y sin interrupciones, está claro de que no es lo recomendable para un centro de datos el no contar con un sistema de aire acondicionado y es algo que se debería mejorar en todo caso para asegurar la vida útil de los equipos que trabajan a altas temperaturas y de manera continua.

2.3.2 UPS

El UPS de Imbabunet se encuentra conectado al sistema eléctrico del cuarto, no cuenta con un tablero de control en donde se pueda monitorizar su uso. El UPS de marca CDP brinda una conexión paralelo redundante el cual puede ser conectado con hasta 3 unidades más en caso de ser necesario, el equipo cuenta con una potencia de 6000W que para Imbabunet es más que suficiente por el momento, si la empresa desearía implementar más equipos sería necesario calcular la potencia requerida y ver si el equipo cubre las nuevas necesidades.

*Ilustración 8:
UPS de Imbabunet*



Fuente: (Autor 2023)

De igual manera se muestran las especificaciones para el mismo a continuación.

Tabla 4:
Características UPS UPO22-6 AX

Marca: CDP

Modelo: UPO22-6 AX

Tipo de dispositivo: UPS



Especificaciones	Descripción
Potencia	6000VA/5400W
Entrada	220 VCA voltaje nominal
Rango de Voltaje	110 a 300 VCA +/-3(L-L)
Rango de frecuencia	40-70 Hz
Factor de potencia	0,99 plena carga
Salida	
Voltaje de salida	104/110/115/120/VCA o 208/220/230/240/VCA
Regulación volt. AC	+/-1
Rango de frecuencia	50 HZ +/-0.1Hz (Modo Batería) 60Hz +/-0 1HZ
Corriente de cresta	3:1 máx.
Sobrecarga	100%-110% 10min / 110% -130% 1min / > 130%:1 segundo (Modo AC a Modo Batería)
Distorsión armónica	</= 2% THD (cargas lineales)
Tiempo de transferencia	0 ms
Tipo de onda	Senoidal pura
Eficiencia	
Modo AC	90%
Modo DC	96%
Baterías	
Tipo/cantidad batería	12V/7Ah x 20
Tiempos de carga	4 a 5 horas al 90%
Corriente de carga	1,0Ah (opcional 4Ah)

Voltaje de carga	273VDC +/- 1%
Tiempo de autonomía	9 minutos a plena carga - 21 minutos a media carga
Físicas	
Dimensiones	250x826x592mm (largo x alto x profundo)
Peso Neto	117kg
Ambientales	
Humedad	<95% RH @ 0-40°C (sin condensación)
Nivel de ruido	Menor a 58dBA @ 1 metro
Control	
Smart RS232 o USB	Soporta Windows 2000/ 2003/XP I Vista / 2008 / 7, 8,10, Linux y Mac
Opcional SNMP	Control y mando para SNMP y web browser (mediante SNMP interna o SNMPDB9)
EMC/Seguridad	(EMC.EN6240-2 C1, EN62040-2 C2) UL, RoHS, ISO 9001 - ISO 14000

Fuente (Catálogo Chicago Digital Power para el UPO22-6 AX)

2.3.3 Sistema puesta a tierra

Dentro de un sistema de comunicación, resulta crucial contar con un sistema de puesta a tierra adecuado que brinde protección a los equipos frente a cambios en la tensión y condiciones climáticas. En el caso de Imbabunet, se ha implementado un sistema de puesta a tierra basado en la estructura del edificio, lo cual permite separar la conexión del medidor eléctrico de la sala de equipos.

Sin embargo, es importante destacar que en la sala de telecomunicaciones no se dispone de un sistema de puesta a tierra adecuado para conectar los equipos, como racks, gabinetes y otros dispositivos presentes en ella. Esta situación plantea un riesgo, ya que algunos de los equipos han sido instalados sin seguir las medidas de protección recomendadas por los fabricantes. En caso de producirse fallas eléctricas ocasionadas por variaciones de voltaje, existe la posibilidad de que se vea comprometido el funcionamiento normal de los equipos, lo cual puede ocasionar pérdidas económicas debido a daños en los dispositivos y fallos en la red.

Por tanto, resulta fundamental para Imbabunet abordar esta problemática implementando un sistema de puesta a tierra adecuado en la sala de telecomunicaciones, siguiendo las directrices y recomendaciones de los fabricantes. De esta manera, se garantizará la protección de los equipos y se evitarán posibles consecuencias negativas en el desempeño de la red y en términos económicos.

2.4 REQUERIMIENTOS GENERALES PARA EL DATA CENTER

2.4.1 Diseño arquitectónico

Aquí se tendrán en cuenta puntos específicos como:

2.4.1.1 Iluminación

Para todos los pasillos que componen el armario, la norma ASNI / TIA 942 determina que la iluminancia desde el suelo hasta 1 m el plano horizontal es de 500 lux y la iluminancia en el plano vertical es de 200 lux. No se debe utilizar iluminación basada en atenuadores o Dimmers.

2.4.1.2 Puerta de acceso

El tamaño de la puerta de acceso al data centers debe tener al menos 1 m de ancho y 2,13 m de alto. Deben permitir la entrada de equipos grandes, tener bisagras que abran al exterior y barras antipático.

2.4.1.3 Cielo raso

El cielo raso, o el techo suspendido, es una parte importante del entorno físico de un centro de datos. Puede contribuir a la gestión de cables, la distribución de energía y el flujo de aire adecuado, lo que impacta directamente en la eficiencia del centro de datos.

2.4.1.4 Piso falso

El piso falso es un elemento a incorporar en el diseño, según la norma ANSI/TIA 942, la altura desde el piso estructural hasta el panel que constituye el falso piso debe ser de 450mm y el peso de apoyo debe ser de al menos 7.2 kPa. Además, el panel debe utilizar materiales que puedan prevenir la propagación del fuego y que tengan propiedades antiestáticas.

2.4.1.5 Ubicación y área

Es importante resaltar que, sin importar el tamaño, todos los data centers persiguen objetivos similares, como proteger los datos de la empresa y sus clientes, procesar, intercambiar y almacenar información, así como ofrecer nuevos servicios y aplicaciones, asegurando un funcionamiento ininterrumpido durante los 365 días del año.

En el caso específico de Imbabunet, una ubicación estratégica del data center puede contribuir a reducir posibles riesgos. Aunque la empresa no tiene la capacidad de modificar la estructura del edificio donde opera, existen opciones para readecuar el espacio utilizado, reubicando equipos y áreas, y así ofrecer una solución acorde con el diseño del data center.

El área del data center debe ser de al menos 14 metros cuadrados idealmente y en términos de altura, la norma estipula desde el piso terminado es de 2.6m. Esto es necesario como se mencionó anteriormente con la reubicación del mismo, pero en el caso de este proyecto por el hecho de que la empresa no puede implementar una remodelación del edificio, se tomará el espacio que está dispuesto según los planos para el data center con un área de 10.85m² en donde se readecuarían los racks y la manera en la que los equipos están dispuestos. El único cambio que se realizará es el agrandamiento del área utilizando un espacio que está vacío para agrandar el área actual a 12.25m².

2.4.2 Subsistema de telecomunicaciones

En este apartado se toma en cuenta los equipos de conectividad y el cableado estructurado.

2.4.2.1 Equipos de conectividad

El estándar ANSI / TIA 942 estipula que para los data center Clase II, se debe proporcionar redundancia en el nivel de suministro de energía de los equipos de conectividad. No es necesario colocar equipos similares como equipos auxiliares para proporcionar redundancia.

Si la empresa desea hacer cambios en sus equipos es imprescindible que maneje equipos de la misma marca a los que posee para tener una mejor conectividad y a su vez mayor versatilidad entre equipos.

2.4.2.2 Cableado estructurado

El Cableado de la empresa se encuentra etiquetado y ordenado de una manera en la que se puedan ubicar todas las conexiones de red, pero puede mejorar su distribución cumpliendo con las normativas ANSI/TIA /EIA-569-B, la cual menciona lo siguiente:

El cableado backbone no deben pasar a través de las tuberías de ascensores y deben evitar acercarse a fuentes de interferencia electromagnética.

- El grosor del conducto o bandeja debe ser de al menos 1 mm, galvanizados y el grosor en aluminio es de 2mm.
- Para cada proveedor de Internet debe tener un conducto de cable de al menos 4 pulgadas para usarlo como entrada al data center.
- La distancia entre las bandejas en el data center debe ser superior a 350mm, es decir, debe haber tal distancia libre desde el techo u otros obstáculos a las bandejas.
- Se seleccionará el diámetro de la tubería, el ancho y el largo de la bandeja tipo ducto, se usarán como referencia el ancho del cable y el espacio para acomodar más cables en el futuro.
- La bandeja de cables sobre el cielo raso falso debe colocarse a una altura máxima de 150mm.
- En una instalación inicial, la utilización de la bandeja debe ser del 25%.

