

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

IMPLEMENTACIÓN DE LAS NORMAS DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO EN EL ÁREA DE OFICINAS 2 DE LA ESFOT

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO SUPERIOR EN REDES Y TELECOMUNICACIONES**

Luis Rene Tixi Alulema

`luis.tixi@epn.edu.ec`

Carlos Andrés Velasteguí Dueñas

`carlos.velastegui02@epn.edu.ec`

DIRECTOR: ING. GABRIELA CEVALLOS, MSc.

`gabriela.cevalloss@epn.edu.ec`

CODIRECTOR: ING. FABIO GONZÁLEZ, MSc.

`fabio.gonzalez@epn.edu.ec`

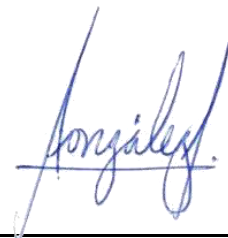
Quito, octubre 2021

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por los Sres. Luis Rene Tixi Alulema y Carlos Andrés Velasteguí Dueñas, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO SUPERIOR EN REDES Y TELECOMUNICACIONES, bajo mi supervisión:



Ing. Gabriela Cevallos
DIRECTORA DEL PROYECTO



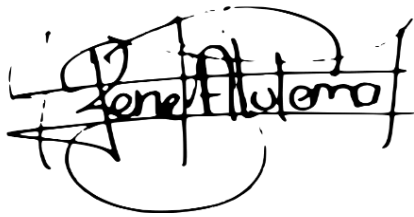
Ing. Fabio González
CODIRECTOR DEL PROYECTO

DECLARACIÓN

Nosotros, Luis Rene Tixi Alulema con CI: 1751762269 y Carlos Andrés Velasteguí Dueñas con CI: 1722739529, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación – COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entregamos toda la información técnica pertinente, en caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.



Luis Rene Tixi Alulema



**Carlos Andrés Velasteguí
Dueñas**

DEDICATORIA

Dedico este proyecto con toda la humildad que de mi corazón puede emanar al creador de todas las cosas, Dios, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, siempre supieron guiarme y darme aliento para seguir adelante con mis estudios y formarme como profesional

A mis hermanas quienes estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos en el recorrido de mi formación.

Luis Rene Tixi Alulema

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos tiempos de dificultad y debilidad.

Gracias a mis padres: Segundo y Beatriz, hermanas; Tania, Lizbeth y Mayte por ser los principales promotores en cumplir este sueño, mediante ese apoyo incondicional presente que con cada granito brindado permitieron desarrollarme como profesional y poder cumplir con uno de mis objetivos.

A la Escuela de Formación de Tecnólogos de la EPN, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi preparación, en especial agradezco a cada ingeniero quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

A mi directora y codirector quienes con sus experiencias, conocimiento y motivación me orientaron en el proyecto.

Finalmente, a mis amigos por su apoyo constante que a pesar de cada caída y desacuerdo estuvieron siempre presentes en mi camino de preparación y éxito.

Luis Rene Tixi Alulema

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico principalmente a mis padres, quienes siempre estuvieron apoyándome y confiando en mí y que, gracias a su sacrificio y motivación, he logrado superar los diferentes obstáculos que se presentaron y así poder cumplir una más de mis metas que es obtener un título universitario.

A mis queridas hermanas quienes estuvieron siempre pendientes de mi formación y es una forma de contribuir al apoyo que me supieron brindar cuando lo necesité, sabiendo que significa para ellas un orgullo el saber que pude llegar a esta etapa de mi vida.

A mis profesores que a lo largo de esta carrera supieron impartir los conocimientos que me ayudaron a formarme profesionalmente y fueron una guía para seguir adelante y lograr que este trabajo sea posible.

Quiero dedicar también a mis compañeros y amigos que siempre estuvieron brindándome su apoyo incondicional y sé que al igual que yo, también sienten orgullo y satisfacción saber que gracias a ellos pude alcanzar esta meta que me propuse desde un comienzo.

Carlos Andrés Velasteguí Dueñas

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a mi padre y madre quienes siempre creyeron en mí y me brindaron su apoyo incondicional, tanto económicamente como emocionalmente, sus consejos me motivaron para no rendirme y esforzarme para llegar a terminar mi carrera. También, un sincero agradecimiento a mis hermanas, por estar siempre pendiente de mis labores y ayudarme en todos los momentos que lo necesité.

A la Escuela Politécnica Nacional por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente de la mano de sus docentes que con su buena preparación y dedicación me han motivado para a lo largo de esta etapa alcanzar la meta propuesta de obtener me título universitario.

En especial, agradezco a mi directora, la ingeniera Gabriela Cevallos, que con sus conocimientos, paciencia y experiencia profesional, ha sido una guía fundamental para el desarrollo del presente proyecto.

A la Escuela de Formación de Tecnólogos por haber permitido que este proyecto de titulación se realice en sus instalaciones, brindándome las facilidades para cumplir con los objetivos propuestos.

A mis compañeros, que ahora son mis amigos, quienes supieron colaborarme con su tiempo y conocimientos para afrontar las situaciones difíciles que alguna vez tuve durante mi formación académica.

Carlos Andrés Velasteguí Dueñas

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	I
DECLARACIÓN.....	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE ECUACIONES	XII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Fundamentos	2
Normas de Cableado Estructurado	2
Medios de Transmisión	3
Cable de Par Trenzado	3
Parámetros de certificación de cable par trenzado.....	4
2 METODOLOGÍA.....	9
2.1 Descripción de la metodología usada	9
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
3.1 Análisis de la infraestructura del área de oficinas 2.....	10
3.2 Implementación de las normas de cableado estructurado	17
3.3 Certificación de los puntos de red del área de oficinas 2	25
3.4 Análisis de los resultados de la certificación.....	31
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
4.1 Conclusiones.....	55

4.2	Recomendaciones	56
5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
	Anexo 1: DOCUMENTO DE CERTIFICACIÓN	ii
	Anexo 2: VIDEO DEL PROYECTO OFICINAS 2	iii

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Paradiafonía (NEXT).....	5
Figura 1.2	Ejemplo de ACRN	6
Figura 1.3	Ejemplo de ELFEXT.....	7
Figura 1.4	Partes de la certificadora <i>TestPro CV-100</i>	8
Figura 3.1	Canaletas principales.....	11
Figura 3.2	Canaletas secundarias.....	12
Figura 3.3	Canaletas a la salida del <i>rack</i>	12
Figura 3.4	Distribución de los puntos de red en la oficina 2.....	13
Figura 3.5	Elementos del <i>rack</i>	16
Figura 3.6	Derivación del cable de red	17
Figura 3.7	Derivación de cables por la canaleta secundaria.....	18
Figura 3.8	Derivación de cables a la oficina 9 y 10	18
Figura 3.9	Canaletas a la salida del <i>rack</i>	19
Figura 3.10	Derivación del cable desde una canaleta secundaria.....	19
Figura 3.11	Elementos actuales en el <i>rack</i>	21
Figura 3.12	Etiquetado en el <i>patch panel</i>	22
Figura 3.13	Diagrama final del cableado	24
Figura 3.14	Configuración del equipo certificador <i>TestPro CV-100</i>	27
Figura 3.15	Elección del tipo de prueba en el certificador.....	28
Figura 3.16	Configuración del etiquetado en el certificador	29
Figura 3.17	Creación del operador en el certificador.....	30
Figura 3.18	Certificación en curso.....	31
Figura 3.19	<i>Software TestDataPro PC software v2.7.304.0</i>	32
Figura 3.20	Instalador del <i>software TestDataPro PC v2.7.304.0</i>	32
Figura 3.21	Entorno de trabajo del <i>TestDataPro PC software v2.7.304.0</i>	33
Figura 3.22	Puerto USB en el equipo certificador.....	33

Figura 3.23 Copia de resultados a la memoria USB	34
Figura 3.24 Finalización de copia de resultados.....	34
Figura 3.25 Proyectos guardados en el equipo certificador	35
Figura 3.26 Selección de resultados en el <i>software TestDataPro</i>	36
Figura 3.27 Visualizar varios resultados desde el <i>software TestDataPro</i>	36
Figura 3.28 Resultados de la certificación	37
Figura 3.29 Resultados del enlace EF-R6. A01.....	39
Figura 3.30 Resultados de parámetros RF	41
Figura 3.31 Verificación de Peor Margen en Pérdida de retorno	42
Figura 3.32 Verificación de Peor Valor en Pérdida de retorno	43
Figura 3.33 Pérdida de inserción del punto de red EF-R6.A01	44
Figura 3.34 Pérdida de retorno del punto de red EF-R6.A01	46
Figura 3.35 Resultado del NEXT del punto de red EF-R6.A01	47
Figura 3.36 Resultado de ACRF del punto de red EF-R6.A01.....	48
Figura 3.37 Resultado de TCL del punto de red EF-R6.A01.....	50
Figura 3.38 Resultado de ACRN del punto de red EF-R6. A01	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Normas de Terminación	7
Tabla 3.1 Tipo de etiquetado	14
Tabla 3.2 Nomenclatura del nuevo etiquetado.....	22
Tabla 3.3 Detalle de los materiales y sus precios	25
Tabla 3.4 Fórmulas para el cálculo de <i>Insertion Loss</i>	44
Tabla 3.5 Fórmulas para el cálculo de <i>Return Loss</i>	45
Tabla 3.6 Fórmulas para el cálculo de NEXT <i>Loss</i>	47
Tabla 3.7 Fórmulas para el cálculo de ACRF	48
Tabla 3.8 Fórmulas para el cálculo de TCL	50
Tabla 3.9 Fórmulas para el cálculo de PSACRF.....	52
Tabla 3.10 Fórmulas para el cálculo de ELTCTL.....	53
Tabla 3.11 Tasa de bits según la resolución del video.	54

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.1 Fórmula para el cálculo del ELFEXT	7
Ecuación 3.1 Cálculo del peor margen (dB)	42
Ecuación 3.2 Cálculo del peor valor (dB)	43
Ecuación 3.3 Cálculo del límite para la prueba de pérdida de inserción	45
Ecuación 3.4 Cálculo del límite para la prueba de pérdida de retorno	46
Ecuación 3.5 Cálculo del parámetro NEXT	47
Ecuación 3.6 Cálculo del parámetro ACRF	49
Ecuación 3.7 Cálculo del límite para la prueba TCL	50
Ecuación 3.8 Cálculo del parámetro PSNEXT	51
Ecuación 3.9 Cálculo del parámetro PSACRF	52
Ecuación 3.10 Cálculo del límite para la prueba ELTCTL Cat. 6.....	53

RESUMEN

Para que un Sistema de Cableado Estructurado (SCE) cumpla con las normativas vigentes es necesario analizar el estado inicial de la instalación y con esta información determinar qué elementos se están utilizando y cuáles elementos se debe cambiar. Además, es importante conocer qué normas no se están aplicando para proceder a corregirlas. Esto se realiza con el fin de que, al momento de realizar la certificación en todos los puntos de red, se obtengan los resultados esperados y se garantice que el cableado estructurado funcione de manera adecuada.

De esta manera, en primer lugar, se realizó un análisis a la infraestructura actual del cableado en el área de oficinas 2 de la ESFOT y con la información obtenida, se determinó que no toda la instalación cumplía con las normas actuales para un adecuado (SCE). Es por ello que se realizó una mejora en el recorrido del cable, colocándolo en su respectiva canaleta y sustituyendo el cable par trenzado en los puntos de red que fueron necesarios.

Luego se verificó que todos los elementos utilizados tengan una misma categoría, que en este caso se utilizó categoría 6. A continuación, se modificó el formato de etiquetado en el *patch panel*, *patch cords* y *face plate* de cada punto de red.

Por último, se realizó las diferentes certificaciones de varios parámetros que se toman en cuenta para garantizar que la conexión de red en las oficinas cumpla con los requerimientos de los docentes, permitiendo un trabajo adecuado a largo plazo.

PALABRAS CLAVE: Normativas, Cableado Estructurado, Certificación, Implementación de cableado.

ABSTRACT

The first step for a structured cabling system (SCS) to fulfill the current normative is necessary to analyze the present state of the installation and with this information gathered, it will be established which elements are being used and which elements need a change. Also it is important to know which regulations are not being applied and so to be able to correct these regulations. Executing this will ensure that at the moment of the certification all the networking points will comply with all the requirements in such a way that the structured cabling work in proper conditions.

In this way, firstly a survey of the cabling structure was carried out in the office area number 2 of the ESFOT. With this information It was determined that the installation was not complete and did not meet the current standards for a suitable SCS. Therefore, several improvements were made in both, the way of placing the cabling with their respective gutter and replacing the twisted pair cable where it was necessary.

Next the elements used were verified to make sure they had the same category and in this project was a category 6. Later the type of labels in the elements was modified as in patch panel, patch cords and face plate in each network point.

Once the cabling structure was improved, some certifications were carried out. Numerous certifications were made of some parameters about the cabling structure to ensure the network connection in the offices meets the personal requirements. This will provide teachers an adequate long-term work.

KEY WORDS: *Regulations, Structured Cabling, Certification, Cabling implementation.*

1 INTRODUCCIÓN

Con la llegada del Internet y las redes de datos se fueron desarrollando los Sistemas de Cableado Estructurado (SCE) y a la vez se fueron creando las respectivas normativas [1], donde en el año de 1985 se elaboró la primera normativa para un SCE por parte de la organización americana *Electronic Industries Alliance* (EIA). Luego en 1991 aparece la normativa ANSI/EIA/TIA 568 relacionada principalmente a cómo instalar un SCE [2].

Un SCE, integra una plataforma universal por donde se transmiten tres principales servicios: voz, datos y video; y constituye una herramienta muy importante al construir una instalación moderna o reconstruir una antigua, por lo cual es necesario que el sistema de cableado cuente con normas internacionales.

Los comités de estandarización de ANSI (*American National Standards Institute*) y TIA (*Telecommunications Industry Association*) se encargan de definir los requerimientos que deben cumplir los enlaces instalados de cableado para asegurar que el usuario alcance las velocidades máximas [1]. Para el tendido de cable se requiere el cumplimiento de normas como:

- **ANSI/TIA 569-D:** Esta norma hace referencia a los recorridos y espacios de Telecomunicaciones [3]
- **ANSI/TIA 606-C:** Esta norma hace referencia a la adecuada administración de la infraestructura del cableado estructurado [3]
- **ANSI / TIA-568.2-D:** Esta norma hace referencia a la instalación de cable de par trenzado balanceado [3]

El cableado en el área de oficinas 2 de la ESFOT está instalado sobre el techo falso, el cual no cumple ningún estándar. Además, la instalación no sigue ningún orden y no posee identificación en la ruta. Por lo cual es necesario que se apliquen las normas de un SCE, para cubrir las necesidades de los profesores durante la vida útil del edificio.

De esta manera, el presente proyecto tiene como objetivo la implementación de las normas y estándares de SCE en el actual tendido del cableado, con el fin de brindar un servicio de conectividad interna de calidad.

Al cumplir con cada norma se estructura un sistema de cableado organizado, garantizando la total funcionalidad y permitiendo la integración de los diferentes servicios como: voz, datos y video. Esto ayudará a la flexibilidad de acomodar futuros

crecimientos por un periodo extendido de tiempo, cubriendo las necesidades de los profesores durante la vida útil del edificio sin necesidad de realizar más tendido de cable.

A pesar de que los costos pueden ser más elevados al seguir las normas de un SCE, esto asegura que en un futuro la instalación se mantenga en buenas condiciones y los servicios no se vean interrumpidos.

1.1 Objetivo general

Implementar normativas del sistema de cableado estructurado en el área de oficinas 2 de la ESFOT

1.2 Objetivos específicos

- Analizar la infraestructura actual de cableado de la zona de oficinas 2 de la ESFOT.
- Aplicar las normas de cableado estructurado al tendido actual.
- Certificar los puntos de red del área de oficinas correspondiente.
- Analizar los resultados de la certificación.

1.3 Fundamentos

Normas de Cableado Estructurado

Un SCE debe cumplir con ciertas normativas y estándares, para poder garantizar una cobertura eficiente. Las normas para un SCE según la ANSI/TIA son:

- **ANSI/TIA-568.1-D:** Normas de Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales [4].
- **ANSI/TIA-568.2-D:** Normas de Componentes y Cableado de par trenzado balanceado [4].
- **ANSI/TIA-569-D:** Normas de Recorrido y Espacios de Telecomunicaciones [4].
- **ANSI/TIA-606-C:** Normas de Administración de Infraestructura de Telecomunicaciones [4].
- **ANSI/TIA-607-C:** Conexión a tierra y puesta a tierra genérica para las instalaciones del cliente [4].

- **ANSI/TIA-942-B:** Normas de Infraestructura de Telecomunicaciones para centros de datos [4].
- **ANSI/TIA-1179-A:** Normas de Infraestructura de Telecomunicaciones en centros de Salud [4].

Medios de Transmisión

Los diferentes medios de transmisión, tanto guiados como no guiados, constituyen una parte fundamental en las telecomunicaciones, ya que es por donde se transmite la información y de ahí su importancia al elegir el medio adecuado para la instalación.

Uno de los medios de transmisión más utilizados para un SCE es el cable de par trenzado, el cual se explica a continuación, sus características y tipos [5].

