

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED LAN PARA LA EMPRESA  
PÚBLICA DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
(POLI-TECH-EP)**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN  
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**MICHAEL ANDRÉS MOYA QUIMBITA**

**michael.moyam@epn.edu.ec**

**DIRECTOR: ING. CÉSAR EDUARDO GALLARDO CARRERA**

**cesar.gallardo@epn.edu.ec**

**Quito, diciembre de 2016**

## DECLARACIÓN

Yo, Michael Andrés Moya Quimbita, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Michael Moya Q.

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por, Michael Moya, bajo mi supervisión.

---

Ing. César Gallardo

DIRECTOR DEL PROYECTO

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios que me ha iluminado durante toda mi vida permitiéndome tomar las mejores decisiones.

A mi director de tesis, Ingeniero César Gallardo, por su gran apoyo y su amistad brindada en el desarrollo este proyecto.

A la Escuela Politécnica Nacional y la Escuela de Formación de Tecnólogos, por brindarme la sabiduría para afrontar los nuevos retos que se presentarán en el futuro.

A todos los compañeros de la Dirección de Gestión de Información y Procesos, por el gran apoyo y colaboración brindada en ejecución del proyecto.

## DEDICATORIA

A mi madre Guadalupe y mi hermano Daniel, por ser el motor en mi vida, que me impulsa a seguir adelante.

## RESUMEN

El presente proyecto tiene por finalidad la implementación de una red LAN para la Empresa Pública de la Escuela Politécnica Nacional (EPN), POLI-TECH-EP (EPN-TECH), con conectividad a la red institucional.

En el primer capítulo describe los conceptos básicos sobre los modelos de redes, medios de transmisión, Sistema de Cableado Estructurado (SCE), redes inalámbricas, estándares y dispositivos de conectividad.

El segundo capítulo trata sobre los requerimientos para una red LAN en la EPN-TECH, determinación de áreas de conectividad, análisis comparativo entre proveedores de material para un Sistema de Cableado Estructurado como dispositivos de conectividad y la determinación de los servicios que deberá proveer la red.

En el tercer capítulo se detalla el diseño, la implementación y las pruebas de conectividad, que garantizarán el correcto funcionamiento de la red LAN.

Finalmente, en el cuarto capítulo se llega a las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo del proyecto.

## CONTENIDO

1. CAPÍTULO I: FUNDAMENTO TEÓRICO .....	1
1.1 MODELO DE REFERENCIA OSI .....	1
1.1.1 CAPA FÍSICA.....	1
1.1.2 CAPA ENLACE.....	1
1.1.3 CAPA DE RED .....	1
1.1.4 CAPA DE TRANSPORTE .....	2
1.1.5 CAPA DE SESIÓN .....	2
1.1.6 CAPA DE PRESENTACIÓN .....	2
1.1.7 CAPA DE APLICACIÓN.....	2
1.2 ARQUITECTURA TCP/IP .....	3
1.2.1 CAPA DE HOST A RED.....	3
1.2.2 CAPA DE INTERNET.....	4
1.2.3 CAPA DE TRANSPORTE .....	4
1.2.4 CAPA DE APLICACIÓN.....	4
1.3 CLASIFICACIÓN DE LA REDES .....	5
1.3.1 LOCAL AREA NETWORK (LAN).....	5
1.3.2 METROPOLITAN AREA NETWORK (MAN).....	5
1.3.3 WIDE AREA NETWORK (WAN).....	5
1.4 REDES DE ÁREA LOCAL LAN .....	6
1.4.1 ESTÁNDAR IEEE 802.3 .....	6
1.4.2 TOPOLOGÍAS .....	7
1.4.2.1 TOPOLOGÍA ESTRELLA .....	8
1.4.2.2 TOPOLOGÍA BUS .....	8
1.4.2.3 TOPOLOGÍA ANILLO .....	8
1.4.2.4 TOPOLOGÍA ÁRBOL .....	9
1.5 MEDIOS DE TRANSMISIÓN .....	9
1.5.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN GUIADOS .....	9
1.5.1.1 PAR TRENZADO (CABLE UTP).....	10
1.5.1.2 FIBRA ÓPTICA .....	10
1.5.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN NO GUIADOS .....	11
1.5.2.1 ONDAS DE RADIO .....	12
1.5.2.2 MICROONDAS .....	12

1.6	SISTEMA DE CABLEADO ESTRCUTURADO (SCE) .....	13
1.6.1	IMPORTANCIA DEL CABLEADO ESTRUCTURADO .....	13
1.6.2	ORGANIZACIONES Y NORMAS QUE REGULAN EL CABLEADO ESTRUCTURADO .....	14
1.6.3	ESTÁNDARES Y DOCUMENTOS REFERENCIALES .....	14
1.6.4	ANSI/TIA/EIA-569-C .....	15
1.6.5	ANSI/TIA/EIA-568 .....	16
1.6.5.1	TOPOLOGÍAS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO .....	16
1.6.5.2	ANSI/TIA/EIA-568-C .....	16
1.6.5.3	ANSI/TIA/EIA-568-C.0 .....	17
1.6.5.4	ANSI/TIA/EIA-568-C.1 .....	18
1.6.5.5	ANSI/TIA/EIA-568-C.2 .....	29
1.6.5.6	ANSI/TIA/EIA-568-C.3 .....	32
1.6.6	ANSI/TIA/EIA-606 [32] .....	32
1.6.7	ANSI/TIA/EIA-607 .....	34
1.7	REDES INALÁMBRICAS .....	35
1.7.1	NORMAS Y ESTÁNDARES DE LAS REDES INALÁMBRICAS .....	35
1.7.1.1	ESTÁNDAR IEEE 802.11a .....	35
1.7.1.2	ESTÁNDAR IEEE 802.11b .....	36
1.7.1.3	ESTÁNDAR IEEE 802.11g .....	36
1.7.1.4	ESTÁNDAR IEEE 802.11n .....	36
1.7.1.5	ESTÁNDAR 802.11I .....	37
1.8	DISPOSITIVOS ACTIVOS DE CONECTIVIDAD .....	37
1.8.1	SWITCH .....	37
1.8.2	PUNTO DE ACCESO .....	38
1.9	DIRECCIONAMIENTO IP .....	39
1.9.1	DIRECCIONAMIENTO IPv4 .....	39
1.9.2	DIRECCIONAMIENTO IPv6 .....	40
1.10	SERVICIOS DE RED .....	42
1.10.1	INTERNET E INTRANET .....	42
1.10.2	SERVIDOR DHCP .....	43
1.10.3	TRANSMISIÓN DE VOZ .....	43
2.	CAPÍTULO II: REQUERIMIENTOS DE LA RED LAN .....	44
2.1	DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS CON LAS NECESIDADES DE ACCESO A LA RED CABLEADA E INALÁMBRICA .....	44
2.1.1	ANTECEDENTES .....	44

2.1.2	NECESIDADES.....	45
2.2	RED PASIVA (SCE).....	46
2.2.1	DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE RED.....	46
2.2.2	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO ENTRE AL MENOS TRES MARCAS.....	47
2.2.2.1	CABLE UTP CATEGORÍA 6 NEXXT SOLUTIONS.....	48
2.2.2.2	CABLE UTP CATEGORÍA 6 PANDUIT.....	49
2.2.2.3	CABLE UTP CATEGORÍA 6 FURUKAWA.....	49
2.2.2.4	PATCH PANEL Y MODULO JACK RJ45.....	50
2.3	RED ACTIVA.....	51
2.3.1	DETERMINACIÓN DE LOS EQUIPOS DE CONECTIVIDAD.....	51
2.3.2	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS EQUIPOS DE CONECTIVIDAD ENTRE AL MENOS TRES MARCAS (SWITCH, PUNTO DE ACCESO).....	52
2.3.2.1	SWITCH CISCO CATALYST 2960 SERIES 2960-X.....	52
2.3.2.2	SWITCH DELL NETWORKING SERIE 2800 (2824).....	53
2.3.2.3	SWITCH DLINK SERIE DGS-3120.....	54
2.3.2.4	AP-DLINK DAP-1353.....	55
2.3.2.5	AP- DELL NETWORKING W-SERIES 205H.....	56
2.3.2.6	AP- CISCO AIRONET 1250 SERIES.....	57
2.4	ANÁLISIS DE LOS ESTÁNDARES QUE REGULAN EL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO.....	58
2.5	DETERMINACIÓN DE LOS SERVICIOS.....	59
2.5.1	INTERNET.....	59
2.5.2	SERVIDOR DHCP.....	59
2.5.3	TRANSMISIÓN DE VOZ.....	59
3.	CAPÍTULO III: DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE LA RED LAN	60
3.1	DISEÑO DE LA RED LAN.....	60
3.1.1	DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO.....	62
3.1.1.1	CABLEADO HORIZONTAL Y VERTICAL.....	62
3.1.1.2	CANALIZACIÓN.....	62
3.1.1.3	CUARTO DE TELECOMUNICACIONES.....	63
3.1.1.4	ÁREAS DE TRABAJO.....	63
3.1.1.5	ETIQUETADO.....	64
3.1.1.6	PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE RED DE ACCESO.....	64

3.1.1.7	CÁLCULO DE LONGITUD PROMEDIO DEL CABLE UTP CATEGORÍA 6 .....	66
3.1.2	MATERIALES A UTILIZAR .....	67
3.1.3	DISEÑO LÓGICO DE LA RED.....	68
3.1.3.1	EQUIPOS A UTILIZAR .....	69
3.1.4	PLANEAMIENTO DEL DIRECCIONAMIENTO IP .....	70
3.1.5	COSTO DEL PROYECTO .....	71
3.2	INSTALACIÓN DEL CABLEADO ESTRUCTURADO .....	73
3.2.1	INSTALACIÓN RACK DE TELECOMUNICACIONES.....	74
3.2.2	INSTALACIÓN DE CANALIZACIÓN.....	75
3.2.3	INSTALACIÓN DE CAJETINES .....	78
3.2.4	TENDIDO DEL CABLEADO HORIZONTAL Y VERTICAL .....	78
3.2.5	CRIMPADO DEL CABLEADO HORIZONTAL Y VERTICAL, ETIQUETADO .....	80
3.2.6	PRUEBAS DE CERTIFICACIÓN DEL CABLEADO ESTRUCTURADO.....	84
3.2.7	INSTALACIÓN DE EQUIPOS ACTIVOS DE LA RED.....	88
3.3	CONFIGURACIONES DE LA RED LAN.....	89
3.3.1	CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS DE CONECTIVIDAD .....	89
3.3.2	CONFIGURACIÓN DEL SWITCH.....	89
3.3.2.1	CONFIGURACIÓN BÁSICA DE UN SWITCH .....	89
3.3.2.2	ASIGNACIÓN DE LOS PUERTOS A LAS RESPECTIVAS VLANS	90
3.3.3	CONFIGURACIÓN DEL AP EN LA WIRELESS LAN CONTROLLER (WLC) .....	91
3.3.4	CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS DE USUARIO FINAL .....	92
3.3.5	PRUEBAS DE CONECTIVIDAD.....	94
4.	CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	96
	BIBLIOGRAFÍA.....	98
	ANEXOS.....	103

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo OSI-----	3
Figura 2- Modelo TCP/IP-----	5
Figura 3 - Red LAN de una Oficina-----	6
Figura 4 - Topología Estrella-----	8
Figura 5 - Topología Bus -----	8
Figura 6 - Topología Anillo -----	9
Figura 7 - Topología Árbol-----	9
Figura 8 - Cable UTP-----	10
Figura 9 - Fibra Óptica -----	10
Figura 10 - Fibra Óptica Monomodo-----	11
Figura 11 - Fibra Óptica Multimodo -----	11
Figura 12 - Espacios y Canalizaciones ANSI/TIA/EIA 569-C-----	15
Figura 13 - Topología en SCE -----	16
Figura 14 - SCE según la recomendación 568-C.0-----	17
Figura 15 - Elementos de un SCE -----	19
Figura 16 - Ductos Aparentes -----	20
Figura 17 - Tabla de capacidades (alojamiento de cables)-----	21
Figura 18- Rack Aéreo -----	22
Figura 19 - Patch Panel-----	22
Figura 20 - Organizadores -----	23
Figura 21- Interconexión del Cableado -----	24
Figura 22 - Norma T568-A y T568-B-----	26
Figura 23 - Patch Cord -----	27
Figura 24 - Conector RJ-45 -----	27
Figura 25- Jack RJ-45 -----	28
Figura 26 - Face Plate -----	28
Figura 27- Cajetín-----	29
Figura 28 - Cable UTP -----	30
Figura 29 - TMGB (Barra Principal de Tierra para telecomunicaciones) -----	34
Figura 30 - Red LAN-----	37
Figura 31 - SWITCH CISCO 2960-----	38
Figura 32- Dirección IP Clase A, B, C, D y E -----	39

Figura 33- Formato básico de las direcciones IPv6 -----	41
Figura 34- Solicitud cliente- servidor DHCP -----	43
Figura 35- Edificio de Abastecimientos, Facultad de Ciencias -----	45
Figura 36 - Distribución de espacios EPN-TECH-----	45
Figura 37 - Determinación de las Áreas de Trabajo -----	47
Figura 38 - Cable UTP Cat. 6 NEXXT -----	48
Figura 39 - Cable UTP Cat. 6 PANDUIT -----	49
Figura 40 - Cable UTP Cat. 6 FURUKAWA -----	49
Figura 41 - Determinación de equipos activos. Switch y Access Point-----	51
Figura 42 - Switch CISCO 2960-X-----	52
Figura 43 - Switch DELL 2824 -----	53
Figura 44 - Switch Dlink DGS-3120-24TC-SI -----	54
Figura 45 – AP DLINK-DAP-1325 -----	55
Figura 46 - Access Point Dell W- Serie 205H-----	56
Figura 47 - AP CISCO Aironet 1250 -----	57
Figura 48 - Edificio de Abastecimientos -----	60
Figura 49 - Plano de distribución de puntos de red de acceso -----	65
Figura 50 - Diagrama lógico de la EPN-TECH con la Polired -----	69
Figura 51 - Direccionamiento en servidor DHCP, DGIP -----	71
Figura 52 - Instalaciones de la EPN-TECH -----	73
Figura 53 - Herramientas de Cableado Estructurado -----	74
Figura 54 - Instalación de Rack de Telecomunicaciones-----	75
Figura 55- Instalación de canalización-----	76
Figura 56 - Instalación de canalización bajante -----	76
Figura 57 -Instalación de canalización-----	77
Figura 58 – Ducto para cableado vertical-----	77
Figura 59 - Ductos para cableado vertical hacia canalización vertical -----	77
Figura 60 - Canalizaciones de fibra óptica entre subsuelo y tercer piso, Edif. Abastecimientos -----	78
Figura 61 - Instalación de cajetines en Área de trabajo -----	78
Figura 62 - Tendido de Cableado Estructurado-----	79
Figura 63 - Crimpado en conector Jack hembra -----	81
Figura 64 - Finalizado en el proceso de crimpado en áreas de trabajo -----	81
Figura 65 - Crimpado y etiquetado del SCE en Patch Panel-----	82

Figura 66 -Impresora etiquetadora de cables marca Brandy -----	83
Figura 67 - Etiquetado de cable en Área de Trabajo, Datos 01 -----	83
Figura 68 - Colocación de Face Plate y etiquetado, Datos 04 -----	84
Figura 69 - LAN TESTER-----	84
Figura 70 - Equipo LANTEK II -----	85
Figura 71 - Terminal portátil con pantalla (DH) y Terminal remoto (RH) -----	85
Figura 72 - Reporte de certificación del punto de red AB-PB-PP1-D1 -----	87
Figura 73 - Instalación de AP Cisco-----	88
Figura 74 - Instalación del Switch Cisco -----	88
Figura 75 - Instalaciones de la EPN-TECH -----	88
Figura 76 - Interface de WLC -----	91
Figura 77 - AP EPN-TECH en WLC -----	92
Figura 78 - Listado de redes disponibles en AP -----	92
Figura 79 - Estado Ethernet-----	93
Figura 80 - Detalle de conexión del equipo de cómputo -----	93
Figura 81- Prueba Ping 1-----	94
Figura 82 - Prueba ping 2 a Google -----	94
Figura 83 - Prueba de navegación en Chrome -----	95
Figura 84 - Diagrama de radiación de Access Point en EPN-TECH -----	95

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1- Estándares IEEE 802.3 -----	7
Tabla 2 - Relación entre los estándares ANSI/TIA/EIA 569-C; ANSI/TIA/EIA 569-C.0; ANSI/TIA/EIA 568-C.1-----	18
Tabla 3 - Estándares reconocidos 568-C2 -----	29
Tabla 4 - Colores de Cable UTP -----	30
Tabla 5 - Determinación de Puntos de Red para las Áreas de Trabajo-----	47
Tabla 6 - Tabla comparativa Cable UTP Cat.6 -----	50
Tabla 7 - Cuadro comparativo de Patch Panel Cat. 6-----	50
Tabla 8 - Cuadro comparativo Jacks CAT.6 -----	51
Tabla 9 - Cuadro comparativo entre SW Cisco, Dell y Dlink -----	55
Tabla 10 - Cuadro comparativo de Access Point entre Cisco, Dell y Dlink-----	58
Tabla 11 - Determinación de Puntos de Red-----	64
Tabla 12 - Materiales para implementación del SCE-----	68
Tabla 13 - Costo referencial del proyecto -----	72
Tabla 14 - Herramientas para Cableado Estructurado -----	73
Tabla 15 - Equipos para Cableado Estructurado -----	74

# **CAPÍTULO I: FUNDAMENTO TEÓRICO**

## **1.1 MODELO DE REFERENCIA OSI [1] [2]**

El Modelo OSI está basado en la propuesta desarrollada por ISO (Organización Internacional de Estándares), llamado así refiriéndose a las conexiones de sistemas abiertos (Interconexión de Sistemas Abiertos) OSI. El modelo OSI está basado en niveles para el diseño de sistemas de red. En sí, no es una arquitectura de red, debido a que no especifica servicios y protocolos para cada capa. El modelo define siete capas.

### **1.1.1 CAPA FÍSICA**

Encargada de la transmisión de bits puros a través del canal de comunicaciones. La capa física debe ser capaz de enviar datos (bits) a través del canal de comunicación (aire, cable de cobre, fibra óptica) procurando que los datos recibidos no hayan sufrido alteraciones al momento de la transmisión.

### **1.1.2 CAPA ENLACE**

La función principal de la capa de enlace es la de proporcionar fiabilidad a la transmisión entre dispositivos, unidos mediante un enlace, de tal manera que la información a la capa de red esté libre de errores de transmisión.

Se ocupa del direccionamiento físico, del acceso al medio, de la detección de errores, de la distribución ordenada de tramas y del control del flujo.

### **1.1.3 CAPA DE RED**

Encargada de controlar las operaciones de la subred mediante el direccionamiento y el enrutamiento de paquetes, permitiendo que los datos lleguen desde el origen al destino, aun si éstos no se encuentran conectados directamente.

#### **1.1.4 CAPA DE TRANSPORTE**

Encargada de aceptar los datos provenientes de las capas superiores, dividirlos en partes más pequeñas si es necesario, pasar éstas a la capa de red y asegurarse de que lleguen correctamente al otro extremo.

#### **1.1.5 CAPA DE SESIÓN**

Permite que usuarios de diferentes máquinas establezcan sesiones entre ellos, organizando y sincronizando el intercambio de información ente los procesos de aplicación.

#### **1.1.6 CAPA DE PRESENTACIÓN**

A esta capa le corresponde la sintaxis y la semántica de la información transmitida, permitiendo la conversión de formatos, si fuese el caso, cuando el emisor y receptor emplean sistemas de codificación distintos.

#### **1.1.7 CAPA DE APLICACIÓN**

Es el nivel de comunicación en el que un usuario interactúa con la red mediante los programas, que a su vez interactúan con el nivel de aplicación; permitiendo un servicio de comunicación con diferentes tecnologías de forma transparente para el usuario.

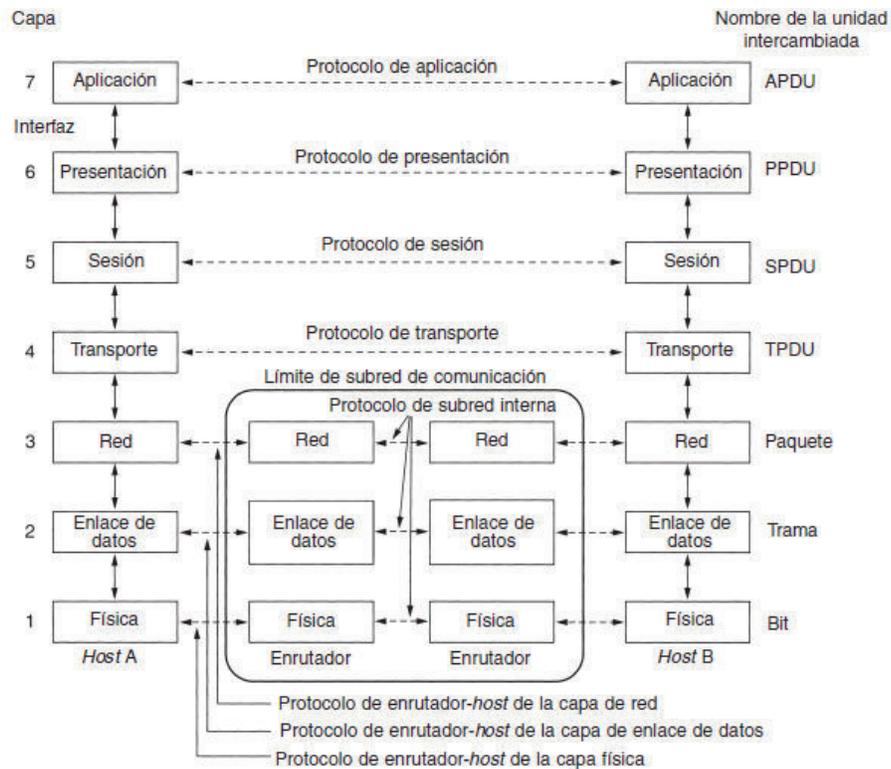


Figura 1 – Modelo OSI [1]

## 1.2 ARQUITECTURA TCP/IP [1]

Este modelo de arquitectura describe un conjunto de guías de diseño e implementación de protocolos de red específicos, para permitir que un equipo sea capaz de conectarse a una red. El modelo define cuatro capas.

### 1.2.1 CAPA DE HOST A RED

Encargada de definir los aspectos físicos y lógicos de la red, con la finalidad de que exista conexión con la estación de trabajo; estableciendo un mismo protocolo para el envío de paquetes. No se define el protocolo y varía de un host a otro y de una red a otra.

Como TCP/IP se diseñó para el funcionamiento en redes diferentes, por lo que, la capa depende de la tecnología utilizada y no se especifica de antemano.

### **1.2.2 CAPA DE INTERNET**

Al igual que la capa de red del modelo OSI, su función principal es la de enrutar paquetes, permitiendo que los hosts entreguen paquetes desde cualquier red y éstos viajen a su destino de manera independiente. Un servicio no orientado a la conexión. Define un paquete de formato y protocolo oficial llamado IP (Protocolo de Internet).

### **1.2.3 CAPA DE TRANSPORTE**

Permite que entidades en hosts de origen y destino puedan llevar a cabo una conversación, de la misma manera que el modelo OSI. Define los protocolos UDP y TCP.

TCP (Protocolo de Control de Transmisión), es un protocolo confiable orientado a la conexión. Donde asegura que los flujos de bytes provenientes de un equipo se entreguen sin errores al destinatario.

UDP (Protocolo de Datagrama de Usuario), protocolo no confiable y no orientado a la conexión. Empleado en aplicaciones donde es vital la entrega rápida de datos que la precisión de los mismos. Por ejemplo, en transmisiones de voz y video.

### **1.2.4 CAPA DE APLICACIÓN**

Desarrolla las funciones de las capas de sesión, presentación y aplicación del modelo OSI. Demostrando que las capas de sesión y presentación son de poco uso para la mayoría de aplicaciones.

Se encuentra en la parte superior del protocolo TCP/IP, conteniendo los protocolos de alto nivel que se utilizan para ofrecer servicio a los usuarios. Entre los diversos protocolos podemos mencionar:

- Terminal Virtual (Telnet).
- Transferencia de archivos (FTP).
- Correo electrónico (SMTP).
- Sistema de nombre de Dominio (DNS).
- Protocolo de transferencia de Hipertexto (HTTP).

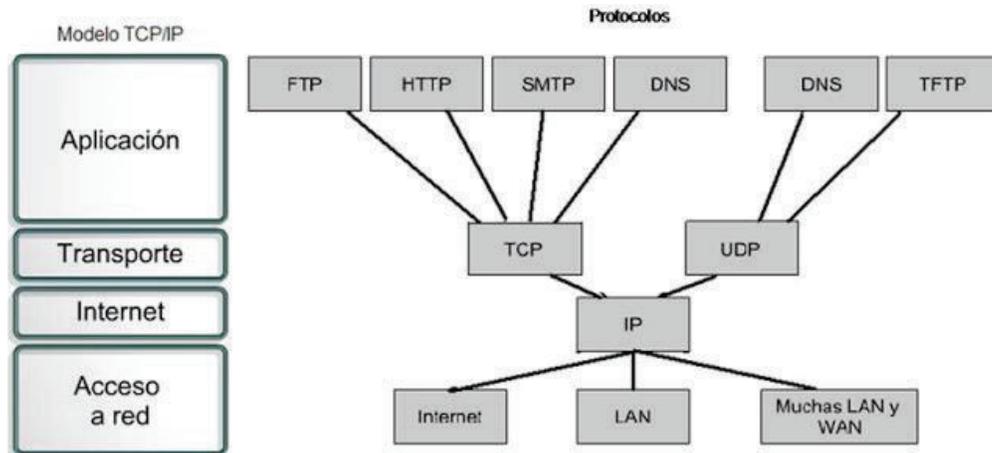


Figura 2- Modelo TCP/IP [3]

### 1.3 CLASIFICACIÓN DE LA REDES [4]

Desde el punto de vista de cobertura existen varios tipos de redes las cuales se clasifican de acuerdo a su tamaño. Estas son:

#### 1.3.1 LOCAL AREA NETWORK (LAN)

Red de Área Local. Las distancias entre los dispositivos a una red pueden variar entre pocos metros hasta varios metros o kilómetros, pero en un área geográfica limitada. Usadas para conectar estaciones de trabajo con el objetivo de compartir recursos en intercambiar información.

#### 1.3.2 METROPOLITAN AREA NETWORK (MAN)

Red de Área Metropolitana, cubren extensiones mayores. Es aplicada a redes que unen redes LAN o dispositivos dispersos que se encuentran dentro de una población, o cercanos a éste. Universidades, bibliotecas u organismos gubernamentales suelen interconectarse mediante este tipo de redes.

#### 1.3.3 WIDE AREA NETWORK (WAN)

Red de Área Extensa. Se considera a la conexión de redes o dispositivos que cubren grandes zonas geográficas como: países, continentes o el mundo. Internet es un claro ejemplo para clasificarla como una red de área extensa.

## 1.4 REDES DE ÁREA LOCAL LAN [1] [2]

Las Redes de Área Local más conocida como LAN son las que se encuentran en una geografía limitada, pueden localizarse en un solo edificio como en un campus. En este caso lo más importante es que los equipos de trabajo pertenezcan a una misma unidad organizativa.

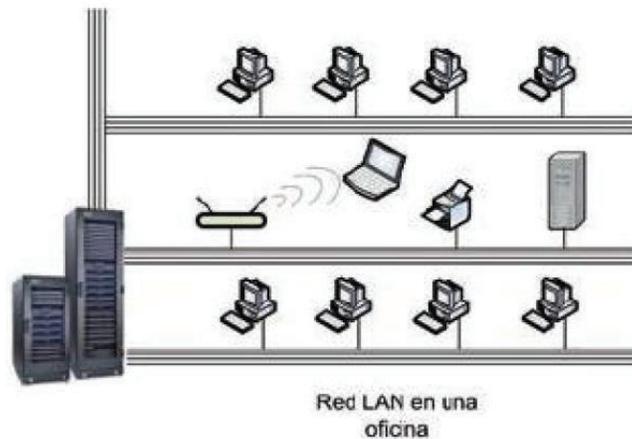


Figura 3 - Red LAN de una Oficina [2]

### 1.4.1 ESTÁNDAR IEEE 802.3 [5] [6]

Define las especificaciones de redes basadas en Ethernet, donde describe la serie de bits digitales que viajan por el cable. Ethernet únicamente es el medio para acceder al cable. El sistema por el cual, el estándar IEEE 802.3 y sus variantes compiten por la utilización del medio físico se denomina Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Detección de Colisión (CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection).

El CSMA/CD requiere que cada host que desea utilizar el medio de transmisión, primero detecte si el canal está libre para transmitir, ya que existe la posibilidad de transmisiones simultáneas. Por esta razón a medida que la estación transmite, vigila si existen colisiones. Si no se envía una señal de colisión, se transmite hasta finalizar el mensaje y el proceso comienza nuevamente para el siguiente mensaje. Si existe una colisión se detiene la transmisión y envía una señal de congestión. Todas las estaciones que escuchan la señal de congestión borran el paquete recibido parcialmente y esperan un período aleatorio antes de volver a comenzar la transmisión.

Este método de comunicación se denomina no determinista, es decir, no se puede predecir cuál estación transmitirá y cuándo transmitirá. No obstante, cada estación en algún punto en el tiempo tendrá la oportunidad de transmitir. La ventaja de este sistema es que se ejecuta a sí mismo sin requerir ninguna administración.

IEEE 802.3 define algunos de los estándares para redes LAN de los cuales se menciona los siguientes:

ESTÁNDAR IEEE	DESCRIPCIÓN
802.3x	Full Dúplex (Transmisión y recepción simultáneas) y control de flujo
802.3y	100BASE-T2 100 Mbit/s sobre par trenzado no blindado (UTP). Longitud máxima del segmento 100 metros
802.3z	1000BASE-X Ethernet de 1 Gbit/s sobre fibra óptica.
802.3ab	1000BASE-T Ethernet de 1 Gbit/s sobre par trenzado no blindado
802.3ac	Extensión de la trama máxima a 1522 bytes (para permitir las "Q-tag") Las Q-tag incluyen información para 802.1Q VLAN y manejan prioridades según el estándar 802.1p.
802.3ad	Agregación de enlaces paralelos. Movidado a 802.1AX
802.3ae	Ethernet a 10 Gbit/s; 10GBASE-SR, 10GBASE-LR
802.3af	Alimentación sobre Ethernet (PoE).
802.3ah	Ethernet en la última milla.
802.3ak	10GBASE-CX4 Ethernet a 10 Gbit/s, sobre cable bi-axial.
802.3an	10GBASE-T Ethernet a 10 Gbit/s sobre par trenzado no blindado (UTP)
802.3ap	Ethernet de 1 y 10 Gbit/s sobre circuito impreso (en proceso).
802.3aq	10GBASE-LRM Ethernet a 10 Gbit/s sobre fibra multimodal (en proceso).
802.3ar	Gestión de Congestión (en proceso).
802.3as	Extensión de la trama (en proceso).

Tabla 1- Estándares IEEE 802.3 [6]

#### 1.4.2 TOPOLOGÍAS [1] [2] [4]

Una topología de red define la manera en la que un elemento de ésta, se conecta con su correspondiente, sea de manera física o lógica. Actualmente las más difundidas son:

#### 1.4.2.1 Topología Estrella [2] [4]

En esta topología todos los dispositivos de la red se conectan a un único concentrador.

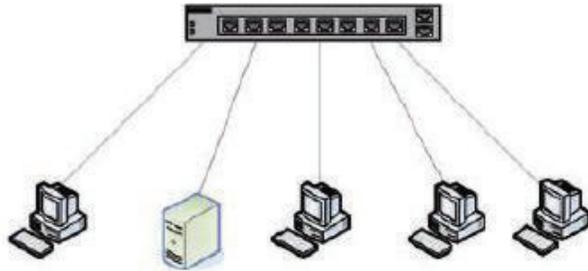


Figura 4 - Topología Estrella [2]

#### 1.4.2.2 Topología Bus [2] [4]

Es una topología multipunto, donde el mismo enlace actúa como red troncal que une todos los dispositivos de la red.

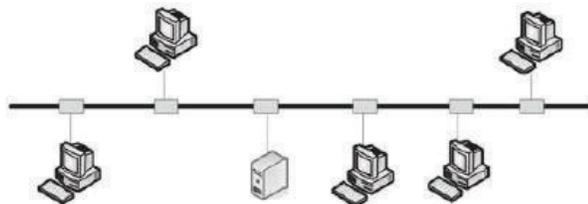
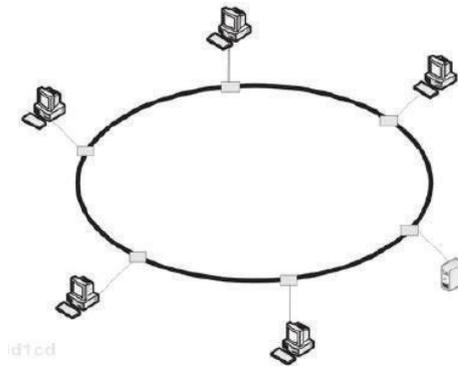


Figura 5 - Topología Bus [2]

#### 1.4.2.3 Topología Anillo [2] [4]

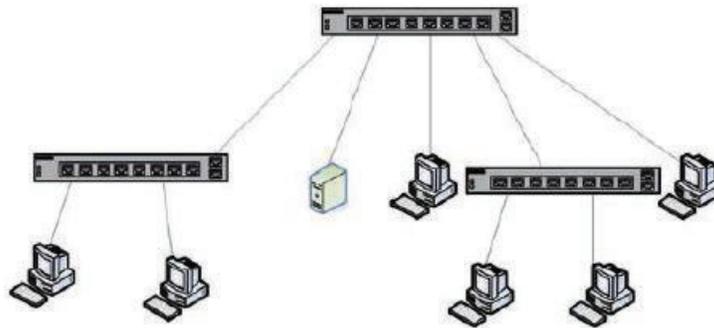
En este tipo de topología cada dispositivo presenta una línea de conexión con los dispositivos más cercanos, donde la información viaja a través del anillo hasta llegar a su destino.



**Figura 6 - Topología Anillo [2]**

#### 1.4.2.4 Topología árbol [2] [4]

Es una variante de la topología estrella, donde los equipos y concentradores se van conectando a las ramificaciones del concentrador central.



**Figura 7 - Topología Árbol [2]**

## 1.5 MEDIOS DE TRANSMISIÓN [2]

Son elementos ya sean físicos o inalámbricos, por los cuales viaja la información desde un origen hacia un destino. Éstos se pueden clasificar en medios de transmisión guiados y no guiados.

### 1.5.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN GUIADOS [2] [7]

En los medios de transmisión guiados, la información es transportada a través de un material que canaliza la señal. Se los conoce como medios cableados. Los datos que un medio guiado puede transportar son de dos tipos: señales eléctricas y señales ópticas. Para cada tipo de señal, los medios cableados están diseñados con diferente material (eléctricas: cobre y ópticas: vidrio o silicio).

### 1.5.1.1 Par trenzado (Cable UTP)

El cobre es el material más utilizado para el transporte de señales eléctricas. Actualmente el cable UTP (Unshielded Twisted-Pair) es el medio más utilizado en las redes de datos. Su flexibilidad y la capacidad de ajustarse a las necesidades de velocidad, hacen que sea uno de los medios de transmisión más empleados.

