

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CABLEADO
ESTRUCTURADO EN LA UNIDAD EDUCATIVA TRÁNSITO
AMAGUAÑA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CABLEADO
ESTRUCTURADO PARA EL ÁREA SUR DE LA UNIDAD
EDUCATIVA TRÁNSITO AMAGUAÑA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR
EN REDES Y TELECOMUNICACIONES**

JOAN RENE MOLINA SIMBAÑA

joan.molina@epn.edu.ec

DIRECTOR: GABRIELA KATHERINE CEVALLOS SALAZAR, MSC.

gabriela.cevalloss@epn.edu.ec

DMQ, febrero 2023

CERTIFICACIONES

Yo, Joan Rene Molina Simbaña declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

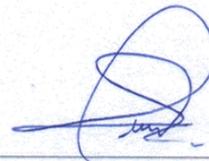


JOAN RENE MOLINA SIMBAÑA

joan.molina@epn.edu.ec

joansei@hotmail.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por JOAN RENE MOLINA SIMBAÑA, bajo mi supervisión.



GABRIELA KATHERINE CEVALLOS SALAZAR

DIRECTOR

gabriela.cevalloss@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

JOAN RENE MOLINA SIMBAÑA

DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo a mis padres Angela Simbaña y Byron Molina las personas responsable que con sabiduría, en todo momento han orientado mi camino por la ruta correcta, convirtiéndose en los pilares fundamentales para poder alcanzar este logro el cual es dedicado especialmente a ellos.

Para mi hermano Alexander Molina quien ha sido mi consejero personal durante mi trayectoria universitaria, en donde resalta su gran labor como profesional en la electrónica y telecomunicaciones lo que le ha permitido guiar mi carrera, convirtiéndose de esa forma en un gran apoyo para mi vida.

Para mi enamorada Ruby Toapanta, quien me ha sabido apoyar y entender en los momentos difíciles, donde siempre he contado con ella como mi compañera de vida la cual merece compartir este logro.

Finalmente, quiero agradecer a mis tíos Bolívar Molina y Nancy Bunce por convertirme en un hijo más y ayudarme con consejos de experiencia a salir adelante.

JOAN RENE MOLINA SIMBAÑA

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios porque su voluntad me ha hecho merecedor de este título al cual atribuyo toda la responsabilidad, porque el nunca falla y más aún en los momentos difíciles, porque siempre confié en el y entiendo que con Dios es todo, sin él no es nada.

Agradezco a mi familia por ser el sustento para nunca dejar de soñar y dejar de creer en este logro y hacerme entender que con esfuerzo y perseverancia se puede lograr los sueños.

Agradezco a la Escuela Politécnica Nacional en especial a la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT) porque durante toda mi vida universitaria se ha convertido en mi segundo hogar, en donde he experimentado situaciones buenas y malas aprendiendo de cada una de ellas.

Agradezco a todo el personal que compone la ESFOT en especial a la Ing. Gabriela Cevallos por brindarme sus conocimientos y permitirme trabajar en este importante proyecto, donde ha compartido ideas y criterios los cuales le agradezco de corazón.

JOAN RENE MOLINA SIMBAÑA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
RESUMEN.....	VII
<i>ABSTRACT</i>	VIII
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO	1
1.1 Objetivo general.....	1
1.2 Objetivos específicos	1
1.3 Alcance	1
1.4 Marco Teórico	1
Sistema de cableado estructurado	1
Estructura que contempla un SCE	2
Medios de Transmisión	4
Parámetros de certificación de un SCE.....	5
Estándares de un SCE.....	11
2 METODOLOGÍA.....	12
3 RESULTADOS	13
3.1 Análisis de la infraestructura actual y requerimientos.....	13
Análisis del estado de las instalaciones	13
Ubicación de los equipos de red.....	14
Requerimientos del SCE.....	17
3.2 Diseño del sistema de cableado estructurado	18
Ubicación de puntos de red en el plano	18
Diseño de la ruta en el plano	19
Identificación de los puntos de red	20

Análisis para determinar la categoría de cable	21
Análisis para determinar la marca de cable	21
Cantidad de material necesario para la implementación	22
3.3 Implementación del SCE en la Unidad Educativa	23
Instalación de la Infraestructura.....	24
Enrutamiento de cables	26
Terminación de las áreas de trabajo	27
Elaboración de <i>patch cords</i> para el <i>rack</i> y áreas de trabajo.....	28
Distribución del <i>rack</i> de telecomunicaciones.....	30
3.4 Pruebas de desempeño y certificación del SCE	31
Certificación del SCE instalado.....	32
Análisis del Informe técnico de certificación de los puntos de red.....	34
Análisis del Informe técnico para los <i>patch cords</i>	43
4 CONCLUSIONES.....	46
5 RECOMENDACIONES	47
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
7 ANEXOS.....	52
ANEXO I: Certificado de Originalidad	i
ANEXO II: Enlaces	ii
ANEXO III: Resultados de certificación de los puntos de red	iii
ANEXO IV: Datasheet de los materiales del SCE.....	xi
ANEXO V: Nota de venta	xx
ANEXO VI: Acta de entrega y recepción del proyecto	xxi

RESUMEN

El presente documento expone el proceso a seguir para la implementación de un Sistema de Cableado Estructurado (SCE) en el área sur de la Unidad Educativa Tránsito Amaguaña ubicada al sur de Quito.

En un principio, se efectuó un análisis de la infraestructura y localización de los equipos de red que posee la Unidad Educativa (UE), donde no existía una distinción de los elementos que compone el SCE y no se encontraba empleando ninguna normativa, con esa información se estableció los requerimientos para el diseño.

En la etapa de diseño, se elaboró los planos que permitieron ubicar los puntos de red e identificar a cada elemento. Estableciendo la ruta más óptima se determinó la cantidad de material necesario y realizando un análisis comparativo se estableció el tipo de marca; además, se presenta el resumen de costos previo a la implementación.

La implementación comienza con la instalación de la infraestructura, donde se colocó canaletas como mecanismo de protección; posteriormente, se realizó el enrutamiento del cableado hacia cada uno de los puntos de red, para que finalmente se culmine con la elaboración de cada punto de red en las áreas de trabajo. Se etiquetó a cada elemento para una fácil identificación.

Luego, se certificó cada punto de red y *patch cord* para verificar el correcto desempeño de cada enlace basado en estándares de cableado estructurado.

PALABRAS CLAVE: Sistema de Cableado Estructurado, normas, infraestructura, requerimientos, diseño, implementación, certificación.

ABSTRACT

This document exposes the process to follow for the implementation of a Structured Cabling System in the southern area of the Tránsito Amaguaña Educational Unit located south of Quito.

Initially, an analysis of the infrastructure and location of the network equipment owned by the Educational Unit was carried out, where there was no distinction of the elements and it was not found using any regulations, with that information. Design requirements are established.

In the design stage, plans were drawn up to locate the network points and identify each element. The amount of material required was determined by establishing the most optimal route, and a comparative analysis was made to establish the type of brand; in addition, a summary of costs prior to implementation is presented.

The implementation begins with the installation of the infrastructure, where gutters are placed as a protection mechanism; Subsequently, the routing of the cabling to each of the network points was carried out, so that it finally culminated with the development of each network point in the work areas. Each element of the ETS was labeled for easy identification. for easy identification.

Then, each network point and patch cord were certified to verify the correct performance of each link based on structured cabling standards.

KEYWORDS: *Structured Cabling System, standards, infrastructure, requirements, design, implementation, certification.*

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

En el presente proyecto se realizará el diseño e implementación de un sistema de cableado estructurado (SCE) para la Unidad Educativa Tránsito Amaguaña. La implementación de un cableado estructurado certificado y basado en normas brindará un excelente acceso a la conectividad a los estudiantes y personal administrativo quienes conforman esta institución.

1.1 Objetivo general

Implementar un sistema de cableado estructurado en la Unidad Educativa Tránsito Amaguaña.

1.2 Objetivos específicos

- Analizar la infraestructura actual y requerimientos de un SCE.
- Diseñar el sistema de cableado estructurado.
- Implementar el sistema de cableado estructurado en la unidad educativa.
- Realizar las pruebas de certificación.

1.3 Alcance

La Unidad Educativa posee servicio de internet y un *switch* desde el cual se despliegan los enlaces hacia diez ordenadores en el laboratorio de computación y hacia tres máquinas en el área de la dirección. El actual cableado no cuenta con ninguna normativa de SCE por lo que el proyecto inicia con una inspección de las instalaciones y determinación de los requerimientos. Luego mediante planos se diseñará la ruta del cableado y la ubicación de los puntos de red con su respectiva identificación. Se establecerán los materiales y las cantidades seleccionando la marca adecuada para la posterior implementación. Las pruebas consisten en la certificación del SCE verificando así que cumple con la normativa de un SCE.

1.4 Marco Teórico

Sistema de cableado estructurado

Se define como la parte física y flexible que contiene la red de Telecomunicaciones, la cual está orientada para que cualquier personal instalador o administrador de red pueda entender el sistema con facilidad, uno de sus propósitos es mantener la interconexión

de dispositivos activos mediante elementos pasivos los cuales transmiten la información desde el emisor hacia uno o varios receptores [1].

El desarrollar un SCE en base a estándares internacionales implica que la comunicación se realizará de forma eficiente, considerando una correcta instalación del cableado estructurado.

En el cableado estructurado la inversión que se realiza para su instalación no sobrepasa el 10% de lo que cuesta implementar toda la red; sin embargo, es el responsable de hasta un 70% de los fallos que se presenten y que la red deje de operar correctamente [2]. Por tanto, requiere una buena inversión sin escatimar gastos que en el futuro podrían afectar a la red.

Para el diseño de un SCE es necesario considerar las siguientes reglas:

1. Disponer de una conectividad total, donde el sistema sea planificado para satisfacer los requerimientos tecnológicos acorde a las nuevas modificaciones que podrían presentarse en la red [1].
2. Trabajar con único proveedor y de ser posible con una misma marca con componentes de excelentes características garantizando durabilidad y escalabilidad al sistema, para que no se generen fallos durante un largo periodo de tiempo [1].
3. Un SCE que cumpla con la normativa vigente, permite generar diferentes beneficios, por ejemplo, el cableado se encontrará protegido y guiado de forma correcta cumpliendo los requerimientos mínimos, incrementará el rendimiento y la confianza del proyecto; facilitará la identificación del cableado, donde se disponga de una nomenclatura establecida en el diseño [3].

Estructura que contempla un SCE

A nivel de escuelas o Pequeñas y Medianas Empresas (PYME) esencialmente se compone de cableado horizontal, espacios de trabajo y *rack* de telecomunicaciones. En el caso de las edificaciones ya se encuentra el cableado vertical, la sala de equipos y las acometidas [4].

Área de trabajo

Es el lugar físico en el que se encuentra el usuario final y los dispositivos finales, estos pueden ser: computadoras, impresoras, teléfonos IP, cámaras, etc. El objetivo principal del SCE en el área de trabajo es permitir la interconexión de los equipos finales, como se observa en la Figura 1.1 el ordenador, impresora y teléfono IP se encuentran

conectados hacia el punto de red con la ayuda de un Montaje de Telecomunicaciones Multiusuario (MUTOA) [5].

La implementación del MUTOA en el área de trabajo es con el objetivo de que no se altere el cableado horizontal ante el incremento de dispositivos o cambio que se presente por parte de los usuarios finales.

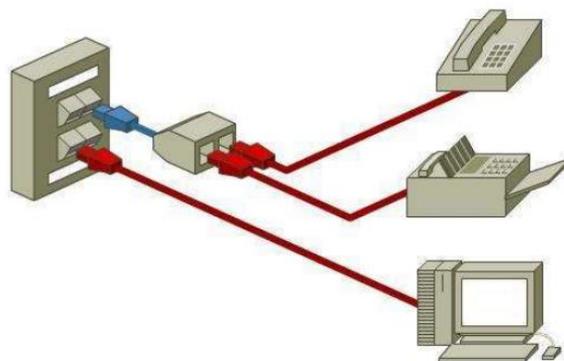


Figura 1.1 Dispositivos finales con conexión hacia un punto de red [6]

Cableado Horizontal

Es el medio tangible que conecta cada espacio de trabajo que conforma la infraestructura con el cuarto de telecomunicaciones, su estructura permite guiar de una forma adecuada y enrutar al cableado para permitir la comunicación de la red [5]. En el caso de una PYME el cableado horizontal sale del gabinete o *rack* de telecomunicaciones hacia la placa de pared o *face plate* ubicado en el área de trabajo como se observa en la Figura 1.2. En este caso se recalca que a partir del panel de conexión se dirige el cable de datos hacia la toma de red simple que se encuentra cerca al ordenador.

En el cableado horizontal se encuentran incluidos los *jacks* o conectores hembra RJ45, cajas sobrepuestas, *face plate*, los medios de transmisión y el panel de conexión o *patch panel* que se encuentra en el *rack* de telecomunicaciones.

Existen varios factores que son necesarios tomar en cuenta al momento de realizar el diseño del cableado horizontal, por ejemplo, para el caso de la ruta por ductos o canaletas, la holgura que se debe dejar es del 60%, es decir, una ocupación del 40% por parte del cableado para facilitar las futuras incorporaciones de usuarios a la red [7].

Por otra parte, la extensión máxima permitida para el enlace permanente es de 90 (m) y para el enlace de canal 100 (m) y se debe considerar la proximidad del tendido eléctrico con el sistema de datos, debido a las interferencias que se podría generar entre ambos [8].

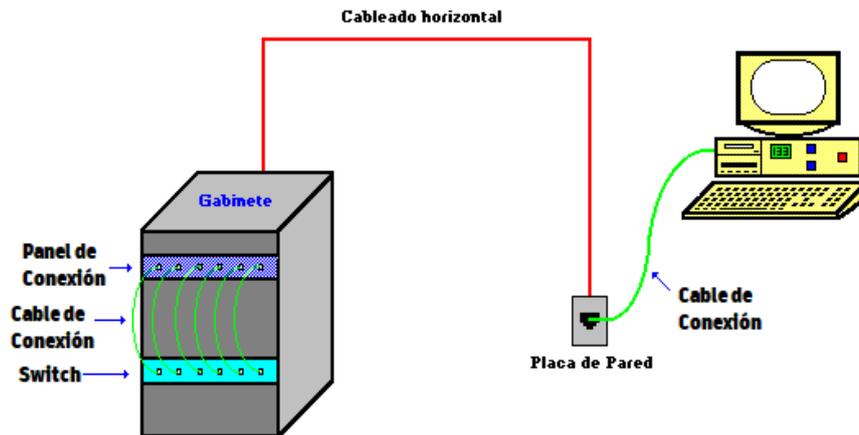


Figura 1.2 Cableado Horizontal para una red de datos [9]

Cuarto de Telecomunicaciones

Es el espacio físico cerrado el cual puede ser un cuarto o un armario de distribución, en el que se encuentran alojados los dispositivos de red y corresponde al lugar al cual llega todo el cableado horizontal desde cada área de trabajo [6].

Es indispensable disponer de al menos uno por nivel y poseer una seguridad de ingreso al lugar, es decir, que solo el personal autorizado tenga la capacidad de ingresar, debido a que los dispositivos de telecomunicaciones que se encuentran alojados podrían ser manipulados de forma mal intencionada, por lo que es necesario que estén libres de amenazas incluso de humedad y operando a temperaturas controladas que varíen entre 18 a 24 grados centígrados [6].

Medios de Transmisión

Es el componente principal en un SCE debido a que es el medio por donde pasará la información de los usuarios, por lo que dependerá del diseño y la instalación para obtener excelentes resultados en el momento de la certificación. En la actualidad, el medio de transmisión que se emplea con mayor frecuencia es el cable de par trenzado, donde a continuación se detalla sus cualidades [4].

Cable de Par Trenzado

Esta compuesto por conductores que se entrelazan uno con otro con la finalidad de minimizar la intromisión de señales que es producida por el tendido eléctrico u otros sistemas que se encuentren en el exterior. Actualmente, su uso es empleado para redes telefónicas, redes de área personal o centros de datos [10].

Existen distintos tipos de cable de par trenzado en donde su principal diferencia es la protección como se observa en la Figura 1.3 cada uno posee una protección diferente ante las interferencias que se produce en el medio [10].



Figura 1.3 Cables de par trenzado UTP, STP y FTP [11]

- **Foiled Twisted Pair (FTP):** El cable FTP no cuenta con una cubierta en cada par; sin embargo, se tiene una protección de aluminio de forma global sobre todos los pares trenzados, así se evita que se inserten las interferencias en el interior del cable lo que lo hace más seguro pero costoso [4].

Los cables FTP son utilizados usualmente en grandes empresas, donde el tráfico de la red es muy alto y con mayores necesidades del sistema [10].

- **Shielded Twisted Pair (STP):** Posee una protección individual y global, donde cada uno de los pares trenzados le recubre una malla metálica y al conjunto una lámina blindada, lo que le hace tener mayor seguridad ante señales externas, pero más complicado al momento de instalarlo debido a su peso y tamaño. También, el costo en el mercado aumenta debido a la alta protección que posee en comparación al FTP y UTP [11].
- **Unshield Twisted Pair (UTP):** Debido a su facilidad de instalación y bajo costo en el mercado es el que se emplea en gran parte para las redes de datos. Posee el menor tamaño de diámetro en comparación a los cables FTP y UTP haciendo que sea más ligero, flexible y facilitando al técnico al momento de la instalación [4]. Es utilizado por las entidades que requieren un SCE a bajo costo.

Parámetros de certificación de un SCE

La certificación del SCE permite asegurar al instalador que el sistema se encuentra funcionando de forma correcta con una conectividad entre los dispositivos. El proceso se lo realiza mediante una herramienta certificadora de cableado presentada en la Figura 1.4, donde se observa la certificadora *Fluke Networks* que está compuesta de dos módulos denominados principal y remoto, los cuales permiten obtener la certificación de canal y de enlace permanente.



Figura 1.4 Certificadora de cableado *Fluke Networks* [12]

La certificadora *Fluke Networks* permite garantizar el trabajo del instalador y conocer el rendimiento del SCE evaluando los siguientes parámetros de certificación:

Mapeo de Cableado

Permite validar si la instalación del código de colores es la correcta en base al estándar que se ha utilizado para el ponchado en los *jacks* y conectores RJ45, donde se realiza una comprobación de continuidad, cortocircuitos y que ninguno de los 8 cables no se encuentre cruzados, cortados o separados de forma incorrecta [13].

En la Tabla 1.1 se presentan los estándares de terminación para el ponchado de *jacks* y *patch cords*, se implementan de acuerdo al estándar que se encuentre utilizando el SCE y en el caso de implementar un nuevo sistema, se requiere distinguir si se utilizará un cable directo donde se emplea el mismo estándar en los 2 extremos del cable o cable cruzado el cual requiere utilizar diferente estándar en cada extremo [9].

Tabla 1.1 Estándares de terminación de cable de red [9]

# de Pin	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 del Cable

Permite verificar que ningún enlace sobrepase la extensión máxima que se autoriza para que el cableado horizontal no disponga de pérdidas de atenuación. Para un enlace permanente la longitud máxima es de 90 (m) y para un enlace de canal es 100 (m). Es importante, identificar que, si se incumple con la longitud máxima permitida, se producen pérdidas de datos al transmitir del emisor al receptor [8].

Tiempo de Propagación

Es considerado el tiempo que se demora desde que los datos salen del transmisor hasta que llegan al receptor, tomando en cuenta factores como la densidad del material y la temperatura. Su valor es expresado en nanosegundos [14].

El tiempo de propagación tiene una relación inversamente proporcional con la Velocidad de Propagación Nominal (NVP), la cual establece la velocidad con la que las señales se transmiten por medio del cable y si esta velocidad aumenta el tiempo que tardará en llegar al otro extremo será menor [15].

Diferencia de retardo

Establece el valor de afectación que tiene la velocidad de la señal y corresponde a la diferencia que existe entre el par de cobre con mayor velocidad y el par de cobre con menor velocidad [16]. En la Figura 1.5 se observa esa diferencia en la llegada al receptor entre el par de color café con el de color azul.

La certificadora mide el retardo de las señales considerando el NVP del material y se tiene que el NVP es mayor en el vacío y equivalente al 100%; sin embargo, al transmitir las señales por un medio guiado, el NVP se reduce y viene dado por el fabricante del cable [15].

En los dispositivos de red y ordenadores usualmente poseen la capacidad de minimizar la diferencia de llegada entre los pares; no obstante, al presentarse valores muy elevados, en consecuencia, se genera una gran tasa de bit errados y en el caso de las señales de video RGB, donde los colores son enviados en un par independiente hace que la imagen se desestabilice [14].

La diferencia de retardo se mide en nanosegundos y es un parámetro importante al momento de la certificación debido a que al obtener valores que sobrepasen el límite permitido, implicaría que la señal no se podría reconstruir y se estaría perdiendo la información.

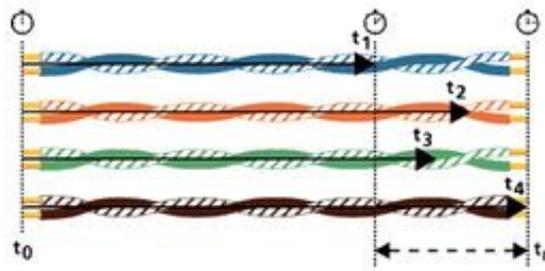


Figura 1.5 Diferencia de retardo [16]

Near End Crosstalk (NEXT)

La diafonía del extremo cercano se genera cuando los cables no se encuentran trenzados firmemente, generando que el campo eléctrico de un par de cables afecte de forma negativa a otro par cercano o adyacente [17] tal cual se observa en la Figura 1.6, el par de color naranja afecta al par de color azul ocasionando que la señal se distorsione o se atenúe.

Este parámetro corresponde al resultado de la diferencia de intensidades de un par perturbador correspondiente al cable naranja y blanco naranja y un par perturbado el cual pertenece al cable azul y blanco azul, donde se muestra los resultados en decibeles (dB). En consecuencia, cuando el valor del NEXT aumenta, la diafonía va a disminuir; lo que implica que son inversamente proporcionales [17].

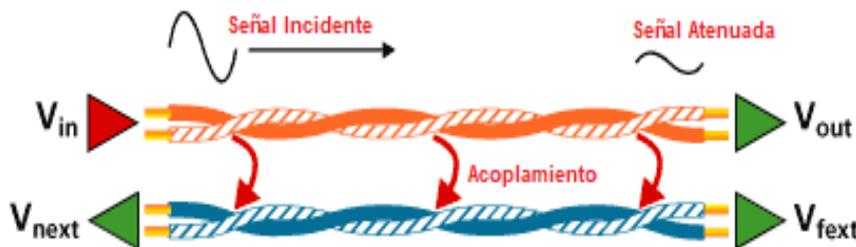


Figura 1.6 Diafonía del extremo cercano [17]

Al incrementar los valores de frecuencia en el sistema, el acoplamiento producido se reduce generando un cambio positivo al no existir mayor nivel de interferencia de una señal con la otra. Para beneficio del cliente y satisfacción del técnico es indispensable obtener valores elevados lo que implica obtener una menor cantidad de diafonía [17].

Power Sum Next (PS NEXT)

La suma de potencias del NEXT corresponde al cálculo basado en la suma de mediciones que se realiza en el NEXT para cada uno de los pares trenzados [18]. Por lo tanto, si el NEXT aumenta el PS NEXT también aumentaría lo que implica que son directamente proporcionales.

En base a este parámetro se puede concluir los diferentes niveles de transmisión que se puede emplear en el cable. Por ejemplo, para el caso de un cable donde los niveles de transmisión son adecuados se puede emplear Gigabit Ethernet [18].

Para resolver los problemas de obtener valores muy reducidos de PS NEXT en caso de presentarse en la certificación, se requiere mejorar los primeros valores que se obtienen del NEXT debido a que se encuentran directamente relacionados. Si se mejora los valores del NEXT consecuentemente mejorará los niveles del PS NEXT.

Attenuation Crosstalk Ratio Far-end (ACR-F)

Es la relación que se produce entre la atenuación y la diafonía en el extremo lejano (FEXT), este factor es producido principalmente por fallas en los cables, el trenzado del cable o el tipo de apantallamiento; además, los valores obtenidos dependerán del número de par que se encuentre energizado por parte del comprobador [19].

El ACR-F es el resultado restar los valores obtenidos por pérdida de inserción al FEXT, depende de factores como la longitud y frecuencia del cable que sea implementado. El objetivo principal para el SCE es que los valores que se obtengan del ACR-F no lleguen al límite y se obtenga un margen elevado, lo que implicaría que la transmisión en el sistema es efectiva [19].

Para este parámetro se considera que los valores que se miden en (dB) sean tan bajos en cuanto sea posible, debido a que al presentarse grandes valores de ACR-F estaría indicando que se posee elevados valores por pérdidas de inserción o FEXT lo cual es un mal indicativo para el sistema y podría generar un FALLO en la certificación [19].

Power Sum ACR-F (PS ACR-F)

La sumatoria de potencias del ACR-F corresponde al cálculo de la suma de cada uno de los ACR-F que han sido medidos en el extremo lejano, considerando también las pérdidas por inserción; es decir, este factor es el resultante del acoplamiento de varias señales que son transmitidas en los pares adyacentes [13].

Para la certificación se requiere emplear dispositivos que posean una comprobación de forma bidireccional, debido a que el sistema al emplear una comunicación de tipo full-dúplex, utiliza los cuatro pares para la transmisión y recepción de la información [13].

