

**Verificación de Cumplimiento de Requisitos de la Norma ANSI/TIA-942 para la
Certificación del Centro de Datos del Bloque k, los Cuartos de Telecomunicaciones
(bloques A, B, C, D, E, G, J, L) de la Unidad Regional Fusagasugá de la Universidad de
Cundinamarca.**

Ingrith Yojana Roncancio Prieto

Universidad de Cundinamarca

Facultad de Ingeniería

Ingeniería de sistemas y computación

Fusagasugá

2025

**Verificación de Cumplimiento de Requisitos de la Norma ANSI/TIA-942 para la
Certificación del Centro de Datos del Bloque k, los Cuartos de Telecomunicaciones
(bloques A, B, C, D, E, G, J, L) de la Unidad Regional Fusagasugá de la Universidad de
Cundinamarca.**

Trabajo final de pasantía presentado como requisito para optar al título de Ingeniera de
Sistemas y Computación

Ingrith Yojana Roncancio Prieto

Asesora externa: Ing. Jeniffer Castillo Fernández

Asesor interno: Ing. Juan Jairo Lozano Carvajal

Universidad de Cundinamarca

Facultad de Ingeniería

Ingeniería de Sistemas y Computación

Fusagasugá

2025

Tabla de Contenido

Resumen.....	7
Abstract.....	8
Capítulo 1 Introducción.....	9
Planteamiento del Problema	9
Justificación de la Investigación	10
Objetivos.....	11
Objetivo General	11
Objetivos Específicos	11
Alcance del Proyecto	11
Descripción de la Organización.....	13
Importancia del Proyecto para la Organización.....	13
Capítulo 2 Marco Referencial	15
Antecedentes.....	15
Marco Teórico	18
Definición y Propósito de la Norma ANSI/TIA-942	18
Requisitos Técnicos Según la Norma ANSI/TIA-942	18
Marco Conceptual.....	20
Centro de Datos (Data Center).....	20
Cuarto de Telecomunicaciones (Telecommunications Room)	21
Escalabilidad	21
Resiliencia.....	22

	4
Eficiencia Energética	22
Marco Normativo.....	22
ANSI/TIA-942	23
ISO/IEC 27001:2022	23
ISO/IEC 20000-1:2018	23
Capítulo 3 Diseño Metodológico	24
Enfoque Metodológico	24
Tipo de Metodología	26
Estructura Operativa del Proyecto	27
Herramientas y Recursos Técnicos.....	28
Limitaciones Metodológicas	28
Capítulo 4 Desarrollo del Proyecto	29
Fase de Requisitos	29
Fase de Análisis y Diagnóstico Inicial	29
Fase de Diseño.....	30
Fase de Diseño de Diagramas de Red.....	30
Fase de Verificación.....	32
Fase de Análisis de Cumplimiento Normativo.....	32
Fase de Propuestas de Mejora.....	32
Fase de Documentación y Reporte	33
Capítulo 5 Análisis de los Resultados	34

Informe del Estado Actual de la Infraestructura	34
Diseño Detallado de los Diagramas de Red	37
Propuestas de mejoras tecnológicas y estructurales	38
Documentación Técnica	38
Plan de Acción para la Implementación de Mejoras	39
Capítulo 6 Conclusiones	40
Capítulo 7 Recomendaciones para la Organización	41
Sugerencias para Mejorar el Proceso	41
Propuesta para Futuras Implementaciones	41
Referencias	43
Apéndices	45

Tabla de figuras

Figura 1. Relación entre fases metodológicas y Etapas operativas del proyecto	27
Figura 2 Centro de datos bloque K	29
Figura 3. Diagrama de red TR3	31
Figura 4. Estado de cumplimiento de los requisitos ANSI/TIA-942.....	37

Resumen

En la sede Fusagasugá de la universidad de Cundinamarca se encontró que la infraestructura tecnológica de sus centros de datos y cuartos de telecomunicaciones presentan varias deficiencias críticas con respecto a su infraestructura física. Por ello, este proyecto tuvo como objetivo principal verificar el cumplimiento de la norma ANSI/TIA-942 evaluando aspectos técnicos que garantizan la disponibilidad, escalabilidad, seguridad y continuidad operativa.

Para llevar a cabo este proceso se empleó la adaptación de la metodología en cascada centrada en las fases de requisitos, diseño y verificación que fueron divididas en cinco fases operativas donde se realizó un diagnóstico inicial del centro de datos y los cuartos de telecomunicaciones seguido de un análisis de las brechas frente a los estándares de cumplimiento, posteriormente se diseñaron los diagramas de red con sus respectivas propuestas de mejora y se finalizó con una documentación técnica detallada sobre los hallazgos; este proceso fue clave para identificar tanto las fortalezas como las áreas críticas especialmente en aspectos de control ambiental, seguridad física, energía redundante, etiquetado del cableado y los procedimientos operativos.

Los resultados obtenidos muestran que, aunque algunos espacios si cumplen con los requisitos básicos es de suma importancia implementar mejoras como la climatización, el monitoreo, la protección contra incendios, la redundancia de enlaces y la sostenibilidad energética entre otros aspectos esenciales para lograr la certificación futura; por lo que este trabajo representa un paso importante en este proceso.

Palabras clave: ANSI/TIA-942, centro de datos, cuarto de telecomunicaciones, redes.

Abstract

At the Fusagasugá campus of the University of Cundinamarca, it was found that the technological infrastructure of its data centers and telecommunications rooms present several critical deficiencies compared to its physical infrastructure. Therefore, the main objective of this project was to verify compliance with the ANSI/TIA-942 standard by evaluating technical aspects that guarantee availability, scalability, security, and operational continuity.

To carry out this process, an adaptation of the waterfall methodology was used, focusing on the requirements, design, and verification phases, which were divided into five operational phases. An initial diagnosis of the data center and telecommunications rooms was performed, followed by an analysis of the gaps in compliance standards. Network diagrams were then designed with their respective improvement proposals, and the final phase was completed with detailed technical documentation of the findings. This process was key to identifying both strengths and critical areas, especially in terms of environmental control, physical security, redundant power, cable labeling, and operating procedures. The results show that, although some spaces do meet the basic requirements, it is crucial to implement improvements such as air conditioning, monitoring, fire protection, link redundancy, and energy sustainability, among other essential aspects, to achieve future certification. Therefore, this work represents an important step in this process.

Keywords: ANSI/TIA-942, data center, telecommunications room, networks.

Capítulo 1 Introducción

Planteamiento del Problema

En los entornos universitarios actuales una infraestructura tecnológica desempeña un papel fundamental en el desarrollo de las actividades académicas y administrativas; En este contexto la Universidad de Cundinamarca sede Fusagasugá ha desarrollado una creciente dependencia de los sistemas de información, redes y servicios digitales producto de su evolución institucional, lo que genera la necesidad de contar con una infraestructura adecuada para el centro de datos ubicado en el bloque K y los Cuartos de Telecomunicaciones distribuidos en los bloques A,B,C,D, E, G, J y L, los cuales albergan equipos de red, sistemas de respaldo de energía, cableado estructurado y dispositivos de inter conexión.

Sin embargo, al realizar el análisis técnico se lograron evidenciar que muchos aspectos de estos entornos presentan varias deficiencias en aspectos como control ambiental, redundancia eléctrica, gestión del cableado estructurado, seguridad física y monitoreo operativo; estas falencias compromete la disponibilidad y escalabilidad de los sistemas, aumentando el riesgo de fallos lo que podría afectar el funcionamiento adecuado de las actividades institucionales y limitando la capacidad para adaptarse a las nuevas demandas tecnológicas. En este sentido la norma ANSI TIA-942 emerge como referencia técnica clave que puede orientar a la universidad de Cundinamarca hacia la consolidación de una infraestructura certificable, moderna y alineada con las mejores prácticas internacionales.

Pregunta de investigación:

¿En qué medida la infraestructura tecnológica del centro de datos y los cuartos de telecomunicaciones de la sede Fusagasugá de la Universidad de Cundinamarca cumple con los requisitos establecidos por la norma ANSI/TIA-942 y qué mejoras son necesarias para alcanzar su certificación?