Cable de Par Trenzado

Estos medios de transmisión se han ido adaptando a las diferentes demandas de telecomunicaciones, hoy en día son uno de los medios más utilizados en el desarrollo tecnológico por el precio en el mercado a comparación con otros medios de transmisión.

Una de las razones por lo que el cable de par trenzado es muy utilizado en SCE es por la facilidad que se tiene frente a los cambios y modificaciones en la red.

El nombre es basado en los conductores aislados y a su vez entrelazados para evitar las interferencias que se pueden presentar en el medio de transmisión, aumentando la potencia y disminuyendo la diafonía de los cables contiguos [6].

Los cables de par trenzado poseen diferentes protecciones que ayudan a disminuir las interferencias, en los sistemas ya instalados se puede encontrar comúnmente cables *Unshielded Twisted Pair* (UTP), *Foiled Twisted Pair* (FTP) y *Shielded Twisted Pair* (STP), cada uno con una característica en particular [6].

- ***Unshielded Twisted Pair* (UTP)**

Este es un tipo de cable no apantallado el cual, aparte de un aislante en cada conductor, no presenta ningún tipo de recubrimiento, lo que lo hace más económico y de fácil instalación. Sin embargo, este tipo de cable puede verse afectado por el ruido eléctrico y otras interferencias [7].

- ***Foiled Twisted Pair (FTP)***

Este tipo de cable no cuenta con recubrimiento en cada uno de los pares, pero si tiene una lámina de aluminio que cubre a todos los pares trenzados. Esto evita que el ruido que se tiene en empresas o fábricas pueda causar interferencias e insertarse en el cable. Además, este cable necesita más cuidado con la conexión a tierra y se recomienda utilizarlo en redes con grandes tráficos de datos [7].

- ***Shielded Twisted Pair (STP)***

Este tipo de cable viene con un recubrimiento de malla metálica sobre cada uno de los cuatro pares trenzados, lo que permite reducir las interferencias electromagnéticas y las interferencias de radio frecuencia. Para aprovechar los beneficios de la malla metálica es importante conectar a tierra los extremos de la misma, de lo contrario en lugar de disminuir el ruido externo, podría actuar como una antena recibiendo otras señales externas.

Como desventajas se tiene que este cable es más costoso y se necesita mayor esfuerzo para su instalación, ya que su peso y tamaño aumenta.

Además, este tipo de cable aparte de evitar que se introduzcan señales de ruido, también evita que se generen ondas electromagnéticas desde el cable hacia otros elementos externos [7].

Parámetros de certificación de cable par trenzado

Para comprobar la calidad del cableado estructurado y su forma de instalación, es necesario realizar certificaciones de varios parámetros que aseguren una correcta conectividad y se garantice el trabajo realizado tanto por parte del personal como del fabricante de los materiales utilizados. Los principales parámetros para certificar el cableado de par trenzado son:

- ***Near End Crosstalk (NEXT)***

El NEXT, paradiafonía o también llamado diafonía del extremo cercano, se mide en decibeles (dB) es un ruido que se introduce de un par transmisor a un par receptor vecino en el extremo cercano. Esto se debe a la unión indeseada de señales entre dos pares de cables UTP, cuando el NEXT es mayor se evidencia que existe menos diafonía. En la Figura 1.1 se observa que el *crosstalk* puede insertar una interferencia

dentro de otro canal de transmisión, donde esto puede ser perjudicial para la transmisión.

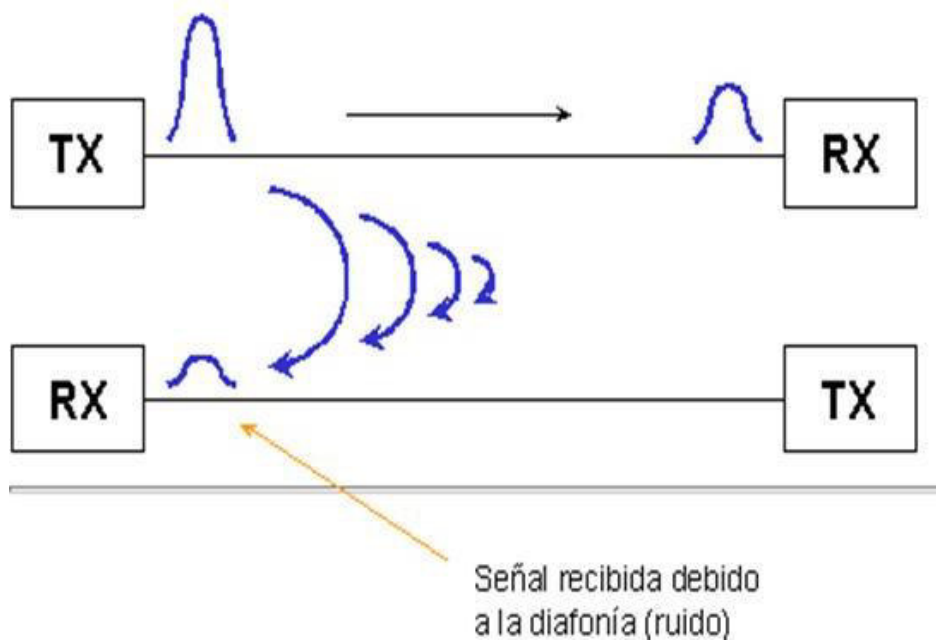


Figura 1.1 Paradiafonía (NEXT) [2]

Este parámetro depende de la calidad de mano de obra de instalación y del trenzado del cable, además de la frecuencia en la cual se está transmitiendo; ya que al momento de aumentar la frecuencia disminuye el NEXT.

Las causas por las que se produce el NEXT es la interferencia entre el par de transmisión y de recepción junto con la forma de instalación del trenzado final. Como solución a esto se recomienda que los pares trenzados estén bastante cerca a la terminación del cable donde va el conector y utilizar una mejor categoría del cable para tener un valor mayor en dB del NEXT.

- **Far End Crosstalk (FEXT)**

El FEXT o telediafonía es causado por el ruido en un par transmisor que generan los otros pares trenzados adyacentes; además, este parámetro mide la diafonía presente, pero en el extremo opuesto de dicho par, sin embargo, los resultados no son del todo exactos ya que, a mayor distancia del cable, existe una mayor atenuación de la señal. Comparado con el NETX, el FEXT es un parámetro que no genera problemas muy graves [8].

- ACR-N

Es la diferencia del NEXT par a par y la atenuación del cableado, se lo determina en dB. En un sistema de telecomunicaciones, cuando se trasmite en ambos extremos, este parámetro puede utilizar los cuatro pares de cable (full dúplex). Por lo que es inevitable generar resultados de ACR-N en los dos. En la Figura 1.2, se puede observar que a medida que aumenta la frecuencia, el NEXT va disminuyendo, y la atenuación va en aumento; de esta manera se tiene que en un punto van a coincidir los valores de NEXT y la atenuación, por lo tanto, en ese punto se tiene un valor de ACR igual a 0dB).

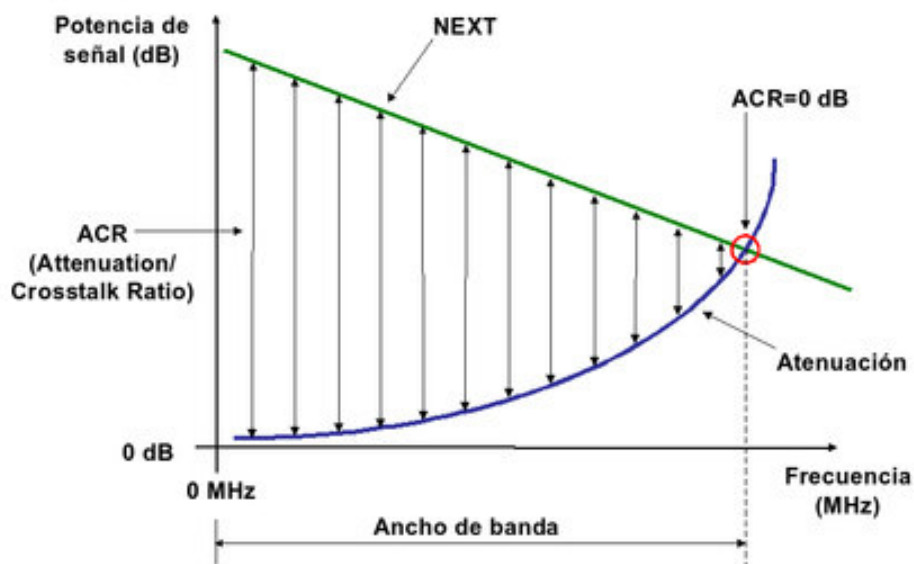


Figura 1.2 Ejemplo de ACRN [10]

- Equal Level Front End Crosstalk (ELFEXT)

Este parámetro se mide en dB y es principalmente generado por la forma del trenzado del cable y su tipo de apantallamiento, también depende de la frecuencia utilizada y de la longitud del cable. Al realizar la medición, es preferible que ELFEXT tenga valores altos para que la transmisión de información sea más efectiva. Ver Figura 1.3.

ELFEXT se calcula midiendo la relación entre la potencia que se genera, en el extremo del par que transmite la señal, y la potencia que se introduce en el par donde se generó la interferencia. Estos valores son medidos en el extremo donde se está recibiendo la señal.

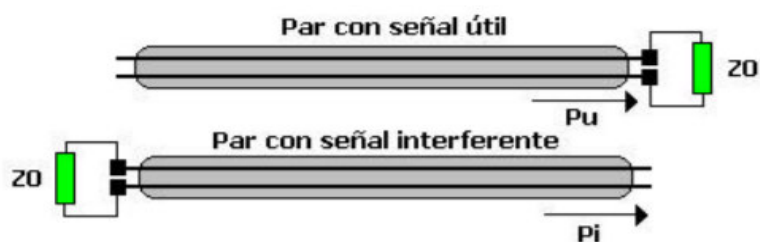


Figura 1.3 Ejemplo de ELFEXT [7].

$$ELFEXT [dB] = 10 \log \left(\frac{P_u}{P_i} \right)$$

Ecuación 1.1 Fórmula para el cálculo del ELFEXT [5]

Donde:

- P_u : (W) Potencia inyectada en el par con señal útil en el extremo de recepción
- P_i : (W) Potencia inducida en el par con señal interferente refleja en el extremo de transmisión

- Mapa de Cableado

Es donde se muestra si las conexiones del cable que se está certificando son las correctas. Es una de las pruebas para los 8 conductores de cable, donde el probador compara la terminación y ponchado de los pares para detectar el tipo de mapa de cableado utilizado. El mapa de cableado se establece de acuerdo a dos normas de conexión como se observa en la Tabla 1.1 [2].

Tabla 1.1 Normas de Terminación [2]

# Pin en el RJ45	T568-A	T568-B
1	Blanco/verde	Blanco/naranja
2	Verde	Naranja
3	Blanco/naranja	Blanco/verde
4	Azul	Azul
5	Blanco/azul	Blanco/azul
6	Naranja	Verde
7	Blanco/marrón	Blanco/marrón
8	Marrón	Marrón

- Longitud de Cable

La longitud se mide desde los dos extremos del cable, dando así una distancia máxima permitida de 90 metros para el cableado horizontal y 100 metros para todo el canal [5].

Si no se cumple con la norma requerida de longitud, se puede generar atenuación y hasta pérdida de datos en la transmisión.

- Certificador TestPro cv-100-K50

Este certificador es modelo *TestPro CV-100-K50* y su funcionamiento cumple con los requerimientos de la norma ANSI/TIA 1152-A que hace referencia a los equipos utilizados para realizar pruebas de campo [7]. Cuenta con dos componentes, cada uno con pantalla táctil, representando al equipo principal y remoto. Para una mejor manipulación de la pantalla, se tiene un lápiz óptico que ayuda a seleccionar las diferentes opciones del certificador. El equipo incluye los elementos para realizar pruebas de canal y de *link permanente*; y puede ser utilizado para certificar un cableado desde la categoría 5 hasta categoría 8 llegando a frecuencias de hasta 3GHz [7]. En la Figura 3.14 se muestran las partes del equipo certificador [7].

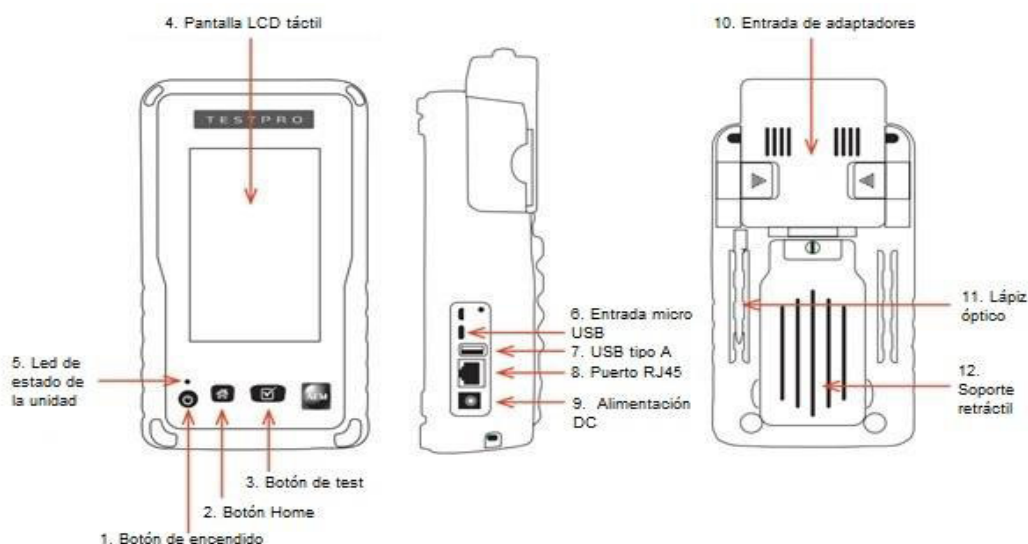


Figura 1.4 Partes de la certificadora *TestPro CV-100* [7]

El sistema operativo que maneja es Linux con una duración de batería de 9 horas, las interfaces de entrada son USB y microUSB, puertos de conectividad RJ-45 10/100/1G. Tiene una visualización automática al momento de insertar los cables para ver su correcto ponchado [11].

2 METODOLOGÍA

2.1 Descripción de la metodología usada

En primer lugar, se realizó la visita al área de oficinas 2 de la ESFOT donde se verificó la topología de red y la distribución del cableado para lo cual fue necesario ubicarse sobre el techo falso. Se comprobó que el cableado en su mayoría era categoría 6 y que todos los enlaces desde el *rack* hasta cada punto de red no superaban la distancia máxima de 90 metros según el tamaño de cada oficina. Posteriormente, al ingresar al cuarto de telecomunicaciones, se analizó los equipos de red utilizados, los cuales son: *rack*, *switch de 48 puertos* y *patch panel* de 48 puertos categoría 6. Además, al revisar cada punto de red se verificó que casi todos los *jacks* utilizados eran categoría 6 y solo pocos eran categoría 5. En cuanto al etiquetado utilizado se comprobó tanto en el *patch panel* como en cada punto de red, que no seguía un formato uniforme y ordenado.

Luego del análisis realizado a la infraestructura actual, se procedió a registrar la información obtenida sobre el tipo de cable, recorrido y elementos utilizados, con el fin de determinar los aspectos de un SCE que se deben corregir para cumplir con las normativas establecidas.

A continuación, se procedió a implementar las normas para un SCE, comenzando con una adecuada ubicación del recorrido del cableado sobre el techo falso, verificando que tenga su respectiva canaleta y que no se encuentre cerca del tendido eléctrico para evitar interferencias. Para el recorrido del cable se verificó que el radio de curvatura sea el adecuado tanto sobre el techo falso como en su terminación en cada *face plate*, teniendo como mínimo 90 grados en cada curvatura. Luego, utilizando un *tester* se verificó cada enlace desde el *patch panel* hasta cada punto de red donde se comprobó que en su mayoría se utilizaba cable del tipo directo, por lo que fue necesario volver a ponchar los cables que eran del tipo cruzado para que todo sea uniforme. Después se organizaron los *patch cords* que conectan al *switch* con el *patch panel*, para ello se debió utilizar *patch cords* de menor tamaño categoría 6, para que al final se los pueda colocar todos dentro del respectivo organizador. Por último, se cambió el tipo de etiquetado en el *patch panel*, *patch cords* y *face plate*, por otro con un formato indicado previamente el cual tenía un mejor orden para cada punto de red.

Antes de proceder con la certificación, fue necesario conocer las características del equipo certificador proporcionado por la ESFOT y cómo realizar las configuraciones previas según el tipo de cable y los elementos utilizados. Luego se procedió a realizar

la conexión del equipo principal en cada punto de red y el equipo remoto en cada *patch cord* del *patch panel* y se verificó que de forma automática se identifica el mapa de cableado y se comprueba que todos los pares trenzados estén correctamente ponchados. De esta manera se procedió a realizar la certificación de cada punto de red donde se obtuvieron los resultados de parámetros como: Pérdida de retorno, pérdida de inserción, NEXT, PSNEXT, ACRF y PSACRF, cuyos resultados se almacenaron en el equipo certificador de acuerdo a cada punto de red según su etiquetado. De esta manera se pudo verificar la correcta implementación de las normas de un SCE

En última instancia, utilizando el *TestDataPro PC Software v2.7.304.0*, se verificó los resultados obtenidos en la certificación guardados previamente y se analizó cada uno de los parámetros, sus valores y gráficas, con el fin de comprobar según los valores y límites indicados en cada parámetro, si cada punto de red pasa o no la certificación. En este caso se verificó que todos los puntos de red certificados tenían valores dentro de los rangos permitidos con lo que se garantiza que el SCE en el área de oficinas 2 de la ESFOT cumple con las normativas vigentes.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente proyecto trata de implantar las normativas que no se están cumpliendo para el SCE implementado en el área de oficinas 2 de la ESFOT. Para ello se analizará el cableado actual, se obtendrá la información necesaria para conocer los cambios y mejoras que se deben realizar con el fin de aplicar y cumplir con las normativas establecidas y que garanticen el correcto funcionamiento de la red.

