

Fecha de elaboración: 23.05.2023 [del RAI]			
Tipo de documento	TID:	Obra Creación:	Proyecto Investigación:
Título	Diseño de una red LI-FI para optimizar la conectividad a internet en la sede D de la Corporación Universitaria UNITEC		
Autor(es)	Jairo Giovanni Martínez Bueno, Andrés Fernando Meneses Arévalo		
Tutor(es)	Juan Carlos Guzmán		
Fecha de finalización	10.04.2023 [del proyecto de investigación]		
Temática	Tecnologías innovadoras para universidades		
Tipo de investigación	Cualitativa, Cuantitativa		
Resumen			
<p>En el desarrollo de este trabajo se identificó la problemática de conectividad de la sede D de la corporación universitaria UNITEC, a partir de esto se plantean la metodología, herramientas de investigación para diseñar una solución para mejorar la conectividad de dicha sede.</p> <p>El diseño de una RED híbrida donde la tecnología LI-FI al tener mejores características de velocidad, seguridad y sostenibilidad, entran a apoyar el funcionamiento de la RED WIFI de la sede D de la corporación universitaria UNITEC; beneficiando a la comunidad educativa al permitir que 800 dispositivos se conecten en simultánea y su conexión sea estable.</p> <p>En la primera fase se realizaron los pasos como levantamiento de la información al caracterizar la RED LIFI, diseño metodológico, cronograma de actividades necesarias y fases del proyecto a desarrollar para lograr el diseño de la RED LIFI para la mejora de la conectividad de la RED LI-FI.</p>			
Palabras clave			
Light Fidelity, conectividad, seguridad, sostenibilidad, redes de datos			
Planteamiento del problema			
La corporación universitaria UNITEC sede D cuenta con una capacidad de 430 estudiantes, este dato se calculó teniendo en cuenta la cantidad de salones en la sede por la capacidad de máxima tentativa de cada salón. Este cálculo se realizó dado a que por el momento no			

está disponible la información de la capacidad máxima de estudiantes de esta sede en el área de seguridad y salud de la universidad.

La universidad ofrece el servicio de conexión a internet mediante conexión WIFI y debido a la alta demanda y baja velocidad de conexión es difícil para los estudiantes tener una conexión estable y rápida para el desarrollo de sus actividades durante la jornada estudiantil.

Con el retorno a la presencialidad y alternancia en algunas carreras es necesario para los estudiantes conectarse a las clases mediante sus teléfonos inteligentes, tabletas, computadoras portátiles a la RED Wifi de la universidad, además la sede D no cuenta con salas de sistemas dotadas de computadores para que los estudiantes puedan realizar sus actividades desde allí.

Pregunta

¿Cómo diseñar una red inalámbrica a través de la implementación de una tecnología alternativa e innovadora de comunicación en la sede D de la corporación Universitaria UNITEC para mejorar la conexión de la comunidad educativa a internet?

Objetivos

Objetivo General:

Diseñar una red inalámbrica a través de la implementación de tecnología alternativa de comunicación para optimizar las conexiones a internet de la comunidad educativa en la sede D de la corporación Universitaria UNITEC.

Objetivos Específicos:

- Diagnosticar situación actual de conectividad en la sede D de la corporación universitaria UNITEC.

- Investigar información o proyectos anteriores que permitan caracterizar la tecnología LiFi.
- Consultar normatividad vigente en Colombia sobre la implementación y/o aplicación de la red LiFi.
- Definir recursos humanos, económicos y físicos para la implementación de una red LiFi en la sede D de la Corporación Universitaria UNITEC.

Marco teórico

Resuma únicamente los principales referentes teóricos o artísticos que siguió su trabajo. Señale los números de las páginas de su documento en los que se encuentra la información completa.

El internet ha permitido conectar a todas las personas en el mundo, simplificando las comunicaciones entre ellas, el acceso a la información, el mercado electrónico, la educación a distancias, transmisiones de audio, video, acceso a redes sociales y otras aplicaciones. Con el paso del tiempo la evolución del internet demanda mayores velocidades y anchos de banda, según las necesidades del mundo.(Regalado Jalca et al., 2018)

La revolución 4.0 donde el mundo se transforma y entre esta transformación está el internet con la llegada de IoT (Internet of Things), ya que además de conectar personas con personas o maquinas; ahora conectara a todo con todo, esto implica en las redes una mayor demanda de velocidad y ancho de banda para permitir la conexión estable de todo con todo en el hogar, en las empresas, en las instituciones educativas, en la industria y entre otros. (Leguizamón Páez, 2019)

El WIFI (Wireless Fidelity) es la tecnología que mediante enlaces inalámbricos permite que las personas accedan a internet desde los diferentes dispositivos de comunicación en el espectro radio eléctrico. La frecuencia de trabajo es de 2.4GHz y 5GHZ, y puede alcanzar velocidad hasta de 700Mbps(Regalado Jalca et al., 2018), LI-FI es una tecnología basada en VLC (Visible Light Communication), donde se transmiten datos

por medio del espectro visible el cual tiene un rango de 400-800THz, con velocidades hasta de 224Gbps(Leguizamón Páez et al., 2019)

La tecnología LI-FI tiene origen en 1880 cuando Alexander Graham Bell y su asistente Sarah Orr logran crear las comunicaciones inalámbricas mediante la luz con el fotófono, Luego en 2011 el doctor Harald Hass crea la tecnología LI-FI, transmitiendo datos mediante el espectro de luz visible a su computadora con una velocidad de 10Mbps. (Fiel, 2015)

LI-FI utiliza la luz visible para su funcionamiento, ya que transmite datos a través de lámparas LED codificando la información y modulándola en las frecuencias de trabajo de las lámparas Led, la información es enviada mediante bits al encender y apagar los LED a una velocidad alta que es imperceptible para el ojo humano.(Peñañiel, 2015) Las lámparas se conectan a los diferentes dispositivos mediante un fotodiodo y reciben toda la información, ellos traducen o decodifican la información transmitida por las fuentes de luz, donde según el color de luz emitida varia la velocidad de transmisión de datos. (Leguizamón Páez et al., 2019)

Método

Resuma únicamente los principales elementos metodológicos que empleó en su investigación. Señale los números de las páginas de su documento en los que se encuentra la información completa.

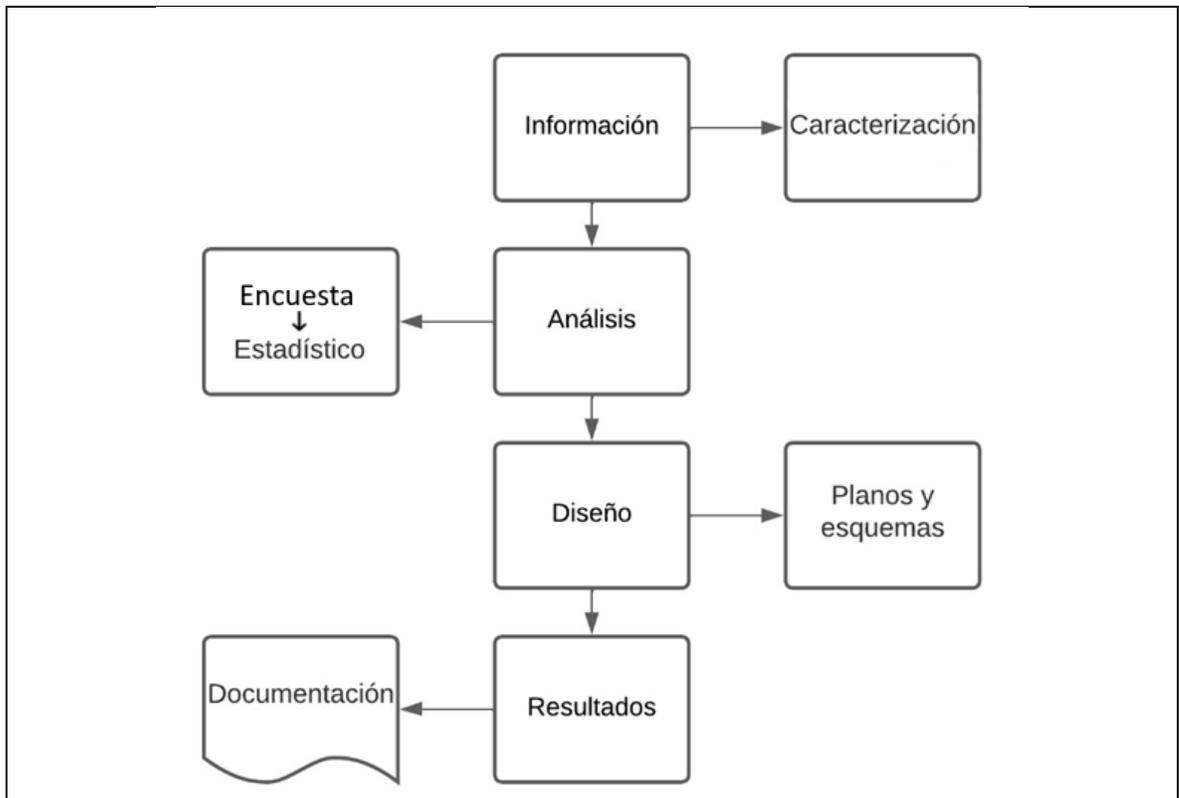


Figura 1. Flujo de ejecución metodológico

El flujo representa las cuatro diferentes fases y las acciones a tomar para resolver estas, a continuación, se detallan fases encontradas en el flujo:

- Información: Se realizará caracterización de la problemática y los diferentes actores que confluyen en esta, en esta etapa se elabora toda la justificación y preliminares que permitan desarrollar el proyecto.
- Análisis: Se realiza encuesta a la población afectada por la problemática. Se analizan los datos caracterizados, subjetivos, cuantitativos y cualitativos generados en la encuesta a la población, con este análisis se diagnosticará el real estado de la problemática y sus actores.
- Diseño: Con un diagnóstico claro, se realizarán planos de topología, estructurales y eléctricos de la sede D de la corporación Universitaria Unitec teniendo en cuenta las necesidades de la tecnología LI-FI y solo para el sector propuesto, adicional,

esquemas de conectividad, hojas de vida de equipos o dispositivos y demás documentación requerida.