Justificación de la Investigación

En un entorno académico dependiente de las tecnologías de la información y la comunicación hace que la calidad de la infraestructura tecnológica se convierta en un factor crucial para garantizar la continuidad de los servicios institucionales; por lo que la implementación de los estándares internacionales como los establecidos por la norma ANSI/TIA-942 no solo representan un sello de calidad y cumplimiento técnico, sino que también fortalecen la gestión de riesgos, la capacidad de respuesta ante incidentes y la sostenibilidad a largo plazo; Además la evaluación técnica de la infraestructura permitió identificar brechas específicas que podrían generar fallas críticas, comprometiendo la integridad de la información institucional o generando pérdidas económicas por interrupciones de servicio; a partir de este análisis la universidad podrá tomar decisiones estratégicas más informadas respecto a inversiones en tecnología, priorización de mejoras y diseño de políticas internas de gestión de TIC.

En este marco el presente proyecto de pasantía surge como una respuesta concreta a estas necesidades institucionales, con el objetivo de evaluar y optimizar las condiciones físicas, electrónicas y de conectividad del centro de datos y los cuartos de telecomunicaciones de la sede Fusagasuga. Esta iniciativa representa además una oportunidad para aplicar conocimientos adquiridos en áreas como redes, telecomunicaciones, normativas internacionales y diseño de sistemas integrando la teoría con la práctica en un entorno real.

La experiencia adquirida contribuirá significativamente al desarrollo de competencias profesionales clave como lo es la evaluación de infraestructura, el diseño normativo y la planeación tecnológica, contribuyendo a la formación de un ingeniero de sistemas capaz de enfrentar los desafíos actuales del sector tecnológico.

Objetivos

Objetivo General

Verificar el cumplimiento de requisitos de la norma ANSI/TIA-942 para la certificación del centro de datos del bloque K, los cuartos de telecomunicaciones (bloques A, B, C, D, E, G, J, L) de la sede Fusagasugá de la Universidad de Cundinamarca.

Objetivos Específicos

- Diseñar diagramas de red del centro de datos del bloque K, los cuartos de telecomunicaciones de los bloques A, B, C, D, E, G, J, L de la unidad regional Fusagasugá de la Universidad de Cundinamarca.
- Documentar el cumplimiento de los requisitos de seguridad física, cableado estructurado, redundancia y mantenimiento que establece la norma ANSI/TIA-942 para la futura certificación de la infraestructura.
- Elaborar un plan de acción para las mejoras necesarias que permitan la certificación futura del Centro de Datos (Bloque K), los Cuartos de Telecomunicaciones (bloques A, B, C, D, E, G, J, L) de la unidad regional Fusagasugá de la Universidad de Cundinamarca.

Alcance del Proyecto

El presente proyecto de pasantía contempla únicamente las etapas de diagnóstico, diseño, documentación y planificación orientada a la futura certificación de la infraestructura tecnológica de la sede Fusagasuga de la universidad de Cundinamarca, bajo los lineamientos de la norma ANSI/TIA-942; enfocándose directamente en el centro de datos del bloque K y los cuartos de telecomunicaciones de los bloques A, B, C, D, E, G, J, L. los cuales hacen parte del núcleo de soporte de los servicios digitales de la institución.

Dentro del alcance del proyecto se completa una evaluación técnica del estado actual de estos espacios, Para ello se llevó a cabo un proceso de inspección visual, levantamiento de información en campo y verificación del cumplimiento de los requisitos normativos a través de unas listas de chequeo (checklist) que permitieron identificar el nivel de cumplimiento en aspectos como la infraestructura física, el cableado estructurado, las condiciones ambientales, los sistemas de respaldo energético, la organización de los dispositivos activos y pasivos, la seguridad física y el acceso a los cuartos técnicos.

Así mismo el proyecto contemplo el diseño de diagramas de red que representan la topología física del centro de datos y cuarto de telecomunicaciones, que servirán como una representación técnica precisa de la infraestructura actual y como base para una propuesta de mejora orientada al cumplimiento normativo; adicionalmente se llevó a cabo la elaboración de mapas de calor wifi, con el fin de analizar la cobertura y calidad de la señal inalámbrica en áreas críticas, identificando zonas con baja conectividad o posibles interferencias que afecta los servicios digitales. A partir de los hallazgos encontrados durante la evaluación se elaboró un plan de acción técnico que propone recomendaciones para cerrar brechas normativas optimizar la operatividad de la infraestructura tecnológica y avanzar hacia una certificación formal en el futuro.

Es importante aclarar que este proyecto excluye del alcance la ejecución de obras, la adquisición de equipos y la implementación directa de mejoras. No obstante, se entregaron las recomendaciones como insumo técnico a la dirección de sistemas y tecnología de la universidad, con el propósito de apoyar la toma de decisiones informadas para lograr la evolución y fortalecimiento de su infraestructura tecnológica.

Descripción de la Organización

La universidad de Cundinamarca es una institución pública de educación superior fundada en 1969, con el objetivo de formar profesionales íntegros mediante programas académicos pertinentes, investigación aplicada y responsabilidad social. Su sede principal se encuentra en Fusagasugá Cundinamarca y cuenta con otras sedes regionales en municipios como Soacha, Chía, Girardot, Facatativá, Ubaté y Zipaquirá; donde se ofrecen programas de pregrado y posgrado en diversas áreas del conocimiento incluyendo ciencias sociales, económicas, ingeniería, salud, ciencias básicas y agropecuarias, entre otras.

La dirección de sistemas y tecnología de la universidad a través del área de servicios tecnológicos se lideran las estrategias de transformación digital, soporte técnico, el manejo de redes, conectividad y gestión de la información; además es el responsable del funcionamiento de los centros de datos y cuartos de telecomunicaciones los cuales soportan servicios esenciales como correo institucional, plataformas académicas, base de datos y redes inalámbricas. En este entorno garantizar que los espacios cumplan con los lineamientos establecidos por la norma ANSI/TIA-942 se convierte en una prioridad para asegurar la disponibilidad y calidad de los servicios.

Importancia del Proyecto para la Organización

La universidad de Cundinamarca en su compromiso con la transformación digital requiere contar con una infraestructura robusta, segura y conforme a estándares que garanticen la continuidad de sus servicios tecnológicos. En este contexto la verificación de cumplimiento de requisitos establecidos en la norma ANSI/TIA-942 representa una acción clave para la universidad ya que permite el análisis normativo y técnico del centro de datos ubicado en el bloque k y los cuartos de telecomunicaciones distribuidos en los bloques A, B, C, D, E, G, J, L de la sede Fusagasugá.

La importancia de este proyecto se expone en diversos niveles estratégicos y operativos donde en primer lugar se logra realizar el diagnóstico técnico detallado como insumo para planificar las inversiones con mayor precisión y priorizar acciones de mejora en función de su impacto alineados a los estándares internacionales.

Por otro lado, el proyecto establece una ruta clara hacia una futura certificación formal de la infraestructura tecnológica de la universidad; al realizar la documentación del nivel de cumplimiento con la norma ASI/TIA-942 se crearon las bases técnicas necesarias para proyectar a la institución hacia un reconocimiento que represente un valor en términos de calidad y confiabilidad. Además, contribuye al fortalecimiento de los procesos que logran facilitar la integración de nuevas tecnologías, al aumento de capacidad operativa y una mejor respuesta frente al crecimiento de la demanda académica y administrativa en el entorno digital dinámico.

Finalmente, los beneficios de este proyecto tienen un impacto transversal en la comunidad universitaria donde no solo representa una solución técnica a una necesidad identificada, sino que contribuyen a la consolidación a una infraestructura tecnológica sólida y estandarizada.

Capítulo 2 Marco Referencial

Antecedentes

En la era digital actual las tecnologías de la información y comunicación (TIC) se han convertido en pilares fundamentales para el desarrollo de actividades académicas, administrativas y de investigación en las instituciones educativas de educación superior. Esta creciente dependencia de servicios digitales como plataformas educativas, aulas virtuales, bibliotecas digitales y sistemas de comunicación institucional ha generado una demanda sostenida por infraestructuras tecnológicas cada vez más robustas, seguras y eficientes (UNESCO, 2022).