Attenuation Crosstalk Ratio Near-end (ACR-N)

Es la relación que se produce entre la Atenuación y la diafonía en el extremo cercano (NEXT) y corresponde al resultado obtenido de la diferencia entre los datos del NEXT con los valores de atenuación del sistema [20].

El ACR-N permite medir la intensidad de la señal con referencia al ruido de fondo lo que implica que al tener valores altos la intensidad será mayor, por lo que el ACR-N es directamente proporcional al NEXT [20].

Power Sum ACR-N (PS ACR-N)

La sumatoria de potencias del ACR-N corresponde al cálculo de la suma de todos los ACR-N que han sido medidos en el cable, donde se tiene que al ser sistemas de telecomunicaciones la transmisión se da en los 2 extremos por lo que se requiere calcular el PS ACR-N en ambos extremos [13].

Pérdida por retorno (RL)

Es un parámetro que se produce cuando varía la impedancia característica del cable, este valor es inversamente proporcional a la frecuencia que se encuentre empleando por lo que provoca que al transmitir una señal sea reflejada por todo el cable como se observa en la Figura 1.7. Las pérdidas por retorno se miden en (dB) y es un factor a tomar en cuenta cuando se poseen velocidades Gigabit Ethernet [21].

La reducción de reflexiones se puede ocasionar empleando una adecuada correspondencia de la impedancia característica hacia la resistencia de terminación lo que implicaría un eficiente paso de energía [21].

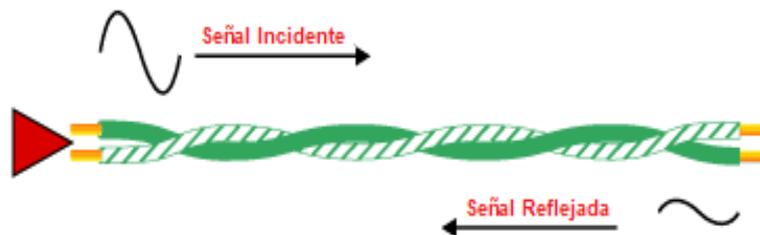


Figura 1.7 Pérdida por retorno [21]

Pérdida de inserción

El parámetro obtiene la pérdida de energía que se produce al transmitir señales eléctricas las cuales viajan por un enlace hacia el receptor, por lo que la longitud del enlace es un factor que influye y hace que el valor de la pérdida de inserción varíe cuando se mide en el receptor [22].

La pérdida por inserción permite conocer el nivel de resistencia que posee el enlace de cableado al momento que se transmiten en su interior las señales eléctricas, por lo que la resistencia varía en base al valor de frecuencia que sea empleado. Para altas frecuencias se posee una resistencia mayor para el enlace, lo cual implica que la

afectación será mayor a la señal. Su valor se expresa en (dB) y varía según la longitud y calibre del cable que ha sido utilizado [22].

Estándares de un SCE

Las entidades de estandarización *American National Standards Institute* (ANSI) y *Telecommunications Industry Association* (TIA) son las empresas encargadas de establecer los requerimientos y recomendaciones con los que debe contar un SCE para que se encuentre en óptimas condiciones. El presente proyecto se basó en las siguientes normas [23]:

ANSI/TIA 568.0-D (Cableado genérico de telecomunicaciones para las instalaciones del cliente)

La norma establece parámetros y requerimientos mínimos que se debe cumplir al momento de realizar un SCE. Por ejemplo, en el caso del cable de cobre de par trenzado es necesario utilizar categorías iguales o superiores a la 5e y considerar que el radio de curvatura mínimo para el cable es cuatro veces el tamaño de su diámetro [24].

ANSI/TIA 568.2-D (Componentes y cableado para Par Trenzado balanceado)

Establece los requerimientos que debe cumplir un cable de par trenzado para transmitir la información, se toma en cuenta características como la capacidad y ancho de banda propia de cada una de las categorías que establece la norma [25].

En la infraestructura del SCE se encuentran principalmente el *rack* de telecomunicaciones en el cual se aloja los diferentes componentes físicos como lo son: *patch panel*, *patch cords*, organizador horizontal. Además, es importante considerar el equipo certificador, el cual mediante certificación de canal o de enlace permanente, avala una correcta instalación del SCE [25].

ANSI/TIA 569-D (Normas de rutas y espacios de telecomunicaciones)

Es el primer estándar que se utiliza al momento de realizar el diseño del cableado estructurado y establece los requerimientos para una óptima implementación de la ruta donde permanecerá el cableado [26].

La norma identifica a los sistemas de telecomunicaciones como dinámicos; es decir, que los ambientes pueden cambiar en un futuro, lo que implicaría el ingreso de nuevos usuarios a la red, por lo que las recomendaciones de la norma toman en cuenta estos cambios [26].

ANSI/TIA 606-C (Normas de administración para la infraestructura de telecomunicaciones en Edificios comerciales)

El objetivo principal del estándar es generar una nomenclatura clara y duradera para todo el SCE, considerando que cada componente debe contener su respectiva etiqueta, de forma que facilite al instalador y al usuario la identificación de alguna falla en el sistema. Además, contempla la elaboración de planos con su respectiva simbología donde se ubicará la instalación definitiva del SCE [27].

2 METODOLOGÍA

En primer lugar, se realizó una inspección para determinar el estado actual de las instalaciones de la Unidad Educativa y verificar cómo se encontraba distribuido el cableado hacia cada uno de los ordenadores del área sur. Se verificó la ubicación de los equipos de red que poseen actualmente y la topología con la que se realizaba la comunicación. En base al análisis de las fallencias presentadas en la UE, se establecieron los requerimientos para el diseño del SCE.

El diseño contempló la ubicación en el plano de los puntos de red elaborado en el *software* AutoCad; además, se realizó un plano 3D para asemejar a la implementación real. En este apartado también se definió la identificación de los puntos de red y la verificación de las cantidades del material necesario. Se elaboró un análisis entre tres diferentes marcas de cableado, comparando sus características y su disponibilidad en el mercado. Se optó por la marca Panduit y se presentó el resumen de los costos para la implementación del SCE.

La implementación empezó con la instalación de la infraestructura, primero se colocó la canalización por donde se distribuye el cableado, luego se realizó el tendido del cableado considerando las normas y sus longitudes máximas para un cableado horizontal, hasta que finalmente se culminó con la terminación en el ponchado de *jacks* tanto en el *face plate* como en el *patch panel*. Se elaboraron los *patch cords* para el área de trabajo y el *rack* de telecomunicaciones.

Finalmente, se realizó una certificación de canal; además, se certificó cada *patch cord* elaborado con el objetivo de ratificar los resultados de la primera certificación. Se empleó el equipo certificador marca *Fluke Networks*, el cual permitió evidenciar el correcto desempeño de cada enlace basado en las normativas de la ANSI/TIA.

3 RESULTADOS

El presente proyecto de titulación se basó en la implementación de un SCE en la zona sur de la Unidad Educativa Tránsito Amaguaña, como primer paso se realizó una visita técnica a la institución con la finalidad de analizar la infraestructura e identificar la ubicación de los equipos de red que poseen. Una vez evidenciada las necesidades, se establecieron los requerimientos en base a las recomendaciones de la normativa ANSI/TIA. Después, se procedió con el diseño de la nueva infraestructura de SCE para su posterior implementación. Finalmente, se realizaron pruebas de certificación para validar el correcto funcionamiento de los 8 puntos de red y 16 *patch cords* instalados.

3.1 Análisis de la infraestructura actual y requerimientos

Análisis del estado de las instalaciones

En primer lugar, se realizó una visita técnica a la Unidad Educativa Tránsito Amaguaña, donde se identificó que la institución cuenta con un laboratorio de computación, el cual dispone de 11 equipos de escritorio y una laptop para el uso del profesor de turno. Junto al mismo, se encuentra el área de oficinas correspondientes a la Dirección de la UE, donde se encuentran 3 equipos de escritorio adicionales.

En la Figura 3.1 se observa el plano que corresponde al estado inicial en la que se encontraba a la UE, donde se ha sobresaltado con color verde los dispositivos que pertenecen al área sur.

El laboratorio de computación cuenta con un total de 5 computadoras de escritorio y una laptop correspondiente al profesor, la cual es empleada en el caso de realizar clases virtuales para el alumnado; mientras que en la Dirección se encuentra un computador de escritorio adicional. Es importante recalcar que los ordenadores que se encuentran en color negro pertenecen al área norte de la UE.

Para la conexión de los ordenadores se dispone de cable UTP categoría 6; sin embargo, para el área sur la mayor parte de los equipos no se encontraban con un *patch cord* asignado como se presenta en el plano de la Figura 3.1, el análisis del estado inicial muestra que la UE no cuenta con los componentes del SCE, es decir, no cuenta con cableado horizontal ni áreas de trabajo.

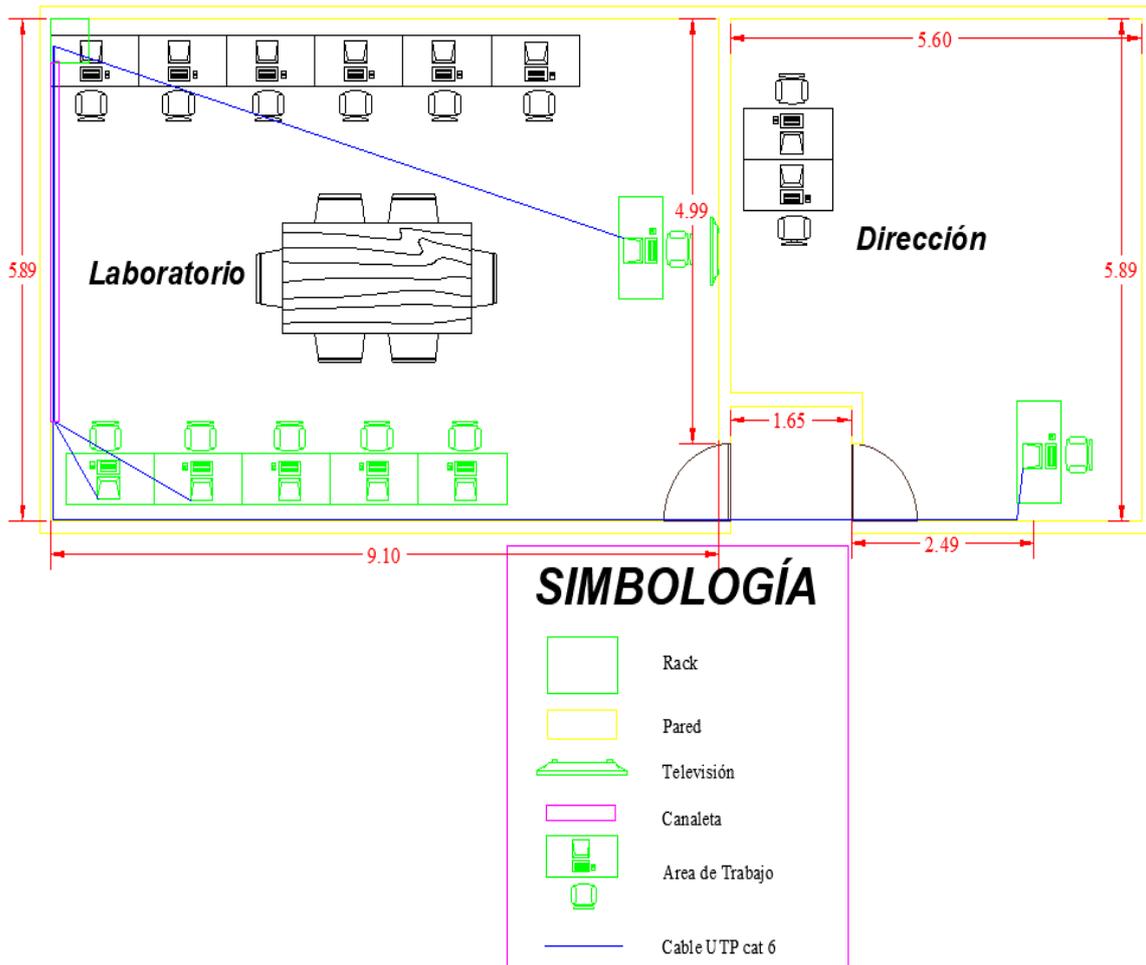


Figura 3.1 Plano del estado inicial de la UE

Ubicación de los equipos de red

El *rack* de telecomunicaciones se encuentra en el laboratorio de computación y a partir de este se inicia el cableado hacia cada una de las estaciones de trabajo. El *rack* de telecomunicaciones es de 7 unidades de *rack* (UR), el mismo contiene un *switch* Cisco Small Business SG100-16 que dispone de 16 puertos con capacidad de Gigabit Ethernet y un multímetro eléctrico en malas condiciones sobre una bandeja metálica.

Los *patch cords* que se encontraban conectados al *switch* no seguían ningún enrutamiento en el *rack* de telecomunicaciones, llegando incluso a ser mezclado con el conector de fibra óptica.

Sobre el *rack* de telecomunicaciones se encontró el *router* como se observa en la Figura 3.2 el cual es el equipo principal entregado por el proveedor de servicios, en este caso CNT, mediante el cual se brinda el servicio de Internet a la UE.



Figura 3.2 Antigua distribución del *rack* de telecomunicaciones

En la inspección realizada se constató que la topología de red empleada en la UE es en estrella como se muestra en la Figura 3.6; no obstante, se evidenció que no se cumplía con la norma ANSI/TIA 568.0-D al no encontrar los elementos que componen el SCE; es decir, no existían áreas de trabajo ni cableado horizontal.

Algunos ordenadores se encontraban conectados directamente hacia el *switch* mediante *patch cords* categoría 6, en los que no se encontró ningún etiquetado que identifique a los cables como se muestra en la Figura 3.3, por lo que no cumplían con la norma ANSI/TIA 606-C.

Para los ordenadores que presentaban un *patch cord* asignado, se constató que el cable estaba deteriorado y en algunos se encontraban fisurados como se observa en la Figura 3.3, por lo que la mayor parte de los equipos no presentaban una conexión a Internet.

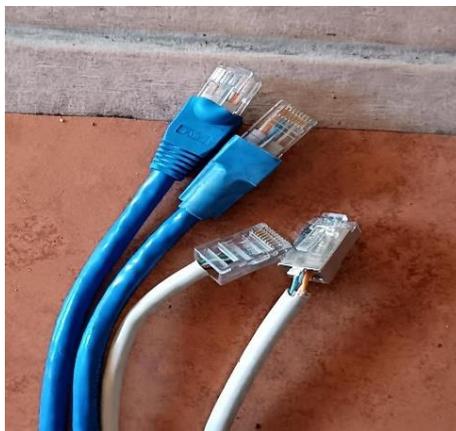


Figura 3.3 *Patch cords* utilizados por los ordenadores

También, se observó en el laboratorio de computación que en algunos *patch cords* se encontraban protegidos mediante canaleta; sin embargo, el enrutamiento solo llegaba

hasta la parte superior del laboratorio por lo que los cables se colgaban sin ninguna protección hacia cada ordenador como se presenta en la Figura 3.4.

Al haber realizado la inspección de la infraestructura de la UE, se constató que no cumplía con la norma ANSI/TIA 569-D, debido a que el cableado para algunos ordenadores no presenta una ruta correcta para llegar a los ordenadores.



Figura 3.4 Distribución del antiguo cableado para las computadoras del área sur

En el espacio del docente se evidenció que se asigna un *patch cord* categoría 6 proveniente del *rack* de telecomunicaciones; sin embargo, se ha enmarcado en color rojo que el cable no dispone de ningún tipo de protección, se dirige al equipo directamente como se muestra en la Figura 3.5, por lo que también se incumple con la norma ANSI/TIA 569-D.



Figura 3.5 Tendido del antiguo cableado para el equipo del profesor

Al obtener la información del estado y distribución del cableado en la UE y una vez evidenciado el incumplimiento de las normativas de la ANSI/TIA, se establecieron los requerimientos para dar una solución óptima para el mejoramiento de la infraestructura.

Requerimientos del SCE

Una vez analizadas las falencias que compone el cableado de red en la UE, así como los equipos encontrados en el *rack* de telecomunicaciones, se establecieron los requerimientos para implementar un SCE.

Principalmente se debe implementar el cableado horizontal, de acuerdo a la norma ANSI/TIA 568.0-D se optó por el cable UTP categoría 6 que permita la conexión del área de trabajo con el *patch panel* ubicado en el *rack*. Se considera que todo SCE, debe poseer de un mecanismo de ruta que guíe y proteja el cableado hasta que llegue al espacio de trabajo donde se encuentra los dispositivos finales.

En base a lo anterior, se requirió de un sistema de ruta que sería mediante canaleta para que el cableado horizontal se encuentre protegido y con una ruta definida como lo establece la norma ANSI/TIA 569-D, donde se debe considerar la holgura del 60% para todo el sistema y elegir cual es la dimensión adecuada que cumpla con este factor.

Como se observó en la Figura 3.3 es necesario realizar el cambio de los *patch cord* debido a que se encuentran en mal estado, por lo que podrían incumplir con los requerimientos mínimos para transmisión de datos establecido en la norma ANSI/TIA 568.2-D y en algunos ordenadores es necesario la implantación de nuevos *patch cords* para que puedan disponer de la conexión a internet.

Para la fabricación de los *patch cords* para cada área de trabajo es necesario utilizar conectores RJ45 y para la instalación de los puntos de red se requiere de cajas sobrepuestas, *face plates* y *jacks* RJ45 categoría 6.

Para el *rack* de telecomunicaciones es necesario implementar un *patch panel* tomando en consideración el número de puntos de red a instalar, el cual para el presente proyecto se ha optado por un *patch panel* de 24 puertos y se debe considerar que sea compatible con el *rack* de telecomunicaciones y el espacio de (UR) que ocupará en el mismo.

También, se requirió de un organizador de cables el cual facilite la distribución de los *patch cords* del *rack* de telecomunicaciones. Es importante implementar una correcta distribución de los *patch cord* de modo que permita identificar de una forma más rápida una falla en la red.

Finalmente, para el cumplimiento de la norma ANSI/TIA 606-C se necesita realizar una única nomenclatura y establecer un etiquetado correcto para todo el sistema de cableado para que facilite la identificación y modificaciones en la red. Además de contemplar todo el proyecto en un plano, documentación base para un SCE.

3.2 Diseño del sistema de cableado estructurado

El presente proyecto se enfoca en la implementación del SCE para el área sur, el cual requiere la implementación de 8 puntos de red considerando una capacidad para 7 ordenadores y un punto adicional para colocar lo que podría ser un dispositivo inteligente tal como una smart TV, cámara u otro computador adicional.

Como primer punto para el diseño se estableció la topología de red presente en el área sur de la UE. La limitación que se generó al momento de implementar los 8 puntos de red fue los 16 puertos con los que contaba el *switch*, considerando que los 8 primeros puertos fueron utilizados para el área norte y un puerto se utiliza para la conexión hacia el *router*, por lo que la cantidad de puertos en el *switch* no eran suficientes.

Por lo tanto se ha establecido la topología presentada en la Figura 3.6, uno de los puntos de red debió ser conectado directamente a un puerto Gigabit Ethernet del *router* del proveedor y los 7 restantes en los puertos disponibles en el *switch*.

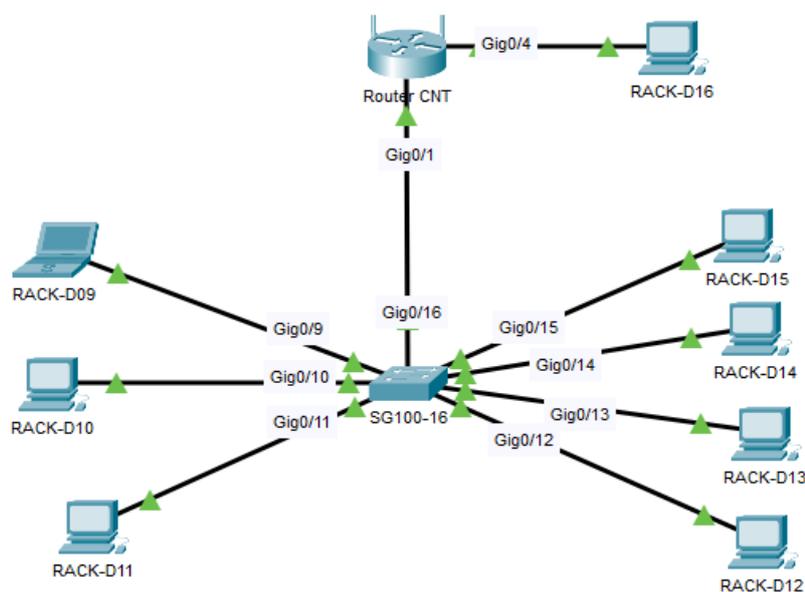


Figura 3.6 Topología de red para el área sur de la UE

Ubicación de puntos de red en el plano

Una vez analizada la situación inicial del cableado en la UE y haber establecido los requerimientos necesarios para un correcto SCE, se procedió a realizar el diseño mediante el *software* AutoCAD.

Se diseñó el plano en 2D, como se muestra en la Figura 3.7 con los nuevos puntos de red, los cuales son identificados con una única nomenclatura, con el objetivo de establecer un etiquetado adecuado para el SCE.

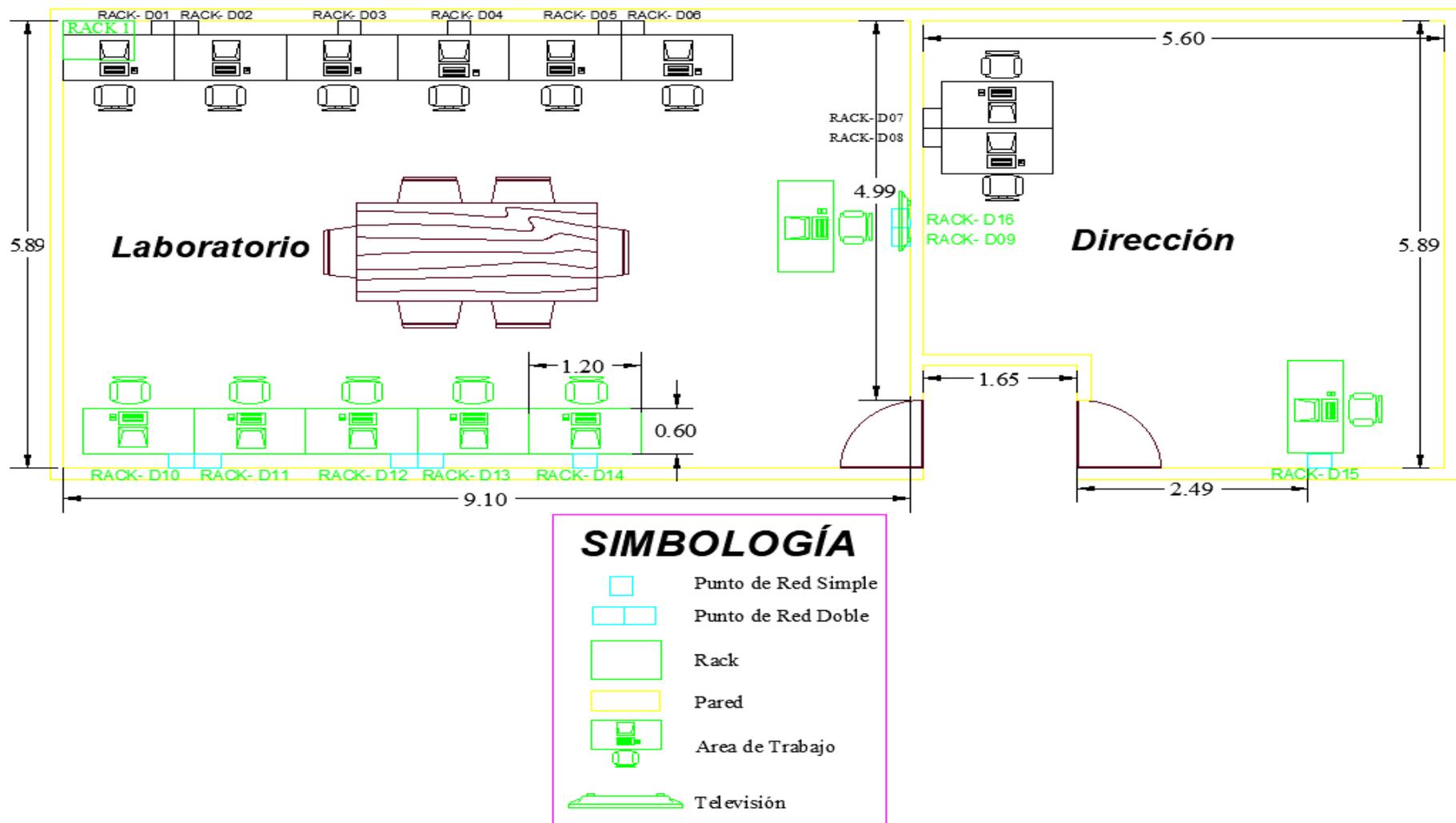


Figura 3.7 Inserción de nuevos puntos de red en la UE

Diseño de la ruta en el plano

Para el diseño de la ruta se ha desarrollado el plano en 3D considerando la implementación de canaletas y analizando la ruta óptima que permita cumplir con las longitudes máximas establecidas para el cableado horizontal.