- Resultados: Se creará documentación, lecciones aprendidas, pros y contras de un diseño de LI-Fi en un entorno real y la resolución de la hipótesis planteada.

Resultados, hallazgos u obra realizada

Presente el resumen de los principales resultados o hallazgos de su investigación o una sinopsis de la obra creada. Señale los números de las páginas de su documento en los que se encuentra la información completa.

- Gracias a la herramienta ejecutada encontramos que 51 estudiantes pueden llegar a conectar a la red inalámbrica de sede D de la corporación universitaria UNITEC alrededor de 95 dispositivos.
- El 58,8% de los estudiantes encuestados consideran que la conexión WIFI de la sede D de la corporación universitaria UNITEC es regular, el 29,4% aseguran que es malo y sólo un 11,8% lo perciben como bueno.
- En cuanto a velocidad el 86,3% de los estudiantes consultados considera que la red es lenta.
- El 80,4% de los estudiantes encuestados perciben que la red no es segura y sólo un 19,6% confía en la seguridad de la misma.
- Al ser consultados por la estabilidad de la conexión el 82,4% de los estudiantes indican que en algún momento esta red ha presentado intermitencias.

Conclusiones

Presente el resumen de las conclusiones a las que llegó. Señale los números de las páginas de su documento en los que se encuentra la información completa.

- La tecnología LIFI alcanza velocidades superiores a la tecnología WIFI.
- El cambio a LIFI requiere una inversión alta, ya que es necesario implementación en los dispositivos actuales periféricos que permitan la conexión LIFI; sin embargo, al ser una tecnología sostenible la inversión se recupera a largo plazo.
- Las redes LIFI ofrecer mayor seguridad que la redes WIFI, ya que no es posible conectarse desde el exterior por su principio de funcionamiento.

Productos derivados

Referencie los artículos, libros, capítulos de libro, ponencias, etc., que fueron resultado de su proceso investigativo.

- Alvarado Falcón, K. D., & Litardo Moyano, B. A. (2018). *Estudio de la Factibilidad Sobre el Uso y Seguridad Implicados en la Tecnología LI-FI (Light Fidelity) Contra la Tecnología WI-FI (Wireless Fidelity)* [Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/27025>
- Bach. Hinostraza Quijada, P. S. (2021). Diseño De Una Lan Lifi En La Institución Educativa Integrada San Ramon Para La Transmisión De Datos Chanchamayo. *Universidad Peruana Los Andes*, 1–20. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1592>
- Cárdenas Villavicencio, O. E., Molina Ríos, J. R., Morocho Román, R. F., Novillo Vicuña, J. P., & Moreno Sotomayor, G. R. (2017). Estudio entre las tecnologías WIFI – LIFI en la optimización del servicio de internet. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 2(8), 50. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol2iss8.2017pp50-53>
- CCNA desde Cero. (2022). *LiFi vs WiFi: Diferencias entre LiFi y WiFi* » CCNA desde Cero. Blog CCNA. <https://ccnadesdecero.es/lifi-wifi-diferencias/>
- Derrick, D. (2020). Design of a Light Fidelity (Li-Fi) Prototype Using Raspberry Pi. *The International Journal of Multi-Disciplinary Research*, 1–17.
- Gil Rincon, J. S., & Bautista Lopez, R. (2016). Diseño e implementación de red lifi para optimizar la transmisión de datos de forma inalámbrica y mejorar el tráfico de red en las empresas. *Universidad Cooperativa de Colombia*, 147(Junio), 27.
- Gómez Balarezo, F. A., & Chacha Pilco, A. D. (2017). Diseño e implementación de una red de comunicación a través de lifi para comparar el rendimiento con la red wifi para entornos cerrados. [Universidad Nacional de Chimborazo]. In *Universidad Nacional de Chimborazo*. <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7646/1/06678.pdf>

- Hossain, B., Hossain, S., Ali, M., Rahman, T., Chandro, R., Matin, F., & Haque, D. (2015). Evaluation and Critical Technical Study of Li-Fi Compared with Wi-Fi and WiMax Technology. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 9, 63–71.
- Leguizamón Páez, M. Á., Pineda, J. R., & Rodríguez Sánchez, E. C. (2019, June 28). LiFi y su integración con la internet de las cosas. *Https://Doi.Org/10.14483/2322939X.15281*, 45–56. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/vinculos/article/view/15281/15133>
- López, C. T. (2019). *El espectro electromagnético — Cuaderno de Cultura Científica*. Artículo 28 de 34. <https://culturacientifica.com/2016/08/16/el-espectro-electromagnetico/>
- Martínez Urrutia, W. (2020, June 8). Evaluación De Desempeño De Una Red De Comunicación Rs485+Li-Fi En La Ejecución De Un Sistema Ciber Físico. *Revista de Investigación Fundación Universitaria de America*, 1–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.29097/2011639X.297>
- Mondayapurath, R. (2021, April 8). *LiFi Technology: Towards an illuminating future in wireless communication | Blog Posts | Lumenci*. Lumenci Illuminating Innovation. <https://www.lumenci.com/post/lifi-technology-towards-an-illuminating-future-in-wireless-communication>
- Organización de las Naciones Unidas. (2023). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Peñafiel, J. E. (2015). Análisis de la tecnología Li-Fi: comunicaciones por luz visible como punto de acceso a Internet, una alternativa a la transmisión de datos en las comunicaciones inalámbricas. *Universidad Politécnica Salesiana*

Sede Cuenca, 1–104. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/7770>

Ramadhani, E., & Mahardika, G. P. (2018). The Technology of LiFi: A Brief Introduction. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 325(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/325/1/012013>

Regalado Jalca, J. J., Romero Castro, V. F., Azúa Menéndez, M. D. J., Murillo Quimiz, L. R., Parrales Anzúles, G. R., Campozano Pilay, Y. H., & Pin Pin, Á. L. (2018). Redes de computadoras. In *Redes de computadoras*. <https://doi.org/10.17993/ingytec.2018.32>

Schiliro, D. G. (2021, April 5). *Árbol de Problemas: Pieza fundamental de la MML*. UNTREF. <https://proyectosuntref.wixsite.com/proyectos/post/árbol-de-problemas-pieza-fundamental-de-la-mml>

T, E. (2016, January 11). *LiFi: una conexión a internet ultrarrápida*. Universidad Camilo José Ceña. <https://mastermarketingdigital.org/lifi-una-conexion-a-internet-ultrarrapida/>

**DISEÑO DE UNA RED LI-FI PARA OPTIMIZAR LA CONECTIVIDAD A
INTERNET EN LA SEDE D DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC**

**JAIRO GIOVANI MARTINEZ BUENO
ANDRÉS FERNANDO MENESES ARÉVALO**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC
ESCUELA DE INGENIERIA
INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ
2023**

**DISEÑO DE UNA RED LI-FI PARA OPTIMIZAR LA CONECTIVIDAD A
INTERNET EN LA SEDE D DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC**

**JAIRO GIOVANI MARTINEZ BUENO
ANDRÉS FERNANDO MENESES ARÉVALO**

**Proyecto para optar por el título de
ESPECIALISTA DE GERENCIA DE PROYECTOS**

**Asesor Metodológico
JUAN CARLOS GUZMAN**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC
ESCUELA DE INGENIERIA
INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES**

BOGOTÁ

2023

DEDICATORIA

Dedico este documento a Geraldin Castillo quien es una parte importante de mi vida y mi carrera profesional. **Andrés F. Meneses A.**

Dedico este trabajo a mi madre María Bueno; quien es mi ejemplo para seguir en la vida y de quien aprendí a hacer las cosas de manera correcta y con todo mi esfuerzo. **Jairo G. Martínez B.**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo de mi compañera de vida y mis padres quienes impulsaron toda mi carrera, especialización y vida profesional. **Andrés F. Meneses A.**

Agradezco a mis padres y mis hermanas por todo el apoyo y cariño a lo largo de toda mi carrera y vida profesional. **Jairo G. Martínez B.**