El cable UTP está formado por cuatro pares de hilos (en total ocho hilos) forrados con un polímero protector para su aislamiento y codificada por colores para identificar su función. Los cuatro pares de hilos además presentan un revestimiento exterior.

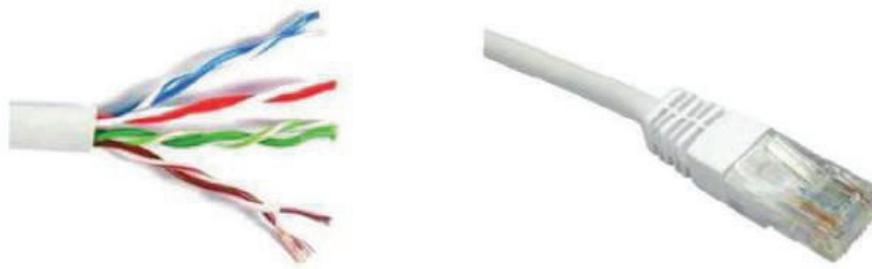


Figura 8 - Cable UTP [2]

### 1.5.1.2 Fibra Óptica

La fibra óptica es un medio flexible que permite la conducción de pulsos de luz, representando cada pulso un bit. Debido a que la transmisión se realiza por pulsos de luz, no existe interferencia por señales electromagnéticas o por diafonía. Un único cable de fibra óptica puede soportar decenas o incluso centenas de gigabits por segundo. La fibra óptica puede ser de dos tipos:

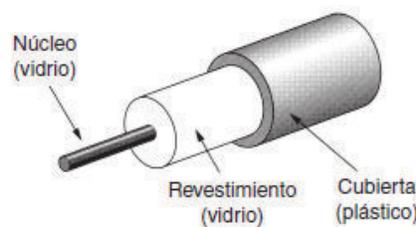


Figura 9 - Fibra Óptica [7]

### 1.5.1.2.1 Monomodo

En este tipo de fibra únicamente se propaga un modo de luz. Al ser el diámetro del núcleo (9 $\mu\text{m}$ ) mucho menor que el diámetro del revestimiento (125 $\mu\text{m}$ ), hace que el haz de luz sea paralelo al eje de la fibra, y, a diferencia de las fibras multimodo, permite que la fibra monomodo alcance grandes distancias y elevadas velocidades.

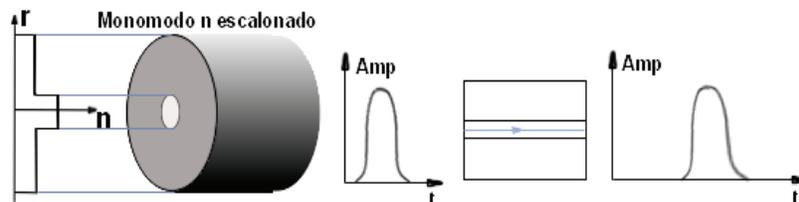


Figura 10 - Fibra Óptica Monomodo [8]

### 1.5.1.2.2 Multimodo

La fibra multimodo permite que los haces de luz puedan circular por varios caminos, obteniendo reflexión a lo largo del trayecto. Al transmitir más de una señal de luz hace que no todas las señales lleguen a su destino, por tal motivo este tipo de fibra es empleada en cortas distancias.

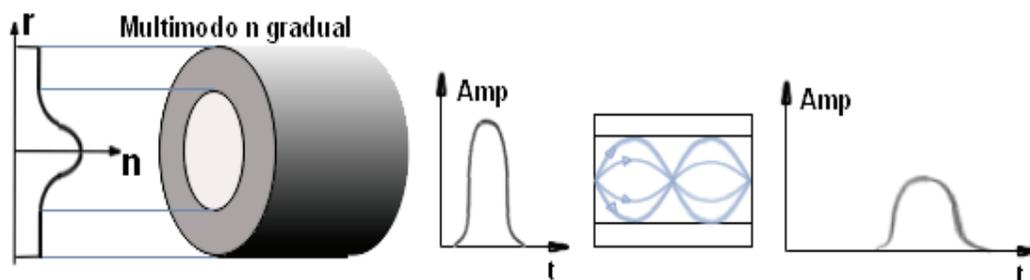


Figura 11 - Fibra Óptica Multimodo [8]

## 1.5.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN NO GUIADOS [4] [9]

Los medios de transmisión no guiados son aquellos donde la señal no es confinada en ningún medio físico, como cable, y, como medio utiliza la atmósfera o el espacio exterior.

Al igual que los rayos de luz en la fibra óptica, el principal parámetro para definir las ondas electromagnéticas, es la longitud de onda<sup>1</sup> ( $\lambda$ ) o también se puede emplear como parámetro la frecuencia (f). La relación entre éstas viene dada por la siguiente fórmula:

$$V = \lambda \cdot f$$

Donde (V) es la velocidad<sup>2</sup> de propagación de la onda electromagnética.

El conjunto de todas las posibles longitudes de onda o conjuntos de frecuencias, constituye el llamado espectro electromagnético. Este espectro se divide en bandas en función de la frecuencia. El rango de frecuencias utilizadas en telecomunicaciones va desde los 3 kHz hasta alrededor de los 300 GHz, a este rango se le conoce como espectro de radiofrecuencia.

En los últimos años la transmisión por medios no guiados ha tenido gran acogida ya que los sistemas portátiles como: celulares, tabletas, computadores, etc., lo exigen. La popularidad de las redes LAN inalámbricas han solucionado los problemas de alto costo, baja velocidad, seguridad y necesidades de licencia.

Dentro del espectro de radio frecuencia se establecen:

#### **1.5.2.1 Ondas de radio [2] [9]**

Son fáciles de generar, pueden viajar largas distancias, penetran en los edificios sin problemas y son omnidireccionales, quiere decir que viajan en todas las direcciones desde la fuente de emisión; permitiendo que no se requiera de antenas parabólicas para su recepción. El rango de frecuencias que cubre va desde las frecuencias más bajas, alrededor de los 10 kHz, hasta frecuencias alrededor de los 300 MHz.

#### **1.5.2.2 Microondas [2]**

Además de su aplicación en hornos, las microondas permiten transmisiones tanto terrestres como con satélites. Sus frecuencias están comprendidas entre 300 MHz y 300 GHz. Se distinguen dos tipos de señales de microondas, dependiendo la forma de transmisión.

---

<sup>1</sup> La longitud de una onda es el período espacial o la distancia que hay de pulso a pulso.

<sup>2</sup> Velocidad de la luz en el vacío:  $3 \cdot 10^8$  m/s

- *Microonda de larga distancia terrestre*: Donde es necesario antenas parabólicas con una línea de vista entre la antena emisora y la antena receptora para conseguir la transmisión a larga distancia.
- *Microonda por satélite*: Un satélite esencialmente es una estación que retransmite a más de una estación receptora/emisora terrestres denominadas estaciones base.

## **1.6 SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO (SCE)**

El Sistema de Cableado Estructurado (SCE) es un conjunto de elementos pasivos dentro de un edificio o grupo de edificios que, permiten la interconectividad de equipos activos, ya sean éstos de diferente o igual tecnología; permitiendo la convergencia en una única plataforma que admita el flujo de datos, voz, video, así como sistemas de conmutación y otros sistemas de administración.

### **1.6.1 IMPORTANCIA DEL CABLEADO ESTRUCTURADO [10] [8] [11]**

En el transcurso de los años, el desarrollo de las nuevas tecnologías no permitía la uniformidad de los sistemas de cableado. A finales de los años 80's y principios de los 90's se presentaron estándares para cableado de telecomunicaciones, de tal manera que permitieron la compatibilidad entre productos ofertados por diferentes fabricantes.

Los edificios son dinámicos y durante su existencia son comunes las remodelaciones, por lo tanto, la vida productiva de un SCE oscila entre los 10 y 15 años. Durante este periodo de tiempo es indiscutible el desarrollo de nuevas tecnologías de telecomunicaciones.

Las telecomunicaciones van más allá que voz y video. Se debe tener en cuenta que las nuevas redes abarcan la integración entre diferentes sistemas tales como: seguridad, control ambiental, audio, televisión, sonido, etc.

Por tales motivos la importancia del diseño del SCE, el cual deberá proveer de robustez para tecnologías actuales y futuras.

## **1.6.2 ORGANIZACIONES Y NORMAS QUE REGULAN EL CABLEADO ESTRUCTURADO [8] [12]**

Entre las organizaciones que presentan recomendaciones llamadas estándares se tienen a los siguientes actores:

- ANSI (American National Standards Institute): Instituto Nacional Estadounidense de Estándares, es una organización sin fines de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, procesos, sistemas y servicios de los Estados Unidos.
- EIA (Electronics Industry Alliance): La Alianza de Industrias Electrónicas, es una asociación de compañías estadounidenses de electrónica y alta tecnología encargada del desarrollo del mercado en los Estados Unidos.
- TIA (Telecommunications Industry Association): La Asociación de la Industria de las telecomunicaciones, es una asociación estadounidense que representa alrededor de 600 empresas en ese país.
- ISO (International Standards Organization): La Organización Internacional de la Normalización, es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación tanto en productos como en servicios, comercio y comunicación para todas las ramas industriales.
- IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos): es una organización dedicada a la estandarización y el desarrollo en áreas técnicas.

## **1.6.3 ESTÁNDARES Y DOCUMENTOS REFERENCIALES [11]**

Los esfuerzos por lograr la estandarización por asociaciones como la EIA han llevado que desde 1985 hasta el presente haya una aceptación de un conjunto de recomendaciones llamadas “estándares” acerca de las infraestructuras de cableado para diferentes tipos de aplicaciones, incluyendo edificios comerciales y residenciales.

### 1.6.4 ANSI/TIA/EIA-569-C [11]

#### ESPACIOS Y CANALIZACIONES PARA TELECOMUNICACIONES

Este estándar especifica el diseño de las instalaciones y la infraestructura de la canalización de los edificios comerciales.

El estándar menciona seis componentes en la infraestructura de un SCE:

- Instalaciones de Entrada.
- Sala de Equipos.
- Canalizaciones de “Montantes” (“Back-Bone”).
- Salas de Telecomunicaciones.
- Canalizaciones horizontales.
- Áreas de trabajo.

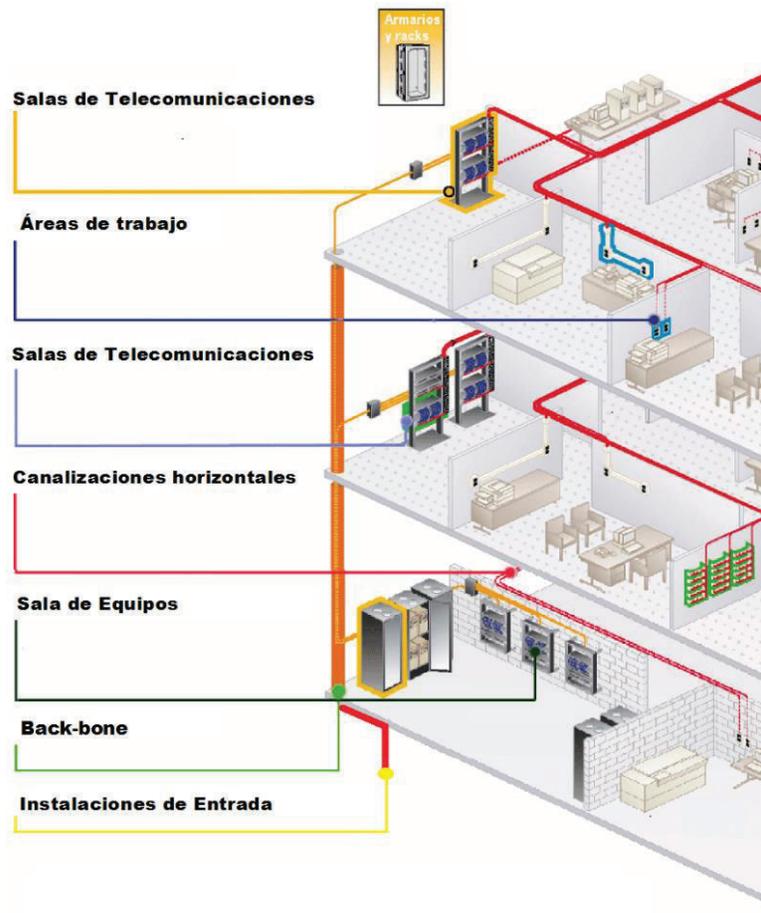


Figura 12 - Espacios y Canalizaciones ANSI/TIA/EIA 569-C [13]

### 1.6.5 ANSI/TIA/EIA-568 [11]

#### CABLEADO DE TELECOMUNICACIONES PARA EDIFICIOS COMERCIALES

El estándar ANSI/TIA/EIA-568 y sus actualizaciones recientes especifican los requerimientos de un SCE integral, independientemente de los proveedores y aplicaciones, para los edificios comerciales.

El estándar especifica:

- Requerimientos mínimos para el sistema de cableado estructurado dentro de un ambiente de oficina (cable, fibra).
- Topologías y distancias recomendadas.
- Parámetros de desempeño de los medios de comunicación (cables de cobre, fibra).

#### 1.6.5.1 Topologías del cableado estructurado [14]

Los SCE emplean topologías tipo estrella extendida donde todas las áreas de trabajo se encaminan hacia el armario en el Cuarto de Telecomunicaciones a través del medio de transmisión.

No se permiten empalmes o cubiertas conectadas en puente en el cableado horizontal.

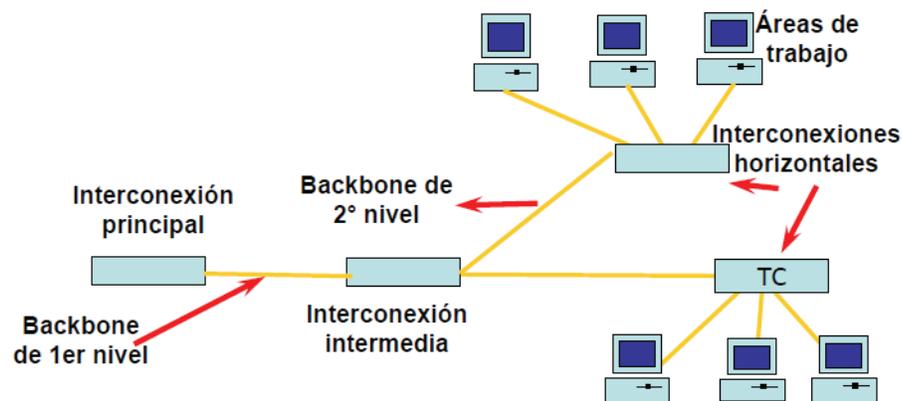


Figura 13 - Topología en SCE [14]

#### 1.6.5.2 ANSI/TIA/EIA-568-C

Este estándar es una revisión del ANSI/TIA/EIA-568-B, donde consolida los documentos centrales de las recomendaciones de manera genérica o común para todo tipo de edificios.

El estándar presenta las siguientes secciones:

### 1.6.5.3 ANSI/TIA/EIA-568-C.0

Su objetivo es permitir la planificación y la instalación de un SCE para todo tipo de infraestructuras. Esta documentación especifica una normativa que permita soportar entornos de diferentes proveedores y diferentes productos.

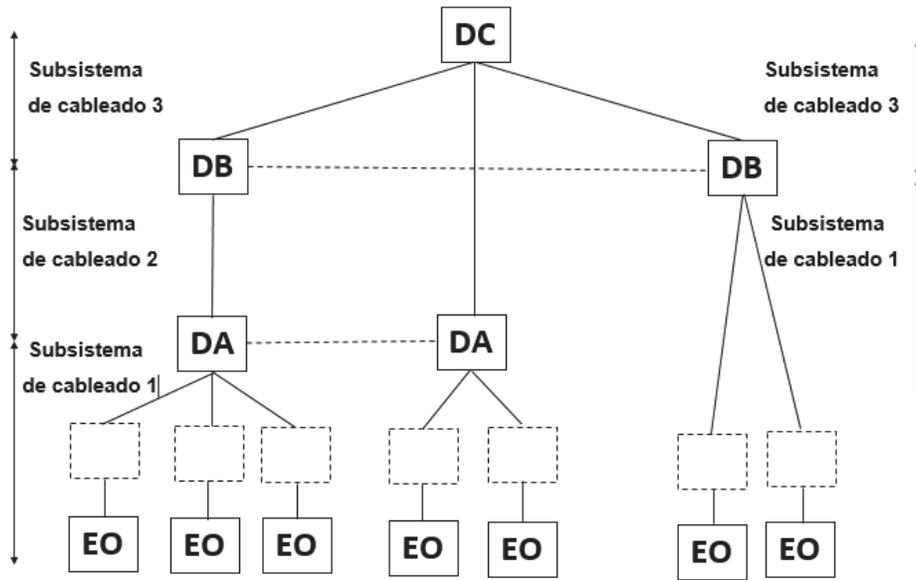


Figura 14 - SCE según la recomendación 568-C.0 [11]

Especifica los siguientes componentes:

- *Sistema de cableado 1*: El cableado que se tiende desde las áreas de trabajo (escritorios) hasta el primer nivel de distribución, el “Distribuidor A” (ejemplo: cuarto de telecomunicaciones).
- *Sistema de cableado 2*: Es el cableado que se tiende desde el Distribuidor A, hasta el segundo nivel, Distribuidor B.
- *Sistema de cableado 3*: Es el cableado que se tiende desde el Distribuidor B, hasta el distribuidor principal del edificio, el Distribuidor C.
- *EO (Equipment Outlet)*: Salida de equipos.
- *DA*: Distribuidor A.
- *DB*: Distribuidor B.
- *DC*: Distribuidor C.

#### 1.6.5.4 ANSI/TIA/EIA-568-C.1

Provee información acerca del planeamiento, instalación y verificación de cableado estructurado para edificios comerciales. Asimismo, se relacionan con las recomendaciones ANSI/TIA/EIA-569.

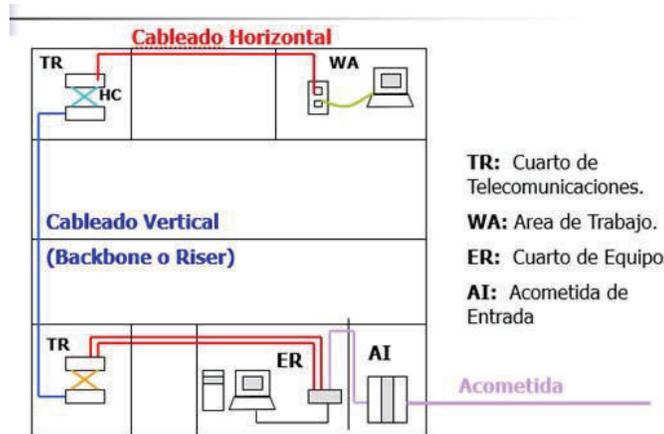
Este estándar permite identificar seis componentes funcionales en un SCE los cuales son:

- Instalaciones de entrada.
- Distribuidores o repartidor principal.
- Distribuidor central de cableado.
- Distribuidor o repartidores Horizontal.
- Distribuidor Horizontal de Cableado.
- Áreas de trabajo.

	ANSI/TIA/EIA-569	ANSI/TIA/EIA-568-C.0	ANSI/TIA/EIA-568-C.1
Acometida	Instalaciones de Acometidas	Subsistema de Cableado 3	Instalaciones de entrada
Sala de equipos	Sala de equipos	Distribuidor B	Distribuidores o repartidor principal y secundarios
Cableado Vertical	Canalizaciones de montantes	Subsistema de cableado 2	Distribuidor central de cableado
Rack de telecomunicaciones	Sala o cuarto de telecomunicaciones	Distribuidor A	Distribuidor o repartidores Horizontal
Cableado Horizontal	Canalizaciones Horizontales	Subsistema de cableado 1	Distribuidor Horizontal de Cableado
Áreas de trabajo	Áreas de trabajo	Equipo de salida	Áreas de trabajo

**Tabla 2 - Relación entre los estándares ANSI/TIA/EIA 569-C; ANSI/TIA/EIA 569-C.0; ANSI/TIA/EIA 568-C.1**

Mediante la comparación que se realiza en la Tabla 2, se observa la relación que existe entre los estándares ANSI/TIA/EIA-568-C.0, ANSI/TIA/EIA-568-C.1 y ANSI/TIA/EIA-569-C.



**Figura 15 - Elementos de un SCE [8]**

A continuación, se detalla los elementos físicos que intervienen en un SCE.

#### 1.6.5.4.1 *Canalizaciones externas entre edificios*

Las canalizaciones externas entre edificios son necesarias para interconectar “Instalaciones de Entrada” de varios edificios de una misma corporación, en ambientes del tipo “campus”. La recomendación ANSI/TIA/EIA-569-C admite, para estos casos, cuatro tipos de canalizaciones:

- Canalizaciones Subterráneas.
- Canalizaciones directamente enterradas.
- Back-Bone aéreos.
- Canalizaciones en túneles.

#### 1.6.5.4.2 *Canalización Horizontal [11]*

Las canalizaciones horizontales, para el cableado horizontal son aquellas que vinculan las salas de telecomunicaciones con las áreas de trabajo. Estas canalizaciones deben ser diseñadas para soportar los tipos de cables recomendados en la norma TIA-568, entre los que se incluyen el cable UTP de 4 pares, el cable STP y la fibra óptica.

El estándar ANSI/TIA/EIA 569-C admite los siguientes tipos de canalizaciones:

- Ductos Bajo Piso.
- Ductos Bajo Piso Elevado.
- Bandejas.
- Ductos sobre cielorraso.
- Ductos perimetrales.
- Ductos Aparentes.

*Ductos Aparentes* [15].- Los ductos aparentes pueden ser metálicos o de PVC, rígidos en ambos casos. No se recomienda ductos flexibles para las canalizaciones horizontales. Las características de estos ductos y de su instalación deben ser acordes a las necesidades arquitectónicas.



**Figura 16 - Ductos Aparentes [16]**

Instalados de manera correcta proporcionan al cable una mayor protección contra las interferencias electromagnéticas.

Características técnicas:

- Cierre resistente presión interior de cables instalados.
- Fabricado en PVC rígido.
- Resiente inflamable con temperaturas de servicio que oscilan entre  $-5^{\circ}\text{C}$  a  $+60^{\circ}\text{C}$ .
- Desmontaje de tapas sin necesidad de herramientas.
- Resistente a golpes, protección contra choques mecánicos.
- No propagación de llamas en caso de incendios.

Medidas

- 32 mm x 12 mm
- 20 mm x 12 mm
- 20 mm x 20 mm
- 60 mm x 16 mm
- 40 mm x 25 mm
- 100 mm x 45 mm

Referencia	Dimensiones sección transversal	Área sección transversal (mm <sup>2</sup> )		UTP	16 AWG	14 AWG	12 AWG	10 AWG
DXN10031	13x7 con adhesivo	91		1	4	3	3	2
DXN10041	20x12	240		3	10	9	8	5
DXN10051	20x12 con adhesivo	240		3	10	9	8	5
DXN10101	32x12	384		5	16	15	13	8
DXN10121	32x12 con division	2 x	192	2	8	8	7	4
DXN10061	20x20	400		6	17	16	14	8
DXN10081	25x25	625		8	26	25	22	13
DXN10201	60x16 con division	1 x	600	6	25	24	21	12
		1 x	300	4	13	12	11	6
DXN10141	40x25	1000		13	42	39	35	20
DXN10161	40x25 con division	2 x 500		6	21	20	18	10
DXN10011	100x45 modular	4500		50	189	178	158	90

**Figura 17 - Tabla de capacidades (alojamiento de cables) [17]**

#### 1.6.5.4.3 Sala de Equipos [11]

Se define como el espacio donde se ubican los equipos de telecomunicaciones comunes en el edificio. Los equipos de esta sala pueden incluir centrales telefónicas (PBX)<sup>3</sup>, equipos informáticos (servidores), centrales de video, etc. Sólo se admiten equipos directamente relacionados con los sistemas de telecomunicaciones

#### 1.6.5.4.4 Cuarto de telecomunicaciones [11]

Los cuartos de telecomunicaciones se definen como los espacios que actúan como punto de transición entre los montantes verticales (back-Bone) y las canalizaciones de distribución horizontal. Estas salas generalmente contienen puntos de terminación e interconexión de cableado, equipamiento de control y equipamiento de telecomunicaciones (típicamente equipos activos de datos, como por ejemplo switches). No se recomienda compartir la sala de telecomunicaciones con equipamiento de energía.

*Rack de telecomunicaciones* [18] [19].- Un rack es un bastidor destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones.

Sus medidas están normalizadas para que sea compatible con equipamiento de cualquier fabricante.

El armazón cuenta con guías horizontales donde puede apoyarse el equipamiento, así como puntos de anclaje para los tornillos que fijan dicho equipamiento al armazón.

<sup>3</sup> PBX [12]: Private Branch Exchange, es una central telefónica privada de una organización que permite la conexión por medio de las líneas troncales, con la red pública telefónica.



**Figura 18- Rack Aéreo [20]**

Una unidad rack o simplemente U es una unidad de medida usada para describir la altura del equipamiento preparado para ser montado en un rack de 19 o 23 pulgadas de ancho. Una unidad de rack equivale a 1,75 pulgadas (4,445 cm) de alto.

Una unidad de rack se escribe normalmente como "1U"; del mismo modo dos unidades se escriben "2U" y así sucesivamente. La altura de una pieza del equipamiento de un rack es frecuentemente descrita como un número en "U".

*Patch Panel (Paneles de conexión)* [21].- Un Patch Panel es un dispositivo de interconexión a través del cual los cables instalados se pueden conectar a otros dispositivos de red o a otros Patch Panels, normalmente localizados en un bastidor o rack de telecomunicaciones.

Las conexiones se realizan con "Patch cords" que son los que entrelazan en el panel, los diferentes equipos.

Los Patch Panel permiten hacer cambios de forma rápida y sencilla conectando y desconectando los cables de parcheo.



**Figura 19 - Patch Panel [22]**

*Organizadores de Cables.* -Los organizadores permiten ordenar los cables horizontalmente y verticalmente. Están hechos de aluminio. Incluye tornillos de ensamble.



**Figura 20 - Organizadores [18]**

#### *1.6.5.4.5 Cableado Vertical*

El cableado vertical (montante/Back-Bone) termina en los distribuidores horizontales o repartidores horizontales (ejemplo: Switch). Estos se ubican en la Sala de Telecomunicaciones. Los repartidores horizontales deben disponer elementos de interconexión adecuados para la terminación del cableado vertical (cobre o fibra).

De la misma manera, a los distribuidores horizontales llegan los cables que provienen de la Áreas de Trabajo (cableado horizontal, de éste su nombre Distribuidores o Repartidores Horizontales).

Su función principal es la interconexión del cableado horizontal (provenientes de las Áreas de Trabajo) con el cableado vertical (proveniente de la Sala de Equipos).

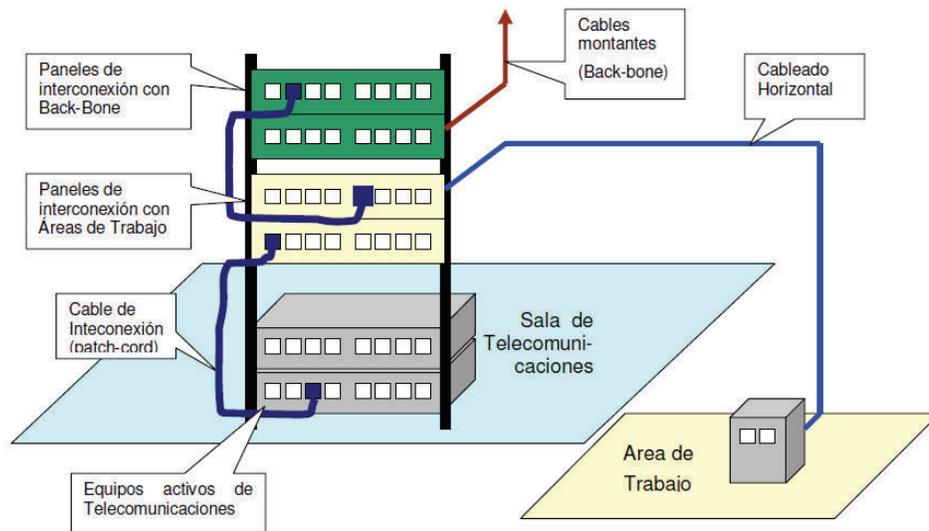


Figura 21- Interconexión del Cableado [11]

#### 1.6.5.4.6 Cableado Horizontal

La distribución horizontal es la parte del cableado de telecomunicaciones que conecta las áreas de trabajo con los distribuidores o repartidores horizontales, ubicados en el Armario o Sala de Telecomunicaciones.

En la distribución del Cableado Horizontal se incluye:

- Cables de distribución horizontal.
- Conectores de telecomunicaciones en las áreas de trabajo (dónde son terminados los cables de distribución horizontal).
- Terminaciones mecánicas de los cables horizontales.
- Cordones de interconexión (Patch cords) en el Armario o Sala de Telecomunicaciones.
- Puede incluir también "Puntos de Consolidación".

Entre las principales consideraciones al momento del diseño de un Sistema de Cableado Estructurado se tienen:

- El cableado de distribución horizontal debe seguir una Topología del tipo Estrella, con el centro en el armario o sala de telecomunicaciones, y los extremos en cada una de las áreas de trabajo.
- Los conectores de telecomunicaciones en las áreas de trabajo, deben ser conectados mediante un cable directamente al panel de interconexión ubicado en el armario de telecomunicaciones.

- No se admiten empalmes ni uniones, salvo en caso de existir un “punto de consolidación”.
- La distancia máxima para el cable de distribución horizontal es de 90 m, medida en el recorrido del cable, desde el conector de telecomunicaciones en el área de trabajo hasta el panel de interconexión en el armario de telecomunicaciones.
- Los cordones de interconexión (Patch cords) utilizados en las áreas de trabajo y en el armario de telecomunicaciones no deben ser más largos que 5 m.
- En conjunto entre los cordones de interconexión y cable de distribución horizontal no debe exceder una distancia de 100m de punta a punta.

Los cables reconocidos para la distribución horizontal son:

- UTP o STP de 100Ω y cuatro pares.
- Fibra óptica multimodo de 50/125 μm.
- Fibra óptica multimodo de 62.5/125 μm.

El segundo de los conectores del área de trabajo debe estar conectado a algunos de los siguientes tipos de cables:

- UTP de 100 Ω y cuatro pares, de categoría 5e o superior.
- 2 cables de Fibra óptica multimodo de 50/125 μm.
- 2 cables de Fibra óptica multimodo de 62.5/125 μm.

#### *1.6.5.4.7 Cálculo del cableado [23] [24]*

Para realizar un estimado del cableado se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Dimensiones de los ductos.
- Determinación del tipo de cable.
- Cálculo de longitud del cable.
- Determinación de número y tipo de tomas.

El cálculo promedio de la longitud por cada punto de red puede establecerse de la siguiente manera:

- Longitud media = (longitud máxima + longitud mínima) / 2 + 10% holgura<sup>4</sup>
- Añadir holgura de terminación (0,5 m – Áreas de Trabajo; 2 m – Cuarto de Telecomunicaciones)

#### 1.6.5.4.8 Área de trabajo [10] [8] [11] [12]

Son los espacios donde se ubicarán los lugares habituales de trabajo o sitios donde se requiera el equipamiento de telecomunicaciones.

Las áreas de trabajo incluyen todo lugar al que deba conectarse computadoras, teléfonos, cámaras de video, sistemas de alarmas, impresoras, relojes de personal, etc.

Se recomienda que la distancia del cordón de interconexión no supere los 5 m.

Los cables UTP son terminados en los conectores de telecomunicaciones en “jacks” modulares de 8 contactos, en los que se admiten dos tipos de conexiones, llamados T568A y T568B. Esta denominación no debe confundirse con el nombre de la norma ANSI/TIA/EIA 568-A o ANSI/TIA/EIA 568-B. La norma actualmente vigente es la ANSI/TIA/EIA 568-B, en la que se admiten dos formas de conectar los cables en los conectores modulares.

Estas dos formas de conexión son las que se denominan T568A y T568B.

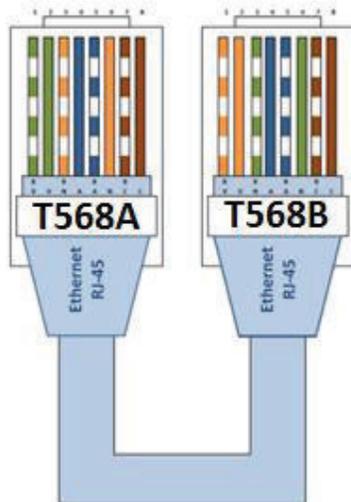


Figura 22 - Norma T568-A y T568-B [25]

<sup>4</sup> Holgura [12]: Dimensión superior a la necesaria o conveniente.

*Interface RJ-45* [21]. - RJ-45 es la interfaz de conexión entre DTE<sup>5</sup> y DCE<sup>6</sup> de un sistema de comunicación o entre dos dispositivos intermedios en cualquier parte de la red. Por lo general usa el cable UTP u otros tipos de pares trenzados. Para los cables como UTP se define diferentes categorías que son también heredadas por los conectores. Por tanto, para la implementación de dichos conectores se debe especificar la categoría del cable.

Proporciona la terminación para cables calibre 22 AWG<sup>7</sup> ~ 26 AWG, según la T568-A/B.



**Figura 23 - Patch Cord [26]**



**Figura 24 - Conector RJ-45 [27]**

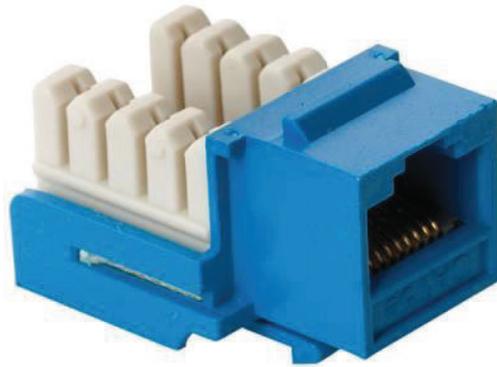
*Jacks RJ-45* [28]. - Funciona como una interfaz física usada para conectar redes de cableado estructurado de alto desempeño, contiene 8 pines de configuración sencilla, concentrados en las áreas de trabajo y en los puntos de consolidación para aplicaciones en 10/100/1000Base-T. (IEEE 802.3ab).

---

<sup>5</sup> Equipos terminales de Datos (DTE) [12]: a los equipos terminales o finales. Ejemplos: Computadores, Impresoras, etc.

<sup>6</sup> Equipo de terminación del circuito de datos (DCE) [12]: Dispositivo que participa en la comunicación entre dos dispositivos, pero que no es receptor final ni emisor original de los datos que forman parte de esa comunicación. Ejemplo: Switch.

<sup>7</sup> AWG [12]: Calibre de Alambre Estadounidense (en inglés American Wire Gauge o AWG) es una referencia de clasificación de diámetros.



**Figura 25- Jack RJ-45 [29]**

*Face Plate.* - Son cubiertas plásticas utilizadas en conjunto con los Jacks RJ-45 que se instalan sobre los cajetines en las paredes, permitiendo que los puntos de red queden ubicados de manera natural y de esta manera se pueda establecer el enlace entre el Dispositivo Terminal con la red de datos. Los Face Plates pueden ser simples dobles o más, dependiendo las necesidades.



**Figura 26 - Face Plate [30]**

*Cajetines.* - Son cajas comúnmente de policarbonato que permiten ajustar el Face Plate hacia la pared, proporcionando estabilidad.