En la Figura 3.8 se observa el diseño de la ruta en el laboratorio por la cual se guía el cableado horizontal hacia cada uno de los espacios de trabajo del laboratorio, se utilizó la norma ANSI/TIA 568.0-D la cual considera los radios de curvatura mínimos para que no generen ninguna ruptura del cableado horizontal o se dañe el trenzado provocando el ingreso de ruidos y diafonías.

El tipo de cable que se utilizó es UTP por su alta disponibilidad, adaptación a las necesidades del usuario y bajo costo en el mercado [28]; además la institución no tiene fuentes de ruido relevantes.

Para satisfacer a los 8 puntos de red que pertenecen al área sur de la UE, se ha considerado implementar 3 puntos de red dobles y 2 puntos de red simples; además, se ha considerado implementar accesorios de ángulo externo identificados con color rojo en la Figura 3.8, para que el cableado no sea visible en el trayecto.

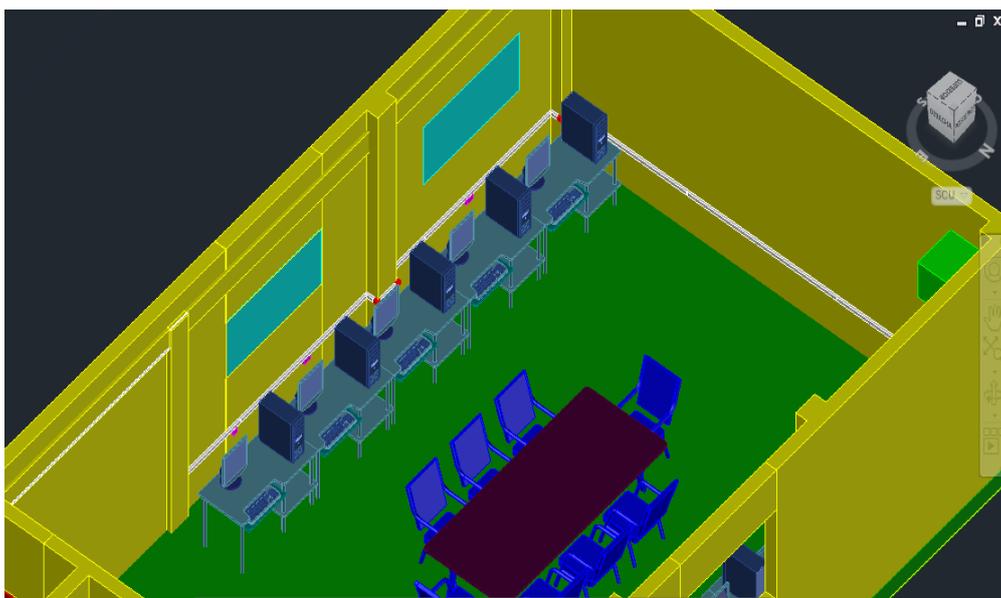


Figura 3.8 Diseño de la ruta del cableado para el laboratorio de computación

Para el diseño de la ruta del cableado en la dirección se consideró que la canalización se dirija mediante las vigas horizontales y verticales que posee la UE, como se muestra en la Figura 3.9, con el propósito de que el sistema no sea visible para el usuario final.

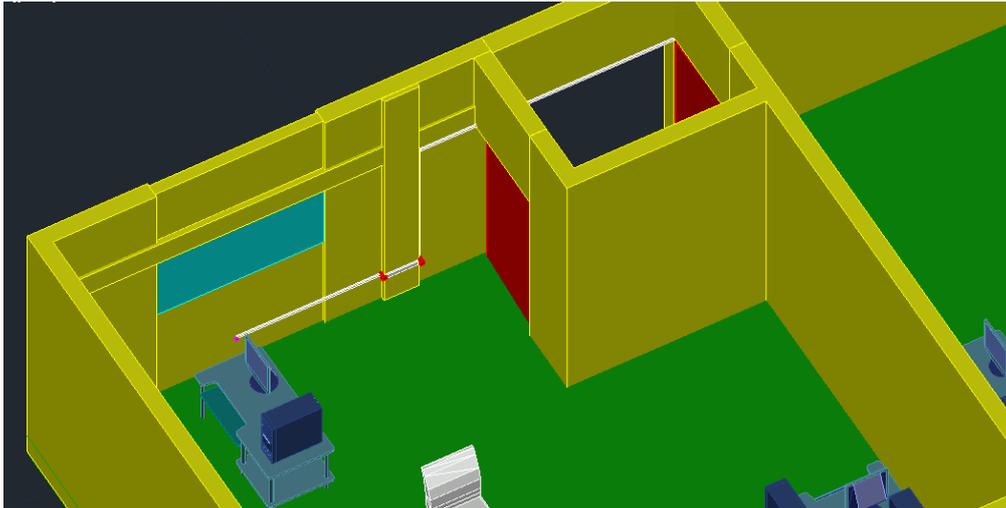


Figura 3.9 Diseño de la ruta del cableado para la dirección

Identificación de los puntos de red

Para garantizar el cumplimiento de la norma ANSI/TIA 606-C, se ha establecido una nomenclatura para el SCE; empezando por el *rack*, el cual se lo denominó RACK 1 como se muestra en la Figura 3.23.

Para los puntos de red que han sido instalados en el área sur de la UE se ha identificado en base a la Tabla 3.1. La nomenclatura abarca el nombre de donde se origina el cableado conjuntamente con el número de punto de datos al cual pertenece. Por ejemplo, el punto denominado RACK-D09 hace referencia al *rack* principal y al punto de red número 9.

Tabla 3.1 Nomenclatura empleada para el etiquetado los puntos de red del área sur

Punto de red	Etiquetado
09	RACK-D09
10	RACK-D10
11	RACK-D11
12	RACK-D12
13	RACK-D13
14	RACK-D14
15	RACK-D15
16	RACK-D16

Para la distribución de los equipos que pertenecen al *rack* de 7 (UR) se elaboró su diseño en el *software* de diagramación EdrawMax, el cual se presenta en la Figura 3.10, donde se dispone de un *switch* Cisco de 16 puertos, organizador de cables, el panel de conexión o *patch panel* y multitoma eléctrico; considerando una ocupación de 5 de los 7 (UR) disponibles en el *rack*.

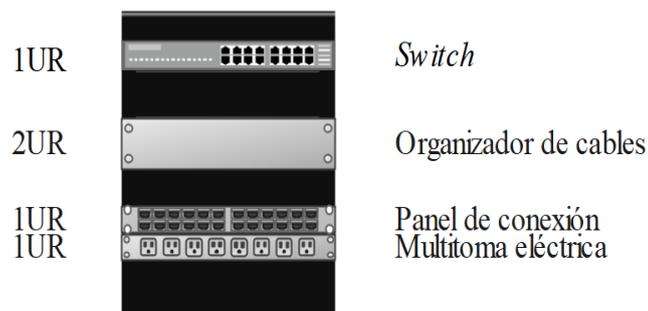


Figura 3.10 Diseño de la distribución del *rack* de telecomunicaciones

Análisis para determinar la categoría de cable

Para determinar la categoría del cable, se ha investigado en base a lo que recomienda utilizar la norma ANSI/TIA 568.0-D [24], las cuales por el dimensionamiento de la infraestructura de la UE se ha optado por la comparación entre las categorías 5e, 6 y 6a que son utilizadas mayormente para los SCE [28]. Su análisis comparativo se presenta en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Características de los cables 5e, 6 y 6a [28]

Características	Cat 5e	Cat 6	Cat 6a
Capacidad de transmisión	100 (Mbps)	1 (Gbps)	10 (Gbps)
Ancho de Banda	100 (MHz)	250 (MHz)	500 (MHz)
Diámetro exterior	6 (mm)	6.2 (mm)	7.3 (mm)
Distancia máxima	100 (m)	100 (m)	100(m)

Para el presente análisis, se consideró la velocidad de transmisión que dispone la UE, el cual es igual a 5 (Mbps) de subida y 10 (Mbps) de bajada, por lo que implementar un cable de categoría 6A generaría un sobredimensionamiento de la red, por esa razón se procedió a utilizar un cable de categoría 6 por su alta capacidad y mayor ancho de banda disponible a comparación del cable de categoría 5e.

Análisis para determinar la marca de cable

Para la elección de la marca se consideró varios aspectos como son: la disponibilidad en el mercado, el acatamiento de estándares y el prestigio que posee en los SCE; además, de la calidad y precio que se ofrecen a nivel nacional.

En base a las diferentes marcas que poseen mayor disponibilidad y nivel de prestigio en el cableado estructurado, se ha realizado una comparativa donde se ha analizado sus principales características técnicas presentadas en la Tabla 3.3.

Furukawa es reconocida en el campo de la fibra óptica y del par trenzado, como uno de los mayores fabricantes y posee un amplio catálogo de elementos y diferentes categorías en los cables. Siemon similar a Furukawa es reconocida como fabricante para el cableado de red y ofrece una variedad de elementos a un bajo costo [5].

Panduit es reconocido por ser muy exigente con los estándares para los SCE y por su alta disponibilidad de elementos en el mercado, tal como: *patch panel*, *patch cords*, *racks*, accesorios y bobinas de cable [29].

Tabla 3.3 Características de cables marca Panduit, Furukawa y Siemon [29] [30] [31]

Características	Panduit	Furukawa	Siemon
Ambiente	interior	interior	interior
ANSI/TIA 568.2-D	si	si	si
ISO 11801	si	si	si
Diámetro del cable	5,7 (mm)	6,2 (mm)	5,9 (mm)
Intervalo de Temperatura a la que opera	-20°C a 75°C	0°C a 50°C	-20°C a 75°C
Desequilibrio de la resistencia eléctrica	5%	5%	5%
Máxima resistencia a la rotura	Mayor a 400 (N)	400 (N)	400 (N)
Sesgo de Retardo en 100 (m)	35 (ns)	45 (ns)	35 (ns)
Velocidad Nominal de Propagación (NVP)	65%	68%	65%

Se evidenció que las características de las marcas Panduit y Siemon mejoran en varios factores frente a la marca Furukawa, por ejemplo, el diámetro del cable es menor lo que facilitaría la manipulación del cableado; además, poseen un menor tiempo de sesgo de retardo lo que implicaría tener menores retrasos de la señal.

Por otra parte, la marca Panduit permite operar en un mayor rango de temperatura y cumple con el estándar ANSI/TIA 568.2-D. Se optó por implementar la marca Panduit debido a su alta disponibilidad y por ser una de las mejores marcas en el mercado; además, la relación de costo-beneficio hace resaltar al sistema con una marca de alta gama para el SCE.

Cantidad de material necesario para la implementación

En la Tabla 3.4 se presenta la cantidad de material necesario junto al costo equivalente para la implementación del SCE, donde los *patch cords* para el área de trabajo y el *rack*

de telecomunicaciones fueron fabricados propiamente con el sobrante del rollo de cable UTP categoría 6 de la marca Panduit.

La fabricación de los *patch cords* permiten evitar un gasto extra de adquisición para el SCE; no obstante, al ser realizados manualmente se considera que no tendrá la misma garantía que utilizar *patch cords* de fábrica, por lo que serán certificados para validar su correcto funcionamiento. El objetivo principal es brindar un medio de comunicación estable a los estudiantes y administradores que conforman la institución.

Es importante mencionar que se realizó una sola adquisición de materiales para el SCE del área norte y área sur, por lo que las cantidades descritas en la Tabla 3.4 se encuentran dimensionadas para la implementación del SCE en toda la UE.

Tabla 3.4 Cantidad y costo de los materiales adquiridos para toda la UE

Ítem	Descripción	Unt	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)
1	Rollo de cableUTP cat6, 4 pares 250 MHz	c/u	1	183	183.00
2	Canaleta 60x40	c/u	8	7.15	57.20
3	Canaleta 40x25	c/u	8	5.25	42.00
4	Canaleta 20x12	c/u	4	1.8	7.20
5	Accesorio 60x40	c/u	5	0.56	2.80
6	Accesorio 40x25	c/u	4	0.45	1.80
7	Cajetín	c/u	9	2.15	19.35
8	Face plate 7 dobles y 2 simples	c/u	9	0.99	8.91
9	Patch panel modular de 24 puertos cat6	c/u	1	17.9	17.90
10	Multitoma eléctrica	c/u	1	45	45.00
11	Organizador de cable	c/u	1	11	11.00
12	Capuchón para conector RJ45	c/u	64	0.13	8.57
13	Conector RJ45 cat6	c/u	64	0.27	17.28
14	Jack RJ45 cat6	c/u	32	4.12	131.84
SUBTOTAL					553.85
IVA 12%					66.46
TOTAL					620.31

3.3 Implementación del SCE en la Unidad Educativa

Una vez que se realizó la adquisición de los materiales y gestionado el traslado a la UE como se muestra en la Figura 3.11. Se inició con la instalación del sistema de cableado; para lo cual fue necesario retirar el antiguo cableado considerando la mínima afectación en las actividades de los estudiantes y del personal administrativo de la UE.



Figura 3.11 Materiales adquiridos para el SCE

La implementación del SCE comienza con la instalación de la infraestructura que va dirigida hacia cada espacio de trabajo; posteriormente, se realizó el tendido del cableado considerando los parámetros máximos permitidos para la holgura de cada canaleta y finalmente se culminó con el ponchado de los *jacks* RJ45 categoría 6 y la fabricación de los *patch cords*.

Instalación de la infraestructura

Al iniciar con la instalación del SCE se implementó la infraestructura por la cual se guiarán los cables de cada punto de red, el objetivo es que la UE cuente con un correcto y adecuado cableado horizontal el cual cumpla con la norma ANSI/TIA 569-D, por lo que se ha realizado la implementación de canaletas marca Dexon como se muestra en la Figura 3.12.

En base al diseño establecido en la aplicación de AutoCad para la implementación del sistema de canalización en la zona sur, se ha optado por el uso de canaletas 40x25 (mm), 20x12 (mm) y 100x60(mm) considerando que esta última fue donación por parte del proveedor de materiales.



Figura 3.12 Canaletas adquiridas para la instalación de la infraestructura

En la Figura 3.13 se muestra la instalación del sistema de canalización en la cual se utilizó un taladro, tacos y tornillos F6. Considerando que el sistema de canalización debe estar firme y seguro para el enrutamiento de los cables, se instalaron como mínimo 3 tornillos por cada canaleta.



Figura 3.13 Instalación de la Canalización

Debido a la irregularidad de las paredes y para asegurar que nuestro sistema de canalización se encuentre paralelo al piso, se ha utilizado un nivelador como se muestra en la Figura 3.14, con el propósito de garantizar que el sistema de canalización se encuentre recto.



Figura 3.14 Nivelación del sistema de canalización

Como resultado se obtuvo un firme sistema de canalización, el cual es el medio de enrutamiento para el cable UTP como se muestra en la Figura 3.15. También, se ubicaron los cajetines en los cuales se habilitaron los puntos de red simples y dobles de acuerdo al diseño establecido en el plano.



Figura 3.15 Canalización instalada para los puntos de red

Enrutamiento de cables

Una vez instalado la ruta por la cual se guiará el cableado, se dimensionó la longitud de cable a utilizar para cada punto de red simple y doble. En el dimensionamiento de cable se consideró una holgura de 250 (cm) para el *rack* de telecomunicaciones y 20 (cm) para el punto de red.

Posteriormente, se realizó el enrutamiento de los cables hacia cada área de trabajo como se muestra en la Figura 3.16. La ventaja de las canaletas marca Dexon es que poseen un retenedor de cableado [32], el cual facilita al momento del enrutamiento a que permanezca firme y no se salga de la canaleta.



Figura 3.16 Enrutamiento del cableado

Para el enrutamiento se consideró el cumplimiento de la norma ANSI/TIA 568.0-D [24], donde se establece el valor mínimo a cumplir de radio de curvatura siendo igual a 4 veces el diámetro del cable. Por lo que el radio mínimo de curvatura es de 22,8 (mm) al disponer de un diámetro de cable igual a 5,7 (mm) como lo indica la ficha técnica [29]; además, establece la norma que se debe usar fuerza de tracción máxima de 110 (N).

Terminación de las áreas de trabajo

Una vez que se ha culminado con el enrutamiento del cableado, se procedió con el ponchado de los *jacks* RJ45 para el área de trabajo y el *rack* de telecomunicaciones, donde se ha utilizado *jacks* RJ45 categoría 6 de la marca Panduit como se observa en la Figura 3.17.

La herramienta de la marca Panduit que se encuentra enmarcada con color rojo en la Figura 3.17, permite asegurar a los *jacks* RJ45 para que los cables se conecten a los respectivos pines del conector. Para el ponchado se ha utilizado el código de colores estándar T568B para todo el SCE [9].



Figura 3.17 Jack RJ45 marca Panduit

Primero, se realizó el corte en un aproximado de 0.1 (cm) de la cubierta PVC del cable UTP categoría 6 [17], luego se destrenza los pares de cable y se retira el aislante, para finalmente colocar los cables en los respectivos pines del conector de acuerdo al código de colores del estándar T568B de la normativa ANSI/TIA.

Se siguió el mismo proceso y estándar para cada *jack* RJ45 como se muestra en la Figura 3.18, se encuentran los 8 *jacks* pertenecientes a los 8 puntos de red de la zona sur ponchados y asegurados para que posteriormente sean insertados en el *patch panel*.



Figura 3.18 Jacks RJ45 categoría 6 para el *rack* de telecomunicaciones

Para el ponchado de los *jacks* en las áreas de trabajo, se realizó el mismo procedimiento utilizando el código de colores del estándar T568B y se ha considerado dejar una holgura de cable UTP en el cajetín como se muestra en la Figura 3.19, donde se dispone de un punto de red doble con una holgura de cable para que en el caso de que la conexión falle se pueda realizar un nuevo ponchado.



Figura 3.19 *Jacks* RJ45 categoría 6 para el área de trabajo

Para finalizar la instalación de los puntos de red en las áreas de trabajo se ha insertado cada *jack* RJ45 en sus respectivo *face plate*; posteriormente, se insertó en el cajetín como se muestra en la Figura 3.20, donde se encuentra un punto de red simple instalado en la dirección de la UE.



Figura 3.20 Punto de Red instalado

Elaboración de *patch cords* para el *rack* y áreas de trabajo

Con el objetivo de disponer *patch cords* dimensionados para cada área de trabajo y consecuentemente minimizar costos de adquisición, se optó por la elaboración de *patch cords* para el área de trabajo y el *rack* de telecomunicaciones.

Se ha considerado el total de puntos de red para el área sur y se estableció la elaboración de 16 *patch cords* de los cuales se asignarán 8 para las áreas de trabajo y 8 para el *rack* de telecomunicaciones.

Para la elaboración de los *patch cords* se utilizó el código de colores del estándar T568B en el esquema de cable directo [9]. En la Figura 3.21 se observa el ponchado de los conectores RJ45 en base al código de colores del estándar T568B, donde se ha considerado la elaboración de cables directos debido a que la conexión será entre 2 dispositivos de diferente nivel como lo son el *switch* y los ordenadores.



Figura 3.21 Elaboración de *patch cords*

Al terminar con la elaboración de los *patch cords* se procedió a colocar el etiquetado para cada extremo utilizando la nomenclatura establecida en la Tabla 3.1. El etiquetado del SCE en base a la norma ANSI/TIA 606-C genera una fácil identificación al momento de generarse una falla o de realizar algún cambio, por lo tanto se etiquetaron los *patch cords* y puntos de red como se observa en la Figura 3.22.



Figura 3.22 Etiquetado de *patch cords* y puntos de red

Por último, se ha etiquetado el *rack* de telecomunicaciones como se muestra en la Figura 3.23, se evidencia que la identificación de cada elemento que compone el SCE se encuentra de forma clara y segura como indica la norma ANSI/TIA 606-C.

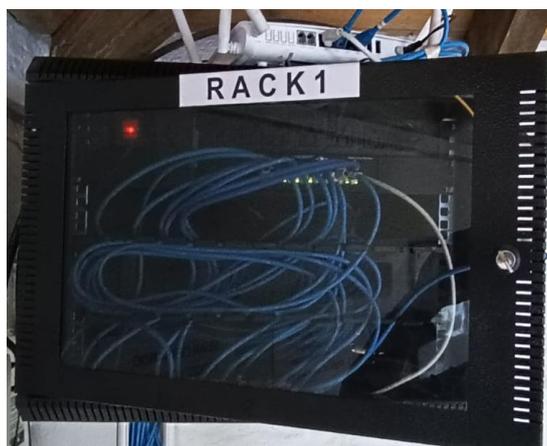


Figura 3.23 Etiquetado del *rack* de telecomunicaciones

Distribución del *rack* de telecomunicaciones

Una vez culminada la instalación de cada punto de red en las áreas de trabajo que pertenecen al área sur de la UE, se procedió a organizar el *rack* de telecomunicaciones para lo cual se colocaron los *jacks* en el *patch panel* como se observa en la Figura 3.24. De acuerdo con la numeración que presenta el *patch panel* se insertaron los *jacks* considerando que para el área sur los puntos de red van desde el 09 hasta el 16.

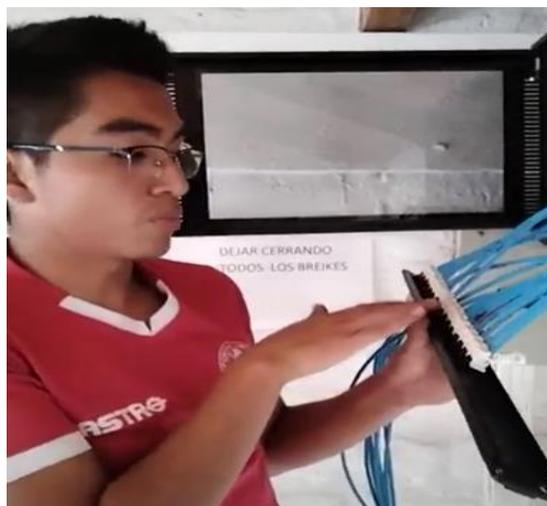


Figura 3.24 Inserción de *jacks* en el *patch panel*

Posteriormente, para la organización del *rack* se tomó en cuenta el diseño establecido en la Figura 3.10, donde se dispone del *switch*, *patch panel*, organizador de cables y multitoma eléctrico, para lo cual se colocaron los 8 *patch cords* ya etiquetados desde el *patch panel* hacia el *switch* para conectar a los puntos de red.

Para cumplir lo establecido en el diagrama del *rack* se ha instalado el *switch* Cisco de 16 puertos en la parte superior del *rack* de 7 (UR), luego se ha dejado un espacio de 1 (UR) para ahí colocar el organizador de cables de 2 (UR) y se dejó el mismo espaciamiento de 1 (UR) para colocar el *patch panel*, considerando que exista una uniformidad en la distribución de los elementos. Finalmente, se insertó el multitoma eléctrico de 1(UR) en la parte inferior del *rack* de telecomunicaciones.

En el *rack* se realizó el peinado del cableado para generar una adecuada distribución; además, se ha etiquetado al cableado del área sur que se encuentra enmarcada en rojo en la Figura 3.25.

Es importante mencionar que de acuerdo a la topología establecida en la Figura 3.6, el punto de red número 16 va conectado al *router* del proveedor, este enlace horizontal viene desde al área de trabajo, llega al *patch panel* y mediante un *patch cord* se enlaza al *router*, de forma directa, debido a que la capacidad del *switch* únicamente es para 16 puertos y considerando la implementación del área norte se ha optado por esa implementación para habilitar el punto de red.

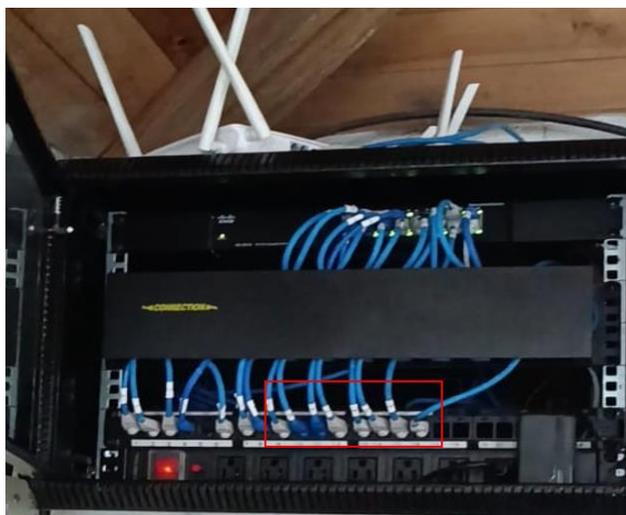


Figura 3.25 Organización del *rack* de telecomunicaciones

3.4 Pruebas de desempeño y certificación del SCE

Para verificar la conectividad del sistema se utilizó la certificadora de cable de cobre marca *Fluke Networks*, el cual es el equipo que verifica en base a estándares que un SCE se encuentra instalado correctamente y sin ningún tipo de falla. Su estructura se compone de 2 módulos y para el presente proyecto se ha empleado una certificación de canal para cada punto de red instalado en la zona sur [33].

Para el proceso de certificación se dispone de un módulo master que se encuentra en la parte izquierda de la Figura 3.26, el cual posee una pantalla táctil donde se configuran los parámetros para la certificación y en la parte derecha se encuentra el módulo remoto que mediante una alerta de luz indica si la certificación se está realizando, PASA o FALLA.



Figura 3.26 Certificadora *Fluke Networks*

Para comenzar con la certificación de canal, es necesario asegurar que los adaptadores que se emplean en los módulos sean de igual manera para un enlace de canal como se observa en la Figura 3.26.