2.4.3 Sistema eléctrico

El estándar ANSI / TIA 942 especifica lo siguiente para subsistemas eléctricos:

- Módulos en redundancia UPS N+1, Topología redundante, en paralelo o distribuida, con niveles de tensión de 120/208 V.
- El data center debe tener un cuarto de baterías de tamaño no especificado.
- Un sistema de transferencia automática (ATS) puede cambiar automáticamente en caso de una falla eléctrica.
- Tiene solo una ruta de energía, lo que significa que el dispositivo debe apagarse para realizar mantenimiento en la ruta de energía.
- Todos los componentes metálicos deben estar debidamente conectados a tierra de acuerdo con sus respectivos estándares.

2.4.4 Subsistema mecánico

El estándar ANSI / TIA 942 especifica lo siguiente acerca de los subsistemas mecánicos:

- La temperatura al interior de un data center debe estar entre 20 ° C y 25 ° C y la humedad relativa debe estar entre 40% y 55% por lo tanto, debe tener control de humedad.
- Debe tener un sistema de detección y control de incendios.

CAPÍTULO III – RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este capítulo abordará el diseño del centro de datos comenzando con el análisis previo realizado sobre la situación actual del ISP Imbabunet en el capítulo 2. Además, evaluaremos la clasificación Tier que correspondería al data center propuesto de acuerdo con los lineamientos establecidos por la normativa ANSI/TIA-942, que ha proporcionado sugerencias para mejoras potenciales en este campo.

Dado que actualmente cuenta con dispositivos de alta calidad que permiten una excelente escalabilidad al implementar nuevas configuraciones, este diseño resultará fundamental para impulsar el desarrollo tecnológico de la empresa. El diseño de Imbabunet le permitirá mejorar la gestión de sus servicios y garantizar la seguridad y confiabilidad de los datos de sus clientes, lo que impulsará su crecimiento y prestigio en el mercado de las telecomunicaciones.

3.1 INFRAESTRUCTURA DEL DATA CENTER

Este apartado está compuesto por los subsistemas que se propusieron en el capítulo 2 por medio de la normativa ANSI/TIA-942, de estos y por medio de un análisis del porcentaje de disponibilidad requerida dada por la fórmula:

$$\begin{aligned} & \text{Disponibilidad requerida (\%)} \\ & = \frac{\text{Tiempo total en un año} - \text{Tiempo de inactividad deseado}}{\text{Tiempo total en un año} * 100} \end{aligned}$$

$$\text{Disponibilidad requerida (\%)} = \frac{8760 \text{ horas} - 5 \text{ horas}}{8760 \text{ horas} * 100} = 99.942\%$$

Esta fórmula es utilizada en el análisis de disponibilidad de los libros de estándares de la IEEE. De igual manera cabe recalcar que para el análisis del porcentaje de disponibilidad las unidades de medidas para este desarrollo se toman en cantidad de horas, por lo cual para el análisis del ISP Imbabunet el porcentaje de disponibilidad para un número total de 5 horas de inactividad por año resultarían en un 99.942% de disponibilidad requerida como se muestra en la ecuación. Por lo tanto, para el diseño del data center en cuestión se tomará en cuenta a los pasos a seguir del Tier II mencionado en el apartado del capítulo 2 que habla de la normativa ANSI/TIA-942.

3.1.1 Espacio físico y ubicación

De acuerdo con la normativa ANSI/TIA-942 para un data center de Tier II, el espacio y la ubicación del data center tiene que ser considerado en base a que este brinde a la empresa una fácil escalabilidad en cuanto a la implementación de nuevos servicios e infraestructura tecnológica.

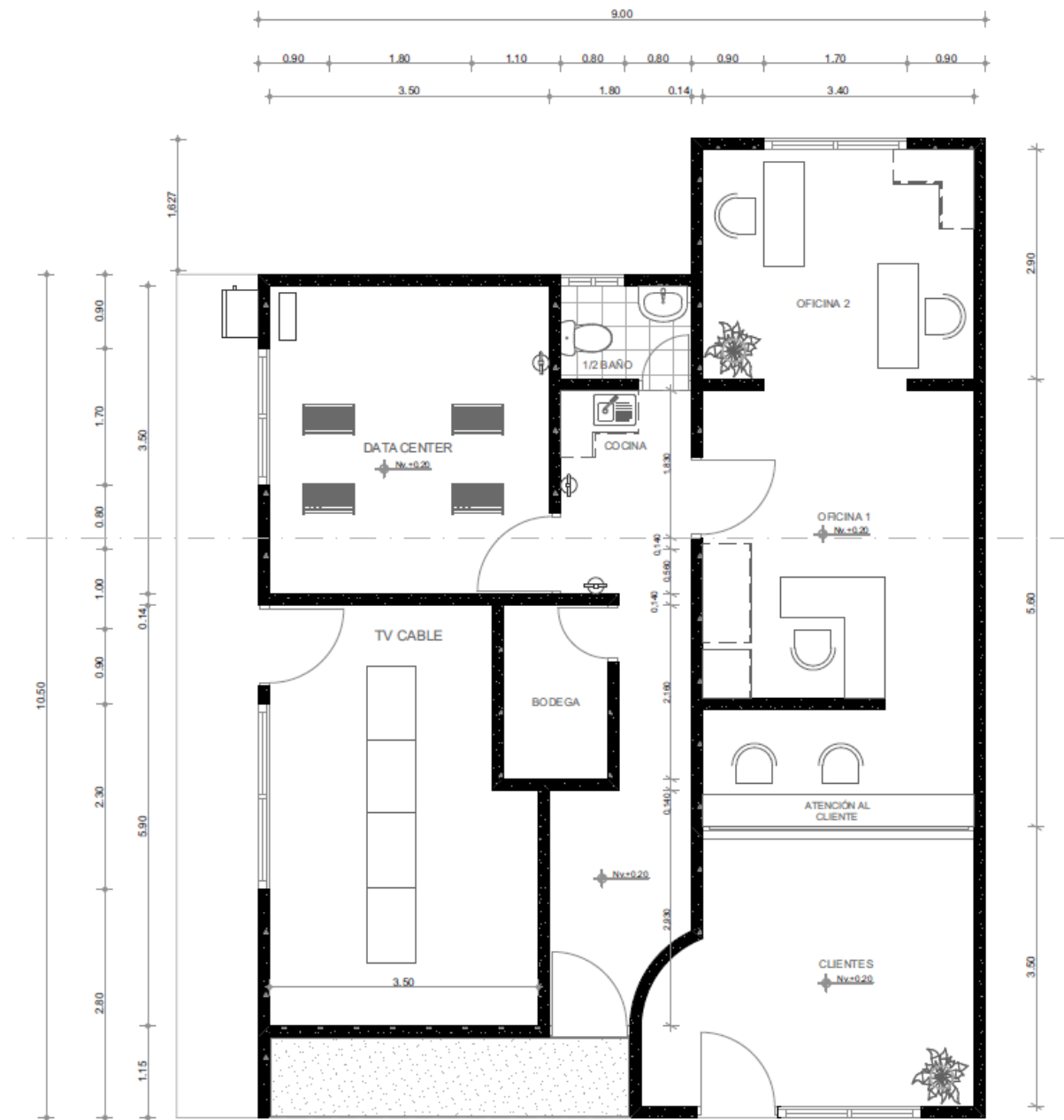
De esta manera, para la empresa Imbabunet no es necesario que se establezca un nuevo espacio para la reubicación del datacenter, ya que las instalaciones actuales cuentan con unas medidas de 3.50 x 3.10 metros con un área de 10.82m² como se muestra en la ilustración 5 en el capítulo 2, que para los equipos actuales y la cantidad de usuarios que maneja para el área de Atuntaqui es necesario solo la reubicación de los racks y a su vez la distribución de los equipos según las áreas funcionales de ellos mismos. Todo esto tomando en cuenta el resto de puntos a nivel arquitectónico, de telecomunicaciones y mecánico.

3.1.1.1 Distribución de espacio de las áreas funcionales

Según la normativa los espacios funcionales del data center incluyen la sala de entrada, el área principal de distribución (MDA), el área de distribución horizontal (HDA) y la zona de distribución de equipos (EDA). ANSI/TIA-942 también menciona un punto de interconexión opcional dentro del cableado horizontal este área se denomina zona de distribución de área (ZDA) la cual se encuentra entre la zona de distribución horizontal y la zona de distribución principal (MDA).