La transformación digital ha impulsado a las universidades a repensar sus procesos internos y estructuras tecnológicas, consolidándose como un eje estratégico de modernización institucional. Esta transformación no solo implica la adopción de nuevas tecnologías y sistemas de gestión, con el fin de garantizar la eficiencia, la equidad y la calidad educativa (Chinkes & Julien, 2019)

En este contexto, los centros de datos y los cuartos de telecomunicaciones juegan un papel esencial como núcleos operativos que soportan la conectividad, el procesamiento de datos y la disponibilidad de servicios digitales institucionales. Su correcta gestión y diseño son fundamentales para mantener la continuidad de los procesos misionales y minimizar riesgos operativos (Aldana forero & Guzman Ibarra, 2021). Estas infraestructuras deben cumplir con condiciones específicas de operación, tales como redundancia energética, climatización, seguridad física y monitoreo, para garantizar su funcionamiento estable y escalable frente al crecimiento de la demanda tecnológica.

En años anteriores, la infraestructura de red de la sede Fusagasugá de la universidad de Cundinamarca fue construida de forma gradual sin una estandarización rigurosa basada en

normas internacionales. Como resultado, algunos cuartos de telecomunicaciones (TRs) y centros de datos (CDs) presentan deficiencias en aspectos como control ambiental, seguridad física, redundancia energética y cableado estructurado.

Frente a esta realidad, la Dirección de Sistemas y Tecnología inició un proceso de levantamiento técnico y diagnóstico normativo, apoyado por estudiantes pasantes del programa de Ingeniería de Sistemas y Computación, con el fin de evaluar el cumplimiento de la norma ANSI/TIA-942. Esta norma establece los estándares para diseño, instalación, operación y certificación de infraestructuras de telecomunicaciones de alto nivel, asegurando confiabilidad, escalabilidad y seguridad.

A nivel nacional e internacional varios estudios han demostrado que la modernización de los centros de datos y cuartos de telecomunicaciones en instituciones educativas resulta esencial para garantizar la continuidad de los servicios tecnológicos, especialmente cuando se alinean con normas internacionales como la ANSI/TIA-942.

En Perú (Laurante Areas & Torres Loa, 2019) desarrollaron un diseño estructurado de centros de datos para una empresa de transporte aplicando los lineamientos de la norma ANSI/TIA-942, lo que permitió identificar riesgos técnicos y establecer propuestas de mejora orientadas a una futura certificación. Igualmente, (Ramirez Asis, 2019) analizó el cumplimiento normativo en una institución educativa, destacando la importancia de las prácticas de mantenimiento y monitoreo para lograr una operación sostenible y segura.

En Colombia algunas universidades públicas también han avanzado en esta línea, como en la universidad distrital francisco José de caldas a través del trabajo de (Aldana forero & Guzman Ibarra, 2021) han desarrollado un plan de intervención de los cuartos de telecomunicaciones por medio de su red de datos UDNET, dando inicio al proceso de pasantía

que implico el diagnostico técnico, documentación estructurada y propuestas de mejora para todos los cuartos de telecomunicaciones de la institución.

A pesar de los esfuerzos realizados en otras instituciones educativas de la región, no se han identificado estudios previos aplicados a la infraestructura tecnológica de la Universidad de Cundinamarca que contemplen una evaluación detallada bajo los lineamientos de la norma ANSI/TIA-942. Esta ausencia representa un vacío significativo en el diagnóstico de cumplimiento normativo que impide a la institución proyectarse hacia procesos de certificación y optimización tecnológica con base en estándares internacionales.

La evaluación del cumplimiento normativo en los centros de datos y cuartos de telecomunicaciones no solo proporciona un panorama técnico del estado actual de la infraestructura, sino que también constituye una herramienta clave para la toma de decisiones institucionales. Contar con un diagnóstico detallado facilita la planeación estratégica, la priorización de inversiones y la preparación de la Universidad de Cundinamarca para enfrentar procesos de acreditación y transformación digital a largo plazo.

Esta investigación se alinea con los objetivos del Plan de Desarrollo Institucional (PDI) de la Universidad de Cundinamarca, así como con las políticas del Ministerio de Educación Nacional que promueven la transformación digital en la educación superior como un eje de competitividad, equidad y sostenibilidad (Ministerio de Educación Nacional, 2023). En ese sentido, el cumplimiento normativo de los entornos tecnológicos se convierte en un pilar fundamental para garantizar la calidad de los servicios educativos ofrecidos por la institución.

Marco Teórico

La infraestructura tecnológica para los centros de datos y cuartos de telecomunicaciones deben cumplir una serie de lineamientos que aseguren su operatividad, escalabilidad y seguridad por lo que se toma como base teórica la norma ANSI/TIA 942 que fundamenta esta pasantía al establecerse como una de las principales guías internacionales para el diseño y la implementación de instalaciones críticas en el área de telecomunicaciones.

Definición y Propósito de la Norma ANSI/TIA-942

La ANSI/TIA-942 (Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers) es un estándar técnico aprobado por el American National Standards Institute (ANSI) y desarrollado por la Telecommunications Industry Association (TIA). Esta norma establece los requisitos mínimos para la infraestructura de telecomunicaciones de centros de datos considerando su aplicación en entornos empresariales o multiusuario, como instalaciones de proveedores de servicios o instituciones educativas (Telecommunications Industry Association, 2005)

El propósito de esta norma es proporcionar criterios de diseño estructurado para salas de cómputo y sus áreas de apoyo incluyendo aspectos como el sistema de cableado, topologías de red, energía eléctrica, control ambiental, seguridad física y organización del espacio. Estos lineamientos están dirigidos a diseñadores, ingenieros y profesionales de las tecnologías de la información que requieren una comprensión completa del entorno de los centros de datos (Telecommunications Industry Association, 2005)

Requisitos Técnicos Según la Norma ANSI/TIA-942

Infraestructura Física y Espacio

La norma establece varios lineamientos para la ubicación y la distribución física de los centros de datos y cuartos de telecomunicaciones, donde se define que se deben contar con zonas separadas y controladas alejadas de áreas de riesgo como espacios de alto tráfico o con

posibilidad de inundaciones, además la sala debe contar con una altura mínima de 2,6 m y debe haber al menos un metro de espacio frente a los racks, con el propósito de que haya suficiente espacio para circulación de aire y futuras expansiones.

Cableado Estructurado

El cableado estructurado hace parte de uno de los componentes fundamentales en el diseño y operación ya que permiten establecer la infraestructura física necesaria para la transmisión de datos, voz y video entre los diferentes equipos. La norma establece que para el cableado estructurado se deben usar bandejas de cableado, canales de distribución y paneles de parcheo organizados de forma sistemática para minimizar interferencias y permitir una fácil identificación además de un adecuado mantenimiento, también hace énfasis en la separación de cables de energía y datos para evitar la interferencia electromagnética (EMI).

Además, debe estar correctamente etiquetado para identificar fácilmente, los cables de datos y de energía deben estar etiquetados con el origen y destino o número de circuito, mientras que los paneles de parcheo y puertos de red deben tener etiquetas que indiquen el puerto de salida y el dispositivo conectado. Se debe tener en cuenta que las etiquetas deben ser visibles y resistentes al desgaste para garantizar que toda la infraestructura este organizada.

Redundancia Y Fiabilidad

La redundancia garantiza el funcionamiento de un sistema alternativo que pueda asumir la carga sin interrumpir el funcionamiento en caso de que algún componente falle, por lo que es un concepto clave para la norma ANSI/TIA-942 ya que debe ser aplicada en todos los sistemas críticos como en la energía, climatización, enlaces de comunicación y almacenamiento de datos.

Los centros de datos deben seguir una estrategia de redundancia N+1 lo que implica tener al menos un componente adicional para cada sistema crítico o 2N en algunos casos donde la capacidad del sistema de respaldo es igual al sistema principal.

Seguridad Física y Monitorio

Estos espacios deben estar protegidos contra accesos no autorizados, amenazas internas y externas así como asegurar las condiciones ambientales óptimas para los equipos instalados; de acuerdo con la norma la seguridad física debe tener implementada múltiples capas de control de acceso, donde las medidas mínimas de seguridad incluyen control de acceso físico con identificaciones electrónicas, puertas con cerraduras electrónicas de apertura registrable donde se monitoree quien entra cuando y cuánto tiempo permanece en el lugar, además un sistema de videovigilancia activo las 24 horas que monitoree todas las áreas críticas.

Por otro lado, las condiciones ambientales son fundamentales para preservar el correcto funcionamiento de los equipos, por lo que la norma establece que se debe implementar un control de temperatura, un monitoreo de humedad para evitar tanto la condensación como la acumulación de estática, sensores de humo y fuego, además alarmas automáticas con sistemas de notificación remota.