**Figura 27- Cajetín [31]**

#### 1.6.5.5 ANSI/TIA/EIA-568-C.2

El estándar ANSI/TIA/EIA-568-C.2 especifica las características de los componentes del SCE, así como, mecánicas, eléctricas y de transmisión.

El estándar reconoce las siguientes categorías de cables:

CATEGORÍA 3	Aplica a cables UTP de 100 $\Omega$ y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 16 MHz de ancho de banda
CATEGORÍA 4	Aplicaba a cables UTP de 100 $\Omega$ y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 20 MHz de ancho de banda. Sin embargo, esta categoría ya no es reconocida en el estándar
CATEGORÍA 5	Aplicaba a cables UTP de 100 $\Omega$ y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 100 MHz de ancho de banda. Sin embargo, esta categoría ha sido sustituida por la 5e, y ya no es reconocida en el estándar
CATEGORÍA 5E	Aplica a cables UTP de 100 $\Omega$ y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 100 MHz de ancho de banda. Se especifica para esta categoría parámetros de transmisión más exigentes que los que aplicaban a la categoría 5
CATEGORÍA 6	Aplica a cables UTP de 100 $\Omega$ y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 200 MHz de ancho de banda. Se especifica para esta categoría parámetros de transmisión hasta los 250 MHz
CATEGORÍA 6A	La categoría 6A fue estandarizada, en marzo de 2008, en la recomendación TIA 568-B.2-10. Aplica a cables UTP de 100 $\Omega$ y sus componentes de conexión, soportando aplicaciones de hasta 500 MHz de ancho de banda, diseñado para 10 Giga bit Ethernet. Fue incluida dentro de la recomendación 568-C.

**Tabla 3 - Estándares reconocidos 568-C2 [11]**

#### 1.6.5.5.1 Características mecánicas del cable, para el cableado horizontal

- El diámetro del cable no puede superar los 1.22mm.
- Los cables deben ser de 4 pares únicamente. No se admiten para el cableado horizontal cables de más o de menos pares. Para el Back-Bone si se admiten cables “multipares”.
- Los colores de los cables son de la siguiente manera:

PAR 1	AZUL	BLANCO	AZUL
PAR 2	NARANJA	BLANCO	NARANJA
PAR 3	VERDE	BLANCO	VERDE
PAR4	MARRÓN	BLANCO	MARRÓN

Tabla 4 - Colores de Cable UTP [11]

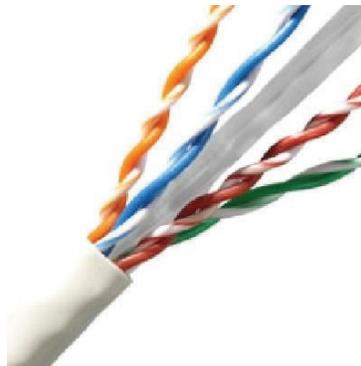


Figura 28 - Cable UTP [2]

- El diámetro completo del cable debe ser menor a 6.35mm.
- Debe admitir una tensión de 400 N.
- Deben permitir un radio de curvatura de 25.4 mm (1”) sin que los forros de los cables sufran ningún deterioro.

#### 1.6.5.5.2 Características eléctricas de los cables en cableado horizontal

La resistencia en corriente continua no puede exceder los 9.38  $\Omega$  por cada 100 a 20 °C.

- La diferencia de resistencias entre dos conductores del mismo par no puede superar en ningún caso un 5%.
- La capacitancia mutua de cualquier par de cables, medida a 1 kHz no puede exceder los 6.6 nF en 100 m de cable para Categoría 3 y 5.6 nF en 100 m de cable para Categoría 5e.

- La capacitancia desbalanceada, entre cualquier cable y tierra, medida a 1 kHz, no puede exceder los 330 pF en 100 m de cable.
- La impedancia característica del cable debe ser de  $100 \Omega \pm 15\%$  en el rango de las frecuencias de la categoría del cable.

*1.6.5.5.3 Características de transmisión de los cables para cableado horizontales [8], [11]*

El estándar nos presenta tablas acerca de los diversos parámetros de la transmisión. Los parámetros que se analizan en una transmisión son:

- Atenuación: se denomina atenuación de una señal, sea ésta acústica, eléctrica u óptica, a la pérdida de potencia sufrida por la misma al transitar por cualquier medio de transmisión. Suele expresarse en decibelios.
- Pérdida por retorno: Los cables UTP tienen una impedancia característica de 100 ohm. Sin embargo, esta impedancia depende de la geometría del cable y de los cambios de medio. A frecuencias altas, los cables se comportan como líneas de transmisión, y, por lo tanto, pueden aplicarse los mismos conceptos. Las ondas incidentes en una línea de transmisión pueden verse reflejadas debido a diferencias de impedancias.
- Diafonía o “Cross-Talk”: se dice que entre dos circuitos existe diafonía, denominada en inglés crosstalk (XT), cuando parte de las señales presentes en uno de ellos, considerado perturbador, aparece en el otro, considerado perturbado. La diafonía, en el caso de cables de pares trenzados se presenta generalmente debido a acoplamientos magnéticos.
- ACR (Attenuation Crosstalk Ratio): El parámetro ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio) se define como la diferencia (medida en dB) de la atenuación y la diafonía, y es una medida de la relación señal a ruido en el extremo receptor del cable.
- Retardo por propagación: El retardo de propagación es el tiempo que consume una señal en viajar desde un extremo al otro de un enlace. Se mide en ns (nano segundo), y depende levemente de la frecuencia. El estándar especifica los retardos aceptables en función de la frecuencia para cada categoría de cable.

- **Diferencias de retardo de Propagación:** La diferencia de retardos o Delay Skew, mide la diferencia de retardos entre el par más rápido y el par más lento. El estándar establece los límites máximos posibles.

#### **1.6.5.6 ANSI/TIA/EIA-568-C.3**

Este estándar especifica las características de los componentes y los parámetros de transmisión para un SCE de fibra óptica. Para fibras tipo multimodo de 50/125  $\mu\text{m}$  y 62.5/125  $\mu\text{m}$ , y fibras de tipo monomodo.

#### **1.6.6 ANSI/TIA/EIA-606 [32]**

##### **ESTÁNDAR DE ADMINISTRACIÓN PARA LA INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES DE EDIFICIOS COMERCIALES**

El objetivo del estándar ANSI/TIA/EIA-606 es proporcionar un esquema de administración uniforme independientemente de las aplicaciones ya que éstas pueden variar durante la vida útil de la instalación. Este estándar proporciona directrices y opciones de clase de gestión para el mantenimiento de la infraestructura de telecomunicaciones. Se clasifican en cuatro clases:

*Clase 1:* Empleada en la administración de edificios con la premisa de que se sirvan de un Cuarto de Equipos siendo éste el único espacio de telecomunicaciones, donde además no haya Cableado de Back-Bone. En general se trata de vías de cableado simples que generalmente son capaces de ser entendidas intuitivamente sin necesidad de ser habitualmente administradas. En caso de no caer en esta categoría se usa la siguiente clase o una superior.

*Clase 2:* Empleada en la administración de la infraestructura de telecomunicaciones de un edificio o de un arrendatario que se sirve de uno o varios espacios de telecomunicaciones (un Cuarto de Equipos con uno o más espacios de Telecomunicaciones) dentro de un mismo edificio. La Clase 2 incluye todos los elementos de la Clase 1, además de identificadores para el

cableado Back-Bone, elementos de puesta a tierra y sistemas Bonding<sup>8</sup> y firestopping<sup>9</sup>.

*Clase 3:* Empleada para necesidades en campus, incluyendo sus edificios y elementos de planta exterior. La administración Clase 3 incluye todos los elementos de la administración Clase 2, con identificadores adicionales para los edificios del campus. Se recomienda la administración de las vías y espacios de construcción y elementos fuera de la planta.

*Clase 4:* Empleada para necesidades en sistemas multi-sitio. La administración Clase 4 incluye todos los elementos de la administración Clase 3, además de un identificador para cada sitio, y los identificadores opcionales para los elementos inter-campus, tales como las conexiones de red de área amplia. Para los sistemas de misión crítica<sup>10</sup>, grandes edificios o edificios multi-usuarios, se recomienda la administración de las vías, espacios y elementos de planta exterior.

Además de sus clasificaciones es necesario tener presente las siguientes consideraciones:

- A cada componente de la infraestructura de telecomunicaciones se asigna una "etiqueta" única que une el componente a su registro correspondiente.
- Los registros contienen información sobre o están relacionados con un componente específico.
- Todos los registros contienen la información necesaria, los vínculos necesarios, información opcional y otros vínculos.
- Los vínculos son considerados como la conexión "lógica" entre identificadores y registros, así como la vinculación de un registro a otro.
- Los informes son el medio por el que se comunica la información sobre una infraestructura de telecomunicaciones. Un informe puede consistir

---

<sup>8</sup> Bonding Systems [62]: Forma intencionada de conectar eléctricamente todos los elementos metálicos expuestos no diseñados para el transporte de energía eléctrica en una habitación o edificio como protección contra descargas eléctricas.

<sup>9</sup> Firestopping [63]: Sistemas con el propósito de aislar y contener el fuego en un área lo más pequeña posible sin la ayuda de un sistema secundario.

<sup>10</sup> Misión Crítica [62]: Procesos que son críticos para una organización donde cualquier problema en su desempeño puede causar pérdidas incalculables.

en un registro individual, un grupo de registros, o partes seleccionadas de uno o más registros.

- La etiqueta utilizada debe ser seleccionada para asegurar que los identificadores son fácilmente legibles y deben ser resistentes a las condiciones ambientales. Todas las etiquetas deben ser impresas o generadas por un dispositivo mecánico.

### 1.6.7 ANSI/TIA/EIA-607

#### TIERRAS Y ATERRAMIENTOS PARA LOS SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES DE EDIFICIOS COMERCIALES

El estándar ANSI/TIA/EIA-607 tiene como propósito brindar los criterios de diseño e instalación de las tierras y del sistema de aterramiento para edificios comerciales, con o sin conocimiento previo de los sistemas de telecomunicaciones que serán instalados. Además, este estándar incluye recomendaciones acerca de las tierras y sistemas de aterramiento para las torres y las antenas.

Entre sus principales componentes de aterramiento se puede mencionar:

- TMGB (Barra principal de tierra para telecomunicaciones)
- TGB (Barras de tierra para telecomunicaciones)
- TBB (Back-Bone de tierras)

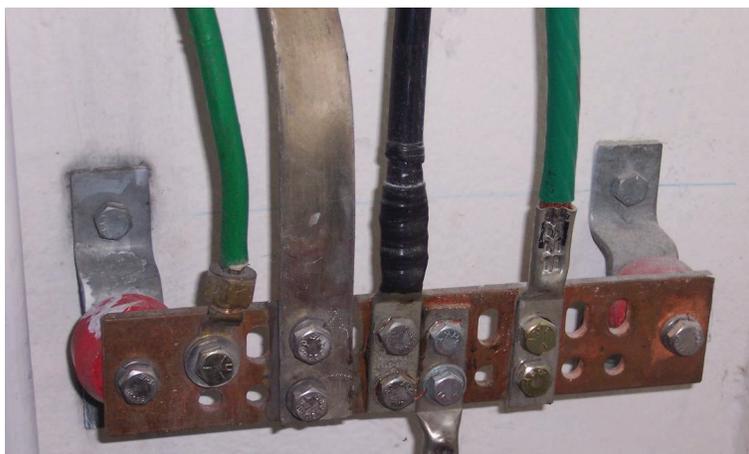


Figura 29 - TMGB (Barra Principal de Tierra para telecomunicaciones) [11]

## 1.7 REDES INALÁMBRICAS [33] [4] [34]

Una Red Inalámbrica, como la WLAN (Wireless local area network), es un sistema de comunicación inalámbrica flexible, muy utilizada como alternativa a las redes de área local cableada o como extensión de estas. Usan tecnologías de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios, al minimizar las conexiones cableadas. Actualmente las WLAN se encuentran ampliamente difundidas casi en todas partes.

Entre las diversas características de las redes inalámbricas WLAN se mencionan las siguientes:

- Permiten al usuario la movilidad del dispositivo a lo largo de la zona de cobertura.
- El hecho de necesitar muy pocas conexiones por cables o en ocasiones de ninguna, hace que los costos de los componentes sean económicos.
- Su tiempo de instalación es más corto debido a que no es necesario la instalación de tantos cables, canalizaciones, etc.
- Las personas pueden estar conectadas en cualquier momento y en cualquier lugar.

### 1.7.1 NORMAS Y ESTÁNDARES DE LAS REDES INALÁMBRICAS [4] [35] [35]

Las LAN inalámbricas 802.11 es un estándar de IEEE que definen como se utiliza la radiofrecuencia (RF) en las bandas sin licencia de frecuencia médica, científica e industrial (ISM) para la Capa Física y sub capa Mac.

Wi-Fi es una marca de la Wi-Fi Alliance, la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen las normas 802.11 relacionados a redes inalámbricas de área local.

#### 1.7.1.1 Estándar IEEE 802.11a

El IEEE 802.11a, adoptó la técnica de modulación, Acceso Múltiple por División de Frecuencias Ortogonales (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing, OFDM) y utiliza la banda de los 5 GHz.

Es menos propensa a sufrir interferencia por equipos que operan en la banda de 2,4 GHz ya que existen menos dispositivos comerciales que utilizan la

banda de los 5 GHz. Opera a una velocidad máxima teórica de 54 Mbps y en ambientes reales, a una velocidad aproximadamente de 20 Mbps. Además, presenta una ventaja ya que, a frecuencias más altas sus antenas son más cortas.

La desventaja de trabajar con frecuencias altas se refleja en el aumento del índice de absorción por parte de obstáculos y esto puede ocasionar un bajo rendimiento del 802.11a debido a los obstáculos.

#### **1.7.1.2 Estándar IEEE 802.11b**

El IEEE 802.11b tiene una velocidad máxima de transmisión de 11Mbps y trabaja en la banda de los 2,4 GHz. Utiliza el protocolo de Acceso Múltiple con Escucha de Portadora y Evasión de Colisiones (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, CSMA/CA). Debido al espacio ocupado por la codificación del protocolo CSMA/CA, en la práctica, la velocidad máxima de transmisión con este estándar es de aproximadamente 5,9 Mbps sobre TCP y 7,1 Mbps sobre UDP.

#### **1.7.1.3 Estándar IEEE 802.11g**

El IEEE 802.11g es la evolución del 802.11b, y también trabaja en la banda de los 2,4 GHz, pero opera a una velocidad teórica de 54 Mbps, que en promedio es de 22,0 Mbps de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar 802.11a.

#### **1.7.1.4 Estándar IEEE 802.11n**

A diferencia de las otras versiones de Wi-Fi, 802.11n puede trabajar en dos bandas de frecuencias: 2,4 GHz (la que emplean 802.11b y 802.11g) y 5 GHz (la que usa 802.11a). Gracias a ello, 802.11n es compatible con dispositivos basados en todas las ediciones anteriores de Wi-Fi.

Gracias a la tecnología MIMO (Multiple Input – Multiple Output), que permite utilizar varios canales a la vez para enviar y recibir datos por la incorporación de varias antenas, permite una tasa teórica máxima de 248 Mbps.

### 1.7.1.5 Estándar 802.11i

Está encaminado a combatir las vulnerabilidades actuales en la seguridad para protocolos de autenticación y codificación para redes inalámbricas. El estándar abarca los protocolos 802.1x, TKIP (Protocolo de Claves Integra – Seguras – Temporales), y AES (Advanced Encryption Standard, Estándar de Cifrado Avanzado). Se implementa en Wi-Fi Protected Access (WPA2). WPA2 fue creado para corregir las vulnerabilidades detectadas en WPA.

## 1.8 DISPOSITIVOS ACTIVOS DE CONECTIVIDAD [4] [12] [36]

### 1.8.1 SWITCH

En redes, los dispositivos de interconexión tienen dos ámbitos. En un nivel primario se encuentran los Routers, que se encargan de la interconexión de las redes. En un segundo nivel se encuentran los Switches, que son los encargados de la interconexión de equipos dentro de una misma red, o también llamados conjuntamente con el Sistema de Cableado Estructurado, lo que constituyen las redes de área local o LAN.

Un switch o conmutador es un dispositivo que opera en la capa de enlace de datos según el modelo OSI, el cual es utilizado para conectar equipos en red formando lo que se conoce como una red de área local o LAN.

Actualmente las redes LAN siguen el estándar Ethernet, donde se utiliza una topología en estrella y el switch es el elemento central de esta topología.

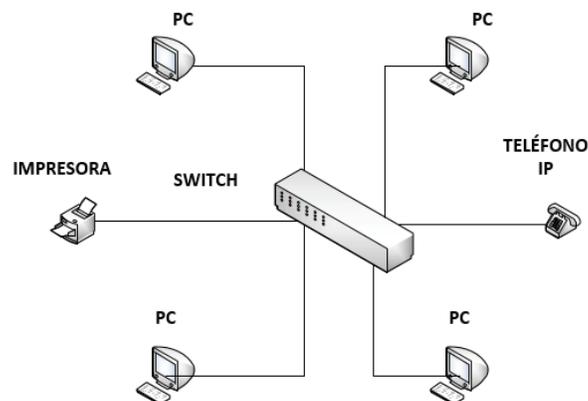


Figura 30 - Red LAN

Entre las funcionalidades que presenta un switch están:

- La función es la de interconectar dos o más segmentos de red, intercambiando datos entre segmentos de acuerdo a su dirección MAC<sup>11</sup>.
- Poseen la capacidad de aprender y almacenar las direcciones de la capa de red (direcciones MAC)

VLAN (red de área local virtual), es un método para crear redes lógicas independientes dentro de una misma red física. En un único conmutador pueden coexistir varias VLAN.

Una VLAN consiste en dos o más redes de computadoras que se comportan como si estuviesen conectados al mismo conmutador, aunque se encuentra físicamente en diferentes segmentos de red de área local.



**Figura 31 - SWITCH CISCO 2960 [37]**

### **1.8.2 PUNTO DE ACCESO**

Un Access Point o Punto de Acceso (AP) permite integrar a los dispositivos de una red Inalámbrica en una LAN cableada, como si éstos se encontraran conectados físicamente a la LAN.

Las interfaces de red de un AP son dos: una por cable y otra inalámbrica.

Entre las principales funciones de un AP se mencionan las siguientes:

- Un AP es gestionado por un controlador de la WLAN, para que puedan conectarse a este, estaciones inalámbricas.
- Cualquier estación que requiera conectarse a la WLAN mediante el AP, deberá conocer los parámetros de acceso.

---

<sup>11</sup> Las direcciones MAC [12] (media Access control) es un identificador de 48 bits divididos en 6 bloques hexadecimales que corresponden a una única tarjeta o dispositivo de red, como, por ejemplo: F0:E1:D2:C3:B4:A5.

- Las estaciones que establezcan conexión a la WLAN a través del AP podrán acceder a los recursos de la LAN cableada, conforme se les haya autorizado dentro de la misma.
- Cuando un dispositivo de la WLAN transmite información a otro de la WLAN o de la LAN, envía la información al AP y este la reenvía hacia el dispositivo destino correspondiente basándose en su dirección física o MAC.

## 1.9 DIRECCIONAMIENTO IP [4] [34]

### 1.9.1 DIRECCIONAMIENTO IPV4

En internet cada host y cada ruteador tienen asociada una dirección IP. Dicha dirección IP no identifica una máquina, sino una interfaz de red, por tanto, una máquina puede tener tantas direcciones IP como interfaces de red tenga. Una dirección IP está formada por 32 bits, representado como cuatro números decimales separados entre sí por un punto (ejemplo: 172.31.4.121).

Una dirección IP está formada por dos partes:

- Dirección de red (ID net): Identifica una red
- Dirección de host (ID host): Identifica un host en esa red

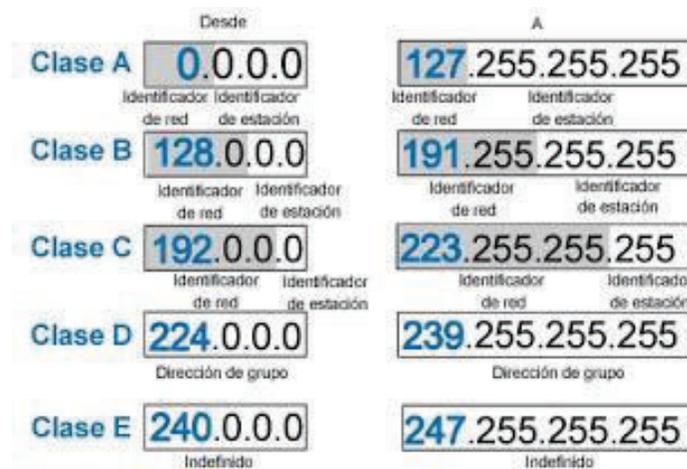


Figura 32- Dirección IP Clase A, B, C, D y E [38]

Dependiendo del número de bits que se utilice para interpretar el número de red y de host, las direcciones IP se agrupan en clases. Existe cinco tipos,

recibiendo el nombre de Clase A, B, C, D y E; siendo las dos últimas de uso experimentales y no utilizadas en la práctica.

- Clase A: Las direcciones de clase A, contienen 8 bits para direccionar la parte de red y 24 bits para direccionar la parte de host. Además, el primer bit de la dirección de red siempre ha de valer 0.
- Clase B: Las direcciones de clase B, contienen 16 bits para la parte de red y 16 bits para la parte de host. Además, los dos primeros bits de la dirección de red siempre tienen que valer 10.
- Clase C: Las direcciones de clase C, contienen 24 bits para la parte de red y 8 bits para la parte de host. Además, los tres primeros bits de la dirección de red siempre tienen que valer 110.
- Clase D: Las direcciones de clase D, contienen 8 bits para la parte de red y 24 bits para la parte de host. Además, los cuatro primeros bits de la dirección de red siempre valen 1110.
- Clase E: Las direcciones de clase E, contienen 8 bits para la parte de red y 24 bits para la parte de host. Además, los cuatro primeros bits de la dirección de red siempre valen 1111.

VLSM (Variable Length Subnet Mask, máscaras de subred de tamaño variable), se emplea cuando subredes dentro de una misma red requieren máscaras de diferente longitud.

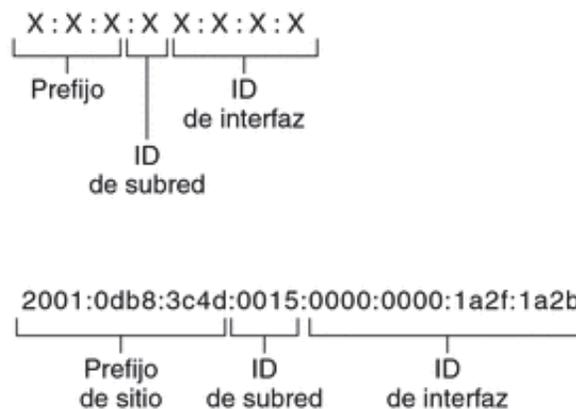
### 1.9.2 DIRECCIONAMIENTO IPV6 [39]

Las direcciones IPv6 se asignan a interfaces en lugar de a nodos, teniendo en cuenta que en un nodo puede haber más de una interfaz. Asimismo, se puede asignar más de una dirección IPv6 a una interfaz. IPv6 abarca tres clases de direcciones:

- *Unidifusión*: Identifica una interfaz de un solo nodo.
- *Multidifusión*: Identifica un grupo de interfaces, en general en nodos distintos. Los paquetes que se envían a una dirección multidifusión se dirigen a todos los miembros del grupo de multidifusión.
- *Difusión por proximidad*: Identifica un grupo de interfaces, en general en nodos distintos. Los paquetes que se envían a una dirección de difusión

por proximidad se dirigen al nodo de miembros del grupo de difusión por proximidad que se encuentre más cerca del remitente.

Una dirección IPv6 tiene un tamaño de 128 bits y se compone de ocho campos de 16 bits, cada uno de ellos unidos por dos puntos. Cada campo debe contener un número hexadecimal, a diferencia de la notación decimal con puntos de las direcciones IPv4.



**Figura 33- Formato básico de las direcciones IPv6 [39]**

Los tres campos que están más a la izquierda (48 bits) contienen el prefijo de sitio. El prefijo describe la topología pública que el ISP (Proveedor de Servicio de Internet) o el RIR (Regional Internet Registry, Registro Regional de Internet) suelen asignar al sitio.

El campo siguiente lo ocupa el ID de subred de 16 bits que usted (u otro administrador) asigna al sitio. El ID de subred describe la topología privada, denominada también topología del sitio, porque es interna del sitio.

Los cuatro campos situados más a la derecha (64 bits) contienen el ID de interfaz, también denominado token. El ID de interfaz se configura automáticamente desde la dirección MAC de interfaz o manualmente en formato EUI-64<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> EUI-64: El identificador de interfaz de 64 bits se deriva comúnmente de los 48 bits de la dirección MAC.

## 1.10 SERVICIOS DE RED

### 1.10.1 INTERNET E INTRANET [21]

Muchas corporaciones se han planteado la utilización de la tecnología Internet en la propia red de área local. La aplicación de los métodos y tecnologías de Internet en el ámbito local convierte a la LAN en una Intranet.

La utilización de diversas tecnologías, lenguajes de programación o plataformas que soporten aplicaciones, hacen que las aplicaciones web sean muy complicadas desde el punto de vista de la instalación y de los protocolos de red que utilizan, pero a cambio facilitan la interoperabilidad y la flexibilidad.

La tecnología Intranet implica la utilización de las tecnologías propias de Internet en la propia red local, para lo cual en una Intranet son necesarios los siguientes elementos:

- *Una red local:* La red de área local debe correr al menos el protocolo TCP/IP básico en las tecnologías de Internet, de tal manera faciliten el acceso a los servidores de la LAN, así como la instalación de sistemas que resuelvan los nombres de la red, como por ejemplo un sistema DNS<sup>13</sup>, o cualquier otro que haga más cómodo el acceso a los diferentes recursos a todos los usuarios, sin necesidad de memorizar una lista de direcciones IP.
- *Clientes de red:* Todos los clientes que tengan acceso a la Intranet necesitan del protocolo TCP/IP, además de un navegador.
- *Servidores de red:* Los servidores de Intranet son los proveedores de servicios telemáticos<sup>14</sup> en la red de área local: WEB, FTP, DHCP, etc.
- *Configuración del sistema:* Es necesario establecer el diseño de la ubicación de documentos, estructura jerárquica en forma de páginas que permitan la navegación y la definición de los permisos de acceso a cada una de ellas por parte de cada uno de los usuarios.

---

<sup>13</sup> Domain Name System o DNS: Su función más importante es traducir nombres inteligibles para las personas en identificadores binarios asociados con los equipos conectados a la red, esto con el propósito de poder localizar y direccionar estos equipos mundialmente.

<sup>14</sup> Servicios telemáticos: Son aquellos que, utilizando como soporte servicios básicos, permiten el intercambio de información entre terminales con protocolos establecidos para sistemas de interconexión abiertos.

### 1.10.2 SERVIDOR DHCP [36]

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol, Protocolo de Configuración Dinámica de Estación) es un protocolo cliente-servidor utilizado en redes TCP/IP para proporcionar la configuración de los parámetros de red a un equipo, es decir, una dirección IP, una máscara de red, la dirección IP de la puerta de enlace y la dirección IP de un servidor DNS. Para utilizar este servicio debe existir un equipo que funcione como servidor DHCP, donde se configurarán los parámetros de red que se proporcionan a todos los equipos que lo soliciten. Los equipos que solicitan una dirección IP se consideran clientes del servicio. DHCP utiliza el protocolo UDP en el nivel de transporte. El servidor lleva a cabo sus comunicaciones por el puerto 67 y los clientes utilizan el puerto 68. Para solicitar una configuración de red a un servidor DHCP se envía una solicitud utilizando la dirección IP de broadcast genérica 255.255.255.255 o la dirección de broadcast de la subred. La asignación de los parámetros de red es dinámica. Esto implica que las asignaciones son temporales, es decir, se asigna un tiempo de validez y transcurrido el mismo se deben renegociar los parámetros de red.

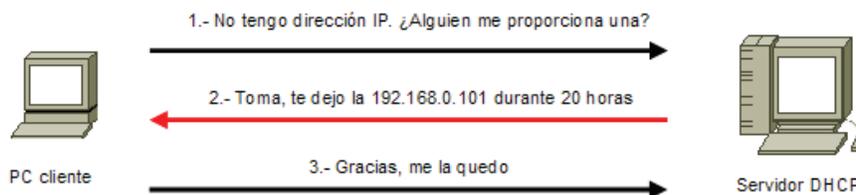


Figura 34- Solicitud cliente- servidor DHCP [40]

### 1.10.3 TRANSMISIÓN DE VOZ

La transmisión de voz sobre IP, también llamado voz IP, vozIP o VoIP, es un conjunto de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando el protocolo IP (Protocolo de Internet). Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital, en paquetes de datos, en lugar de enviarla en forma analógica, a través de circuitos utilizables sólo por telefonía convencional. El término define normas, protocolos y dispositivos que permiten que la voz viaje a través del protocolo IP.

## **CAPÍTULO II: REQUERIMIENTOS DE LA RED LAN**

En el presente capítulo se establecerá la problemática actual de la EPN-TECH, la determinación de sus áreas de trabajo, así como un análisis comparativo entre diferentes proveedores de componentes activos, como de Cableado estructurado existentes en el mercado. Además, se describirá brevemente los servicios que provee la Polired<sup>15</sup> de la Escuela Politécnica Nacional (EPN).

### **2.1 DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS CON LAS NECESIDADES DE ACCESO A LA RED CABLEADA E INALÁMBRICA**

#### **2.1.1 ANTECEDENTES**

La Empresa Pública de Gestión de Servicios y Productos de Proyectos de Investigación de la Escuela Politécnica Nacional (POLI-TECH-EP o EPN-TEHC); es la encargada de la administración y la gestión logística, operativa y comercial de los servicios y los productos de proyectos de investigación, las adquisiciones, la ejecución de obras y la prestación de servicios, la consultoría especializada, la administración de los bienes muebles e inmuebles y las diferentes operaciones comerciales y de negocios que supongan una relación y vinculación de base comercial con entes externos a la EPN y con la EPN.

La Empresa Pública EPN-TECH estará ubicada en el campus Rubén Orellana de la Escuela Politécnica Nacional, en la Planta Baja del Edificio de Abastecimientos, Facultad de Ciencias.

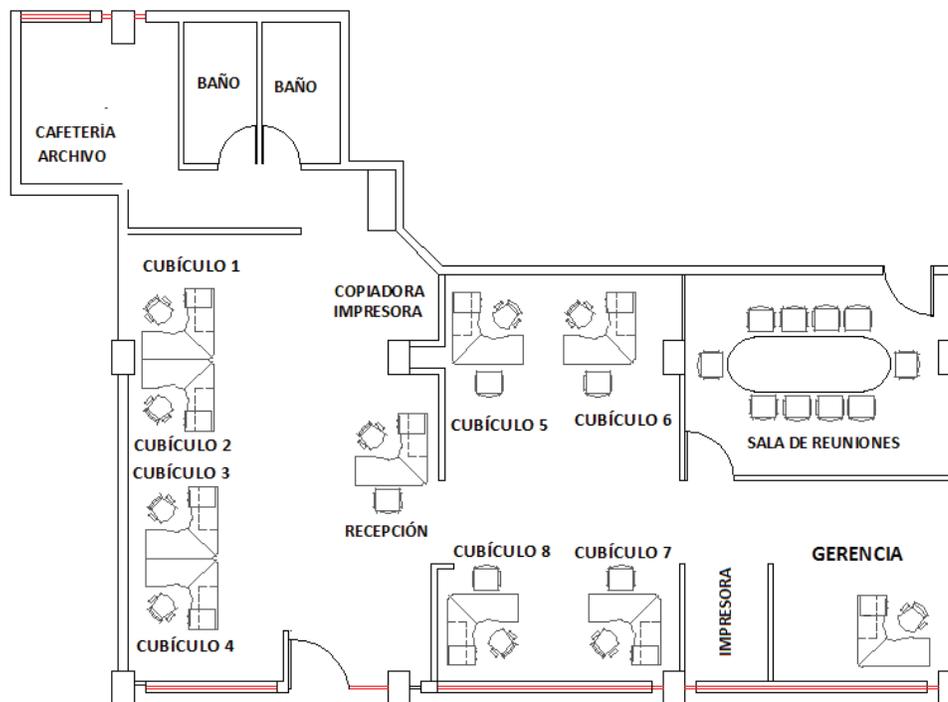
---

<sup>15</sup> Polired: Denominación a la red de datos de la Escuela Politécnica Nacional establecida por la Dirección de Gestión de la Información y Procesos.



**Figura 35- Edificio de Abastecimientos, Facultad de Ciencias**

Una vez finalizados los trabajos de obras civiles en la planta baja del Edificio de la Facultad de Ciencias, se distribuirá las áreas de trabajo según el diseño arquitectónico de la siguiente manera.



**Figura 36 - Distribución de espacios EPN-TECH**

### 2.1.2 NECESIDADES

La problemática de la empresa Pública EPN-TECH, es la falta de un Red LAN, para lo cual se plantea la implementación de un diseño que satisfaga a las necesidades de conectividad con la Polired de la EPN.

La Figura 36 describe las áreas en las que se distribuirá las oficinas de la EPN-TECH. El lugar necesita de una red LAN que permita la interoperabilidad y compartición de recursos tanto internos como externos a la red institucional para cada usuario. La red institucional de la Escuela Politécnica Nacional (EPN) se la llama Polired.

Entre las necesidades que tiene la EPN-TECH podemos mencionar las siguientes:

- Cada estación de trabajo deberá contar con un punto de red para cada computador.
- Es necesario que los lugares donde se ubicarán los equipos de impresión cuenten con un punto de red para que todos los usuarios cuenten con este recurso.
- Es indispensable que todos los usuarios de las instalaciones cuenten con acceso a la red inalámbrica por lo que es necesario la implementación de un Punto de Acceso (Access Point, AP), ya que hoy en día en un ámbito de negocios es importante tener conexión a la red en todo momento.
- Los dispositivos pertenecientes a la red LAN de la EPN-TECH podrán acceder a los servicios que proporciona la POLIRED tanto de Intranet como Internet, así como los recursos compartidos de la LAN (ejemplo: Impresoras, carpetas compartidas).

Dados los antecedentes y necesidades de la empresa Pública POLI-TECH-EP, en el siguiente subcapítulo se procede a realizar la determinación de las áreas de trabajo que requieren conectividad, así como los componentes que intervendrán tanto en el SCE como en la red Activa.

## **2.2 RED PASIVA (SCE)**

### **2.2.1 DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE RED**

La ubicación de los puntos de red depende del diseño arquitectónico que se realizó en las nuevas instalaciones de la EPN-TECH. Los puntos de red deberán estar instalados uno por cada estación de trabajo. Además de lo mencionado, es necesario tomar en cuenta el punto de red al cual se conectará

el Access Point (AP), que deberá estar colocado en un lugar donde permita la mayor accesibilidad posible en todo el lugar.

A continuación, se presenta el plano arquitectónico de la ubicación de las estaciones de trabajo y los espacios requeridos en la EPN-TECH.