TABLA DE CONTENIDO

1	RESUMEN.....	18
2	INTRODUCCIÓN	19
3	PROBLEMA DE INVESTIGACION	20
3.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
3.2	FORMULACION DEL PROBLEMA	21
3.3	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	21
4	OBJETIVOS.....	22
4.1	OBJETIVO GENERAL	22
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
5	JUSTIFICACIÓN	23
6	HIPÓTESIS.....	25
7	MARCO DE REFERENCIA	26
7.1	ANTECEDENTES	26
7.2	MARCO TEÓRICO	28
7.3	MARCO ESPACIAL.....	31
7.4	MARCO LEGAL	32
8	DISEÑO METODOLÓGICO.....	35
8.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	35
8.2	DISEÑO METODOLOGICO	35
8.3	CRONOGRAMA.....	36
8.4	FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION	38
8.5	DELIMITACIÓN Y ALCANCE	39
8.6	RESULTADOS ESPERADOS	39

9	INSTRUMENTO Y HALLAZGOS	41
9.1	INSTRUMENTO 1	41
9.2	INSTRUMENTO 2	43
9.3	HALLAZGOS	44
9.4	CONCLUSIONES DE INSTRUMENTOS	45
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
11	BIBLIOGRAFIA	47

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Árbol de problemas.....	20
Figura 2 Sede D de la corporación universitaria UNITEC.	23
Figura 3 Espectro de luz visible.....	28
Figura 4 LI-FI. Conexión por medio de luz.....	29
Figura 5 Velocidad de WIFI según estándar.	30
Figura 6 Velocidad en WIFI según tipo de modulación.....	30
Figura 7 Diferencias entre WIFI y LI-FI	31
Figura 8 Flujo de ejecución metodológico.	35
Figura 9 Tabla de etapas y tiempos generada con la herramienta Project libre.	36
Figura 10 Cronograma generado por la herramienta Project libre..	37
Figura 11 Estructura red LI-FI	40
Figura 12 Participación de cada pregunta en encuesta.....	43
Figura 13 Prueba de velocidad mediante conexión wifi en la sede D de UNITEC	44

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ventajas y desventajas LI-FI.	29
Tabla 2 Marco Legal LI-FI.	32
Tabla 3 Tabla respuestas de encuesta.	41

1 RESUMEN

En el desarrollo de este trabajo se identificó la problemática de conectividad de la sede D de la corporación universitaria UNITEC, a partir de esto se plantean la metodología, herramientas de investigación para diseñar una solución para mejorar la conectividad de dicha sede.

El diseño de una red híbrida donde la tecnología Light Fidelity o LI-FI al tener mejores características de velocidad, seguridad y sostenibilidad, entran a apoyar el funcionamiento de la red WIFI de la sede D de la corporación universitaria UNITEC; beneficiando a la comunidad educativa al permitir que 800 dispositivos se conecten en simultánea y su conexión sea estable.

En la primera fase se realizaron los pasos como levantamiento de la información al caracterizar la red LI-FI, diseño metodológico, cronograma de actividades necesarias y fases del proyecto a desarrollar para lograr el diseño de la red LI-FI para la mejora de la conectividad de la red LI-FI.

«Palabras clave» Light Fidelity, conectividad, seguridad, sostenibilidad, redes de datos

2 INTRODUCCIÓN

Las comunicaciones han evolucionado a través de los años y la demanda de recursos en la red se ha incrementado, las características de velocidad, estabilidad y ancho de banda de la tecnología WIFI ya no dan abasto para suplir las necesidades de las comunidades estudiantiles, industriales, empresariales y entre otras para desarrollar sus actividades cotidianas.

Dado lo anterior es necesario buscar nuevas tecnologías que apoyen a las redes WIFI a suplir las necesidades de los usuarios y mejorar la calidad del servicio, ofertando mayor estabilidad, seguridad y sostenibilidad en el futuro.

Light Fidelity o LI-FI es una tecnología de comunicación innovadora que transmite información a través del espectro de luz visible usando como dispositivos transmisores bombillos led y como infraestructura, las redes de energía de los edificios. Estas características hacen que LI-FI sea más segura, rápida, sostenible y económica que otras tecnologías de transmisión.

En la sede D de la corporación universitaria UNITEC se forman los futuros profesionales y profundizan sus estudios quienes ya se desempeñan en el ámbito laboral, sumado al personal administrativo y docentes de esta sede forman una comunidad que requiere una conexión lo suficientemente apta para realizar sus actividades diarias académicas y así ser competitivos profesionalmente; debido a lo anterior LI-FI se presenta como una alternativa viable para complementar la conexión que se ofrece por medio de WIFI.

3 PROBLEMA DE INVESTIGACION

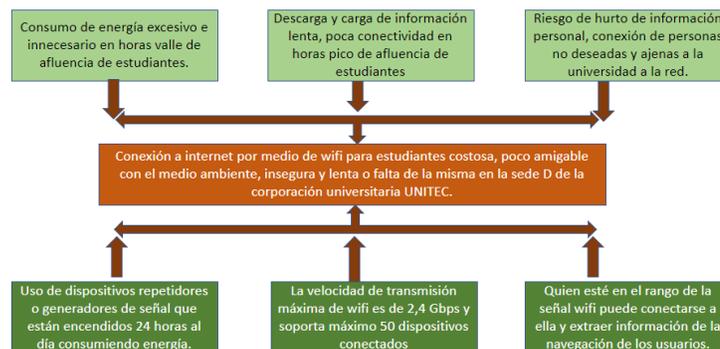
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La corporación universitaria UNITEC sede D cuenta con una capacidad de 430 estudiantes, este se calculó teniendo en cuenta la cantidad de salones en la sede por la capacidad de máxima tentativa de cada salón. Este cálculo se realizó dado a que por el momento no está disponible la información de la capacidad máxima de estudiantes de esta sede en el área de seguridad y salud de la universidad.

La universidad ofrece el servicio de conexión a internet mediante conexión Wifi, debido a la alta demanda y baja velocidad de conexión es difícil para los estudiantes tener una conexión estable y rápida para el desarrollo de sus actividades durante la jornada estudiantil.(CCNA desde Cero, 2022)

Con el retorno a la presencialidad y alternancia en algunas carreras es necesario para los estudiantes conectarse a las clases mediante sus teléfonos inteligentes, tabletas, computadoras portátiles a la RED Wifi de la universidad, además la sede D no cuenta con salas de sistemas dotadas de computadores para que los estudiantes puedan realizar sus actividades desde allí. En la figura 1 se describe el análisis de la problemática mediante el árbol de problemas. (Schiliro, 2021)

Figura 1
Árbol de problemas



Nota. La figura presenta árbol de problemas según la problemática planteada. Fuente: Elaboración propia.

3.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo diseñar una red inalámbrica a través de la implementación de una tecnología alternativa e innovadora de comunicación en la sede D de la corporación Universitaria UNITEC para mejorar la conexión de la comunidad educativa a internet?

3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cómo mejorar la conectividad la conectividad de la sede D de la Corporación Universitaria UNITEC a través de una red L-IFI?
- ¿De qué manera se puede aumentar la velocidad de navegación por internet en la sede D de la Corporación Universitaria UNITEC?
- ¿Cuál es la capacidad máxima de dispositivos que se pueden conectar en una red LI-FI en la sede D de la Corporación Universitaria UNITEC?

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una red inalámbrica a través de la implementación de tecnología alternativa de comunicación para optimizar las conexiones a internet de la comunidad educativa en la sede D de la corporación Universitaria UNITEC

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar situación actual de conectividad en la sede D de la corporación universitaria UNITEC.
- Investigar información o proyectos anteriores que permitan caracterizar la tecnología LI-FI.
- Consultar normatividad vigente en Colombia sobre la implementación y/o aplicación de la red LI-FI.
- Definir recursos humanos, económicos y físicos para la implementación de una red LI-FI en la sede D de la Corporación Universitaria UNITEC.

5 JUSTIFICACIÓN

El acceso a la información rápida, oportuna y segura permite a la comunidad estudiantil estar a la vanguardia de la educación y responder a los retos de la vida profesional. En la sede D de la corporación Universitaria UNITEC se forman los futuros profesionales y también se profundiza la educación de quienes ya están desempeñándose en el ámbito laboral. Debido a la alta demanda y baja velocidad de conexión de la red Wifi actual, es difícil para los estudiantes tener una conexión estable, rápida, segura y sostenible para el desarrollo de sus actividades.(Bach. Hinostraza Quijada, 2021)

Figura 2

Sede D de la corporación universitaria UNITEC.



Nota. La figura presenta la sede D de la corporación universitaria UNITEC. Fuente: Elaboración propia.