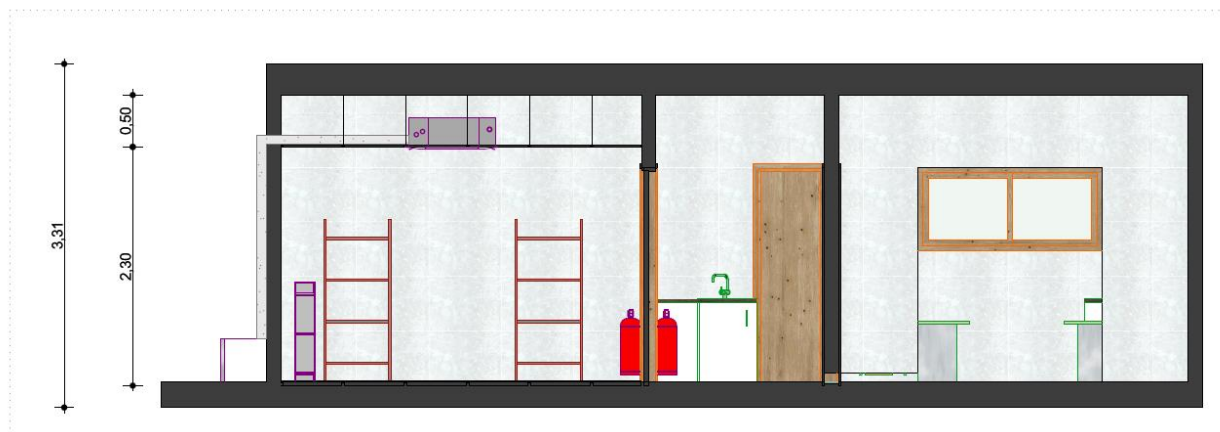
De igual manera en las siguientes ilustraciones se representan los cambios hechos para la remodelación del datacenter en la empresa Imbabunet, los cuales pueden visualizarse en las siguientes ilustraciones.

Ilustración 9:
 Planos de remodelación del datacenter en la empresa Imbabunet.



Fuente: Autor

Ilustración 10:
Corte Horizontal del data center.



3.1.1.1.1 Sala de entrada

En la normativa se especifica que el área de entrada, también conocida como sala de entrada, cumple un papel crucial al ser el punto de interconexión entre el centro de datos y el sistema de cableado estructurado que abarca tanto los edificios del proveedor de acceso como los del cliente. En este espacio, se encuentran instalados los dispositivos de demarcación del proveedor de acceso y el equipo propio del proveedor de acceso. Es esencial que esta área esté cuidadosamente diseñada y equipada, ya que su correcto funcionamiento garantiza una conectividad fluida y confiable entre las redes internas y externas, asegurando así un eficiente intercambio de datos y servicios entre ambas partes.

La sala de entrada estará ubicada en el interior del datacenter, aun que la normativa recomienda que esta vaya fuera del datacenter, pero por el hecho de que el espacio reducido los equipos serán ubicados en el área de distribución principal.

3.1.1.1.2 Área de distribución principal (MDA)

La zona de distribución principal cumple con su función al brindar servicios a una o más áreas de distribución horizontal, así como a las áreas de distribución de equipos del data center. Además, incluye la responsabilidad de brindar soporte a varias salas de telecomunicaciones que se encuentran fuera del área reservada para la sala de cómputo.

El área de distribución principal se ubicará en el centro a la parte izquierda del datacenter, con las distancias recomendadas para el cableado horizontal. De igual manera, en este

rack se ubicará como se mencionó antes, los equipos del proveedor de acceso a internet, tanto como el equipo de distribución principal de la empresa.

3.1.1.1.3 Área de distribución de equipos (EDA)

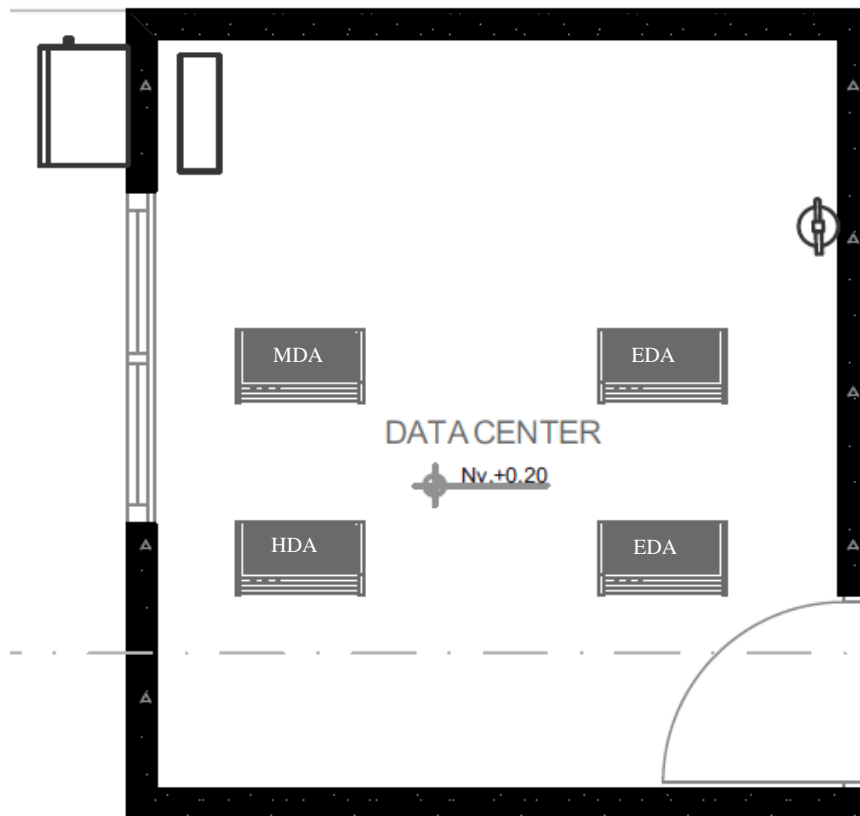
Esta área está destinada para los servidores de la empresa ya sea para las aplicaciones internas, tanto para los futuros servicios de telecomunicaciones que la empresa pueda brindar a sus clientes.

3.1.1.1.4 Área de distribución horizontal (HDA)

a área de distribución serán implementados los dispositivos que brinden conectividad con los servidores que se encuentran ubicados en el área de distribución de equipos. De esta manera se pueden encontrar en la ilustración 10 la distribución de las áreas funcionales dentro del diseño del data center.

En la ilustración 11 se puede observar cómo se hará la distribución de las áreas funcionales dentro del data center.

*Ilustración 11:
Distribución de áreas funcionales.*



Fuente: Autor

3.1.2 Diseño Arquitectónico

3.1.2.1 Altura

Con respecto a la altura de la oficina en el edificio, no se cumple con la recomendación determinada por la normativa ANSI/TIA-942, es decir, la altura desde el suelo hasta el techo estructural actualmente es de 2.5 metros y la altura mínima requerida por la norma debe ser de 2.6 metros. Entonces para poder llegar a cumplir con los requisitos estructurales es necesario cavar al menos un metro hacia abajo para que al poner el piso falso, este no haga que el datacenter se convierta en un cuarto muy pequeño, ya que al tener el espacio de 3.5 metros los componentes y las longitudes estándar de los rack y equipos podrán caber perfectamente.

3.1.2.2 Puerta de acceso

El tamaño de la puerta tendrá un ancho de 1.2m y una altura de 2.20m de alto, de estructura metálica y para brindar un acceso a personal autorizado se equipará con una cerradura electromagnética la que permitirá la entrada al datacenter solo a personas registradas dentro de la base de datos. De igual manera, la puerta contará con un peephole de 180° que permitirá la observación del data center desde el exterior.

3.1.2.3 Cielo raso

La normativa no expresa alguna especificación directa de como deba aplicarse un cielo raso en el data center, pero para la modificación del cuarto en esta ocasión se ubicarán las bandejas de cableado estructurado por encima del cielo raso para así evitar la humedad o corrosión de los mismos y a su vez los ductos de aire acondicionado, los cuales permitirán tener un control de humedad y temperatura dentro de la sala de equipos.

Los materiales del cielo raso deben ser resistentes al fuego para no permitir la propagación del mismo.

3.1.2.4 Piso falso

El data center debe garantizar una capacidad de carga en el piso que sea adecuada para soportar tanto la distribución como la concentración de la carga generada por el equipo instalado, además de los componentes asociados. La capacidad de carga distribuida en el piso debe cumplir con un mínimo de 7,2 kPa. En este contexto, la estructura de los paneles

se diseñará con propiedades antiestáticas, cumpliendo con los requisitos Clase A de la NFPA para prevenir la propagación de incendios.

La disposición de los paneles será estándar, con dimensiones de 600x600x35mm. Se optará por la composición de acero sin relleno de hormigón, manteniendo la misma resistencia estructural, pero con menor peso. Estos paneles descansarán sobre bases regulables en altura y travesaños metálicos anticorrosión, asegurando una base sólida y duradera.

En cuanto al acabado, los paneles estarán recubiertos con una lámina plástica a base del material HPL (High Pressure Laminate), reconocido por su alta resistencia a impactos y daños. La chapa de acero y el perfil de PVC contribuirán a la durabilidad y robustez de esta estructura de piso, esencial para el funcionamiento seguro y eficiente del data center.