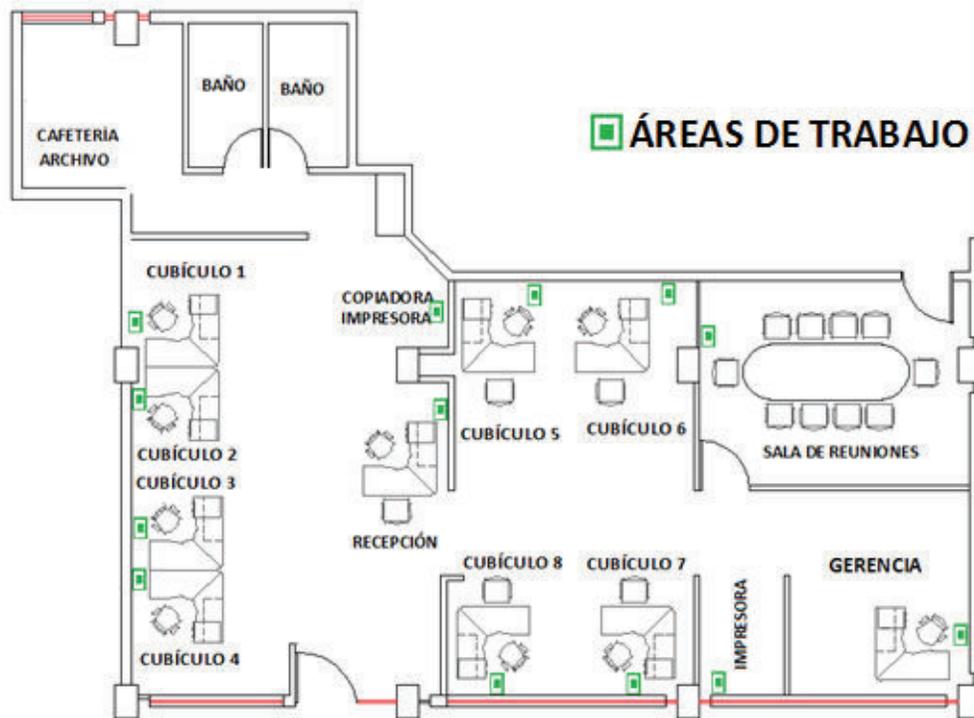


Figura 37 - Determinación de las Áreas de Trabajo

LUGARES	PUNTOS DE RED
RECEPCIÓN	1
GERENCIA	1
CUBÍCULO	8
SALA DE REUNIONES	1
IMPRESORA	2
AP	1

Tabla 5 - Determinación de Puntos de Red para las Áreas de Trabajo

## 2.2.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO ENTRE AL MENOS TRES MARCAS

De los diferentes componentes a utilizar en un SCE es necesario realizar un análisis comparativo entre los diferentes fabricantes presentes en el mercado,

principalmente en el cable que se utilizará, lo que permitirá tener una visualización de las alternativas existentes y cuales se adaptarían a las necesidades al presente proyecto.

#### 2.2.2.1 Cable UTP Categoría 6 NEXXT SOLUTIONS [41]



Figura 38 - Cable UTP Cat. 6 NEXXT [41]

Cable UTP categoría 6, compuesto de 4 pares de hilos de cobre trenzados, calibre 23 (AWG), creado para máxima velocidad en aplicaciones de transmisión de datos. Elaborado conforme a los más altos estándares de transmisión de datos de redes LAN. Las configuraciones de sus pares trenzados garantizan su óptimo desempeño, el cual cumple además con las normas eléctricas y de telecomunicaciones pertinentes a nivel mundial, tales como ANSI/TIA/EIA 568C.2 e ISO/IEC 11801<sup>16</sup>. Es ideal para toda clase de instalación de cableado estructurado. Cada caja contiene un rollo de 305 m (1000 pies) de cable.

---

<sup>16</sup>ISO/IEC 11801 [12]: El estándar internacional especifica sistemas de cableado para telecomunicación de multipropósito cableado estructurado que es utilizable para un amplio rango de aplicaciones (análogas y de telefonía ISDN, varios estándares de comunicación de datos, construcción de sistemas de control, automatización de fabricación). Cubre tanto cableado de cobre balanceado como cableado de fibra óptica.

### 2.2.2.2 Cable UTP Categoría 6 PANDUIT [42]



Figura 39 - Cable UTP Cat. 6 PANDUIT [42]

El Cable de Cobre Categoría 6 UTP cumple con los Estándares de Canal ANSI/TIA-568-C.2 Categoría 6 e ISO 11801. Los conductores de cobre son 24AWG son aislados mediante polietileno de alta densidad HDPE. Los conductores de cobre están trenzados por pares, separados por una cinta divisora y envueltos todos ellos por una cubierta LSZH o de PVC (CM o CMR).

### 2.2.2.3 Cable UTP Categoría 6 FURUKAWA [43]



Figura 40 - Cable UTP Cat. 6 FURUKAWA [43]

Cable que consta de 4 conductores de 23AWG aislados con polietileno de alta densidad, recubierto con película de poliéster metalizado (AL/PET), revestimiento interior en compuesto retardante de fuego y revestimiento

exterior en grado industrial de TPU (poliuretano termoplástico), TPU LSZH (libre de halógenos y baja emisión de humos) o PVC (policloruro de vinilo) ignífugo clase 105°.

A continuación, se presenta un cuadro comparativo entre las alternativas para cable UTP Categoría 6, presentes en el mercado.

PARÁMETRO	FABRICANTE		
	NEXXT UTP CAT.6	PANDUIT UTP CAT. 6	FURUKAWA UTP CAT. 6
VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN GIGABIT ETHERNET	1,000 Mbps / 1 Gbps	1,000 Mbps / 1 Gbps	1,000 Mbps / 1 Gbps
ANCHO DE BANDA	250 MHz	250 MHz	250 MHz
CERTIFICACIÓN	SI	SI	SI
ANSI/TIA/EIA 568C.2	SI	SI	SI
ISO/IEC 11801	SI	SI	SI
CALIBRE DEL CONDUCTOR	AWG 23	AWG 24	AWG 23
BLINDADO	NO	SI	SI
CUBIERTA DE CABLE	CM – PVC	CM – PVC	PVC

**Tabla 6 - Tabla comparativa Cable UTP Cat.6**

#### 2.2.2.4 Patch Panel y modulo Jack RJ45 [44] [45]

A continuación, se presenta el análisis comparativo tanto para Patch Panel como para módulos Jacks RJ45, entre tres proveedores existentes en el mercado: Furukawa, Lanenergy, y Panduit.

PARÁMETRO	FABRICANTE PATCH PANEL		
	FURUKAWA	LANENERGY	FURUKAWA
CATEGORÍA 6	SI	SI	SI
24 PUERTOS	SI	SI	SI
EXCEDE ANSI/TIA-568-C.2	SI	SI	SI
POSIBILIDAD DE T568A O T568B	SI	SI	SI
26 A 22 AWG	SI	SI	SI
GUÍA DE CABLES	SI	SI	SI
TORNILLOS 4	SI	SI	SI
ABRAZADERA PLÁSTICA 24	SI	SI	SI

**Tabla 7 - Cuadro comparativo de Patch Panel Cat. 6**

PARÁMETRO	FABRICANTE JACKS		
	FURUKAWA	LANENERGY	FURUKAWA
CATEGORÍA 6	SI	SI	SI
8 PINES	SI	SI	SI
EXCEDE ANSI/TIA-568-C.2	SI	SI	SI
POSIBILIDAD DE T568A O T568B	SI	SI	SI
26 A 22 AWG	SI	SI	SI
ACCESORIO PARA PROTECCIÓN	SI	SI	SI

Tabla 8 - Cuadro comparativo Jacks CAT.6

## 2.3 RED ACTIVA

### 2.3.1 DETERMINACIÓN DE LOS EQUIPOS DE CONECTIVIDAD

Para la interconexión de los equipos en la red LAN es necesario un dispositivo (Switch de Acceso) el cual permitirá la interconectividad de los equipos de usuario final, siendo configurado con las necesidades que requiere la red. Se requiere un dispositivo que cuente con 24 puertos. Además, se necesita un Access Point que permitirá acceder a la LAN a equipos inalámbricos que requieran conectividad.

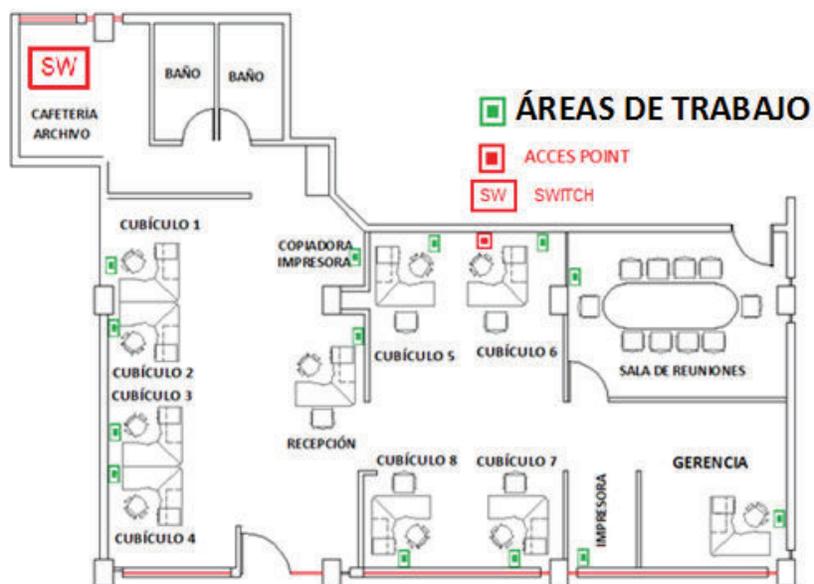


Figura 41 - Determinación de equipos activos. Switch y Access Point

## 2.3.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS EQUIPOS DE CONECTIVIDAD ENTRE AL MENOS TRES MARCAS (SWITCH, PUNTO DE ACCESO)

### 2.3.2.1 Switch CISCO Catalyst 2960 Series 2960-X [46]



Figura 42 - Switch CISCO 2960-X [46]

Proporciona seguridad mejorada de red, disponibilidad y facilidad de administración para pequeñas y medianas empresas. La serie 2960s, permite un mayor apoyo de servicios de conmutación, comunicaciones IP y redes inalámbricas para entornos de oficinas, así como inteligencias de negocio con tecnología de última generación y los servicios de seguridad.

Características:

- 24 puertos Ethernet 10/100/1000.
- 4 Gigabit Small Form-Factor Pluggable (SFP) + uplinks interfaces (puertos de fibra).
- Tasa de reenvío 71.4 Mpps (millón de paquetes por segundo).
- Capacidad de conmutación 216 Gbps.
- Seguridades: Permite la asignación de VLAN basada en MAC, IPv6 First-Hop Security, autenticación de múltiples dominios en el mismo puerto (telefonía IP - PC), listas de control de acceso (ACL), Secure Shell (SSH) Protocol, multiniveles de seguridad en consola, calidad de Servicio (QoS) inteligente para apoyar las aplicaciones de voz y vídeo IP sensibles al retardo, optimizando ancho de banda en la red.
- En la administración cuenta con características de simplicidad operacional.
- Reducción del consumo de energía y las características avanzadas de gestión de energía.

- Interfaces de administración de Ethernet y USB para simplificar las operaciones.
- Software LAN Base Cisco IOS software.
- Estándares: IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1p CoS Prioritization, IEEE 802.1Q VLAN, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1X, IEEE 802.1ab (LLDP), IEEE 802.3ad, IEEE 802.3ah (10BASE-X single/multimode fiber only, IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports, IEEE 802.3 10BASE-T, IEEE 802.3u 100BASE-TX, IEEE 802.3ab 1000BASE-T, IEEE 802.3z 1000BASE-X, IEEE 802.3ae 10Gigabit Ethernet.

### 2.3.2.2 Switch DELL Networking serie 2800 (2824) [47]



**Figura 43 - Switch DELL 2824 [48]**

Escalable desde grupos de trabajo pequeños hasta soluciones de acceso densos. El switch DELL 2824 ofrece 24 puertos de flexibilidad más dos combinados factor de forma pequeño (SFP) para conectar el conmutador a otro equipo de red ubicado más allá de los 100 m de las limitaciones de distancia de cableado de cobre.

Características:

- 24 puertos Ethernet 10/100/1000.
- 2 SFP 1000BASE-SX and 1000BASE-LX Gigabit transceivers (puertos de fibra).
- La capacidad de conmutación hasta 48 Gbps.
- Tasa de reenvío 35,6 Mbps.
- Hasta 8000 direcciones MAC.
- Reducción de potencia para cables cortos o conexiones inactivas.
- La negociación automática de la velocidad, modo dúplex y control de flujo.
- LEDs integrados para un mejor seguimiento y análisis visual.

- Memoria buffer de paquetes 1Mb.
- Estándares: IEEE 802.3ac VLAN tagging, IEEE 802.3ad Link aggregation with static LAG support, IEEE 802.1W Rapid Spanning Tree, IEEE 802.1D Spanning Tree, IEEE 802.1Q VLANs, IEEE 802.1v VLANs, IEEE 802.1p, IEEE 802.1X Autenticación de puerto, IEEE 802.3x Control de flujo.

### 2.3.2.3 Switch DLINK serie DGS-3120 [49]



**Figura 44 - Switch Dlink DGS-3120-24TC-SI [49]**

#### Características:

- 20 puertos Ethernet 10/100/1000.
- 4 puertos 10/100/1000BASE-T/SFP.
- Tasa de reenvío de 65.48 Mpps.
- Capacidad de conmutación 88 Gbps.
- Memoria Buffer de paquetes 2MB.
- Memoria Flash 32MB.
- Estándares: IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1Q VLAN, IEEE 802.3ad, IEEE 802.1w, IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree, IEEE 802.1p, IEEE 802.3x, 802.1v Protocol VLAN.

A continuación, se presenta un cuadro comparativo entre las tres marcas de switches de Acceso analizadas.

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICA	FABRICANTE		
		DLINK 3120- 24SC-SI	CISCO 2960X- 24TS-L	DELL 2824
PUERTOS ETHERNET 10/100/1000 CAPACIDAD DE BACKPLANE	24 mínimo	SI	SI	SI
	60 Gbps	SI	SI	NO
	Spanning Tree Protocol	SI	SI	SI
ADMINISTRACIÓN	CLI	SI	SI	SI
	TELNET	SI	SI	SI
	WEB	SI	SI	SI
	SNMTP	SI	SI	SI
PROTOCOLOS Y ESTÁNDARES	IEEE 802.1 p	SI	SI	SI
	IEEE 802.1 q	SI	SI	SI
	IEEE 802.1 x	SI	SI	SI
	IEEE 802.1 v	SI	SI	SI
	IEEE 802.1 w	SI	SI	SI
	IEEE 802.3 u	SI	SI	SI
	IEEE 802.3 ab	SI	SI	SI
	IEEE 802.3 af	SI	SI	NO

Tabla 9 - Cuadro comparativo entre SW Cisco, Dell y Dlink

#### 2.3.2.4 AP-DLINK DAP-1353 [50]



Figura 45 – AP DLINK-DAP-1325 [50]

Características:

- Interface Ethernet puerto 10/100/1000 Base-TX.
- Alimentador externo de energía de 5v DC 2,5 A.
- Estándares: IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b, IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab.

- Modulación: DBPSK, DQPSK, CCK y OFDM (BPSK/QPSK/16-QAM/64-QAM).
- Modos de operación: Access Point, AP Repeater, WDS with AP, WDS, Wireless client.
- Rango de frecuencia: 2412 a 2462 Mhz.
- Seguridad: 64/128-bit WEP data encryption, WPA, WPA2, 802.1Q VLAN Tagging, 802.1x.
- Tasa de transferencia de datos: 802.11g hasta 54 Mbps, 802.11b hasta 11Mbps, 802.11n hasta 300 Mbps.
- Seguridad: 64/128-bit WEP data encryption, Wi-Fi Protected Access (WPA, WPA2) MAC Address Filtering, 4 SSIDs for network segmentation, SSID broadcast disable function, 802.1Q Vlan tagging, 802.1X.

#### 2.3.2.5 AP- Dell Networking W-Series 205H [51]



**Figura 46 - Access Point Dell W- Serie 205H [51]**

#### Características:

- Interface: 10/100/1000BASE-T Ethernet.
- PoE-PD (input): 48V DC (nominal) 802.3af/at PoEoE.
- Estándares: IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b, IEEE 802.3ac, IEEE 802.3a.
- Modulación: 802.11b en BPSK, QPSK, CCK; 802.11a/g/n/ac en BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM.
- Seguridad: Trusted Platform Module (TPM).

- Frecuencia: 802.11ac a 5 GHz y 2,4 GHz en 802.11n.
- Tasa de transferencia de datos: 802.11b hasta 11Mbps, 802.11a/g hasta 54Mbps, 802.11n hasta 300Mbps, 802.11ac hasta 867 Mbps.

### 2.3.2.6 AP- CISCO Aironet 1250 Series [52]



**Figura 47 - AP CISCO Aironet 1250 [52]**

#### Características:

- Interface Ethernet puerto 10/100/1000 Base-TX.
- Alimentación de la serie Aironet 1250 mediante Punto de Acceso con 802.3af Power over Ethernet.
- Estándares: IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, IEEE 802.3af, IEEE 802.11h, IEEE 802.11d.
- Rango de frecuencias: 802.11a/n 5 GHz; 802.11 g / n de 2,4 GHz
- Memoria flash 32MB.
- Seguridad: Acceso 802.11i, acceso Wi-Fi protegido 2 (WPA2), WPA 802.1X.
- Tasa de transferencia de datos: 802.11a hasta 54 Mbps, 802.11g hasta 54Mbps, 802.11 hasta 300 Mbps.

A continuación, se presenta una tabla comparativa entre las características que presentan los tres fabricantes.

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICA	FABRICANTE		
		DLINK DAP-1353	CISCO AIR-LAP1252AG	DELL 205H
INTERFACE VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	ETHERNET 10/100/1000 Mbps	SI	SI	SI
	mínima 54 Mbps	SI	SI	SI
SEGURIDADES	WPA	SI	SI	NO
	WPA2	SI	SI	NO
PROTOCOLOS Y ESTÁNDARES	IEEE 802.11a	NO	SI	SI
	IEEE 802.11b	SI	SI	SI
	IEEE 802.11g	SI	SI	SI
	IEEE 802.11n	SI	SI	SI
	IEEE 802.11ac	NO	NO	SI
	IEEE 802.3af	NO	SI	SI

Tabla 10 - Cuadro comparativo de Access Point entre Cisco, Dell y Dlink

## 2.4 ANÁLISIS DE LOS ESTÁNDARES QUE REGULAN EL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

En la etapa del diseño, capítulo 3, se deberá considerar los estándares ANSI/TIA/EIA-568-C y 569-C, en los cuales se describe seis componentes funcionales en un SCE, tanto para los espacios y canalizaciones como para el cableado.

Las canalizaciones a consideración en el diseño, deberán tomar como referencia al estándar ANSI/TIA/EIA 569-C, así como en el planeamiento y diseño el estándar ANSI/TIA/EIA 568-C.1.

La selección del cable UTP, deberá estar dentro de los parámetros recomendados por el estándar ANSI/TIA/EIA 568-C.2 como se especifica en la Tabla 3.

Es necesario establecer una correcta administración de la infraestructura de red, por tal motivo es necesario tomar como referencia el estándar ANSI/TIA/EIA-606.

## **2.5 DETERMINACIÓN DE LOS SERVICIOS**

### **2.5.1 INTERNET**

Entre los servicios que proporciona actualmente EPN podemos mencionar entre los más relevantes los siguientes.

#### Aplicaciones Web

- Sistema de Administración estudiantil (SAEW)
- Educación Virtual
- Correo electrónico
- Sistema de Gestión Documental (QUIPUX)
- Repositorio Documental
- Sistema de Información integrada (SII)
- Facturación electrónica

Internet. - Referente al servicio de Internet actualmente la Polired cuenta con 650Mbps de ancho de banda para cubrir la demanda de todos los usuarios del campus politécnico.

### **2.5.2 SERVIDOR DHCP**

La Dirección de gestión de la Información y Procesos (DGIP) cuenta con un servidor DHCP encargado de proporcionar una Administración centralizada de las configuraciones IP de los equipos de la Polired.

La distribución del direccionamiento en el campus politécnico es administrada de acuerdo a Facultades, Departamentos, Direcciones y Laboratorios existentes en el campus politécnico.

### **2.5.3 TRANSMISIÓN DE VOZ**

El servicio de telefonía IP se encuentra implementado actualmente en el campus politécnico. Con los nuevos equipos telefónicos que trabajan sobre la arquitectura TCP/IP, es necesario únicamente tener un solo punto de red para acceder a los servicios, tanto de telefonía IP como para los servicios de red para el PC.

## CAPÍTULO III: DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE LA RED LAN

En el presente capítulo se planteará un diseño para la red LAN de la EPN-TECH, en el cual se tomarán como referencia para el SCE los estándares analizados y las necesidades establecidas en el capítulo uno y dos respectivamente. En la etapa de implementación se describirá los pasos realizados en la ejecución de la construcción del SCE, así como, las pruebas de certificación que validarán el correcto funcionamiento de la red LAN. A continuación, se realizarán las configuraciones en los equipos activos con la colaboración del personal de TI de la DGIP, y finalmente se realizarán pruebas en los equipos de usuario final para corroborar la conectividad con la Polired.

### 3.1 DISEÑO DE LA RED LAN



**Figura 48 - Edificio de Abastecimientos**

Una vez conocidas las necesidades de EPN-TECH-EP en el capítulo 2, a continuación, se detallarán aspectos a considerar en el diseño de la red LAN:

- Es necesario que el diseño del SCE se adapte al esquema arquitectónico ya estableciendo, permitiendo reducir al mínimo los

impactos en la construcción al momento de la implementación de las canalizaciones.

- Se requerirá la implementación de ductos aparentes de PVC (canaletas decorativas) para las canalizaciones, tomando como referencia el estándar ANSI/TIA/EIA-569. Se plantea el diseño mediante ductos aparentes debido a que, la necesidad de una red LAN para la EPN-TECH, surge posteriormente a la finalización de los trabajos de obra civil de las oficinas de la planta baja del edificio Administrativo. Las instalaciones estarán acorde a las necesidades arquitectónicas.
- Se instalará un punto de red por cada estación de trabajo y espacio requirente que fue establecido en el capítulo 2.
- Se utilizará cable UTP categoría 6 tanto para el cableado horizontal como para el cableado vertical, debido a que las características del cable UTP cat. 6 satisface las necesidades de los usuarios de la red LAN y por las recomendaciones establecidas por la DGIP.
- Se realizará un etiquetado del SCE acorde a nomenclatura establecida por la DGIP para el campus politécnico.
- Se requerirá contar con un espacio para el Cuarto de Telecomunicaciones, verificando que cumpla la distancia máxima que menciona la norma para llegar al área de trabajo.
- Se contará con un Switch de Acceso, basándose en la jerarquía de Cisco, implementada en el campus politécnico por la DGIP.
- Se dispondrá de un Access Point (AP) que permitirá establecer conectividad a los dispositivos inalámbricos de los usuarios, con los servicios que ofrece la Polired.
- La telefonía IP actualmente se encuentra implementada en el campus politécnico, por lo cual es necesario considerar dentro del funcionamiento de aplicaciones de la red LAN.
- Las configuraciones correspondientes a los equipos activos se las realizará con el personal de TIC's de la DGIP, quien establecerá las directrices del funcionamiento de la red LAN.
- La Escuela Politécnica Nacional al ser una Universidad Pública está sujeta a los procesos de Contratación Pública para la adquisición de materiales de Cableado Estructurado y equipos de conectividad. Por

esta razón al ser un proyecto auspiciado por la DGIP, el diseño e implementación de la red LAN estará acorde a los suministros existentes y que serán proporcionados para el presente proyecto.

### **3.1.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO**

De acuerdo a la determinación de las Áreas de trabajo en el capítulo 2, las necesidades y requerimientos para la red LAN se proyecta a realizar un SCE para aproximadamente 10 años basándose en las normas ANSI/TIA/EIA-568, ANSI/TIA/EIA-568-569, ANSI/TIA/EIA-606 y adaptándose al diseño arquitectónico que actualmente se encuentra implementado.

El esquema a utilizar es la topología estrella, aplicando la jerarquía Cisco que en este momento se maneja en la Polired.

La norma ANSI/TIA/EIA 568-C.1 establece seis componentes funcionales a considerarse en el diseño de un SCE: canalizaciones, sala de equipos, cuarto de telecomunicaciones, cableado horizontal, cableado vertical y áreas de trabajo.

#### **3.1.1.1 Cableado horizontal y vertical**

El cableado vertical se considerará entre el Switch ubicado en el tercer piso del Edificio de Abastecimientos, con el Switch de Acceso de la EPN-TECH ubicado en la plata baja del mismo edificio.

La implementación de la Red LAN se la efectuará con cable par trenzado UTP Categoría 6 ya que el SCE en el campus de la EPN en su gran mayoría está implementado en dicha categoría debido a las frecuencias y velocidades que se maneja, y, por las recomendaciones establecidas por la DGIP. Por lo tanto, los componentes que intervendrán en la Red LAN de la EPN-TECH deberán manejar la misma categoría.

En el cableado horizontal se empleará cable UTP categoría 6 para enlazar las áreas de trabajo hacia el cuarto de telecomunicaciones.

#### **3.1.1.2 Canalización**

Debido a que el diseño arquitectónico donde se implementará la red LAN no contempla un techo falso, ni piso falso; la alternativa a implementarse sin afectar el diseño establecido es la utilización de ductos aparentes (Figura 16).

Los cables UTP que van desde las áreas de trabajo hacia el cuarto de telecomunicaciones, estarán por los ductos aparentes (canaletas decorativas) de plástico, como lo menciona el estándar ANSI/TIA/EIA-569-C. Las canaletas decorativas irán ubicadas entre las esquinas que conforman las paredes con el techo y las paredes con el piso. Dichos ductos variarán de dimensiones dependiendo la cantidad de cables que circulen a través de éstos. Las canalizaciones estarán acorde a la tabla de capacidad de alojamiento de cables (Figura 17).

Para el cableado vertical entre el cuarto de telecomunicaciones (plata baja) y la sala de equipos (tercer piso) se utilizará la acometida existente, por donde atraviesa la fibra óptica que enlaza la sala de equipos con el Centro de Datos del campus politécnico.

#### **3.1.1.3 Cuarto de telecomunicaciones**

Debido a falta de un espacio físico para el cuarto de telecomunicaciones, éste se ubicará en el cuarto de archivo de las oficinas de la EPN-TECH, donde contará con un rack o gabinete de telecomunicaciones donde se alojará el Switch de Acceso, el Patch Panel, organizador de cables, regleta eléctrica, inyector de energía para el Access Point y el regulador de voltaje.

Se implementará un gabinete mural metálico, de 9 Unidades de Rack (9U) que cuenta con puerta de acrílico de dos cuerpos (Figura 18).

#### **3.1.1.4 Áreas de trabajo**

Según la determinación de conexión de puntos a la red establecidos en el capítulo 2 y el estándar ANSI/TIA/EIA 568-C.1, se plantea la instalación de 14 puntos (Tabla 11). Tanto para las estaciones de trabajo como para la sala de reuniones impresoras y Access Point. Las áreas de trabajo están conformadas desde los conectores de telecomunicaciones, conjuntamente con el Patch Cord, hasta el equipo terminal (PC, impresora, laptop, etc.).

El cableado horizontal que va desde los conectores de telecomunicaciones (Jacks modulares RJ45 de 8 contactos) hasta el Patch Panel en el gabinete de telecomunicaciones, empleará el estándar T568B. Este estándar se maneja en todo el SCE del campus politécnico y definido por la DGIP, (Figura 22).

### 3.1.1.5 Etiquetado

Para el etiquetado según el estándar ANSI/TIA/EIA-606 y la nomenclatura establecida por la DGIP, se presenta un esquema de administración que facilita la gestión para solventar problemas en el menor tiempo posible. Para el etiquetamiento en la Empresa Pública EPN-TECH se tiene la siguiente nomenclatura:

Entidad - Piso- Patch Panel -Tipo de punto y número de punto de red

Ejemplo: AB-PB-PP1-D1

Que se leerá de la siguiente forma:

- Entidad: Edificio Abastecimientos (AB)
- Piso: Piso donde está ubicado el SW (Planta Baja)
- Patch Panel: 1 (PP1)
- Punto de red: Datos 1 (D1)

### 3.1.1.6 Plano de distribución de puntos de red de acceso

A continuación, se presenta el plano correspondiente a la distribución de los puntos de red con las respectivas rutas de canalizaciones, así como las estaciones de trabajo y el Rack de telecomunicaciones.

LUGARES	PUNTOS DE RED
RECEPCIÓN	1
GERENCIA	1
CUBÍCULO	8
SALA DE REUNIONES	1
IMPRESORA	2
ACCESS POINT	1

**Tabla 11 - Determinación de Puntos de Red**

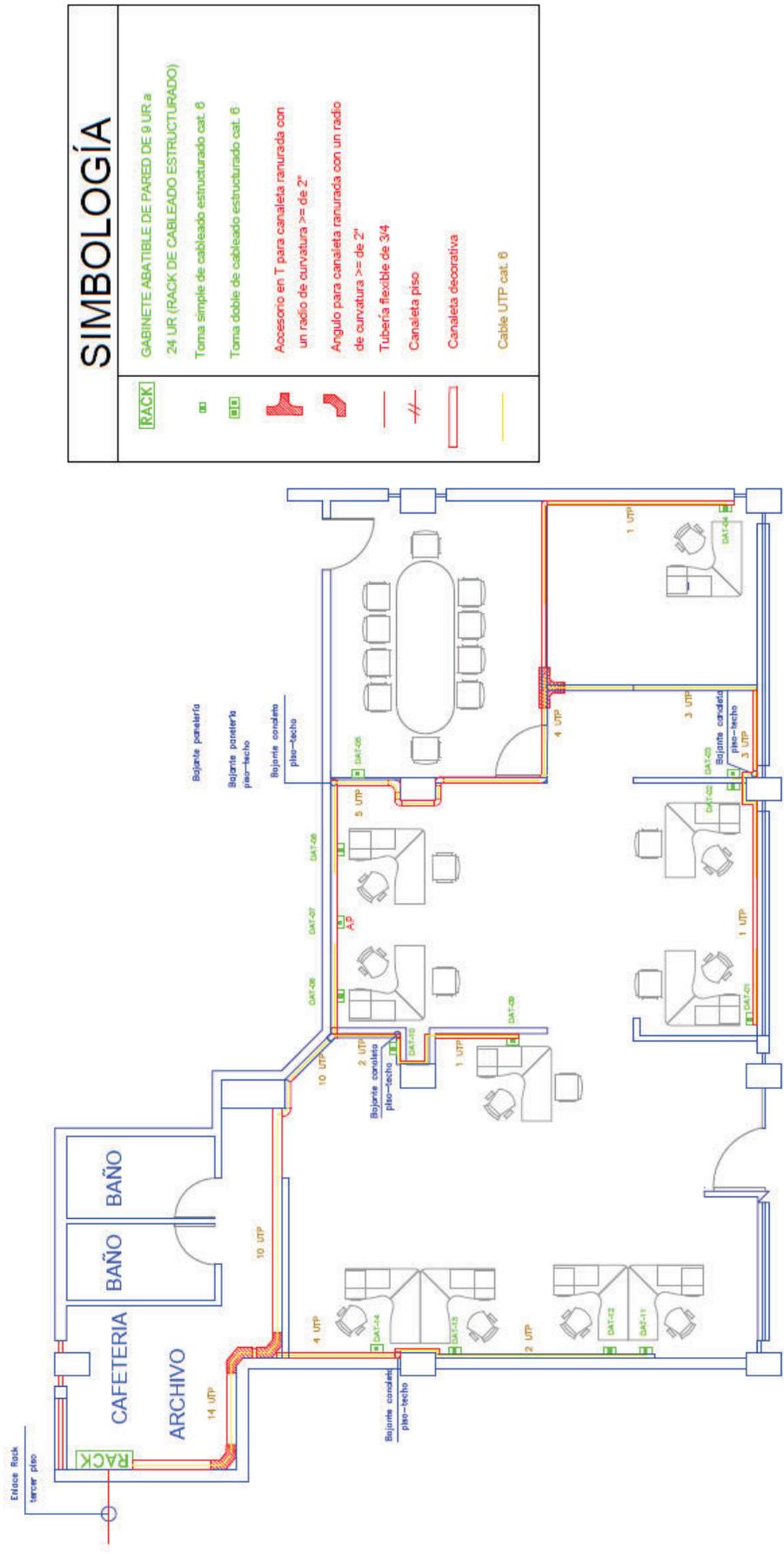


Figura 49 - Plano de distribución de puntos de red de acceso

### 3.1.1.7 Cálculo de longitud promedio del cable UTP categoría 6

Para determinar la cantidad de cable UTP que se empleará, se realizará una estimación bajo los siguientes parámetros:

- Longitud media = (longitud máxima + longitud mínima) / 2 + 10% holgura
- Añadir holgura de terminación (0,5 m – Áreas de Trabajo; 2 m – Cuarto de Telecomunicaciones)

Entonces se tendrá:

- Distancia al punto más lejano: 31,02 m
- Distancia al punto más cercano: 6,75 m
- Puntos de red a instalar: 14 puntos

$$\text{Longitud media} = \frac{31,02 \text{ m} + 6,75 \text{ m}}{2} + 10\% \text{ hogura}$$

$$\text{Longitud media} = 18,88\text{m} + 10\% (18,88\text{m})$$

$$\text{Longitud media} = 20,77 \text{ m}$$

- Longitud media por punto = 20,77 m + 0,5m + 2m
- Longitud media por punto = 23,27m

Calculo del número de corridas por caja o por rollo.

$$D = 305 / \text{Longitud media por punto}$$

$$D = 305 / 23,27\text{m}$$

$$D = 13,10$$

Cálculo de la cantidad de bobinas o rollos de cable.

$$\text{Cajas o rollos} = \text{Puntos de red} / D$$

$$\text{Cajas o rollos} = 14 / 13,10$$

$$\text{Cajas o rollos} = 1,1$$

La estimación de la cantidad de cable UTP a emplearse es de más de una caja.

### 3.1.2 MATERIALES A UTILIZAR

Del análisis comparativo entre al menos tres proveedores existentes en el mercado, establecido en el capítulo 2, la DGIP proveerá con el siguiente material para la Implementación del SCE:

- Cable UTP Categoría 6, fabricante Nexxt Solutions, Tabla 1.
- Patch Panel Categoría 6, fabricante LanEnergy, Tabla 7.
- Módulos Jack RJ45 Categoría 6, fabricante LanEnergy, Tabla 8.
- Patch Cord, Categoría 6.

Para las canalizaciones (canaletas), cajetines y face plate, se empleará los materiales del fabricante Schneider Electric, y para el rack de telecomunicaciones se utilizará un gabinete de 9U del fabricante Beaucoup.

Los materiales mencionados son los que actualmente dispone la DGIP en inventario.