Certificación del SCE instalado

Para realizar la certificación es necesario previamente configurar el módulo master en donde se establece los siguientes parámetros:

- Nombre del proyecto: Unidad Educativa Tránsito Amaguaña
- Nombre del personal certificador: JOAN MOLINA
- Norma a comprobar: TIA CAT 6
- Categoría del cable: CAT 6
- Tipo de cable: CAT 6 U/UTP

Para el presente proyecto se realizó la configuración para una certificación de cable U/UTP categoría 6 y con una certificación de canal como se muestra en la Figura 3.27; además, se realizó una verificación del funcionamiento de los *patch cords* del área de trabajo y del *rack de telecomunicaciones* garantizando que se encuentren en óptimas condiciones para su funcionamiento en la conexión de los ordenadores.

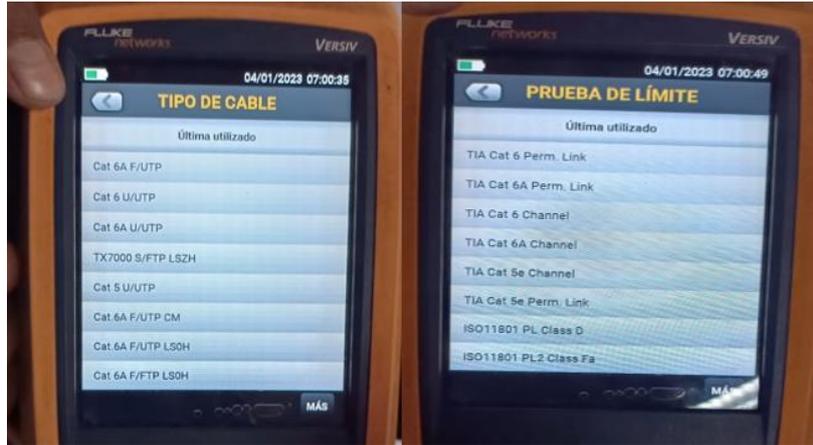


Figura 3.27 Configuración de la certificadora *Fluke Networks*

Una vez que ha configurado el módulo master se procedió a realizar la certificación de los puntos de red, por lo que se colocó el dispositivo remoto en cada uno de los puntos de red pertenecientes al área sur de la UE, obteniéndose como resultado una aprobación del punto de red como se muestra en la Figura 3.28.

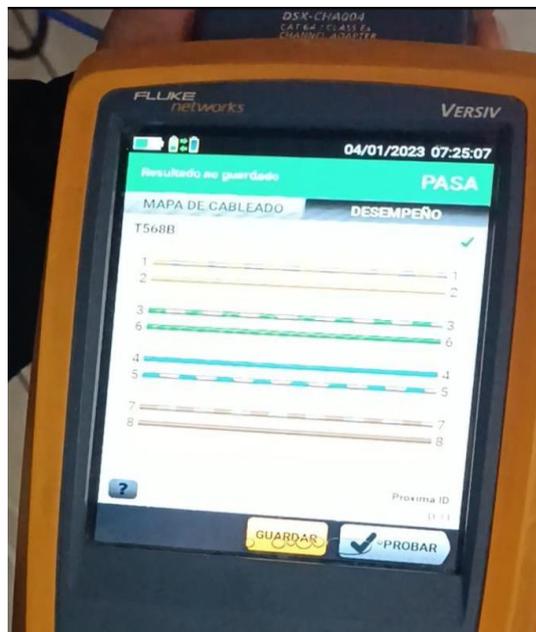


Figura 3.28 PASA la certificación

La certificación del SCE finaliza cuando se certificaron los 8 puntos de red y los 16 *patch cords*, obteniendo en todas las certificaciones un resultado de PASA. Los cálculos y resultados que procesa en la certificadora *Fluke Networks* los documenta en un informe técnico, el cual se realizó un análisis de los datos que se presentan en dicho informe.

Análisis del Informe técnico de certificación de los puntos de red

Los resultados obtenidos en la certificación fueron descargados y ejecutados en el software *LinkWare* con el objetivo de visualizar los resultados de cada parámetro de certificación. Se constató que para la certificación de canal de los 8 puntos de red instalados no se generó ningún problema y el cableado se encuentra en buenas condiciones.

En la Figura 3.29 se presenta un resumen del informe técnico que arroja la certificadora *Fluke Networks*, donde indica que la certificación para los 8 puntos de red fue aprobada; además, se presenta la longitud de cada enlace, el valor del NEXT y la fecha y hora de la certificación.

El informe completo presentado por la certificadora *Fluke Networks* para los puntos de red del área sur de la UE se encuentran en el ANEXO III.



ID. Cable	Sumario	Límite de prueba	Longitud	Paso Libre	Fecha / Hora
RACK-D09	PASA	TIA Cat 6 Channel	16.1 m	9.0 dB (NEXT)	01/04/2023 08:06 AM
RACK-D10	PASA	TIA Cat 6 Channel	11.8 m	7.3 dB (NEXT)	01/04/2023 07:23 AM
RACK-D11	PASA	TIA Cat 6 Channel	11.8 m	1.9 dB (NEXT)	01/04/2023 07:24 AM
RACK-D12	PASA	TIA Cat 6 Channel	14.3 m	7.8 dB (NEXT)	01/04/2023 07:27 AM
RACK-D13	PASA	TIA Cat 6 Channel	14.3 m	7.8 dB (NEXT)	01/04/2023 07:27 AM
RACK-D14	PASA	TIA Cat 6 Channel	15.5 m	7.7 dB (NEXT)	01/04/2023 07:28 AM
RACK-D15	PASA	TIA Cat 6 Channel	27.3 m	7.3 dB (NEXT)	01/04/2023 07:29 AM
RACK-D16	PASA	TIA Cat 6 Channel	14.9 m	8.6 dB (NEXT)	01/04/2023 07:20 AM

Figura 3.29 Informe técnico de la certificación de puntos de red

Para el análisis de resultados en el informe técnico de los puntos de red y considerando que los 8 puntos de red han sido aprobados, se ha tomado el peor resultado obtenido para realizar un análisis detallado de cada uno de los parámetros de certificación. Para lo cual se procedió a analizar el punto de red denominado *RACK-D11* el cual posee el valor más bajo de NEXT.

El informe completo de la certificación para este punto de red se observa en la Figura 3.30, el cual establece que ha sido aprobado satisfactoriamente por la certificadora *Fluke Networks*. En el recuadro de color celeste se presenta la información referente a la certificación.

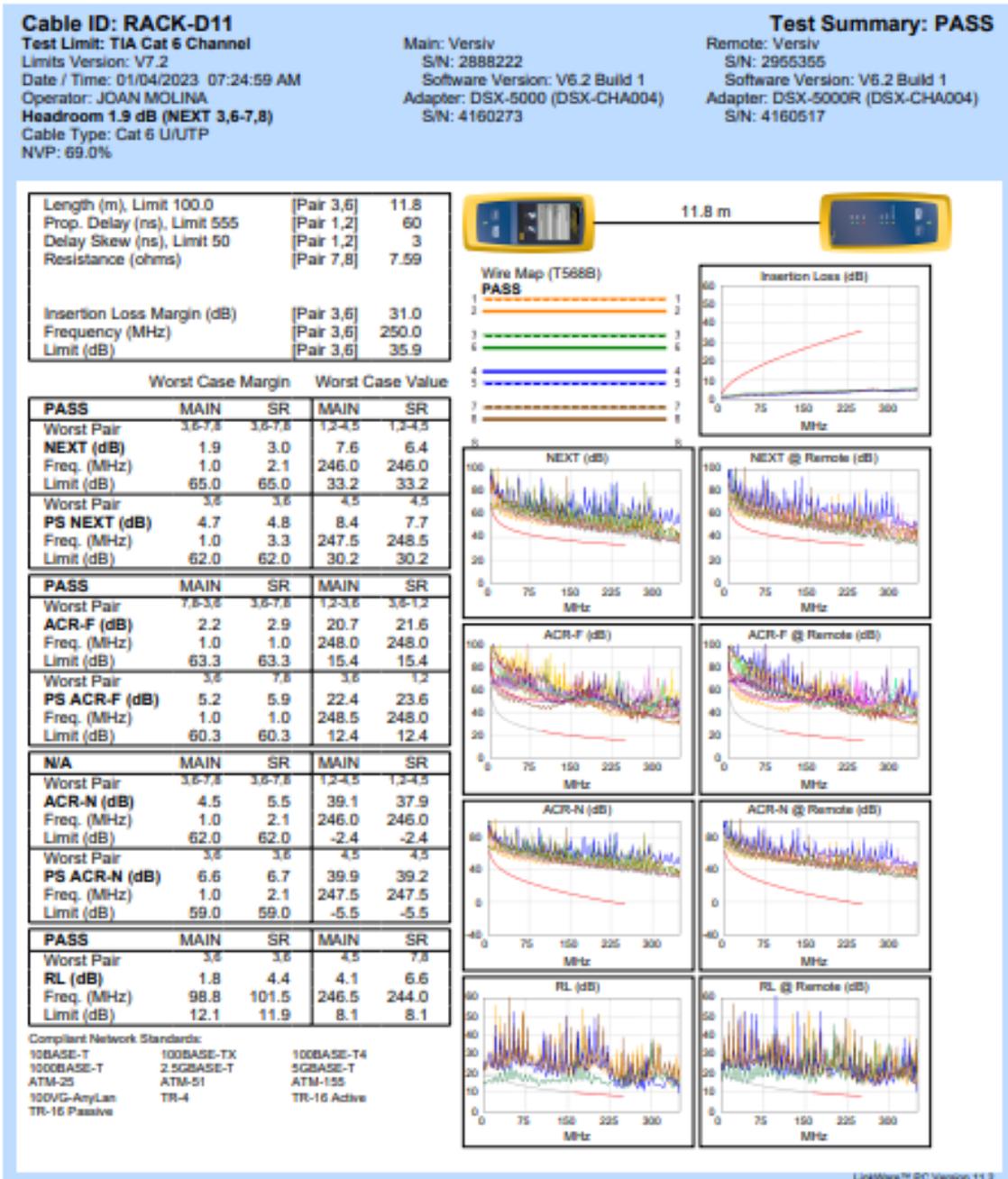


Figura 3.30 Informe técnico del Punto de datos RACK-D11

Para comprender de mejor forma los resultados se analiza a continuación cada uno de los parámetros que son calculados y presentados en el informe técnico.

Mapa de Cableado

En el mapa de cableado se obtuvo que cumple con el estándar T568B y su respectivo código de colores como se muestra en la Figura 3.31. La conexión realizada cumple con el estándar, sin que se observe pares cruzados, cortados, etc. [16].

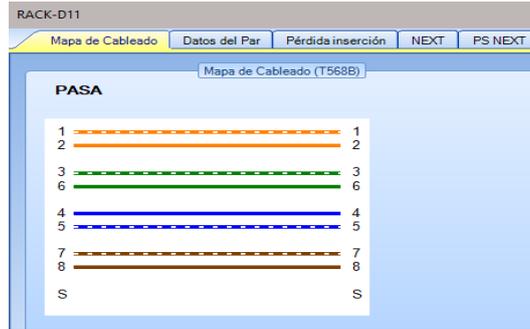


Figura 3.31 Mapa de cableado del estándar T568B del punto de red RACK-D11

Datos del Par

Para los parámetros que calcula la certificadora *Fluke Networks*, correspondiente al cable UTP categoría 6, se han establecido los límites definidos en la norma ANSI/TIA 568.2-D en la Tabla 3.5 [16].

Tabla 3.5 Límites de parámetros de certificación [16]

Longitud máxima	Tiempo de Propagación	Diferencia de Retardo	Frecuencia	Pérdida de Inserción	NEXT	ACR-N	ACR-F	RL
(m)	(ns)	(ns)	(MHz)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)
100	555	50	250	35,9	33,1	-2,8	15,3	8

En base a los límites presentados para cada parámetro de certificación se realizó una comparativa sobre el punto de red *RACK-D11*, para verificar que cumpla con los requerimientos de la norma ANSI/TIA 568.2-D.

En la Figura 3.32 se observa un resumen de los resultados obtenidos del peor par de cables, considerando los siguientes parámetros: longitud, tiempo de propagación, diferencia de retardo y resistencia.

Nombre	Par	Medida	Lim.	Estado
Longitud	3,6	11.8 m	100.0 m	PASA
Tiempo de Prop.	1,2	60 ns	555 ns	PASA
Diferencia Retardo	1,2	3 ns	50 ns	PASA
Resistencia	7,8	7.59 ohms		

Par	Medida
1,2	12.4 m
3,6	11.8 m
4,5	11.8 m
7,8	12.2 m

Longitud
Lim. 100.0 m

PASA

Figura 3.32 Datos del peor par de cables del punto de red RACK-D11

- Se obtuvo que la distancia de todo el enlace es de 11.8 (m), considerando que la longitud máxima permitida es de 100 (m) se aprueba el parámetro.
- Para el tiempo que tarda en propagarse la señal por el enlace se obtiene que es igual a 60 (ns) considerando el máximo permitido igual a 555 (ns) por lo tanto el parámetro es aprobado.
- En la diferencia de retardo se obtuvo un valor equivalente a 3 (ns), considerando que el tiempo máximo permitido para este parámetro es igual a 50 (ns) se considera que es un buen resultado para que no se generen latencias en el enlace.
- El último parámetro considerado es la resistencia en la cual se obtuvo un valor igual a 7,59 (Ω), donde el límite equivale a 25 (Ω) por lo que no existe una gran oposición al paso de la corriente eléctrica.

Peor Margen y Peor Valor

En las gráficas presentadas en el *software LinkWare* se verifica en el eje horizontal los valores de la frecuencia que varían de 0 hasta 500 (MHz); no obstante, la línea del límite de referencia únicamente llega hasta 250 (MHz), como se observa en la Figura 3.33, debido a que es el valor máximo de frecuencia para el cable UTP categoría 6. La línea límite de referencia es la que se considera para establecer el peor margen y peor valor.

$$\text{Peor margen (dB)} = \text{valor cercano al límite (dB)} - \text{límite (dB)}$$

Ecuación 3.1 Cálculo de la peor margen [34]

Pérdida de Inserción

La pérdida de inserción indica si la señal llega con la potencia suficiente al receptor [34], donde el valor dependerá de la longitud y frecuencia del enlace como se observa en la Ecuación 3.2.

$$\text{Pérdida de Inserción} = 1,02 \left(1,808\sqrt{f} + 0,017f + \frac{0,2}{\sqrt{f}} \right) + 4 * 0,02\sqrt{f} + 0,0003f^{1,5}$$

Ecuación 3.2 Cálculo del límite de la pérdida de Inserción [34]

Donde:

f : (MHz) Frecuencia

Al haber configurado el equipo certificador para un cable UTP categoría 6 se considera que la frecuencia máxima es igual a 250 (MHz), por lo que al reemplazar en la Ecuación 3.2 se obtiene que el valor límite de pérdida de inserción es igual a 35,95 (dB).

En la Figura 3.33 se muestran los resultados obtenidos de forma gráfica para el parámetro de pérdida de inserción del punto de red en cuestión, donde se obtiene que a una frecuencia igual a 250 (MHz) se produce la mayor pérdida de inserción. Se identifica el par de color verde con un valor de 4,9 (dB) de pérdida de inserción, mientras que el límite es igual a 35,95 (dB), mostrada en color rojo. Se identifica que al aumentar la frecuencia la pérdida por inserción también incrementa; sin embargo, los resultados presentados para el punto de red 11 favorecen al no presentarse elevadas pérdidas en todo el enlace.

Para el cálculo del peor margen se utiliza la Ecuación 3.1, donde se conocen los valores del límite y el peor valor para el cálculo del peor margen, el cual para el punto de red 11 es igual a 31 (dB), lo que implica que los resultados se encuentran ampliamente separados del límite y no existe riesgo de una aprobación marginal.

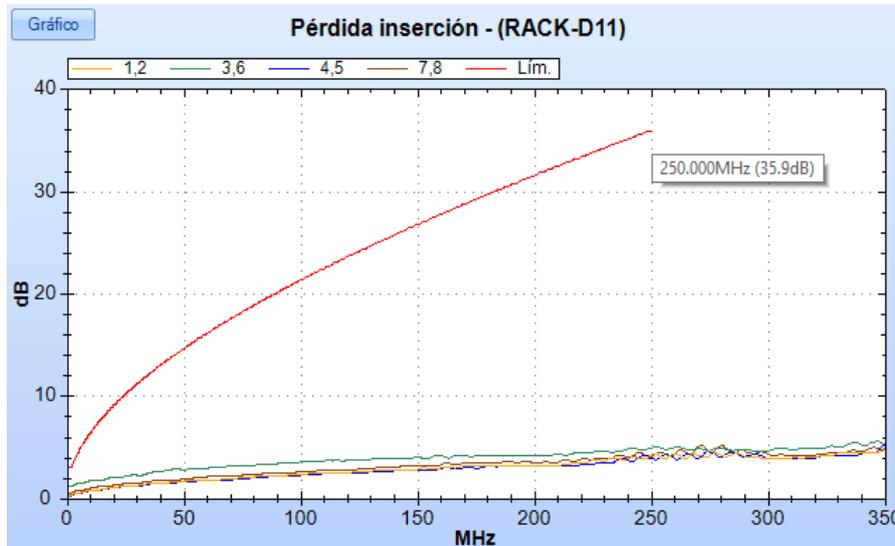


Figura 3.33 Pérdida de Inserción del punto de red RACK-D11

NEXT y PS NEXT

Los resultados del NEXT y PS NEXT dependerán del método de instalación del cableado estructurado, donde se considera la forma en la que se destrenzó el cable, la tensión que se aplicó al momento del enrutamiento y el cumplimiento de los radios de curvatura en base a la norma ANSI/TIA 568.2-D [17].

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

Ecuación 3.3 Cálculo del límite del NEXT [34]

Donde:

f : (MHz) Frecuencia

Para calcular el límite mínimo permitido para el NEXT se ha utilizado la Ecuación 3.3, la cual al haber remplazado el valor de la frecuencia máxima se obtuvo un límite de NEXT igual a 33,1 (dB).

En la Figura 3.34 se muestra la curva límite para el punto de red 11, se evidencia que los resultados obtenidos no llegan a cruzar la curva límite y se obtuvo como peor valor 66,9 (dB) para el equipo principal y 68 (dB) para el equipo remoto, esos resultados corresponden a los más cercanos al límite. El peor margen fue igual a 1,9 (dB) para el equipo principal y 3 (dB) para el equipo remoto, considerando que se está analizando el peor caso de certificación, esos valores de margen son suficiente para que se apruebe la certificación.

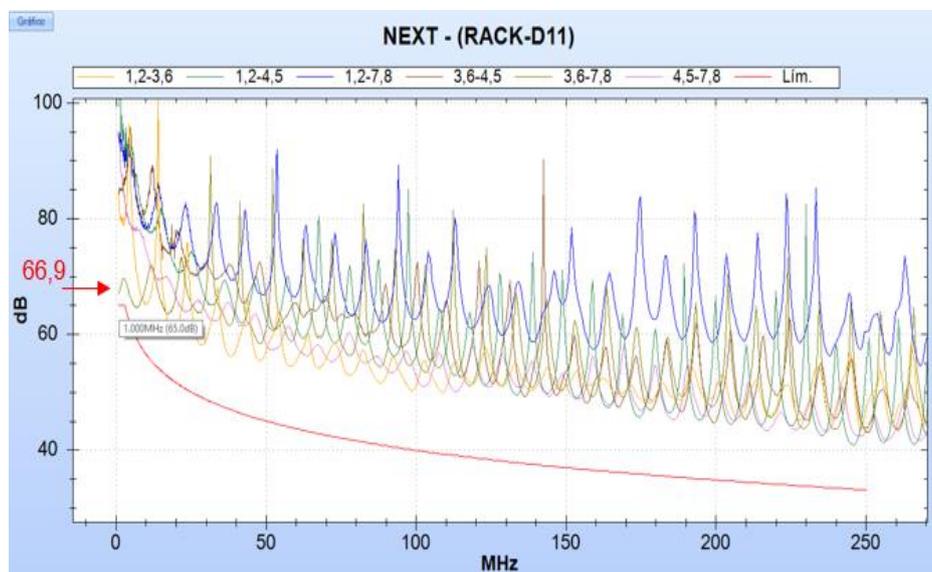


Figura 3.34 NEXT del punto de red 11

De la gráfica presentada en la Figura 3.34 se evidencia que los valores límite del NEXT disminuye conforme la frecuencia aumenta, verificando así que ha mayor NEXT es mejor.

El PS NEXT calcula la suma de los NEXT medidos en cada par [18], por lo que en el equipo principal se obtuvieron valores de 66,7 (dB) con un peor margen de 4,7 (dB) considerándose el valor más cercano al límite permitido. En este caso, como se muestra en la Figura 3.35, el par más cercano a la línea roja es el de color verde correspondiente a los pines 3 y 6.

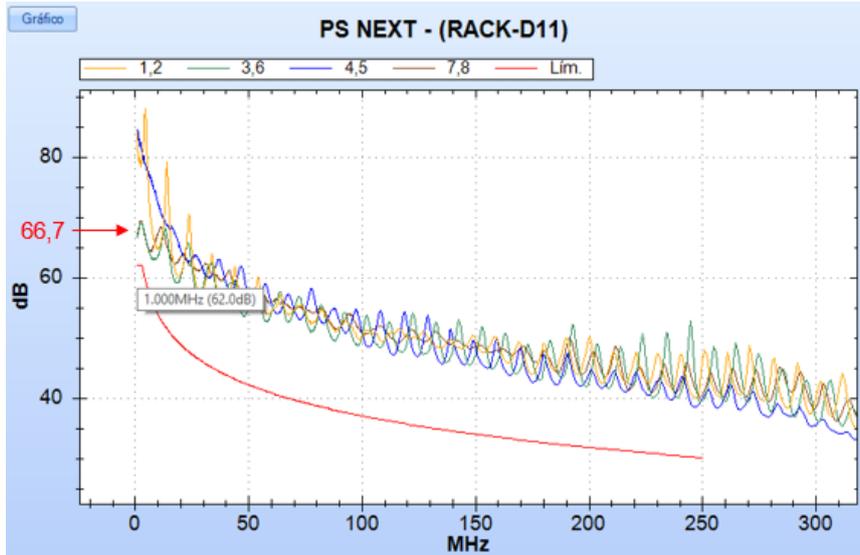


Figura 3.35 PS NEXT ponto de red RACK-D11

ACR-N y PS ACR-N

El ACR-N es directamente proporcional al NEXT y la atenuación; sin embargo, la atenuación no es posible mejorar a menos que se reduzca la longitud del cable. Si se mejora el rendimiento para el NEXT, en consecuencia, se mejorará el valor del ACR-N [20].

Al realizar el análisis de la gráfica obtenida para el ACR-N, se evidenció como resultado un peor valor igual a 66,5 (dB), se muestra en la en la Figura 3.36 que a la frecuencia de 1 (MHz) el límite es igual a 62 (dB) por lo que el peor margen equivale a 4,5 (dB) en el equipo principal.

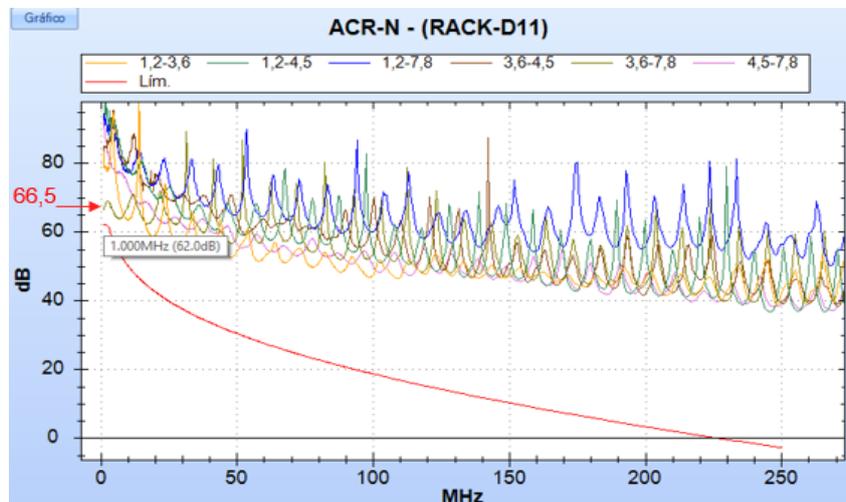


Figura 3.36 ACR-N del punto de red RACK-D11

ACR-F y PS ACR-F

Para obtener el ACR-F es necesario calcular los datos de la pérdida de inserción y del FEXT, para lo cual la certificadora realiza un total de 24 mediciones entre los 2 extremos, debido a las variaciones que se presentan en la pérdida de inserción dependiendo del par de cables que se encuentran energizados [19]. El obtener valores altos de ACR-F indica que las pérdidas de inserción o FEXT son elevados lo que genera una afectación al sistema.

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

Ecuación 3.4 Cálculo del límite del ACR-F [34]

Donde:

f : (MHz) Frecuencia

Para calcular el límite del ACR-F se estableció la Ecuación 3.4 donde al reemplazar con el valor de la frecuencia máxima equivalente a 250 (MHz), se ha obtenido como resultado 15,3 (dB) el cual representa el límite mínimo para este parámetro.