La alta demanda de recursos tecnológicos que ofrezcan mayor capacidad en velocidad, banda ancha y entre otros atributos, para conexiones múltiples que garanticen una navegación rápida, estable y segura está presente en instituciones educativas; la saturación de las tecnologías actuales por el crecimiento de la transmisión de datos multimedia. (Leonardo Camargo, 2014) Debido a esto se busca beneficiar a las comunidades en instituciones educativas, conservación y reducción del consumo de recursos energéticos, migrando a tecnologías más rápidas, seguras y amigables con el medio ambiente y así aportar a los objetivos de desarrollo sostenible propuestos por la ONU. (Organización de las Naciones Unidas, 2023)

Viendo esta necesidad nuestro proyecto busca diseñar un sistema de comunicación inalámbrica por medio de las fuentes de luz (LI-FI) de la sede D de la Corporación Universitaria UNITEC, que permita proveer a la comunidad educativa de conectividad a internet y servicios tecnológicos, de manera rápida, estable y sostenible para llevar a cabo sus actividades académicas eficientemente.

Esta tecnología innovadora ofrece velocidades de hasta 10 Mbps, lo cual permite transferencia de gran cantidad de información en menor tiempo; además, al usar un espectro de luz que va desde los 385 a 789 THz no sufre de interferencia con otras tecnologías inalámbricas. (Cárdenas Villavicencio et al., 2017)

Las redes de LI-FI son más seguras, pues solo pueden acceder a ellas las personas que se encuentran en el campo de alcance de la Luz visible, lo cual no da espacio a que personas ajenas a la universidad se conecten a la red o capten la información, también, es sostenible pues disminuye el consumo de energía, esto lo logra pues sus dispositivos de comunicación son los mismos led de iluminación del edificio, no necesita de dispositivos repetidores o generadores que estén encendidos por tiempos indefinidos y consumiendo energía. (Cárdenas Villavicencio et al., 2017)

6 HIPÓTESIS

El diseño de una red LI-FI, como complemento de la red WIFI permitirá sentar las bases teóricas para mejorar la conexión en la sede D de la corporación universitaria UNITEC; agregando seguridad a la información que se comparte en la red, aumentando la velocidad de subida y bajada de información y disminuirá el consumo energético dado que se reducirá el número de dispositivos repetidores de señal y se usarán bombillos LED para transmitir la información.

7 MARCO DE REFERENCIA

7.1 ANTECEDENTES

En la sede D de la corporación universitaria UNITEC se forman los futuros profesionales y también profundizan sus estudios, con especializaciones, quienes ya se desempeñan en el ámbito laboral; esto crea la necesidad de tener una conexión rápida, segura y sostenible para toda la comunidad estudiantil (estudiantes y profesores); aquí tenemos una gran oportunidad a través de tecnologías de comunicación alternativas como LI-FI.

La tesis “Análisis De La Tecnología LI-FI: Comunicaciones Por Luz Visible Como Punto De Acceso A Internet, Una Alternativa A La Transmisión De Datos En Las Comunicaciones Inalámbricas.” (Peñañiel, 2015) Desarrollada por Jesús Estuardo Peñañiel Peñañiel para la Universidad Politécnica Salesiana, recopila los conceptos básicos de la tecnología LI-FI, su origen y evolución. Demuestra que esta tecnología se presenta como una alternativa viable a nivel técnico proponiendo posibles técnicas de modulación y demodulación, además, de prever posibles causas de ruido y propone soluciones para mitigarlo y así tener una red inalámbrica más robusta y estable.

Por otro lado, Wilmar Martínez Urrutia en el texto “Evaluación De Desempeño De Una Red De Comunicación Rs485+Li-Fi En La Ejecución De Un Sistema Ciber Físico.” (Martínez Urrutia, 2020) para la Universidad Militar Nueva Granada, analiza el funcionamiento de la red LI-FI a través del parpadeo de una luz LED que transmite en el espectro de luz visible y profundiza en el rendimiento de esta red. Además de demostrar que esto evita la saturación e interferencia del espectro electromagnético que se usa para WI-FI, así mismo vemos mejoras en el consumo energético lo cual es muy importante para tener un sistema de comunicaciones sostenible y amigable con el medio ambiente.

Otros elementos importantes que podemos analizar son; la alta velocidad de transmisión de datos y poca interferencia que maneja LI-FI comparado con WI-FI, lo cual lo hace un sistema factible para edificios cerrados como nos demuestran Fernando Aníbal Gómez Balarezo y Alex David Chacha Pilco en el trabajo de grado “Diseño E Implementación De Una Red De Comunicación A Través De LI-FI Para Comparar El Rendimiento Con La Red Wifi Para Entornos Cerrados”(Gómez Balarezo & Chacha Pilco,

2017) para la Universidad de Chimborazo, también proponen algunos lugares, como minas o hospitales, donde esta tecnología es apropiada pues al no usar el espectro de radiofrecuencia no interfiere en redes de comunicaciones.

Un aspecto que ha venido tomando gran relevancia con la masificación de la data es la seguridad de la información. Como nos demuestran Karen Daniella Alvarado Falcón y Boris Andrés Litardo Moyano en el proyecto de titulación “Estudio De La Factibilidad Sobre El Uso Y Seguridad Implicados En La Tecnología LI-FI (Light Fidelity) Contra La Tecnología WI-FI (Wireless Fidelity)” (Alvarado Falcón & Litardo Moyano, 2018) para la Universidad de Guayaquil, LI-FI ofrece una opción más segura, pues al transmitir en el espectro de luz visible y no atravesar paredes; solo los usuarios que se encuentran en este rango o lugar pueden conectarse y compartir información a través de esta red.

Darry Derrick en el artículo de investigación “Design of a Light Fidelity (Li-Fi) prototype using Raspberry Pi. With globalization and the thirst for connectivity” (Derrick, 2020) para The International Journal of Multi-Disciplinary Research, nos muestran la factibilidad de usar e implementar una red LI-FI, utilizando componentes que están a nuestro alcance como una tarjeta Raspberry Pi y el lenguaje de programación Python, podemos hacer un modelo práctico de esta red inalámbrica y hacer mediciones reales de rendimiento, velocidad y latencia.

En el mismo sentido de lo ya expuesto, Biplob Hossain y Selim Hossain en el texto “Evaluation and Critical Technical Study of Li-Fi Compared with Wi-Fi and WiMax Technology” (Hossain et al., 2015) para la revista American Journal of Engineering Research (AJER), comparan LI-FI con otras tecnologías inalámbricas como WI-FI y WIMAX y demuestran que ofrecen mayores velocidades de transmisión, además, destacan la seguridad de este tipo de redes, su sustentabilidad y bajo costo.

En conclusión, LI-FI es una tecnología alternativa, viable técnicamente, que se puede implementar en la sede D de la corporación universitaria UNITEC, que es más segura, rápida y sostenible y que nos puede dar una solución a la problemática que tenemos en materia de conexión en esta sede.

7.2 MARCO TEÓRICO

El internet ha permitido conectar a todas las personas en el mundo, simplificando las comunicaciones entre ellas, el acceso a la información, el mercado electrónico, la educación a distancias, transmisiones de audio, video, acceso a redes sociales y otras aplicaciones. Con el paso del tiempo la evolución del internet demanda mayores velocidades y anchos de banda, según las necesidades del mundo.(Regalado Jalca et al., 2018)

La revolución 4.0 donde el mundo se transforma y entre esta transformación está el internet con la llegada de IoT (Internet of Things), ya que además de conectar personas con personas o maquinas; ahora conectara a todo con todo, esto implica en las redes una mayor demanda de velocidad y ancho de banda para permitir la conexión estable de todo con todo en el hogar, en las empresas, en las instituciones educativas, en la industria y entre otros. (Leguizamón Páez, 2019)

El WIFI (Wireless Fidelity) es la tecnología que mediante enlaces inalámbricos permite que las personas accedan a internet desde los diferentes dispositivos de comunicación en el espectro radio eléctrico. La frecuencia de trabajo es de 2.4GHZ y 5GHZ, y puede alcanzar velocidad hasta de 700Mbps(Regalado Jalca et al., 2018), LI-FI es una tecnología basada en VLC (Visible Light Communication), donde se transmiten datos por medio del espectro visible el cual tiene un rango de 400-800THz, con velocidades hasta de 224Gbps(Leguizamón Páez et al., 2019)

Figura 3

Espectro de luz visible.



Nota. La figura presenta el espectro de luz visible el cual usa la tecnología LI-FI.

Fuente:(López, 2019)

La tecnología LI-FI tiene origen en 1880 cuando Alexander Graham Bell y su asistente Sarah Orr logran crear las comunicaciones inalámbricas mediante la luz con el

teléfono, Luego en 2011 el doctor Harald Hass crea la tecnología LI-FI, transmitiendo datos mediante el espectro de luz visible a su computadora con una velocidad de 10Mbps. (Fiel, 2015)

Figura 4

LI-FI. Conexión por medio de luz.



Nota. La figura representa una conexión LI-FI. Fuente:(T, 2016)

LI-FI utiliza la luz visible para su funcionamiento, ya que transmite datos a través de lámparas LED codificando la información y modulándola en las frecuencias de trabajo de las lámparas Led, la información es enviada mediante bits al encender y apagar los LED a una velocidad alta que es imperceptible para el ojo humano.(Peñañiel, 2015) Las lámparas se conectan a los diferentes dispositivos mediante un fotodiodo y reciben toda la información, ellos traducen o decodifican la información transmitida por las fuentes de luz, donde según el color de luz emitida varía la velocidad de transmisión de datos. (Leguizamón Páez et al., 2019) Las ventajas y desventajas de la tecnología LI-FI se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 1

Ventajas y desventajas LI-FI.