3.1 Análisis de la infraestructura del área de oficinas 2

En primer lugar, se tuvo que analizar la infraestructura actual del cableado, su distribución y los diferentes elementos utilizados en el *rack* y en cada punto de red. Para ello se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

Infraestructura del tendido de cableado actual

El cableado de red actual se distribuye sobre un techo falso colocado debajo de unas vigas de madera que a su vez es donde se sujetan los tendidos de cables eléctricos y telefónicos los cuales pertenecen a las diferentes instalaciones que se han ido realizando en las oficinas. Sobre este techo falso se observó que la mayoría de los cables de red salen del *rack* principal hacia cada una de las oficinas, sin embargo,

existen otros cables que van hacia otras oficinas fuera del área 2 para interconectar toda el área de la ESFOT.

La instalación del cableado de red se distribuye en algunas partes por canaletas, las cuales estaban descubiertas; en otras partes se utiliza mangueras para pasar el cable y para ciertas oficinas los cables están sobre el techo sin canaleta o manguera. La topología utilizada es tipo estrella, ya que desde el *rack* salen todos los cables y se van distribuyendo hacia las demás oficinas. Además, para cada oficina el cable baja por su respectiva canaleta hacia los diferentes *face plate* los cuales contienen un Jack categoría 6.

Sobre el techo falso también se verificó, que existen canaletas principales en forma de T, como se observa en la Figura 3.1, que se encontraban sin la cubierta y que transportan a la mayoría de cables que van a cada oficina.



Figura 3.1 Canaletas principales

Además, se encuentran otras canaletas secundarias más pequeñas que llevan entre 2 a 4 cables, estas se derivan justamente desde las canaletas principales. Ver Figura 3.2.



Figura 3.2 Canaletas secundarias

Distribución

La distribución del cableado que sale del *rack* se encuentra dentro de una canaleta principal que distribuye todos los cables para la mayoría de las oficinas, pero para las oficinas cercanas como la 15 y 16, el cable está distribuido por otras canaletas más pequeñas que llevan de 2 a 4 cables según los puntos de red que existe en cada oficina (ver Figura 3.3), esta distribución hace que se llegue a cada oficina utilizando una menor distancia de cable.

Mediante un *tester* se verificó cada punto de red desde el *patch panel* hasta cada oficina, el enlace en la mayoría de casos era directo y en otros casos era cruzado.



Figura 3.3 Canaletas a la salida del *rack*

En la Figura 3.4 se observa un plano del área de oficinas 2 donde se muestra la ubicación del *rack* y los diferentes puntos de red para cada oficina, así también como el recorrido del cableado el cual llega al *patch panel* en el cuarto de telecomunicaciones.

Son 22 puntos de red en total, de estos el cable que llega a la oficina 9 era categoría 5, el resto de los cables son todos categoría 6.

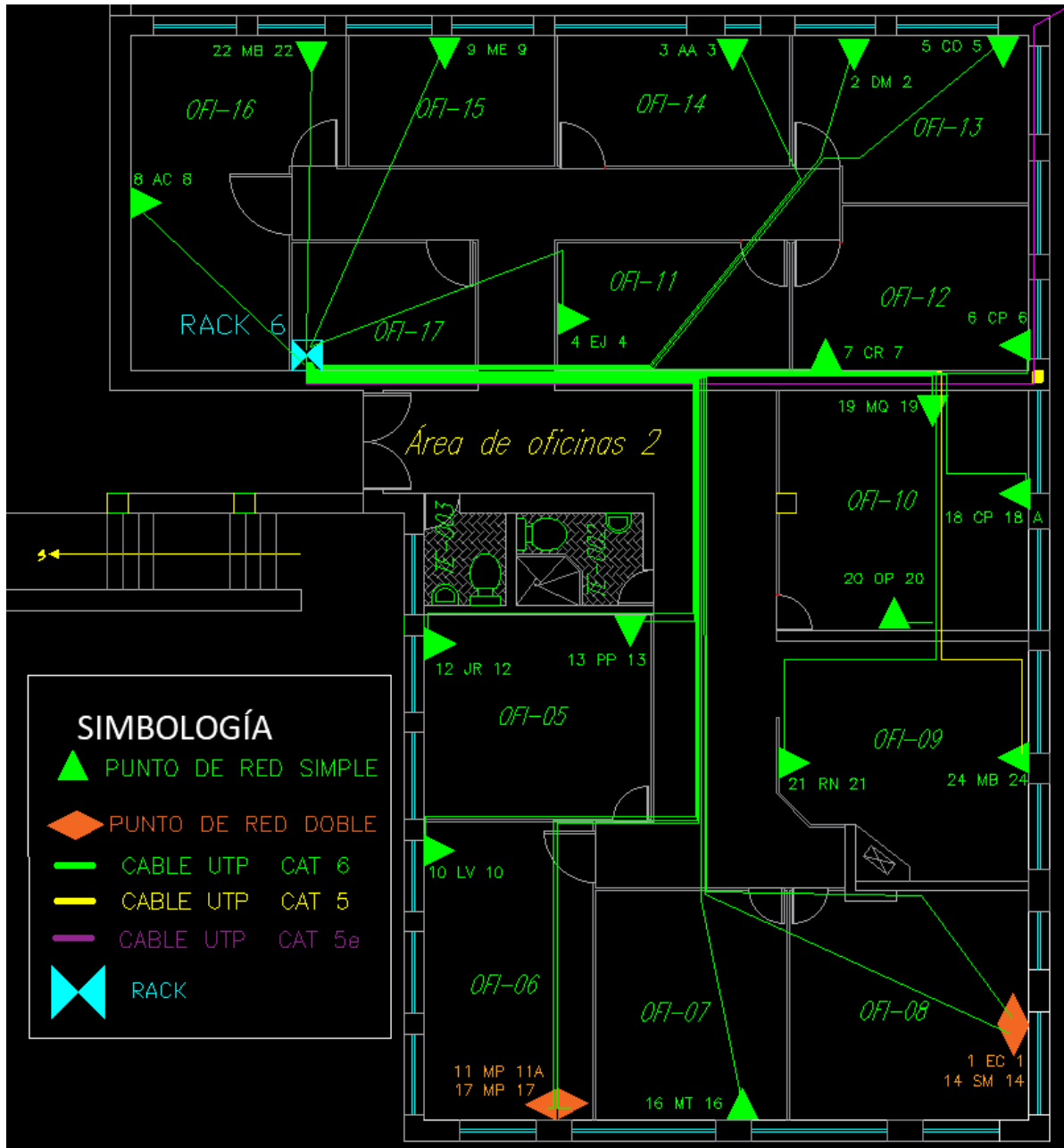


Figura 3.4 Distribución de los puntos de red en la oficina 2

Tipo de cable utilizado

Se comprobó que el tipo de cable utilizado para la mayoría de los puntos de red es categoría 6, y un punto de red era categoría 5, además los *patch cords* que conectan al *switch* con el *patch panel* son cable de categoría 6.

Etiquetado del cable

Se pudo verificar que todos los puntos de red en cada oficina tenían su respectivo etiquetado utilizando el formato que se observa en la Tabla 3.1. Este etiquetado coincidía con cada uno de los puertos del *switch* y del *patch panel*. Cabe recalcar que los *patch cords* que se encuentran en el rack tienen otra identificación, en cada extremo, el cual era el número de puerto al cual se conectaban.

Tabla 3.1 Tipo de etiquetado

Oficina	Etiquetado en los puntos de red
5	12 JR 12
5	13 PP 13
6	11 MP 11 A
6	17 MP 17
6	10 LV 10
7	16 MT 16
8	1 EC 1
8	14 SM 14
9	24 MB 24
9	21 RN 21
10	18 CP 18 A
10	19 MQ 19
10	20 OP 20
11	4 EJ 4
12	7 CR 7
12	6 CP 6
13	2 DM 2
13	5 CO 5
14	3 AA 3
15	9 ME 9

Oficina	Etiquetado en los puntos de red
16	8 AC 8
16	22 MB 22
TOTAL	22 puntos de red

Recorridos y distancias del cableado

Al analizar el recorrido del cableado, y basándose en los resultados de la certificación, se verificó que los cables tienen un aproximado de 30 metros, el más largo y el más corto de 10 metros, esto depende de la distribución de cada cable. Este recorrido se distribuye por las canaletas plásticas sin tapa, principales y secundarias, y en algunos casos los cables se derivan de alguna canaleta y llegan hasta el punto de red de la oficina correspondiente.

Distribución de los elementos colocados en el *rack*

Dentro del área de oficinas 2 se verificó que el *rack* se encuentra ubicado en la oficina 17, desde donde se distribuye el cableado horizontal a las demás oficinas sobre el techo falso. Dicho *rack* cuenta con un solo *switch* de 48 puertos, al cual ingresa el cable principal de Internet desde la oficina 1 y mediante los otros puertos salen los diferentes enlaces hacia los puntos de red del área de oficinas 2.

Además, el *rack* cuenta con una *patch panel* de 48 puertos categoría 6 con su respectivo organizador de 2 Unidades de *Rack* (UR). A los puertos desde el 1 al 24, llegan los cables de los puntos de red de las oficinas 5 a la 16 y el puerto 23 es utilizado para un enlace de Internet hacia el área de oficinas 3.

Por otro lado, de los puertos desde el 25 hasta el 48, algunos son utilizados para los enlaces que salen del área de oficinas 2 hacia otras áreas de la ESFOT y *Access Points*, y otros puertos en el *patch panel* quedan libres para ser utilizados si se requiere aumentar puntos de red. Cabe señalar que, de estos puntos de red, dos enlaces de cableado horizontal no terminaban en el *patch panel*, únicamente poseían *jacks* con su respectivo *patch cord* conectados hacia el *switch*.

También, en el *rack* se encontró un *patch panel* modular de 24 puertos, de los cuales solo están utilizados 2, con su respectivo organizador de 1UR. Estos puertos son los que conectan el cableado para los intercomunicadores y salen desde los puertos 31 y 32 del *switch*.

Se verificó que la terminación del cableado en cada extremo sigue la norma T568-B lo que equivale a utilizar un tipo de cable directo. Dentro del *rack* se encuentran 2 organizadores de 1UR y 2UR y en la parte inferior una multitoma. En la Figura 3.5 se observan los elementos del *rack*.



Figura 3.5 Elementos del *rack*

Con la información obtenida de la infraestructura y distribución del cableado actual, se observa que se incumple la norma ANSI/TIA 569-D ya que el cableado no cuenta con un adecuado recorrido sobre el techo falso debido a que algunos cables están sin canaleta y el recorrido está cerca del tendido eléctrico. Además, no todos los puntos de red cuentan con el mismo tipo de cable categoría 6, los puntos de red tienen un etiquetado que no sigue con el estándar ANSI/TIA 606-C y no poseen una secuencia ordenada. Los *patch cords* no tienen una identificación común con el cableado horizontal.

Es importante mencionar que algunos puntos de red tienen una terminación del tipo cruzado cuando se debería tener un tipo de cable directo. Por último, en el *rack* los *patch cords* que conectan al *switch* con el *patch panel* no están colocados correctamente dentro del organizador horizontal. Ante esto, se dará una solución y mejora a la infraestructura actual, corrigiendo las normas que no se cumplen para garantizar la calidad y adecuado funcionamiento del cableado.

3.2 Implementación de las normas de cableado estructurado

Norma ANSI/TIA-569-D

Basándose en esta norma que hace referencia a los recorridos y espacios de Telecomunicaciones se logró mejorar la distribución del cableado sobre el techo falso, colocando los cables en sus respectivas canaletas como se muestra en las Figura 3.6 y Figura 3.7.



Figura 3.6 Derivación del cable de red

Además, aplicando esta misma normativa, se separó del cable eléctrico las canaletas y los cables de red que estaban cerca, recogiendo los remanentes de cables eléctricos y dando un nuevo recorrido para que no estén unidos y no se crucen con los cables de red.

En la Figura 3.7 se observa como los cables se distribuyen desde la canaleta principal a la canaleta secundaria manteniendo un adecuado radio de curvatura el cual era superior o igual a 90 grados lo que es suficiente debido al diámetro del cable utilizado y no sea un valor menor al mínimo establecido y de esta manera no exista pérdida en la señal.



Figura 3.7 Derivación de cables por la canaleta secundaria

De igual manera, los cables que salen desde las canaletas secundarias mantienen un radio de curvatura que no excede el permitido hasta llegar a los puntos de red correspondientes como se observa en Figura 3.8. Estos cables no cuentan con alguna canaleta o manguera ya que al salir de la canaleta secundaria llegan directamente a las oficinas cercanas 9 y 10 y bajan por la pared, con su respectiva canaleta, hasta llegar al *face plate*.



Figura 3.8 Derivación de cables a la oficina 9 y 10

Los cables que salen del rack hacia los puntos de red cercanos, oficina 15 y 16, se los colocó en su respectiva canaleta de menor tamaño, ver Figura 3.9. Esta distribución ayuda a que se utilice una menor longitud del cable aprovechando la calidad en la transmisión de datos.



Figura 3.9 Canaletas a la salida del rack

Norma ANSI/TIA-568.2-D

De acuerdo a la norma ANSI/TIA 568.2-D se verificaron los radios de curvatura mediante la certificación, ya que en el NEXT puede afectar, también se verificó en AutoCAD para que los diagramas de cada cable no sean muy pronunciados en el par trenzado, la norma indica que debe ser mínimo 4 veces el diámetro del cable de par trenzado. Por tal motivo al momento de su respectiva derivación desde las canaletas hasta las oficinas, donde se ubican los puntos de red, se tomó en cuenta la forma de dirigir el cable en la ruta, con el fin de obtener una curvatura indicada por la norma. En la Figura 3.10 se observa un ejemplo de un cable con el radio de curvatura permitido.



Figura 3.10 Derivación del cable desde una canaleta secundaria

Por otro lado, se verificó que en cada extremo del cableado horizontal existe un *jack* categoría 6, igual a la del cable utilizado. El punto de red 24, ubicado en la oficina 9, al ser categoría 5 y con el *face plate* antiguo se realizó el cambio respectivo con un enlace de categoría 6 con el fin de establecer un estándar uniforme dentro de las oficinas ya que todos eran de categoría 6. Es importante recalcar que este cable de categoría 6 se obtuvo del que fue utilizado en las oficinas 1 y 3. Con esto se aseguró que todos los cables y conectores sean categoría 6 y así no exista problemas al momento de certificar.

En el *patch pachel* se verificó de punto en punto la conexión de cada pin mediante el *tester*, comprobando que todos los pares trenzados en ambos extremos, tanto en el *patch panel* como en el *face plate*, tenían un ponchado correcto y al ser un cable categoría 6 no había necesidad de cambiarlo. Como se disponía de puertos libres en el *patch panel* se poncharon dos cables a los puertos 34 y 35 del *patch panel*, los cuales iban directamente de un *jack* hacia el *switch*, esto se realizó con el fin de evitar que los cables lleguen directamente al *switch*.

En cuanto al cableado horizontal que va desde el *rack* hasta las oficinas, de acuerdo a los resultados obtenidos en la certificación, se verificó que ninguno superaba la longitud máxima permitida para el cable de par trenzado que es de 90 metros, por ello no hubo la necesidad de cambiar el recorrido de algún enlace dentro del área de oficinas 2.

Luego de cambiar los *patch cords* en el *rack* por unos de menor tamaño, se logró una mejor organización de los cables haciendo que el *rack* quede mejor ordenado como se muestra en la Figura 3.11, donde se observa la organización de los *patch cords* categoría 6 en el organizador horizontal.

Igualmente, en la Figura 3.11 se observa el resultado final del *rack* con una mejor organización de los cables donde, al ser *patch cords* de menor tamaño, se los pudo colocar dentro del organizador horizontal con su respectiva cubierta. Con esto se logró tener un mejor orden tanto en los cables como en el etiquetado e identificación de cada *patch cord*.



Figura 3.11 Elementos actuales en el *rack*

Norma ANSI/TIA-606-C

Con respecto al tipo de etiquetado, se realizó un cambio en la nomenclatura de manera que tenga un orden según el área de oficinas de la ESFOT y que pertenece al *rack* 6. Así, en cada *face plate* se ubicó las nuevas etiquetas que coinciden con el etiquetado de los *patch cord* y del *patch panel*.

En la Figura 3.12 se observa la nomenclatura del nuevo etiquetado colocado en el *patch panel* para cada uno de los puntos de red de las oficinas dentro del área.



Figura 3.12 Etiquetado en el *patch panel*

En la Tabla 3.2 se muestra el formato del etiquetado para los 22 puntos de red en las oficinas, dicha nomenclatura fue asignada por la DGIP.