Marco Conceptual

Centro de Datos (Data Center)

El Centro de Datos es una infraestructura clave para la gestión y almacenamiento de información en el contexto tecnológico actual. Según (Ramirez Asis, 2019) un centro de datos puede definirse como un espacio dedicado a almacenar, procesar y distribuir datos de manera segura y eficiente, utilizando servidores, redes de telecomunicaciones y sistemas de almacenamiento. La importancia de los centros de datos en la era digital radica en su

capacidad para garantizar la disponibilidad, seguridad y estabilidad de los servicios que soportan, lo que los convierte en la columna vertebral de muchas organizaciones modernas.

(Laurante Areas & Torres Loa, 2019) agregan que, para mantener una operación continua y confiable, los centros de datos deben ser diseñados con redundancia en los sistemas eléctricos, de telecomunicaciones y de refrigeración. Esto garantiza que, en caso de fallos en algún sistema, las operaciones puedan continuar sin interrupciones.

En el contexto de este proyecto el centro de datos se refiere al espacio ubicado en el bloque K de la universidad de Cundinamarca, donde se encuentra alojados los equipos que soportan los servicios de red almacenamiento y comunicaciones de la institución.

Cuarto de Telecomunicaciones (Telecommunications Room)

El Cuarto de Telecomunicaciones es un espacio técnico donde se instalan dispositivos de red como switches, routers, patch panels, y cables de telecomunicaciones, que permiten la interconexión de equipos y redes; estos cuartos son puntos clave para la distribución y gestión de las comunicaciones en la infraestructura tecnológica. (Telecommunications Industry Association, 2005)

Los cuartos de red suelen ubicarse en puntos intermedios dentro de la red como en el caso de los bloques A, B, C, D, E, G, J y L de la universidad, donde es crucial que cumplan con las condiciones de ventilación adecuada, protección contra sobre carga eléctrica, redundancia de enlaces y seguridad física para garantizar su correcto funcionamiento y protección de datos.

Escalabilidad

La escalabilidad es la capacidad de un sistema de infraestructura para crecer de manera eficiente y sin problemas para adaptarse a un aumento de la demanda de servicios. En los centros de datos y cuartos de telecomunicaciones, la escalabilidad implica la capacidad de agregar nuevos equipos, mejorar la capacidad de almacenamiento y ampliar la red sin

interrumpir la operación existente; Por lo que las infraestructuras deben ser diseñadas de manera modular para facilitar la expansión a medida que las necesidades de la organización crecen (Telecommunications Industry Association, 2005)

Resiliencia

La resiliencia de un centro de datos se refiere a su capacidad para recuperarse rápidamente de eventos adversos como fallos en los equipos, desastres naturales o ciberataques; esta se logra mediante una combinación de redundancia, seguridad física, y planes de recuperación ante desastres por lo que los centros de datos deben tener procedimientos establecidos para restaurar rápidamente sus operaciones y minimizar el impacto en los servicios (Telecommunications Industry Association, 2005)

Eficiencia Energética

La eficiencia energética en los centros de datos implica la utilización de recursos energéticos de manera óptima para reducir el consumo y el impacto ambiental ya que estos son grandes consumidores de energía debido a los sistemas de refrigeración y los equipos de procesamiento, se emplean estrategias como la utilización de fuentes de energía renovables, la optimización de sistemas HVAC y la implementación de tecnologías de enfriamiento eficientes, para cumplir con los lineamientos de la norma.

Marco Normativo

Es fundamental guiar la construcción y evaluación de las infraestructuras tecnológicas del centro de datos y los cuartos de telecomunicaciones con el cumplimiento de las normativas y estándares pertinentes garantizando que los sistemas sean sostenibles, seguros y preparados para enfrentar desafíos tecnológicos y de seguridad actuales.

ANSI/TIA-942

Es la base normativa para el diseño construcción y operación de los centros de datos, donde se establecen las directrices claras sobre la infraestructura física, los sistemas de cableado estructurado, seguridad física, el control ambiental y los sistemas de energía que deben ser cumplidas para cumplir con los requisitos de escalabilidad y escalabilidad, garantizando que la infraestructura pueda soportar operaciones críticas sin fallos (Telecommunications Industry Association, 2005)

ISO/IEC 27001:2022

Establece los requisitos para implementar un sistema de gestión de seguridad de la información; Esta norma es crucial para el centro de datos y los cuartos de telecomunicaciones, ya que protege los datos almacenados y gestionados por estos centros contra amenazas externas e internas. El cumplimiento de la ISO/IEC 27001 garantiza que las infraestructuras tecnológicas se alineen con las mejores prácticas de seguridad, incluyendo el control de accesos, la gestión de riesgos y la protección ante ciberataques. (International Organization for Standardization, 2022)

ISO/IEC 20000-1:2018

La ISO/IEC 20000-1 proporciona los requisitos para la gestión de servicios de TI por lo que es fundamental en el contexto de los centros de datos y cuartos de telecomunicaciones, ya que establece los procedimientos que deben seguirse para ofrecer servicios de TI de calidad. La ISO/IEC 20000-1 cubre aspectos clave como la planificación, el diseño, la implementación y la gestión continua de servicios tecnológicos lo que es esencial para asegurar que los servicios operados desde los centros de datos y los cuartos de telecomunicaciones se entreguen de manera eficiente y sin interrupciones. (International Organization for Standardization, 2018)

Capítulo 3 Diseño Metodológico

Enfoque Metodológico

El presente proyecto de pasantía se desarrolló bajo un enfoque metodológico cualitativo descriptivo con orientación técnica y normativa, adecuado para el análisis estructurado de entornos tecnológicos, como lo son los centros de datos y los cuartos de telecomunicaciones. Este enfoque se fundamenta en la necesidad de comprender el estado actual de la infraestructura tecnológica de manera objetiva y medible, a partir de criterios normativos definidos por la norma ANSI/TIA-942.

Desde el enfoque cualitativo descriptivo el proyecto se centró en interpretar técnicamente las condiciones físicas, energéticas, ambientales y de seguridad del centro de datos ubicado en el bloque K y los cuartos de telecomunicaciones de algunas áreas de la universidad. Mediante inspecciones visuales, listas de verificación basadas en la norma ANSI/TIA-942, recorridos técnicos y levantamiento fotográfico, se identificaron y caracterizaron las condiciones existentes y sus deficiencias frente a los estándares requeridos.

El enfoque fue técnico-normativo, ya que la norma ANSI/TIA-942 sirvió como marco de referencia para estructurar el diagnóstico permitiendo una evaluación ordenada y objetiva, donde se analizaron variables como distribución física, ventilación, cableado, redundancia energética, seguridad, control de accesos y protección contra incendios.

De manera específica, se evaluaron nueve categorías clave con sus respectivos ítems de la norma ANSI/TIA-942, lo que corresponde aproximadamente al 70% de los requisitos técnicos generales definidos por el estándar estos aspectos fueron seleccionados por su aplicabilidad directa a las condiciones observadas en la universidad y su impacto en la disponibilidad, escalabilidad y seguridad de los sistemas tecnológicos.

Los aspectos evaluados incluyeron:

Topología de red: Se evaluó la estructura lógica y física de la red, incluyendo la distribución jerárquica de los dispositivos, los niveles de acceso y distribución, así como la conectividad entre cuartos de telecomunicaciones y el centro de datos.

Redundancia de energía y enlaces: Se verificó la existencia de sistemas de respaldo energético (UPS, generadores) y enlaces de red redundantes, orientados a garantizar la disponibilidad continua del servicio ante fallos.

Cableado estructurado: Se revisó la organización del cableado, la separación entre cables de datos y energía, el uso de bandejas y canaletas, así como el etiquetado e identificación de los circuitos según los estándares definidos por la norma.

Control ambiental (HVAC): Se analizaron las condiciones de temperatura, humedad y circulación de aire en los espacios técnicos, así como la existencia (o ausencia) de sistemas de climatización y monitoreo ambiental continuo.

Seguridad física: Se evaluó el control de acceso a los espacios, la presencia de cerraduras, sistemas de videovigilancia, protección contra intrusión y delimitación física de los recintos.

Monitoreo y alertas: Se revisó la implementación de sistemas de supervisión en tiempo real para detectar fallos en la energía, temperatura, humedad o accesos no autorizados, con capacidad de generar alertas inmediatas.