Ventajas	Desventajas
Los Led tienen una larga vida útil, llegan hasta 50.000 horas sin perder su rendimiento luminoso.	El alcance es máximo de 10 metros o la cobertura de la lámpara que emite la luz y transmisión de datos.
Consumen menos energía y tiene una eficiencia alta.	No pueden atravesar paredes debido a su principio de funcionamiento

Tienen más seguridad debido a que solo se puede usar en el alcance la luz.	
Alta velocidad de transmisión y mayor ancho de banda en comparación a WIFI	

Nota. La tabla presenta las ventajas y desventajas de LI-FI. Fuente: Elaboración propia.

Las velocidades en WIFI y LI-FI varían según el estándar de comunicación y tipo de modulación, a continuación, se muestran las velocidades de cada tecnología según el estándar de comunicación en el cual trabajan. (Ramadhani & Mahardika, 2018)

Figura 5

Velocidad de WIFI según estándar.

Standard	Release Date	Max Speed
802.11b	1999	11 Mbps
802.11a	1999	54 Mbps
802.11g	2002	54 Mbps
802.11n	2007	72-600 Mbps
802.11ac	2013	433 Mbps – 1.3 Gps

Nota: La figura presenta la velocidad de WIFI según su estándar. Fuente: (Ramadhani & Mahardika, 2018)

Figura 6

Velocidad en WIFI según tipo de modulación.

Modulation	Data Rate
OOK	803 Mbps
OFDM	2.1 Gbps
DMT	3.4 Gbps
PPM	30 Mbps
PAM	20Mbps
CAP	1.1 Gbps

Nota. La figura presenta la velocidad de WIFI según su modulación. Fuente: (Ramadhani & Mahardika, 2018)

Figura 7
Diferencias entre WIFI y LI-FI

Parameter	LI-FI	WiFi
Transmitter	LED	Antenna
Receiver	LED	Antenna
Inbuilt Device	Under research and development	WiFi Card/Chip
Average Operation Speed	Greater than 10Gbps (under research)	150-600 Mbps
Frequency band	1000 times of THz	2.4 GHz
Standard	IEEE 802.15.xx	IEEE 802.11xx
No of users	All over under the lamp.	Depend on access point.
Data Transmission	Bits	Radio waves
Coverage Area	10 meters	20 – 100 meters varies based on type of transmission power and antenna
Interference	No interference issues with RF waves	Interference with neighbor AP routers
Topology	Point to Point	Point to Multipoint
Communication	Based on Visible Light Communication	Based on Radio Frequency Communication
Efficiency	More, LEDs consume less energy and highly efficient	Less, Radio Base Stations consume high amount of energy
Availability	Anywhere, available in airplanes and underwater	Limited
Secure	More secure because light waves cannot penetrate through walls and cannot be intercept by anyone outside the illumination of LED	Less secure because of high penetrating power of radio waves, anyone can intercept
Network topology	Point-to-point	Point- to- multipoint
Suitability	Suitable for high data rates and secure communication	Suitable for Aps with high coverage regions
Signal-to-Noise Ratio	Very high	Maybe more
Power consumption	Less	More
Environment Impact	Low	Medium

Nota. La figura muestra las diferencias entre WIFI y LI-FI, según sus características físicas y de funcionamiento. Fuente: (Ramadhani & Mahardika, 2018)

7.3 MARCO ESPACIAL

Este Proyecto pretende realizar un diseño para la sede de Posgrados de la corporación universitaria sede D, sin embargo, este diseño se puede replicar a futuros en instituciones de educación superior, empresas, escuelas, industria e incluso en hogar. De acuerdo con lo consultados en los antecedentes del problema se han visto aplicaciones de la tecnología inalámbrica LI-FI para los lugares mencionados, incluso se ha manejado como un híbrido en el hogar, donde mejoran su conectividad mezclando la tecnología WIFI y LI-FI.

7.4 MARCO LEGAL

A nivel internacional y colombiana existen normatividad que pretenden proteger a los consumidores o usuarios sobre el uso de los productos y servicios tecnológicos, ya que se deben cumplir con estándares de calidad; para las redes LI-FI se consultaron y a continuación se relacionan en la siguiente tabla todo lo relacionado con el marco legal a tener en cuenta en el momento del diseño de la RED LI-FI que se desarrolla en este proyecto.

Tabla 2
Marco Legal LI-FI.

Ley/norma/estándar	Título	Descripción	Enlace
Estándar IEEE 802.11 - 2020	IEEE Standard for Information Technology-- Telecommunications and Information Exchange between Systems - Local and Metropolitan Area Networks-- Specific Requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications	Establece los protocolos que permiten la comunicación inalámbrica, adicional establece el protocolo de modulación OFDM (Multiplexaje por División de Frecuencias Ortogonales) el cual es usado en Li-Fi (numeral 17 página 2801)	https://standards.ieee.org/ieee/802.11/7028/

Estándar IEEE 802.15.7 - 2018	IEEE Standard for Local and metropolitan area networks-- Part 15.7: Short-Range Optical Wireless Communications	Se definen una capa física (PHY) y una subcapa de control de acceso al medio (MAC) para comunicaciones inalámbricas ópticas (OWC) de corto alcance en medios ópticamente transparentes que utilizan longitudes de onda de luz de 10 000 nm a 190 nm.	https://standards.ieee.org/ieee/802.15.7/6820/
Estándar IEEE 802.15.13 - Draft	IEEE Draft Standard for Multi-Gigabit per Second Optical Wireless Communications (OWC), with Ranges up to 200 meters, for both stationary and mobile devices	Este estándar define el protocolo y el equipo de red compatible para las comunicaciones inalámbricas ópticas y su funcionamiento como una red de área personal inalámbrica óptica (OWPAN)	https://standards.ieee.org/ieee/802.15.13/10269/
Ley 1341 de 2009	principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones	Ley Colombiana que entre otras cosas gestiona y controla el espectro radioeléctrico regulando las frecuencias que para el caso del LI-Fi este podría usar en Colombia.	https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4818/1/S110124_es.pdf https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36913

<p>Ley 697 DE 2001</p>	<p>Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>Ley Colombiana que, para el caso de LI-FI, su desarrollo en Colombia es sustentable debido al Artículo 3 Uso eficiente de energía</p>	<p>https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=4449</p>
-------------------------------	--	--	--

Nota. La tabla presenta el marco legal posible para LI-FI Fuente: Elaboración propia.

8 DISEÑO METODOLÓGICO

8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

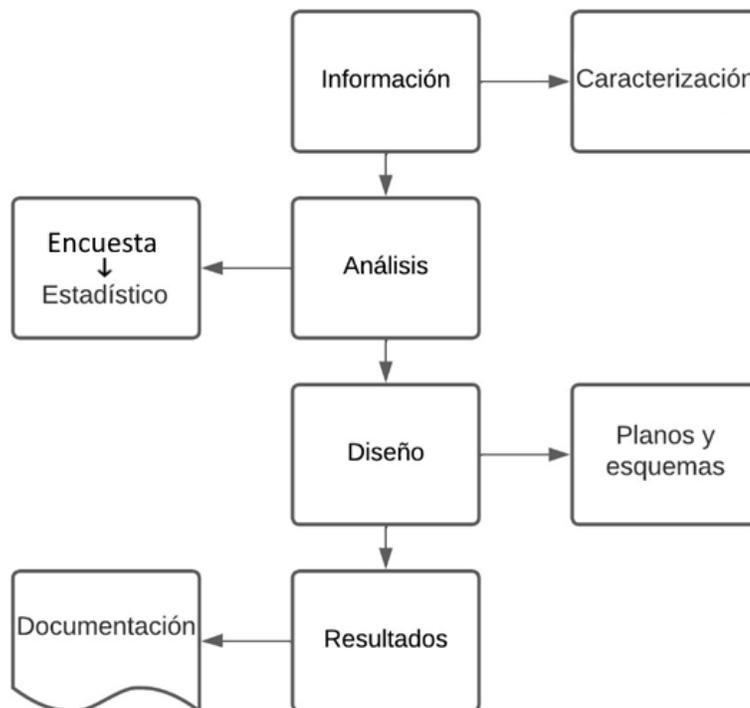
El tipo de investigación es cuantitativa y cualitativa, donde las variables a analizar son velocidad de la RED, ancho de banda, números de conexiones, latencia a nivel cuantitativo y la percepción de los estudiantes que toman clases en la sede D de la corporación universitaria UNITEC.

8.2 DISEÑO METODOLOGICO

El proyecto se ejecuta mediante el flujo metodológico presentado en la figura 8

Figura 8

Flujo de ejecución metodológico.