3.1.2.5 Iluminación

Según las directrices establecidas por ANSI/TIA-942, se recomienda que el nivel de iluminación en el data center sea de al menos 500 lux (500lm/m²) en el plano horizontal y 200 lux (200lm/m²) en el plano vertical. Estas mediciones se toman a una altura de 1 metro sobre el piso terminado, en el centro de los pasillos que conectan los gabinetes.

Es importante destacar que la iluminación en el tablero de distribución de energía destinado a los equipos del data center será independiente y separada de las cargas necesarias para la distribución interna. Esta separación garantiza que no se interfiera con el funcionamiento de los equipos. Además, es fundamental evitar el uso de interruptores de atenuación en este contexto.

Asimismo, se tomarán las medidas necesarias para la correcta disposición del alumbrado y letreros de emergencia, cumpliendo con las normativas y regulaciones pertinentes (AHJ) de manera que la falta de iluminación principal no comprometa la seguridad y salida en situaciones de emergencia.

3.1.3 Subsistema de Telecomunicaciones

Este abarca una serie de componentes vitales que aseguran la eficiencia y funcionalidad de las comunicaciones en el centro de datos. Entre estos elementos se encuentran el cableado estructurado, que establece la columna vertebral de las conexiones de red, asegurando la transmisión confiable de datos; los racks, que proveen el soporte físico y

organizativo para los equipos y dispositivos activos; así como los caminos y gabinetes, que contribuyen a la gestión y orden de los cables y componentes, facilitando el mantenimiento y la expansión futura del sistema.

3.1.3.1 Gabinetes

De esta manera al haber dispuesto las áreas funcionales y el diseño estructural del data center, como se propuso, el cuarto contará con 4 gabinetes destinados cada uno para su respectiva área. Se hará la distribución de manera en la que solo se necesite un pasillo frío, ya que los gabinetes se colocarán frente a frente.

Los gabinetes deben ser dispuestos de tal manera que se configuren dos filas de paneles perforados en el pasillo frío, facilitando así el flujo de aire hacia los equipos alojados en dichos gabinetes.

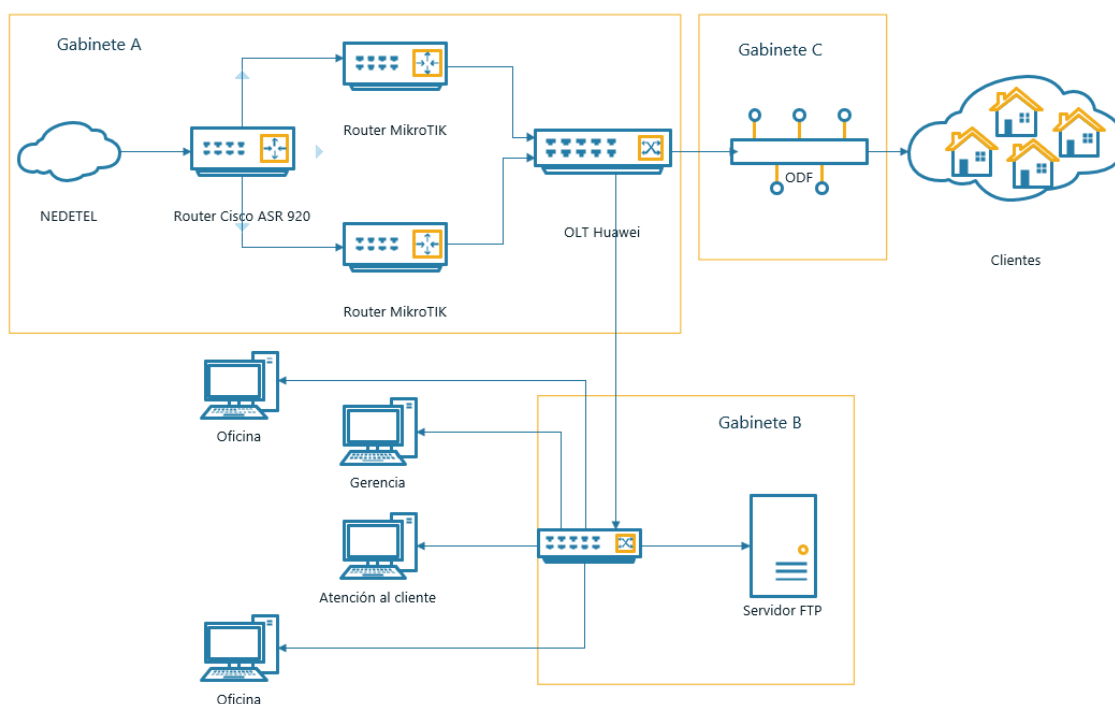
Es importante tener en cuenta que para este diseño no se hará una adquisición de nuevos racks, sino que se tomarán los existentes en el centro de datos actual, por lo tanto, al momento de aplicar el nuevo diseño del datacenter estos solo serán reubicados en las posiciones ya anteriormente mencionadas. De esta manera se deben tomar en cuenta todas las características requeridas para los gabinetes:

- Elaborada en Acero, recubrimiento de polvo electrostático.
- Los paneles laterales deben ser desmontables.
- Dimensiones: alto 200 cm x ancho 60 cm, fondo 80 a 100 cm.
- Cumplir el estándar EIA 310-D (tamaño de rack y separación entre las unidades de rack)
- Ranuras superior e inferior para el acceso del cableado
- Riel vertical frontal con número U.
- Rieles laterales con profundidad ajustable.

3.1.3.2 Diseño de la red para Imbabunet ISP aplicando la norma ANSI/TIA-942

Como se puede apreciar en el nuevo diseño de la topología física de red de la empresa, el único cambio representativo es la implementación del servidor FTP junto con el conmutador Cisco 9300-24T del cual se hablará más adelante tras la ubicación de las áreas funcionales dentro del datacenter.

Ilustración 12:
Nueva disposición de red para Imbabunet.



Fuente: Autor

De igual manera es necesario tener en cuenta según TokioSchool (2021), que para este diseño de red es esencial tomar en cuenta el modelo jerárquico de Cisco, el cual presenta 3 capas que se representan de la siguiente manera:

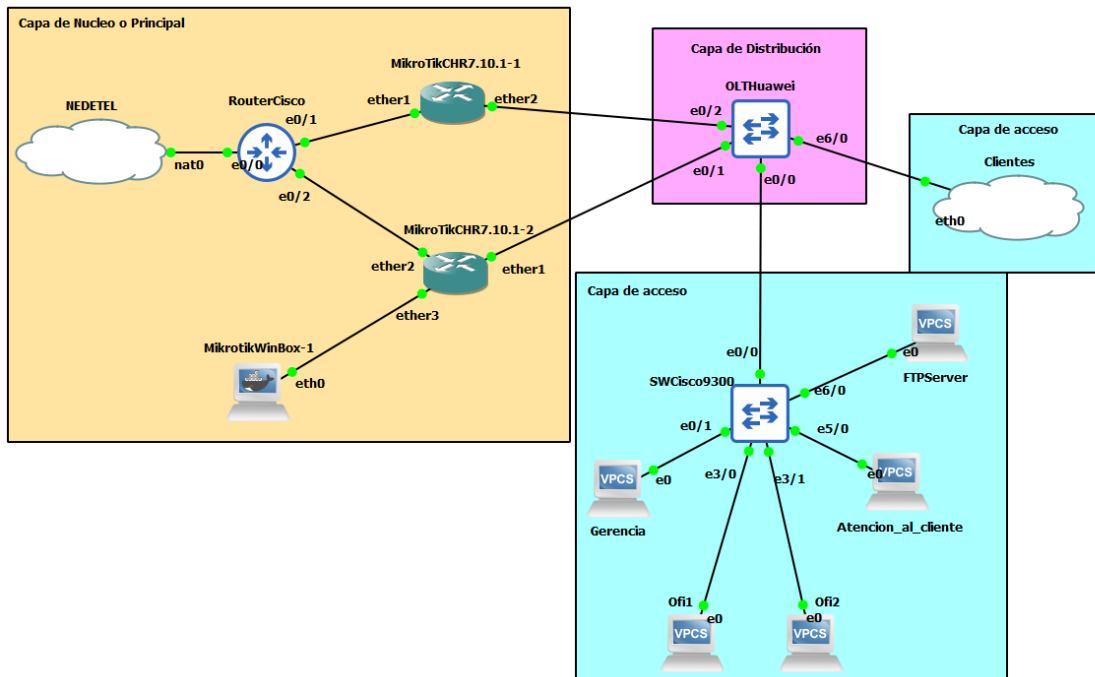
Capa de núcleo o capa principal: En esta capa, se emplean los enrutadores más grandes y rápidos, cuya función es fusionar redes geográficamente separadas y facilitar una transferencia rápida de información en la red.