Protección contra incendios: Se constató la existencia de detectores de humo, temperatura y sistemas de supresión adecuados para espacios tecnológicos, incluyendo extintores compatibles con equipos electrónicos.

Documentación operativa y mantenimiento: Se evaluó la existencia de procedimientos escritos, manuales y registros para la operación, mantenimiento y auditoría de los espacios técnicos.

Sostenibilidad energética: Se observó el uso o ausencia de tecnologías de bajo consumo energético, prácticas de eficiencia y diseño enfocados en reducir el impacto ambiental y optimizar recursos.

Este marco metodológico permitió generar evidencia útil y recomendaciones pertinentes para optimizar la infraestructura tecnológica y avanzar hacia una futura certificación.

Tipo de Metodología

Para el desarrollo de este proyecto de pasantía se optó por una adaptación parcial del modelo en cascada una metodología tradicionalmente empleada en el desarrollo de sistemas de software, pero que también resulta pertinente para proyectos técnicos secuenciales, como la evaluación y diseño de infraestructura tecnológica. Este modelo se caracteriza por su estructura lineal y secuencial, donde cada fase depende de la culminación satisfactoria de la anterior facilitando el control del avance, la documentación continua y la trazabilidad de las decisiones técnicas.

No obstante, dado que el presente trabajo corresponde a una pasantía de carácter diagnóstico y propositivo, solo se aplicaron tres de las fases clásicas del modelo en cascada, los requisitos, el diseño y la verificación. Las fases de implementación y mantenimiento habituales en un proyecto de desarrollo fueron excluidas del alcance, ya que este proyecto no completo intervenciones directas sobre la infraestructura ni instalaciones de nuevos sistemas.

Estructura Operativa del Proyecto

Para organizar el desarrollo del proyecto de forma más detallada y acorde con los tiempos y entregables de la pasantía, las tres fases metodológicas fueron divididas en cinco etapas operativas que son el análisis y diagnóstico inicial, el diseño de diagramas de red, el análisis de cumplimiento normativo, las propuestas de mejora, y la documentación y reporte; que facilitaron la gestión de actividades, control de avance y documentación.

Cada una de estas etapas operativas fue concebida como un bloque de trabajo autónomo, permitiendo llevar un seguimiento y asegurando que los entregables cumplan con los objetivos planteados. Esta división en etapas definidas facilitó la asignación clara de responsabilidades, el establecimiento de metas parciales y la evaluación continua del progreso, elementos claves para el cumplimiento exitoso del proyecto en el tiempo disponible.

Adicionalmente, para asegurar un manejo eficiente del tiempo y los recursos, se empleó un diagrama de Gantt que visualiza la distribución de las fases, facilitando la planificación detallada, el control del avance y la identificación oportuna de posibles retrasos, asegurando así el cumplimiento de los plazos establecidos por la universidad y la adecuada coordinación con los tutores del proyecto.

Figura 1.

Relación entre fases metodológicas y Etapas operativas del proyecto

		Noviembre				Enero				Febrero				Marzo			
		Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
Fases de la metodología	Etapas operativas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Análisis	Análisis y Diagnóstico Inicial	■	■	■	■												
Diseño	Diseño de diagramas de red					■	■	■	■								
Verificación	Análisis de Cumplimiento Normativo									■	■						
	Propuestas de mejora											■	■	■	■		
	Documentación y reporte															■	■

Nota. Diagrama de Gantt que muestra la relación entre las fases metodológicas de la cascada y las etapas operativas del proyecto, con la distribución temporal correspondiente. Elaboración propia.

Herramientas y Recursos Técnicos

Durante la ejecución de este proyecto se utilizaron distintas herramientas para la recolección de datos, para el análisis técnico y la documentación que son:

Software de diagramación: se utilizó Draw.io para la elaboración de los diagramas de red, permitiendo representar la topología física de la infraestructura.

Checklist normativos: se elaboraron listas de verificación basadas en los requisitos específicos de la norma ANSI/TIA-942, que guiaron la inspección técnica de cada cuarto de telecomunicaciones y el centro de datos.

Documentación y hojas de cálculo: Microsoft Word y Excel fueron utilizados para redactar informes, registrar hallazgos técnicos, estructurar el plan de acción y generar cuadros de cumplimiento normativo.

Limitaciones Metodológicas

Durante el desarrollo del proyecto se presentaron algunas limitaciones que afectaron el proceso de evaluación. En primer lugar, la falta de documentación técnica actualizada en los cuartos de telecomunicaciones dificultó la verificación precisa de ciertos elementos, como el cableado y la disposición de equipos. Además, el acceso a algunos espacios estuvo restringido por motivos de seguridad o disponibilidad del personal, lo que obligó a reprogramar visitas.

También se enfrentaron limitaciones en los recursos técnicos, ya que no se contaba con equipos especializados de medición ambiental o eléctrica. Para mitigar estos inconvenientes, se recurrió a la recolección fotográfica, entrevistas técnicas, recorridos adicionales y el uso de listas de verificación estandarizadas, lo que permitió mantener la calidad del análisis

Capítulo 4 Desarrollo del Proyecto

Fase de Requisitos

Fase de Análisis y Diagnóstico Inicial

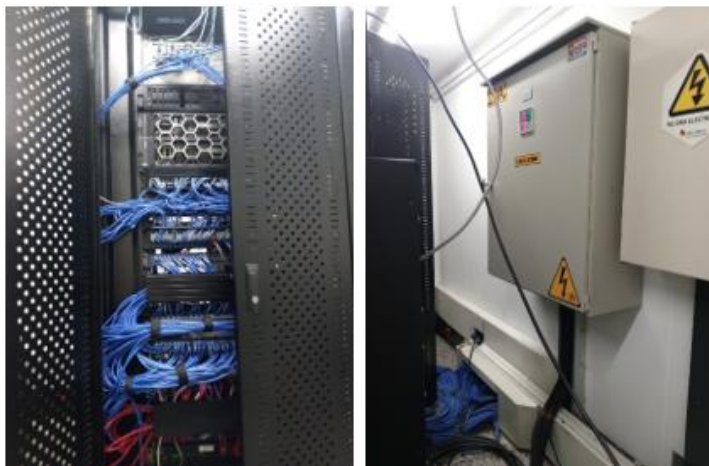
En esta fase se realizó una inspección técnica de la infraestructura del centro de datos ubicado en el bloque K y en los cuartos de telecomunicaciones ubicados en los bloques A, B, C, D, E, G, J, L con el fin de conocer el estado de la infraestructura, identificar posibles deficiencias y establecer un punto de partida para la mejora.

Actividades Realizadas

Primero se realizó un recorrido físico por el centro de datos y los cuartos de telecomunicaciones de la universidad y se revisaron aspectos como la disposición física de los equipos, el cableado estructurado, el sistema de energía y la climatización; Luego por cada uno se realizó una lista de chequeo basado en los criterios establecidos por la norma ANSI/TIA-942 para evaluar cada componente de la infraestructura existente, con el fin de asegurar que se cubrieran todos los aspectos claves y críticos que no cumplían con los requisitos de la norma.

Figura 2

Centro de datos bloque K



Nota: Distribución de equipos y cableado existente. Fuente: elaboración propia

Un desafío en esta fase fue la necesidad de acceder a varios puntos dispersos de la infraestructura en diferentes bloques de la universidad; sin embargo, esto se resolvió mediante el uso de los checklist ya que estos permitieron un enfoque estructurado para la verificación de cada componente logrado asegurar que ningún área quedara sin evaluar.

Fase de Diseño

Fase de Diseño de Diagramas de Red

Durante esta fase se desarrollaron diagramas de red detallados que reflejan la estructura y conectividad actual de la infraestructura del centro de datos y los cuartos de telecomunicaciones ubicados en los diferentes bloques de la universidad, lo que permitió visualizar de forma clara la distribución de los dispositivos de red y su interconexión facilitando así la identificación de posibles puntos críticos o áreas susceptibles de mejora.

Actividades Realizadas

Se diseñaron los diagramas técnicos en draw.io que representan la infraestructura física de red actuales, considerando los estándares establecidos por la norma; en estos diagramas se incluyen tanto los elementos pasivos como racks, bandejas y puntos de consolidación y los elementos activos como los switches, puntos de acceso, entre otros, lo que permitió una visualización general del sistema.