Nota. La figura muestra el flujo metodológico del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

El flujo representa las cuatro diferentes fases y las acciones a tomar para resolver estas, a continuación, se detallan fases encontradas en el flujo:

- **Información:** Se realizará caracterización de la problemática y los diferentes actores que confluyen en esta, en esta etapa se elabora toda la justificación y preliminares que permitan desarrollar el proyecto.
- **Análisis:** Se realiza encuesta a la población afectada por la problemática. Se analizan los datos caracterizados, subjetivos, cuantitativos y cualitativos generados en la encuesta a la población, con este análisis se diagnosticará el real estado de la problemática y sus actores.
- **Diseño:** Con un diagnóstico claro, se realizarán planos de topología, estructurales y eléctricos de la sede D de la corporación Universitaria UNITEC teniendo en cuenta las necesidades de la tecnología LI-FI y solo para el sector propuesto, adicional, esquemas de conectividad, hojas de vida de equipos o dispositivos y demás documentación requerida.
- **Resultados:** Se creará documentación, lecciones aprendidas, pros y contras de un diseño de LI-FI en un entorno real y la resolución de la hipótesis planteada.

8.3 CRONOGRAMA

Teniendo en cuenta el flujo metodológico, se procede a crear cronograma plasmando fases y actividades, para esto, se hizo uso de la herramienta Project Libre para así poder generar diagrama de Gantt correspondiente.

Figura 9

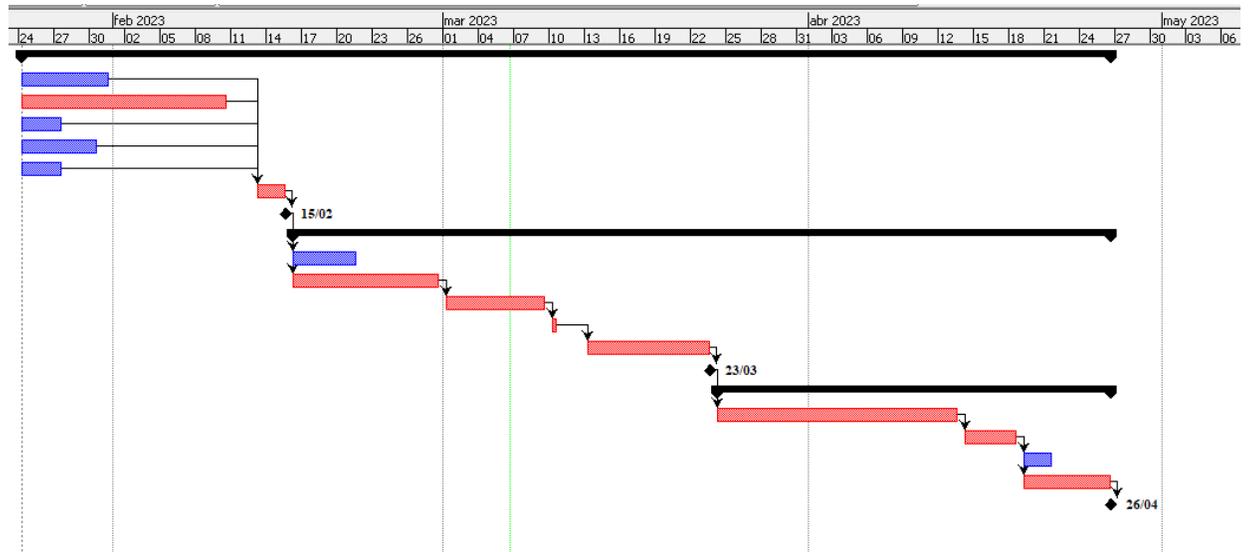
Tabla de etapas y tiempos generada con la herramienta Project libre.

	Nombre	Duracion	Inicio	Terminado	Predecesores
1	Fase 1: Levantamiento de información	67 days?	24/01/23 08:00 AM	26/04/23 05:00 PM	
2	Caracterizar Universidad Sede D	6 days?	24/01/23 08:00 AM	31/01/23 05:00 PM	
3	Investigar Antecedentes	14 days?	24/01/23 08:00 AM	10/02/23 05:00 PM	
4	Identificar Fuentes De Información	4 days?	24/01/23 08:00 AM	27/01/23 05:00 PM	
5	Caracterizar Red LFI y WIFI	5 days?	24/01/23 08:00 AM	30/01/23 05:00 PM	
6	Consultar Normatividad	4 days?	24/01/23 08:00 AM	27/01/23 05:00 PM	
7	Definir Herramienta De Recolección De Datos	3 days?	13/02/23 08:00 AM	15/02/23 05:00 PM	6;2;3;4;5
8	Fin Fase 1	0 days?	15/02/23 05:00 PM	15/02/23 05:00 PM	7
9	Fase 2: Análisis y Diagnóstico.	50 days?	16/02/23 08:00 AM	26/04/23 05:00 PM	
10	Analizar Alcance	4 days?	16/02/23 08:00 AM	21/02/23 05:00 PM	8
11	Estimar Recursos	9 days?	16/02/23 08:00 AM	28/02/23 05:00 PM	8
12	Analizar Riesgos	7 days?	1/03/23 08:00 AM	9/03/23 05:00 PM	11
13	Verificar Viabilidad Del Proyecto	1 day?	10/03/23 08:00 AM	10/03/23 05:00 PM	12
14	Aplicación De La Herramienta de Recolección De Datos	9 days?	13/03/23 08:00 AM	23/03/23 05:00 PM	13
15	Fin Fase 2	0 days?	23/03/23 05:00 PM	23/03/23 05:00 PM	14
16	Fase 3: Diseñor De Solución	24 days?	24/03/23 08:00 AM	26/04/23 05:00 PM	
17	Crear Planos	15 days?	24/03/23 08:00 AM	13/04/23 05:00 PM	15
18	Planificar Uso De Recursos	3 days?	14/04/23 08:00 AM	18/04/23 05:00 PM	17
19	Cotizar Stock De Dispositivos En Mercado Local	3 days?	19/04/23 08:00 AM	21/04/23 05:00 PM	18
20	Definir Estándares De Calidad	6 days?	19/04/23 08:00 AM	26/04/23 05:00 PM	18
21	Fin Fase 3	0 days?	26/04/23 05:00 PM	26/04/23 05:00 PM	20

Nota. La figura muestra las etapas del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Figura 10

Cronograma generado por la herramienta Project libre..



Nota. La figura muestra el diagrama de Gantt del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detallan fases y actividades presentadas en la tabla 3 y la figura 8

- **Fase 1: Levantamiento de Información.**

- **Caracterizar Universidad sede D:** Por medio de planos e información en documentos oficiales de la universidad se hará un estudio (encuesta) del edificio de la sede D de la Corporación Universitaria UNITEC.
- **Investigar antecedentes:** Se consultarán, estudios, artículos, bases de datos que contengan información sobre la red LI-FI aplicada en otros edificios, así como también estudios realizados en la universidad sobre redes inalámbricas.
- **Identificar fuentes de información:** Se filtra la información recolectada en el punto anterior a fin de usar solamente los relevantes y aplicables a este proyecto para crear una base de datos propia.
- **Caracterizar red LI-FI y WIFI:** Identificar las características propias de cada red inalámbrica con el fin de comparar los aspectos técnicos teóricos y prácticos para demostrar los resultados esperados.
- **Consultar normatividad:** Conocer las normas vigentes a nivel de leyes colombianas y especificaciones técnicas que se pueden aplicar.

- **Definir herramienta de recolección de datos:** Escoger la herramienta de captura de datos para tener estadísticas y situación actual del servicio.
- **Fase 2: Análisis y Diagnóstico.**
 - **Analizar alcance:** Luego de tener la información anterior, se verificará si el alcance inicial se ajusta o se conserva.
 - **Estimar recursos:** Se levantará información de los recursos humanos y físicos necesarios para la implementación.
 - **Analizar riesgos:** Se determinarán los riesgos que se corren con la aplicación de la tecnología LI-FI en la sede D de la Corporación Universitaria UNITEC.
 - **Verificar viabilidad del proyecto:** Se analizará si el proyecto es viable para usar en la Sede D de la universidad.
 - **Aplicación de la herramienta de recolección de datos:** Se ejecutará la recolección de datos por el medio que se definió anteriormente para determinar la satisfacción de los usuarios con la red WIFI actual.
- **Fase 3: Diseño de Solución.**
 - **Crear planos:** Se crearán los planos de implementación en el edificio de la sede D de la Corporación Universitaria UNITEC.
 - **Planificar uso de recursos:** Se programará la destinación de los recursos en tiempo y cantidades.
 - **Cotizar Stock de dispositivos en mercado local:** Consultar los costos de los dispositivos que se usarán para la implementación del proyecto.
 - **Definir estándares de calidad:** Se definirán los parámetros técnicos y de implementación que serán permitidos para prestar el mejor servicio con esta red inalámbrica.

8.4 FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION

Mediante las encuestas de percepción y satisfacción de la comunidad estudiantil, donde se califica la calidad del servicio de conectividad a internet de la sede D de UNITEC; y pruebas técnicas para medir variables en la RED como velocidad, latencia, ancho de banda

y otras más. Se pretende caracterizar la RED actual y realizar pruebas de verificación del funcionamiento del diseño de la RED LI-FI a lo largo de esta investigación.