Tabla 3.2 Nomenclatura del nuevo etiquetado

Oficina	Etiquetado de los puntos de red
5	EF – R6.A12
5	EF – R6.A13
6	EF – R6.A11
6	EF – R6.A17
6	EF – R6.A10
7	EF – R6.A16
8	EF – R6.A01
8	EF – R6.A14
9	EF – R6.A24
9	EF – R6.A21
10	EF – R6.A18
10	EF – R6.A19
10	EF – R6.A20
11	EF – R6.A04
12	EF – R6.A07
12	EF – R6.A06
13	EF – R6.A02

Oficina	Etiquetado de los puntos de red
13	EF – R6.A05
14	EF – R6.A03
15	EF – R6.A09
16	EF – R6.A08
16	EF – R6.A22

Donde:

EF: ESFOT

R6: *Rack* No. 6

A: Representa al *patch panel* colocado en el *rack* para el cableado horizontal.

(01, 02, ...,24): Equivale al número del puerto tanto en el *switch* como en el *patch panel*.

Según el etiquetado, se observa que principalmente los puertos utilizados en el *switch* para los enlaces hacia las oficinas van del 01 al 24. Los otros puertos desde el número 25 son utilizados para los enlaces entre oficinas, para conectar los intercomunicadores y también para los enlaces que van hacia los *Access Points*. Se verificó que en el *switch* de 48 puertos todavía quedan puertos libres si existe la necesidad de aumentar puntos de red.

Finalmente, en la Figura 3.13 se observa el diagrama de la infraestructura final en el área de oficinas 2, donde se muestra el recorrido del cableado desde el *rack* hacia los puntos de red en cada oficina y su identificación con la respectiva simbología.

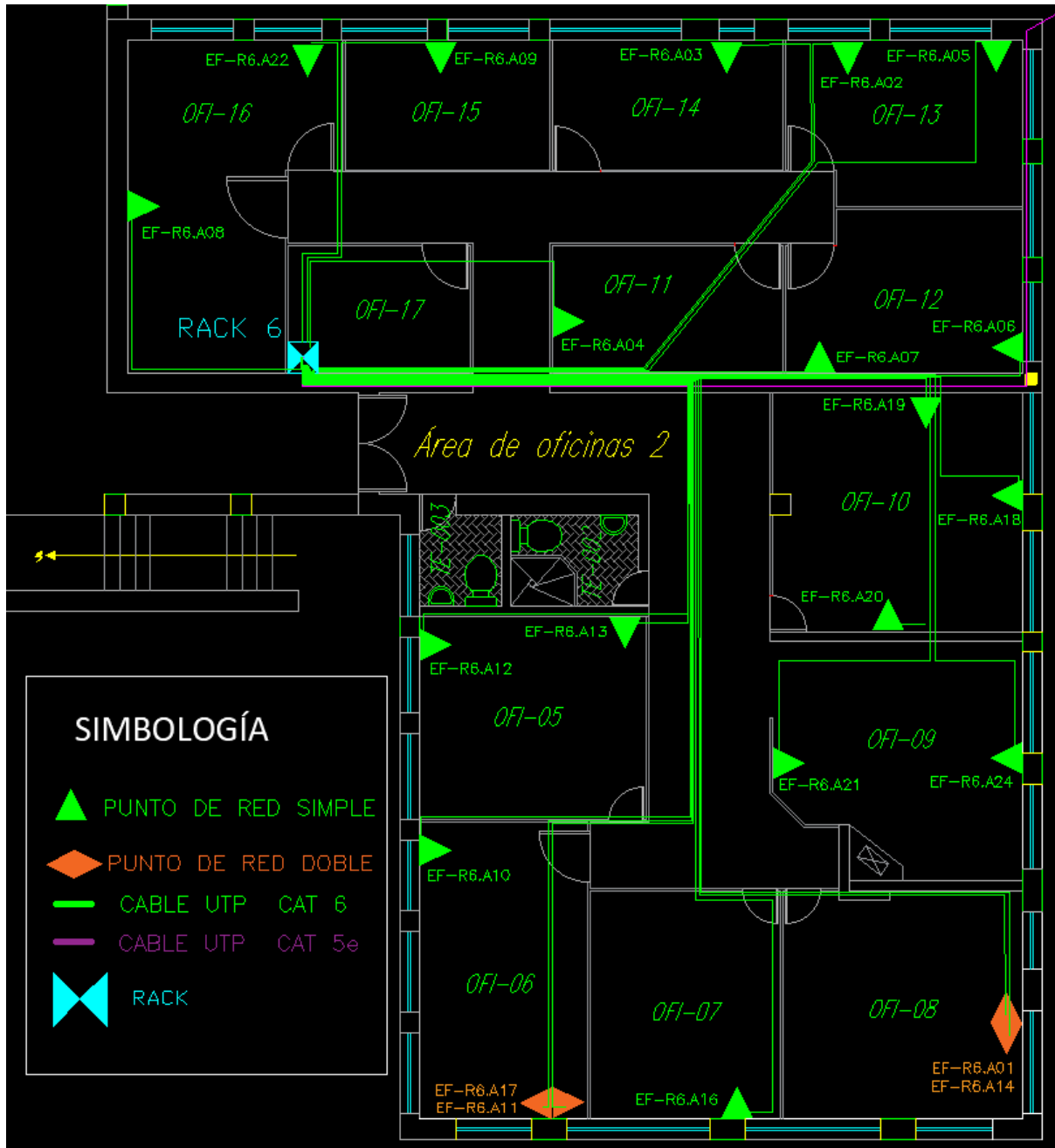


Figura 3.13 Diagrama final del cableado

En la Figura 3.13, se puede observar que todos los cables que salen del rack y llegan a cada punto de red de las oficinas son categoría 6, por lo que se los representa del mismo color, en este caso de color verde, incluido el cable que llega al punto de red EF-R6 A24 que anteriormente era categoría 5e. Además, existe un cable categoría 5e el cual no fue cambiado ya que es un enlace que llega a otra área que está fuera de las oficinas 2 de la ESFOT.

Costos de implementación

Luego de analizar la infraestructura del cableado inicial, se pudo verificar que para cumplir con las normativas de un SCE fue necesario adquirir y cambiar algunos elementos. En la Tabla 3.3 se detallan los gastos realizados que ayudaron para el desarrollo del presente proyecto.

Tabla 3.3 Detalle de los materiales y sus precios

Cantidad	Materiales para el SCE	Valor unitario	Valor Total
1	Paquete de amarras de 30cm (x100)	4.50	4.50
30	Plug RJ45 Cat. 6	0.179	5.37
30	Capuchones para RJ45	0.071	2.13
1	Cinta vinyl ½" – Blanco marca Brady	27.90	27.90
1	Velcro 10 metros	11.25	11.25
2	Jack Cat6	1.36	2.72
4	Caja Plástica 40 MM DEXSON	1.85	7.4
1	Face Plate Simple	0.85	0.85
SUBTOTAL			62.12
IVA 12%			7.45
TOTAL			\$69.57

Como se observa en la Tabla 3.3, el total gastado para el desarrollo del proyecto fue de \$69.57. En la oficina 9 se tuvo que cambiar el *face plate*, cable y *jacks* ya que era de categoría 5, y para mantener uniformidad en todas las oficinas se colocó el enlace en categoría 6.

3.3 Certificación de los puntos de red del área de oficinas 2

Para realizar la certificación de los puntos de red, se utilizó el equipo certificador de cobre *TestPro* CV-100-K50, equipo proporcionado por la ESFOT.

Elementos, características y funcionamiento del Certificador de Cobre

Las diferentes pruebas que realiza el certificador de cobre son:

- Mapa de cableado
- Retraso de propagación
- Pérdida de inserción
- Pérdida de retorno
- Impedancia
- NEXT
- PSNEXT
- ACRF
- PSACRF
- TCL
- ELTCTL

Para poder almacenar los resultados de las certificaciones en un dispositivo externo, el certificador cuenta con la función *USB Menu*, la cual permite transferir la información de la memoria interna a un dispositivo USB. Además, mediante el *software TestDataPro*, el cual es un programa propietario, se puede obtener los resultados de la certificación en formato PDF para facilitar la lectura y el análisis de los resultados [7].

Configuración del equipo certificador

Antes de realizar la certificación de los enlaces, es necesario configurar el equipo según los elementos utilizados en el cableado como se indica en la Figura 3.14. Para lo cual se creó un proyecto denominado OFICINAS-2, donde se realizó los siguientes pasos:

- Al iniciar el equipo en el menú principal se seleccionó la opción de **Project: Default**.
- Luego aparece un proyecto por defecto, ahí se seleccionó la opción **Project Manager**.
- Luego se eligió la opción **Edit** y la opción **Add New**.
- Se ingresó el nombre del proyecto el cual fue **OFICINAS-2**.
- A continuación, se aceptó los cambios para agregar el proyecto.
- Apareció una pregunta si se desea establecer el proyecto creado como el proyecto actual de trabajo. Se aceptó los cambios.
- Como siguiente paso, en el menú, se eligió la opción **Certification Type: Copper Certification** y se aceptó los cambios.

- Luego se seleccionó el proyecto creado, y se visualizó el nombre del proyecto y el perfil de certificación.
- Al presionar **Edit** se visualizó el resumen de los parámetros establecidos.



Figura 3.14 Configuración del equipo certificador *TestPro CV-100*

En el equipo también se debe seleccionar el tipo de prueba a ejecutar, que en este caso es una prueba de canal, como se muestra en la Figura 3.15 donde se realizó los pasos siguientes:

- En el perfil de medición se seleccionó la opción **Limit**.
- A continuación, se seleccionó el estándar **TIA**.
- Luego se eligió certificación de Canal.
- Finalmente se eligió la categoría 6 del cableado que se va a certificar y se aceptó los cambios.
- En el perfil de certificación se eligió la opción **Test Option**.
- Luego se eligió el estándar de terminación T-568B.
- En el perfil de certificación se seleccionó la opción **Cable**.
- Luego la opción **Generic UTP** y aceptar los cambios.
- Posteriormente, se seleccionó la categoría 6 del cable.
- En la opción **Connectors** se seleccionó **Generic Unshielded**.
- En el menú desplegado se eligió la categoría 6 para el conector.

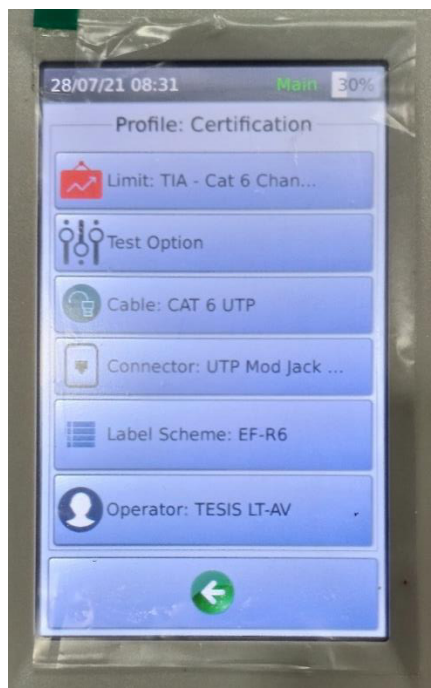




Figura 3.15 Elección del tipo de prueba en el certificador

Para poder ingresar el tipo del etiquetado, se colocó el formato que inicia en EF – R6.A1 y termina en EF – R6.A24 como se muestra en la Figura 3.16, y para ello se realizó siguientes pasos:

- En la opción **Label Scheme** presionar el ícono de modificación .
- Se visualizarán las etiquetas creadas por defecto, ahí se seleccionó **Edit y Add New**.
- A continuación, en el menú de creación de etiquetas se ingresó el nombre de etiqueta, nomenclatura de inicio EF – R6.A1 y fin EF – R6.24 y agregar .
- Se preguntará al usuario si desea establecer la etiqueta creada como el esquema de etiquetas para el proyecto actual. Se aceptó los cambios.

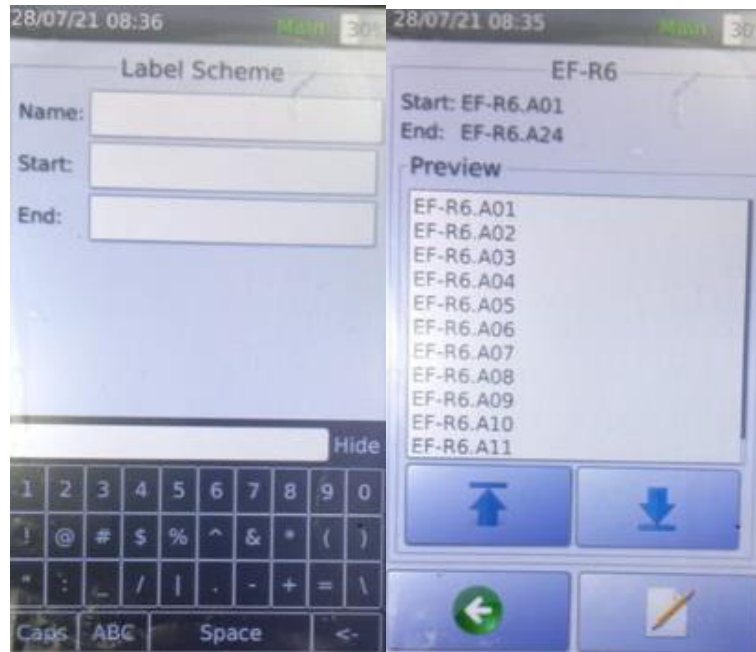


Figura 3.16 Configuración del etiquetado en el certificador

Además del proyecto creado, se debió crear el nombre del operador el cual se estableció con el nombre TESIS LT-AV haciendo referencia a que es parte del proyecto de tesis y las letras LT-AV vienen del nombre y apellido de los autores de este proyecto: Luis Tixi y Andrés Velasteguí, esto se observa en la Figura 3.17, y para ello se siguió los siguientes pasos:

- En la opción **Operators** del perfil de certificación se creó el operador que manipulará el certificador, con el nombre de TESIS LT-AV.
- Luego se eligió **Edit** y **Add New** para ingresar el nombre del operador.
- Se estableció el operador creado como el operador del proyecto actual y aceptar los cambios.
- Para verificar la configuración realizada, se regresó al menú principal para observar el resumen de los parámetros establecidos.

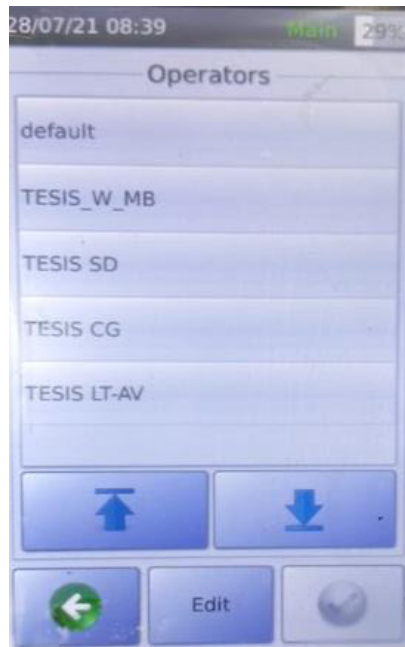


Figura 3.17 Creación del operador en el certificador

Certificación de los puntos de red

Como se ha descrito, la certificación del cableado estructurado, en el área de oficinas 2 de la ESFOT, es de canal. En el cuarto de telecomunicaciones se procedió a conectar el equipo remoto, es decir en el *patch panel* del *rack 6*, desconectando el *patch cord* categoría 6 del *switch*. Mientras que el equipo principal se lo fue conectando en cada punto de red de todas las oficinas; utilizando un *patch cord* categoría 6 como se observa en la Figura 3.18. Luego se procedió a realizar la certificación en cada punto de red, cabe indicar que desde cualquier equipo se podía enviar la orden de *test*, para posteriormente guardar los resultados obtenidos.

Al conectar el equipo certificador remoto en el *patch panel* y el equipo principal en cada punto de red, el sistema detectó automáticamente el enlace desplegando el mapa de cableado, mostrando si todo estaba correcto, se procedió a realizar el **Autotest** para que comience la certificación. Luego se verificó que todos los parámetros pasaron la prueba y se procede a guardar el resultado con el etiquetado que corresponde a cada punto de red certificado. Este proceso se repitió con los demás puntos de red a certificar y finalizado el proceso se procedió a transferir los resultados del equipo certificador a una memoria externa USB.



Figura 3.18 Certificación en curso

En el momento de la certificación se encontró que en dos enlaces fallaron en el mapa de cableado ya que los pares no estaban ponchados correctamente en el *patch panel*, luego de corregir el problema se volvió a realizar la prueba y al conectar los dos enlaces en la certificadora, se verificó que esta vez ya no se tenía el problema con el mapa de cableado y dichos puntos de red pasaron la certificación.

3.4 Análisis de los resultados de la certificación

Una vez que se certificaron los 22 puntos de red en las oficinas, verificando que todos pasaron la prueba, se procedió a obtener los resultados del equipo certificador con el fin de realizar el análisis de los parámetros arrojados.

Obtención de los resultados de la certificación

Para obtener los resultados de la certificación se utiliza una memoria externa USB y a la vez utilizando el *software* propietario que previamente se lo debe instalar en la computadora se observarán los resultados. A continuación, se explican estos procesos y los pasos a realizar.