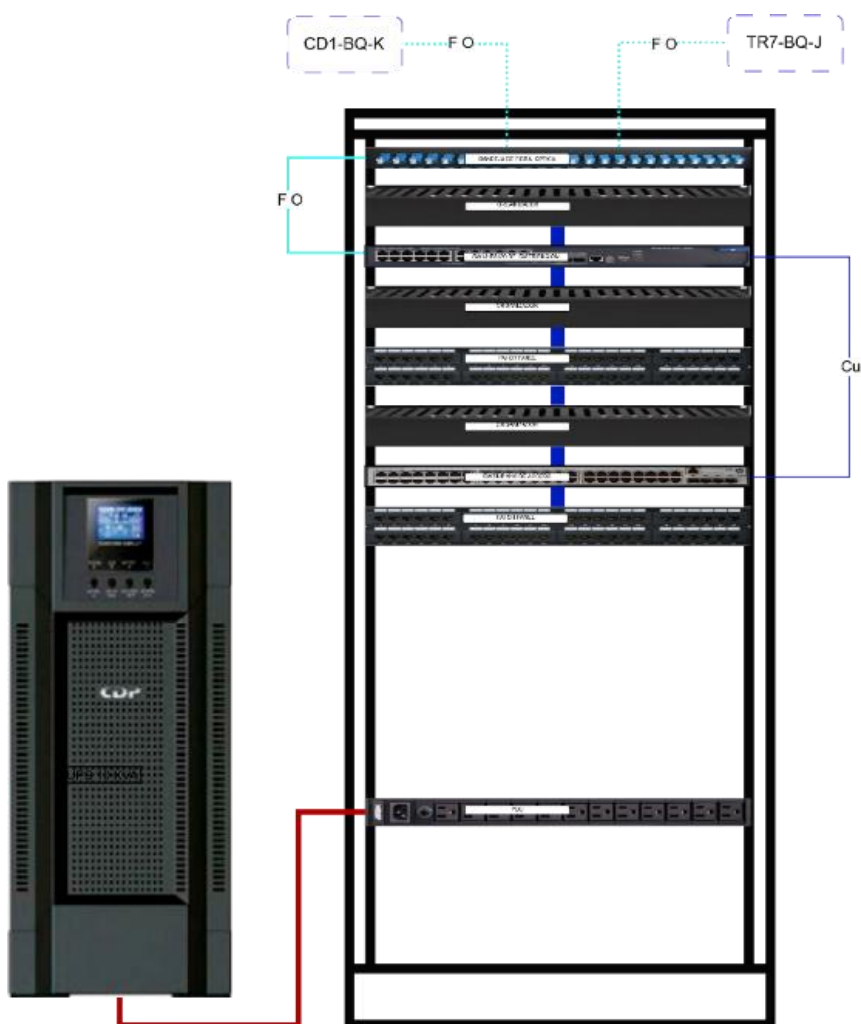
Además, se realizaron mapas de calor wifi en la aplicación heatmap por los distintos bloques donde se encuentran ubicados en el centro de datos y los cuartos de telecomunicaciones, con el fin de evaluar la cobertura inalámbrica, la intensidad de la señal y la calidad de la conectividad en cada espacio.

Es importante destacar que los mapas de calor incluidos en este proyecto fueron elaborados a solicitud directa de los jefes de área de servicios tecnológicos de la Universidad de Cundinamarca. Estas representaciones visuales tienen un carácter preliminar y fueron

generadas con fines exploratorios, a partir de observaciones de campo sin la aplicación de instrumentos avanzados. Por tanto, se trató de una medición básica que no incluyó análisis de frecuencias, simulación de propagación ni parámetros técnicos complejos de señal. Los mapas cumplen una función de apoyo visual para el diagnóstico de distribución y ubicación de equipos en los diferentes bloques, pero no reemplazan estudios técnicos especializados de cobertura o calidad de red.

Figura 3.

Diagrama de red TR3



Nota: Este diagrama muestra la disposición y conexiones de los equipos en el cuarto de telecomunicaciones. Fuente: elaboración propia

Fase de Verificación

Fase de Análisis de Cumplimiento Normativo

En esta fase se estudiaron todos los componentes de la norma ANSI/TIA-942 para luego evaluar la infraestructura existente del centro de datos y los cuartos de telecomunicaciones y verificar su cumplimiento con los requisitos necesarios para la futura certificación; en esta fase se dio lugar a conocer las deficiencias se compararon los estándares y se establecieron soluciones.

Actividades Realizadas

Se realizó un estudio detallado de los requisitos de la norma que establecen los estándares de diseño, instalación y operación de los centros de datos y cuartos de telecomunicaciones, prestando mayor atención a los estándares relacionados con la redundancia, disponibilidad, seguridad y control ambiental; luego usando los checklist y los mapas de red de las infraestructuras fue un poco más eficiente la comparación con los requisitos establecidos y a partir de esto se identificaron las deficiencias y brechas entre la infraestructura existente y los estándares establecidos por la norma.

Fase de Propuestas de Mejora

Se desarrollaron planes de mejoras detallados que abordan las deficiencias encontradas durante la fase de análisis, con el propósito de generar soluciones óptimas que ayuden en la optimización de la operación y el cumplimiento de los estándares de la norma, se toman los aspectos de diseño físico, actualización de equipos y sistemas críticos como seguridad física y refrigeración.

Actividades Realizadas

Se desarrollaron propuestas de mejoras específicas para cada cuarto de telecomunicaciones y para el centro de datos, esto incluyó las recomendaciones de nuevos

sistemas de energía, la mejora en la disposición de los equipos y la actualización de los sistemas de refrigeración para garantizar la eficiencia energética y redundancia de los sistemas críticos; teniendo en cuenta también las medidas de seguridad, los sistemas de control de acceso, videovigilancia, detección de incendios y cableado.

Fase de Documentación y Reporte

La última fase consistió en la elaboración de un informe detallado que incluía todos los hallazgos del proyecto desde el diagnóstico inicial hasta las recomendaciones de mejora y el diseño final de los diagramas de red y de calor, con el objetivo de consolidar toda la documentación técnica y operativa que sirva como base para la certificación de la infraestructura en futuras auditorías.

Actividades Realizadas

Se elaboro un informe detallado que contiene el diagnóstico inicial de la infraestructura, las propuestas de mejora los diagramas de red actuales y de calor con las respectivas recomendaciones para la implementación de las mejoras necesarias.

Se elaboro un plan de acción que incluye las acciones específicas para implementar las mejoras necesarias en cada área crítica de la infraestructura donde este fue dividido en fases de implementación, estableciendo un cronograma con plazos claros asignaciones tareas y responsables.

Durante esta fase se presentó un desafío relacionado con la organización y la complejidad de la documentación técnica; para solucionar esto se estableció un formato estándar para los diagramas, informes y planes lo que permitio organizar la información de manera más eficiente y también dando facilidad a la revisión.

Capítulo 5 Análisis de los Resultados

Este capítulo describe los resultados obtenidos a lo largo del proyecto con el objetivo de verificar el cumplimiento de requisitos de la norma ANSI/TIA-942 para la certificación del centro de datos del bloque K, los cuartos de telecomunicaciones (bloques A, B, C, D, E, G, J, L) de la sede Fusagasugá de la Universidad de Cundinamarca.

Informe del Estado Actual de la Infraestructura

El informe documento el estado físico y operativo de cada uno de los componentes de la infraestructura identificando las áreas que cumplían y las que no los requisitos de la norma, en aspectos como:

Infraestructura física: Según la norma ANSI/TIA-942 los cuartos de telecomunicaciones deben ubicarse en áreas aisladas, con separación adecuada de otros espacios para evitar interferencias y riesgos ambientales, además de cumplir con una altura mínima del techo (mínimo 2.5 metros) y espacio suficiente para la instalación y mantenimiento de equipos.

En este sentido, los bloques A, B, D, E, G, J y L cumplen con estos requerimientos básicos, lo cual representa un punto fuerte para la infraestructura. Por el contrario, el bloque C incumple gravemente estas disposiciones al estar ubicado en un cuarto de aseo debajo de escaleras y con una altura de techo inferior a la requerida. Esta situación limita la circulación de aire, dificulta el mantenimiento y expone los equipos a riesgos innecesarios, vulnerando la integridad y la disponibilidad exigidas por la norma.