A continuación, se detallan los elementos necesarios para la implementación del SCE:

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
PUNTOS DE RED	u	14
RACK CERRADO	u	1
ESPIRAL SUJETADOR CABLES	m	15
ORGANIZADORES	u	1
REGLETA ELÉCTRICA	u	1
PATCH PANEL 24 PUERTOS	u	1
CABLE UTP CATEGORÍA 6	u	2
CANALETAS 100 X 45	u	6
CANALETAS 60 X 40	u	7
CANALETAS 40 X 25	u	4
CANALETAS 32 X 12	u	14
ÁNGULOS PLANOS 100 X 40	u	2
ÁNGULOS INTERNOS 100 X 45	u	2
ÁNGULOS EXTERNOS 100 X 40	u	3

ÁNGULOS PLANOS 60 X 40	u	12
ÁNGULOS INTERNOS 60 X 40	u	2
ÁNGULOS EXTERNOS 60 X 40	u	1
ÁNGULOS PLANOS 40 X 25	u	3
ÁNGULOS INTERNOS 40 X 25	u	2
DERIVACIÓN EN "T" 40X25	u	0
ÁNGULOS EXTERNOS 40 X 25	u	2
ÁNGULOS PLANOS 32 X 12	u	8
ÁNGULOS INTERNOS 32 X 12	u	2
ÁNGULOS EXTERNOS 32 X 12	u	2
CAJAS SOBREPUESTAS	u	14
FACE PLATE DE 1 PUERTO	u	14
JACKS CATEGORIA 6	u	14
CONECTORES RJ 45 CATEGORÍA 6	u	5
TORNILLOS 1/2" MDF	u	200
TORNILLOS TIRAFONDO 2"	u	4
TACOS FISHER # 10	u	4
TACOS FISHER #6	u	200
AMARRAS PLÁSTICAS	u	30
PATCH CORD DE 3 FT	u	20
PATCH CORD DE 7 FT.	u	14
CINTA ETIQUETADORA	u	2
MANGUERA 1" METÁLICA	u	15

**Tabla 12 - Materiales para implementación del SCE**

Los materiales listados en la Tabla serán proporcionados por la DGIP en la implementación del SCE para la EPN-TECH.

### **3.1.3 DISEÑO LÓGICO DE LA RED**

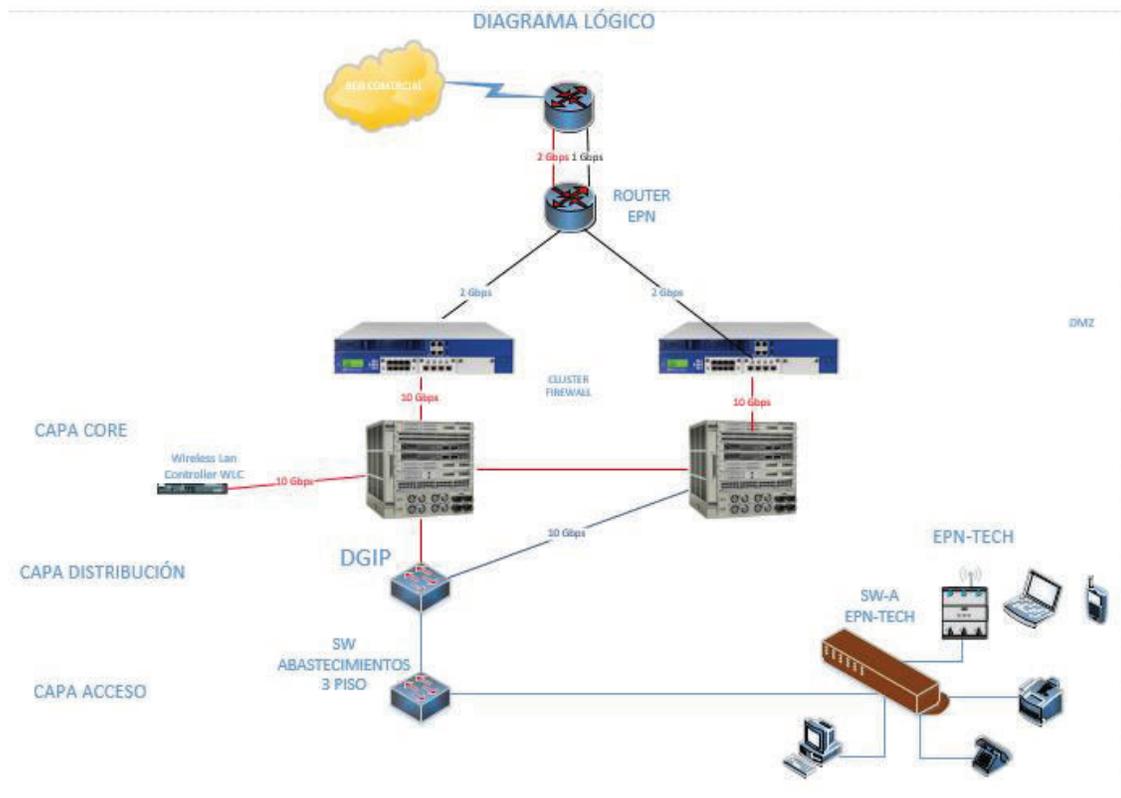
Actualmente la Polired se maneja bajo una estructura jerárquica formada por 3 capas: Capa de Acceso, Capa de Distribución y Capa de Core.

En la capa de acceso se encuentra el switch ubicado en el tercer piso de abastecimiento que se conectará en cascada con el switch de acceso de la EPN-TECH, Figura 50.

Los Switch de Distribución se encuentran ubicados en los Edificios donde existe mayor demanda del servicio de red, Anexo B.

En el Data Center, se centralizan las conexiones que llegan desde los edificios que cuentan con los switch de Distribución, para interconectarse con los equipos de la capa de Core, Anexo B.

A continuación, se presenta el diagrama lógico de la Polired con la red de la EPN-TECH.



**Figura 50 - Diagrama lógico de la EPN-TECH con la Polired**

Ver anexos B, el diagrama de la Polired.

### 3.1.3.1 Equipos a utilizar

Para la implementación de la red LAN se requerirá un Switch de Acceso como un Access Point para el acceso inalámbrico a la red.

Del análisis comparativo entre al menos tres proveedores existentes en el mercado, establecido en el capítulo 2, la DGIP proveerá con los siguientes equipos:

- Switch CISCO C-2060-X-24TS-L, Figura 42
- Access Point CISCO AIR-LAP1252AG-AK9, Figura 47

Los equipos mencionados son los que actualmente dispone la DGIP en inventario.

### **3.1.4 PLANEAMIENTO DEL DIRECCIONAMIENTO IP**

El direccionamiento IP para los equipos que requieren conectividad en el campus politécnico, lo realiza la Dirección de gestión de la Información y procesos, DGIP.

Por motivos de seguridad, se cambiará las direcciones empleadas en la descripción del direccionamiento IP de proyecto.

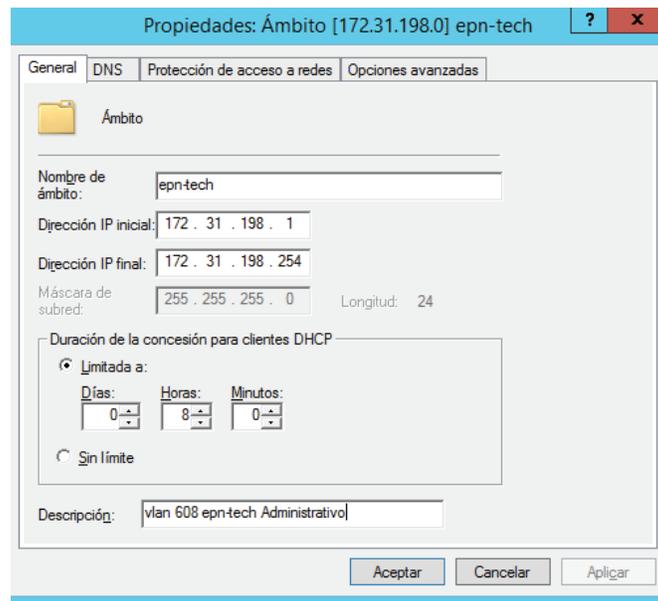
Para el direccionamiento de la red LAN del presente proyecto, la DGIP otorgará un segmento de red, asignada con la VLAN 608.

- Clase B
- Dirección Subred: 172.31.198.0
- Dirección Máscara: 225.255.255.0

Al tener una longitud de máscara de 24, la cantidad de hosts posibles en la subred es de 254, desde la dirección 172.31.192.1 hasta la dirección 172.31.192.254. En conclusión, se puede definir en direccionamiento para la red LAN de la EPN-TECH en las siguientes:

- Dirección de Subred: 172.31.198.0
- Direcciones de host: 172.31.192.1 - 172.31.192.254
- Dirección de Broadcast: 172.31.198.255

La asignación del rango de direcciones correspondiente la realizó el personal de TIC'S de la DGIP en su servidor DHCP.



**Figura 51 - Direccionamiento en servidor DHCP, DGIP**

### 3.1.5 COSTO DEL PROYECTO

Como se mencionó anteriormente, todos los materiales y equipos activos que intervendrán en la implementación de la LAN para la EPN-TECH serán suministrados por la Dirección de Gestión de la Información y Procesos (DGIP).

A continuación, se detalla el costo referencial de los materiales para el SCE, como los equipos activos a instalarse y lo que conllevará en la implementación del proyecto.

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	Precio unitario	Precio T.
Switch Cisco 24 puertos	u	1	2500,00	2500
Access Point Cisco	u	1	200,00	200,00
RACK CERRADO	u	1	110,00	110,00
ESPIRAL SUJETADOR CABLES	m	15	1,00	15,00
ORGANIZADORES	u	1	27,00	27,00
REGLETA ELÉCTRICA	u	1	25,00	25,00
PATCH PANEL 24 PUERTOS	u	1	343,00	343,00
CABLE UTP CATEGORÍA 6	u	2	229,00	458,00
CANALETAS 100 X 45	u	6	27,00	162,00
CANALETAS 60 X 40	u	7	14,50	101,50
CANALETAS 40 X 25	u	4	8,90	35,60
CANALETAS 32 X 12	u	14	4,05	56,70
ÁNGULOS 100 X 40	u	7	8,00	56,00
ÁNGULOS 60 X 40	u	15	3,60	54,00
ÁNGULOS 40 X 25	u	7	1,70	11,90
ÁNGULOS PLANOS 32 X 12	u	12	1,10	13,20
CAJAS SOBREPUESTAS	u	14	3,00	42,00
FACE PLATE DE 1 PUERTO	u	14	2,00	28,00
JACKS CATEGORIA 6	u	14	5,20	72,80
CONECTORES RJ 45 CATEGORÍA 6	u	5	1,00	5,00
TORNILLOS 1/2" MDF	u	200	0,02	4,00
TORNILLOS TIRAFONDO 2"	u	4	0,50	2,00
TACOS FISHER # 10	u	4	0,30	1,20
TACOS FISHER #6	u	200	0,01	2,00
AMARRAS PLÁSTICAS	u	30	0,10	3,00
PATCH CORD DE 3 FT	u	20	3,90	78,00
PATCH CORD DE 7 FT.	u	14	7,80	109,20
CINTA ETIQUETADORA	u	2	6,00	12,00
MANGUERA 1" METÁLICA	m	15	2,00	30,00
INSTALACIÓN DE PUNTOS DE RED	u	14	30,00	420,00
CERTIFICACIÓN DE PUNTOS DE RED	u	14	15,00	210,00
GASTOS EXTRAS	u	1	50,00	50,00
			<b>Total \$ =</b>	<b>5238,10</b>

Tabla 13 - Costo referencial del proyecto

### 3.2 INSTALACIÓN DEL CABLEADO ESTRUCTURADO

Una vez establecido el diseño del SCE, tanto físico como lógico, y, determinado tanto los materiales y equipos para la red LAN de la EPN-TECH, se continuó con la etapa de implementación.

A continuación, se describen los pasos empleados en el montaje del SCE.



**Figura 52 - Instalaciones de la EPN-TECH**

Para la instalación del SCE se necesitó la utilización de diversas herramientas y equipos que se detallan a continuación:

HERRAMIENTAS
CRIMPADORA DE IMPACTO (PARA CONECTORES HEMBRA)
CRIMPADORA (PARA CONECTORES MACHO)
TALADRO ELÉCTRICO
CORTADOR - PELADOR PARA CABLE
ATORNILLADOR ELÉCTRICO
MARTILLO
TIJERA CORTADORA DE CANALETA
FLEXÓMETRO
LLAVE DINAMOMÉTRICA DE SALTO (RACHA)
NIVEL PERFILADO
ESCALERA
CORTAFRÍOS
ARCO DE SIERRA
BASE PARA JACK
EXTENSIÓN ELÉCTRICA
CORTADOR BIMATERIAL (ESTILETE)

**Tabla 14 - Herramientas para Cableado Estructurado**

EQUIPOS
COMPROBADOR DE CABLEADO
CERTIFICADORA DE RED
IMPRESORA ETIQUETADORA DE CABLES

**Tabla 15 - Equipos para Cableado Estructurado**



**Figura 53 - Herramientas de Cableado Estructurado**

### 3.2.1 INSTALACIÓN RACK DE TELECOMUNICACIONES

El rack fue instalado de manera que solo personal autorizado de TIC's pueda tener acceso. Una vez establecido el lugar, se empotró el rack de telecomunicaciones, para este caso se colocó en el Área de Archivo donde se procedió con la instalación. Se detalla la instalación de la siguiente manera:

- Con la ayuda de un nivel perfilado, se trazó con lápiz los cuatro agujeros con los que cuenta el rack de telecomunicaciones para su empotrado.
- Se procedió a realizar perforaciones con un taladro según las medidas de los cuatro agujeros.
- Se insertaron los tacos de fijación y se colocó el rack, para posteriormente con los tornillos tirafondo y con ayuda de la llave dinamométrica de salto (racha) empotrar a la pared.

- Con llave dinamométrica de salto y el nivel perfilado se ajustó hasta que el rack quede fijo contra la pared.



**Figura 54 - Instalación de Rack de Telecomunicaciones**

### **3.2.2 INSTALACIÓN DE CANALIZACIÓN**

Una vez instalado el rack de telecomunicaciones se procedió a la instalación de las canalizaciones con ductos aparentes o conocidos como canaletas. Las canalizaciones instaladas fueron disminuyendo de dimensiones acorde a la cantidad de cables que atravesaban por los mismos. Al ser una topología estrella todos los cables de datos se concentran en el rack de telecomunicaciones.

Las canalizaciones se instalaron entre las esquinas de las paredes con el techo, entre paredes y al borde de las barrederas, de manera no que afecte en lo más mínimo a la estética de la construcción.

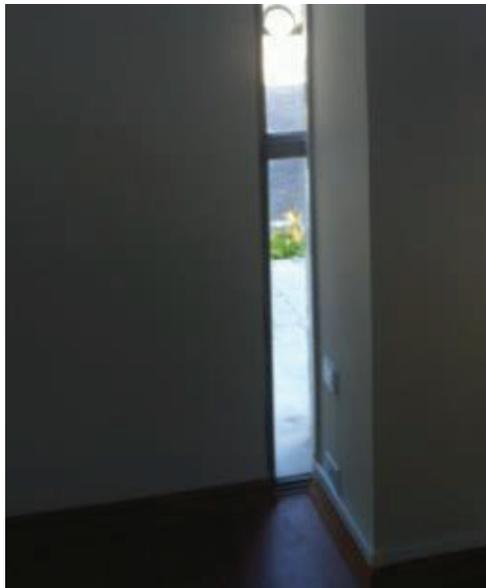
Para el empotrado se procedió de la siguiente manera:

- Se midió con el flexómetro la distancia a cubrir con la canalización
- Cada canaleta tiene una longitud de 2m.
- Conforme fue necesario, se cortaron las canaletas con el arco de sierra o pinzas para canaletas, para completar la distancia a cubrir.
- Con la ayuda de un nivel perfilado se colocaron las canaletas, dejando una distancia de aproximadamente 1cm con la esquina. Esto se realiza para que las cubiertas de las canaletas se las pueda poner y remover para posibles mantenimientos.

- Las canaletas fueron empotradas con tornillos de 1/2 in y tacos de fijación. A lo largo de los dos metros de la canaleta de colocarán 3 tacos y tres tornillos
- Para su mayor fijación se empleó el atornillador eléctrico



**Figura 55- Instalación de canalización**



**Figura 56 - Instalación de canalización bajante**



**Figura 57 -Instalación de canalización**

La canalización de la ruta del cableado vertical se realizó con tubería metálica, fijada con sujetadores metálicos, ya que fue necesario atravesar bodegas junto a las oficinas de la EPN-TECH y llegar hacia la acometida que se eleva al tercer piso donde se encuentra la Sala de Equipos del Edificio de Abastecimiento.



**Figura 58 – Ducto para cableado vertical**



**Figura 59 - Ductos para cableado vertical hacia canalización vertical**



**Figura 60 - Canalizaciones de fibra óptica entre subsuelo y tercer piso, Edif. Abastecimientos**

### **3.2.3 INSTALACIÓN DE CAJETINES**

Las instalaciones de los cajetines se realizaron según la distribución de las áreas de trabajo. Para el presente proyecto se instaló un cajetín por cada área de trabajo.

Se ubicaron los cajetines con la ayuda del nivel perfilado y se los empotró con la utilización de tornillos mdf y tacos de fijación.



**Figura 61 - Instalación de cajetines en Área de trabajo**

### **3.2.4 TENDIDO DEL CABLEADO HORIZONTAL Y VERTICAL**

Una vez terminadas las canalizaciones, se procedió con el tendido del cableado vertical y horizontal.

### Cableado vertical

- Para el cableado vertical, se tendió el cable desde el tercer piso donde se encuentra la Sala de equipos hasta la planta baja.
- Para atravesar los ductos se utilizó como guía alambre galvanizado que permitió la circulación del cable a través de las tuberías instaladas.
- Se tuvo en cuenta, dejar los 2 metros de holgura tanto en la Sala de Equipos como en el rack de telecomunicaciones

### Cableado horizontal

- Para el cableado horizontal, el tendido del cable se lo realizó desde el Rack de telecomunicaciones, hacia los puntos de red en las Áreas de Trabajo establecidas.
- Se empezó por el punto de red más alejado al rack de telecomunicaciones, permitiendo el mejor peinado de cables en el transcurso del tendido de los mismos.
- Se consideró la holgura de los cables de 2m en el Rack de telecomunicaciones y 0,5m aproximadamente para las Áreas de Trabajo.



**Figura 62 - Tendido de Cableado Estructurado**

### **3.2.5 CRIMPADO DEL CABLEADO HORIZONTAL Y VERTICAL, ETIQUETADO**

Finalizado el tendido de cableado vertical y horizontal se procedió con el crimpado de los cables a los conectores Jack RJ45 de los Patch Panel y de las Áreas de trabajo.

Áreas de Trabajo:

- Para la realización del crimpado, se peló los extremos de los cables que fueron a los conectores de los módulos Jack hembra categoría 6. El pelado del cable no debió superar los 13mm.
- Se desentorchó la parte excedente del cable y colocó sobre el módulo Jack.
- Se colocó cada hilo del cable UTP en las ranuras del módulo Jack según la codificación de colores que presente. Se siguió el estándar T568B establecido por parte de la DGIP para la Polired.
- Se colocó el módulo Jack en la base para Jacks para permitir estabilidad al momento del crimpado.
- Se utilizó una crimpadora de impacto para conectores hembra, lo que permitió una fijación completa en los módulos Jacks.
- El crimpado se lo realizó de adentro hacia afuera, para que la herramienta vaya cortando el excedente de alambre.
- Una vez fijado cada alambre en el conector, se colocó la cubierta plástica que garantizó la correcta sujeción de los alambres en el módulo Jack.



**Figura 63 - Crimpado en conector Jack hembra**



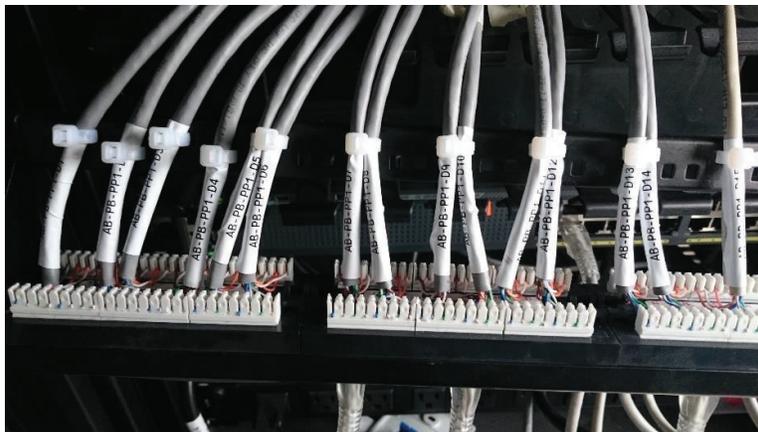
**Figura 64 - Finalizado en el proceso de crimpado en áreas de trabajo**

Patch Panel:

- Para la realización del crimpado, se peló los extremos de los cables que fueron a los conectores de los módulos Jack hembra categoría 6 que contienen cada Patch Panel.
- El pelado del cable no debió superar los 13mm.
- Se desentorchó la parte excedente del cable y colocó sobre los módulos Jack hembra del Patch panel.

- Se colocó cada hilo del cable UTP en las ranuras del módulo Jack del Patch Panel, según la codificación de colores que presente. Se siguió el estándar T568B establecido por parte de la DGIP para la Polired.
- Se utilizó una crimpadora de impacto para conectores hembra, lo que permitió una fijación completa en los módulos Jacks del Patch Panel.
- El crimpado se lo realizó de adentro hacia afuera, para que la herramienta vaya cortando el excedente de alambre.
- Terminado el crimpado de todo el cableado, en el Patch Panel se ajustó por medio de amarras plásticas a la estructura metálica del Patch panel.

Finalizada la etapa de crimpado del cableado horizontal como el vertical, se procedió con el etiquetado según el estándar ANSI/TIA/EIA-606, con la nomenclatura establecida en la etapa de diseño. El etiquetado se lo realizó en cada extremo de los cables, face plates, Patch panel y Patch Cord.



**Figura 65 - Crimpado y etiquetado del SCE en Patch Panel**

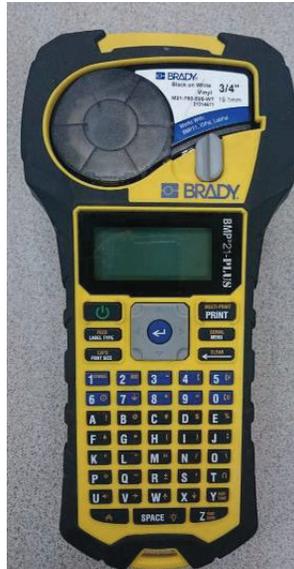
Para las impresiones de las etiquetas se utilizó un equipo del fabricante Brandy. La nomenclatura utilizada fue la siguiente:

Entidad - Piso- Patch Panel -Tipo de punto y número de punto de red

Ejemplo: AB-PB-PP1-D1

Que se leerá de la siguiente forma:

- Entidad: Edificio Abastecimientos (AB)
- Piso: Piso donde está ubicado el SW (Planta Baja)
- Patch Panel: 1 (PP1)
- Punto de red: Datos 1 (D1)

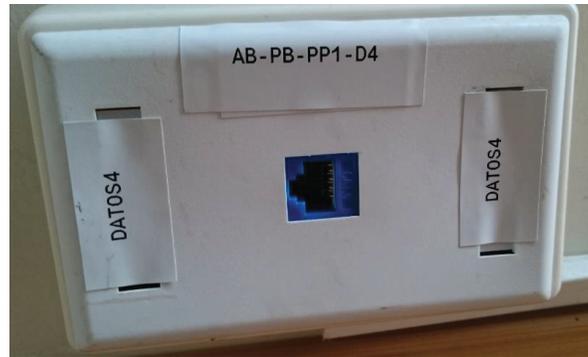


**Figura 66 -Impresora etiquetadora de cables marca Brandy**



**Figura 67 - Etiquetado de cable en Área de Trabajo, Datos 01**

Seguidamente, se realizó la colocación de los Face Plates en cada área de trabajo para la fijación a la pared de los módulos Jacks.



**Figura 68 - Colocación de Face Plate y etiquetado, Datos 04**

Posteriormente, como primeras pruebas de conectividad, se utilizó un comprobador de cableado (LAN TESTER), para verificar en una primera instancia si la instalación realizada se encontraban correctamente. El equipo verificó la continuidad de cada par de hilos, de los diferentes puntos de red.



**Figura 69 - LAN TESTER**

### **3.2.6 PRUEBAS DE CERTIFICACIÓN DEL CABLEADO ESTRUCTURADO**

Finalizada la implementación del SCE se procedió con la certificación del SCE, lo que permitió validar el correcto funcionamiento del sistema según los estándares internacionales.

El equipo utilizado en la Certificación del SCE es un instrumento marca LANTEK II, de la compañía IDEAL INDUSTRIES.



**Figura 70 - Equipo LANTEK II**

El equipo LANTEK II cuenta con dos dispositivos: Terminal portátil con pantalla (DH) y Terminal remoto (RH).



**Figura 71 - Terminal portátil con pantalla (DH) y Terminal remoto (RH)**

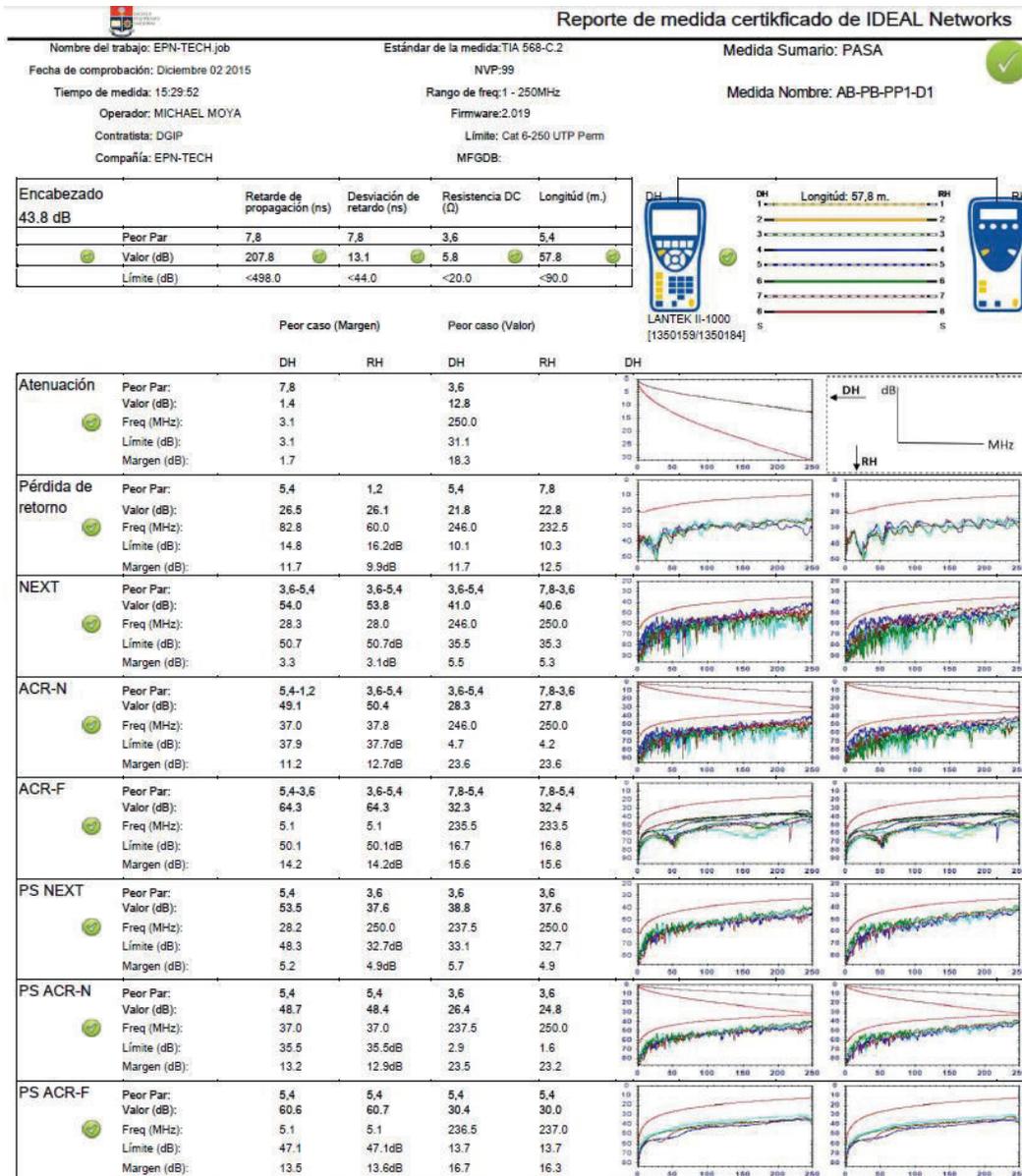
Parámetros de medición [53]:

- Wiremap: Mapeado del cableado, de acuerdo al estándar T568B.
- Propagation Delay: Retardo de propagación.
- Delay Skew: variación del retardo entre pares (25-50 ns).
- Cable Length: longitud del cable (hasta 100m).
- IL: pérdida de inserción (dB), mientras más bajo mejor.
- RL: pérdidas por retorno (dB), mientras más alto mejor.

- Resistencia (ohm) de lazo de cada par, menor a 20 ohm.
- Impedancia (ohm) de lazo de cada par, debe estar alrededor de 100 ohm.
- Capacitancia década par, mientras más baja mejor.
- Near-End Crosstalk (NEXT): diafonía en el extremo local causada por otro par en particular. Relación entre la señal transmitida en un par y la recibida por otro par en un extremo dado. Mientras más alta, mejor el margen.
- PS NEXT: diafonía causada por la potencia sumada del resto de pares. Mientras más alta mejor margen.
- ACR: relación entre pérdidas de inserción y NEXT, causada por cada par, medido en cada extremo de forma local.
- PS ACR: relación entre pérdidas de inserción y PS NEXT
- ELFXT (ACR-F): Medición de diafonía causada por un par sobre el otro extremo en el extremo remoto, es menos perjudicial que NEXT
- PS ACR: ACR-F medida por la suma del resto de pares sobre uno en particular.

Los pasos para la certificación fueron [53]:

- Se encendió los dispositivos DH y RH.
- Se verificó que cuenten con la batería suficiente para la realización de las pruebas de certificación.
- Se procedió a calibrar los equipos DH y RH, realizando pruebas de testeo, con los Patch Cords que cuenta el equipo de fábrica, Figura 71.
- Se seleccionó el tipo de par trenzado que se certificó, para el proyecto fue cable UTP categoría 6 bajo el estándar TIA 568-C.2.
- Se creó una carpeta en el dispositivo LANTEKII donde se almacenó los datos correspondientes a la certificación de cada punto de red.
- Se conectaron los dispositivos DH y RH en el módulo Jack del Área de Trabajo y en el Patch Panel.
- Se realizó la autocomprobación para cada uno de los puntos de red.
- Se certificó los 14 puntos de red LAN.



**Figura 72 - Reporte de certificación del punto de red AB-PB-PP1-D1**

Ver Anexos C, si se desea verificar la documentación concerniente a la certificación de los 14 puntos de red.

### 3.2.7 INSTALACIÓN DE EQUIPOS ACTIVOS DE LA RED

Una vez finalizado el proceso de instalación del SCE, se procedió a la colocación de los equipos activos de la red; el switch marca CISCO modelo 2960X y el Acceso Point marca Cisco modelo Aironet 1250.



**Figura 73 - Instalación de AP Cisco**



**Figura 74 - Instalación del Switch Cisco**



**Figura 75 - Instalaciones de la EPN-TECH**

### 3.3 CONFIGURACIONES DE LA RED LAN

#### 3.3.1 CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS DE CONECTIVIDAD

El personal de TIC's de la DGIP brindó todas las facilidades en las configuraciones de los equipos activos que se instalaron en la EPN-TECH, permitiendo documentar los aspectos más importantes de las configuraciones detalladas a continuación.

#### 3.3.2 CONFIGURACIÓN DEL SWITCH

Dentro de los parámetros configurados en el switch Cisco 2960X -24TS-L tenemos:

##### 3.3.2.1 Configuración básica de un switch

Las configuraciones respecto al nombre del equipo y contraseñas se las realizó en el modo de configuración global mediante los siguientes comandos:

```
Switch>enable
```

```
Switch#configure terminal
```

```
Switch(config)#hostname aepntech
```

```
aepntech(config)#enable password *****
```

```
aepntech(config)#enable secret *****
```

```
aepntech(config)#line console 0
```

```
aepntech(config-line)#login
```

```
aepntech(config-line)#password *****
```

```
aepntech(config)#line vty 0 4
```

```
aepntech(config-line)#login
```

```
aepntech(config-line)#password
```

```
aepntech(config-line)#exit
```

```
aepntech(config)# do write memory
```

### 3.3.2.2 Asignación de los puertos a las respectivas VLANs

Para la configuración del direccionamiento IP en los puertos de acceso del switch se asignará la VLAN 608 establecida para la red LAN de la EPN-TECH como se menciona en el planteamiento del direccionamiento IP, y la VLAN 100 asignada a la telefonía IP.

```
aepntech(config)#interface range gigabitEthernet 0/1-23
```

```
aepntech(config-if-range)#no shutdown
```

```
aepntech(config-if-range)#switchport mode access
```

```
aepntech(config-if-range)#switchport access vlan 608
```

```
aepntech(config-if-range)#switchport access vlan 100
```

```
aepntech(config-if-range)#spanning-tree portfast
```

```
aepntech(config)#do write memory
```

#### *Configuración de puerto 23 para Access Point en VLAN 717*

```
aepntech(config)#interface gigabitEthernet 0/23
```

```
aepntech(config-if)#switchport access vlan 717
```

```
aepntech(config-if)#exit
```

```
aepntech(config)#do write memory
```

#### *Configuración de enlace troncal*

```
aepntech(config)#interface gigabitEthernet 0/24
```

```
aepntech(config-if)#switchport mode trunk
```

```
aepntech(config-if)#ip dhcp snooping trust
```

```
aepntech(config-if)#exit
```

### 3.3.3 CONFIGURACIÓN DEL AP EN LA WIRELESS LAN CONTROLLER (WLC)

La configuración de Access Point las realizó la DGIP en la Wireless LAN Controller (WLC) que se encuentra en su Centro de Datos. Es un equipo marca CISCO de la serie 4400.

La WLC permite administrar de una manera adecuada los más de 170 AP que se encuentran distribuidos en el campus politécnico para proporcionar el servicio de internet inalámbrico.

En la siguiente figura se observa la interface de administración de la WLC de la serie 400.

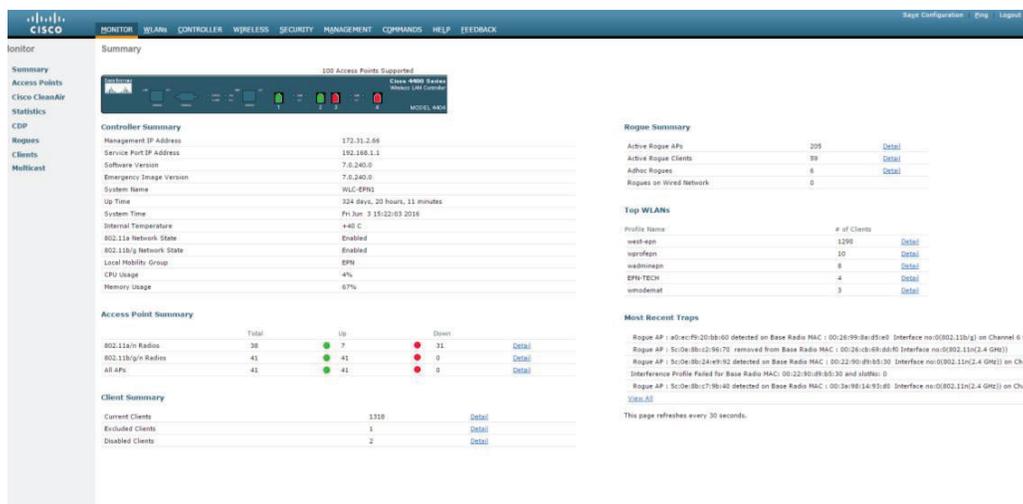


Figura 76 - Interface de WLC

Al AP de la EPN-TECH se le asignó la IP 172.31.229.204 como se visualiza en la siguiente imagen. Además, se puede observar el nombre del switch como el puerto al cual está conectado.