Proceso de instalación del *software TestDataPro*

El *software* de administración del equipo certificador que se utilizó es la versión *TestDataPro PC Software v2.7.304.0*, el cual se lo puede guardar en una memoria USB para posteriormente insertarla en la computadora y luego de abrir los archivos de dicha memoria, seleccionar la carpeta donde se encuentra el instalador, como se muestra en la Figura 3.19.

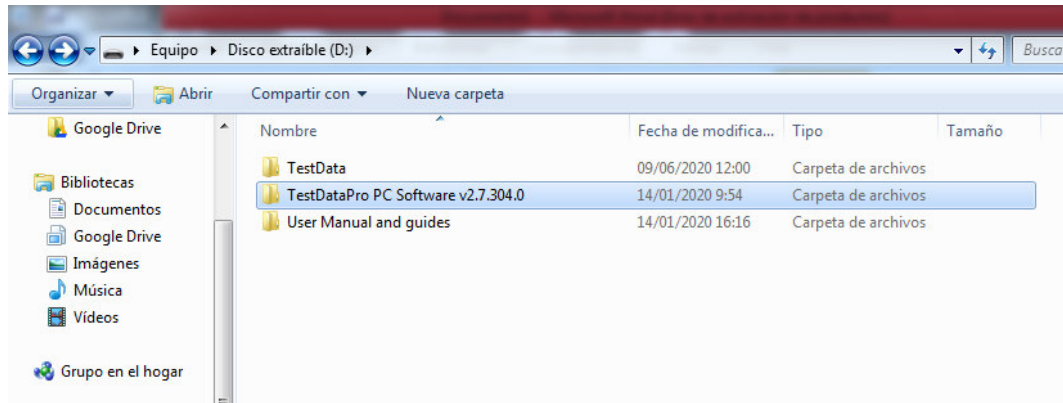


Figura 3.19 *Software TestDataPro PC software v2.7.304.0*

Luego, al abrir la carpeta antes mencionada se observa el archivo instalador del programa como se muestra en la Figura 3.20, el cual se lo debe ejecutar para que comience el proceso de instalación del *software*.

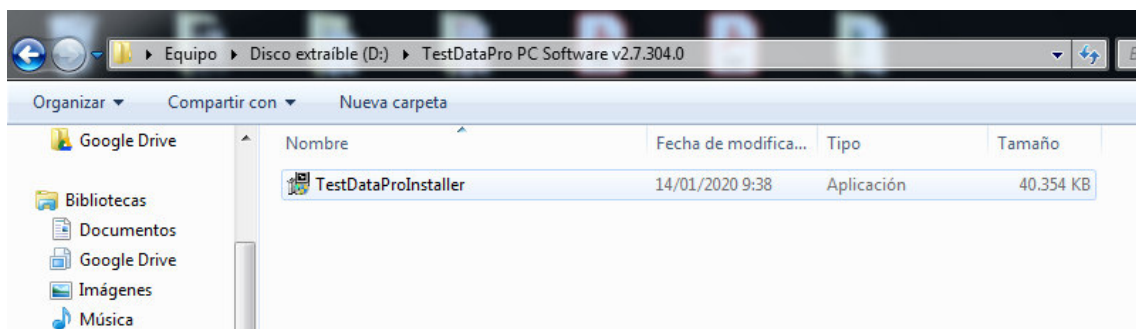


Figura 3.20 Instalador del *software TestDataPro PC v2.7.304.0*

Una vez que termine la instalación, se podrá acceder al programa de administración el cual trae un entorno gráfico para mostrar los resultados. En la Figura 3.21 se observa el entorno de trabajo del *software* instalado.

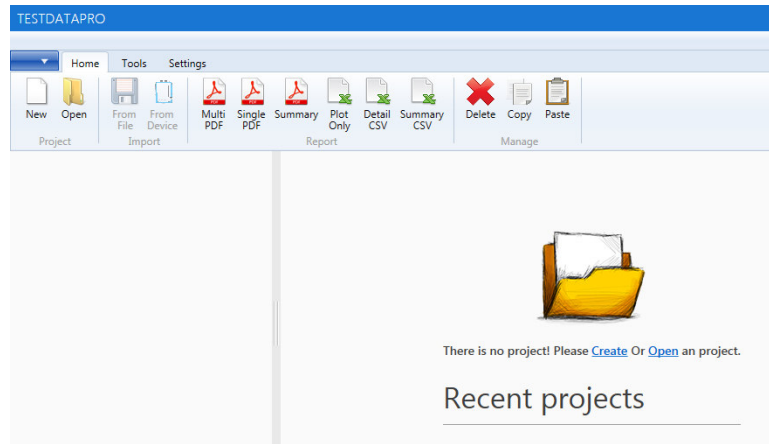


Figura 3.21 Entorno de trabajo del *TestDataPro PC software v2.7.304.0*

Transferencia de resultados a una memoria USB

Una forma de obtener directamente los resultados de la certificación es utilizando una memoria externa USB, la cual se la puede conectar al puerto correspondiente que tiene el equipo certificador en uno de sus lados laterales. Ver Figura 3.22.



Figura 3.22 Puerto USB en el equipo certificador

Luego de conectar la memoria USB, el equipo certificador la detectará de manera automática y aparecerán en la pantalla varias opciones que se pueden elegir. En este caso se debe seleccionar la opción **Copy Test Results To USB** como se muestra en la Figura 3.23 para que comience el proceso de copiar todos los resultados de la certificación hacia la memoria USB.

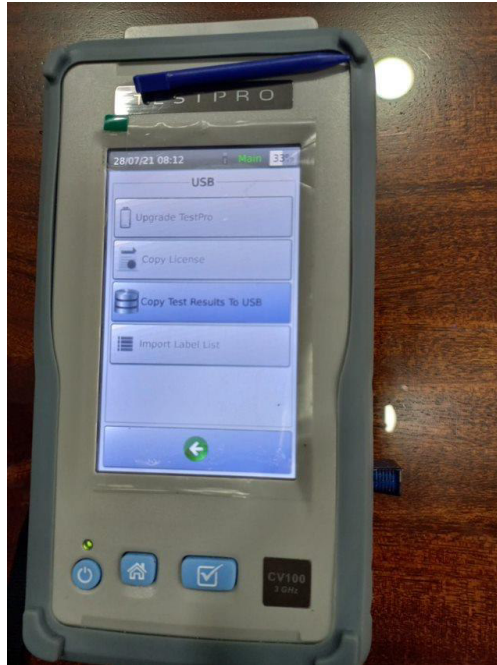


Figura 3.23 Copia de resultados a la memoria USB

Una vez que haya terminado el proceso de copia de los resultados, se mostrará en la pantalla un mensaje indicando el total de resultados transferidos a la memoria USB como se observa en la Figura 3.24. Estos resultados en un principio solo se los visualiza en el *software TestDataPro* y desde el cual se podrán exportar en formato PDF para observarlos en distintos dispositivos que no tengan el programa instalado.



Figura 3.24 Finalización de copia de resultados

Es importante tener en cuenta que, para poder transferir los resultados de la certificación, la memoria USB debe estar vacía y formateada en tipo de sistema FAT32; con el fin de que el equipo certificador la pueda detectar y se proceda a la transferencia de la información.

Visualización de resultados en el *software TestDataPro*

Una vez que se tienen los resultados guardados en la memoria USB, se los puede abrir en el *software* propietario *TestDataPro*. Para ello es necesario que el programa esté instalado en la computadora.

Al abrir los documentos se debe buscar la carpeta *TestData*, dentro de esta se encontrará una carpeta con el nombre “5200-1099”. Esta carpeta es la que contiene todos los resultados de todos los proyectos que se ha realizado con el equipo certificador. En la Figura 3.25, se observan los proyectos guardados del certificador *TestPro CV-100* una vez que se copiaron los resultados a la computadora.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
Default	19/6/2021 10:38	Carpeta de archivos	
OFICINA 1 - CAT6	19/6/2021 10:38	Carpeta de archivos	
OFICINA 3.1	19/6/2021 10:38	Carpeta de archivos	
OFICINA-2	19/6/2021 10:38	Carpeta de archivos	
OFICINA3	19/6/2021 10:38	Carpeta de archivos	
OFICINAS 1 - CAT5	19/6/2021 10:38	Carpeta de archivos	
OFICINAS 1 - CAT5E	19/6/2021 10:38	Carpeta de archivos	
prueba	18/6/2021 10:55	Carpeta de archivos	
SECRE_LP	19/6/2021 10:38	Carpeta de archivos	
SECRETARIA	19/6/2021 10:38	Carpeta de archivos	

Figura 3.25 Proyectos guardados en el equipo certificador

Al abrir la carpeta OFICINA-2 se muestran todos los resultados de la certificación que tienen una extensión (.tpd) y para abrir uno de ellos se debe seleccionar la opción de abrir con el *software TestDataPro*, como se muestra en la Figura 3.26.

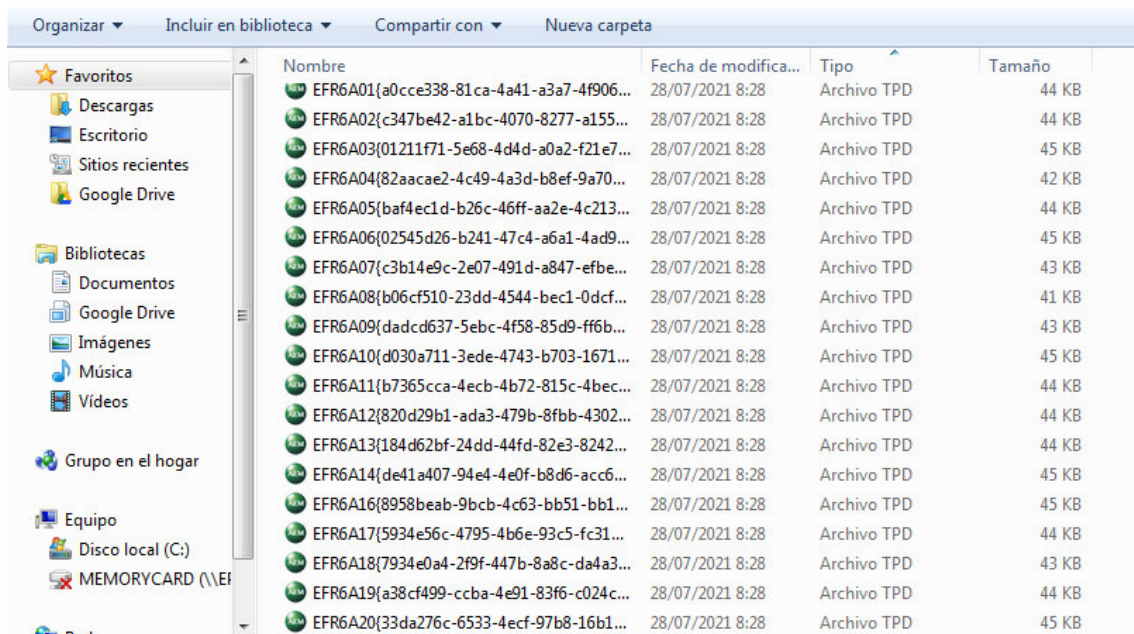


Figura 3.26 Selección de resultados en el *software TestDataPro*

También es posible observar los resultados desde el programa *TestDataPro* seleccionando la opción de *From File* y buscando la ruta donde está guardado el proyecto a analizar y finalmente seleccionar todos los resultados requeridos. En la Figura 3.27 se muestra cómo se obtienen los resultados desde el *software*.

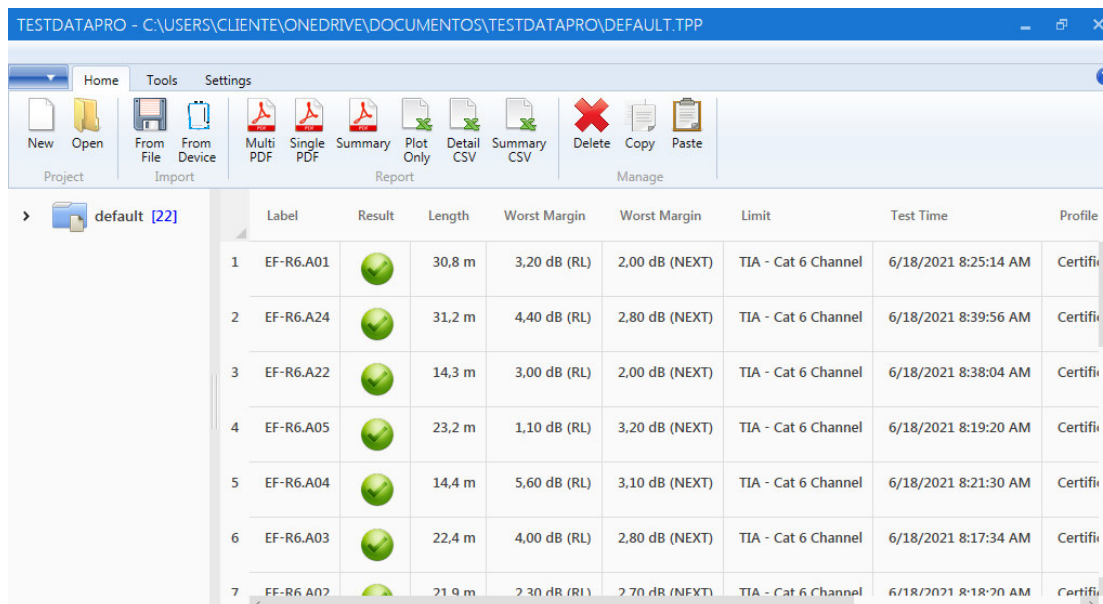


Figura 3.27 Visualizar varios resultados desde el *software TestDataPro*

Análisis de los parámetros de certificación

Con la certificación realizada en las oficinas, se verificó que pasaron los 22 puntos de red. En la Figura 3.28 se observa un resumen con los resultados de certificación e identificación del cableado.

Resultados de la certificación



Summary Report

Cable Certification

Cable ID	Result	Limit	Length(m)	Margin	Date / Time
EF-R6.A01	Pass	TIA - Cat 6 Channel	30,8	2,0 dB (NEXT)	18/6/2021 8:25:14
EF-R6.A21	Pass	TIA - Cat 6 Channel	29,3	2,8 dB (NEXT)	18/6/2021 8:24:26
EF-R6.A20	Pass	TIA - Cat 6 Channel	28,7	2,5 dB (NEXT)	18/6/2021 10:22:43
EF-R6.A04	Pass	TIA - Cat 6 Channel	14,4	3,1 dB (NEXT)	18/6/2021 8:21:30
EF-R6.A02	Pass	TIA - Cat 6 Channel	21,9	2,7 dB (NEXT)	18/6/2021 8:18:20
EF-R6.A24	Pass	TIA - Cat 6 Channel	31,2	2,8 dB (NEXT)	18/6/2021 8:39:56
EF-R6.A22	Pass	TIA - Cat 6 Channel	14,3	2,0 dB (NEXT)	18/6/2021 8:38:04
EF-R6.A14	Pass	TIA - Cat 6 Channel	31,3	2,7 dB (NEXT)	18/6/2021 8:26:01
EF-R6.A13	Pass	TIA - Cat 6 Channel	19,4	2,1 dB (NEXT)	18/6/2021 8:33:26
EF-R6.A12	Pass	TIA - Cat 6 Channel	21,8	2,7 dB (NEXT)	18/6/2021 8:33:58
EF-R6.A11	Pass	TIA - Cat 6 Channel	29,4	2,7 dB (NEXT)	18/6/2021 8:27:41
EF-R6.A06	Pass	TIA - Cat 6 Channel	21,6	2,8 dB (NEXT)	18/6/2021 8:20:12
EF-R6.A03	Pass	TIA - Cat 6 Channel	22,4	2,8 dB (NEXT)	18/6/2021 8:17:34
EF-R6.A08	Pass	TIA - Cat 6 Channel	11,6	0,7 dB (NEXT)	18/6/2021 8:08:46
EF-R6.A05	Pass	TIA - Cat 6 Channel	23,2	3,2 dB (NEXT)	18/6/2021 8:19:20
EF-R6.A17	Pass	TIA - Cat 6 Channel	30,9	1,1 dB (NEXT)	18/6/2021 8:30:27
EF-R6.A16	Pass	TIA - Cat 6 Channel	29	1,7 dB (NEXT)	18/6/2021 8:26:42
EF-R6.A10	Pass	TIA - Cat 6 Channel	27	2,4 dB (NEXT)	18/6/2021 8:31:36
EF-R6.A07	Pass	TIA - Cat 6 Channel	16,8	0,7 dB (NEXT)	18/6/2021 8:20:55
EF-R6.A19	Pass	TIA - Cat 6 Channel	20,4	1,7 dB (NEXT)	18/6/2021 10:23:28
EF-R6.A18	Pass	TIA - Cat 6 Channel	22,7	3,3 dB (NEXT)	18/6/2021 10:24:05
EF-R6.A09	Pass	TIA - Cat 6 Channel	16,4	2,6 dB (NEXT)	18/6/2021 8:16:30

Total
 Records : 22
 Total : 514,4m
 Length

Figura 3.28 Resultados de la certificación

Así mismo en la Figura 3.28 se observan parámetros como el tipo de etiquetado, el resultado, donde se verifica que pasan todos los puntos de red; la categoría del cable certificado; las longitudes de cada enlace, donde el menor tiene 11.6 (m) y el mayor tiene 31.2 (m). Estas distancias están dentro de los rangos permitidos para un cableado horizontal de par trenzado donde no se debe superar los 90 (m). Además, se observa el resultado del NEXT en dB y finalmente la fecha y hora de la certificación.