Capa de distribución: Ubicada entre la capa de acceso y la capa principal, esta capa define límites mediante listas de acceso y otros filtros. Además, establece políticas de red y asegura el enrutamiento adecuado de paquetes entre subredes y VLAN.

Capa de acceso: Situada en la base del diseño, esta capa incluye interruptores de acceso que se conectan a dispositivos finales como computadoras y servidores. Su función es entregar paquetes a estos dispositivos y asegurar una comunicación fluida.

De esta manera en la representación de la topología en la ilustración 13 por medio del emulador GNS3 se pueden observar las diferentes capas que tiene el nuevo diseño de red para la empresa.

Ilustración 13:
Jerarquía de red dentro de la topología para Imbabunet



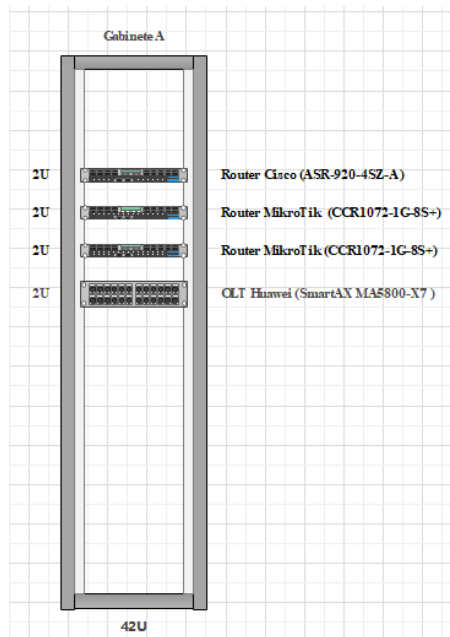
Fuente: Autor

3.1.3.2.1 Disposición del Gabinete A

Este gabinete servirá como área de distribución principal (MDA), en donde se albergará el router Cisco ASR-920-4SZ-A proporcionado por la empresa Proveedora de internet NEDETEL, los routers de MikroTik CCR1072-1G-8S+ que permitirán tener un mejor desempeño a la hora de habilitar la conexión al servicio de internet y de igual manera luego permitir la difusión del mismo por medio del OLT Huawei SmartAX MA5800-X7.

Como se muestra en la Ilustración 11, los dispositivos anteriormente mencionados se encontrarán ubicados de la siguiente manera.

Ilustración 14:
Disposición de equipos en el Gabinete A.



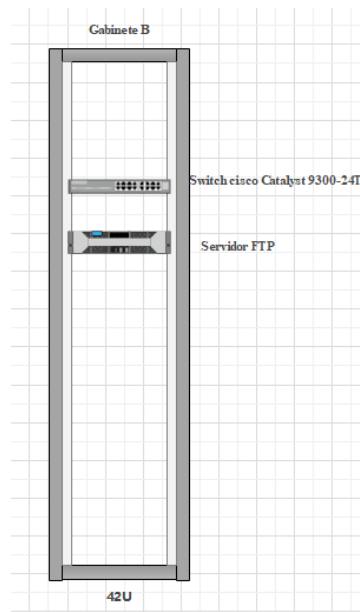
Fuente: Autor

3.1.3.2.2 Disposición del Gabinete B

En este gabinete se realizará la función de distribución horizontal (HDA) en donde los equipos que se colocarán aquí serán el switch Cisco Catalyst 2300-24T y un servidor FTP que permita la transmisión dentro de archivos dentro de la empresa. Por este motivo se ha decidido que se deben adquirir estos dos equipos para la mejora y a su vez brindarle un nivel de escalabilidad a la empresa, por si esta llega a crecer o a implementar más equipos dentro del centro de datos.

La distribución de los equipos se encuentra especificada en la Ilustración 12.

Ilustración 15:
Disposición de equipos en el Gabinete B.



Fuente: Autor

De esta manera se detallará los equipos que se han considerado para el nuevo diseño del data center, ya que para la distribución correcta de paquetes estos dispositivos vienen acorde con el tamaño de la empresa y a su vez con las especificaciones de la normativa ANSI/TIA-942.

Tabla 5:
Características del switch Cisco 9300-24T

Marca: Cisco
Modelo: Catalyst 9300-24T
Tipo de dispositivo: Conmutador, apilable



Especificaciones	Descripción
Interfaces	24 x 10/100/1000 Ethernet
Capacidad de conmutación	128 Gbps
Memoria RAM	8 GB
Memoria Flash	16 GB
Características Generales	<p>Soporte de DHCP modo dúplex completo, Stateful switchover (SSO), Class-Based Weighted Fair Queuing (CBWFQ), Weighted Random Early Detection (WRED), admite Spanning Tree Protocol (STP), soporte de Access Control List (ACL), Quality of Service (QoS), Non-Stop Routing (NSR), Remote Switch Port Analyzer (RSPAN), Management Information Base (MIB), tecnología Cisco StackWise-480, tecnología Cisco StackPower, Flexible NetFlow (FNF), Multicast Source Discovery Protocol (MSDP), autenticación 802.1x, búfer de paquetes de 16 MB, cliente FTP, admite MACsec, 3 ventiladores, Control plane protection (CoPP), Virtual Extensible LAN (VXLAN), Application Visibility and Control (AVC), Source-Specific Multicast (SSM), Wireshark integrado, VLAN Double Tagging (Q-in-Q), Ethernet over MPLS (EoMPLS), Hierarchical Virtual Private LAN Service (H-VPLS), Private VLAN, compatibilidad con VPN de nivel 3 (L3VPN), Encapsulated Remote SPAN (ERSPAN), Security Group Tag (SGT) caching, Security Group Access Control List (SGACL), IT Service Management (ITSM) integration, integración con Administración de direcciones IP (IPAM) de terceros</p>
Protocolos de enrutamiento	OSPF, IS-IS, RIP-1, RIP-2, BGP, EIGRP, HSRP, IGMP, VRRP, PIM-SM, OSPFv3, PIM-SSM, MSDP, enrutamiento basado en reglas (PBR), RIPng
Protocolos de administración remota	SNMP 1, RMON 1, RMON 2, SNMP, SNMP 3, SNMP 2c, CLI, NETCONF, RESTCONF
Estándares	<p>IEEE 802.1s IEEE 802.1w IEEE 802.1x IEEE 802.1x-Rev IEEE 802.3ad IEEE 802.3af IEEE 802.3at IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol IEEE 802.1p CoS prioritization IEEE 802.1Q VLAN IEEE 802.3 10BASE-T specification IEEE 802.3u 100BASE-TX specification IEEE 802.3ab 1000BASE-T specification IEEE 802.3z 1000BASE-X specification IEEE 802.3bz 10G BASE-T specification</p>

Fuente: (Cisco Catalyst 9300-24T data-sheet, 2023)

De igual manera se ha propuesto un servidor que permita implementar un servicio FTP para que la empresa pueda compartir archivos internamente, sin depender de programas o páginas externas.

Tabla 6:
Características del Servidor Dell PowerEdge R640

<p>Marca: Dell Modelo: PowerEdge R640 5118/8G/600G SAS 10K/H330/DVDRW/495W/2.5-8 Server Tipo de dispositivo: Servidor</p>	
	
Especificaciones	Descripción
Procesador	Hasta dos procesadores escalables Intel® Xeon®, hasta 28 núcleos por procesador
Memoria	24 ranuras DIMM DDR4, admite RDIMM/LRDIMM, velocidades de hasta 2666 MT/s, 3 TB máx. Hasta 12 NVDIMM, 192 GB máx. Solo admite módulos DIMM ECC DDR4 registrados
Controladores de almacenamiento	Controladoras internas: PERC H330, H730p, H740p, Software RAID (SWRAID) S140 Subsistema de almacenamiento optimizado para arranque: HWRAID 2 SSD M.2 de 120 GB, 240 GB PERC externo (RAID): H840 HBA SAS de 12 Gbps (no RAID): externo: HBA SAS de 12 Gbps (no RAID), interno: HBA330 (no RAID)