8.5 DELIMITACIÓN Y ALCANCE

El diseño de la RED LI-FI y desarrollo de esta investigación, está planeado para la sede D de la corporación universitaria UNITEC, donde se busca beneficiar a la comunidad estudiantil al mejorar la conectividad a internet de dicha sede.

8.6 RESULTADOS ESPERADOS

- **VELOCIDAD Y ESTABILIDAD DE CONEXIÓN**

La comunicación LI-FI usa el espectro de luz visible de 380nm a 750nm; la transmisión de datos de la tecnología LI-FI alcanza velocidades de 20 Gb/s. (Peñañiel, 2015)

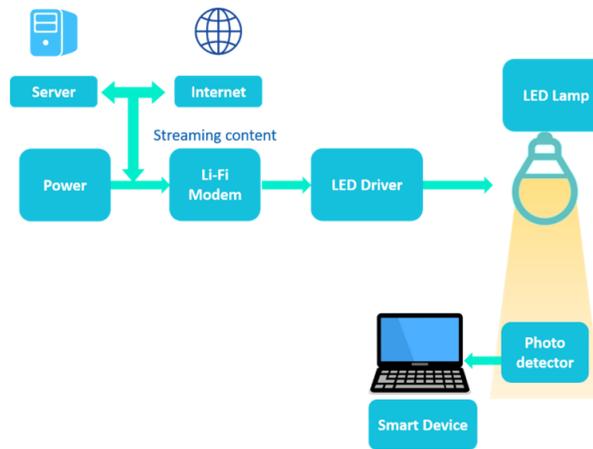
- **SEGURIDAD EN LA RED**

La conexión de la red LI-FI se genera punto a multipunto, donde los datos se envían por medio de un haz de luz que no puede atravesar muros o similares; la hace más segura ya que los terceros no pueden interferirla.(Gil Rincon & Bautista Lopez, 2016)

- **SOSTENIBILIDAD**

La tecnología LI-FI reduce el consumo energético, ya que usa la luz visible emitida por medio de LED's para realizar la transmisión de datos. (Gil Rincon & Bautista Lopez, 2016)

Figura 11
Estructura red LI-FI



Nota. La figura representa el diagrama de bloques de una red LI-FI. Fuente: (Mondayapurath, 2021)

9 INSTRUMENTO Y HALLAZGOS

9.1 INSTRUMENTO 1

Haciendo uso de un formulario de Google se llevó a cabo una encuesta a 51 estudiantes que toman clases en la sede D de la corporación Universitaria UNITEC con el fin de conocer los niveles de satisfacción y percepción de la red en esta sede, al ejecutar la herramienta se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la tabla 3:

Tabla 3

Tabla respuestas de encuesta.

Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5
2	Malo	No	No	Si
2	Bueno	Si	Si	No
1	Regular	No	No	Si
1	Malo	No	No	No
2	Regular	No	No	Si
1	Malo	No	No	Si
2	Regular	No	Si	Si
2	Regular	No	No	Si
1	Malo	No	No	Si
1	Regular	No	No	Si
1	Regular	No	Si	Si
1	Regular	No	No	Si
3	Regular	No	No	Si
1	Malo	Si	Si	No
1	Malo	No	No	Si
2	Regular	No	No	Si
2	Regular	No	No	Si
3	Bueno	No	No	No
1	Malo	No	No	Si
2	Regular	No	No	Si
2	Bueno	Si	Si	No
3	Regular	No	No	Si
2	Regular	No	No	Si
1	Malo	No	No	Si
3	Malo	No	No	Si
1	Regular	No	No	Si
3	Bueno	Si	Si	No
3	Regular	No	No	Si
2	Regular	No	No	Si

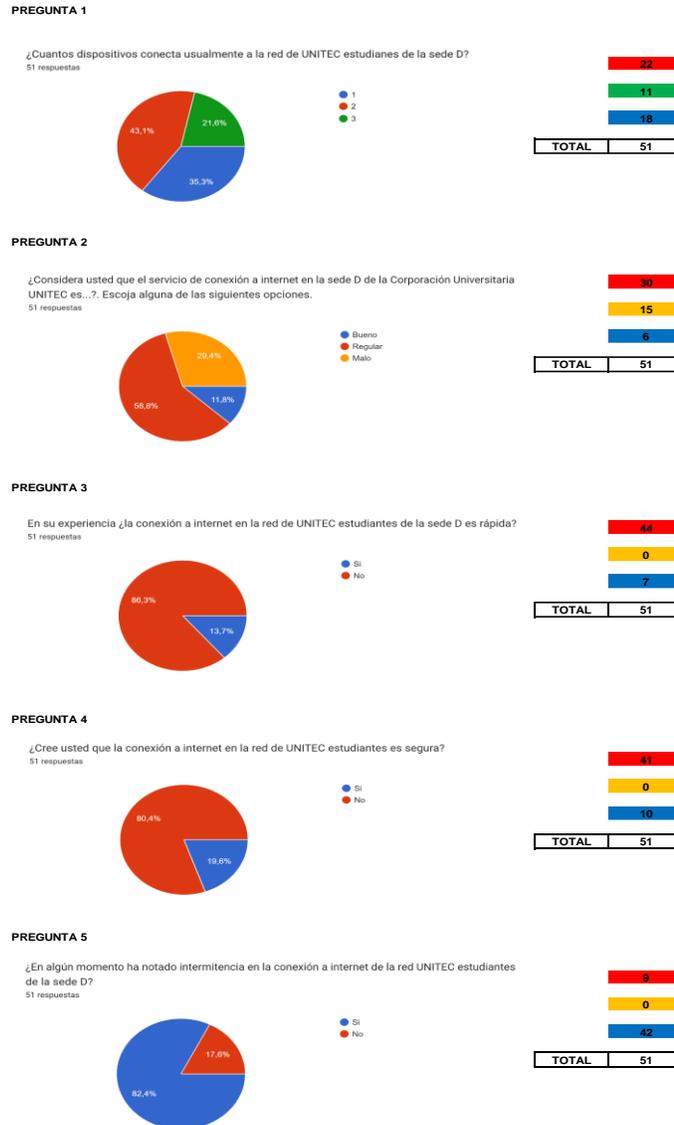
2	Regular	No	No	Si
2	Malo	No	No	Si
3	Regular	No	No	Si
3	Regular	No	No	Si
1	Bueno	Si	Si	Si
1	Malo	No	No	Si
2	Malo	No	No	No
2	Regular	No	No	Si
3	Regular	No	No	Si
2	Malo	No	Si	Si
2	Regular	No	No	Si
2	Regular	No	No	Si
1	Malo	No	No	Si
2	Regular	No	No	Si
3	Regular	No	No	Si
1	Regular	No	No	Si
3	Regular	No	Si	Si
2	Regular	No	No	Si
1	Regular	No	No	Si
2	Bueno	Si	No	No
1	Malo	Si	Si	Si
2	Regular	No	No	No

Nota. La tabla presenta los datos descargados de Google forms del instrumento ejecutado.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 12 es muestran los resultados estadísticos por pregunta efectuada en la herramienta ejecutada.

Figura 12
Participación de cada pregunta en encuesta.



Nota. La figura muestra los diagramas de participación en instrumento realizado. Fuente: Elaboración propia.

9.2 INSTRUMENTO 2

Se realizó una prueba de velocidad mediante la red WIFI de la sede D de la universidad, la figura 13 presenta a continuación los resultados de la prueba.

Figura 13

Prueba de velocidad mediante conexión wifi en la sede D de UNITEC



Nota. La figura presenta prueba de velocidad de internet en la sede D de la Corporación Universitaria UNITEC. Fuente: Elaboración propia.

9.3 HALLAZGOS

- Gracias al instrumento 1 ejecutado se encontró que 51 estudiantes pueden llegar a conectar a la red inalámbrica de sede D de la corporación universitaria UNITEC alrededor de 95 dispositivos.
- El 58,8% de los estudiantes encuestados consideran que la conexión WIFI de la sede D de la corporación universitaria UNITEC es regular, el 29,4% aseguran que es malo y sólo un 11,8% lo perciben como bueno.
- En cuanto a velocidad el 86,3% de los estudiantes consultados considera que la red es lenta.
- El 80,4% de los estudiantes encuestados perciben que la red no es segura y sólo un 19,6% confía en la seguridad de la misma.
- Al ser consultados por la estabilidad de la conexión el 82,4% de los estudiantes indican que en algún momento esta red ha presentado intermitencias.
- El instrumento 2 ejecutado reflejo que la velocidad máxima de descarga de la red WIFI de la sede D de la Corporación Universitaria UNITEC es 10.64 Mbps y velocidad de carga de 37.73 Mbps

9.4 CONCLUSIONES DE INSTRUMENTOS

- En general la percepción estudiantil respecto a velocidad, seguridad y confiabilidad referida a la red WIFI de la sede D de la corporación universitaria UNITEC es negativa.
- Según los resultados cuantitativos se puede asumir que por cada estudiante que hace presencia en sede D de la corporación universitaria UNITEC se conecta al menos un dispositivo a la red WIFI.
- Según la ejecución del instrumento 2 se determinó que la red WIFI actualmente implementada cuenta con un ancho de banda insuficiente para la cantidad de estudiantes y profesores que desarrollan sus actividades académicas en la sede D de la Corporación Universitaria UNITEC.