En la Figura 3.37 se observa el peor valor obtenido para el parámetro del ACR-F el cual equivale a 65,5 (dB) y el límite para esa frecuencia se obtiene un valor de 63,3 (dB) obteniéndose para el peor margen un valor igual a 2,2 (dB) en el equipo principal.

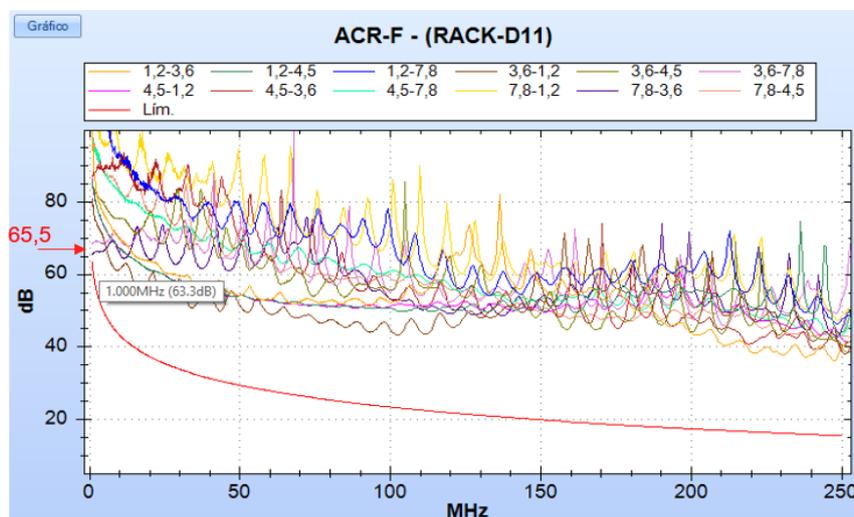


Figura 3.37 ACR-F del punto de red RACK-D11

Para el cálculo del PS ACR-F es necesario del equipo remoto, debido a que el sistema de telecomunicaciones es bidireccional y es posible utilizar los 4 pares de cables es necesario la suma de potencias de los ACR-F en cada par, para garantizar que no se presenten valores muy elevados en todo el cable.

En la Figura 3.38 se observa que el margen aumenta debido a que es la suma de todos los ACR-F, con el resultado obtenido se visualiza que todos los pares no se cruzan con la curva límite para este parámetro.

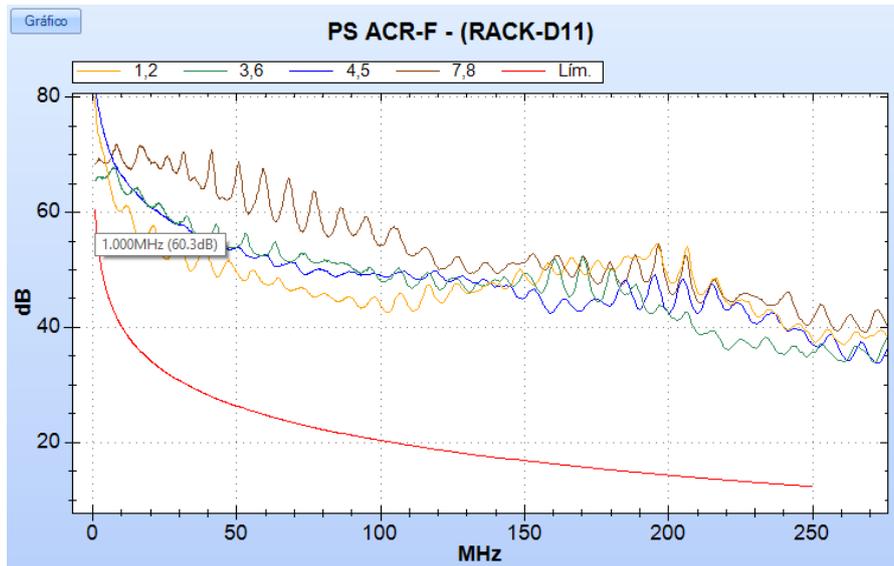


Figura 3.38 PS ACR-F del punto de red RACK-D11

Pérdida de Retorno

La pérdida de retorno se presenta cuando se genera una variación en la impedancia lo que implica que la señal sea reflejada a través del cable. El exceso del destrenzado de cable en las terminaciones puede aumentar este parámetro [21]. En la Ecuación 3.5 se establece para calcular el límite máximo permitido para el enlace.

$$RL = 32 - 10\log(f)$$

Ecuación 3.5

Cálculo de la pérdida de retorno [34]

Donde:

f : (MHz) Frecuencia

Al reemplazar la máxima frecuencia que puede emplear en la Ecuación 3.5, se obtiene el límite de la pérdida de retorno. En este caso se obtuvo un resultado de 8,02 (dB) que corresponde al valor máximo para una frecuencia igual a 250 (MHz).

En la Figura 3.39 se presenta la gráfica del equipo principal donde se obtuvieron valores de 13,9 (dB) con un margen de 1,8 (dB) considerando que es el valor más cercano al límite y por lo tanto la certificación PASA. Cabe mencionar que la parte en color gris que se observa en la curva límite corresponde a la regla de 3 (dB) [21], lo que implica que para ese intervalo de frecuencias cualquier medición o cálculo que se realice será omitido.

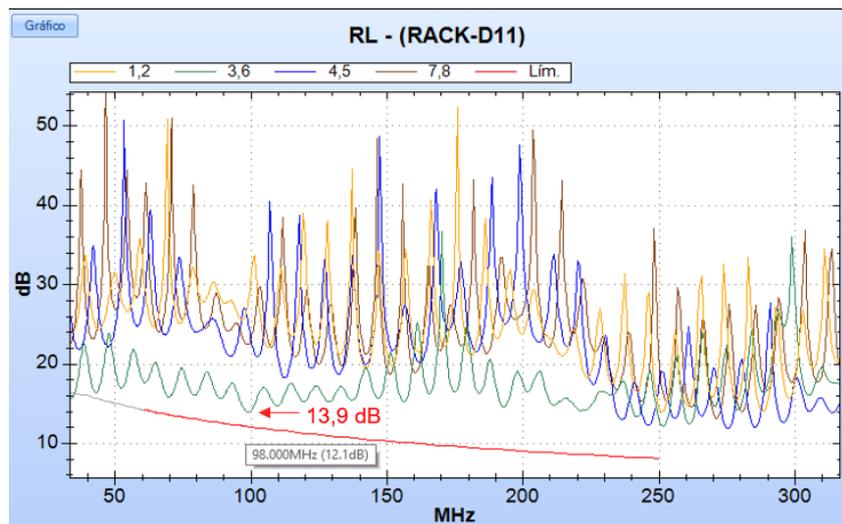


Figura 3.39 Pérdida de retorno del punto de red RACK-D11

Análisis del Informe técnico para los *patch cords*

En el informe técnico presentado para los *patch cords* elaborados se procedió a analizar el peor resultado de los parámetros de certificación. En el caso del *patch cord* número 10 se obtuvo una aprobación marginal, es decir, que la prueba pasó, pero está en el límite.

En los resultados obtenidos de la certificación del punto de red 10, donde se encontraba el *patch cord* con aprobación marginal no se presentó ningún inconveniente. Por lo tanto, se evidencia la importancia de haber realizado la certificación para cada *patch cord* debido a que se realizó un enfoque más específico lo que permitió conocer que un *patch cord* se encontraba operando al límite.

En la Figura 3.40 se presenta el resumen para la certificación de los 16 *patch cords*, en la cual se observa que todos han sido aprobados; sin embargo, para el *patch cord*

número 10 se presenta en color azul y con un asterisco lo que indica que el *patch cord* es aprobado, pero cumpliendo los parámetros mínimos de certificación.

El valor del peor margen en el parámetro del NEXT es igual a 0,2 (dB), lo que indica que el *patch cord* está cerca del límite sin embargo PASA la certificación.



ID. Cable	Sumario	Límite de prueba	Longitud	Paso Libre	Fecha / Hora
JOAN PATCH CORD 01	PASA	TIA Cat 6 Channel	2.1 m	15.9 dB (NEXT)	01/04/2023 07:45 AM
JOAN PATCH CORD 02	PASA	TIA Cat 6 Channel	2.1 m	12.9 dB (NEXT)	01/04/2023 07:46 AM
JOAN PATCH CORD 03	PASA	TIA Cat 6 Channel	2.1 m	15.3 dB (NEXT)	01/04/2023 07:49 AM
JOAN PATCH CORD 04	PASA	TIA Cat 6 Channel	2.3 m	9.9 dB (NEXT)	01/04/2023 07:51 AM
JOAN PATCH CORD 05	PASA	TIA Cat 6 Channel	2.3 m	13.5 dB (NEXT)	01/04/2023 07:52 AM
JOAN PATCH CORD 06	PASA	TIA Cat 6 Channel	1.9 m	8.7 dB (NEXT)	01/04/2023 07:54 AM
JOAN PATCH CORD 07	PASA	TIA Cat 6 Channel	2.3 m	3.6 dB (NEXT)	01/04/2023 07:58 AM
JOAN PATCH CORD 08	PASA	TIA Cat 6 Channel	2.3 m	1.3 dB (NEXT)	01/04/2023 07:58 AM
JOAN PATCH CORD 09	PASA	TIA Cat 6 Channel	1.0 m	2.2 dB (NEXT)	01/04/2023 07:59 AM
JOAN PATCH CORD 10	PASA*	TIA Cat 6 Channel	0.8 m	0.2 dB (NEXT)	01/04/2023 08:00 AM
JOAN PATCH CORD 11	PASA	TIA Cat 6 Channel	1.0 m	17.7 dB (NEXT)	01/04/2023 08:01 AM
JOAN PATCH CORD 12	PASA	TIA Cat 6 Channel	1.0 m	18.8 dB (NEXT)	01/04/2023 08:01 AM
JOAN PATCH CORD 13	PASA	TIA Cat 6 Channel	1.0 m	16.7 dB (NEXT)	01/04/2023 08:02 AM
JOAN PATCH CORD 14	PASA	TIA Cat 6 Channel	1.0 m	16.2 dB (NEXT)	01/04/2023 08:02 AM
JOAN PATCH CORD 15	PASA	TIA Cat 6 Channel	1.0 m	18.6 dB (NEXT)	01/04/2023 08:03 AM
JOAN PATCH CORD 16	PASA	TIA Cat 6 Channel	1.0 m	15.3 dB (NEXT)	01/04/2023 08:05 AM

Figura 3.40 Informe técnico de la certificación de *patch cords*

En la Figura 3.41 se observa el informe técnico presentado para el *patch cord* número 10, donde se señala la advertencia del pasa marginal.

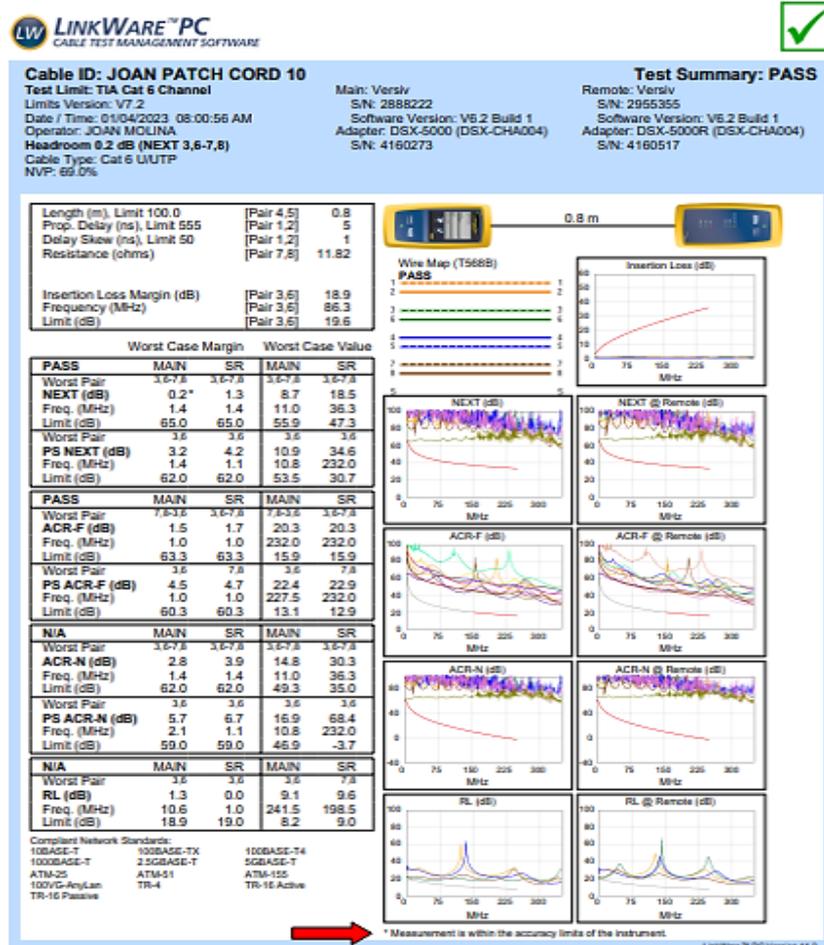


Figura 3.41 Informe técnico del *patch cord* 10

En la Figura 3.42 se muestra el resumen de los peores márgenes para los parámetros de certificación de este *patch cord*, donde se evidencia que únicamente para el parámetro del NEXT se ha generado la aprobación marginal; por consiguiente, en ese caso se procedió a reemplazar este *patch cord* para que en un futuro el sistema no se vea afectado por el mismo.

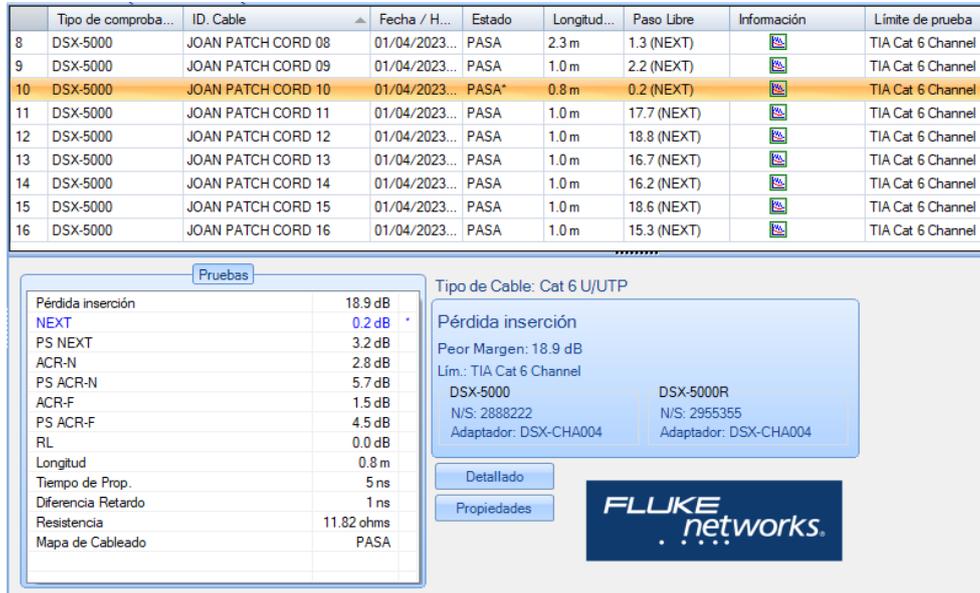


Figura 3.42 Parámetros de certificación para el *patch cord* 10

En la Figura 3.43 se observa de mejor manera la gráfica obtenida por el equipo principal para el parámetro del NEXT, donde se presenta la aproximación de la medición al límite, curva de color rojo.

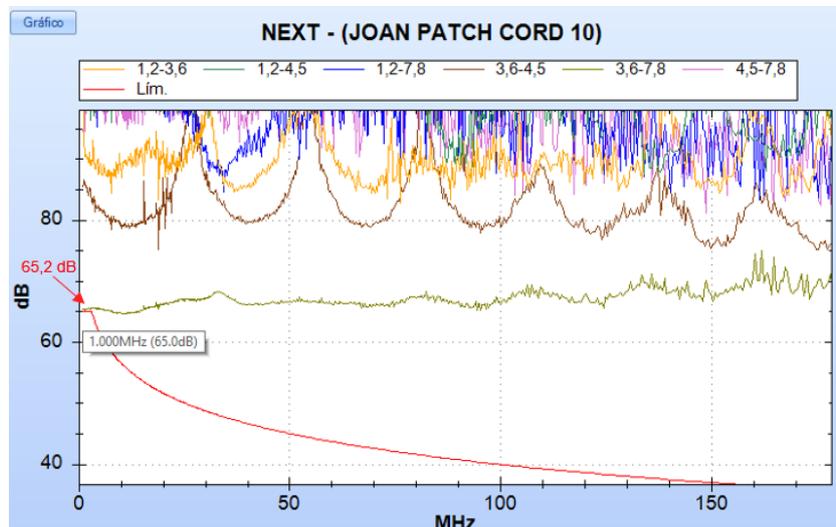


Figura 3.43 NEXT del *patch cord* 10

4 CONCLUSIONES

- La visita técnica inicial es de suma importancia ya que se logra analizar previamente la infraestructura, los elementos que posee la red y la ubicación de los mismos, así se identifican las necesidades de la institución para poder diseñar e implementar un SCE que cumpla con las normativas de la ANSI/TIA.
- Con la inspección inicial realizada a la Unidad Educativa se pudo constatar que no existía una diferenciación en las áreas del SCE ya que no se contaba con cableado horizontal, esto corroboró el incumplimiento de estándares de cableado estructurado.
- Para establecer los requerimientos del SCE se utilizaron las normas de la ANSI/TIA: 568.0-D, 568.2-D, 569-D y 606-C; en primera instancia no se contaba con planos de la institución, además se constató que el sistema requiere de cableado horizontal y la inserción de nuevos puntos de red para habilitar áreas de trabajo; no existía identificación de ningún componente del SCE.
- El diseño de la Unidad Educativa en un plano en 3D permite planificar de mejor manera la ruta por la cual se implementará el cableado y obtener información acerca de los problemas que se pueden presentar en una implementación real; además, la elaboración del plano en 2D permite visualizar el diseño final y establecer una única nomenclatura para todo el SCE.
- Los *datasheets* permiten conocer las especificaciones técnicas de los materiales establecidos en los requerimientos y poder realizar un análisis comparativo de cada marca que se encuentra disponible en el mercado.
- La verificación de las cantidades de material necesario se realizó mediante el plano 3D elaborado en el *software* AutoCad, donde se logró contabilizar la cantidad de cable requerido, se obtuvo el número de canaletas y accesorios de ángulo externo para la implementación.
- La implementación del SCE empezó la instalación de las canaletas las cuales deben estar sujetadas firmemente en las paredes para luego colocar el cableado que se dirige hacia cada punto de red sin tener inconvenientes con el paso de los cables.
- Es importante que el cableado horizontal pueda satisfacer los actuales requerimientos de la institución y permita las modificaciones que puedan generarse en el futuro, por lo que se ha cumplido con una holgura del 60% en el sistema de canalización.

- El disponer de un SCE que se encuentre etiquetado en base a la norma ANSI/TIA 606-C, permite identificar de una forma más eficiente los elementos que compone el SCE. Por lo cual, al existir algún inconveniente con un ordenador basta con observar la identificación del punto de red al cual está conectado y verificar en el *rack* la conexión de este en el equipo activo.
- La certificación de los puntos de red y de los *patch cords* permiten avalar el correcto funcionamiento del SCE; es necesario que se aprueben todos los parámetros de certificación sin que exista una aprobación marginal, debido a que a pesar de que sea aprobada la certificación, en un futuro podría generar fallas en el sistema.
- En el caso de que se presente una aprobación marginal en el informe técnico de la certificadora, es necesario realizar los correctivos necesarios con el propósito de volver a certificar y que se aprueben correctamente todos los parámetros de certificación.

5 RECOMENDACIONES

- Al establecer los requerimientos del SCE es importante comprender que el cableado horizontal es el elemento que mayor tiempo de vida tiene, por lo que se debe realizar una buena inversión a largo plazo, sin necesidad de sobredimensionar.
- Se debe comprender que el cableado horizontal es el responsable de hasta un 75% del lapso de tiempo que una red deja de operar correctamente. Por lo que es recomendable una buena inversión e implementación para que no se presenten fallas.
- Se recomienda la implementación de un nuevo *switch* con mayor cantidad de puertos, para colocar el punto de red RACK-D16 hacia el *switch* y también para solventar la problemática en caso de que la Unidad Educativa desee incrementar más puntos de red.
- Al implementar un diseño de cableado estructurado es recomendable el uso del *software* AutoCad para obtener el diseño del proyecto de un SCE, con el propósito de tener una guía final de implementación.
- Establecer con claridad la simbología y nomenclatura en los planos que se utilicen, con el objetivo de que terceras personas puedan entender y comprender con facilidad el diseño que ha sido implementado.

- En el caso de identificar que la infraestructura posee paredes que no son uniformes es recomendable utilizar más tornillos que permitan una sujeción firme y estable de las canaletas.
- Es importante que al momento de realizar el tendido del cableado no se generen anillos o retorcimientos debido a que podría romperse el recubrimiento, dañar el trenzado y generar fallas o pérdidas al sistema.
- En la certificación es recomendable utilizar los módulos para enlace de canal debido a que podría arrojar resultados erróneos si la certificadora se encuentra configurada para una certificación de canal y los módulos para un enlace permanente.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] I. D. Lopez, «Que es un Sistema de Cableado Estructurado», *Byspel*, 21 de noviembre de 2015. <https://byspel.com/que-es-un-sistema-de-cableado-estructurado/> (accedido 20 de noviembre de 2022).
- [2] «8448180828.pdf». Accedido: 15 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448180828.pdf>
- [3] «Cableado estructurado: definición, importancia y ventajas», *Blog | NextU LATAM*, 29 de julio de 2022. <https://www.nextu.com/blog/cableado-estructurado-que-es-rc22/> (accedido 28 de enero de 2023).
- [4] «Cableado estructurado». http://guimi.net/monograficos/G-Cableado_estructurado/G-Cableado_estructurado.html (accedido 28 de enero de 2023).
- [5] B. F. Pillajo Alquina, K. E. Quilca Simbaña, y G. K. Cevallos Salazar, «Implementación del sistema de cableado estructurado para el nuevo centro de formación continua de la Universidad Politécnica Salesiana – San Bartolo», EPN, Quito, 2019.
- [6] «Cableado Estructurado - PDF Free Download». <https://docplayer.es/31283702-Cableado-estructurado.html> (accedido 28 de noviembre de 2022).
- [7] E. S. Jaramillo Pinos, «Rediseño de red multiservicios para el colegio Fernando Daquilema de la ciudad de Riobamba», bachelorThesis, QUITO/EPN/2013, 2013. Accedido: 15 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6702>

- [8] soportexlan, «ENLACE DE CANAL Y ENLACE PERMANENTE», *SOPORTE LAN*, 26 de octubre de 2020. <https://soportelan.com/2020/10/25/enlace-de-canal-y-enlace-permanente/> (accedido 28 de enero de 2023).
- [9] «ESTANDARES CABLEADO ESTRUCTURADO - Cableado de Redes». <https://sites.google.com/site/cableadoredpartrenzado/home/estandares-cableado-estructurado> (accedido 14 de diciembre de 2022).
- [10] «Diferencia cables FTP, UTP y STP | ¿Qué son? Tipos y Características», *Termired*, 23 de julio de 2020. <https://termired.com/diferencia-cables-ftp-utp-stp/> (accedido 28 de noviembre de 2022).
- [11] «Sistemas de Cableado Estructurado. Presentación elaborada por: Prof. Ricardo Gonzalez Para el curso de Redes I», *kipdf.com*. https://kipdf.com/sistemas-de-cableado-estructurado-presentacion-elaborada-por-prof-ricardo-gonzal_5b1623ca7f8b9ab4378b45b9.html (accedido 28 de enero de 2023).
- [12] «Certificadores de cables de cobre de la serie DSX CableAnalyzer™», *Fluke Networks*, 6 de mayo de 2019. <https://es.flukenetworks.com/datacom-cabling/Versiv/dsx-cableanalyzer-series> (accedido 28 de enero de 2023).
- [13] «Pruebas de Certificación – IRET». <https://www.iret-telecom.net/soluciones/sistemas-de-transporte-de-informacion/pruebas-de-certificacion/> (accedido 20 de noviembre de 2022).
- [14] «Cómo entender la propagación y la desviación del retraso en la serie 101 de comprobación de cableado», *Fluke Networks*, 23 de febrero de 2017. <https://es.flukenetworks.com/blog/cabling-chronicles/101-series-getting-picture-delay-skew> (accedido 13 de febrero de 2023).
- [15] Rom-Mayer, «¿Qué es el NVP?», *Rom Mayer*, 30 de septiembre de 2021. <https://rom-mayer.cl/que-es-el-nvp/> (accedido 15 de febrero de 2023).
- [16] D. Sanchez, «¿Cómo leer resultados de Fluke Certificador DSX-5000 y DSX-8000?» <https://info.ita.tech/blog/resultados-fluke-certificador-dsx-5000-dsx-8000> (accedido 13 de febrero de 2023).
- [17] «Resolución de problemas de NEXT (diafonía en el extremo cercano)», *Fluke Networks*, 24 de febrero de 2014. <https://es.flukenetworks.com/knowledge-base/dtx-cableanalyzer/next-near-end-crosstalk-troubleshooting> (accedido 20 de noviembre de 2022).
- [18] «Power Sum NEXT (PS NEXT)», *Fluke Networks*, 24 de febrero de 2014. <https://es.flukenetworks.com/knowledge-base/dtx-cableanalyzer/power-sum-next-ps-next> (accedido 28 de enero de 2023).