Bahías de unidad	Bahías de unidades frontales: Hasta 10 unidades SAS/SATA (HDD/SSD) de 2,5" con hasta 8 SSD NVMe de 58 TB como máximo o hasta 10 unidades NVMe de 64 TB como máximo, o hasta 4 HDD SAS/SATA de 3,5" como máximo de 48 TB Bahías traseras para unidades: Hasta 2 SAS/SATA (HDD/SSD) de 2,5 in, SSD NVMe máx. de 12 TB DVD-ROM, DVD+RW opcionales
Fuentes de alimentación	Titanio 750W, Platino 495W, 750W, 1100W y 1600W 48 V CC 1100 W, 380 H V CC 1100 W, 240 H V CC 750 W Fuentes de alimentación conectables en caliente con redundancia completa Hasta 6 ventiladores conectables en caliente con redundancia completa
Dimensiones	Factor de forma: Bastidor (1U) Máxima profundidad: 757,75 mm: para la configuración de unidad de bahía frontal de 8 x 2,5". 808,51 mm: para las configuraciones de unidades de bahía frontal de 4 x 3,5" o 10 x 2,5" (más hasta 2 unidades traseras).
Gestión integrada	Compatible con IPMI 2.0 iDRAC9 con Lifecycle Controller (Express, Enterprise) Módulo inalámbrico Quick Sync 2 opcional
Bisel	Bisel LCD opcional o bisel de seguridad
Software OpenManage™	Empresa OpenManage Fundamentos de OpenManage móvil Centro de energía OpenManage
Integraciones y conexiones	Integraciones: Microsoft® System Center, VMware® vCenter™, BMC Software Conexiones: Nagios y Nagios XI, Oracle Enterprise Manager, HP Operations Manager, IBM Tivoli Netcool/OMNIBus, IBM Tivoli® Network Manager, CA Network and Systems Management
Seguridad	TPM 1.2/2.0 opcional Firmware firmado criptográficamente Arranque seguro Bloqueo del sistema Borrado seguro

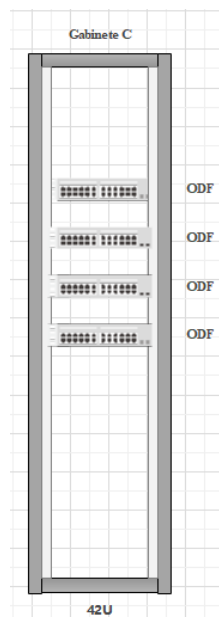
E/S y puertos	<p>Opciones de tarjeta secundaria de red 4 de 1 GE o 2 de 10 GE + 2 de 1 GE o 4 de 10 GE o 2 de 25 GE</p> <p>Puertos frontales: Video, 1 x USB 2.0, USB 3.0 disponible, iDRAC Direct USB dedicado</p> <p>Puertos traseros: Video, serial, 2 x USB 3.0, puerto de red iDRAC dedicado</p> <p>Tarjeta de video: VGA, NVIDIA NVS310 disponible como tarjeta PCIe</p> <p>Hasta 3 ranuras Gen3, todas x16</p>
Opciones del acelerador	Hasta 1 Intel Arria® 10 GX FPGA
Sistemas operativos compatibles	<p>Canonical® Ubuntu® LTS</p> <p>Citrix® XenServer®</p> <p>Microsoft Windows Server® con Hyper-V</p> <p>Red Hat® Enterprise Linux</p> <p>Servidor SUSE® Linux Enterprise</p> <p>VMware® ESXi</p>

Fuente: (Dell PowerEdge R640 datasheet, 2023)

3.1.3.2.3 Disposición del Gabinete C

En este gabinete se encontrarán los ODF que se encargarán de distribuir la fibra óptica para los clientes, luego de conectarse con el OLT Huawei que permitirá el acceso a internet a cada uno de los puntos.

Ilustración 16:
Disposición de equipos en el Gabinete C.

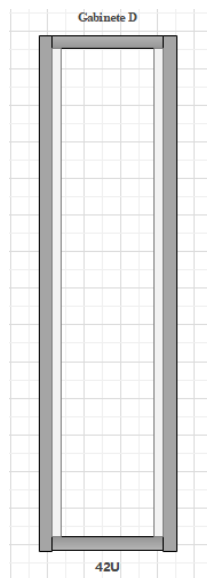


Fuente: Autor

3.1.3.2.4 Disposición del Gabinete D

En este gabinete se podrán ubicar los equipos futuros, todo esto permitiendo la escalabilidad y el crecimiento de la empresa como proveedora de servicios además del internet.

*Ilustración 17:
Gabinete D.*



Fuente: Autor

3.1.3.3 Cableado Estructurado y rutas

En este apartado se analizaron el cableado y las rutas para el diseño propuesto.

3.1.3.3.1 Cableado backbone o troncal

El cableado troncal, también conocido como backbone, se encarga de facilitar la interconexión entre diversas áreas de telecomunicaciones, como la entrada de equipos y la interconexión entre el Área de Distribución Principal (MDA) y el Área de Distribución Horizontal (HDA).

La conexión del proveedor NEDETEL se establece de manera aérea, asegurando una protección integral de la fibra óptica para prevenir cualquier daño durante el trayecto hacia el centro de datos.

Dentro del alcance del cableado troncal también se incluye la interconexión entre el Área de Distribución de Energía Principal (MDA) y el Área de Distribución de Energía Horizontal (HDA). Esta conexión se efectuará mediante el uso de una bandeja metálica instalada en el cielo raso, con las siguientes características destacadas:

- Bandeja tipo ducto
- Altura: 100 mm, Ancho: 200 mm
- Longitud 2.4 m
- Material galvanizado, no corrosivo

El tamaño de las bandejas seleccionadas permite una capacidad máxima de 192 cables de Categoría 6.

3.1.3.3.2 Cableado horizontal

Este componente es responsable de establecer la conexión vital entre el Área de Distribución Horizontal (HDA) y el Área de Distribución de Equipos (EDA). La ejecución del cableado se efectuará mediante el empleo de bandejas metálicas específicamente diseñadas para ser instaladas en el cielo raso, acompañadas por sus correspondientes accesorios.

En cuanto a las especificaciones de la bandeja, se considera lo siguiente:

- Tipo de bandeja: ducto
- Dimensiones: Altura: 100 mm, Ancho: 200 mm
- Longitud: 2.4 m
- Material: galvanizado, con propiedades no corrosivas

La disposición y ubicación de estas bandejas encima del cielo raso, como se muestra en la ilustración 10 de esta manera se permitirá llevar a cabo el enrutamiento efectivo entre las áreas MDA y HDA, contribuyendo así a la optimización del sistema en su conjunto.

3.1.4 Subsistema Mecánico

El sistema eléctrico es fundamental para el diseño del data center porque protege al sistema de interrupciones de funcionamiento causadas por cortes de energía breves. Estos cortes pueden arruinar la operación de los centros de datos en cuestión de segundos. Por esta razón, se llevará a cabo un análisis detallado de todas las condiciones que deben cumplirse en el diseño propuesto.

3.1.4.1 Entrada de servicios

El ingreso de energía a la construcción en donde se encuentra ubicada la empresa es por vía aérea hasta el medidor de entrada, a partir de este lugar la energía se encuentra dispuesta por medio de tuberías que se distribuyen para cada habitación del edificio, por lo cual no es necesario hacer cambios más que la disposición del cableado por las bandejas que se ubicarán sobre el cielo raso.

3.1.4.2 Luminarias

Se realizará los cambios pertinentes como se explicó en el capítulo dos en el apartado de iluminación.

3.1.4.2.1 Cálculo de cavidad

Con el fin de satisfacer los criterios establecidos en la norma, es necesario llevar a cabo cálculos que permitan determinar la cantidad de luminarias que se aplicarán en el data center. Este proceso se basa en la utilización de la siguiente fórmula:

$$K = 5 \times A_{\text{montaje}} \frac{\text{Ancho} + \text{Largo}}{\text{Ancho} * \text{Largo}}$$

Donde

Ancho = 3.5 m

Largo = 3.5 m

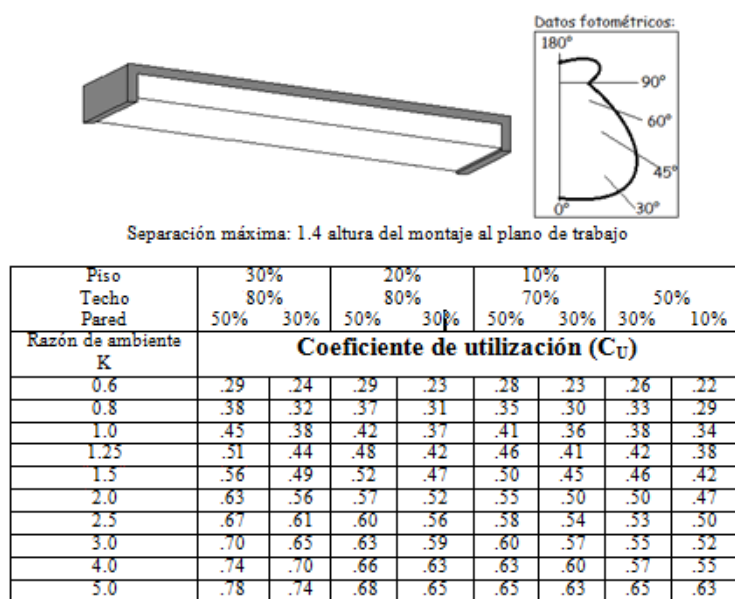
Amontaje= 1.65 m

$$K = 5 \times 1.65 \text{ m} \frac{3.5 + 3.5}{3.5 * 3.5}$$
$$K = 4.75 \approx 5$$

3.1.4.2.2 Coeficiente de utilización

Basándonos en el índice de cavidad, se asume que tanto la pared como el techo del data center tienen un color blanco, lo que se traduce en índices de reflexión de 70 y 50 respectivamente. Estos valores se han ajustado en la hoja de especificaciones de las lámparas dividiéndolos entre 100.