Debido a que todos los puntos de red pasaron la certificación, se seleccionó uno de ellos para analizar los resultados obtenidos de los diferentes parámetros, así como las gráficas generadas.

Resultados del enlace EF-R6.A01

Para analizar los resultados y parámetros de la certificación, se eligió en este caso el punto de red EF-R6.A01 el cual está ubicado en la oficina 8. En la Figura 3.29 se puede observar todos los resultados obtenidos para dicho punto de red.

En la **Parte 1**, de la Figura 3.29, se muestran los datos que son comunes para todos los puntos de red certificados. Estos datos son: la fecha de la certificación, el nombre del proyecto el cual es OFICINA-2, el nombre del operador que es TESIS LT-AV, así como también la categoría de los materiales utilizados, que en este caso son todos categoría 6 tanto para el Jack, conectores RJ-45 y cable UTP. Se observa también el modelo, número serial y la fecha de calibración del equipo certificador.

Además, en la **Parte 2** de la Figura 3.29, se muestra el mapa de cableado del enlace donde se indica que todos los pines están debidamente ponchados en cada extremo con la terminación según la norma T568B; esto es algo importante ya que de otro modo no se procedía a realizar la certificación. También se observa que el pin número 9 no aparece conectado ya que al ser un cable UTP no tiene una conexión a tierra.



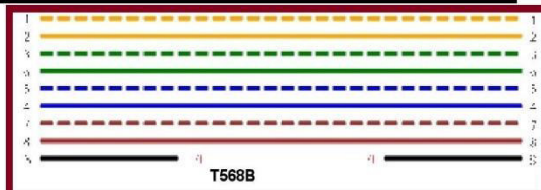
EF-R6.A01



Parte 1

Test Time	: 18/6/2021 8:25:14	Limit	: TIA - Cat 6 Channel	Pass
Project	: OFICINA-2	Model	: TestPro CV100	
Profile	: Certification	Serial Number	: (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)	
Operator	: TESIS LT-AV	Device Software	: 2.7.R11	
Cable Type / NVP	: CAT 6 UTP, 68%	Calibration Date	: martes, 14 de enero de 2020	
Connector	: UTP Mod Jack 6	Main Adapter	: PROBE CAT 6A CHANNEL	
		Remote Adapter	: PROBE CAT 6A CHANNEL	

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	12	30,8	100,0
Prop Delay(ns)	Pass	36	157,0	555,0
Delay Skew(ns)	Pass	36	7,0	50,0
Loop Resistance(Ω)	Pass	12	4,192	25,000
Res. Unbal, pair-pair(Ω)	Info	12-78	0,041	0,285
Res. Unbal, wire-wire(Ω)	Info	45	0,153	0,200

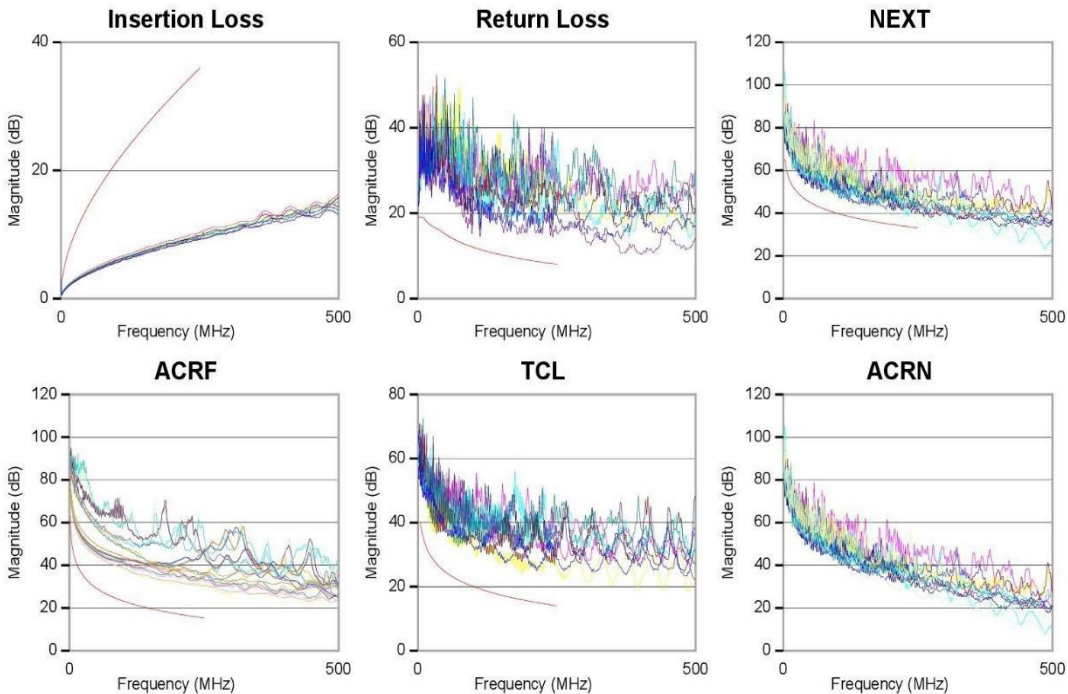


RF Parameters

Parte 3

Parte 2

Parameter	Result	Main						Remote							
		Worst Margin			Worst Value			Worst Margin			Worst Value				
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)
Return Loss	Pass	12	5,1	12,1	97,25	78	14,2	491,00	12	3,2	12,1	97,25	12	10,3	403,00
Insertion Loss	Pass	36	2,0	3,0	2,20	36	16,3	500,00		-	-	-		-	-
NEXT	Pass	36-45	4,8	33,7	231,00	36-45	38,5	231,00	36-78	2,0	33,1	249,50	36-78	35,1	249,50
PSNEXT	Pass	36	5,5	30,8	231,00	36	23,0	485,00	36	4,0	30,2	249,50	36	22,9	488,00
ACRF	Pass	12-78	13,9	54,8	2,65	12-78	22,9	427,00	12-78	14,5	18,6	171,50	12-78	22,7	487,00
PSACRF	Pass	12	13,7	60,3	1,00	78	22,1	477,00	45	15,2	57,0	1,45	45	20,9	494,00
TCL	Info	45	8,4	29,6	23,05	45	18,6	486,00	36	9,4	27,2	33,25	12	22,3	499,00
ELTCTL	Info	45	27,2	30,0	1,00	45	14,2	440,00	36	26,1	26,7	1,45	78	15,0	375,00



10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T (manufacturer should state AXT compliance)

Figura 3.29 Resultados del enlace EF-R6. A01

Continuando con la Figura 3.29, en la **Parte 3** se puede observar una tabla donde se indica el tipo de parámetro con su respectiva unidad de medida, el resultado al certificar, el par con el peor resultado, el valor obtenido y el límite o referencia permitido. Los valores de estos parámetros se encuentran en la norma ANSI/TIA 568-C.2 los cuales permiten analizar si se cumplen los rangos establecidos para que la certificación pase en cada punto de red. A continuación, se explica qué representa cada parámetro y por qué razón, según los valores obtenidos, pasa la certificación.

- **Length:** Hace referencia a la longitud del canal que en este punto de red es de 30,8 (m) y es inferior al valor límite indicado de 100 (m). Según la forma del trenzado de cada par, se podrá verificar que para cada par se tendrá una longitud diferente; por lo tanto, el valor de 30.8 (m) lo posee el par más largo que es el par 12.
- **Prop Delay:** Se mide en nano segundos (ns) y hace referencia al retardo de propagación, obteniendo un valor de 157.0 (ns) que es inferior al valor límite indicado de 555.0 (ns).
- **Delay Skew:** Se mide en nano segundos (ns) y hace referencia a la diferencia del retardo de propagación entre el par más rápido y el más lento; es decir se considera el tiempo más rápido que se demora la señal en llegar al otro extremo con el tiempo más lento de todos los pares [8]. En este caso el valor es de 7.0 (ns), el cual es un valor permitido ya que es inferior al límite de 50.0 (ns).
- **Loop Resistance:** Este parámetro se mide en ohmios y hace referencia a la resistencia que tiene cada par trenzado, este valor varía dependiendo de la longitud y diámetro del cable, en este caso se obtuvo un valor de 4.192 (Ω) lo cual está dentro del límite máximo de 25.000 (Ω) y por ende si pasa la prueba.
- **Res. Unbal, pair -pair:** Este parámetro se mide en (dB) y es solo informativo ya que no se indica en los resultados si pasa o no la certificación. Sin embargo, sí se puede observar en la Parte 3 de la Figura 3.29 que el valor obtenido es de 0.041 (dB) el cual es inferior al límite indicado de 0.285 (dB).
- **Res. Unbal, wire – wire:** Este es otro de los parámetros que se miden en (dB) y es informativo, es decir, que no se indica si pasa o no la certificación. Como se observa en la Parte 3 de la Figura 3.29, el valor obtenido es de 0.153 (dB), siendo inferior al límite de 0.2 (dB).

Es importante mencionar que al observar los resultados de estos parámetros de radio frecuencia, se tienen valores de frecuencia mayores a los 250 MHz que es el límite de un cable categoría 6 de forma general; por lo que se realizó una consulta a la Casa

Matriz del equipo certificador la cual indicó que se debe actualizar el *software* y el *firmware* del mismo. Sin embargo, esto no afecta a los resultados finales ya que el equipo sí realizó la medición en las frecuencias que le corresponden a esta categoría.

Parámetros de Radio Frecuencia (RF)

Estos parámetros además de obtener los resultados en valores, el certificador genera sus respectivas gráficas, donde el eje horizontal representa a la frecuencia en (MHz) y en el eje vertical se indica la magnitud en dB de dicho parámetro. En la Figura 3.30 se muestran los parámetros obtenidos en la certificación indicando los valores para el equipo principal como también para el remoto. Se muestra también el resultado de la certificación y los valores límite que no se deben sobrepasar, según la norma ANSI/TIA 568-C.2 y los resultados de peor margen y peor valor, los cuales se explican a continuación.

Parameter	Result	Main							Remote						
		Worst Margin				Worst Value			Worst Margin			Worst Value			
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)
Return Loss	Pass	12	5,1	12,1	97,25	78	14,2	491,00	12	3,2	12,1	97,25	12	10,3	403,00
Insertion Loss	Pass	36	2,0	3,0	2,20	36	16,3	500,00		-	-	-		-	-
NEXT	Pass	36-45	4,8	33,7	231,00	36-45	38,5	231,00	36-78	2,0	33,1	249,50	36-78	35,1	249,50
PSNEXT	Pass	36	5,5	30,8	231,00	36	23,0	485,00	36	4,0	30,2	249,50	36	22,9	488,00
ACRF	Pass	12-78	13,9	54,8	2,65	12-78	22,9	427,00	12-78	14,5	18,6	171,50	12-78	22,7	487,00
PSACRF	Pass	12	13,7	60,3	1,00	78	22,1	477,00	45	15,2	57,0	1,45	45	20,9	494,00
TCL	Info	45	8,4	29,6	23,05	45	18,6	486,00	36	9,4	27,2	33,25	12	22,3	499,00
ELTCTL	Info	45	27,2	30,0	1,00	45	14,2	440,00	36	26,1	26,7	1,45	78	15,0	375,00

Figura 3.30 Resultados de parámetros RF

- Peor margen y peor valor

Antes de explicar estos valores es importante notar que, en las gráficas resultantes de los parámetros, se tiene en el eje horizontal una frecuencia hasta los 500 MHz, sin embargo, como el cable certificado es de categoría 6, la línea límite de referencia se muestra solo hasta los 250 MHz como se observa en la Figura 3.31 (línea color rojo). Esta línea es la que se toma como referencia para obtener los valores de peor margen y peor valor, para este análisis se tomó como ejemplo la gráfica de Pérdida de retorno como se explica a continuación.

- Valor del peor margen

Como se muestra en la Figura 3.31, este valor es igual a la distancia más cercana que existe desde la línea límite de referencia hasta uno de los valores de la gráfica resultante.

En la Figura 3.31 se observa que el peor margen, para el parámetro Pérdida de retorno, lo tiene el par 12 a una frecuencia de 97.25 MHz y el resultado es igual a 5.1 (dB).

Además, se indica que el valor de la línea límite en ese punto es de 12.1 (dB), lo que significa que el valor más cercano a la línea límite en la gráfica es igual a 17.2 (dB) ya que se suma el peor margen de 5.1 (dB). La forma de obtener el peor margen se indica en la ecuación 3.1

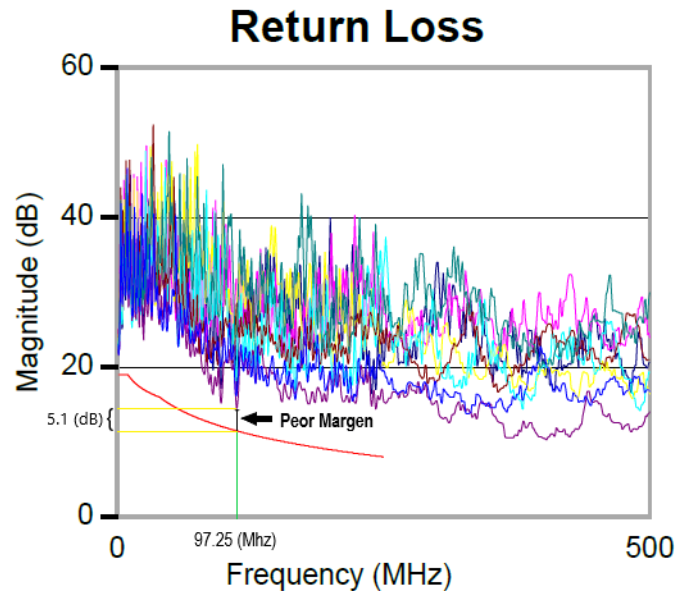


Figura 3.31 Verificación de Peor Margen en Pérdida de retorno
 $peor\ margen\ (dB) = valor\ más\ cercano\ al\ límite\ (dB) - límite\ (dB)$

Ecuación 3.1 Cálculo del peor margen (dB)

- **Resultado del peor valor**

En la Figura 3.32 se observa que este valor se obtiene de la distancia desde el valor más bajo de la gráfica hacia la línea límite de referencia. En la Figura 3.32, se muestra que el peor valor, para el parámetro Pérdida de retorno, lo tiene el par 12 a una frecuencia de 403 (MHz) y el resultado es igual a 10.3 (dB). Para obtener este valor fue necesario prolongar la línea límite siguiendo su trayectoria hasta los 500 MHz y así se tiene una mejor referencia hacia el peor valor. La forma de obtener este resultado se indica en la Ecuación 3.2.

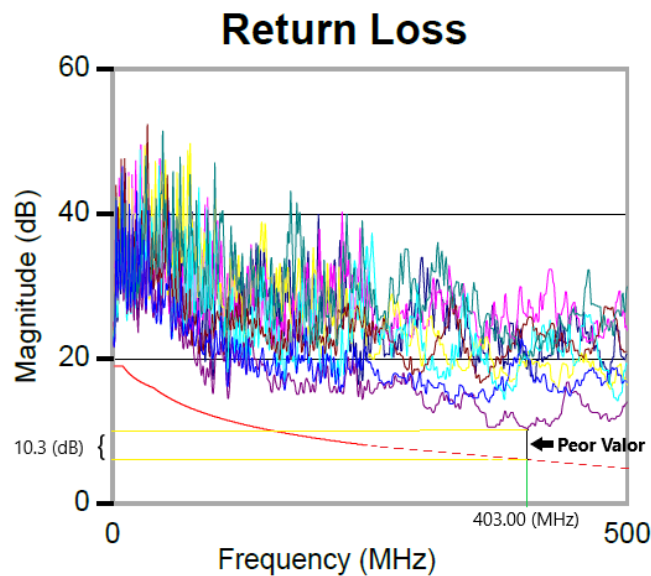


Figura 3.32 Verificación de Peor Valor en Pérdida de retorno [9]

$$peor\ valor\ (dB) = valor\ más\ bajo\ de\ un\ par\ trenzado\ (dB) - límite\ (dB)$$

Ecuación 3.2 Cálculo del peor valor (dB) [9]

A continuación, se analizan las otras gráficas generadas correspondientes a los parámetros de medición. Además, se indican las fórmulas establecidas para calcular los valores límites de cada parámetro, las cuales varían según la categoría del cable utilizado y el rango de frecuencias con el que se realizó la certificación.

Pérdida de inserción

Este parámetro permite verificar si la señal llega con suficiente potencia al extremo opuesto del enlace y depende de la distancia y la frecuencia [13]. Para el punto de red analizado, se obtuvo un valor de peor margen de 2.0 (dB) lo que hace que pase la certificación ya que el límite es de 3.0 (dB). También se puede comprobar que el límite (línea roja) para la aprobación está dado por la Ecuación 3.3.