The screenshot shows the Cisco WLC Monitor interface. The main content area displays 'CDP > AP Neighbors' with a table listing neighbor information for the AP 'AP-CIENCIAS-PB-EPNTECH'.

AP Name	AP IP Address	Neighbor Name	Neighbor Address	Neighbor Port	Advt Version
AP-CIENCIAS-PB-EPNTECH	172.31.229.204	asptech.epn.edu.ec	172.31.192.39	GigabitEthernet1/0/23	v2

**Figura 77 - AP EPN-TECH en WLC**

Las WLAN SSID<sup>17</sup> de las redes difundidas en el campus politécnico fueron configuradas en el AP de la EPN-TECH como se observa en la gráfica.

The screenshot shows the 'Ap Groups > Edit 'EPN-TECH'' configuration page. The 'WLANs' tab is active, displaying a table of configured WLANs.

WLAN ID	WLAN SSID	Interface/Interface Group(C)	SNMP RAC State
1	wprofapn	wprofesor	Disabled
5	west-epn	west-epn-new	Disabled
6	west-elect	west-elect-new	Disabled
7	west-iss	west-iss-new	Disabled
12	westgrade	westgrade-new	Disabled
8	gestion	gestion-new	Disabled
10	EPN-TECH	wepn-tech	Disabled

Foot Notes:  
 1 Changing the WLAN interface mapping in an AP Group will remove the local VLAN mapping for HREAP AP in this group.

**Figura 78 - Listado de redes disponibles en AP**

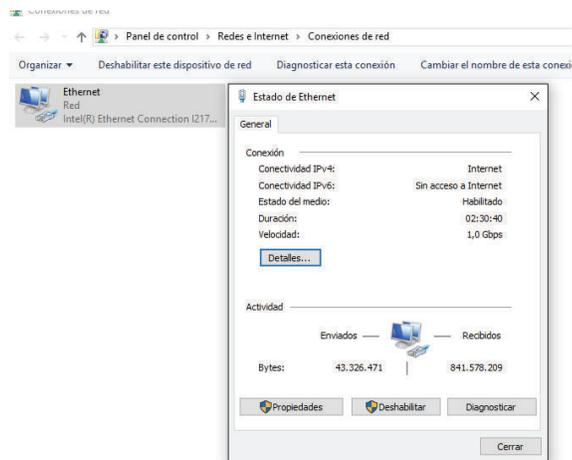
### 3.3.4 CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS DE USUARIO FINAL

Finalizadas las configuraciones en los dispositivos activos (switch, AP) en la red, se procedió a la conexión de los equipos mediante Patch cords de 7 ft., a los puntos de red instalados.

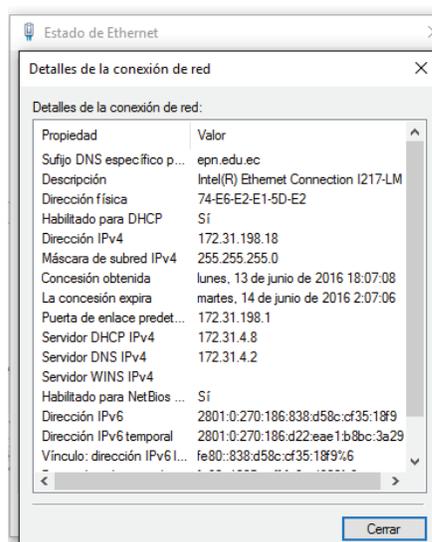
<sup>17</sup> SSID (Service Set Identifier): es un nombre incluido en todos los paquetes de una red inalámbrica para identificarlos como parte de esa red.

Las configuraciones en las tarjetas de red, en los equipos de cómputo fueron las siguientes:

- Abrir centro de redes y recursos compartidos
- Cambiar configuración del adaptador
- Clic derecho y seleccionar propiedades
- Seleccionar protocolo internet versión 4
- Seleccionar, obtener dirección IP automática y DNS automático
- Verificar ícono de conexión en el escritorio



**Figura 79 - Estado Ethernet**



**Figura 80 - Detalle de conexión del equipo de cómputo**

### 3.3.5 PRUEBAS DE CONECTIVIDAD

Finalizada la configuración de la tarjeta de red, se procedió mediante Símbolos del Sistema de Windows (cmd); con el comando “ping” a verificar la conectividad IP. Se realizaron las siguientes pruebas:

Comando ping al Gateway 172.31.198.1

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Puerta de enlace predeterminada . . . . . : fe80::1285:caff:fe9c:d800%6
172.31.198.1

Adaptador de túnel isatap.epn.edu.ec:

Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
Sufijo DNS específico para la conexión. . : epn.edu.ec

Adaptador de túnel Teredo Tunneling Pseudo-Interface:

Sufijo DNS específico para la conexión. . :
Dirección IPv6 . . . . . : 2001:0:5ef5:79fd:285b:38b0:53e0:39ed
Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::285b:38b0:53e0:39ed%5
Puerta de enlace predeterminada . . . . . :

C:\Users\MICHAEL-M>ping 172.31.198.1

Haciendo ping a 172.31.198.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 172.31.198.1: bytes=32 tiempo=11ms TTL=255
Respuesta desde 172.31.198.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 172.31.198.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=255

Estadísticas de ping para 172.31.198.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
            (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 11ms, Media = 3ms

C:\Users\MICHAEL-M>

```

Figura 81- Prueba Ping 1

Comando ping a www.google.com

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

C:\Users\MICHAEL-M>ping 172.31.198.1

Haciendo ping a 172.31.198.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 172.31.198.1: bytes=32 tiempo=11ms TTL=255
Respuesta desde 172.31.198.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255
Respuesta desde 172.31.198.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 172.31.198.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=255

Estadísticas de ping para 172.31.198.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
            (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 11ms, Media = 3ms

C:\Users\MICHAEL-M>ping www.google.com

Haciendo ping a www.google.com [201.218.56.177] con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 201.218.56.177: bytes=32 tiempo=1ms TTL=56
Respuesta desde 201.218.56.177: bytes=32 tiempo<1m TTL=56
Respuesta desde 201.218.56.177: bytes=32 tiempo=1ms TTL=56
Respuesta desde 201.218.56.177: bytes=32 tiempo<1m TTL=56

Estadísticas de ping para 201.218.56.177:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
            (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms

C:\Users\MICHAEL-M>

```

Figura 82 - Prueba ping 2 a Google

La última prueba para la correcta verificación de la red LAN fue la de navegación a través del browser google Chrome.



Figura 83 - Prueba de navegación en Chrome

Para tener constancia del correcto funcionamiento de Access Point instalado, se presenta un diagrama de radiación del equipo. Dicho diagrama fue proporcionado por la DGIP. En el diagrama de radiación se observa que el rango de cobertura cubre todas las instalaciones de la EPN-TECH.

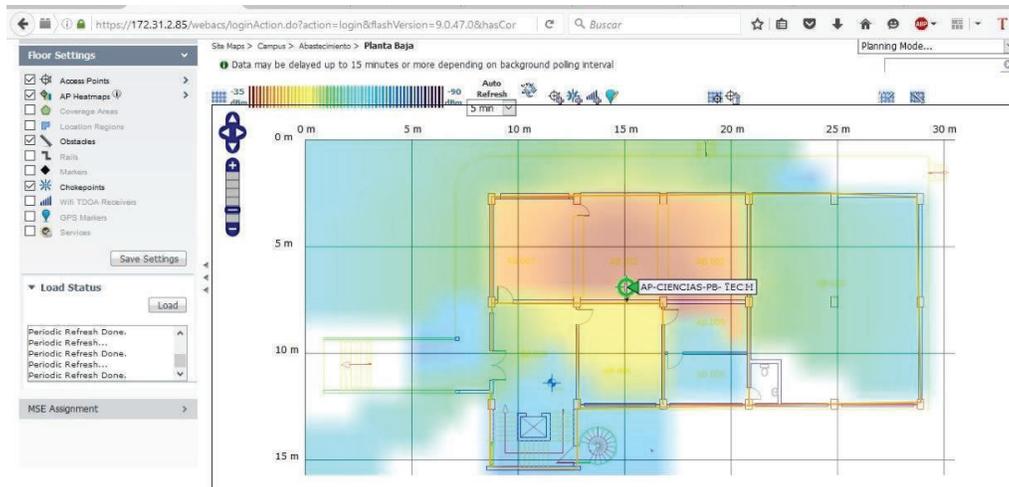


Figura 84 - Diagrama de radiación de Access Point en EPN-TECH

## **CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

- Se consiguió solucionar la problemática de conectividad de los usuarios en la EPN-TECH, es decir, la interoperabilidad y compartición de recursos; además de permitir el acceso a los servicios que ofrece la Polired de la Escuela Politécnica Nacional, mediante la implementación de la red LAN (Cableada e inalámbrica).
- El diseño y la implementación de la red para la EPN-TECH, se realizó basándose en los estándares: ANSI/TIA/EIA 568C, ANSI/TIA/EIA 569C, ANSI/TIA/EIA 606, entre las principales.
- La certificación del Sistema de Cableado Estructurado, garantiza un alto rendimiento en la red, calidad de los componentes, calidad de la instalación, conectividad, gran vida útil, etc. Debido a esto se puede concluir que, al cumplir con los parámetros de referencia internacionales, se valida que el Sistema de Cableado Estructurado cumpla con las exigencias para las que fue diseñado.
- La implementación de la tecnología inalámbrica es un complemento esencial a la red cableada para el desarrollo de las actividades cotidianas en cualquier empresa, ya que los ejecutivos trabajan por lo regular con dispositivos inalámbricos. Por ello, no se concibe que en un ambiente de negocios no exista acceso a internet mediante esta tecnología.
- Con la ejecución del proyecto se afianzó los conocimientos adquiridos en clases. La correlación entre la teoría y la práctica permite entender de una manera clara el comportamiento de las redes.

## Recomendaciones

- En el diseño, análisis e implementación de un Sistema de Cableado Estructurado, se recomienda tener presente las normativas, flexibilidad, durabilidad, administración de la red, así como aspectos económicos; de manera que el resultado final sea beneficioso para la organización.
- En redes inalámbricas es recomendable la implementación de equipos que manejen cifrado WPA2, complementado con un servidor RADIUS, lo que permitirá una seguridad más robusta en la red. Además, es aconsejable cambiar con frecuencia las contraseñas y su complejidad para evitar que pueda ser vulnerada por terceros.
- En el desarrollo del proyecto se constató que el edificio de Abastecimientos como la mayoría de los edificios del campus politécnico, no cuentan con un Sistema de Puesta a Tierra. Esto ha ocasionado que por fenómenos meteorológicos (descargas eléctricas) se dañen importantes dispositivos de interconexión (switches, Access Point, etc.). Por tal motivo, se recomienda de manera urgente se proceda con las instalaciones de Sistemas de Puesta a Tierra para cada edificio del campus politécnico, para así, mitigar incidentes futuros.
- Es recomendable incorporar sistemas de UPS (Uninterruptible Power Supply - Sistema de alimentación interrumpida) para los equipos de conectividad, así como para los equipos de usuario final. Lo que permitirá que exista protección en caso de suspensión del servicio eléctrico.
- Se recomienda que el personal de TIC's de la DGIP, sean los únicos con acceso al cuarto y sala de telecomunicaciones de la EPN-TECH, para brindar la seguridad necesaria, evitar problemas de conectividad en la red y bloquear el acceso a personal no calificado. En caso de surgir algún incidente, se aconseja se solicite soporte técnico al personal a cargo de la administración en la DGIP.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. TENENBAUN y D. WETHERALL, "Redes de Computadoras", México: PERSON, 2011.
- [2] M. GONZÁLES, "Diseño de Redes Telemáticas", ESPAÑA: RA-MA S.A., 2014.
- [3] I. Systems, «Ingeniería Systems,» FEBRERO 2013. [En línea]. Available: [http://www.ingenieriasystems.com/2013/02/redes-y-comunicaciones-i-modelo-osi\\_16.html](http://www.ingenieriasystems.com/2013/02/redes-y-comunicaciones-i-modelo-osi_16.html). [Último acceso: DICIEMBRE 2015].
- [4] M. VINUEZA, «Redes de Computadores,» Quito, 2011.
- [5] CISCO, «Redesbasico 150,» PANDUIT, 2002. [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/redesbasico150/introduccion-a-los-estandares-de-cableado/el-ieee-802-3-estandar-de-ethernet>.
- [6] WIKIPEDIA, «IEEE 802.3,» 2015. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_802.3](https://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3).
- [7] I. BERRAL, «books.google.com.ec,» 2014. [En línea]. Available: <https://books.google.com.ec/books?id=y9r7CAAAQBAJ&pg=PA38&dq=fibra+multimodo+y+monomodo&hl=es&sa=X&ved=0CDkQ6AEwA2oVChMIpY3ursyfyAIVyigeCh1mDQEu#v=onepage&q=fibra%20multimodo%20y%20monomodo&f=false>.
- [8] F. GONZÁLEZ, «"Sistemas de Cableado Estructurado,» Quito, 2013.
- [9] P. GIL, J. POMARES y F. CADELAS , Redes y Transmisión de Datos, Universidad de Alicante , 2010.
- [10] P. LOPEZ, «"Cabeado Estructurado",» Quito, 2013.
- [11] J. JOSKOWICZ, «"Cableado Estructurado",» Montevideo, 2013.
- [12] WIKIPEDIA, «WIKIPEDIA,» 2015. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org>.
- [13] W. ORTIZ, «blogspot.com,» 2010. [En línea]. Available: [http://williamernestob.blogspot.com/2010/08/sistema-de-cableado-estructurado\\_19.html](http://williamernestob.blogspot.com/2010/08/sistema-de-cableado-estructurado_19.html).
- [14] SLIDESHARE, «CABLEADO ESTRUCURADO,» 2006. [En línea]. Available: [http://es.slideshare.net/jorge\\_613/cableado-estructurado-5142635](http://es.slideshare.net/jorge_613/cableado-estructurado-5142635).

- [15] SlideShare, «SlideShare- ¿Qué es una canaleta?,» [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/hamidrujanaquintero/qu-es-una-canaleta>.
- [16] P. I. industriales, «P&L Importaciones industriales,» 2015. [En línea]. Available: <http://pylimportaciones.com/productos-marcas-categorias.php?idmar=9&idsub=97>.
- [17] schneider-electric, «www.schneider-electric.com,» 2011. [En línea]. Available: <http://www.schneider-electric.com.mx/documents/productos-servicios/productos/catalogo-dexson.pdf>. [Último acceso: mayo 2016].
- [18] A. C. N. Esparta, «Scribd.com,» [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/doc/56854510/Cisco-Cableado-Estructurado>.
- [19] WIKIPEDIA, «Wikipedia- Unidades de Rack,» 2015. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Unidad\\_rack](https://es.wikipedia.org/wiki/Unidad_rack).
- [20] S. TELECOMUNICACIONES, «RACK MURAL SOIMER,» 2015. [En línea]. Available: <http://rack19pulgadas.soimer.com/>.
- [21] A. ABAD DOMINGO, "REDES LOCALES", MADRID: McGraw-Hill España, 2013.
- [22] FIBERNET, «FIBERNET,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.fibernet-tech.com/products-item/79/24-port-cat-6a-keystone-patch-panel>.
- [23] N. PALAQUIBAY, «bibdigital.epn.edu.ec,» 2012. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4540/1/CD-4162.pdf>.
- [24] M. PALMA, «bibdigital.epn.edu.ec,» 2011. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4115/1/CD-3553.pdf>.
- [25] R. SANCHEZ, «ResethnWordpress,» 2012. [En línea]. Available: <https://resethn.wordpress.com/2012/05/27/tipos-de-cable-de-red-patch-cord/>.
- [26] ECTRONIC, «ECTRONIC,» [En línea]. Available: <http://eshop.ectronic.net/CABLE-EXTENSION/CABLE%20EXTENSION>.
- [27] PC-Components, «PC-Components,» 2015. [En línea]. Available: [http://www.pccomponentes.com/cables\\_de\\_red.html](http://www.pccomponentes.com/cables_de_red.html).
- [28] FIBREMEX, «FIBREMEX - CABLEADO ESTRUCTURAD,» [En línea]. Available: <http://fibremex.com/fibraoptica/index.php?mod=contenido&id=56&t=3&st=6>.
- [29] STEREN, «STEREN - JACK RJ45,» [En línea]. Available:

<http://www.steren.com.co/catalogo/prod.php?p=626>.

- [30] M. HERNANDEZ, «blogspot.com,» 2013. [En línea]. Available: <http://instalacionderedeslocales-martin.blogspot.com/2013/12/que-es-un-face-plate.html>.
- [31] CYBERDAYS, «CYBERDAYS - CAJA HORIZONTAL VERTICAL,» [En línea]. Available: <http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/135375/Caja-horizontal-vertical-40-mm>.
- [32] MOHAWK, «Mohawk - ANSI/TIA/EIA-606-A,» [En línea]. Available: <http://www.mohawk-cable.com/support/ansi-tia-eia-606-a.html>.
- [33] Wikipedia, «wikipedia - Redes Inalambricas,» 2015. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_de\\_%C3%A1rea\\_local\\_inal%C3%A1mbrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_%C3%A1rea_local_inal%C3%A1mbrica).
- [34] R. CASTAÑO y J. LÓPEZ, "REDES LOCALES", España: Macmillan Iberia, S.A., 2013.
- [35] WIKIPEDIA, «IEEE 802.11,» noviembre 2015. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_802.11#IEEE\\_802.11a](https://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11#IEEE_802.11a).
- [36] M. SANTOS, «Redes Telemáticas,» 08 noviembre 2013. [En línea]. Available: <http://redestelematicas.com/el-switch-como-funciona-y-sus-principales-caracteristicas/>. [Último acceso: 09 diciembre 2015].
- [37] bhphotovideo.com, «bhphotovideo.com,» 09 diciembre 2015. [En línea]. Available: [http://www.bhphotovideo.com/c/product/745523-REG/Cisco\\_WS\\_C2960\\_24PC\\_L\\_Catalyst\\_2960\\_24\\_Port\\_PoE.html](http://www.bhphotovideo.com/c/product/745523-REG/Cisco_WS_C2960_24PC_L_Catalyst_2960_24_Port_PoE.html). [Último acceso: 09 diciembre 2015].
- [38] A. Llagua , «INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE COMPUTADORAS,» [blogspot.com](http://alejollagua.blogspot.com), Diciembre 2012. [En línea]. Available: <http://alejollagua.blogspot.com/2012/12/direccion-ip-clase-b-c-d-y-e.html>. [Último acceso: Diciembre 2015].
- [39] ORACLE, «docs.oracle.com,» [En línea]. Available: <https://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/ipv6-overview-10/>. [Último acceso: Diciembre 2015].
- [40] ite.educacion, «www.ite.educacion.es,» DICIEMBRE 2015. [En línea]. Available: [http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/85/cd/linux/m2/servidor\\_dhcp.html](http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/85/cd/linux/m2/servidor_dhcp.html). [Último acceso: DICIEMBRE 2015].

- [41] N. SOLUTIONS, «nexxtsolutions.com,» 2015, [En línea]. Available: <http://www.nexxtsolutions.com/ec/cable-utp-cat6-en-bobina#features>. [Último acceso: Diciembre 2015].
- [42] PANDUIT, «www.panduit.com,» NOVIEMBRE 2013. [En línea]. Available: <http://www.panduit.com/heiler/DataSheets/D-NKDS29--WW-SPA-NetkeyCat6UTPCopCab-W.pdf>. [Último acceso: DICIEMBRE 2015].
- [43] FURUKAWA, «www.furukawa.com,» NOVIEMBRE 2015. [En línea]. Available: <http://www.furukawa.com.br/br/produtos/cabo-eletronico/gigalan-cat.6-f/utp-industrial-595.html>. [Último acceso: DICIEMBRE 2015].
- [44] FURUKAWA, «furukawa.com,» mayo 2016. [En línea]. Available: <http://www.furukawa.com.br/cr/productos/patch-panel/patch-panel-gigalan-cat6-24p-728.html>. [Último acceso: mayo 2016].
- [45] PANDUIT, «www.panduit.com,» mayo 2016. [En línea]. Available: [http://www.panduit.com/wcs/Satellite?c=Page&childpagename=Panduit\\_Global%2FPG\\_Layout&cid=1345565516288&packedargs=classification\\_id%3D1949735%26item\\_id%3Dnk6pp24p%26locale%3Des\\_es&pagename=PG\\_Wrapper](http://www.panduit.com/wcs/Satellite?c=Page&childpagename=Panduit_Global%2FPG_Layout&cid=1345565516288&packedargs=classification_id%3D1949735%26item_id%3Dnk6pp24p%26locale%3Des_es&pagename=PG_Wrapper). [Último acceso: mayo 2016].
- [46] CISCO, «www.cisco.com,» DICIEMBRE 2015. [En línea]. Available: [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-2960-x-series-switches/data\\_sheet\\_c78-728232.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-2960-x-series-switches/data_sheet_c78-728232.html). [Último acceso: DICIEMBRE 2015].
- [47] DELL, «www.dell.com,» DICIEMBRE 2015. [En línea]. Available: [http://www.dell.com/us/business/p/networking-2800-series/pd?oc=bccwdk1&model\\_id=networking-2800-series](http://www.dell.com/us/business/p/networking-2800-series/pd?oc=bccwdk1&model_id=networking-2800-series). [Último acceso: DICIEMBRE 2015].
- [48] OPTIODATA, «www.optiodata.com,» DICIEMBRE 2015. [En línea]. Available: <http://www.optiodata.com/dell-powerconnect-2824-switch>. [Último acceso: DICIEMBRE 2015].
- [49] DLINK, «www.dlinkla.com,» DICIEMBRE 2015. [En línea]. Available: <http://www.dlinkla.com/dgs-3120-24tc-si>. [Último acceso: DICIEMBRE 2015].
- [50] DLINK, «www.dlinkla.com,» DICIEMBRE 2014. [En línea]. Available: <http://www.dlinkla.com/dap-1353>. [Último acceso: DICIEMBRE 2015].
- [51] D. N. W-IAP, «www.dell.com,» DICIEMBRE 2015. [En línea]. Available: [http://i.dell.com/sites/doccontent/shared-content/data-sheets/en/Documents/Dell\\_Networking\\_W\\_Series\\_205H\\_Access\\_Point\\_Spec\\_Sheet.pdf](http://i.dell.com/sites/doccontent/shared-content/data-sheets/en/Documents/Dell_Networking_W_Series_205H_Access_Point_Spec_Sheet.pdf).

- [52] CISCO, «[www.cisco.com](http://www.cisco.com),» DICIEMBRE 2015. [En línea]. Available: [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1250-series/product\\_data\\_sheet0900aecd806b7c5c.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1250-series/product_data_sheet0900aecd806b7c5c.html). [Último acceso: DICIEMBRE 2015].
- [53] I. INDUSTRIES, «MANUAL LAN TEK II,» FEBRERO 2009. [En línea]. Available: [http://www.idealindustries.fr/files/ideal2008/files/P-2877\\_SP.pdf](http://www.idealindustries.fr/files/ideal2008/files/P-2877_SP.pdf). [Último acceso: ENERO 2015].
- [54] sites.google.com, «Conocer los tipos de canalizaciones,» [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/stigestionydesarrollo/recuperacion/desarrollo-1/tema10/9---tipos-de-canalizaciones>.
- [55] J. BATARSE, «El Rincon de la Computación,» 2012. [En línea]. Available: <http://equipocodral.blogspot.com/2012/05/ambiente-fisico-de-un-centro-de-computo.html>.
- [56] A. A. Industry, «Al Ashoury Industry,» 2012. [En línea]. Available: <http://alashoury-industry.com/cable-management.html>.
- [57] F. d. A. d. M. y. M. S.A., «[www.fammsa.pe](http://www.fammsa.pe),» 2015. [En línea]. Available: <http://www.fammsa.pe/racks.html>.
- [58] Direct-Industry, «Direct-Industry Canaleta de cableado / de PVC / modular,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.directindustry.es/prod/canalplast/product-16183-468751.html>.
- [59] Wikipedia, «[wikipedia-cable de conexión](https://es.wikipedia.org/wiki/Cable_de_conexi%C3%B3n),» 2015. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Cable\\_de\\_conexi%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Cable_de_conexi%C3%B3n).
- [60] C. PRODUCTS, «CHATSWORTH PRODUCTS - RISED FLOOR SYSTEMS,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.chatsworth.com/products/zone-cabling-and-wireless-enclosures/raised-floor-systems/>.
- [61] HP-AP, «[ww.hp.com](http://www.hp.com),» DICIEMBRE 2015. [En línea]. Available: [http://www8.hp.com/emea\\_africa/en/products/networking-wireless/product-detail.html?oid=5049423](http://www8.hp.com/emea_africa/en/products/networking-wireless/product-detail.html?oid=5049423). [Último acceso: DICIEMBRE 2015].
- [62] WIKIPEDIA, «WIKIPEDIA,» DICIEMBRE 2015. [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Electrical\\_bonding](https://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_bonding). [Último acceso: DICIEMBRE 2015].
- [63] FIRESTOP, «[WWW.FIRESTOP.COM](http://www.firestopdemexico.com.mx),» DICIEMBRE 2014. [En línea]. Available: [http://www.firestopdemexico.com.mx/?page\\_id=197](http://www.firestopdemexico.com.mx/?page_id=197). [Último acceso: DICIEMBRE 2015].

## **ANEXOS**

**ANEXO A:** Especificaciones técnicas de cable UTP y equipos de conectividad

**ANEXO B:** Diagrama lógico de la EPN y la EPN-TECH

**ANEXO C:** Reporte de certificación del SCE en la EPN-TECH

**ANEXO D:** Certificado de implementación del SCE por parte de la DGIP

**ANEXO A:**  
**Especificaciones técnicas de Cable UTP y equipos activos**

## CABLE UTP MARCA NEXT CATEGORÍA 6

<b>ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO</b>	
<b>Características del conductor</b>	
Tipo de cable	Par trenzado sin blindaje "UTP"
Número de pares	4
Número de conductores	8
Material conductor	Cobre sólido pulido
Calibre del conductor	23 AWG
<b>Características Internas</b>	
Revestimiento Interno	HDPE (CMI-75E)
Grosor mínimo promedio	0,178mm
Grosor mínimo	0,153mm
<b>Combinaciones de color</b>	
Par 1	Azul y blanco / Azul
Par 2	Naranja y blanco / Naranja
Par 3	Verde y blanco / Verde
Par 4	Marrón y blanco / Marrón
<b>Características externas</b>	
Tipo de revestimiento externo	CM
Material del revestimiento externo	75°C PVC (CMI-80S)
Grosor mínimo promedio	0,585mm
Grosor mínimo	0,458mm
Diámetro promedio del cable	5,3mm +/- 0,3mm
Resistencia máxima	11kg
Color disponible del revestimiento	Gris, azul, rojo
<b>Características eléctricas</b>	
Tensión nominal	300V
Temperatura	75°C
Impedancia característica (Zo)	85-115Ω (1-100MHz)
Resistencia conductiva	Máx 7,32Ω/ 100M 20°C
Desequilibrio capacitivo resistivo de CC	5%
Desequilibrio capacitivo par-tierra	Máx 330 pF/100m
Capacitancia mutua	Máx 5600 pF/100m
Rigidez dieléctrica	2,5kV CC/2seg ó 1,75kV CA/2seg
Velocidad nominal de propagación (NVP)	69%
<b>Características de transmisión</b>	
Velocidad de transmisión (Mbps)	1,000 Mbps / 1 Gbps
Ancho de banda (MHz)	250 MHz
Distancia máxima del enlace (m)	90 m
<b>Certificaciones y normas</b>	
Normas Internacionales	ANSI/TIA/EIA-568-C.2 and ISO/IEC 11801
Certificado UL	20080117 - E318654, DUZX.E318654, DVBI.E356966
Certificado ETL	100227874CRT-001f
<b>Información adicional</b>	
Color	GRIS                      AZUL                      ROJO
MPN	AB356NXT01              AB356NXT02              AB356NXT03
UPC	798302010192              798302010147              798302010178
Etiquetado	NEXXT U/UTP INSTALL CABLE 23AWG 4PR CM 75 °C (UL) E318654 ETL Verified rated ANSI/TIA 568C.2 CAT.6 XXXXXXXX-X XXXM <a href="http://www.nextsolutions.com">www.nextsolutions.com</a>
Empaque	Caja de cartón
Longitud del cable	1000ft. / 305m
Pies cúbicos	1,62
Garantía	Garantía limitada de por vida*

## CISCO CATALYST 2960-X SERIES SWITCHES

**Table 1.** Cisco Catalyst 2960-X Configurations

Model	10/100/1000 Ethernet Ports	Uplink Interfaces	Cisco IOS Software Image	Available PoE Power	FlexStack-Plus Capability
Cisco Catalyst 2960X-48FPD-L	48	2 SFP+	LAN Base	740W	Y
Cisco Catalyst 2960X-48LPD-L	48	2 SFP+	LAN Base	370W	Y
Cisco Catalyst 2960X-24PD-L	24	2 SFP+	LAN Base	370W	Y
Cisco Catalyst 2960X-48TD-L	48	2 SFP+	LAN Base	-	Y
Cisco Catalyst 2960X-24TD-L	24	2 SFP+	LAN Base	-	Y
Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L	48	4 SFP	LAN Base	740W	Y
Cisco Catalyst 2960X-48LPS-L	48	4 SFP	LAN Base	370W	Y
Cisco Catalyst 2960X-24PS-L	24	4 SFP	LAN Base	370W	Y
Cisco Catalyst 2960X-24PSQ-L	24 (8PoE)	2 SFP, 2 10/100/1000BT	LAN Base	110W	-
Cisco Catalyst 2960X-48TS-L	48	4 SFP	LAN Base	-	Y
Cisco Catalyst 2960X-24TS-L	24	4 SFP	LAN Base	-	Y
Cisco Catalyst 2960X-48TS-LL	48	2 SFP	LAN Lite	-	-
Cisco Catalyst 2960X-24TS-LL	24	2 SFP	LAN Lite	-	-

**Table 3.** Cisco Catalyst 2960-X Family LAN Lite and LAN Base Scalability Numbers

Resources	LAN Lite (Default)	LAN Base (Default)
Unicast MAC Addresses	16K	16K
IPv4 Unicast Direct Routes	320	2K
IPv4 Unicast Indirect Routes	32	1K
IPv6 Unicast Direct Routes	256	2K
IPv6 Unicast Indirect Routes	0	1K
IPv4 Multicast Routes and IGMP Groups	1K	1K
IPv6 Multicast Groups	1K	1K
IPv4 QoS ACEs	384	500
IPv6 QoS ACEs	256	500
IPv4 Security ACEs	256	625
IPv6 Security ACEs	256	625

**Table 4.** Cisco Catalyst 2960-XR Family IP Lite Scalability Numbers

Resources	Default (IP Lite)	VLAN (IP Lite)	IPv4 (IP Lite)
Unicast MAC Addresses	16K	32K	16K
IPv4 Unicast Direct Routes	4K	250	16K
IPv4 Unicast Indirect Routes	1.25K	250	8K
IPv6 Unicast Direct Routes	4K	250	0
IPv6 Unicast Indirect Routes	1.25K	250	0
IPv4 Multicast Routes and IGMP Groups	1K	1K	1K
IPv6 Multicast Groups	1K	1K	0
IPv4 QoS ACEs	500	500	500
IPv6 QoS ACEs	250	500	0
IPv4 Security ACEs	1K	1K	875

## CISCO AIRONET 1250 SERIES ACCESS POINT

**Table 1.** Product Specifications for Cisco Aironet 1250 Series Access Points

Item	Specification
<b>Part Numbers</b>	<p><b>Access point platform with pre-installed radio modules:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AIR-AP1252AG-x-K9 802.11a/g/n 2.4/5-GHz Standalone AP; 6 RP-TNC</li> <li>• AIR-AP1252G-x-K9 802.11g/n 2.4-GHz Standalone AP; 3 RP-TNC</li> <li>• AIR-LAP1252AG-x-K9 802.11a/g/n 2.4/5-GHz Unified AP; 6 RP-TNC</li> <li>• AIR-LAP1252G-x-K9 802.11g/n 2.4-GHz Unified AP; 3 RP-TNC</li> </ul> <p><b>Individual components:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AIR-AP1250= Standalone AP Platform (no radio modules); Spare</li> <li>• AIR-LAP1250= Unified AP Platform (no radio modules); Spare</li> <li>• AIR-RM1252A-x-K9= 802.11a/n 5-GHz Radio Module; 3 RP-TNC</li> <li>• AIR-RM1252G-x-K9= 802.11g/n 2.4-GHz Radio Module; 3 RP-TNC</li> <li>• AIR-AP1250MNTGKIT= 1250 Series Ceiling, Wall Mount Bracket kit- Spare</li> </ul> <p><b>Eco-pack:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AIR-LAP1252-x-K9-5 Eco-pack 802.11a/g/n 2.4/5 GHz Unified AP-5 qty (A, E, N Reg domains only)</li> <li>• AIR-AP1252-N-K9-5 Eco-pack 802.11a/g/n 2.4/5 GHz Standalone AP-5 qty (N Reg domain only)</li> </ul> <p>Customers are responsible for verifying approval for use in their individual countries. To verify approval and to identify the regulatory domain that corresponds to a particular country, please visit <a href="http://www.cisco.com/go/aironet/compliance">http://www.cisco.com/go/aironet/compliance</a>.</p>