Control ambiental: La norma exige mantener la temperatura entre 18 y 27 °C y la humedad relativa entre 40% y 60%, mediante sistemas HVAC operativos y un monitoreo continuo para detectar cambios ambientales en tiempo real. Esta medida es crucial para evitar sobrecalentamientos y daños por humedad en los equipos.

El bloque A cumple con este requisito, disponiendo de un sistema HVAC que mantiene las condiciones ambientales dentro de los rangos normativos. Sin embargo, los bloques B, C, D, E, G, J y L no cuentan con estos sistemas operativos ni monitoreo ambiental en tiempo real, incumpliendo así con estos requerimientos críticos. Además, se han identificado puntos calientes en bloques D y E, indicando una distribución ineficiente del aire que contraviene la necesidad de evitar acumulaciones térmicas señalada por la norma.

Energía y redundancia: ANSI/TIA-942 establece que la infraestructura debe contar con sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) y generadores de emergencia, sometidos a pruebas periódicas para garantizar su operatividad. Asimismo, se requiere redundancia en los enlaces de comunicación para evitar puntos únicos de falla.

Aunque varios TR disponen de UPS y generadores, ninguno realiza pruebas periódicas, y en varios (bloques D, E, G) los UPS no están operativos. Esto incumple directamente con la norma y afecta gravemente la confiabilidad energética de la infraestructura.

Cableado y conectividad: La norma requiere un cableado organizado con separación clara entre cables de energía y datos, un etiquetado riguroso que facilite la identificación de origen, destino y tipo para optimizar el mantenimiento y la respuesta ante fallos.

Aunque la organización física del cableado cumple con el estándar en todos los bloques, la ausencia generalizada de etiquetado adecuado constituye un incumplimiento sustancial. Esta deficiencia afecta la trazabilidad y gestión eficiente del sistema, aumentando el tiempo de respuesta ante incidentes y la probabilidad de errores durante intervenciones.

Seguridad física: El estándar ANSI/TIA-942 demanda controles estrictos de acceso físico, cobertura de videovigilancia en todas las áreas críticas, y sistemas de detección ambiental (humo, temperatura y humedad) para una protección integral.

Si bien el control de acceso está implementado en todos los bloques, la falta de videovigilancia completa y sensores ambientales representa una vulnerabilidad importante en seguridad física, incumpliendo los requerimientos de la norma. Esto limita la detección temprana de incidentes y la supervisión efectiva, poniendo en riesgo la integridad de los equipos y la información.

Gestión de recursos y operación: La norma establece la necesidad de documentación actualizada, procedimientos claros de operación, de mantenimiento, de auditorías periódicas y prácticas de eficiencia energética para garantizar la sostenibilidad y mejora continua.

Ninguno de los bloques evaluados cumple con estas disposiciones, evidenciándose carencias en la gestión documental, falta de auditorías y ausencia de medidas de eficiencia energética. Esta situación compromete la capacidad de la universidad para mantener el cumplimiento normativo y controlar costos operativos a largo plazo.

De esta evaluación en promedio el 31% de los aspectos cumplen con los requisitos de la norma, mientras que el 69% presenta deficiencias que requieren ser atendidas para lograr el cumplimiento total. Las áreas con mayor nivel de cumplimiento corresponden a infraestructura física y organización del cableado estructurado, mientras que las mayores deficiencias se identificaron en control ambiental, redundancia, documentación operativa, y monitoreo en tiempo real. Este análisis porcentual permite cuantificar el estado actual de la infraestructura y definir con claridad las prioridades de intervención técnica para avanzar hacia la certificación.

Figura 4.

Estado de cumplimiento de los requisitos ANSI/TIA-942

Bloque / TR	Infraestructura física	Control Ambiental	Redundancia energética	Cableado Estructurado	Seguridad física	Gestión de Recursos
CD (Bloque K)	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	No cumple	No cumple
TR1 (Bloque A)	Cumple	Cumple	Cumple	No cumple	No cumple	No cumple
TR2 (Bloque B)	Cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
TR3 (Bloque C)	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
TR4 (Bloque D)	Cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
TR5 (Bloque E)	Cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
TR6 (Bloque G)	Cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
TR7 (Bloque J)	Cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
TR8 (Bloque L-N1)	Cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
TR9 (Bloque L-N2)	Cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
TR10 (Bloque L-N3)	Cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
TR11 (Bloque L-N4)	Cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple

Nota: El estado "Cumple" indica cumplimiento total, "No cumple" indica falta de cumplimiento en algunos o en todos los criterios evaluados. Fuente: elaboración propia.

Diseño Detallado de los Diagramas de Red

Los diagramas de red diseñados para el Centro de Datos del bloque K y los Cuartos de Telecomunicaciones de los bloques A, B, C, D, E, G, J y L reflejan una estructura organizada y clara, detallando la topología actual de los equipos instalados y sus conexiones, incluyendo la distribución de los equipos como switches, pach panel, la bandeja de fibra óptica, enlaces de comunicación y el sistema de UPS.

Además, los diagramas muestran cómo está estructurado el cableado de las distintas áreas, permitiendo visualizar los posibles puntos de mejora, sirviendo como base visual para identificar áreas donde el cableado y las conexiones pueden mejorar y proporciona un recurso valioso para la futura expansión y mantenimiento de la infraestructura.

Propuestas de mejoras tecnológicas y estructurales

Las propuestas abordaron las deficiencias identificadas durante el análisis de la infraestructura; estas propuestas incluyeron la actualización del cableado estructurado donde se propuso reorganizar el cableado en las áreas críticas, garantizando el cumplimiento de etiqueta, accesibilidad y gestión como lo estipula la norma para facilitar el mantenimiento y las futuras expansiones.

También se propusieron mejoras en la redundancia energética recomendando la instalación de sistemas UPS en los TR que no contaban con este sistema y UPS adicionales para mejorar la capacidad de respaldo energético bajo los principios de redundancia N+1 requeridos por la norma, además de la revisión de los sistemas de alimentación para garantizar que todos los componentes críticos estuvieran protegidos contra cortes de energía.

Se sugirió la optimización de la refrigeración instalando sistema de refrigeración redundantes para asegurar que los equipos se mantuvieran dentro de los rangos de temperaturas óptimas incluso en condiciones de alta carga y se propuso el fortalecimiento de la seguridad física añadiendo nuevas medidas de seguridad que incluyen sistemas de videovigilancia sensores de incendios en áreas estratégicas y además mejorar el sistema de control de acceso, entre otras propuestas.

Con estas propuestas se logró identificar de manera efectiva las áreas claves que requerían intervención para garantizar que la infraestructura cumpla con los estándares establecidos por la norma ANSI/TIA-942 ya que las soluciones planteadas son viables y proporcionan una hoja de ruta clara para la actualización de la infraestructura tecnológica.

Documentación Técnica

Se consolidó un informe técnico integral que documenta el nivel de cumplimiento de la infraestructura tecnológica frente a los requisitos establecidos por la norma ANSI/TIA-942,

específicamente en los aspectos de seguridad física, cableado estructurado, redundancia energética y mantenimiento. Este informe incluyó una evaluación detallada por cada cuarto de telecomunicaciones y el centro de datos, identificando los componentes que cumplen con la norma, aquellos que presentan brechas parciales y los que requieren intervención inmediata. La documentación generada constituye un insumo fundamental para futuras auditorías y procesos de certificación ya que proporciona evidencia estructurada y trazable sobre el estado actual de la infraestructura, respaldada con diagramas, registros de campo y propuestas de mejora alineadas con los estándares internacionales.

Plan de Acción para la Implementación de Mejoras

El último entregable fue un plan de acción que proporciona un enfoque para implementar las mejoras necesarias y lograr la certificación conforme a la norma; este plan incluyó una priorización de las acciones y soluciones propuestas en los planes de mejora según su impacto en la infraestructura y su alineación con los estándares requeridos.

El plan de acción propuesto se estructura en cinco fases secuenciales para alcanzar la certificación, se da inicio con un diagnóstico técnico basado en los checklist e inspecciones de la infraestructura, seguida de la planificación detallada de las mejoras para que en la tercera fase se complete la ejecución de esas mejoras, luego se realiza una validación mediante auditoría externa y finalmente se da cierre con la capacitación del personal y la entrega de documentación técnica, donde cada una de las fases está delimitada en duración y responsable involucrado.