Las fórmulas para calcular la pérdida de inserción según la categoría del cable y la frecuencia se muestran en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Fórmulas para el cálculo de *Insertion Loss* [12]

Categoría	Frecuencia (MHz)	Pérdida de Inserción (dB)
Categoría 3	$1 \leq f \leq 16$	$1,02(1,967\sqrt{f} + 0,238f) + 4 * 0,1\sqrt{f}$
Categoría 5e	$1 \leq f \leq 100$	$1,02 \left(1,967\sqrt{f} + 0,023f + \frac{0,05}{\sqrt{f}} \right) + 4 * 0,04\sqrt{f}$
Categoría 6	$1 \leq f \leq 250$	$1,02 \left(1,808\sqrt{f} + 0,017f + \frac{0,2}{\sqrt{f}} \right) + 4 * 0,02\sqrt{f} + 0,0003f^{1.5}$
Categoría 6A	$1 \leq f \leq 500$	$1,05 \left(1,82\sqrt{f} + 0,0091f + \frac{0,25}{\sqrt{f}} \right) + 4 * 0,02\sqrt{f}$

Observando la Figura 3.33, se verifica que la pérdida de inserción está dentro de los valores permitidos para el peor par, 3-6, ya que la línea resultante está debajo de la línea roja de referencia. El peor margen es de 2.0 (dB). Además, se comprueba como aumenta la pérdida de inserción a medida que aumenta la frecuencia.

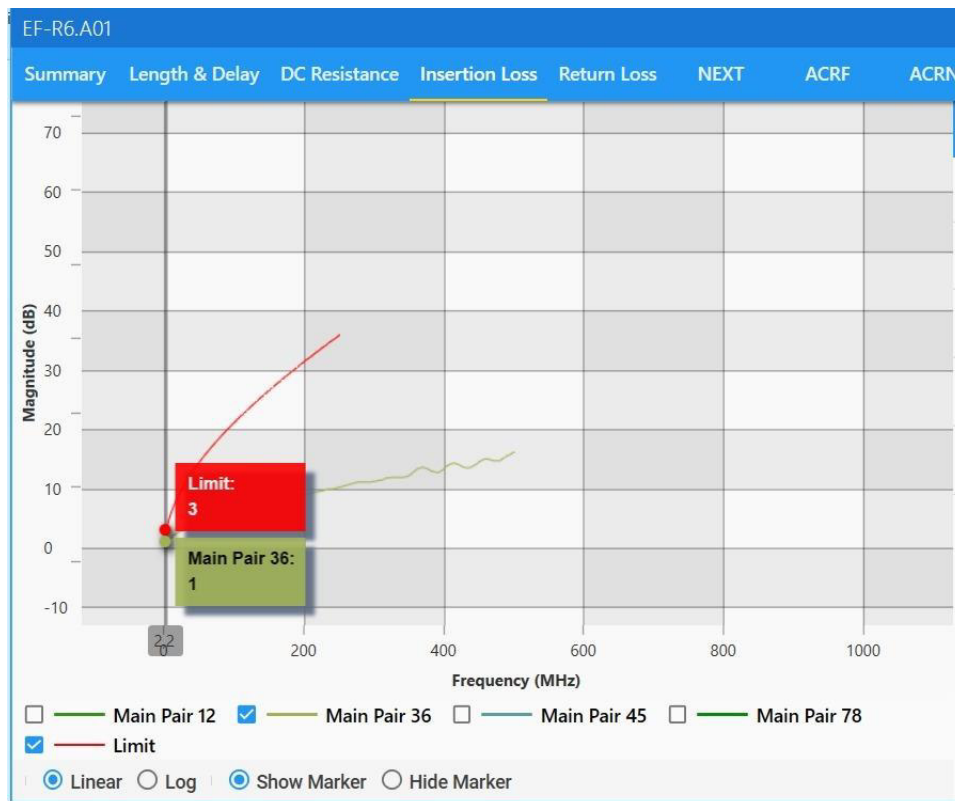


Figura 3.33 Pérdida de inserción del punto de red EF-R6.A01

Pérdida de inserción (límite)

$$= 1,02 \left(1,808\sqrt{f} + 0,017f + \frac{0,2}{\sqrt{f}} \right) + 4 * 0,02\sqrt{f} + 0,0003f^{1.5}$$

Ecuación 3.3 Cálculo del límite para la prueba de pérdida de inserción

Donde:

$$f : \text{Frecuencia } 40 \leq f \leq 398,1 \text{ (MHz)}$$

Reemplazando el valor de la frecuencia obtenido de 2.2 MHz en la ecuación 3.3, se obtiene el resultado de 3 (dB) que es el valor límite indicado en la línea roja mostrada en la Figura 3.33.

Pérdida de retorno

Este parámetro ocurre cuando existe una variación en la impedancia, lo que genera que la señal transmitida se refleje en el cable [8].

En la Tabla 3.5 se muestran las fórmulas para el cálculo del valor límite de pérdida de retorno según la categoría utilizada.

Tabla 3.5 Fórmulas para el cálculo de *Return Loss* [12]

Categoría	Frecuencia (MHz)	Pérdida de Retorno (dB)
Categoría 3	$1 \leq f \leq 16$	<i>n/s</i>
Categoría 5e	$1 \leq f < 20$ $20 \leq f \leq 100$	17 $17 - 10\log\left(\frac{f}{20}\right)$
Categoría 6	$1 \leq f < 10$ $10 \leq f < 40$ $40 \leq f \leq 250$	19 $24 - 5\log(f)$ $32 - 10\log(f)$
Categoría 6A	$1 \leq f < 10$ $10 \leq f < 40$ $40 \leq f < 398,1$ $398,1 \leq f \leq 500$	19 $24 - 5\log(f)$ $32 - 10\log(f)$ 6

Como se observa en la Figura 3.34, los valores del margen obtenidos en el punto de red analizado son 5.1 (dB) para el equipo principal y 3.2 (dB) para el equipo remoto. Con esto se verifica que este parámetro pasa la certificación ya que dichos valores son

inferiores al límite indicado de 12.1 (dB) a una frecuencia de 97.25MHz. También mediante la norma TIA-568-C.2 se puede calcular en función de la Ecuación 3.4 el límite de aprobación (línea roja) para la categoría 6 con valores de frecuencia comprendidos entre 40 y 250 (MHz).

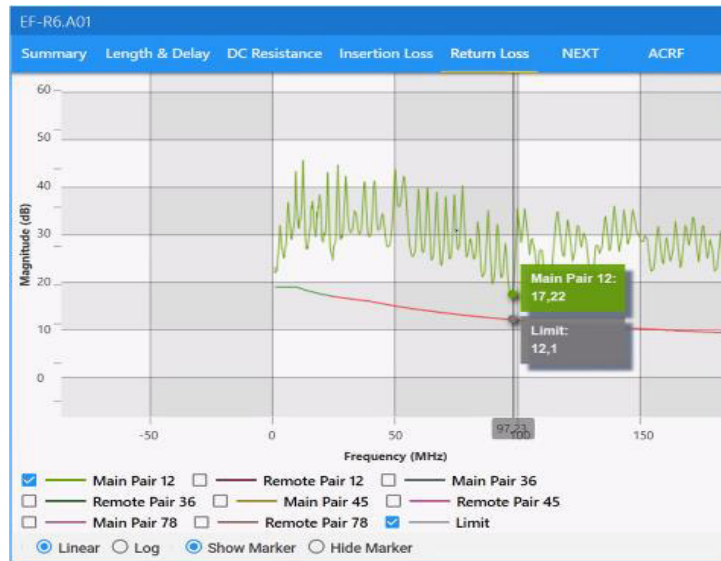


Figura 3.34 Pérdida de retorno del punto de red EF-R6.A01

$$Pérdida\ de\ retorno(límite) = 32 - 10\log(f) [9]$$

Ecuación 3.4 Cálculo del límite para la prueba de pérdida de retorno

Donde:

$$f : Frecuencia\ 40 \leq f < 250\ (MHz)$$

Reemplazando el valor de la frecuencia obtenido de 97.25 MHz en la ecuación 3.4, se obtiene el resultado de 12.12 (dB) que es el valor límite de pérdida de retorno a esa frecuencia.

NEXT

Este parámetro se mide en dB y los límites se pueden encontrar mediante la Ecuación 3.5. El valor del NEXT puede variar según la forma de instalación del cableado, es decir, la forma del destrenzado, la tensión aplicada al cable y la forma del recorrido [13]. Esto hace que sea recomendable realizar esta prueba en ambos extremos del cable utilizando el equipo certificador principal y remoto. En el punto de red analizado, se obtuvo un valor de peor margen de 4.8 (dB) en el equipo principal y 2.0 (dB) en el equipo remoto comprobando que sí pasa la certificación ya que dichos valores son menores al límite de 33.7 (dB) en el principal y 33.1 (dB) en el remoto.

En la Figura 3.35 se observa que las líneas correspondientes a los pares trenzados, están sobre la línea límite en color rojo, indicando que este parámetro pasa la certificación. Además, se observa que mientras aumenta la frecuencia disminuye el NEXT, esto significa que a mayor valor de NEXT es mejor la transmisión.

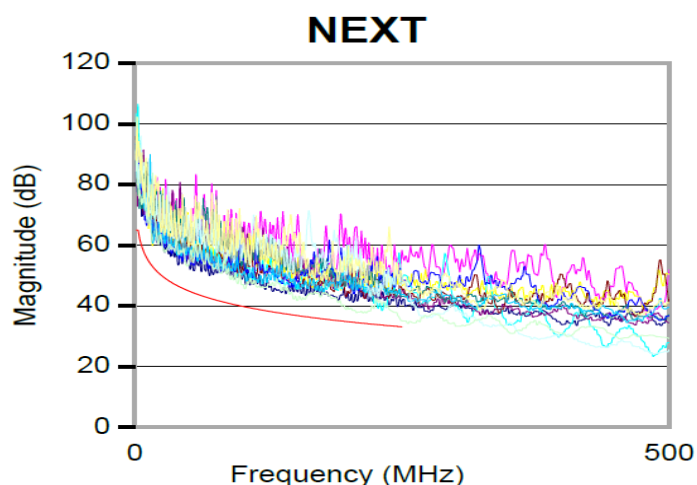


Figura 3.35 Resultado del NEXT del punto de red EF-R6.A01

En la Tabla 3.6 se muestran las fórmulas para el cálculo del valor límite NEXT según la categoría utilizada.

Tabla 3.6 Fórmulas para el cálculo de NEXT Loss [12]

Categoría	Frecuencia (MHz)	NEXT (dB)
Categoría 3	$1 \leq f \leq 16$	$-20 \log \left\{ 10^{\frac{-(23,2 - 15 \log(f/16))}{20}} + 2 * 10^{\frac{-(33,9 - 20 \log(f/16))}{20}} \right\}$
Categoría 5e	$1 \leq f \leq 100$	$-20 \log \left\{ 10^{\frac{-(35,3 - 15 \log(f/100))}{20}} + 2 * 10^{\frac{-(43 - 20 \log(f/100))}{20}} \right\}$
Categoría 6	$1 \leq f \leq 250$	$-20 \log \left\{ 10^{\frac{-(44,3 - 15 \log(f/100))}{20}} + 2 * 10^{\frac{-(54 - 20 \log(f/100))}{20}} \right\}$
Categoría 6A	$1 \leq f < 330$	$-20 \log \left\{ 10^{\frac{-(44,3 - 15 \log(f/100))}{20}} + 2 * 10^{\frac{-(54 - 20 \log(f/100))}{20}} \right\}$
	$330 \leq f \leq 500$	$31 - 27,15 \log(f/330)$

$$NEXT(\text{límite}) = -20 \log \left(10^{\frac{-(44,3 - 15 \log(f/100))}{20}} + 2 * 10^{\frac{-(54 - 20 \log(f/100))}{20}} \right)$$

Ecuación 3.1 Cálculo del parámetro NEXT

Donde:

f : Frecuencia $1 \leq f \leq 250$ (MHz)

Reemplazando el valor de la frecuencia obtenido de 231.00 MHz en la ecuación 3.5, se obtiene el resultado de 33.7 (dB) que es el valor límite indicado en rojo en la Figura 3.35 a esa frecuencia.

ACRF (*Attenuation Crosstalk Ratio Far-End*)

Al analizar los resultados de este parámetro en la Figura 3.36 y en la Ecuación 3.6, que ayuda a calcular el límite de aprobación mediante la norma TIA-568-C.2, se observa que los valores obtenidos de peor margen son de 13.9 (dB) en el equipo principal y 14.5 (dB) en el equipo remoto. Estos resultados indican que sí pasa la certificación, al ser estos valores inferiores a los límites de peor margen permitidos 54.8 (dB) en el equipo principal y 18.6 (dB) en el equipo remoto.

En cuanto a la gráfica resultante, en la Figura 3.40 se observa que las gráficas de los pares están sobre la línea de referencia que indica los valores mínimos que deben tener los resultados. Con esto se comprueba que dicha certificación pasa al tener los valores dentro de los rangos establecidos.



Figura 3.36 Resultado de ACRF del punto de red EF-R6.A01

En la Tabla 3.7 se muestran las fórmulas para el cálculo del valor límite de ACRF según la categoría utilizada.

Tabla 3.7 Fórmulas para el cálculo de ACRF [12]

Categoría	Frecuencia (MHz)	ACRF (dB)
Categoría 3	$1 \leq f \leq 16$	n/s
Categoría 5e	$1 \leq f \leq 100$	$-20 \log \left\{ 10^{\frac{-(23,8 - 20 \log(f/100))}{20}} + 4 * 10^{\frac{-(35,1 - 20 \log(f/100))}{20}} \right\}$
Categoría 6	$1 \leq f \leq 250$	$-20 \log \left\{ 10^{\frac{-(27,8 - 20 \log(f/100))}{20}} + 4 * 10^{\frac{-(43,1 - 20 \log(f/100))}{20}} \right\}$
Categoría 6A	$1 \leq f \leq 500$	$-20 \log \left\{ 10^{\frac{-(27,8 - 20 \log(f/100))}{20}} + 4 * 10^{\frac{-(43,1 - 20 \log(f/100))}{20}} \right\}$

$$ACRF(\text{límite}) = -20 \log \left(10^{\frac{-(27,8 - 20 \log(f/100))}{20}} + 4 * 10^{\frac{-(43,1 - 20 \log(f/100))}{20}} \right)$$

Ecuación 3.6 Cálculo del parámetro ACRF

Donde:

f : Frecuencia $1 \leq f \leq 250$ (MHz)

Reemplazando el valor de la frecuencia obtenido de 2.65 MHz en la ecuación 3.6, se obtiene el resultado de 54.8 (dB) que es el valor límite indicado en la Figura 3.36.

TCL (Transverse Conversion Loss)

TCL es la medida de la calidad de la línea de transmisión. Es importante mencionar que este parámetro es principalmente informativo, ya que los valores obtenidos no influyen en gran medida en los resultados finales de la certificación [9]. Sin embargo, es recomendable que se tenga valores bajos ya que a valores altos puede generar ruido y se reduce la energía de la señal [13].

Los resultados obtenidos fueron de 8.4 (dB) en el equipo principal y 9.4 (dB) en el equipo remoto con lo que si pasa la certificación ya que los valores límites para el equipo principal y remoto son de 29.6 (dB) y 27.2 (dB) respectivamente. En la Figura 3.37 se observa que las gráficas de los pares están sobre la línea límite indicando que los

resultados están dentro de los rangos permitidos, también mediante la Ecuación 3.7 se puede calcular el límite para la aprobación del cable categoría 6.

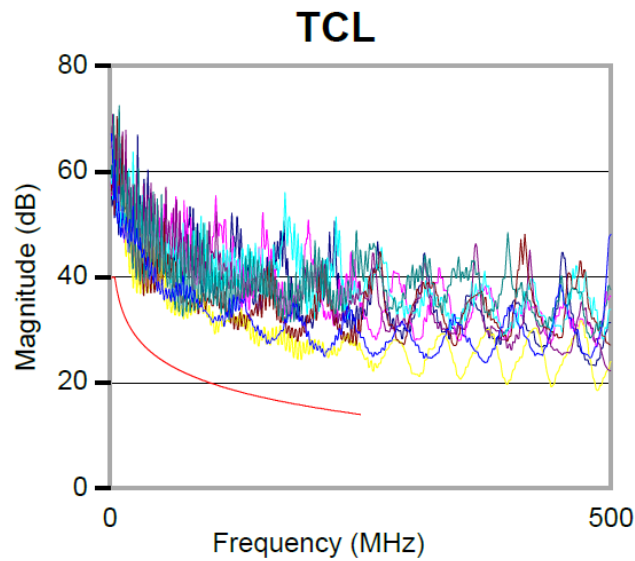


Figura 3.37 Resultado de TCL del punto de red EF-R6.A01

En la Tabla 3.8 se muestran las fórmulas para el cálculo del valor límite de TCL según la categoría utilizada.

Tabla 3.8 Fórmulas para el cálculo de TCL [12]

Categoría	Frecuencia (MHz)	TCL (dB)
Categoría 3	$1 \leq f \leq 16$	n/s
Categoría 5e	$1 \leq f \leq 100$	n/s
Categoría 6	$1 \leq f \leq 250$	$50 - 15 \log(f)$
Categoría 6A	$1 \leq f \leq 500$	$50 - 15 \log(f)$

$$TCL = 50 - 15 \log(f)$$

Ecuación 3.7 Cálculo del límite para la prueba TCL

Donde:

f : Frecuencia $1 \leq f \leq 250$ (MHz)

Reemplazando el valor de la frecuencia obtenido de 23.05 MHz en la ecuación 3.7, se obtiene el resultado de 29.55 (dB) que es el valor límite indicado en la línea roja de la Figura 3.38.