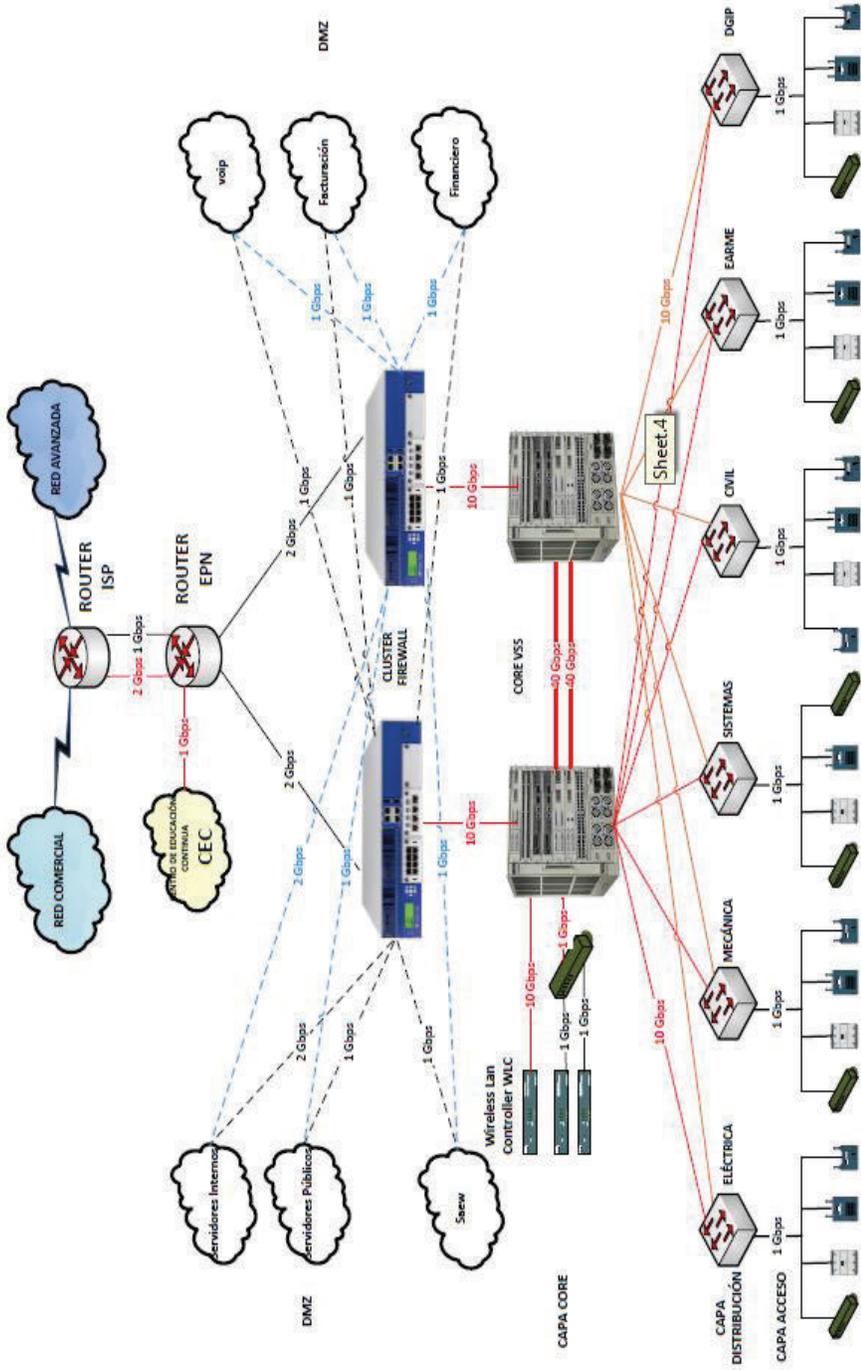
Item	Specification																																																																																									
<b>Software</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco IOS® Software Release 12.4(21a)JA or later (Standalone Mode)</li> <li>• Cisco IOS Software Release 12.4(10b) JDD or later (Unified Mode)</li> <li>• Cisco Unified Wireless Network Software Release 7.0 or later</li> </ul>																																																																																									
<b>802.11n Capabilities</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2x3 MIMO with two spatial streams</li> <li>• Maximal Ratio Combining (MRC)</li> <li>• 20- and 40-MHz channels</li> <li>• PHY data rates up to 300 Mbps</li> <li>• Packet aggregation: A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx)</li> <li>• 802.11 DFS (Bin 5)</li> <li>• Cyclic Shift Diversity (CSD) support</li> </ul>																																																																																									
<b>Data Rates Supported</b>	<p>802.11a: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps</p> <p>802.11g: 1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps</p> <p>802.11n data rates (2.4 GHz and 5 GHz):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MCS Index<sup>1</sup></th> <th colspan="2">GI<sup>2</sup> = 800ns</th> <th colspan="2">GI = 400ns</th> </tr> <tr> <th>20-MHz Rate (Mbps)</th> <th>40-MHz Rate (Mbps)</th> <th>20-MHz Rate (Mbps)</th> <th>40-MHz Rate (Mbps)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>6.5</td><td>13.5</td><td>7.2</td><td>15</td></tr> <tr><td>1</td><td>13</td><td>27</td><td>14.4</td><td>30</td></tr> <tr><td>2</td><td>19.5</td><td>40.5</td><td>21.7</td><td>45</td></tr> <tr><td>3</td><td>26</td><td>54</td><td>28.9</td><td>60</td></tr> <tr><td>4</td><td>39</td><td>81</td><td>43.3</td><td>90</td></tr> <tr><td>5</td><td>52</td><td>108</td><td>57.8</td><td>120</td></tr> <tr><td>6</td><td>58.5</td><td>121.5</td><td>65</td><td>135</td></tr> <tr><td>7</td><td>65</td><td>135</td><td>72.2</td><td>150</td></tr> <tr><td>8</td><td>13</td><td>27</td><td>14.4</td><td>30</td></tr> <tr><td>9</td><td>26</td><td>54</td><td>28.9</td><td>60</td></tr> <tr><td>10</td><td>39</td><td>81</td><td>43.3</td><td>90</td></tr> <tr><td>11</td><td>52</td><td>108</td><td>57.8</td><td>120</td></tr> <tr><td>12</td><td>78</td><td>162</td><td>86.7</td><td>180</td></tr> <tr><td>13</td><td>104</td><td>216</td><td>115.6</td><td>240</td></tr> <tr><td>14</td><td>117</td><td>243</td><td>130</td><td>270</td></tr> <tr><td>15</td><td>130</td><td>270</td><td>144.4</td><td>300</td></tr> </tbody> </table>	MCS Index <sup>1</sup>	GI <sup>2</sup> = 800ns		GI = 400ns		20-MHz Rate (Mbps)	40-MHz Rate (Mbps)	20-MHz Rate (Mbps)	40-MHz Rate (Mbps)	0	6.5	13.5	7.2	15	1	13	27	14.4	30	2	19.5	40.5	21.7	45	3	26	54	28.9	60	4	39	81	43.3	90	5	52	108	57.8	120	6	58.5	121.5	65	135	7	65	135	72.2	150	8	13	27	14.4	30	9	26	54	28.9	60	10	39	81	43.3	90	11	52	108	57.8	120	12	78	162	86.7	180	13	104	216	115.6	240	14	117	243	130	270	15	130	270	144.4	300
MCS Index <sup>1</sup>	GI <sup>2</sup> = 800ns		GI = 400ns																																																																																							
	20-MHz Rate (Mbps)	40-MHz Rate (Mbps)	20-MHz Rate (Mbps)	40-MHz Rate (Mbps)																																																																																						
0	6.5	13.5	7.2	15																																																																																						
1	13	27	14.4	30																																																																																						
2	19.5	40.5	21.7	45																																																																																						
3	26	54	28.9	60																																																																																						
4	39	81	43.3	90																																																																																						
5	52	108	57.8	120																																																																																						
6	58.5	121.5	65	135																																																																																						
7	65	135	72.2	150																																																																																						
8	13	27	14.4	30																																																																																						
9	26	54	28.9	60																																																																																						
10	39	81	43.3	90																																																																																						
11	52	108	57.8	120																																																																																						
12	78	162	86.7	180																																																																																						
13	104	216	115.6	240																																																																																						
14	117	243	130	270																																																																																						
15	130	270	144.4	300																																																																																						
<b>Frequency Band and 20-MHz Operating Channels</b>	<p><b>A (A Regulatory Domain):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.412 to 2.462 GHz; 11 channels</li> <li>• 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels</li> <li>• 5.500 to 5.700 GHz; 8 channels (excludes 5.600 to 5.640 GHz)</li> <li>• 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels</li> </ul> <p><b>C (C Regulatory Domain):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels</li> <li>• 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels</li> </ul> <p><b>K (K Regulatory Domain):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels</li> <li>• 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels</li> <li>• 5.500 to 5.620 GHz; 7 channels</li> <li>• 5.745 to 5.805 GHz; 4 channels</li> </ul> <p><b>N (N Regulatory Domain):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.412 to 2.462 GHz; 11 channels</li> <li>• 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels</li> <li>• 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels</li> </ul> <p><b>P (P Regulatory Domain):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels</li> <li>• 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels</li> </ul>																																																																																									

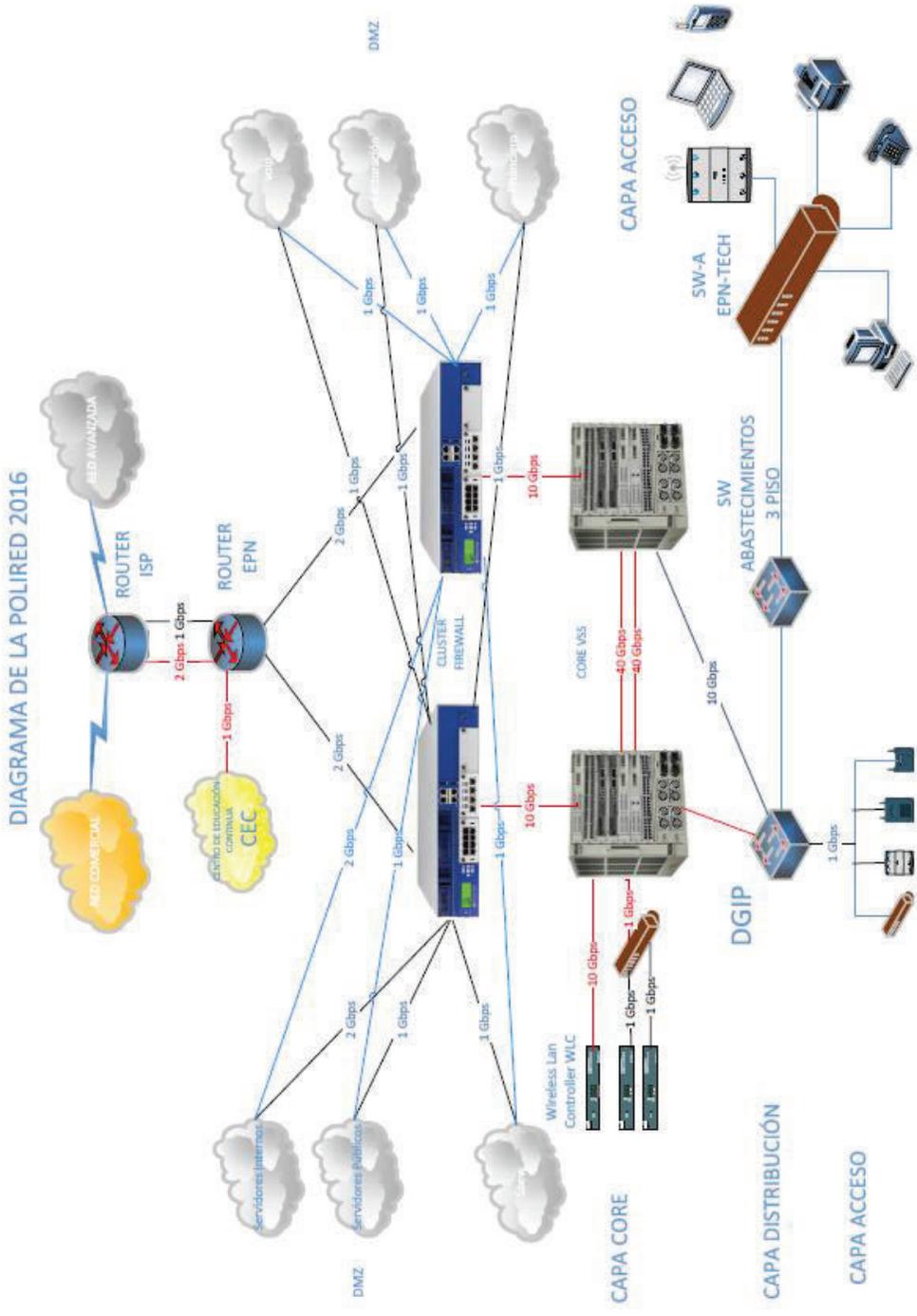
Item	Specification		
	<p><b>E (E Reg Domain):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.412 to 2.472 GHz; 13 channels</li> <li>5.180 to 5.320 GHz; 8 channels</li> <li>5.500 to 5.700 GHz; 8 channels</li> </ul> <p><b>I (I Regulatory Domain):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.412 to 2.472 GHz; 13 channels</li> <li>5.180 to 5.320 GHz; 8 channels</li> </ul>	<p><b>S (S Regulatory Domain):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.412 to 2.472 GHz; 13 channels</li> <li>5.180 to 5.320 GHz; 8 channels</li> <li>5.745 to 5.825 GHz; 5 channels</li> </ul> <p><b>T (T Regulatory Domain):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.412 to 2.462 GHz; 11 channels</li> <li>5.280 to 5.320 GHz; 5 channels</li> <li>5.500 to 5.700 GHz; 11 channels</li> <li>5.745 to 5.825 GHz; 5 channels</li> </ul>	
<p>Note: This varies by regulatory domain. Refer to the product documentation for specific details for each regulatory domain.</p>			
Maximum Number of Non-Overlapping Channels	<p>2.4 GHz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>802.11b/g:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>20 MHz: 3</li> </ul> </li> <li>802.11n:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>20 MHz: 3</li> </ul> </li> </ul>	<p>5 GHz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>802.11a:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>20 MHz: 21</li> </ul> </li> <li>802.11n:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>20 MHz: 21</li> <li>40 MHz: 9</li> </ul> </li> </ul>	
<p>Note: This varies by regulatory domain. Refer to the product documentation for specific details for each regulatory domain.</p>			
Receive Sensitivity	<p><b>802.11b</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-90 dBm @ 1 Mb/s</li> <li>-80 dBm @ 2 Mb/s</li> <li>-87 dBm @ 5.5 Mb/s</li> <li>-85 dBm @ 11 Mb/s</li> </ul>	<p><b>802.11g</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-87 dBm @ 6 Mb/s</li> <li>-86 dBm @ 9 Mb/s</li> <li>-83 dBm @ 12 Mb/s</li> <li>-82 dBm @ 18 Mb/s</li> <li>-81 dBm @ 24 Mb/s</li> <li>-80 dBm @ 36 Mb/s</li> <li>-75 dBm @ 48 Mb/s</li> <li>-74 dBm @ 54 Mb/s</li> </ul>	<p><b>802.11a</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-86 dBm @ 6 Mb/s</li> <li>-85 dBm @ 9 Mb/s</li> <li>-82 dBm @ 12 Mb/s</li> <li>-81 dBm @ 18 Mb/s</li> <li>-80 dBm @ 24 Mb/s</li> <li>-79 dBm @ 36 Mb/s</li> <li>-74 dBm @ 48 Mb/s</li> <li>-73 dBm @ 54 Mb/s</li> </ul>
	<p><b>2.4-GHz</b></p> <p>802.11n (HT20)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-86 dBm @ MC0</li> <li>-85 dBm @ MC1</li> <li>-84 dBm @ MC2</li> <li>-83 dBm @ MC3</li> <li>-80 dBm @ MC4</li> <li>-75 dBm @ MC5</li> <li>-74 dBm @ MC6</li> <li>-73 dBm @ MC7</li> <li>-86 dBm @ MC8</li> <li>-85 dBm @ MC9</li> <li>-84 dBm @ MC10</li> <li>-83 dBm @ MC11</li> <li>-80 dBm @ MC12</li> <li>-75 dBm @ MC13</li> <li>-74 dBm @ MC14</li> <li>-73 dBm @ MC15</li> </ul>	<p><b>5-GHz</b></p> <p>802.11n (HT20)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-85 dBm @ MC0</li> <li>-84 dBm @ MC1</li> <li>-83 dBm @ MC2</li> <li>-82 dBm @ MC3</li> <li>-79 dBm @ MC4</li> <li>-74 dBm @ MC5</li> <li>-73 dBm @ MC6</li> <li>-72 dBm @ MC7</li> <li>-85 dBm @ MC8</li> <li>-84 dBm @ MC9</li> <li>-83 dBm @ MC10</li> <li>-82 dBm @ MC11</li> <li>-79 dBm @ MC12</li> <li>-74 dBm @ MC13</li> <li>-73 dBm @ MC14</li> <li>-72 dBm @ MC15</li> </ul>	<p><b>5-GHz</b></p> <p>802.11n (HT40)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-85 dBm @ MC0</li> <li>-84 dBm @ MC1</li> <li>-83 dBm @ MC2</li> <li>-79 dBm @ MC3</li> <li>-78 dBm @ MC4</li> <li>-71 dBm @ MC5</li> <li>-70 dBm @ MC6</li> <li>-69 dBm @ MC7</li> <li>-85 dBm @ MC8</li> <li>-84 dBm @ MC9</li> <li>-83 dBm @ MC10</li> <li>-79 dBm @ MC11</li> <li>-76 dBm @ MC12</li> <li>-71 dBm @ MC13</li> <li>-70 dBm @ MC14</li> <li>-69 dBm @ MC15</li> </ul>
Maximum Transmit Power	<p>2.4GHz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>802.11b                             <ul style="list-style-type: none"> <li>23 dBm with 1 antenna</li> </ul> </li> <li>802.11g                             <ul style="list-style-type: none"> <li>20 dBm with 1 antenna</li> </ul> </li> <li>802.11n (HT20)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>17 dBm with 1 antenna</li> <li>20 dBm with 2 antennas</li> </ul> </li> </ul>	<p>5GHz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>802.11a                             <ul style="list-style-type: none"> <li>17 dBm with 1 antenna</li> </ul> </li> <li>802.11n non-HT duplicate (802.11a duplicate) mode                             <ul style="list-style-type: none"> <li>17 dBm with 1 antenna</li> </ul> </li> <li>802.11n (HT20)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>17 dBm with 1 antenna</li> <li>20 dBm with 2 antennas</li> </ul> </li> <li>802.11n (HT40)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>17 dBm with 1 antenna</li> <li>20 dBm with 2 antennas</li> </ul> </li> </ul>	

**ANEXO B**

**Diagrama lógico de la EPN y la EPN-TECH**

DIAGRAMA DE LA POLIRED 2016



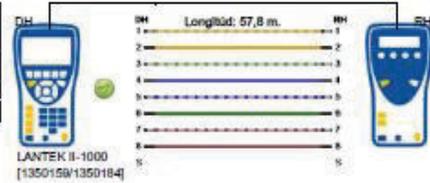


**ANEXO C**  
**Reporte de certificación del SCE**

Reporte de medida certificado de IDEAL Networks

Nombre del trabajo: EPN-TECH.job	Estándar de la medida: TIA 568-C.2	Medida Sumario: PASA
Fecha de comprobación: Diciembre 02 2015	NVP: 99	
Tiempo de medida: 15:29:52	Rango de freq: 1 - 250MHz	
Medida Nombre: AB-PB-PP1-D1	Medida Nombre: AB-PB-PP1-D1	
Operador: MICHAEL MOYA	Firmware: 2.019	
Contratista: DGIP	Límite: Cat 6-250 UTP Perm	
Compañía: EPN-TECH	MFGDB:	

Encabezado	Retardo de propagación (ns)	Desviación de retardo (ns)	Resistencia DC (Ω)	Longitud (m.)
43.8 dB				
Peor Par	7,8	7,8	3,8	5,4
Valor (dB)	207,8	13,1	5,8	57,8
Límite (dB)	<498,0	<44,0	<20,0	<90,0



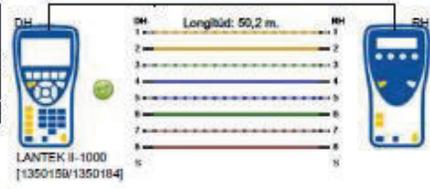
		Peor caso (Margen)		Peor caso (Valor)		
		DH	RH	DH	RH	
Atenuación	Peor Par:	7,8		3,8		
	Valor (dB):	1,4		12,8		
	Freq (MHz):	3,1		250,0		
	Límite (dB):	3,1		31,1		
	Margen (dB):	1,7		18,3		
Pérdida de retorno	Peor Par:	5,4	1,2	5,4	7,8	
	Valor (dB):	26,5	26,1	21,8	22,8	
	Freq (MHz):	82,8	60,0	246,0	232,5	
	Límite (dB):	14,8	16,2dB	10,1	10,3	
	Margen (dB):	11,7	0,9dB	11,7	12,5	
NEXT	Peor Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	7,8-3,8	
	Valor (dB):	54,0	53,8	41,0	40,6	
	Freq (MHz):	28,3	28,0	246,0	250,0	
	Límite (dB):	50,7	50,7dB	35,5	35,3	
	Margen (dB):	3,3	3,1dB	5,5	5,3	
ACR-N	Peor Par:	5,4-1,2	3,8-5,4	3,8-5,4	7,8-3,8	
	Valor (dB):	49,1	50,4	28,3	27,8	
	Freq (MHz):	37,0	37,8	246,0	250,0	
	Límite (dB):	37,9	37,7dB	4,7	4,2	
	Margen (dB):	11,2	12,7dB	23,6	23,6	
ACR-F	Peor Par:	5,4-3,8	3,8-5,4	7,8-5,4	7,8-5,4	
	Valor (dB):	64,3	64,3	32,3	32,4	
	Freq (MHz):	5,1	5,1	235,5	233,5	
	Límite (dB):	50,1	50,1dB	16,7	16,8	
	Margen (dB):	14,2	14,2dB	15,6	15,6	
PS NEXT	Peor Par:	5,4	3,8	3,8	3,8	
	Valor (dB):	53,5	37,6	38,8	37,6	
	Freq (MHz):	28,2	250,0	237,5	250,0	
	Límite (dB):	48,3	32,7dB	33,1	32,7	
	Margen (dB):	5,2	4,9dB	5,7	4,9	
PS ACR-N	Peor Par:	5,4	5,4	3,8	3,8	
	Valor (dB):	48,7	48,4	28,4	24,8	
	Freq (MHz):	37,0	37,0	237,5	250,0	
	Límite (dB):	35,5	35,5dB	2,9	1,8	
	Margen (dB):	13,2	12,9dB	23,5	23,2	
PS ACR-F	Peor Par:	5,4	5,4	5,4	5,4	
	Valor (dB):	80,6	80,7	30,4	30,0	
	Freq (MHz):	5,1	5,1	236,5	237,0	
	Límite (dB):	47,1	47,1dB	13,7	13,7	
	Margen (dB):	13,5	13,6dB	16,7	16,3	

Notas de usuario:

Reporte de medida certificado de IDEAL Networks

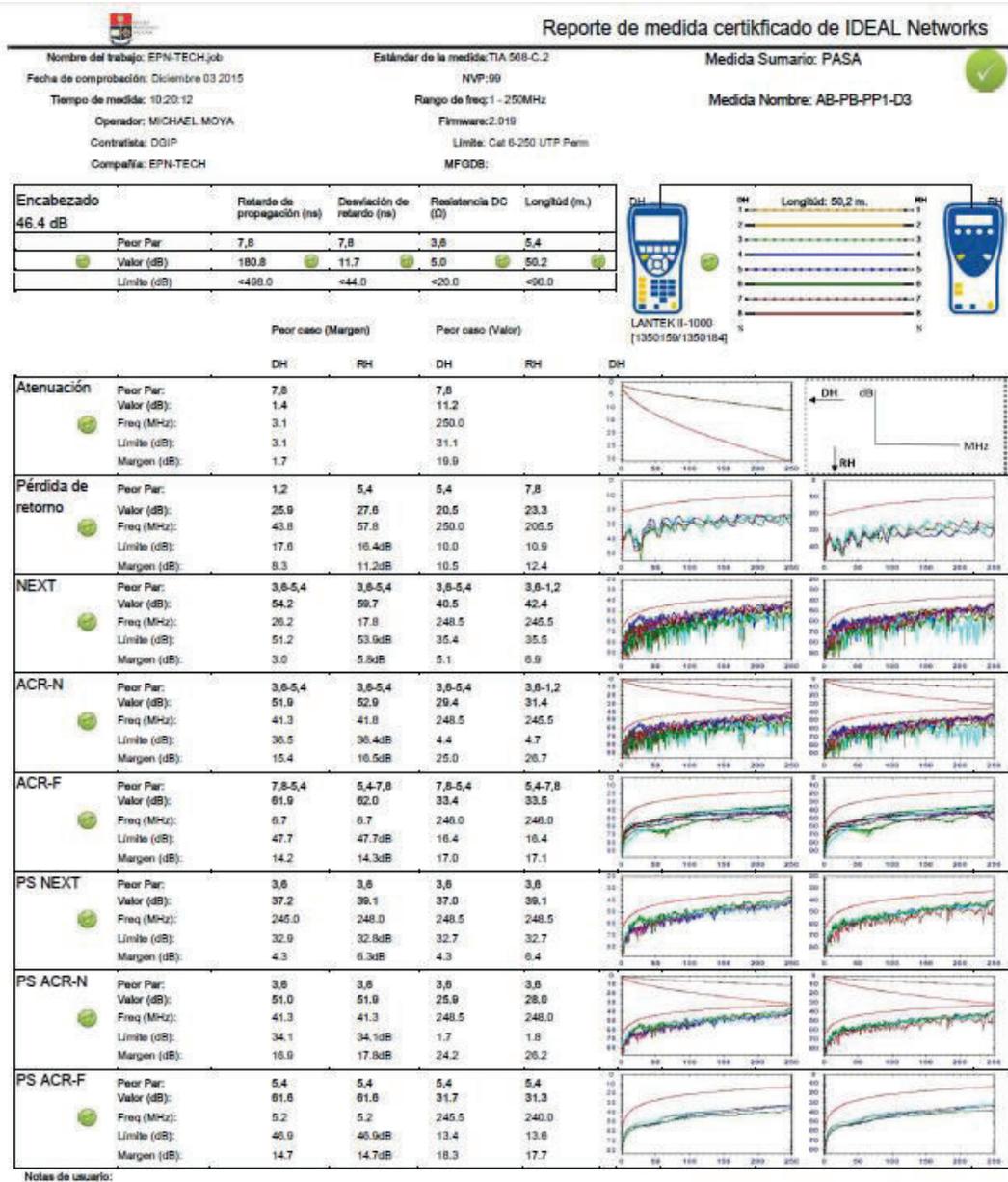
	Nombre del trabajo: EPN-TECH.job Fecha de comprobación: Diciembre 02 2015 Tiempo de medida: 15:32:50 Operador: MICHAEL MOYA Contratista: DGIP Compañía: EPN-TECH	Estándar de la medida: TIA 568-C.2 NVP: 99 Rango de freq: 1 - 250MHz Firmware: 2.019 Límite: Cat 6-250 UTP Perm MFQDB:	Medida Sumario: PASA Medida Nombre: AB-PB-PP1-D2
---	---	---	---

Encabezado	Retardo de propagación (ns)	Desviación de retardo (ns)	Resistencia DC (Ω)	Longitud (m.)
42.1 dB				
Peor Par	7,8	7,8	3,8	5,4
Valor (dB)	180,8	11,7	5,0	50,2
Límite (dB)	<488,0	<44,0	<20,0	<90,0



		Peor caso (Margen)		Peor caso (Valor)		DH
		DH	RH	DH	RH	
Atenuación	Peor Par:	7,8		7,8		
	Valor (dB):	1,3		11,2		
	Freq (MHz):	3,1		250,0		
	Límite (dB):	3,1		31,1		
	Margen (dB):	1,8		19,9		
Pérdida de retorno	Peor Par:	5,4	1,2	5,4	7,8	
	Valor (dB):	26,7	25,9	21,8	22,2	
	Freq (MHz):	58,0	43,8	250,0	233,0	
	Límite (dB):	16,4	17,6dB	10,0	10,3	
	Margen (dB):	10,3	8,3dB	11,8	11,9	
NEXT	Peor Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-1,2	7,8-3,6	
	Valor (dB):	61,5	55,1	41,8	41,3	
	Freq (MHz):	12,3	26,4	245,5	245,5	
	Límite (dB):	56,4	51,2dB	35,5	35,5	
	Margen (dB):	5,1	3,9dB	6,3	5,8	
ACR-N	Peor Par:	5,4-1,2	3,8-5,4	3,8-1,2	7,8-3,6	
	Valor (dB):	53,2	52,8	30,8	30,3	
	Freq (MHz):	45,0	44,8	245,5	245,5	
	Límite (dB):	35,3	35,5dB	4,7	4,7	
	Margen (dB):	17,9	17,1dB	26,1	25,6	
ACR-F	Peor Par:	5,4-7,8	7,8-5,4	7,8-5,4	5,4-7,8	
	Valor (dB):	64,3	64,3	33,5	33,6	
	Freq (MHz):	5,1	5,1	244,5	244,5	
	Límite (dB):	50,1	50,1dB	16,4	16,4	
	Margen (dB):	14,2	14,2dB	17,1	17,2	
PS NEXT	Peor Par:	3,8	3,8	3,8	3,8	
	Valor (dB):	38,4	38,0	38,4	37,8	
	Freq (MHz):	248,0	245,0	248,0	245,5	
	Límite (dB):	32,8	32,9dB	32,8	32,8	
	Margen (dB):	5,6	5,1dB	5,6	5,1	
PS ACR-N	Peor Par:	5,4	5,4	3,8	3,8	
	Valor (dB):	49,6	50,5	27,3	26,9	
	Freq (MHz):	51,3	44,8	248,0	245,5	
	Límite (dB):	31,2	33,0dB	1,8	2,0	
	Margen (dB):	18,4	17,5dB	25,5	24,9	
PS ACR-F	Peor Par:	5,4	5,4	5,4	5,4	
	Valor (dB):	61,7	61,6	31,6	31,1	
	Freq (MHz):	5,1	5,2	240,5	244,5	
	Límite (dB):	47,1	46,9dB	13,6	13,4	
	Margen (dB):	14,6	14,7dB	18,0	17,7	

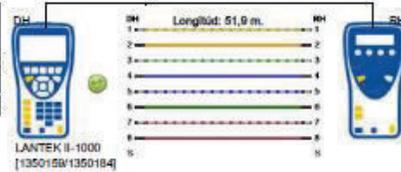
Notes de usuario:



**Reporte de medida certificado de IDEAL Networks**

Nombre del trabajo: EPN-TECH job	Estándar de la medida: TIA 568-C.2	Medida Sumario: PASA
Fecha de comprobación: Diciembre 02 2015	NVP: 99	
Tiempo de medida: 15:43:59	Rango de freq: 1 - 250MHz	
Operador: MICHAEL MOYA	Firmware: 2.019	
Contratista: DGIP	Límite: Cat 6-250 UTP Perm	
Compañía: EPN-TECH	MFQDS:	

Encabezado	Retardo de propagación (ns)	Desviación de retardo (ns)	Resistencia DC (Ω)	Longitud (m.)
44.7 dB				
Peor Par	7,8	7,8	3,6	5,4
Valor (dB)	186,8	12,1	5,2	51,9
Límite (dB)	<498,0	<44,0	<20,0	<90,0



		Peor caso (Margen)		Peor caso (Valor)		DH	RH
		DH	RH	DH	RH		
Atenuación	Peor Par:	7,8	7,8	7,8	11,7		
	Valor (dB):	1,5	1,5	1,5	1,5		
	Freq (MHz):	3,1	3,1	250,0	250,0		
	Límite (dB):	3,1	3,1	31,1	31,1		
	Margen (dB):	1,0	1,0	19,4	19,4		
Pérdida de retorno	Peor Par:	3,6	1,2	5,4	1,2		
	Valor (dB):	25,6	25,4	23,1	23,9		
	Freq (MHz):	99,3	61,3	250,0	171,0		
	Límite (dB):	14,0	16,1dB	10,0	11,7		
	Margen (dB):	11,0	9,3dB	13,1	12,2		
NEXT	Peor Par:	7,8-3,6	3,6-5,4	7,8-3,6	7,8-3,6		
	Valor (dB):	40,4	54,8	40,4	42,6		
	Freq (MHz):	248,5	30,4	249,5	247,0		
	Límite (dB):	35,4	50,3dB	35,4	35,4		
	Margen (dB):	5,0	4,6dB	5,0	7,2		
ACR-N	Peor Par:	3,6-5,4	3,6-5,4	7,8-3,6	7,8-3,6		
	Valor (dB):	50,4	51,1	28,7	31,0		
	Freq (MHz):	47,5	38,5	248,5	247,0		
	Límite (dB):	34,7	37,4dB	4,4	4,5		
	Margen (dB):	15,7	13,7dB	24,3	26,5		
ACR-F	Peor Par:	5,4-7,8	7,8-5,4	7,8-5,4	7,8-5,4		
	Valor (dB):	64,7	64,6	32,9	32,8		
	Freq (MHz):	5,1	5,1	244,0	238,0		
	Límite (dB):	50,1	50,1dB	16,4	16,7		
	Margen (dB):	14,6	14,5dB	16,5	16,1		
PS NEXT	Peor Par:	3,6	3,6	3,6	3,6		
	Valor (dB):	37,8	54,3	37,8	40,0		
	Freq (MHz):	248,5	29,7	248,5	247,0		
	Límite (dB):	32,7	47,9dB	32,7	32,8		
	Margen (dB):	5,1	6,4dB	5,1	7,2		
PS ACR-N	Peor Par:	3,6	3,6	3,6	3,6		
	Valor (dB):	48,9	50,3	26,1	28,5		
	Freq (MHz):	48,0	38,5	248,5	246,5		
	Límite (dB):	32,0	35,0dB	1,7	2,0		
	Margen (dB):	16,9	15,3dB	24,4	26,5		
PS ACR-F	Peor Par:	5,4	5,4	5,4	5,4		
	Valor (dB):	61,0	60,8	30,2	29,8		
	Freq (MHz):	5,1	5,2	240,5	242,0		
	Límite (dB):	47,1	46,9dB	13,6	13,5		
	Margen (dB):	13,9	13,9dB	16,6	16,3		

Notas de usuario:

**Reporte de medida certificado de IDEAL Networks**

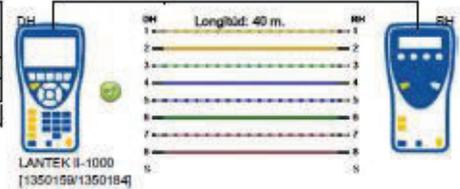
Nombre del trabajo: EPN-TECH.job  
 Fecha de comprobación: Diciembre 02 2015  
 Tiempo de medida: 15:45:28  
 Operador: MICHAEL MOYA  
 Contratista: DGIP  
 Compañía: EPN-TECH

Estándar de la medida: TIA 568-C.2  
 NVP: 99  
 Rango de freq: 1 - 250MHz  
 Firmware: 2.019  
 Límite: Cat 5-250 UTP Perm  
 MFQDB:

Medida Sumario: PASA  
 Medida Nombre: AB-PB-PP1-D5



Encabezado	Retardo de propagación (ns)	Desviación de retardo (ns)	Resistencia DC (Ω)	Longitud (m.)
38.8 dB				
Peor Par	7,8	7,8	3,8	5,4
Valor (dB)	143,8	9,2	3,9	40,0
Límite (dB)	<498,0	<44,0	<20,0	<90,0