Capítulo 6 Conclusiones

El diseño de los diagramas de red refleja la topología actual del centro de datos del bloque K y de los cuartos de telecomunicaciones de los bloques A, B, C, D, E, G, J, L de la universidad de Cundinamarca; proporcionando una visión detallada de la disposición física de los equipos, las conexiones de red y la distribución de los sistemas de energía, sin embargo algunos diagramas presentan inconsistencias debido a la falta de documentación completa, lo cual limitó la posibilidad de realizar una revisión exhaustiva de todos los componentes de la red y dificultó alcanzar una precisión total en las áreas de diseño.

Se elaboró un informe que documenta el cumplimiento de la norma ANSI/TIA-942, identificando tanto las áreas que cumplen con los estándares en seguridad, cableado estructurado, redundancia y mantenimiento, como aquellas que requieren mejoras significativas. Para esta evaluación, se tomó como base aproximadamente el 70% de los aspectos técnicos definidos por la norma priorizando aquellos con mayor relevancia para la realidad física y operativa de los espacios analizados. El informe incluye un diagnóstico inicial, propuestas de mejora, el diseño detallado de los diagramas de red y la documentación técnica que respalda las recomendaciones planteadas, con el objetivo de facilitar una futura certificación del centro de datos y los cuartos de telecomunicaciones evaluados.

El plan de acción planteado presento un enfoque estratégico con prioridades claras para abordar las deficiencias identificadas como la mejora de la redundancia energética, la reconfiguración del cableado y la optimización de la seguridad física; con el fin de garantizar que la infraestructura alcance los estándares de la norma ANSI/TIA-942 y permita obtener la futura certificación.

Capítulo 7 Recomendaciones para la Organización

Se presentan algunas recomendaciones estratégicas para mejorar aún más la infraestructura tecnológica del centro de datos y los cuartos de telecomunicaciones de la universidad de Cundinamarca, asegurando que se mantenga los estándares de la norma ANSI/TIA-942 y se optimicen los recursos tecnológicos.

Sugerencias para Mejorar el Proceso

Mejorar la documentación técnica y la gestión de inventarios estableciendo un sistema centralizado de documentación que registre todos los componentes, configuraciones y mantenimientos registrados, además de llevar un control del estado de cada equipo para facilitar y asegurar la gestión eficiente de la infraestructura, siendo una base sólida para futuras actualizaciones y auditorias, lo que facilitara la toma de decisiones informadas sobre la infraestructura.

Otra sugerencia es desarrollar un plan de mantenimiento preventivo en base a los estándares de la norma, que evalúen periódicamente los sistemas críticos de energía, refrigeración y seguridad física, con el objetivo de identificar problemas potenciales antes de que afecte la operación del centro de datos y los cuartos de telecomunicaciones mejorando la disponibilidad y resiliencia de la infraestructura tecnológica.

Propuesta para Futuras Implementaciones

En base a los hallazgos obtenidos durante la evaluación del centro de datos ubicado en el bloque k y a los cuartos de telecomunicaciones ubicados en los bloques A, B, C, D, E, G, J, L), se plantean las siguientes propuestas específicas (Ramirez Asis, 2019) para fortalecer la infraestructura tecnológica.

Redundancia energética: Se recomienda ampliar la capacidad de respaldo eléctrico mediante la instalación de sistemas UPS adicionales en los Cuartos de Telecomunicaciones

TR1 (Bloque A), TR4 (Bloque D), y TR6 (Bloque G), que actualmente presentan deficiencias en respaldo energético o ausencia de UPS operativos. Adicionalmente, se debe optimizar la configuración y mantenimiento de los sistemas de respaldo existentes en el Centro de Datos (Bloque K) y en los TR8, TR9 y TR11 (Bloque L), para garantizar la redundancia N+1 que exige la norma ANSI/TIA-942. Esta mejora es fundamental para asegurar la continuidad operativa durante fallos prolongados de energía, evitando interrupciones que podrían afectar los servicios académicos y administrativos críticos.

Implementación de monitoreo remoto: Se recomienda la implementación de un sistema centralizado de monitoreo remoto para todas las áreas evaluadas, con especial prioridad en los Cuartos de Telecomunicaciones, donde se detectó ausencia total o parcial de sistemas de control ambiental y monitoreo en tiempo real. Este sistema debe supervisar parámetros clave como temperatura, humedad, consumo energético y estado operativo de los equipos. La capacidad de detectar y notificar anomalías de forma inmediata permitirá una respuesta rápida ante posibles fallas, incrementando la eficiencia operativa y minimizando tiempos de inactividad.

Estas propuestas específicas están orientadas a fortalecer la infraestructura tecnológica de los espacios con mayor vulnerabilidad, garantizando que se cumplan los estándares internacionales de certificación y mejorando la resiliencia y sostenibilidad de los servicios de tecnología en la institución.

Referencias

- (Laurente & Torres, 2019) Aldana forero, L. K., & Guzman Ibarra, I. A. (2021). *Plan global de intervención para los cuartos de telecomunicaciones (TR) de la red de datos UDNET de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. . Obtenido de <http://hdl.handle.net/11349/27916>
- Chinkes, E., & Julien, D. (2019). Las instituciones de educación superior y su rol en la era digital. La transformación digital de la universidad: ¿transformadas o transformadoras? *Ciencia y educación*, 21-33.
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO/IEC 20000-1:2018 – Information technology – Service management – Part 1: Service management system requirements*. Geneva: ISO.
- International Organization for Standardization. (2022). *ISO/IEC 27001:2022 – Information security management systems – Requirements*. Geneva: ISO.
- Laurante Areas, L. A., & Torres Loa, P. (2019). *Diseño de un Data Center basado en la normativa ANSI/TIA-942 para la empresa Tracto Camiones USA*. Obtenido de https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3572/Luis%20Laurente_Paul%20Torres_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2020_1.pdf?sequence=1
- Ministerio de Educación Nacional. (2023). *Transformación digital en educación superior: Ideas para la acción*. Obtenido de <https://colab.colombiaaprende.edu.co/wp-content/uploads/2023/09/MEN-RecomendacionesDxEducacionSuperior.pdf>
- Ramirez Asis, J. (2019). *TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS*. Obtenido de https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/16195/DATA_CENTR_RAMIREZ_ASIS_JOHN_CESAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Telecommunications Industry Association. (Abril de 2005). *TIA Online*. Obtenido de ANSI/TIA-942: Estándar de infraestructura de telecomunicaciones para centros de datos: <https://www.tiaonline.org/>

UNESCO. (2022). *UNESCO*. Obtenido de Digital transformation of education systems: The future of education is here: <https://www.unesco.org/en/digital-education>

Apéndices

Apéndice A

Informe del Estado Actual de la Infraestructura

Este documento contiene el diagnóstico técnico preliminar realizado sobre el centro de datos ubicado en el bloque K y de cuartos de telecomunicaciones ubicados en los bloques A, B, C, D, E, G, J, L, alineado con la norma ANSI/TIA-942.

[Informe del Estado Actual del Centro de Datos y Cuartos de Telecomunicaciones.pdf](#)

Apéndice B

mapas de calor wifi elaborados para los distintos bloques de la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá.

Estos mapas fueron generados a solicitud de los jefes de área y corresponden a una medición básica, sin análisis de frecuencias ni parámetros técnicos avanzados. Su propósito es brindar una representación visual preliminar de la distribución espacial de los puntos de acceso y cobertura estimada en cada bloque.

[Mapas de calor wifi.pdf](#)

Apéndice C

Propuestas de mejoras tecnológicas y estructurales

Se presentan las recomendaciones para mejorar el cumplimiento normativo de cada uno de los espacios evaluados, incluyendo aspectos de cableado, climatización, seguridad física y redundancia.

[PROPUESTAS DE MEJORA](#)

Apéndice D

Documentación técnica

Contiene el informe técnico con el diagnóstico del estado actual del centro de datos y cuartos de telecomunicaciones, incluyendo observaciones, análisis de cumplimiento de la norma ANSI/TIA-942 y registros de soporte.

[Informe Tecnico.pdf](#)

Apéndice E

Plan de acción

Se expone una hoja de ruta para implementar las acciones necesarias que permitan alcanzar la certificación según la norma ANSI/TIA-942.

[Plan de acción.pdf](#)

Apéndice F

Cronograma de actividades de la pasantía

Este cronograma describe las tareas, fechas estimadas de ejecución y tiempos asignados.

[CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 2.pdf](#)