ACRN

Al analizar los resultados obtenidos se puede observar que al tener frecuencias bajas se tiene mayor valor de ACRN, ya que este parámetro es la diferencia del NEXT par a par y la atenuación del cableado. Como se observa en la Figura 3.38, no existe una línea límite que indique el valor que no se lo debe sobrepasar, y esto es debido a que el estándar TIA no exige un determinado valor de ACRN, de manera que cualquier valor obtenido no influirá en los resultados de la certificación.

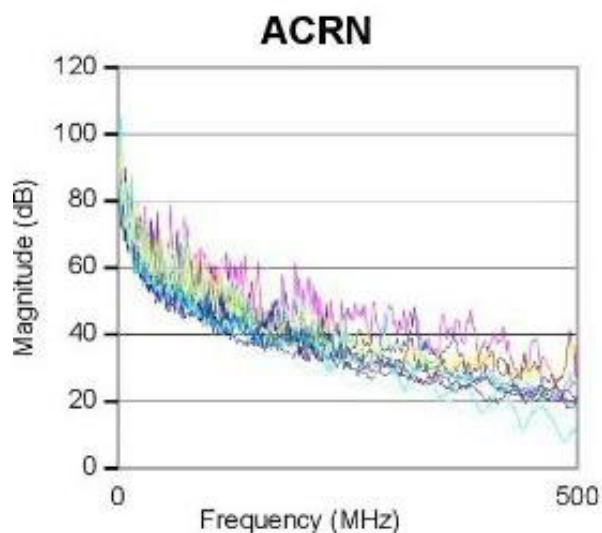


Figura 3.38 Resultado de ACRN del punto de red EF-R6. A01

PSNEXT

Mediante la Ecuación 3.8 se tiene el límite de aprobación de la prueba para la categoría 6. Los resultados obtenidos de peor margen en el par 36 fueron de 5.5 (dB) en el equipo principal y 4.0 (dB) en el equipo remoto. Con estos resultados sí pasa la certificación ya que los valores límites para el equipo principal y remoto son de 30.8 (dB) a una frecuencia de 231 (MHz) y 30.2 (dB) a una frecuencia de 249.50 (MHz) respectivamente.

$$PSNEXT = -20 \log\left(10^{\frac{-(42,3-15 \log(f/100))}{20}} + 2 * 10^{\frac{-(50-20 \log(f/100))}{20}}\right)$$

Ecuación 3.8 Cálculo del parámetro PSNEXT

Donde:

f : Frecuencia $1 \leq f \leq 250$ (MHz)

PSACRF (*Power Sum Attenuation for Crosstalk Ratio*)

Según los resultados obtenidos en la Figura 3.31, se verifica que este parámetro sí pasa la certificación en el equipo principal y remoto. Los valores de peor margen son de 13.7 (dB) y 15.2 (dB) respectivamente, y a la vez son inferiores a los valores límites de 60.3 (dB) para el equipo principal y 57.0 (dB) para el equipo remoto. Para determinar la aprobación del PSACRF en categoría 6 se calcula el límite de aprobación con la Ecuación 3.9.

En la Tabla 3.9 se muestran las fórmulas para el cálculo del valor límite de PSACRF según la categoría utilizada.

Tabla 3.9 Fórmulas para el cálculo de PSACRF [12]

Categoría	Frecuencia (MHz)	PSACRF (dB)
Categoría 3	$1 \leq f \leq 16$	n/s
Categoría 5e	$1 \leq f \leq 100$	$-20 \log \left\{ 10^{\frac{-(20,8 - 20 \log(f/100))}{20}} + 4 * 10^{\frac{-(32,1 - 20 \log(f/100))}{20}} \right\}$
Categoría 6	$1 \leq f \leq 250$	$-20 \log \left\{ 10^{\frac{-(24,8 - 20 \log(f/100))}{20}} + 4 * 10^{\frac{-(40,1 - 20 \log(f/100))}{20}} \right\}$
Categoría 6A	$1 \leq f \leq 500$	$-20 \log \left\{ 10^{\frac{-(24,8 - 20 \log(f/100))}{20}} + 4 * 10^{\frac{-(40,1 - 20 \log(f/100))}{20}} \right\}$

$$PSACRF(\text{límite}) = -20 \log \left(10^{\frac{-(24,8 - 20 \log(f/100))}{20}} + 4 * 10^{\frac{-(40,1 - 20 \log(f/100))}{20}} \right)$$

Ecuación 3.9 Cálculo del parámetro PSACRF

Donde:

f : Frecuencia $1 \leq f \leq 250$ (MHz)

Reemplazando el valor de la frecuencia obtenido de 1.00 MHz en la ecuación 3.9, se obtiene el resultado de 60.25 (dB) que es el valor límite del parámetro PSACRF.

ELTCTL (*Equal Level Transverse Conversion Transfer Loss*)

Para calcular el límite de aprobación de la prueba en categoría 6 se emplea la Ecuación 3.10, este parámetro es solo informativo debido a que indica el rendimiento del cable que no incide en el resultado final (pasa/falla).

Las gráficas de comportamiento correspondientes al par 45 en el equipo principal y al par 36 en el remoto muestran los resultados de peor margen para el equipo principal y remoto, los cuales son de 27.2 (dB) a frecuencia de 1.00 (MHz) y 26.7 (dB) a frecuencia de 1.45 (MHz) respectivamente.

En la Tabla 3.10 se muestran las fórmulas para el cálculo del valor límite de ELTCTL según la categoría utilizada.

Tabla 3.10 Fórmulas para el cálculo de ELTCTL [12]

Categoría	Frecuencia (MHz)	ELTCTL (dB)
Categoría 3	$1 \leq f \leq 16$	<i>n/s</i>
Categoría 5e	$1 \leq f \leq 100$	<i>n/s</i>
Categoría 6	$1 \leq f \leq 30$	$30 - 20 \log(f)$
	$30 < f \leq 250$	<i>n/s</i>
Categoría 6A	$1 \leq f \leq 30$	$30 - 20 \log(f)$
	$30 < f \leq 500$	<i>n/s</i>

$$ELTCTL(\text{límite}) = 30 - 20 \log(f)$$

Ecuación 3.10 Cálculo del límite para la prueba ELTCTL Cat. 6

Donde:

f : Frecuencia $1 \leq f \leq 30$ (MHz)

Reemplazando el valor de la frecuencia obtenido de 1.00 MHz en la ecuación 3.10, se obtiene el resultado de 30.0 (dB) que es el valor límite del parámetro ELTCTL.

De esta manera, gracias a los resultados de la certificación y el uso de las ecuaciones antes vistas, se concluye que el SCE del área de oficinas 2 de la ESFOT queda en buenas condiciones para que sea utilizado por los diferentes docentes en sus actividades diarias, además, al dejar todo el cableado con cable UTP categoría 6, se mantiene una uniformidad al utilizar todos los elementos de la misma categoría y se asegura que dicho cable soporta una buena capacidad para el tráfico de datos.

Una vez que se realizó la certificación del cableado y todos los puntos de red pasaron la certificación, es importante mencionar que una forma de determinar que el cableado instalado tenga la capacidad suficiente para que todos los profesores puedan desempeñar sus labores de forma eficiente, es obtener el total del tráfico de datos que se genera tomando en cuenta que la situación más crítica sería si todos los profesores están utilizando la red al mismo tiempo. Para ello se debería comenzar analizando las capacidades del cable par trenzado instalado, que en este caso es un cable UTP categoría 6. A continuación se muestran dichas características:

- Ancho de banda: 250MHz
- Velocidad de transmisión: Hasta 1Gbps

Con esta información y tomando en cuenta que el tipo de tráfico de datos que más recursos consume es la transmisión de video, se podría calcular el consumo de una sola persona cuando se encuentre realizando por ejemplo una videoconferencia en alta definición. Para ello se analizará cuanta velocidad de transmisión se necesita para transmitir cada video en una cierta definición según la tasa de bits, como se muestra en la Tabla 3.11.

Tabla 3.11 Tasa de bits según la resolución del video. [15]

Resolución del video (pixeles)	Tasa de bits calidad Standard	Tasa de bits calidad elevada
2160p	35 – 45 Mbps	53 - 68 Mbps
1440p	16 Mbps	24 Mbps
1080p	8 Mbps	12 Mbps
720p	5 Mbps	7.5 Mbps
480p	2.5 Mbps	4 Mbps
360p	1 Mbps	1.5 Mbps

De esta manera se verifica que, si un video tiene mayor tasa de bits, se necesita una mayor velocidad para su transmisión. En este caso se tomará en cuenta una definición promedio de 720 pixeles, que como se muestra en la Tabla 3.11, para una calidad elevada se necesita alrededor de unos 7.5 Mbps para transmitir un video con esa resolución.

Tomando en cuenta esta información, se puede establecer un aproximado de que en el área de oficinas 2 trabajan unos 10 profesores y si todos transmite video al mismo

tiempo con resolución de 720p, se necesitaría un total de 75 Mbps el cual es el resultado de multiplicar la velocidad necesaria de un solo video por el número de usuarios que utilizan la red al mismo tiempo.

Entonces se puede concluir que la capacidad del cable UTP categoría 6 es suficiente para soportar el tráfico de datos en el caso de que todos los docentes estén ocupando la red, ya que este cable permite una velocidad de hasta 1Gbps y además es suficiente con tener en las oficinas un Internet con una velocidad alrededor de los 100Mbps.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Una vez concluido el análisis de la infraestructura del cableado actual se comprobó que las normas de un SCE no se cumplían, principalmente en la distribución del cableado, sin embargo, la red en las oficinas se ha mantenido en funcionamiento por los últimos años, pero no se garantizaba una adecuada calidad en la conexión.
- Con la visita inicial se pudo verificar qué aspectos se debían corregir para que al momento de certificar el cableado no se generen problemas y se garantice que la red cumpla con los requerimientos exigidos por las normas de un SCE como son: la norma ANSI/TIA 569-D para recorridos y espacios de telecomunicaciones, la norma ANSI/TIA 606-C define cómo administrar un SCE, y la norma ANSI / TIA-568.2-D que establece parámetros de certificación. Así también se pudo solventar las necesidades de conectividad de los docentes de la ESFOT, ya que se verificó por un lado mediante un *tester* que todos los pares trenzados estén ponchados correctamente, y por otro lado utilizando una computadora se verificó una adecuada conectividad en cada punto de red.
- Al revisar los enlaces desde el *patch panel* hasta los puntos de red en cada oficina se verificó que la mayoría tenía la misma terminación utilizando la norma T568-B, lo que equivale a utilizar un tipo de cable directo. Sin embargo, en algunos puntos de red se observó que tenían un tipo de cable cruzado por lo que se cambió, dejando todos los puntos con cable directo. Aunque el *switch* utilizado en el *rack* tiene la función de detectar el tipo de terminación en los extremos del

cable sin importar si sea directo o cruzado, esto se realizó para que exista un mejor orden en el cableado y que en la certificación no se tenga problemas.

- Durante la implementación del proyecto se verifica el cumplimiento de las normas de un SCE, al utilizar una misma categoría en todos los elementos del cableado, desde el cable, *jacks*, *patch cords*, la cual fue categoría 6. También se cumplen las normas con la correcta identificación de los puntos de red, la organización en el recorrido del cable y la adecuada terminación en el *rack*. Cabe también mencionar que se verificó que los enlaces no superen las distancias máximas permitidas. De esta manera se ha conseguido mejorar la conectividad y entregar toda la información a la DGIP para su correcta administración ahora y en un futuro.

- Al momento de la certificación, 19 puntos de red pasaron al primer intento la certificación; en 2 puntos de red se tuvo problemas en el mapa de cableado, determinando que un par no estaba conectorizado. Para solventarlo se volvió a ponchar los pares en el *patch panel*, y al volver a realizar la certificación dichos puntos pasaron sin problema. Además, en un punto de red se tuvo un problema con el NEXT, en este caso se corrigió el recorrido del cable, su radio de curvatura y terminación en el *jack* para luego verificar que al segundo intento de certificación ya no exista ningún problema y así todos los puntos pasaron la certificación.

- Al analizar los resultados de la certificación se verifica que el equipo TestPro CV100, al estar calibrado, arrojó resultados los cuales fueron corroborados ejecutando los cálculos con las fórmulas según la norma ANSI/TIA 568.2-D. Dicha norma establece fórmulas para determinar el valor límite indicado para el peor margen, según el parámetro de medición y categoría del par trenzado.

4.2 Recomendaciones

- Al observar las instalaciones del techo falso se verificó que el cable de telefonía al ya no tener ninguna utilidad se lo debe retirar, ya que la mayor parte del cable sigue instalado provocando desperdicios en el techo.

- Al realizar la implementación de un SCE es recomendable tomar en cuenta que la red a futuro puede crecer, siendo necesario aumentar los puntos de red. Es por ello que se debe mantener un espacio libre por donde pasa el recorrido del cable para que resulte fácil colocar los nuevos cables requeridos. Además, en los equipos ubicados en el *rack* es necesario que se dispongan de puertos suficientes para evitar colocar nuevos elementos.
- En un SCE es importante que el Cuarto de Telecomunicaciones sea exclusivo para alojar los equipos principales que se ubican en el *rack*, es por ello que en el área de oficinas 2 es recomendable que la oficina 17, donde se ubica el *rack*, tenga un mayor orden y no sea utilizado a la vez como cuarto para almacenar muebles y documentos que ya no son utilizados.
- Es importante que estos equipos certificadores de par trenzado estén debidamente calibrados para que los resultados obtenidos sean los correctos. Es por ello que se recomienda volver a calibrar el certificador *TestPro CV-100* ya que como se indica en la hoja de resultados, la última calibración fue realizada el 14 de enero de 2020 y lo recomendable es calibrar el equipo cada año, más aún si se lo utiliza para realizar varios proyectos.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G. Cevallos., «Organismos de estandarización,» Normas ANSI/TIA-TIA-568.2-D pdf., Quito, 2019.
- [2] F. González, *Sistemas de Cableado Estructurado.*, 2016.
- [3] TIA, «Telecommunication Indstry Association,» [En línea]. Available: <https://standards.tiaonline.org/>.
- [4] R. B. 150, «Redes Básica 150,» [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/redesbasico150/introduccion-a-los-estandares-de-cableado/estandares-tia-eia>.
- [5] TENMEGA, «Sistema de Cableado Estructurado,» 2018.
- [6] B. LH, ICTV10, [En línea]. Available: https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/ICTV/ICTV10/es_IEA_ICTV10_Contenidos/websti. [Último acceso: 09 06 2021].
- [7] Termired, «Diferencia entre cables FTP, UTP y STP,» [En línea]. Available: <https://termired.com/diferencia-cables-ftp-utp-stp/>.
- [8] M. V, «ANSI/TIA-568.2-D,» 2019. [En línea]. Available: <https://blog.siemon.com/standards/ansi-tia-568-2-d-balanced-twisted-pair-telecommunications-cabling-and-components> [Accessed 26 Nov. 2019]. .
- [9] M. B. O. LARA, «DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA MANEJO DE CERTIFICADORA DE COBRE TEST-PRO CV100-K50 Y KIT DE HERRAMIENTAS PARA CABLEADO ESTRUCTURADO,» ESFOT, Quito, 2021.
- [10] K. S. a. K. S. K. Scott, «ANSI / TIA-568.2-D Incluye adiciones de cable de parche] MPTL y 28 AWG – CPV MICRO".».
- [11] AEM, «AEM User Guide,» 2020 Enero 09. [En línea]. Available: <https://n9.cl/yw7hi>. [Último acceso: 07 Abril 2021].

- [12 T. I. Association, TIA Standard, USA: Telecommunications Industry Association,] 2009, p. 56.
- [13 «Guía de Sistemas de cableado estructurado,» X. Cadena. y A Zaballos, [En línea].] Available: <https://bvirtual.epn.edu.ec:2145/es/lc/epn/titulos/41979?prev=as>.
- [14 F. D. Ramirez, «Ponchado de cables,» El Cid Editor, 2009. [En línea]. Available:] <https://bvirtual.epn.edu.ec:2145/es/lc/epn/titulos/28977?prev=as>. [Último acceso: 2021].
- [15 P. Hernández, «Filmora,» 19 Noviembre 2021. [En línea]. Available:] https://filmora.wondershare.es/video-editing-tips/what-is-video-bitrate.html?gclid=CjwKCAiAhreNBhAYEiwAFGGKPNiRySrfkkBAGebE3AeSs87yZ5WuMN-QufBYhDvmanB6xqRFLjEXMBoC2ggQAvD_BwE. [Último acceso: 06 Diciembre 2021].

ANEXOS

ANEXO 1: DOCUMENTO DE CERTIFICACIÓN

A continuación, se muestra el link al cual se puede ingresar para acceder a los resultados obtenidos de la certificación.

https://epnecuador-my.sharepoint.com/personal/carlos_velastegui02_epn_edu_ec/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fcarlos%5Fvelastegui02%5Fepn%5Fedu%5Fec%2FDocuments%2FEPN%202021%20A%2FProyecto%20Tesis%20Oficinas%202%20ESFOT

ANEXO 2: VIDEO DEL PROYECTO OFICINAS 2

A continuación, se muestra el link al cual se puede ingresar para acceder al video realizado donde se evidencia todo el proceso de implementación del proyecto.

https://epnecuador-my.sharepoint.com/personal/carlos_velastegui02_epn_edu_ec/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fcarlos%5Fvelastegui02%5Fepn%5Fedu%5Fec%2FDocuments%2FEPN%202021%20A%2FProyecto%20Tesis%20Oficinas%202%20ESFOT