- [19] «ACR-F, formalmente conocido como Diafonía en el extremo lejano de igual nivel (Equal Level Far End Crosstalk, ELFEXT)», *Fluke Networks*, 19 de febrero de 2014. <https://es.flukenetworks.com/knowledge-base/dtx-cableanalyzer/acr-f-formally-known-equal-level-far-end-crosstalk-elfext> (accedido 20 de noviembre de 2022).
- [20] «Relación atenuación/diafonía (Attenuation to Crosstalk Ratio) de extremo cercano (ACR-N): DTX CableAnalyzer», *Fluke Networks*, 20 de febrero de 2014. <https://es.flukenetworks.com/knowledge-base/dtx-cableanalyzer/attenuation-crosstalk-ratio-near-end-acr-n-dtx-cableanalyzer> (accedido 20 de noviembre de 2022).
- [21] «Medición y comprobación de la pérdida de retorno», *Fluke Networks*, 24 de febrero de 2014. <https://es.flukenetworks.com/knowledge-base/dtx-cableanalyzer/return-loss-measurement-and-testing> (accedido 20 de noviembre de 2022).
- [22] «Resolución de problemas y comprobación de atenuación (pérdida de inserción) | Fluke Networks». <https://es.flukenetworks.com/knowledge-base/dtx-cableanalyzer/attenuation-insertion-loss-measurement-and-testing-dtx> (accedido 4 de febrero de 2023).
- [23] «Telecommunications Industry Association | TIAonline.org | Home», *TIA Online*. <https://tiaonline.org/> (accedido 20 de noviembre de 2022).
- [24] soportexlan, «ANSI/TIA-568.0-D», *SOPORTE LAN*, 29 de diciembre de 2020. <https://soportelan.com/2020/12/29/ansi-tia-568-0-d/> (accedido 23 de enero de 2023).
- [25] «ANSI TIA 568 - Apuntes 1 dsfsdffsd ff sddfds - ANSI/TIA-568, -568, -568. "Cableado de - Studocu». <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-del-estado-de-mexico/computacion/ansi-tia-568-apuntes-1-dsfsdffsd-ff-sddfds/14670210> (accedido 12 de febrero de 2023).
- [26] Unknown, «MAESTRIA TELECOMUNICACIONES: ANSI/TIA/EIA-569», *MAESTRIA TELECOMUNICACIONES*, 26 de junio de 2015. <http://cdalcala-upsum.blogspot.com/2015/06/ansitiaeia-569-espaciosy-canalizaciones.html> (accedido 23 de enero de 2023).
- [27] «TIA-606-C: ¿Qué hay de nuevo?» <https://www.bradyid.com.mx/recursos/normativa-606-c> (accedido 28 de enero de 2023).
- [28] M. Calderón, «Cable UTP: ¿Cuál es el mejor del 2023?», *REVIEWBOX*, 18 de mayo de 2020. <https://www.reviewbox.com.mx/cable-utp/> (accedido 23 de enero de 2023).
- [29] «Panduit | NUL6C04WH-FE». <https://www.panduit.com/latam/es/products/copper-systems/bulk-copper-cable/enterprise-data-center-copper-cable/nul6c04wh-fe.html> (accedido 21 de febrero de 2023).

- [30] «Cable Multilan Cat.6 U/UTP CM | Furukawa Electric LatAm». <https://www.furukawatam.com/es/catalogo-de-productos-detalles/cable-multilan-cat6-uutp-cm> (accedido 21 de febrero de 2023).
- [31] «Cable UTP Categoría 6 - América del Norte». <https://ecatalog.siemon.com/#/en/Copper/Cable/Category-6-UTP-Cable-North-America> (accedido 21 de febrero de 2023).
- [32] «schneider-electric-dexson.pdf». Accedido: 5 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://euroelectrica.com.mx/wp-content/uploads/2019/01/schneider-electric-dexson.pdf>
- [33] «Certificadores de cables de cobre de la serie DSX CableAnalyzer™», *Fluke Networks*, 6 de mayo de 2019. <https://es.flukenetworks.com/datacom-cabling/Versiv/dsx-cableanalyzer-series> (accedido 11 de enero de 2023).
- [34] L. R. Tixi Alulema y C. A. Velastegui Dueñas, «Implementación de las normas de un sistema de cableado estructurado en el área de oficinas 2 de la ESFOT.», *bachelorThesis*, Quito, 2022, 2022. Accedido: 13 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22047>

7 ANEXOS

ANEXO I. Certificado de originalidad

ANEXO II. Enlaces

ANEXO III. Resultados de certificación de los puntos de red

ANEXO IV. *Datasheet* de los materiales del SCE

ANEXO V. Nota de Venta

ANEXO VI. Acta de entrega y recepción del proyecto

ANEXO I: Certificado de Originalidad

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

Quito, D.M. 28 de Febrero de 2023

De mi consideración:

Yo, GABRIELA KATHERINE CEVALLOS SALAZAR, en calidad de Directora del Trabajo de Integración Curricular titulado IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO PARA EL ÁREA SUR DE LA UNIDAD EDUCATIVA TRÁNSITO AMAGUAÑA asociado al proyecto IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO EN LA UNIDAD EDUCATIVA TRÁNSITO AMAGUAÑA elaborado por el estudiante JOAN RENE MOLINA SIMBAÑA de la carrera en TECNOLOGÍA SUPERIOR EN REDES Y TELECOMUNICACIONES, certifico que he empleado la herramienta Turnitin para la revisión de originalidad del documento escrito completo, producto del Trabajo de Integración Curricular indicado.

El documento escrito tiene un índice de similitud del 17%.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo el interesado hacer uso del presente documento para los trámites de titulación.

NOTA: Se adjunta el link del informe generado por la herramienta Turnitin.

https://epnecuador-my.sharepoint.com/:b/g/personal/gabriela_cevalloss_epn_edu_ec/EZMYvYyh3wdLndBoF4qacQ4BbdKycfrCbt5zJcTFieOabQ?e=tjPQMS

Atentamente,



GABRIELA KATHERINE CEVALLOS SALAZAR

Docente

Escuela de Formación de Tecnólogos

ANEXO II: Enlaces

Anexo II.I Código QR de la implementación y pruebas de funcionamiento



Anexo III.II Enlace de certificación de los *patch cords*

https://epnecuador-my.sharepoint.com/:f/g/personal/gabriela_cevalloss_epn_edu_ec/EoN5P-XXPKRJha-xz2QCTZkBe-HYItnsz5aKID3ublcbZg?e=0tx2p4

ANEXO III: Resultados de certificación de los puntos de red



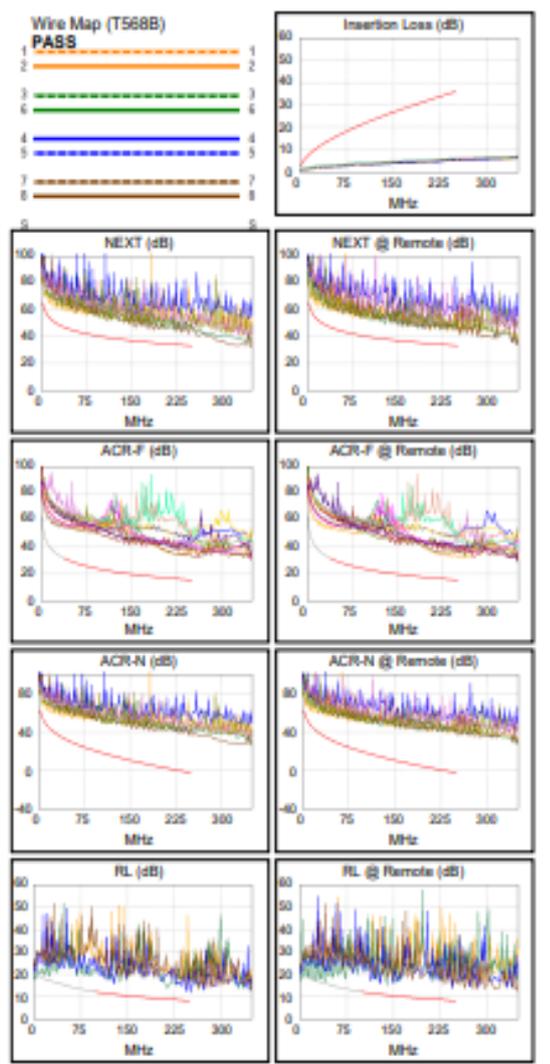
Cable ID: RACK-D09
Test Limit: TIA Cat 6 Channel
 Limits Version: V7.2
 Date / Time: 01/04/2023 08:06:46 AM
 Operator: JOAN MOLINA
Headroom 9.0 dB (NEXT 1,2-3,6)
 Cable Type: Cat 6 U/UTP
 NVP: 69.0%

Main: Versiv
 S/N: 2888222
 Software Version: V6.2 Build 1
 Adapter: DSX-5000 (DSX-CHA004)
 S/N: 4160273

Remote: Versiv
 S/N: 2955355
 Software Version: V6.2 Build 1
 Adapter: DSX-5000R (DSX-CHA004)
 S/N: 4160517

Test Summary: PASS

Length (m), Limit 100.0	[Pair 4,5]	16.1
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 1,2]	82
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 1,2]	4
Resistance (ohms)	[Pair 3,6]	21.39
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 3,6]	30.0
Frequency (MHz)	[Pair 3,6]	249.0
Limit (dB)	[Pair 3,6]	35.9



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
PASS				
Worst Pair	3,6-4,5	1,2-3,6	3,6-4,5	3,6-4,5
NEXT (dB)	9.1	9.0	9.1	10.7
Freq. (MHz)	245.5	6.3	245.5	245.5
Limit (dB)	33.3	59.9	33.3	33.3
Worst Pair	3,6	3,6	4,5	3,6
PS NEXT (dB)	10.5	9.5	10.9	10.8
Freq. (MHz)	6.3	6.3	245.5	234.0
Limit (dB)	57.4	57.4	30.3	30.7
PASS				
Worst Pair	3,6-1,2	1,2-3,6	3,6-1,2	1,2-3,6
ACR-F (dB)	17.9	17.1	17.9	17.1
Freq. (MHz)	247.5	247.5	247.5	247.5
Limit (dB)	15.4	15.4	15.4	15.4
Worst Pair	3,6	3,6	3,6	3,6
PS ACR-F (dB)	18.8	18.5	18.8	18.5
Freq. (MHz)	228.0	248.5	228.0	248.5
Limit (dB)	13.1	12.4	13.1	12.4
N/A				
Worst Pair	1,2-3,6	1,2-3,6	3,6-4,5	3,6-4,5
ACR-N (dB)	13.9	12.5	39.2	40.7
Freq. (MHz)	6.6	6.3	245.5	245.0
Limit (dB)	54.3	54.9	-2.3	-2.3
Worst Pair	3,6	3,6	4,5	3,6
PS ACR-N (dB)	13.9	13.0	41.0	39.7
Freq. (MHz)	5.9	6.3	245.5	234.0
Limit (dB)	53.0	52.4	-5.3	-3.9
PASS				
Worst Pair	4,5	3,6	4,5	4,5
RL (dB)	4.4	3.3	4.4	5.7
Freq. (MHz)	244.5	53.3	244.5	244.5
Limit (dB)	8.1	14.7	8.1	8.1

Compliant Network Standards:
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4
 100BASE-T 2.5GBASE-T 5GBASE-T
 ATM-25 ATM-51 ATM-155
 100VG-AnyLan TR-4 TR-16 Active
 TR-16 Passive

Project: UNIDAD EDUCATIVA TRA...
 Site: Not Set
 Floor: Not Set
 Rack: Not Set
 8 puntos de red.flw

Building: Not Set
 Room: Not Set
 Patch: Not Set





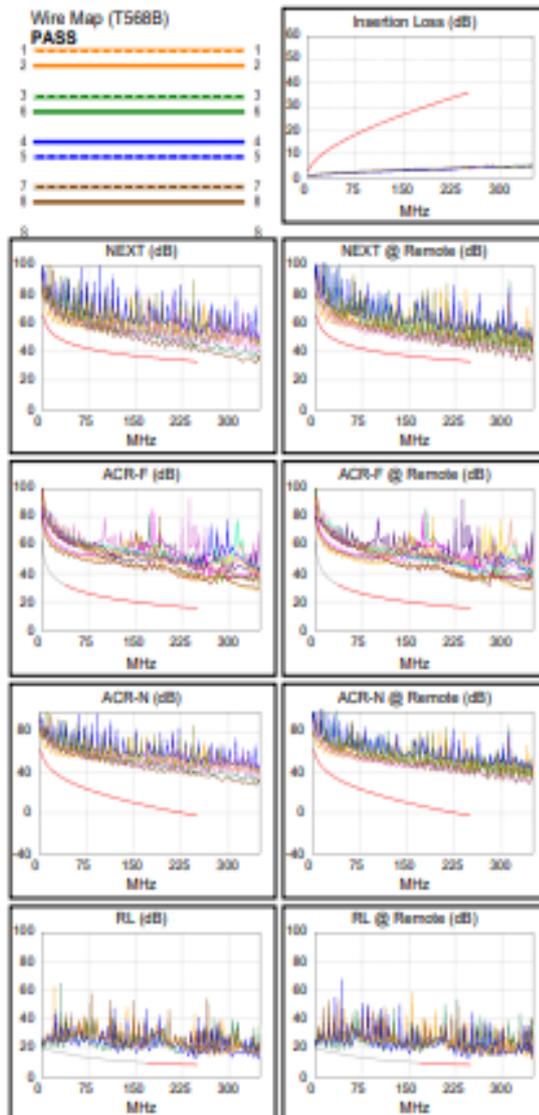
Cable ID: RACK-D10

Test Limit: TIA Cat 6 Channel
Limits Version: V7.2
Date / Time: 01/04/2023 07:23:13 AM
Operator: JOAN MOLINA
Headroom 7.3 dB (NEXT 3,6-4,5)
Cable Type: Cat 6 U/UTP
NVP: 69.0%

Main: Versiv
S/N: 2888222
Software Version: V6.2 Build 1
Adapter: DSX-5000 (DSX-CHA004)
S/N: 4160273

Test Summary: PASS
Remote: Versiv
S/N: 2955355
Software Version: V6.2 Build 1
Adapter: DSX-5000R (DSX-CHA004)
S/N: 4160517

Length (m), Limit 100.0	[Pair 4,5]	11.8
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 1,2]	60
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 1,2]	3
Resistance (ohms)	[Pair 3,6]	9.37
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 3,6]	31.5
Frequency (MHz)	[Pair 3,6]	250.0
Limit (dB)	[Pair 3,6]	35.9



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	3,6-4,5	3,6-4,5	3,6-4,5	3,6-4,5
NEXT (dB)	7.3	8.3	7.3	8.3
Freq. (MHz)	240.0	240.0	240.0	240.0
Limit (dB)	33.4	33.4	33.4	33.4
Worst Pair	4,5	4,5	4,5	4,5
PS NEXT (dB)	8.4	8.5	8.5	8.5
Freq. (MHz)	237.0	237.0	239.0	237.0
Limit (dB)	30.6	30.6	30.5	30.6
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	1,2-3,6	3,6-1,2	1,2-3,6	3,6-1,2
ACR-F (dB)	18.6	19.1	18.6	19.1
Freq. (MHz)	247.0	247.0	247.0	247.0
Limit (dB)	15.4	15.4	15.4	15.4
Worst Pair	3,6	3,6	3,6	3,6
PS ACR-F (dB)	18.4	17.2	19.6	21.2
Freq. (MHz)	1.0	1.0	247.5	245.0
Limit (dB)	60.3	60.3	12.4	12.5
N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	1,2-3,6	1,2-3,6	3,6-4,5	3,6-4,5
ACR-N (dB)	13.5	13.4	39.7	39.7
Freq. (MHz)	9.5	8.9	250.0	240.0
Limit (dB)	50.8	51.5	-2.8	-1.7
Worst Pair	3,6	3,6	4,5	4,5
PS ACR-N (dB)	15.3	14.7	40.4	40.3
Freq. (MHz)	8.6	3.0	247.0	247.5
Limit (dB)	49.2	58.5	-5.4	-5.5
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	4,5	4,5	4,5	4,5
RL (dB)	4.6	4.3	4.6	4.3
Freq. (MHz)	246.5	246.5	246.5	246.5
Limit (dB)	8.1	8.1	8.1	8.1

Compliant Network Standards:
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4
 1000BASE-T 2.5GBASE-T 5GBASE-T
 ATM-25 ATM-51 ATM-155
 100VG-AnyLan TR-4 TR-15 Active
 TR-15 Passive



Cable ID: RACK-D11

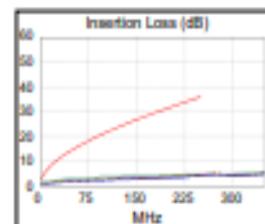
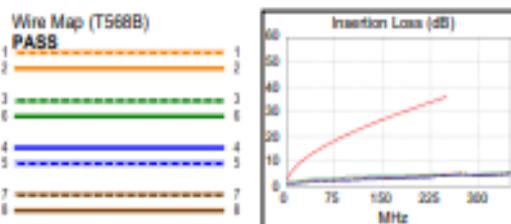
Test Limit: TIA Cat 6 Channel
Limits Version: V7.2
Date / Time: 01/04/2023 07:24:59 AM
Operator: JOAN MOLINA
Headroom 1.9 dB (NEXT 3,6-7,8)
Cable Type: Cat 6 U/UTP
NVP: 69.0%

Main: Versiv
S/N: 2888222
Software Version: V6.2 Build 1
Adapter: DSX-5000 (DSX-CHA004)
S/N: 4160273

Test Summary: PASS

Remote: Versiv
S/N: 2955355
Software Version: V6.2 Build 1
Adapter: DSX-5000R (DSX-CHA004)
S/N: 4160517

Length (m), Limit 100.0	[Pair 3,6]	11.8
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 1,2]	60
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 1,2]	3
Resistance (ohms)	[Pair 7,8]	7.59
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 3,6]	31.0
Frequency (MHz)	[Pair 3,6]	250.0
Limit (dB)	[Pair 3,6]	35.9



Worst Case Margin Worst Case Value

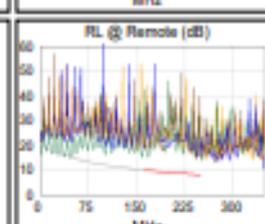
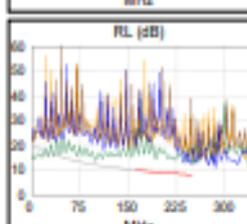
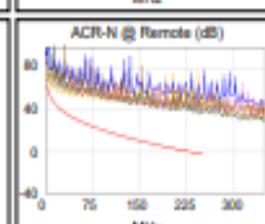
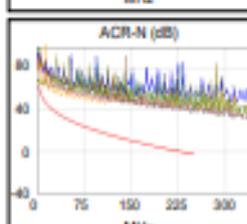
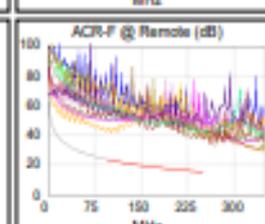
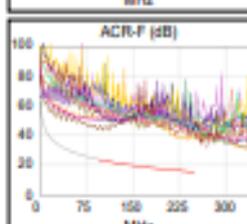
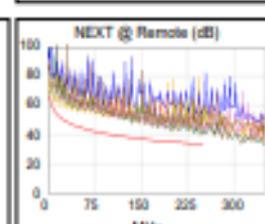
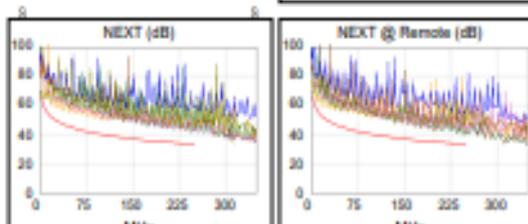
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	3,6-7,8	3,6-7,8	1,2-4,5	1,2-4,5
NEXT (dB)	1.9	3.0	7.6	6.4
Freq. (MHz)	1.0	2.1	246.0	246.0
Limit (dB)	65.0	65.0	33.2	33.2
Worst Pair	3,6	3,6	4,5	4,5
PS NEXT (dB)	4.7	4.8	8.4	7.7
Freq. (MHz)	1.0	3.3	247.5	248.5
Limit (dB)	62.0	62.0	30.2	30.2

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	7,8-3,6	3,6-7,8	1,2-3,6	3,6-1,2
ACR-F (dB)	2.2	2.9	20.7	21.6
Freq. (MHz)	1.0	1.0	248.0	248.0
Limit (dB)	63.3	63.3	15.4	15.4
Worst Pair	3,6	7,8	3,6	1,2
PS ACR-F (dB)	5.2	5.9	22.4	23.6
Freq. (MHz)	1.0	1.0	248.5	248.0
Limit (dB)	60.3	60.3	12.4	12.4

N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	3,6-7,8	3,6-7,8	1,2-4,5	1,2-4,5
ACR-N (dB)	4.5	5.5	39.1	37.9
Freq. (MHz)	1.0	2.1	246.0	246.0
Limit (dB)	62.0	62.0	-2.4	-2.4
Worst Pair	3,6	3,6	4,5	4,5
PS ACR-N (dB)	6.6	6.7	39.9	39.2
Freq. (MHz)	1.0	2.1	247.5	247.5
Limit (dB)	59.0	59.0	-5.5	-5.5

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	3,6	3,6	4,5	7,8
RL (dB)	1.8	4.4	4.1	6.6
Freq. (MHz)	98.8	101.5	246.5	244.0
Limit (dB)	12.1	11.9	8.1	8.1

Compliant Network Standards:
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4
 1000BASE-T 2.5GBASE-T 5GBASE-T
 ATM-25 ATM-51 ATM-155
 100VG-AryLan TR-4 TR-15 Active
 TR-15 Passive





Cable ID: RACK-D12

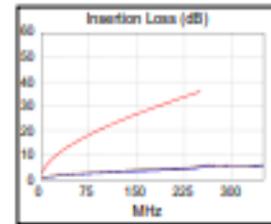
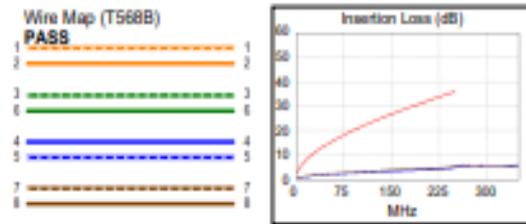
Test Limit: TIA Cat 6 Channel
Limits Version: V7.2
Date / Time: 01/04/2023 07:27:05 AM
Operator: JOAN MOLINA
Headroom 7.8 dB (NEXT 3,6-7,8)
Cable Type: Cat 6 U/UTP
NVP: 69.0%

Main: Versiv
S/N: 2888222
Software Version: V6.2 Build 1
Adapter: DSX-5000 (DSX-CHA004)
S/N: 4160273

Test Summary: PASS

Remote: Versiv
S/N: 2955355
Software Version: V6.2 Build 1
Adapter: DSX-5000R (DSX-CHA004)
S/N: 4160517

Length (m), Limit 100.0	[Pair 4,5]	14.3
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 1,2]	73
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 1,2]	4
Resistance (ohms)	[Pair 7,8]	7.66
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 7,8]	30.4
Frequency (MHz)	[Pair 7,8]	249.0
Limit (dB)	[Pair 7,8]	35.9



Worst Case Margin Worst Case Value

	MAIN	SR	MAIN	SR
PASS				
Worst Pair	3,6-7,8	3,6-7,8	3,6-7,8	1,2-3,6
NEXT (dB)	7.8	8.2	8.8	8.4
Freq. (MHz)	155.5	156.0	245.0	241.5
Limit (dB)	36.7	36.6	33.3	33.4
Worst Pair	7,8	1,2	7,8	1,2
PS NEXT (dB)	9.6	9.1	10.4	9.2
Freq. (MHz)	155.5	243.0	237.0	250.0
Limit (dB)	33.8	30.4	30.6	30.2

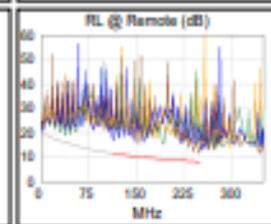
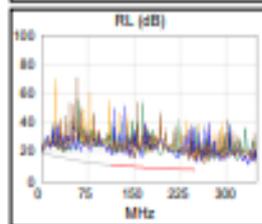
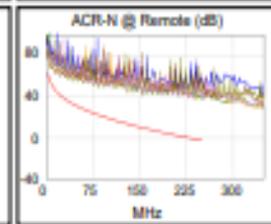
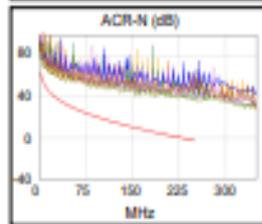
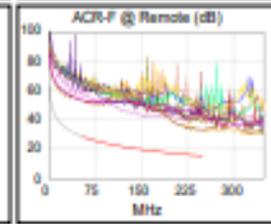
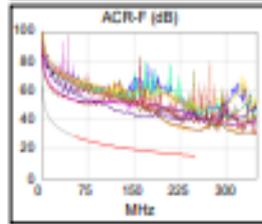
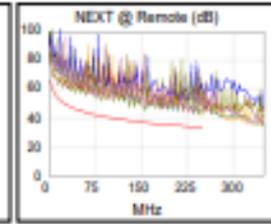
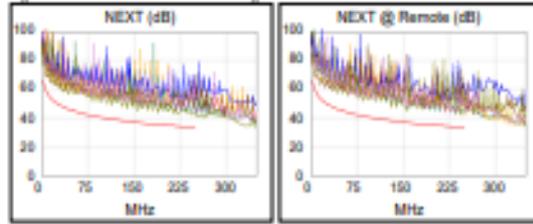
	MAIN	SR	MAIN	SR
PASS				
Worst Pair	1,2-3,6	3,6-1,2	1,2-3,6	1,2-3,6
ACR-F (dB)	17.1	17.1	17.5	17.4
Freq. (MHz)	231.5	231.5	249.5	250.0
Limit (dB)	16.0	16.0	15.3	15.3
Worst Pair	3,6	1,2	3,6	3,6
PS ACR-F (dB)	18.2	19.7	18.2	19.8
Freq. (MHz)	230.0	231.5	230.0	250.0
Limit (dB)	13.0	13.0	13.0	12.3