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Actualmente la corporación universitaria UNITEC permite el acceso a internet a los estudiantes mediante la tecnología WIFI, pero debido a las características de la tecnología y alta demanda de servicios relacionados contenido multimedia, descarga de aplicaciones, trabajos de aplicaciones en línea y entre otros; debido a las bajas velocidades registradas en las pruebas de conexión, se observa la necesidad de implementar una tecnología con mejore la conexión a la RED.
- La tecnología LI-FI permite conexiones con velocidades registradas de 1Gb/s hasta 20Gb/s, adicional las redes LI-FI ofrecen mayor seguridad que la redes WIFI, ya que no es posible conectarse desde el exterior o interferirlas por su principio de funcionamiento. De acuerdo con los proyectos consultados la mejor opción para mejorar la conectividad de la comunidad estudiantil es usar una RED hibrida donde las conexiones se realicen mediante la tecnología LI-FI y WIFI.
- Debido a que la tecnología LI-FI no es de uso común a nivel mundial, aun no existe normatividad vigente específica para esta tecnología o regulaciones vigentes al espectro visible, sin embargo, en el momento de la implementación se debe usar la normatividad a nivel internacional y en Colombia para las comunicaciones inalámbricas.
- El diseño de una red LI-FI en complemento con la red WIFI mejora los niveles de seguridad, sostenibilidad, velocidad y confiabilidad de la red inalámbrica presente en la zona de diseño propuesta.

11 BIBLIOGRAFIA

- Alvarado Falcón, K. D., & Litardo Moyano, B. A. (2018). *Estudio de la Factibilidad Sobre el Uso y Seguridad Implicados en la Tecnología LI-FI (Light Fidelity) Contra la Tecnología WI-FI (Wireless Fidelity)* [Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/27025>
- Bach. Hinostroza Quijada, P. S. (2021). Diseño De Una Lan Lifi En La Institución Educativa Integrada San Ramon Para La Transmisión De Datos Chanchamayo. *Universidad Peruana Los Andes*, 1–20. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1592>
- Cárdenas Villavicencio, O. E., Molina Ríos, J. R., Morocho Román, R. F., Novillo Vicuña, J. P., & Moreno Sotomayor, G. R. (2017). Estudio entre las tecnologías WIFI – LIFI en la optimización del servicio de internet. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 2(8), 50. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol2iss8.2017pp50-53>
- CCNA desde Cero. (2022). *LiFi vs WiFi: Diferencias entre LiFi y WiFi* » CCNA desde Cero. Blog CCNA. <https://ccnadesdecero.es/lifi-wifi-diferencias/>
- Derrick, D. (2020). Design of a Light Fidelity (Li-Fi) Prototype Using Raspberry Pi. *The International Journal of Multi-Disciplinary Research*, 1–17.
- Gil Rincon, J. S., & Bautista Lopez, R. (2016). Diseño e implementación de red lifi para optimizar la transmisión de datos de forma inalámbrica y mejorar el tráfico de red en las empresas. *Universidad Cooperativa de Colombia*, 147(Junio), 27.
- Gómez Balarezo, F. A., & Chacha Pilco, A. D. (2017). Diseño e implementación de una red de comunicación a través de lifi para comparar el rendimiento con la red wifi para entornos cerrados. [Universidad Nacional de Chimborazo]. In *Universidad Nacional de Chimborazo*. <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7646/1/06678.pdf>
- Hossain, B., Hossain, S., Ali, M., Rahman, T., Chandro, R., Matin, F., & Haque, D. (2015). Evaluation and Critical Technical Study of Li-Fi Compared with Wi-Fi and WiMax Technology. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 9, 63–71.
- Leguizamón Páez, M. Á., Pineda, J. R., & Rodríguez Sánchez, E. C. (2019, June 28). LiFi y su integración con la internet de las cosas. <https://doi.org/10.14483/2322939X.15281>, 45–56. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/vinculos/article/view/15281/15133>
- López, C. T. (2019). *El espectro electromagnético — Cuaderno de Cultura Científica*. Artículo 28 de 34. <https://culturacientifica.com/2016/08/16/el-espectro-electromagnetico/>
- Martínez Urrutia, W. (2020, June 8). Evaluación De Desempeño De Una Red De Comunicación Rs485+Li-Fi En La Ejecución De Un Sistema Ciber Físico. *Revista de Investigación Fundación Universitaria de America*, 1–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.29097/2011639X.297>

- Mondayapurath, R. (2021, April 8). *LiFi Technology: Towards an illuminating future in wireless communication | Blog Posts | Lumenci*. Lumenci Illuminating Innovation. <https://www.lumenci.com/post/lifi-technology-towards-an-illuminating-future-in-wireless-communication>
- Organización de las Naciones Unidas. (2023). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Peñafiel, J. E. (2015). Análisis de la tecnología Li-Fi: comunicaciones por luz visible como punto de acceso a Internet, una alternativa a la transmisión de datos en las comunicaciones inalámbricas. *Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca*, 1–104. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/7770>
- Ramadhani, E., & Mahardika, G. P. (2018). The Technology of LiFi: A Brief Introduction. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 325(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/325/1/012013>
- Regalado Jalca, J. J., Romero Castro, V. F., Azúa Menéndez, M. D. J., Murillo Quimiz, L. R., Parrales Anzúles, G. R., Campozano Pilay, Y. H., & Pin Pin, Á. L. (2018). Redes de computadoras. In *Redes de computadoras*. <https://doi.org/10.17993/ingytec.2018.32>
- Schiliro, D. G. (2021, April 5). *Árbol de Problemas: Pieza fundamental de la MML*. UNTREF. <https://proyectosuntref.wixsite.com/proyectos/post/árbol-de-problemas-pieza-fundamental-de-la-mml>
- T, E. (2016, January 11). *LiFi: una conexión a internet ultrarrápida*. Universidad Camilo José Ceña. <https://mastermarketingdigital.org/lifi-una-conexion-a-internet-ultrarrapida/>

Por intermedio del presente documento en mi calidad de autor o titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra que adjunto, titulada **Diseño de una red LI-FI para optimizar la conectividad a internet en la sede D de la Corporación Universitaria UNITEC**, autorizo a la Corporación universitaria Unitec para que utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador o titular de la obra objeto del presente documento.

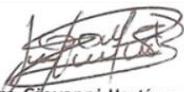
La presente autorización se da sin restricción de tiempo, ni territorio y de manera gratuita. Entiendo que puedo solicitar a la Corporación universitaria Unitec retirar mi obra en cualquier momento tanto de los repositorios como del catálogo si así lo decido.

La presente autorización se otorga de manera no exclusiva, y la misma no implica transferencia de mis derechos patrimoniales en favor de la Corporación universitaria Unitec, por lo que podré utilizar y explotar la obra de la manera que mejor considere. La presente autorización no implica la cesión de los derechos morales y la Corporación universitaria Unitec los reconocerá y velará por el respeto a los mismos.

La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y la realicé sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es de mi exclusiva autoría o tengo la titularidad sobre la misma. En caso de presentarse cualquier reclamación o por acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados para todos los efectos la Corporación universitaria Unitec actúa como un tercero de buena fe. La sesión otorgada se ajusta a lo que establece la ley 23 de 1982.

Para constancia de lo expresado anteriormente firmo, como aparece a continuación.

Firma



Jairo Giovanni Martínez Bueno
C.C. 1.072.642.767 de Chía

Nombre Jairo Giovanni Martínez Bueno
CC. 1072642767

Por intermedio del presente documento en mi calidad de autor o titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra que adjunto, titulada **Diseño de una red LI-FI para optimizar la conectividad a internet en la sede D de la Corporación Universitaria UNITEC**, autorizo a la Corporación universitaria Unitec para que utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador o titular de la obra objeto del presente documento.

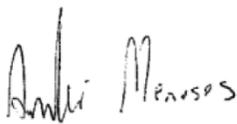
La presente autorización se da sin restricción de tiempo, ni territorio y de manera gratuita. Entiendo que puedo solicitar a la Corporación universitaria Unitec retirar mi obra en cualquier momento tanto de los repositorios como del catálogo si así lo decido.

La presente autorización se otorga de manera no exclusiva, y la misma no implica transferencia de mis derechos patrimoniales en favor de la Corporación universitaria Unitec, por lo que podré utilizar y explotar la obra de la manera que mejor considere. La presente autorización no implica la cesión de los derechos morales y la Corporación universitaria Unitec los reconocerá y velará por el respeto a los mismos.

La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y la realicé sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es de mi exclusiva autoría o tengo la titularidad sobre la misma. En caso de presentarse cualquier reclamación o por acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados para todos los efectos la Corporación universitaria Unitec actúa como un tercero de buena fe. La sesión otorgada se ajusta a lo que establece la ley 23 de 1982.

Para constancia de lo expresado anteriormente firmo, como aparece a continuación.

Firma



Nombre Andrés Fernando Meneses Arévalo
CC. 1016026433