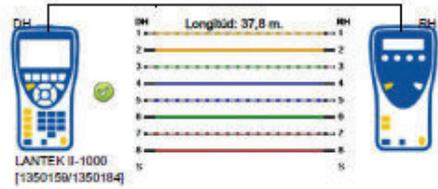
		Peor caso (Margen)		Peor caso (Valor)			
		DH	RH	DH	RH	DH	
Atenuación	Peor Par:	7,8		3,8			
	Valor (dB):	1,2		8,9			
	Freq (MHz):	3,1		250,0			
	Límite (dB):	3,1		31,1			
	Margen (dB):	1,9		22,2			
Pérdida de retorno	Peor Par:	5,4	1,2	5,4	5,4		
	Valor (dB):	28,5	25,9	21,1	23,0		
	Freq (MHz):	43,8	61,8	250,0	238,0		
	Límite (dB):	17,6	16,1dB	10,0	10,2		
	Margen (dB):	9,9	9,8dB	11,1	12,8		
NEXT	Peor Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	7,8-3,8		
	Valor (dB):	55,4	54,1	41,8	43,1		
	Freq (MHz):	22,5	22,2	240,0	249,5		
	Límite (dB):	52,3	52,4dB	35,6	35,4		
	Margen (dB):	3,1	1,7dB	6,0	7,7		
ACR-N	Peor Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	7,8-3,8		
	Valor (dB):	48,4	45,7	33,0	34,2		
	Freq (MHz):	67,5	67,3	240,0	249,0		
	Límite (dB):	29,8	29,6dB	5,2	4,4		
	Margen (dB):	18,6	16,1dB	27,8	29,8		
ACR-F	Peor Par:	5,4-7,8	7,8-5,4	7,8-5,4	5,4-7,8		
	Valor (dB):	84,5	84,5	32,1	32,2		
	Freq (MHz):	5,1	5,1	241,5	242,0		
	Límite (dB):	50,1	50,1dB	16,5	16,5		
	Margen (dB):	14,4	14,4dB	15,6	15,7		
PS NEXT	Peor Par:	3,8	3,8	3,8	3,8		
	Valor (dB):	54,8	53,9	40,6	40,0		
	Freq (MHz):	22,2	21,9	240,5	250,0		
	Límite (dB):	50,0	50,1dB	33,0	32,7		
	Margen (dB):	4,8	3,8dB	7,6	7,3		
PS ACR-N	Peor Par:	5,4	3,8	3,8	3,8		
	Valor (dB):	46,2	45,1	32,0	31,1		
	Freq (MHz):	67,5	67,3	240,5	247,5		
	Límite (dB):	27,1	27,1dB	2,8	1,9		
	Margen (dB):	19,1	18,0dB	29,4	29,2		
PS ACR-F	Peor Par:	5,4	5,4	5,4	5,4		
	Valor (dB):	81,2	81,4	29,4	29,4		
	Freq (MHz):	5,1	5,1	243,0	242,0		
	Límite (dB):	47,1	47,1dB	13,5	13,5		
	Margen (dB):	14,1	14,3dB	15,9	15,9		

Notas de usuario:

**Reporte de medida certificado de IDEAL Networks**

Nombre del trabajo: EPN-TECH.job	Estándar de la medida: TIA 568-C.2	Medida Sumario: PASA
Fecha de comprobación: Diciembre 02 2015	NVP:99	
Tiempo de medida: 15:48:30	Rango de freq: 1 - 250MHz	Medida Nombre: AB-PB-PP1-D6
Operador: MICHAEL MOYA	Firmware: 2.019	
Contratista: DGIP	Línea: Cat 6-250 UTP Perm	
Compañía: EPN-TECH	MFODB:	

Encabezado	Retardo de propagación (ns)	Desviación de retardo (ns)	Resistencia DC (Ω)	Longitud (m.)
<b>38.5 dB</b>				
Peor Par	7,8	7,8	3,8	5,4
Valor (dB)	136,1	8,7	3,7	37,8
Límite (dB)	<498,0	<44,0	<20,0	<90,0



		Peor caso (Margen)		Peor caso (Valor)		DH	RH
		DH	RH	DH	RH		
Atenuación	Peor Par:	7,8	3,8				
	Valor (dB):	1,2	8,6				
	Freq (MHz):	3,1	250,0				
	Límite (dB):	3,1	31,1				
	Margen (dB):	1,9	22,5				
Pérdida de retorno	Peor Par:	5,4	1,2	5,4	7,8		
	Valor (dB):	21,7	26,6	21,7	23,1		
	Freq (MHz):	242,0	61,5	242,0	233,5		
	Límite (dB):	10,2	16,1dB	10,2	10,3		
	Margen (dB):	11,5	10,5dB	11,5	12,8		
NEXT	Peor Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4		
	Valor (dB):	54,6	53,1	43,1	39,0		
	Freq (MHz):	23,4	23,5	239,0	250,0		
	Límite (dB):	52,0	52,0dB	35,7	35,3		
	Margen (dB):	2,6	1,1dB	7,4	4,6		
ACR-N	Peor Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4		
	Valor (dB):	48,4	48,0	34,8	31,3		
	Freq (MHz):	67,0	78,3	246,5	250,0		
	Límite (dB):	29,8	27,4dB	4,6	4,2		
	Margen (dB):	18,6	19,5dB	30,2	27,1		
ACR-F	Peor Par:	5,4-3,8	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4		
	Valor (dB):	63,0	63,0	31,0	31,0		
	Freq (MHz):	5,2	5,2	248,5	245,0		
	Límite (dB):	49,0	49,0dB	16,3	16,4		
	Margen (dB):	13,1	13,1dB	14,7	14,6		
PS NEXT	Peor Par:	5,4	3,8	5,4	3,8		
	Valor (dB):	54,3	52,8	41,1	37,9		
	Freq (MHz):	23,7	23,7	246,5	250,0		
	Límite (dB):	49,5	49,5dB	32,8	32,7		
	Margen (dB):	4,8	3,3dB	8,3	5,2		
PS ACR-N	Peor Par:	5,4	3,8	3,8	3,8		
	Valor (dB):	47,1	45,7	32,9	29,3		
	Freq (MHz):	67,8	78,0	246,5	250,0		
	Límite (dB):	27,1	24,9dB	1,6	1,6		
	Margen (dB):	20,0	20,8dB	31,3	27,7		
PS ACR-F	Peor Par:	5,4	5,4	5,4	5,4		
	Valor (dB):	58,6	59,7	28,5	28,3		
	Freq (MHz):	5,2	5,2	250,0	244,5		
	Límite (dB):	46,9	46,9dB	13,2	13,4		
	Margen (dB):	12,7	12,8dB	15,3	14,9		

Notas de usuario:

**Reporte de medida certificado de IDEAL Networks**

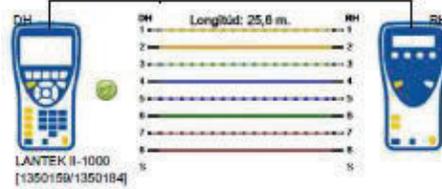
Nombre del trabajo: EPN-TECH.job  
 Fecha de comprobación: Diciembre 03 2015  
 Tiempo de medida: 09:42:09  
 Operador: MICHAEL MOYA  
 Contratista: DOIF  
 Compañía: EPN-TECH

Estándar de la medida: TIA 568-C.2  
 NVP: 99  
 Rango de freq: 1 - 250MHz  
 Firmware: 2.019  
 Límite: Cat 6-250 UTP Perm  
 MFGDB:

Medida Sumario: PASA  
 Medida Nombre: AB-PB-PP1-07



Encabezado	Retardo de propagación (ns)	Desviación de retardo (ns)	Resistencia DC (Ω)	Longitud (m.)
21.9 dB	7,8	7,8	3,8	3,8
Peor Par	7,8	7,8	3,8	3,8
Valor (dB)	92,3	6,1	2,0	25,6
Límite (dB)	<498,0	<44,0	<20,0	<90,0



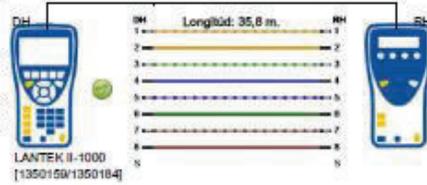
		Peor caso (Margen)		Peor caso (Valor)		DH	RH
		DH	RH	DH	RH		
Atenuación	Peor Par:	7,8	7,8	7,8	5,0		
	Valor (dB):	5	5	5,0	250,0		
	Freq (MHz):	3,1	3,1	3,1	31,1		
	Límite (dB):	3,1	3,1	3,1	26,1		
	Margen (dB):	2,5	2,5	2,5	26,1		
Pérdida de retorno	Peor Par:	5,4	1,2	7,8	5,4		
	Valor (dB):	25,2	25,6	22,2	24,5		
	Freq (MHz):	104,5	128,0	237,0	220,5		
	Límite (dB):	13,8	12,9dB	10,3	10,6		
	Margen (dB):	11,4	12,7dB	11,9	13,9		
NEXT	Peor Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	7,8-3,6		
	Valor (dB):	47,8	54,6	38,0	40,4		
	Freq (MHz):	53,3	28,4	247,5	250,0		
	Límite (dB):	48,3	51,2dB	35,4	35,3		
	Margen (dB):	1,5	3,4dB	2,8	5,1		
ACR-N	Peor Par:	3,8-5,4	7,8-3,6	3,8-5,4	7,8-3,6		
	Valor (dB):	35,8	39,9	33,1	35,4		
	Freq (MHz):	183,5	189,5	247,5	250,0		
	Límite (dB):	11,5	10,8dB	4,5	4,2		
	Margen (dB):	24,3	29,1dB	28,6	31,2		
ACR-F	Peor Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	5,4-3,6		
	Valor (dB):	85,9	96,0	32,8	32,6		
	Freq (MHz):	5,1	5,1	244,0	244,0		
	Límite (dB):	50,1	50,1dB	16,4	16,4		
	Margen (dB):	15,8	15,9dB	16,2	16,2		
PS NEXT	Peor Par:	3,8	3,8	3,8	3,8		
	Valor (dB):	37,2	38,0	36,1	38,0		
	Freq (MHz):	200,0	250,0	250,0	250,0		
	Límite (dB):	34,3	32,7dB	32,7	32,7		
	Margen (dB):	2,9	5,3dB	3,4	5,3		
PS ACR-N	Peor Par:	3,8	3,8	3,8	3,8		
	Valor (dB):	33,8	38,2	31,1	33,0		
	Freq (MHz):	184,5	184,0	250,0	250,0		
	Límite (dB):	8,8	8,8dB	1,6	1,6		
	Margen (dB):	25,0	29,4dB	29,5	31,4		
PS ACR-F	Peor Par:	5,4	5,4	3,8	5,4		
	Valor (dB):	82,0	82,1	31,7	30,7		
	Freq (MHz):	5,2	5,1	244,0	244,0		
	Límite (dB):	48,9	47,1dB	13,4	13,4		
	Margen (dB):	15,1	15,0dB	18,3	17,3		

Notas de usuario:

Reporte de medida certificado de IDEAL Networks

Nombre del trabajo: EPN-TECH job	Estándar de la medida: TIA 568-C.2	Medida Sumario: PASA
Fecha de comprobación: Diciembre 02 2015	NVP:90	
Tiempo de medida: 15:47:28	Rango de freq: 1 - 250MHz	
Operador: MICHAEL MOYA	Firmware: 2.019	
Contratista: DOIP	Límite: Cat 6-250 UTP Perm	
Compañía: EPN-TECH	MFODB:	

Encabezado	Retardo de propagación (ns)	Desviación de retardo (ns)	Resistencia DC (Ω)	Longitud (m.)
37.4 dB				
Peor Par	7,8	7,8	3,8	3,8
Valor (dB)	128.2	7.7	3.5	35.8
Límite (dB)	<498.0	<44.0	<20.0	<90.0



		Peor caso (Margen)		Peor caso (Valor)		DH
		DH	RH	DH	RH	
Atenuación	Peor Par:	7,8		3,8		
	Valor (dB):	1.1		8.0		
	Freq (MHz):	3.1		250.0		
	Límite (dB):	3.1		31.1		
	Margen (dB):	2.0		23.1		
Pérdida de retorno	Peor Par:	1,2	1,2	5,4	5,4	
	Valor (dB):	25.7	25.8	21.4	24.0	
	Freq (MHz):	61.3	86.0	250.0	199.0	
	Límite (dB):	16.1	14.7dB	10.0	11.0	
	Margen (dB):	9.6	11.1dB	11.4	13.0	
NEXT	Peor Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	
	Valor (dB):	55.8	55.1	41.1	39.4	
	Freq (MHz):	24.9	24.9	245.0	248.0	
	Límite (dB):	51.6	51.6dB	35.5	35.4	
	Margen (dB):	4.2	3.5dB	5.6	4.0	
ACR-N	Peor Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	
	Valor (dB):	49.7	47.5	33.3	31.4	
	Freq (MHz):	85.3	85.5	244.5	248.0	
	Límite (dB):	26.0	25.9dB	4.8	4.4	
	Margen (dB):	20.7	21.6dB	28.5	27.0	
ACR-F	Peor Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	5,4-3,8	3,8-5,4	
	Valor (dB):	61.6	27.9	27.9	27.9	
	Freq (MHz):	5.2	246.5	246.5	249.5	
	Límite (dB):	49.9	16.4dB	16.2	16.2	
	Margen (dB):	11.7	11.5dB	11.7	11.7	
PS NEXT	Peor Par:	3,8	3,8	3,8	3,8	
	Valor (dB):	39.0	37.4	38.9	37.4	
	Freq (MHz):	241.5	244.5	242.0	244.5	
	Límite (dB):	33.0	32.9dB	32.9	32.9	
	Margen (dB):	6.0	4.5dB	6.0	4.5	
PS ACR-N	Peor Par:	5,4	3,8	3,8	3,8	
	Valor (dB):	44.9	45.9	31.2	29.5	
	Freq (MHz):	84.8	85.5	242.0	247.5	
	Límite (dB):	23.5	23.4dB	2.4	1.9	
	Margen (dB):	21.4	22.5dB	28.8	27.6	
PS ACR-F	Peor Par:	5,4	5,4	5,4	5,4	
	Valor (dB):	58.0	58.5	25.6	26.4	
	Freq (MHz):	5.5	5.2	250.0	242.0	
	Límite (dB):	40.4	40.9dB	13.2	13.5	
	Margen (dB):	11.6	11.6dB	12.4	12.9	

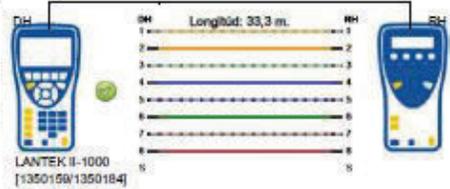
Notas de usuario:



Reporte de medida certificado de IDEAL Networks

Nombre del trabajo: EPN-TECH.job	Estándar de la medida: TIA 568-C.2	Medida Sumario: PASA
Fecha de comprobación: Diciembre 02 2015	NVP: 09	
Tiempo de medida: 15:49:28	Rango de freq: 1 - 250MHz	
Operador: MICHAEL MOYA	Firmware: 2.019	
Contratista: DGIP	Límite: Cat 6-250 UTP Perm	
Compañía: EPN-TECH	MFQDB:	

Encabezado	Retardo de propagación (ns)	Desviación de retardo (ns)	Resistencia DC (Ω)	Longitud (m.)
<b>36,5 dB</b>				
Peor Par:	7,8	7,8	3,8	5,4
Valor (dB):	119,6	7,4	3,2	33,3
Límite (dB):	<498,0	<44,0	<20,0	<90,0



	Peor caso (Margen)	Peor caso (Valor)		DH	RH
		DH	RH		
<b>Atenuación</b>					
Peor Par:	7,8	3,8			
Valor (dB):	1,1	7,4			
Freq (MHz):	3,1	250,0			
Límite (dB):	3,1	31,1			
Margen (dB):	2,0	23,7			
<b>Pérdida de retorno</b>					
Peor Par:	5,4	1,2	5,4	5,4	
Valor (dB):	22,4	25,5	22,4	23,4	
Freq (MHz):	98,5	61,5	98,5	218,5	
Límite (dB):	14,1	16,1dB	14,1	10,6	
Margen (dB):	8,3	0,4dB	8,3	12,8	
<b>NEXT</b>					
Peor Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	
Valor (dB):	40,7	39,6	40,7	39,6	
Freq (MHz):	244,5	247,0	245,5	247,0	
Límite (dB):	35,5	35,4dB	35,5	35,4	
Margen (dB):	5,2	4,2dB	5,2	4,2	
<b>ACR-N</b>					
Peor Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	
Valor (dB):	47,7	48,4	33,4	32,3	
Freq (MHz):	94,0	92,3	245,5	247,0	
Límite (dB):	24,4	24,6dB	4,7	4,5	
Margen (dB):	23,3	21,8dB	28,7	27,8	
<b>ACR-F</b>					
Peor Par:	7,8-5,4	7,8-5,4	7,8-5,4	3,8-5,4	
Valor (dB):	64,4	64,6	31,0	30,9	
Freq (MHz):	5,2	5,1	250,0	250,0	
Límite (dB):	49,9	50,1dB	16,2	16,2	
Margen (dB):	14,5	14,5dB	14,8	14,7	
<b>PS NEXT</b>					
Peor Par:	3,8	3,8	3,8	3,8	
Valor (dB):	39,1	37,4	39,0	37,4	
Freq (MHz):	246,5	249,0	249,5	249,0	
Límite (dB):	32,8	32,7dB	32,7	32,7	
Margen (dB):	6,3	4,7dB	6,3	4,7	
<b>PS ACR-N</b>					
Peor Par:	3,8	3,8	3,8	3,8	
Valor (dB):	48,2	44,6	31,6	30,0	
Freq (MHz):	93,3	92,3	249,5	249,0	
Límite (dB):	21,9	22,1dB	1,6	1,7	
Margen (dB):	24,3	22,5dB	30,0	28,3	
<b>PS ACR-F</b>					
Peor Par:	5,4	5,4	5,4	5,4	
Valor (dB):	61,0	60,8	27,6	28,6	
Freq (MHz):	5,1	5,2	250,0	250,0	
Límite (dB):	47,1	48,9dB	13,2	13,2	
Margen (dB):	13,9	13,9dB	14,4	15,4	

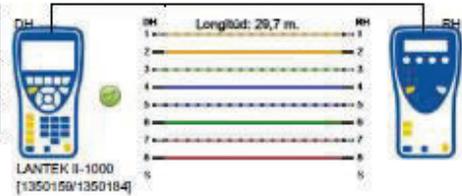
Notas de usuario:



Reporte de medida certificado de IDEAL Networks

Nombre del trabajo: EPN-TECH Job      Estándar de la medida: TIA 568-C.2      Medida Sumario: PASA  
 Fecha de comprobación: Diciembre 02 2015      NVP: 99  
 Tiempo de medida: 15:50:07      Rango de freq: 1 - 250MHz      Medida Nombre: AB-PB-PP1-D10  
 Operador: MICHAEL MOYA      Firmware: 2.019  
 Contratista: DGIP      Límite: Cat 5-250 UTP Perm  
 Compañía: EPN-TECH      MFGDB:

Encabezado	Retardo de propagación (ns)	Desviación de retardo (ns)	Resistencia DC (Ω)	Longitud (m.)
33.2 dB				
Peor Par	7,8	7,8	3,6	3,6
Valor (dB)	106,3	6,4	2,5	29,7
Límite (dB)	<498,0	<44,0	<20,0	<90,0



		Peor caso (Margen)		Peor caso (Valor)		
		DH	RH	DH	RH	DH
<b>Atenuación</b>	Peor Par: 7,8 Valor (dB): 1,0 Freq (MHz): 3,1 Límite (dB): 3,1 Margen (dB): 2,1	3,6	6,6	250,0	31,1	
<b>Pérdida de retorno</b>	Peor Par: 5,4 Valor (dB): 22,5 Freq (MHz): 110,5 Límite (dB): 13,2 Margen (dB): 9,3	1,2	26,6	22,3	22,9	
<b>NEXT</b>	Peor Par: 3,6-5,4 Valor (dB): 40,4 Freq (MHz): 240,5 Límite (dB): 35,6 Margen (dB): 4,8	3,6-5,4	39,7	40,4	39,7	
<b>ACR-N</b>	Peor Par: 3,6-5,4 Valor (dB): 46,0 Freq (MHz): 121,0 Límite (dB): 19,9 Margen (dB): 26,1	7,8-3,6	45,8	34,0	33,1	
<b>ACR-F</b>	Peor Par: 5,4-7,8 Valor (dB): 65,2 Freq (MHz): 5,1 Límite (dB): 50,1 Margen (dB): 15,1	7,8-5,4	65,2	32,4	32,5	
<b>PS NEXT</b>	Peor Par: 5,4 Valor (dB): 59,1 Freq (MHz): 15,7 Límite (dB): 52,4 Margen (dB): 6,7	3,6	37,8	39,5	37,8	
<b>PS ACR-N</b>	Peor Par: 5,4 Valor (dB): 43,8 Freq (MHz): 121,0 Límite (dB): 17,3 Margen (dB): 26,5	3,6	43,1	32,9	31,2	
<b>PS ACR-F</b>	Peor Par: 5,4 Valor (dB): 61,2 Freq (MHz): 5,1 Límite (dB): 47,1 Margen (dB): 14,1	5,4	60,9	30,7	30,4	

Notas de usuario:



Reporte de medida certificado de IDEAL Networks

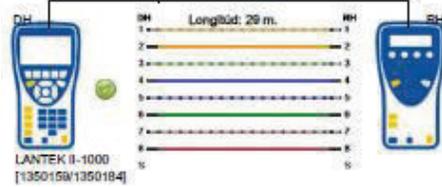
Nombre del trabajo: EPN-TECH.job  
 Fecha de comprobación: Diciembre 02 2015  
 Tiempo de medida: 15:50:46  
 Operador: MICHAEL MOYA  
 Contratista: DGIP  
 Compañía: EPN-TECH

Estándar de la medida: TIA 568-C.2  
 NVP: 09  
 Rango de freq: 1 - 250MHz  
 Firmware: 2.019  
 Límite: Cat 6-250 UTP Perm  
 MFQDB:

Medida Sumario: PASA  
 Medida Nombre: AB-PB-PP1-D11



Encabezado	Retardo de propagación (ns)	Desviación de retardo (ns)	Resistencia DC (Ω)	Longitud (m.)
33.3 dB	7,8	7,8	3,6	3,6
Peor Par	7,8	7,8	3,6	3,6
Valor (dB)	104.1	8.5	2.8	29.0
Límite (dB)	<498.0	<44.0	<20.0	<90.0



		Peor caso (Margen)		Peor caso (Valor)			
		DH	RH	DH	RH	DH	
Atenuación	Peor Par:	7,8	7,8	7,8	7,8		
	Valor (dB):	1.0	6.4	6.4	1.0		
	Freq (MHz):	3.1	250.0	250.0	3.1		
	Límite (dB):	3.1	31.1	31.1	3.1		
	Margen (dB):	2.1	24.7	24.7	2.1		
Pérdida de retorno	Peor Par:	5,4	1,2	5,4	5,4		
	Valor (dB):	20.9	25.8	20.9	23.1		
	Freq (MHz):	247.0	84.0	247.0	217.5		
	Límite (dB):	10.1	14.8dB	10.1	10.6		
	Margen (dB):	10.8	11.0dB	10.8	12.5		
NEXT	Peor Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4		
	Valor (dB):	56.3	56.4	41.4	39.0		
	Freq (MHz):	21.0	20.5	245.5	243.0		
	Límite (dB):	52.7	52.9dB	35.5	35.5		
	Margen (dB):	3.6	3.5dB	5.9	3.5		
ACR-N	Peor Par:	5,4-1,2	5,4-1,2	3,8-5,4	3,8-5,4		
	Valor (dB):	45.0	44.6	35.1	32.7		
	Freq (MHz):	125.5	125.5	245.5	243.0		
	Límite (dB):	19.2	19.2dB	4.7	4.9		
	Margen (dB):	25.8	25.4dB	30.4	27.8		
ACR-F	Peor Par:	5,4-7,8	7,8-5,4	5,4-3,6	3,8-5,4		
	Valor (dB):	64.9	64.9	33.1	33.0		
	Freq (MHz):	5.2	5.2	242.5	242.5		
	Límite (dB):	46.9	46.9dB	16.5	16.5		
	Margen (dB):	15.0	15.0dB	16.6	16.5		
PS NEXT	Peor Par:	5,4	3,6	3,6	3,6		
	Valor (dB):	55.9	36.6	39.0	36.6		
	Freq (MHz):	21.0	248.5	248.0	248.5		
	Límite (dB):	50.3	32.7dB	32.8	32.7		
	Margen (dB):	5.6	3.9dB	6.2	3.9		
PS ACR-N	Peor Par:	3,6	3,6	3,6	3,6		
	Valor (dB):	45.2	43.2	32.6	30.2		
	Freq (MHz):	110.0	114.5	248.0	248.5		
	Límite (dB):	19.0	18.3dB	1.8	1.7		
	Margen (dB):	26.2	24.9dB	30.8	28.5		
PS ACR-F	Peor Par:	5,4	5,4	5,4	5,4		
	Valor (dB):	61.3	61.3	30.7	30.3		
	Freq (MHz):	5.2	5.2	242.5	242.0		
	Límite (dB):	46.9	46.9dB	13.5	13.5		
	Margen (dB):	14.4	14.4dB	17.2	16.8		

Notas de usuario:



Reporte de medida certificado de IDEAL Networks

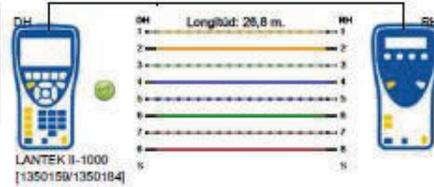
Nombre del trabajo: EPN-TECH.job  
 Fecha de comprobación: Diciembre 02 2015  
 Tiempo de medida: 15:51:13  
 Operador: MICHAEL MOYA  
 Contratista: DGIF  
 Compañía: EPN-TECH

Estándar de la medida: TIA 568-C.2  
 NVP: 99  
 Rango de freq: 1 - 250MHz  
 Firmware: 2.019  
 Límite: Cat 6-250 UTP Perm  
 MFQDS:

Medida Sumario: PASA  
 Medida Nombre: AB-PB-PP1-D12



Encabezado	Retardo de propagación (ns)	Desviación de retardo (ns)	Resistencia DC (Ω)	Longitud (m.)
20.1 dB				
Pear Par	7,8	7,8	3,8	3,8
Valor (dB)	95,9	5,8	2,5	28,8
Límite (dB)	<498,0	<44,0	<20,0	<90,0



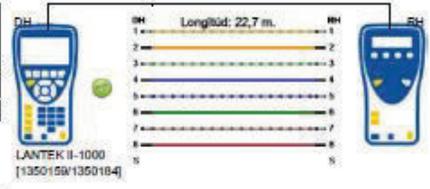
		Peor caso (Margen)		Peor caso (Valor)		DH	RH
		DH	RH	DH	RH		
Atenuación	Pear Par:	7,8	3,8				
	Valor (dB):	1,0	6,0				
	Freq (MHz):	3,1	250,0				
	Límite (dB):	3,1	31,1				
	Margen (dB):	2,1	25,1				
Pérdida de retorno	Pear Par:	3,8	5,4	5,4	5,4		
	Valor (dB):	25,8	22,2	22,5	22,1		
	Freq (MHz):	104,5	197,0	250,0	197,5		
	Límite (dB):	13,8	11,1dB	10,0	11,0		
	Margen (dB):	11,8	11,1dB	12,5	11,1		
NEXT	Pear Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4		
	Valor (dB):	58,6	38,5	42,3	38,5		
	Freq (MHz):	17,7	247,0	238,5	247,0		
	Límite (dB):	53,9	35,4dB	35,7	35,4		
	Margen (dB):	4,7	3,1dB	6,6	3,1		
ACR-N	Pear Par:	5,4-1,2	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4		
	Valor (dB):	48,2	35,0	36,5	32,5		
	Freq (MHz):	130,5	210,0	238,5	247,0		
	Límite (dB):	18,5	8,5dB	5,4	4,5		
	Margen (dB):	27,7	26,5dB	31,1	28,0		
ACR-F	Pear Par:	7,8-5,4	5,4-7,8	3,8-5,4	5,4-3,8		
	Valor (dB):	84,0	84,0	31,2	31,3		
	Freq (MHz):	5,2	5,2	250,0	250,0		
	Límite (dB):	49,0	49,0dB	16,2	16,2		
	Margen (dB):	14,1	14,1dB	15,0	15,1		
PS NEXT	Pear Par:	5,4	3,8	5,4	3,8		
	Valor (dB):	57,6	38,7	40,1	38,7		
	Freq (MHz):	18,1	247,0	238,5	247,0		
	Límite (dB):	51,4	32,8dB	33,0	32,8		
	Margen (dB):	6,2	3,9dB	7,1	3,9		
PS ACR-N	Pear Par:	5,4	3,8	5,4	3,8		
	Valor (dB):	42,6	42,9	34,3	30,7		
	Freq (MHz):	137,5	135,0	238,5	247,0		
	Límite (dB):	14,9	15,3dB	2,7	1,9		
	Margen (dB):	27,7	27,6dB	31,6	28,8		
PS ACR-F	Pear Par:	5,4	5,4	5,4	5,4		
	Valor (dB):	80,3	80,6	29,4	29,0		
	Freq (MHz):	5,2	5,1	240,0	245,5		
	Límite (dB):	48,9	47,1dB	13,6	13,4		
	Margen (dB):	13,4	13,5dB	15,8	15,6		

Notas de usuario:

Reporte de medida certificado de IDEAL Networks

<p>Nombre del trabajo: EPN-TECH.job                  Fecha de comprobación: Diciembre 02 2015                  Tiempo de medida: 15:51:45                  Operador: MICHAEL MOYA                  Contratista: DGIP                  Compañía: EPN-TECH</p>	<p>Estándar de la medida: TIA 568-C.2                  NVP: 99                  Rango de freq: 1 - 250MHz                  Firmware: 2.019                  Límite: Cal 6-250 UTP Perm                  MFQDB:</p>	<p>Medida Sumario: PASA                  Medida Nombre: AB-PB-PP1-D13</p>
--	--	---

Encabezado	Retardo de propagación (ns)	Desviación de retardo (ns)	Resistencia DC (Ω)	Longitud (m.)
19.8 dB				
Peor Par	7,8	7,8	3,6	3,6
Valor (dB)	81,3	5,0	2,1	22,7
Límite (dB)	<498,0	<44,0	<20,0	<90,0



	Peor caso (Margen)	Peor caso (Valor)		DH	RH	DH	RH
		DH	RH				
<b>Atenuación</b> Peor Par: 7,8 Valor (dB): 9 Freq (MHz): 3,1 Límite (dB): 3,1 Margen (dB): 2,2							
<b>Pérdida de retorno</b> Peor Par: 5,4 Valor (dB): 20,7 Freq (MHz): 249,0 Límite (dB): 10,0 Margen (dB): 10,7							
<b>NEXT</b> Peor Par: 3,6-5,4 Valor (dB): 55,9 Freq (MHz): 20,2 Límite (dB): 53,0 Margen (dB): 2,9							
<b>ACR-N</b> Peor Par: 3,6-5,4 Valor (dB): 39,4 Freq (MHz): 179,0 Límite (dB): 12,0 Margen (dB): 27,4							
<b>ACR-F</b> Peor Par: 5,4-7,8 Valor (dB): 63,2 Freq (MHz): 5,5 Límite (dB): 49,4 Margen (dB): 13,8							
<b>PS NEXT</b> Peor Par: 5,4 Valor (dB): 55,3 Freq (MHz): 20,2 Límite (dB): 50,6 Margen (dB): 4,7							
<b>PS ACR-N</b> Peor Par: 3,6 Valor (dB): 37,9 Freq (MHz): 179,5 Límite (dB): 9,5 Margen (dB): 28,4							
<b>PS ACR-F</b> Peor Par: 5,4 Valor (dB): 59,7 Freq (MHz): 5,5 Límite (dB): 49,4 Margen (dB): 13,3							

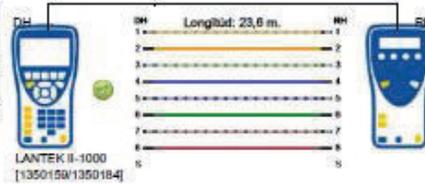
Notas de usuario:



Reporte de medida certificado de IDEAL Networks

Nombre del trabajo: EPN-TECH.job	Estándar de la medida: TIA 568-C.2	Medida Sumario: PASA
Fecha de comprobación: Diciembre 02 2015	NVP:99	
Tiempo de medida: 15:55:05	Rango de freq: 1 - 250MHz	
Operador: MICHAEL MOYA	Firmware: 2.019	
Contratista: DGIF	Límite: Cat 6-250 UTP Perm	
Compañía: EPN-TECH	MFQDB:	Medida Nombre: AB-PB-PP1-D14

<b>Encabezado</b> 21.8 dB	Retardo de propagación (ns)	Desviación de retardo (ns)	Resistencia DC (Ω)	Longitud (m.)
Peor Par	7,8	7,8	3,8	3,8
Valor (dB)	84.5	5.2	2.2	23.8
Límite (dB)	<498.0	<44.0	<20.0	<90.0



		Peor caso (Margen)		Peor caso (Valor)		DH	RH	DH	RH
		DH	RH	DH	RH				
Atenuación	Peor Par:	7,8	3,8						
	Valor (dB):	.9	5.3						
	Freq (MHz):	3.1	250.0						
	Límite (dB):	3.1	31.1						
	Margen (dB):	2.2	25.8						
Pérdida de retorno	Peor Par:	5,4	5,4	5,4	5,4				
	Valor (dB):	20.6	23.2	20.8	23.2				
	Freq (MHz):	250.0	194.5	250.0	194.5				
	Límite (dB):	10.0	11.1dB	10.0	11.1				
	Margen (dB):	10.8	12.1dB	10.8	12.1				
NEXT	Peor Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-1,2	3,8-5,4				
	Valor (dB):	56.8	54.2	39.9	41.1				
	Freq (MHz):	19.9	30.1	249.5	240.5				
	Límite (dB):	53.1	50.2dB	35.4	35.8				
	Margen (dB):	3.7	4.0dB	4.5	5.5				
ACR-N	Peor Par:	3,8-1,2	7,8-3,8	3,8-1,2	3,8-5,4				
	Valor (dB):	40.5	41.2	34.8	35.8				
	Freq (MHz):	171.5	173.0	249.5	240.5				
	Límite (dB):	12.9	12.8dB	4.3	5.2				
	Margen (dB):	27.6	28.4dB	30.3	30.6				
ACR-F	Peor Par:	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4	3,8-5,4				
	Valor (dB):	27.3	60.4	26.8	26.8				
	Freq (MHz):	227.0	5.1	249.0	250.0				
	Límite (dB):	17.1	50.1dB	16.3	16.2				
	Margen (dB):	10.2	10.3dB	10.5	10.6				
PS NEXT	Peor Par:	3,8	3,8	3,8	3,8				
	Valor (dB):	37.1	37.8	37.1	37.8				
	Freq (MHz):	250.0	250.0	250.0	250.0				
	Límite (dB):	32.7	32.7dB	32.7	32.7				
	Margen (dB):	4.4	5.1dB	4.4	5.1				
PS ACR-N	Peor Par:	3,8	3,8	3,8	3,8				
	Valor (dB):	35.7	38.9	31.8	32.5				
	Freq (MHz):	185.5	172.5	250.0	250.0				
	Límite (dB):	8.7	10.3dB	1.6	1.6				
	Margen (dB):	27.0	28.6dB	30.2	30.9				
PS ACR-F	Peor Par:	5,4	5,4	5,4	5,4				
	Valor (dB):	58.3	58.1	25.8	25.5				
	Freq (MHz):	5.1	5.2	250.0	244.5				
	Límite (dB):	47.1	46.0dB	13.2	13.4				
	Margen (dB):	11.2	11.2dB	12.4	12.1				

Notas de usuario:

**ANEXO D:**

**Certificado de implementación del SCE por parte de la DGIP**



Quito, D.M., noviembre 8 de 2016

## CERTIFICADO

A quien interese;

Certifico, que: el Sr. MICHAEL ANDRÈS MOYA QUIMBITA, funcionario de la Dirección de Gestión de la Información y Procesos (DGIP) de la Escuela Politécnica Nacional (EPN), realizó la implementación de una red LAN en el primer piso de la Facultad de Ciencias para la empresa pública EPN-TECH-EP. Actualmente, por cambios administrativos, la EPN-TECH-EP se trasladó a otras instalaciones. Sin embargo, el Laboratorio de Física se encuentra utilizando los espacios e infraestructura que ocupaba la EPN-TECH en la Facultad de Ciencias.

Es todo en cuanto puedo certificar.

Atentamente,

ING. PABLO ORTIZ

JEFE DEL ÁREA DE OPERACIONES - DGIP