	MAIN	SR	MAIN	SR
N/A				
Worst Pair	3,6-4,5	3,6-4,5	3,6-7,8	1,2-3,6
ACR-N (dB)	14.9	13.9	39.6	38.8
Freq. (MHz)	7.8	7.4	245.0	241.5
Limit (dB)	52.8	53.3	-2.3	-1.8
Worst Pair	3,6	3,6	3,6	1,2
PS ACR-N (dB)	15.2	14.2	41.9	40.6
Freq. (MHz)	7.8	7.0	248.5	250.0
Limit (dB)	50.3	51.3	-5.6	-5.8

	MAIN	SR	MAIN	SR
PASS				
Worst Pair	7,8	7,8	7,8	7,8
RL (dB)	6.0	3.6	6.1	3.6
Freq. (MHz)	152.0	248.0	247.5	248.0
Limit (dB)	10.2	8.1	8.1	8.1

Compliant Network Standards:

10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-T4
1000BASE-T	2.5GBASE-T	5GBASE-T
ATM-25	ATM-51	ATM-155
100VG-AnyLan	TR-4	TR-15 Active
TR-15 Passive		



LinkWare™ PC Version 11.2

Project: UNIDAD EDUCATIVA TRA...
Site: Not Set
Floor: Not Set
Rack: Not Set
8 puntos de red.fw

Building: Not Set
Room: Not Set
Patch: Not Set





Cable ID: RACK-D13

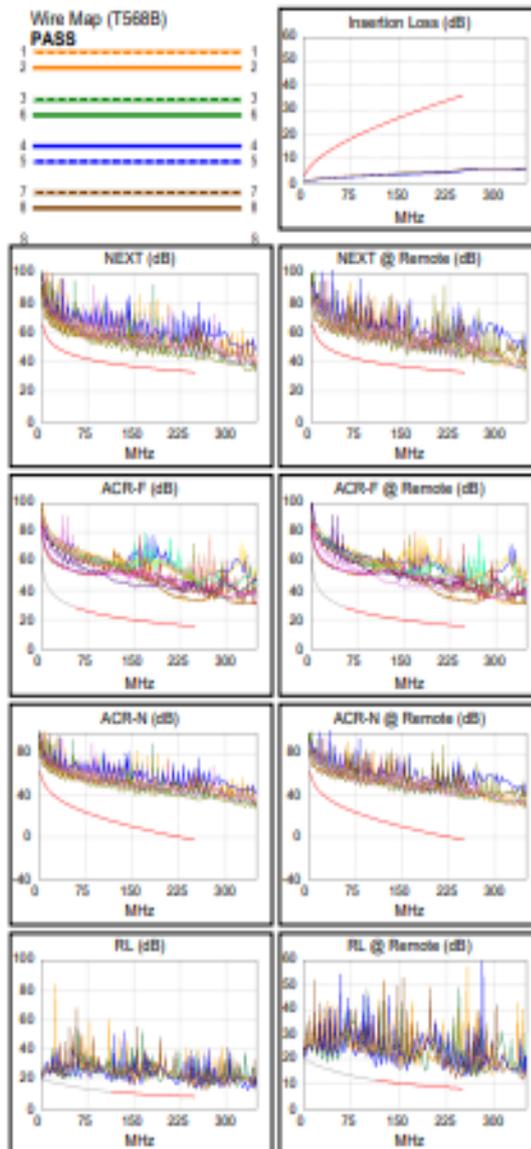
Test Limit: TIA Cat 6 Channel
Limits Version: V7.2
Date / Time: 01/04/2023 07:27:27 AM
Operator: JOAN MOLINA
Headroom 7.8 dB (NEXT 3,6-7,8)
Cable Type: Cat 6 UUTP
NVP: 69.0%

Main: Versiv
S/N: 2888222
Software Version: V6.2 Build 1
Adapter: DSX-5000 (DSX-CHA004)
S/N: 4160273

Test Summary: PASS

Remote: Versiv
S/N: 2955355
Software Version: V6.2 Build 1
Adapter: DSX-5000R (DSX-CHA004)
S/N: 4160517

Length (m), Limit 100.0	[Pair 4,5]	14.3
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 1,2]	73
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 1,2]	4
Resistance (ohms)	[Pair 7,8]	7.70
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 7,8]	30.4
Frequency (MHz)	[Pair 7,8]	249.0
Limit (dB)	[Pair 7,8]	35.9



Worst Case Margin Worst Case Value

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	3,6-7,8	3,6-7,8	3,6-7,8	1,2-3,6
NEXT (dB)	7.8	8.3	8.9	8.4
Freq. (MHz)	155.5	156.0	245.0	241.5
Limit (dB)	36.7	36.6	33.3	33.4
Worst Pair	7,8	1,2	7,8	1,2
PS NEXT (dB)	9.6	9.1	10.5	9.1
Freq. (MHz)	155.5	250.0	237.0	250.0
Limit (dB)	33.8	30.2	30.6	30.2

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	1,2-3,6	3,6-1,2	1,2-3,6	1,2-3,6
ACR-F (dB)	17.1	17.1	17.6	17.4
Freq. (MHz)	231.5	231.5	250.0	250.0
Limit (dB)	16.0	16.0	15.3	15.3
Worst Pair	3,6	1,2	3,6	3,6
PS ACR-F (dB)	18.2	19.7	18.2	19.8
Freq. (MHz)	230.0	231.5	230.0	250.0
Limit (dB)	13.0	13.0	13.0	12.3

N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	3,6-4,5	3,6-4,5	3,6-7,8	1,2-3,6
ACR-N (dB)	14.8	13.8	39.7	38.8
Freq. (MHz)	7.8	6.8	245.0	241.5
Limit (dB)	52.8	54.2	-2.3	-1.8
Worst Pair	3,6	3,6	3,6	1,2
PS ACR-N (dB)	15.2	14.2	42.0	40.5
Freq. (MHz)	7.8	7.0	249.0	250.0
Limit (dB)	50.3	51.3	-5.7	-5.8

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	7,8	7,8	7,8	7,8
RL (dB)	6.0	3.6	6.2	3.6
Freq. (MHz)	151.5	248.0	248.0	248.0
Limit (dB)	10.2	8.1	8.1	8.1

Compliant Network Standards:
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4
 1000BASE-T 2.5GBASE-T 5GBASE-T
 ATM-25 ATM-51 ATM-155
 100VG-AnyLan TR-4 TR-15 Active
 TR-15 Passive



Cable ID: RACK-D14

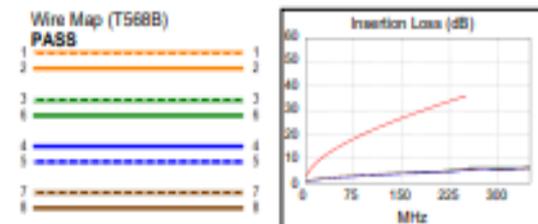
Test Limit: TIA Cat 6 Channel
Limits Version: V7.2
Date / Time: 01/04/2023 07:28:04 AM
Operator: JOAN MOLINA
Headroom 7.7 dB (NEXT 1,2-3,6)
Cable Type: Cat 6 U/UTP
NVP: 69.0%

Main: Versiv
S/N: 2888222
Software Version: V6.2 Build 1
Adapter: DSX-5000 (DSX-CHA004)
S/N: 4160273

Test Summary: PASS

Remote: Versiv
S/N: 2955355
Software Version: V6.2 Build 1
Adapter: DSX-5000R (DSX-CHA004)
S/N: 4160517

Length (m), Limit 100.0	[Pair 4,5]	15.5
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 1,2]	79
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 1,2]	4
Resistance (ohms)	[Pair 3,6]	8.43
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 7,8]	30.1
Frequency (MHz)	[Pair 7,8]	248.0
Limit (dB)	[Pair 7,8]	35.8



Worst Case Margin Worst Case Value

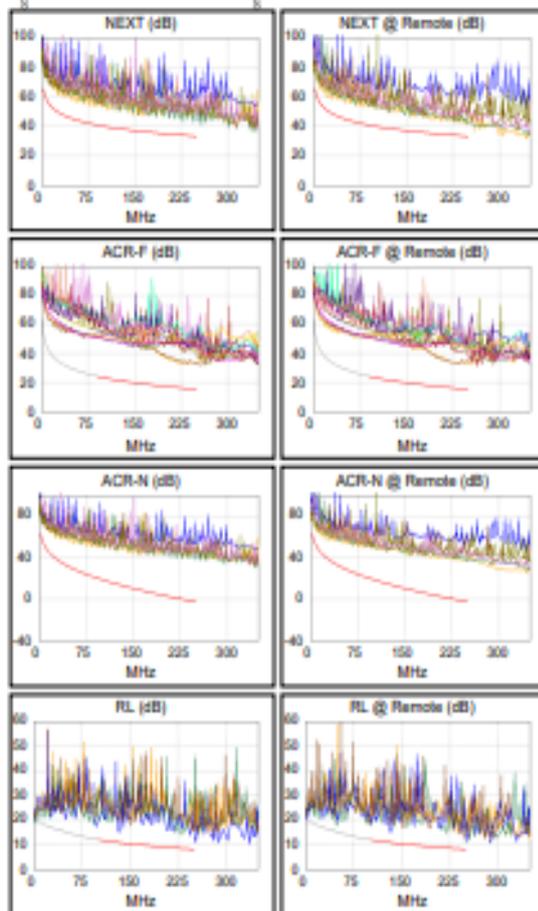
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	1,2-3,6	1,2-3,6	1,2-3,6	1,2-3,6
PS NEXT (dB)	10.2	7.7	10.5	7.7
Freq. (MHz)	228.5	248.5	250.0	248.5
Limit (dB)	33.8	33.2	33.1	33.2
Worst Pair	1,2	1,2	4,5	1,2
PS NEXT (dB)	11.1	8.6	11.3	8.6
Freq. (MHz)	228.5	249.0	250.0	249.0
Limit (dB)	30.8	30.2	30.2	30.2

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	1,2-3,6	1,2-3,6	3,6-1,2	1,2-3,6
ACR-F (dB)	16.7	16.9	17.4	17.0
Freq. (MHz)	229.0	248.5	249.5	249.0
Limit (dB)	16.1	15.4	15.3	15.3
Worst Pair	3,6	3,6	3,6	3,6
PS ACR-F (dB)	17.3	18.0	18.9	18.9
Freq. (MHz)	1.0	1.0	229.5	249.5
Limit (dB)	60.3	60.3	13.0	12.3

N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	3,6-7,8	1,2-3,6	1,2-4,5	1,2-3,6
ACR-N (dB)	15.3	13.0	41.3	38.2
Freq. (MHz)	4.8	2.9	250.0	248.5
Limit (dB)	57.5	61.6	-2.8	-2.7
Worst Pair	3,6	3,6	4,5	1,2
PS ACR-N (dB)	15.5	13.6	42.2	39.5
Freq. (MHz)	5.6	2.9	250.0	249.5
Limit (dB)	53.4	58.6	-5.8	-5.7

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	4,5	4,5	4,5	7,8
RL (dB)	4.2	4.1	5.4	4.4
Freq. (MHz)	132.5	132.5	244.5	246.5
Limit (dB)	10.8	10.8	8.1	8.1

Compliant Network Standards:
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4
 1000BASE-T 2.5GBASE-T 5GBASE-T
 ATM-25 ATM-51 ATM-155
 100VG-AnyLan TR-4 TR-15 Active
 TR-15 Passive





Cable ID: RACK-D15

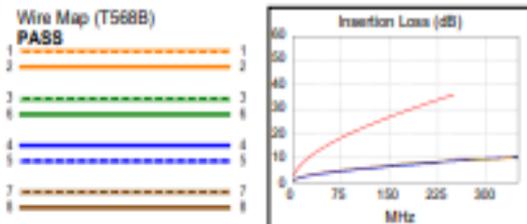
Test Limit: TIA Cat 6 Channel
Limits Version: V7.2
Date / Time: 01/04/2023 07:29:08 AM
Operator: JOAN MOLINA
Headroom 7.3 dB (NEXT 1,2-3,6)
Cable Type: Cat 6 U/UTP
NVP: 69.0%

Main: Versiv
S/N: 2888222
Software Version: V6.2 Build 1
Adapter: DSX-5000 (DSX-CHA004)
S/N: 4160273

Test Summary: PASS

Remote: Versiv
S/N: 2955355
Software Version: V6.2 Build 1
Adapter: DSX-5000R (DSX-CHA004)
S/N: 4160517

Length (m), Limit 100.0	[Pair 4,5]	27.3
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 1,2]	140
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 1,2]	8
Resistance (ohms)	[Pair 7,8]	11.75
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 7,8]	26.7
Frequency (MHz)	[Pair 7,8]	249.5
Limit (dB)	[Pair 7,8]	35.9



Worst Case Margin Worst Case Value

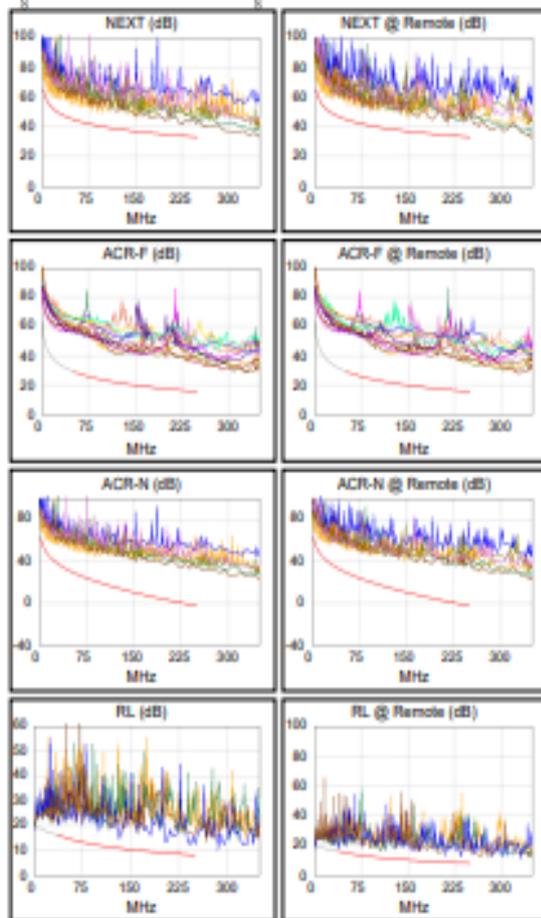
	MAIN	SR	MAIN	SR
PASS				
Worst Pair	1,2-3,6	1,2-3,6	3,6-4,5	3,6-4,5
NEXT (dB)	7.4	7.3	7.8	8.7
Freq. (MHz)	11.5	3.9	238.5	247.0
Limit (dB)	55.6	63.3	33.5	33.2
Worst Pair	3,6	3,6	4,5	4,5
PS NEXT (dB)	9.5	9.3	9.8	10.2
Freq. (MHz)	226.5	3.9	246.5	246.0
Limit (dB)	30.9	60.8	30.3	30.3

	MAIN	SR	MAIN	SR
PASS				
Worst Pair	3,6-1,2	1,2-3,6	4,5-3,6	3,6-4,5
ACR-F (dB)	19.5	19.5	19.8	19.8
Freq. (MHz)	123.0	123.0	248.5	248.5
Limit (dB)	21.5	21.5	15.4	15.4
Worst Pair	3,6	3,6	3,6	4,5
PS ACR-F (dB)	20.3	21.5	20.3	22.3
Freq. (MHz)	248.5	123.0	248.5	248.5
Limit (dB)	12.4	18.5	12.4	12.4

	MAIN	SR	MAIN	SR
N/A				
Worst Pair	1,2-3,6	1,2-3,6	3,6-4,5	3,6-4,5
ACR-N (dB)	10.3	10.2	34.4	36.0
Freq. (MHz)	3.8	3.8	238.5	247.0
Limit (dB)	59.6	59.6	-1.5	-2.5
Worst Pair	3,6	3,6	4,5	4,5
PS ACR-N (dB)	12.4	12.3	37.1	37.4
Freq. (MHz)	3.6	3.9	246.5	246.0
Limit (dB)	57.4	56.8	-5.4	-5.3

	MAIN	SR	MAIN	SR
PASS				
Worst Pair	4,5	3,6	4,5	4,5
RL (dB)	3.2	1.9	3.2	4.5
Freq. (MHz)	242.0	38.5	242.0	235.0
Limit (dB)	8.2	16.1	8.2	8.3

Compliant Network Standards:
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4
 100BASE-T 2.5GBASE-T SGBASE-T
 ATM-25 ATM-S1 ATM-155
 100VG-AryLan TR-4 TR-15 Active
 TR-15 Passive



LinkWare™ PC Version 11.2

Project: UNIDAD EDUCATIVA TRA...
 Site: Not Set
 Floor: Not Set
 Rack: Not Set
 8 puntos de red.fw

Building: Not Set
 Room: Not Set
 Patch: Not Set





Cable ID: RACK-D16

Test Limit: TIA Cat 6 Channel

Limits Version: V7.2

Date / Time: 01/04/2023 07:20:54 AM

Operator: JOAN MOLINA

Headroom 8.6 dB (NEXT 4,5-7,8)

Cable Type: Cat 6 U/UTP

NVP: 69.0%

Main: Versiv

S/N: 2888222

Software Version: V6.2 Build 1

Adapter: DSX-5000 (DSX-CHA004)

S/N: 4160273

Remote: Versiv

S/N: 2955355

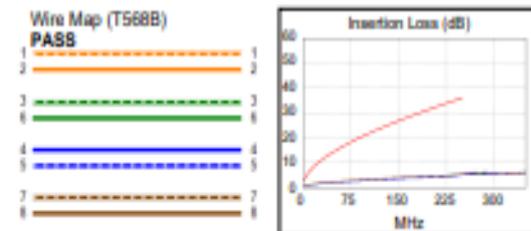
Software Version: V6.2 Build 1

Adapter: DSX-5000R (DSX-CHA004)

S/N: 4160517

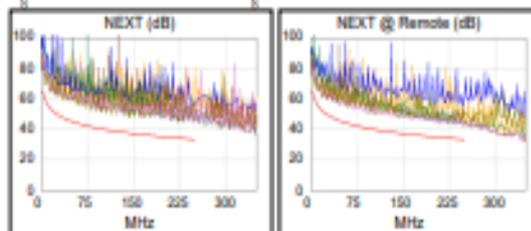
Test Summary: PASS

Length (m), Limit 100.0	(Pair 4,5)	14.9
Prop. Delay (ns), Limit 555	(Pair 1,2)	76
Delay Skew (ns), Limit 50	(Pair 1,2)	4
Resistance (ohms)	(Pair 7,8)	6.11
Insertion Loss Margin (dB)	(Pair 4,5)	30.6
Frequency (MHz)	(Pair 4,5)	250.0
Limit (dB)	(Pair 4,5)	35.9

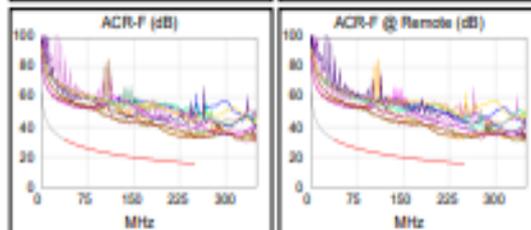


Worst Case Margin Worst Case Value

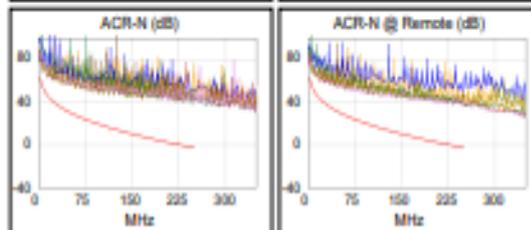
	MAIN	SR	MAIN	SR
PASS				
Worst Pair	3,6-7,8	4,5-7,8	4,5-7,8	4,5-7,8
NEXT (dB)	10.3	8.6	11.2	8.6
Freq. (MHz)	7.3	248.0	248.0	248.0
Limit (dB)	58.9	33.2	33.2	33.2
Worst Pair	3,6	4,5	4,5	4,5
PS NEXT (dB)	9.5	8.3	10.5	8.3
Freq. (MHz)	6.9	246.5	247.0	246.5
Limit (dB)	56.7	30.3	30.2	30.3



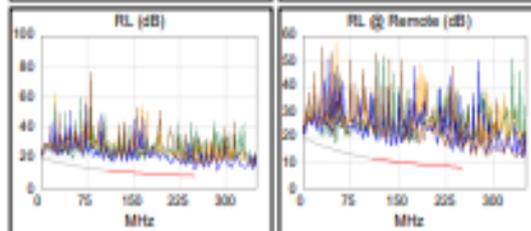
	MAIN	SR	MAIN	SR
PASS				
Worst Pair	3,6-1,2	1,2-3,6	3,6-1,2	1,2-3,6
ACR-F (dB)	16.6	16.2	16.6	16.2
Freq. (MHz)	238.5	239.5	238.5	239.5
Limit (dB)	15.7	15.7	15.7	15.7
Worst Pair	3,6	3,6	3,6	3,6
PS ACR-F (dB)	17.7	17.1	17.7	17.2
Freq. (MHz)	247.5	240.0	247.5	247.5
Limit (dB)	12.4	12.7	12.4	12.4



	MAIN	SR	MAIN	SR
N/A				
Worst Pair	3,6-7,8	3,6-4,5	4,5-7,8	4,5-7,8
ACR-N (dB)	14.6	13.8	42.1	39.5
Freq. (MHz)	6.8	3.0	248.0	248.0
Limit (dB)	54.2	61.5	-2.6	-2.6
Worst Pair	3,6	3,6	4,5	4,5
PS ACR-N (dB)	13.9	13.0	41.3	39.4
Freq. (MHz)	6.8	6.8	247.0	249.5
Limit (dB)	51.6	51.6	-5.4	-5.7



	MAIN	SR	MAIN	SR
PASS				
Worst Pair	4,5	4,5	4,5	4,5
RL (dB)	4.3	6.1	4.3	6.2
Freq. (MHz)	249.5	139.5	249.5	249.5
Limit (dB)	8.0	10.6	8.0	8.0



Compliant Network Standards:
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4
 1000BASE-T 2.5GBASE-T 5GBASE-T
 ATM-25 ATM-51 ATM-155
 100VG-AnyLan TR-4 TR-16 Active
 TR-16 Passive

ANEXO IV: Datasheet de los materiales del SCE

NetKey® Category 6 U/UTP Copper Cable



specifications

Category 6 U/UTP copper cable meets ANSI/TIA-568.2-D Category 6 and ISO 11801 Class E channel standards. The conductors are 24 AWG copper insulated with HDPE polymer. The copper conductors are twisted in pairs, separated by a cross divider, and all four pairs are covered by a LSFRZH jacket.



technical information

Electrical performance:	Certified channel performance in a 4-connector configuration up to 100 meters and meets the requirements of ANSI/TIA-568.2-D Category 6 and ISO 11801 Class E channel standards at swept frequencies up to 250 MHz
Conductor/insulator:	24 AWG solid copper insulated with HDPE polymer
Insulation diameter:	0.85-1.22mm (0.034-0.048 in.)
Flame rating:	IEC 60332-1, IEC 60332-3-22, IEC 60754, IEC 61034, EN 50575: Dca-s2,d2,a1
Certification:	ANATEL 2486-09-6246
PoE compliance:	Meets IEEE 802.3af, IEEE 802.3at and IEEE 802.3bt for PoE applications
Installation tension:	110 N (25 lbf) maximum
Temperature rating:	0°C to 50°C (32°F to 122°F) during installation -20°C to 75°C (14°F to 167°F) during operation
Cable jacket:	LSFRZH
Cable diameter:	5.7mm (0.224 in.) nominal
Cable weight:	12 kg/305m (26 lbs./1000 ft.)
Packaging:	305m (1000 ft.) easy-pay-out box Packaged tested to ISTA procedure 1A

key features and benefits

Third party tested	Cable has been tested as part of the NetKey® Category 6 UTP Copper Cabling System by an independent laboratory and complies with the electrical channel requirements of the following standard: ANSI/TIA-568.2-D Category 6 standard
Descending length cable markings	Easy identification of remaining cable reduces installation time and cable scrap
Cross-divider	Separates twisted pairs for robust cable performance
Easy-pay-out box	Ensures proper performance and provides quick installation

applications

- Applications include:
- Ethernet 10BASE-T, 100BASE-T (Fast Ethernet), and 1000BASE-T (Gigabit Ethernet)
 - 155 Mb/s ATM, 622 Mb/s ATM, 1.2 Gb/s ATM
 - Token ring 4/16

www.panduit.com

NetKey® Copper Cabling System

NetKey® U/UTP Copper Cable

LSFRZH: NUL6C04**FE

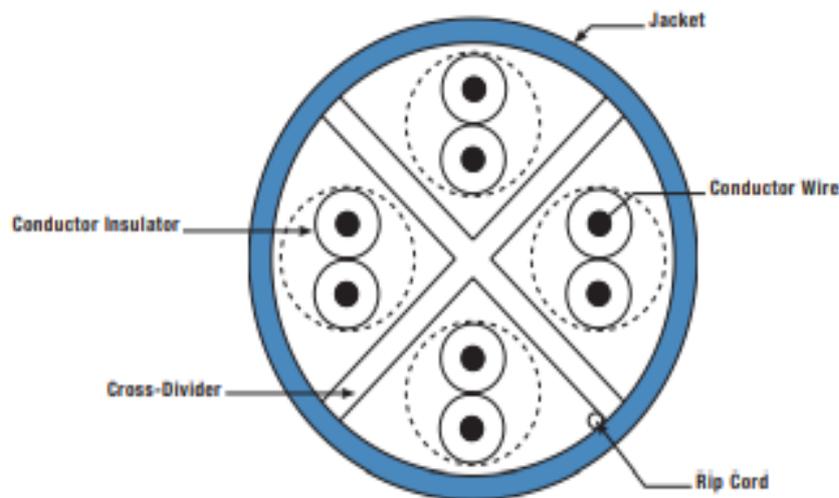
**To designate a color, add suffix BU (Blue), WH (White), YL (Yellow), IG (International Gray), BL (Black), RD (Red), GR (Green), OR (Orange), or VL (Violet).