Ilustración 18:
Tabla de factor de utilización.



Fuente: (Philips, s.f.)

Utilizando los valores de reflexión de las paredes y el índice de cavidad (K), se determinó un coeficiente de utilización (CU) de 0,74.

3.1.4.2.3 Cálculo del factor de mantenimiento

En relación a estos aspectos, es crucial considerar que se trata de luminarias diseñadas para resistir el polvo. Estas serán instaladas en un entorno de alta limpieza, con una frecuencia de limpieza anual. A partir de la tabla, se puede interpolar estos datos para obtener un factor de mantenimiento de la luminaria de 0.94.

Tabla 7:
Valores de la frecuencia de mantenimiento

Frecuencia de limpieza (años)	1				2			
	P	C	N	D	P	C	N	D
Condiciones Ambientales	P	C	N	D	P	C	N	D
Luminarias Abierta	0,96	0,93	0,89	0,83	0,93	0,89	0,84	0,78
Reflector parte superior abierto	0,96	0,90	0,86	0,83	0,89	0,84	0,80	0,75
Reflector parte superior cerrada	0,94	0,89	0,81	0,72	0,88	0,80	0,69	0,59
Reflectores Cerrados	0,94	0,88	0,82	0,77	0,89	0,83	0,77	0,71
Luminaria a prueba de polvo	0,98	0,94	0,90	0,86	0,96	0,91	0,86	0,81
Luminaria con emisión indirecta	0,91	0,86	0,81	0,74	0,86	0,77	0,66	0,57

Fuente: (Ortega, 2021)

3.1.4.2.4 Cantidad de flujo luminoso total

Utilizando los valores previamente obtenidos, se procede al cálculo del flujo luminoso necesario para el espacio, empleando la siguiente ecuación:

$$\varphi_{\text{tot}} = \frac{E_{\text{medio}} \times A}{\text{CU} \times \text{FM}} (lm)$$

Donde

$E_{\text{medio}} = 500 \text{ lux}$

$A = 20.75 \text{ m}^2$ (área del data center)

$\text{CU} = 0,75$ (coeficiente de utilización)

$\text{FM} = 0,94$ (Factor de mantenimiento)

$$\varphi_{\text{tot}} = \frac{500 \times 12.25}{0.74 \times 0.94} (lm)$$

$$\varphi_{\text{tot}} = 8805.35 (lm)$$

3.1.4.2.5 Cálculo de número de luminarias

El objetivo de calcular cada una de las condiciones mencionadas anteriormente es establecer la cantidad adecuada de luminarias necesarias para su implementación:

$$N = \frac{\varphi_{\text{tot}}}{\varphi_l * n}$$

Donde

$$\varphi_{\text{tot}} = 8805.35$$

$$\varphi_l = 4450 \text{ n}=1$$

$$N = \frac{8805.35}{4450 * 1}$$

$$N = 1.97 \approx 2 \text{ luminarias}$$

3.1.4.2.6 Ubicación de las luminarias

Una vez se haya establecido la cantidad de lámparas necesarias, es fundamental definir su disposición en el espacio asignado dentro del data center. Para lograrlo, se emplean las siguientes ecuaciones:

Ubicación a lo ancho

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total}}{largo} * ancho}$$

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{5}{3.5} * 3.5}$$

$$N_{ancho} = 2.23 \approx 2 \text{ luminarias}$$

Ubicación a lo largo

$$N_{largo} = N_{ancho} \times \left(\frac{largo}{ancho}\right)$$

$$N_{largo} = 2 \times \left(\frac{3.5}{3.5}\right)$$

$$N_{largo} = 2 \text{ luminarias}$$

3.1.4.3 Sistema mecánico

El subsistema mecánico abarca tanto el sistema de aire acondicionado como el sistema de detección de incendios, los cuales se describen en detalle a continuación.

3.1.4.3.1 Aire acondicionado

Al no contar con un sistema de aire acondicionado en la empresa se ha decidido proponer la adquisición de un sistema de aire acondicionado, por lo tanto, siguiendo con la guía de la normativa ANSI/TIA-942 se puede tomar en cuenta lo siguiente:

En el contexto de un data center de Tier 2, se recomienda considerar opciones de sistemas de enfriamiento de precisión provenientes de marcas especializadas y confiables en soluciones para centros de datos. Entre estas opciones, se destaca la marca Liebert, la cual ofrece una variedad de sistemas de enfriamiento de precisión diseñados para satisfacer las necesidades específicas de centros de datos en términos de tamaño y rendimiento.

Un modelo que podría ser considerado es el sistema Liebert CRV (Cooling Rack Variable). Diseñado para ser instalado directamente en los gabinetes de servidores, este sistema de enfriamiento permite una eliminación eficiente y precisa del calor generado. Sus características incluyen control de temperatura y humedad, capacidad de escalabilidad y redundancia, y funciones de monitoreo y gestión remota.

Cabe resaltar que la elección del sistema de aire acondicionado adecuado para un data center de Tier 2 debe ser realizada en colaboración con expertos en sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) o consultores especializados en centros de datos. Además, se deben considerar factores específicos como el tamaño del centro de datos, la carga térmica estimada, la disposición de los equipos y la infraestructura eléctrica para garantizar una solución de enfriamiento óptima y eficiente.

3.1.4.3.2 Volumen del cuarto de telecomunicaciones

El cálculo del volumen del cuarto de telecomunicaciones se realiza multiplicando las dimensiones medidas de la habitación: altura, ancho y largo. Es importante señalar que las medidas corresponden a las especificadas en el Capítulo 3:

Altura: 3.31 metros

Ancho: 3.5 metros

Largo: 3.5 metros

El volumen se determina de la siguiente manera:

Volumen = Ancho × Largo × Altura

Volumen = 3.5 m × 3.5 m × 3.31 m

Volumen = 40.911175 m³

Es esencial considerar que estos cálculos están basados en las dimensiones proporcionadas en el Capítulo 3 para obtener el volumen exacto del cuarto de telecomunicaciones.

3.1.4.3.3 Capacidad del aire acondicionado

Se procede a realizar el cálculo de la capacidad necesaria del sistema de aire acondicionado para verificar su idoneidad en cumplir con las condiciones de protección requeridas para el data center.

La fórmula empleada es la siguiente:

$$C = 230 * V + (\#PyE * 476)$$

Donde:

- #PyE representa el número de puntos de equipo generador de calor, considerando una tolerancia del $\pm 5\%$ debido a las características de los dispositivos.

- V es el volumen del cuarto de telecomunicaciones, que corresponde a 40.911175 m^3 .

Tomando en cuenta los valores proporcionados:

- #PyE = 22 (referente a la cantidad de equipos generadores de calor)

- V = 40.911175 m^3

La capacidad requerida del aire acondicionado (C) se calcula como:

$$C = 230 * 40.911175 + (22 * 476)$$

$$C = 19673.79025 \text{ BTU (Unidades térmicas británicas)}$$

Este cálculo permite determinar con precisión la capacidad necesaria del sistema de aire acondicionado para garantizar un ambiente adecuado en el data center, considerando tanto la cantidad de equipos generadores de calor como el volumen real de la sala.

3.1.4.3.4 Control de temperatura y humedad

Para garantizar el funcionamiento eficiente de los equipos en el data center, es fundamental mantener una temperatura ideal. Los valores ideales están entre 17 y $21 \text{ }^\circ\text{C}$, con una tolerancia aceptable de 15 a $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Es crucial destacar que cualquier temperatura superior a los $25 \text{ }^\circ\text{C}$ debe ser corregida de inmediato para garantizar un ambiente adecuado y prevenir cualquier problema.

3.1.4.3.5 Sistema de detección de incendios

La implementación de un sistema automático de rociadores es imposible debido a las limitaciones inherentes a la estructura del edificio. Por lo tanto, se optará por instalar detectores de humo y extintores de incendios estratégicamente para garantizar la seguridad en caso de emergencia.

3.1.4.3.6 Detector de humo

Se instalará un sistema de detección de humo que detectará incendios y será fácil de usar. Este sistema tendrá una alarma que notificará al personal en caso de que ocurra alguna anomalía.

Debido a la amplia gama de opciones disponibles en el mercado, se ha optado por un detector de humo con sensor porque su tecnología permitirá distinguir partículas de humo y polvo de manera más precisa. Este dispositivo se colocará estratégicamente en el centro del data center para asegurarse de que cubra todo el espacio, y se considerará la posibilidad de instalar un segundo componente en la ubicación del UPS para ofrecer protección adicional.