NetKey® Category 6 U/UTP Copper Cable

additional specifications

Mechanical Test	
Ultimate Breaking Strength	>400 N (90 lbf)
Minimum Bend Radius	4 x cable diameter
Electrical Test	
Nominal Velocity of Propagation (NVP)	65%
Operating Voltage, Maximum	80 V

cable construction



WORLDWIDE SUBSIDIARIES AND SALES OFFICES

PANDUIT US/CANADA
Phone: 800.777.3300

PANDUIT EUROPE LTD.
London, UK
Phone: 44.20.8601.7200

PANDUIT SINGAPORE PTE. LTD.
Republic of Singapore
Phone: 65.6305.7575

PANDUIT JAPAN
Tokyo, Japan
Phone: 01.3.6883.8000

PANDUIT LATIN AMERICA
Guadalajara, Mexico
Phone: 52.33.3777.8000

PANDUIT AUSTRALIA PTY. LTD.
Victoria, Australia
Phone: 61.3.9794.9020

For a copy of Panduit product warranties, log on to www.panduit.com/warranty

PANDUIT®

For more information
Visit us at www.panduit.com
Contact Customer Service by email: cs@panduit.com
or by phone: 800.777.3300

© 2021 Panduit Corp.
ALL RIGHTS RESERVED.
NK0529-WW-ENG
Replaces WW-NK0513-ENG
5/2021

NetKey® Category 6 Punchdown Jack Modules

PANDUIT®
DATA SHEET

specifications

Category 6/Class E, 8-position keystone jack module terminates unshielded twisted 4-pair, 22 – 26 AWG, 100 ohm cable. Punchdown tool properly terminates each conductor for optimum performance. Universal label is color-coded T568A and T568B wiring schemes.



technical information

Category 6/Class E channel and component performance:	Exceeds ANSI/TIA-568-C.2 Category 6 and ISO 11801 Class E channel requirements at swept frequencies up to 250 MHz
FCC and ANSI compliance:	Exceeds ANSI/TIA-568-C.2 and ISO 11801 Category 6 component requirements at swept frequencies up to 250 MHz
IEC compliance:	Meets with ANSI/TIA-1096-A; contacts plated with 50 microinches of gold for superior performance
IEC compliance:	Meets IEC 60603-7 and IEC 60512-99-001
PoE compliance:	Rated for 2500 cycles with IEEE 802.3af/802.3at and proposed 802.3bt type 3 and type 4
Safety compliance:	cULus Listed; UL 1863 and CAN/CSA-C22.2 (UL File E129886)
Operating temperature:	-10°C to 65°C (14°F to 149°F)
RoHS compliance:	Compliant

key features and benefits

100% performance tested	Confidence that each jack module delivers the specified performance
110 style punchdown termination	Utilizes industry standard termination style and includes a wire retention cap
Modular	Universal keystone jack modules snap in and out of all NetKey® Faceplates, Modular Patch Panels, and Surface Mount Boxes for fast moves, adds, and changes
Individually serialized	Marked with quality control number for traceability
Convenience packaging (optional)	25 jacks packaged in one easy to open container, eliminating the time to open each individual package and reducing on-site waste; ideal for high volume installations

applications

- Applications include:
- Ethernet 10BASE-T, 100BASE-T (Fast Ethernet), and 1000BASE-T (Gigabit Ethernet)
 - 155 Mb/s ATM, 622 Mb/s ATM, 1.2 Gb/s ATM
 - Token Ring 4/16
 - Voice over Internet protocol (VoIP)

www.panduit.com

NetKey® Network Components

NetKey® Category 6 Jack Modules

Module:	NK688M*
Convenience pack of 25 modules:	NK688M*-Q

NetKey® Category 6 Patch Cards

Foot lengths:	NK6PC3**Y
Meter lengths:	NK6PC1M**Y

NetKey® Modular Patch Panels

24-port, 1 RU:	NKPP24P
48-port, 2 RU:	NKPP48P

Termination and Cable Prep Tools

Punchdown tool:	PDT110‡
Punchdown base:	NKSPB
JackRapid® Termination Tool:	JR-PAN-2‡‡
Cable snipping tool:	CWST
Cable stripping tool:	CJAST

*To designate a color, add suffix IW (Off White), EI (Electric Ivory), IG (Infr Gray), WH (White), BL (Black), OR (Orange), RD (Red), BU (Blue), GR (Green) or YL (Yellow).

**For standard lengths other than 3 feet (5, 7, 10, 14 or 20) change the length designation in part number to the desired length. For standard cable colors other than Off White, add suffix BU (Blue), GR (Green), RD (Red) or YL (Yellow) before the Y at the end of the part number. For example, the part number for a blue 5 foot patch cord is NK6PC5BUY.

†For standard lengths other than 1 meter (2, 3, 4 or 5) change the length designation in part number to the desired length. For standard cable colors other than Off White, add suffix BU (Blue), GR (Green), RD (Red) or YL (Yellow) before the Y at the end of the part number. For example, the part number for a blue 5 meter patch cord is NK6PC5BUY.

‡Terminates the NetKey® Keystone Punchdown Jack Module and NetKey® Patch Panel.

‡‡Terminates the NetKey® Keystone Punchdown Jack Module. Fluke JackRapid Termination Tool available through distribution. To locate the local office, visit www.flukenetworks.com/contact. +JackRapid is a trademark of Fluke Networks.

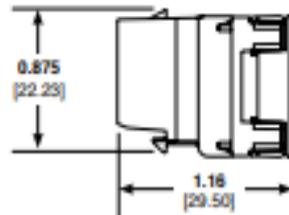
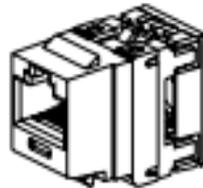
NetKey® Category 6 Punchdown Jack Modules

Test Results

Mechanical Test	Test Method	Measurement	Typical Test Results
Normal	–	Load (grams)	> 100
Vibration	IEC 512-6d	Circuit Resistance (mOhms)	< 40
Shock	IEC 512-6c	Contact Disturbance (microsecond)	< 5
Durability	IEC 512-6a	Circuit Resistance (mOhms)	< 20
Mating/Un-mating	IEC 512-6b	Mating Force (N)	< 20
		Un-mating Force (N)	< 20
Termination Cycles	IEC 352	Number of Cycles	> 20
Mating Cycles	IEC 60603-7	Number of Plug Insertions	> 2500

Electrical Test	Test Method	Measurement	Typical Test Results
Low Level Circuit Resistance	IEC 512-2a	Resistance (mOhms)	< 20
Dielectric Withstand Voltage	IEC 512-4a	1000 V, 1 minute	Passed
Insulation Resistance	IEC 512-3a	Resistance (mOhms)	> 500

Mechanical Test	Test Method	Measurement	Typical Test Results
Temperature Life	IEC 512-6b	Circuit Resistance (mOhms)	< 40
Humidity	IEC 512-11c	Circuit Resistance (mOhms)	< 40
Thermal Shock	IEC 512-11d	Circuit Resistance (mOhms)	< 40
Climatic Sequence	IEC 512-11a	Circuit Resistance (mOhms)	< 40
Flowing Mixed Gas Corrosion	IEC 512-11g	Circuit Resistance (mOhms)	< 40



Dimensions are in inches [Dimensions in brackets are metric]

WORLDWIDE SUBSIDIARIES AND SALES OFFICES

PANDUIT CANADA
Markham, Ontario
cs-cdn@panduit.com
Phone: 800.777.3300

PANDUIT EUROPE LTD.
London, UK
cs-emea@panduit.com
Phone: 44.20.8601.7200

PANDUIT SINGAPORE PTE. LTD.
Republic of Singapore
cs-ap@panduit.com
Phone: 65.6395.7575

PANDUIT JAPAN
Tokyo, Japan
cs-japan@panduit.com
Phone: 81.3.6863.8000

PANDUIT LATIN AMERICA
Guadalajara, Mexico
cs-la@panduit.com
Phone: 52.33.3777.6000

PANDUIT AUSTRALIA PTY. LTD.
Victoria, Australia
cs-asa@panduit.com
Phone: 61.3.9794.9000

For a copy of Panduit product warranties, log on to www.panduit.com/warranty

For more information

Visit us at www.panduit.com

Contact Customer Service by email: cs@panduit.com
or by phone: 800.777.3300

PANDUIT®

©2016 Panduit Corp.
ALL RIGHTS RESERVED.
MKDS28-NW-ENG
2016-05-26

RJ45 CAT6 8-WIRE PLUG



DESCRIPTION

Connection offers plugs in standard configurations to terminate modular cord cables for patching or workstation applications. Modular cords can be terminated to the exact length needed for more organized installations. The plugs terminate 24 and 26 AWG.

PAIRS	PIN	COLOR CODE
# 1	5	WHITE/BLUE
	4	BLUE/WHITE
# 2	1	WHITE/ORANGE
	2	ORANGE/WHITE
# 3	3	WHITE/GREEN
	6	GREEN/WHITE
# 4	7	WHITE/BROWN
	8	BROWN/WHITE

Block Housing:	ABS Molding Compound PA-767 94V-O ULE. 46920
Combed Jack Housing:	94V-O Plastic
Contacts:	Phosphor Bronze, 50m inches Gold Over Nickel Plate
Wiring	4 Pairs / 8 Wires AT&T 568B
Categories:	Cat6

SPECIFICATIONS:

Material and Finish:

- Housing: Polycarbonate (PC)
- Contacts: 50um Gold over Nickel Plate (Copper Alloy Selective)

Mechanical:

- Cable-to-Plug: 30lbs min.
- Durability: 750 Cycles Minimum

Electrical:

- Rated Voltage: 30VAC at 1.5 Amps
- Contact Resistance: 10 milliohms maximum
- Dielectric Strength: 1000VAC (RMS)
- Insulation Resistance: 500 Megaohms minimum
- Operating Temperature: -20°C to 80°C

ORDER INFORMATION

Pin	Description
CRJ-3100	RJ45 Cat6 8-Wire Plug / 100 Units

WALL PLATE



DESCRIPTION

Connection faceplates are highly versatile as they accept any Connection modular jack or insert. A wide range of styles is offered to accommodate the many possible voice and data combinations. Connection faceplates are designed to be aesthetically pleasing in current and future workstation environments.

FEATURES

- Material: ABS 94V-0 Rated (acrylonitrile butadiene styrene)
- Color: White
- Material Included: 2 Stainless Steel Screws
- Number of Ports: 1, 2, 3, 4, and 6
- Style: Flat

ORDER INFORMATION

P/N	Description
CFP-6118	Wall Plate 1-port Icon Tabs Keystone White
CFP-6218	Wall Plate 2-port Icon Tabs Keystone White
CFP-6318	Wall Plate 3-port Icon Tabs Keystone White
CFP-6418	Wall Plate 4-port Icon Tabs Keystone White
CFP-6618	Wall Plate 6-port Icon Tabs Keystone White
CFP-7218	Wall Plate 2-port White

ORGANIZERS HORIZONTAL ONE SINGLE BODY 19"



MATERIALS:

Rigid PVC plastic base reinforced with two wide openings in the base of 3.1" (80mm) x 1.6" (40mm) for entering cable. Lid tray type for better handling



- Patent double hinge lid that allows you to enter the cable without removing the cover.

- 0.7" (18mm) wide grooves that help manipulate the cable.



- Large holes in the base which allowing access cable panel connection termination.

- PVC rigid pipe row of high strength.

- For use of Rack and telecommunications cabinets

ORDER INFORMATION

PN	Description	UNIT	Measure	Weight
CMP-6040	Cable Management 19" Horizontal Rack Mount 40x40mm 1RMS PVC	1U	(40x40)mm (1.6x1.6)inch	0.9kg 1.1lb
CMP-6075	Cable Management 19" Horizontal Rack Mount 40x75mm 1UR	1U	(40x75)mm (1.6x3)inch	0.9kg 1.3lb
CMP-6080	Cable Management 19" Horizontal Rack Mount 60x80mm 2RMS PVC	2U	(60x80)mm (2.4x3.1)inch	0.9kg 1.8lb
CMP-6080	Cable Management 19" Horizontal Rack Mount 85x80mm 2RMS PVC	2U	(80x80)mm (3.1x3.1)inch	0.9kg 1.8lb
CMP-0004	Cable Management 19" Vertical 4FT	22U	(80x80)mm (3.1x3.1)inch	0.9kg 1.8lb
CMP-0006	Cable Management 19" Vertical 6FT	37U	(80x80)mm (3.1x3.1)inch	0.9kg 1.8lb
CMP-0007	Cable Management 19" Vertical 7FT	42U	(80x80)mm (3.1x3.1)inch	0.9kg 1.8lb



PANEL DE CONEXIÓN DESCARGADO

SKU: **NBP-2224**

tamaño

24 PUERTOS, 1U



Claro

Iniciar sesión para
precios

Introduzca la cantidad

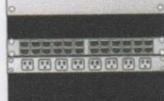
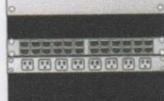
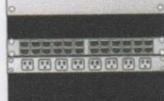
¡Comprobar existencias!

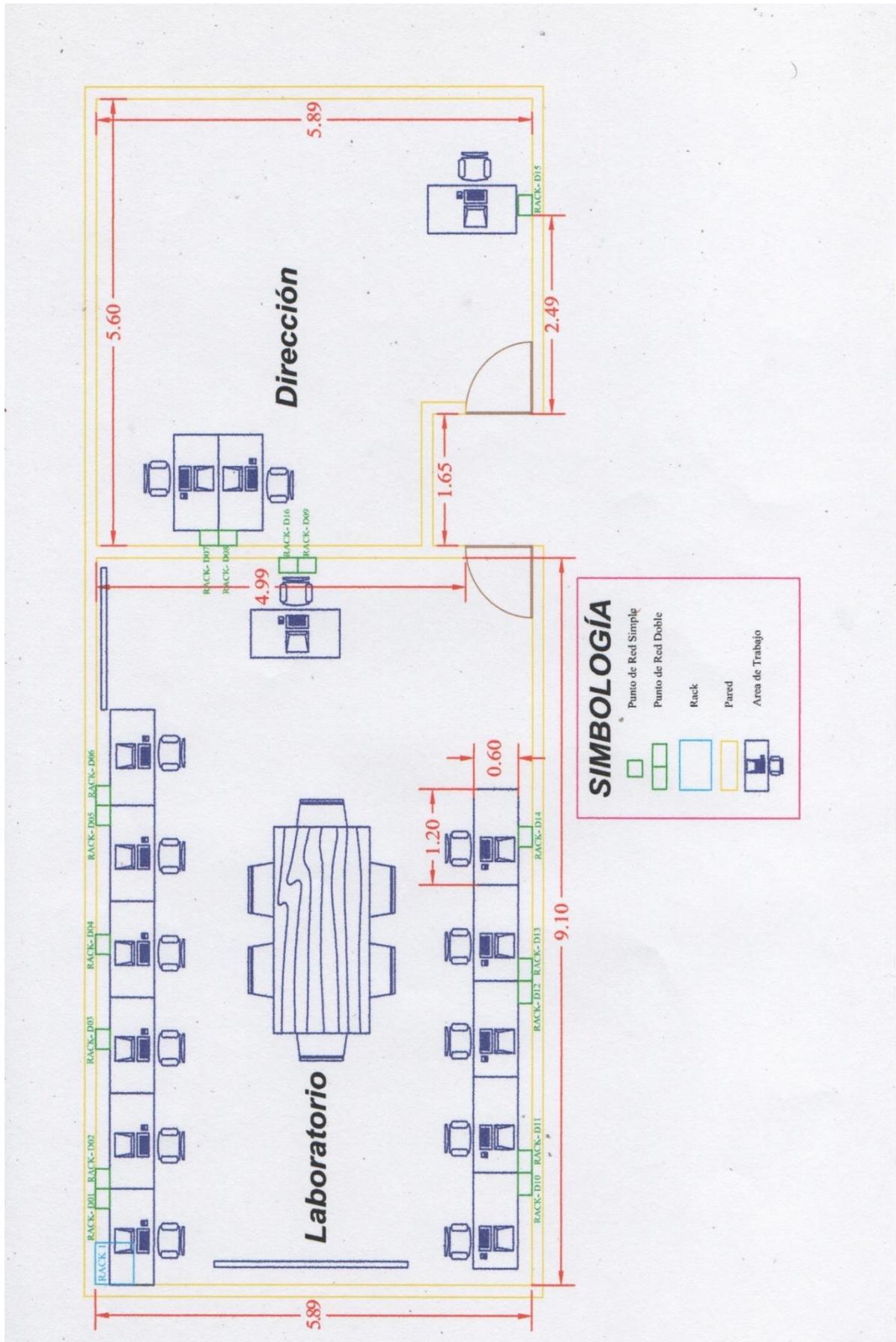
CARACTERÍSTICAS

- Ideal para conectores Keystone de estilo estándar y delgado.
- Alta densidad para 24 jacks keystone por unidad de rack
- No requiere bisel

ANEXO VI: Acta de entrega y recepción del proyecto



MEMORIA TÉCNICA										
1. Entidad Solicitante										
	Escuela Politécnica Nacional									
2. Título del Proyecto										
	Implementación de un sistema de cableado estructurado en la Unidad Educativa Tránsito Amaguaña									
3. Descripción del Proyecto										
	<p>En la Unidad Educativa Tránsito Amaguaña se realizó el diseño e implementación de 16 Puntos de Red, los cuales conlleva en su infraestructura <i>jacks</i>, conectores RJ45 y cable de par trenzado categoría 6 no blindado (UTP), los elementos instalados son marca PANDUIT, la cual es reconocida en los Sistemas de Cableado Estructurado a nivel empresarial como una de las mejores marcas por su alta resistencia y durabilidad. Además, se utilizó cable UTP debido a que es el tipo de cable más utilizado en un SCE en la actualidad, por su alta disponibilidad y bajo costo en el mercado. La categoría 6 posee velocidades de transmisión de hasta 1000 Mbps.</p> <p>En la Figura 1, se muestra la representación gráfica del rack de telecomunicaciones de 7 UR el cual se ha ordenado como se indica en la norma ANSI/TIA. Se estableció el multitoma eléctrico en la parte inferior. Además, se ha incorporado un nuevo <i>patch panel</i> al cual llegan los 16 puntos de red de las computadoras y un organizador de cables el cual permite organizar de forma correcta los 16 <i>patch cords</i> elaborados que conectan el <i>patch panel</i> con el <i>Switch</i>.</p>									
	<table border="0"><tr><td>1UR</td><td></td><td><i>Switch</i></td></tr><tr><td>2UR</td><td></td><td>Organizador de cables</td></tr><tr><td>1UR 1UR</td><td></td><td>Panel de conexión Multitoma eléctrica</td></tr></table>	1UR		<i>Switch</i>	2UR		Organizador de cables	1UR 1UR		Panel de conexión Multitoma eléctrica
1UR		<i>Switch</i>								
2UR		Organizador de cables								
1UR 1UR		Panel de conexión Multitoma eléctrica								
	<p>Figura 1 Diagrama del Rack de Telecomunicaciones</p> <p>Para la ruta del cableado y el etiquetado de cada punto de red simple y doble, se ha diseñado el plano con su respectiva simbología.</p>									



Se instaló canalización marca Dexon en el laboratorio y dirección de la Unidad Educativa, con el propósito de proteger el cableado hacia cada punto de red simple y doble.

En la topología presentada en la Figura 2, se puede observar que la red empieza desde el *router* del proveedor y se conecta con un *patch cord* o cable de red a un *Switch* CISCO de 16 puertos, en donde se utilizaron 15 puertos para distribuir a los 15 puntos de red y el puerto número 16 se encuentra con conexión directa al *router*, considerando que no existe la capacidad en el *Switch* para la conexión del punto de red número 16, se realizó la instalación con conexión directa hacia el puerto de red LAN del *router*.

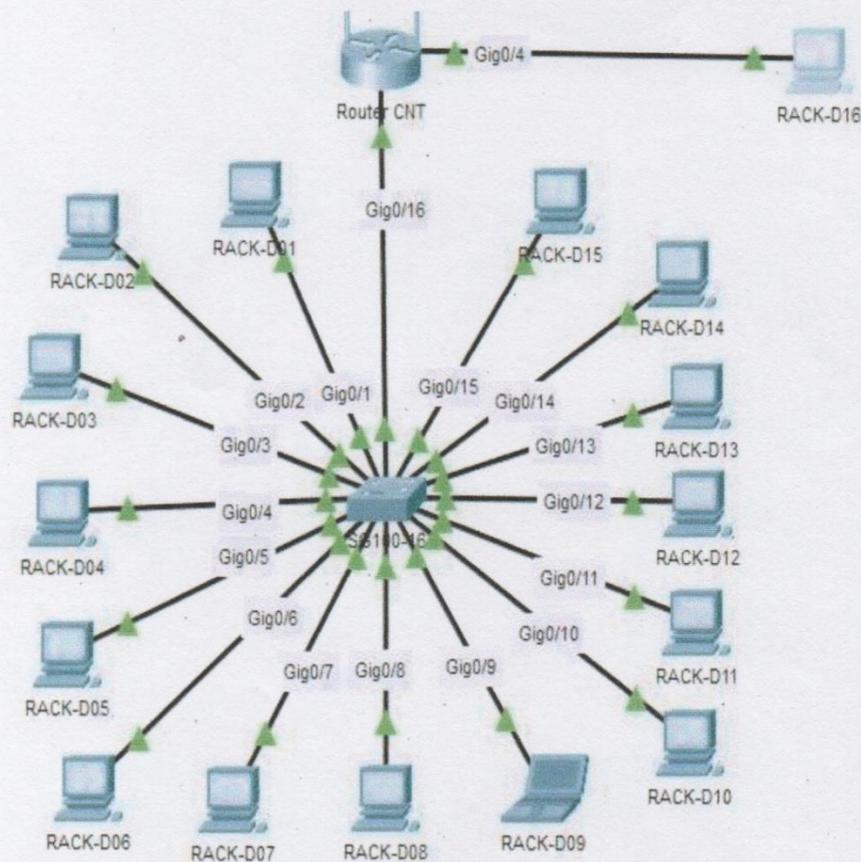


Figura 2 Topología de la Red

Se ha realizado el etiquetado de los 16 puntos de red donde se ha establecido las nomenclaturas descritas en la Tabla 1 para el área de trabajo y Tabla 2 para el *patch panel*.

Tabla 1 Etiquetado para puntos de red

PUNTO DE RED	Etiquetado
01	RACK-D01
02	RACK-D02
03	RACK-D03
04	RACK-D04
05	RACK-D05
06	RACK-D06
07	RACK-D07
08	RACK-D08
09	RACK-D09
10	RACK-D10
11	RACK-D11
12	RACK-D12
13	RACK-D13
14	RACK-D14
15	RACK-D15
16	RACK-D16

Tabla 2 Etiquetado de puntos de red para el *patch panel*

PATCH PANEL	Etiquetado
01	R-D01
02	R-D02
03	R-D03
04	R-D04
05	R-D05
06	R-D06
07	R-D07
08	R-D08
09	R-D09
10	R-D10
11	R-D11
12	R-D12
13	R-D13
14	R-D14
15	R-D15
16	R-D16

Finalmente, se realizó la certificación con el equipo marca Fluke Networks, donde se obtuvo resultados favorables para los 16 puntos de red y los 32 *patch cords* elaborados.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



QUIEN ENTREGA:

Joan Molina

Estudiante de la EPN

Ing. Gabriela Cevallos

Coordinadora

QUIEN RECIBE:

Lic. Irma Gómez

Directora de la Unidad Educativa