3.1.4.3.7 Extintores de fuego

Se implementarán varias medidas preventivas para reducir la propagación de incendios en el centro de datos. Se utilizarán primero materiales no inflamables en los techos y paredes del entorno. Además, para reducir el riesgo de propagación del fuego, se optará por mobiliario con estructuras metálicas para los equipos.

Para hacer frente a cualquier situación de emergencia, se colocarán extintores de dióxido de carbono en lugares estratégicos. Este tipo de extintores es ideal para proteger los equipos de comunicación. El centro de datos tendrá dos extintores en la pared de la entrada principal y otro en la pared lateral de la misma sala. Además, se colocará un tercer extintor frente al UPS, lo que brindará una cobertura completa.

*Tabla 8:
Materiales contra incendios*

Elemento	Característica	Cantidad
Extintor CO2	10 libras	3
Detector de Humo	Fotoeléctrico recargable	2

Fuente: Autor

Conclusiones

El objetivo principal de la propuesta de diseño presentada para Imbabunet ISP es proporcionar una solución integral para modernizar su infraestructura de red y aumentar su competitividad en el mercado de telecomunicaciones en constante cambio. Esta iniciativa se ajusta a los estándares internacionales y aumenta la confianza de los clientes, fortaleciendo la posición de la empresa.

Se ha decidido priorizar la reutilización eficiente de los equipos existentes después de examinar minuciosamente la situación actual de la empresa y su equipamiento. Esto reduce costos innecesarios y facilita la implementación exitosa de este ambicioso diseño.

Una comprensión exhaustiva de la norma ANSI/TIA 942 ha permitido una adhesión completa a sus pautas y sugerencias. Esto garantiza la optimización de cada recurso en el nuevo diseño, asegurando la seguridad, la integridad y la disponibilidad de los datos de los clientes.

El diseño del centro de datos Tier II sugerido cumple con todas las recomendaciones establecidas por el estándar ANSI/TIA-942 en todos sus subsistemas, incluidas las telecomunicaciones con cables, racks, gabinetes y vías de conexión, así como los sistemas eléctricos con redundancia y topología UPS. El subsistema mecánico también se ha optimizado para garantizar una cobertura eficiente del sistema de aire acondicionado. La implementación de estas sugerencias de diseño fortalece la capacidad de Imbabunet ISP para brindar niveles de disponibilidad y confiabilidad excepcionales en sus servicios.

Recomendaciones

Se recomienda remodelar el cuarto del data center y ubicar los dispositivos cerca del área de monitoreo donde trabajan los técnicos, lo que optimizará la gestión.

Se insiste en mantener un enfoque metódico y seguir las directrices de este proyecto, que incluyen conexiones cruzadas o directas, enrutamiento preciso y un etiquetado claro, para agregar nuevos puntos de red al data center.

Es fundamental que toda empresa en el sector de las telecomunicaciones se comprometa con la mejora y optimización constante de su infraestructura de red. Para garantizar que el mercado sea competitivo y estable, este esfuerzo continuo es esencial.

Es primordial garantizar que cualquier futura instalación de infraestructuras metálicas esté adecuadamente conectada al sistema de puesta a tierra mencionado durante el desarrollo de la investigación para salvaguardar la integridad y seguridad de las operaciones.

En conclusión, se destaca la importancia de tener un centro de gestión para los proveedores de servicios de Internet. Esto permitirá un seguimiento efectivo de cualquier anomalía en el servicio y el cumplimiento de las regulaciones y estándares establecidos por entidades reguladoras como ARCOTEL (Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones).

REFERENCIAS

- Cisco. (2023). El software de simulación Cisco Packet Tracer. <https://learningnetwork.cisco.com/s/article/el-software-de-simulacion-cisco-packet-tracer>
- Espinoza Ortega, M. G. (2021). Estudio y diseño de un data center aplicando la norma ANSI/TIA 942 para ISP AZOTEL S.A. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/16622>
- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2019). Data Center. En NIST Digital Identity Guidelines: SP 800-63-3 (p. 7). <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-63-3>
- Pérez Gómez, M. (2021). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED LAN PARA LA EMPRESA SOFTEL. UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria, 5, 123-142. ISSN 2602-8166.
- Red Hat. (2023). ¿Qué es un hipervisor? [What is a hypervisor?]. <https://www.redhat.com/es/topics/virtualization/what-is-a-hypervisor>
- Shahrani, T. M., Ramdhania, A. N., & Lubis, M. (2019). Implementation of Building Construction and Environment Control for Data Centre Based on ANSI/TIA-942 in Networking Content Company. Journal of Physics: Conference Series, 1361, 012074.
- Telecommunications Industry Association. (2005). Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers (ANSI/EIA/TIA-942-A).
- Tintín Perdomo, V. P., Caiza Caizabano, J. R., & Caicedo Altamirano, F. S. (2018). Arquitectura de redes de información. Principios y conceptos. Dominio de las Ciencias, 4(2), 103-122. ISSN-e 2477-8818.
- TokioSchool. (31 de marzo de 2021). Modelo jerárquico de 3 capas de CISCO. <https://www.tokioschool.com/noticias/modelo-jerarquico-capas-cisco>
- VMware. (2023). Productos y soluciones de virtualización. <https://www.vmware.com/products.html>

Anexos

Documento de certificación del Turnitin

Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 21-ago.-2023 17:48 -05
Identificador: 2149136452
Número de palabras: 14031
Entregado: 1

Índice de similitud	Similitud según fuente
9%	Internet Sources: 9% Publicaciones: 1% Trabajos del estudiante: 3%

Trabajo de titulación FINAL -
Carlos Arciniegas_DN Por
Carlos Arciniegas

1% match (Internet desde 17-dic.-2022)
<https://www.tonitrus.com/se/naetverk/cisco/router/cisco-asr-900-router/10110917-003-cisco-asr-920-4sz-a-cisco-asr920-series-2ge-and-4-10ge-ac-model/>

1% match (Internet desde 30-may.-2023)
https://www.valenciaport.com/wp-content/uploads/DOC_3_PLIEGO.pdf

1% match (Internet desde 14-sept.-2022)
<https://www.ycict.net/es/products/huawei-smartax-ma5800-x15-olt/>

1% match (Internet desde 05-abr.-2023)
<https://1library.org/article/cen%C3%A1rios-hipot%C3%A9ticos-demudan%C3%A7a-uso-tema-cobertura-vegetal.z31dp3dy>

1% match (Internet desde 13-nov.-2020)
https://inba.info/sgsi-data-center_5789aa58b6d87f70208b495b.html

1% match (Internet desde 30-jul.-2023)
https://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Administraci%C3%B3n%202019-2023/Sesiones%20de%20Concejo/2023/Sesi%C3%B3n%20266%20Ordinaria%202023-01-10/V.%20Traspasos/2%20CD/RT%201000001610%20EXP%20400000761.pdf

1% match (Internet desde 16-abr.-2023)
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9313/DISERTACION.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

1% match (Internet desde 11-jun.-2022)
<https://es.scribd.com/document/577268954/Anthony-Sebastian-Benalcazar-Cabrera>

1% match (Internet desde 19-dic.-2022)
<https://edoc.pub/tia-942-espaol-pdf-free.html>

1% match (Internet desde 26-sept.-2022)
https://ci.ucr.ac.cr/sites/default/files/2022-09/Estandar_Equipo_Tecnologico_CI-87-2019.pdf

1% match (Internet desde 25-may.-2020)
<https://tecnobonilla.com/es/product/dell-poweredge-r640/>

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra ESCUELA DE INGENIERÍA INFORME FINAL DEL PROYECTO TEMA: DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE RED PARA EL ISP IMBABUNET BASADO EN EL

Carta de satisfacción del cliente

CARTA DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE CONCERNIENTE AL DESARROLLO
DEL TRABAJO DE GRADO DEL SEÑOR CARLOS ANDRÉS ARCINIEGAS PÉREZ

Magister

Stalin Arciniegas

**Director de la Escuela de ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del
Ecuador Sede Ibarra**

En su despacho

De mi consideración

Tengo el agrado de dirigirme a usted para informarle que el Sr. Carlos Andrés Arciniegas Pérez con número de cedula 100354232-9, estudiante de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la información, ha cumplido con las expectativas y desarrollado un excelente trabajo referente al proyecto de titulación “DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE RED PARA EL ISP IMBABUNET BASADO EN EL ESTANDAR ANSI/TIA-942”.

Atentamente,

MANTINAR CABLE S.A.
RUC 1091745603001
IBARRA - ECUADOR



Milton Daniel Mediavilla Perugachi
C.I 1004108526
Gerente General
Martinar Cable S.A