



**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica**

## **MANUAL DE INSTALACIONES TELEFÓNICAS INDUSTRIALES**

**Roberto Gustavo Reyes Meléndez**  
**Asesorado por el Ing. José Luís Rodríguez Anker**

**Guatemala, marzo de 2006**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

## **MANUAL DE INSTALACIONES TELEFÓNICAS INDUSTRIALES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ROBERTO GUSTAVO REYES MELÉNDEZ**  
ASESORADO POR EL ING. JOSÉ LUÍS RODRÍGUEZ ANKER  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO ELECTRICISTA**

GUATEMALA, MARZO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Raúl Francisco Molina Mejía
EXAMINADOR	Ing. Rodolfo Koenigsberger Badran
EXAMINADOR	Ing. José Luís Herrera Gálvez
EXAMINADOR	Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra
SECRETARIO	Ing. Carlos Enrique Cabrera García

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**MANUAL DE INSTALACIONES TELEFÓNICAS INDUSTRIALES,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 2 de noviembre de 2005, Ref. EIME 267.2005



Roberto Gustavo Reyes Meléndez

Guatemala, 23 de febrero de 2006

Ingeniero  
Francisco Javier González López  
Coordinador del área de Electrotecnia  
Escuela de Ingeniería Mecánica-Eléctrica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Estimado Ing. González:

De conformidad a la designación que me hicieran, he realizado la asesoría del trabajo de graduación titulado **MANUAL DE INSTALACIONES TELEFÓNICAS INDUSTRIALES**, elaborado por el estudiante universitario ROBERTO GUSTAVO REYES MELÉNDEZ, con carné # 34531, como requisito para optar al título de Ingeniero Electricista.

Luego de revisar el contenido y verificar la consistencia de los temas expuestos, recomiendo la aprobación del presente trabajo.

Las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo son responsabilidad únicamente del Autor y Asesor.

Muy atentamente

  
Ing. José Luis Rodríguez Anker  
Asesor



Guatemala, 8 de marzo 2006.

FACULTAD DE INGENIERIA

Señor Director  
Ing. Mario Renato Escobedo Martinez  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:  
**MANUAL DE INSTALACIONES TELEFÓNICAS INDUSTRIALES,**  
desarrollado por el estudiante; Roberto Gustavo Reyes Meléndez, por  
considerar que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Francisco Javier González López  
Coordinador Área de Electrotécnica

FJGL/sru





El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; Roberto Gustavo Reyes Meléndez titulado: **MANUAL DE INSTALACIONES TELEFÓNICAS INDUSTRIALES**, procede a la autorización del mismo.

Ing. Mario Renato Escobedo Martínez

**DIRECTOR**



**GUATEMALA, 13 DE MARZO 2006.**

Universidad de San Carlos  
de Guatemala

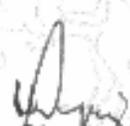


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG. 091-2006.

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **MANUAL DE INSTALACIONES TELEFÓNICAS INDUSTRIALES**, presentado por el estudiante universitario **Roberto Gustavo Reyes Meléndez**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, marzo 28 de 2,006



/gdech

*Todo por ti, Carolingia Mia  
Dr. Carlos Martínez Durán  
2006: Centenario de su Nacimiento*

## ACTO QUE DEDICO A:

- MI SEÑOR MI DIOS      Por haberme dado la vida y el suficiente tiempo para culminar, felizmente, este acto.
- MI ESPOSA              Ana Luz Aldana de Reyes.  
Con amor por acompañarme todos estos años.
- MIS HIJAS              Karla María y Ana Beatriz.  
Con amor y que constaten que el que persevera alcanza.
- MIS HERMANOS        Miguel Ángel, Julio Alfonso, Rosa María y Clara Luz.  
En especial, a mi hermana Rosa María por el apoyo que me brindara.
- MI CUÑADO            Ing. Julio Roberto Fernández.  
En reconocimiento al apoyo mostrado.
- MI AMIGO Y  
COMPAÑERO            Ing. Federico Salazar.  
En reconocimiento por la confianza depositada.
- MI AMIGO Y  
ASESOR                Ing. José Luís Rodríguez Anker.  
Gratitud sincera por todo el apoyo brindado.
- FAMILIARES Y  
AMIGOS EN GENERAL    Respetuosamente.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>GLOSARIO</b>	IX
<b>RESUMEN</b>	XVII
<b>OBJETIVOS</b>	XIX
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XXI
<b>1. ESTANDARIZACIÓN DE REDES</b>	1
1.1. Organizaciones a nivel mundial de las Telecomunicaciones	2
1.2. Organizaciones encargadas de los estándares internacionales	6
1.3. Los estándares que se utilizarán en este trabajo	8
1.3.1. ANSI/TIA/EIA-568 ( <i>Commercial Building Telecommunications Standard</i> )	9
1.3.2. ANSI/TIA/EIA-569 ( <i>Commercial Building Standards for Telecommunications Pathways and Spaces</i> )	11
1.3.3. ANSI/TIA/EIA-606 ( <i>Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Building</i> )	12
1.3.4. ANSI/TIA/EIA-607 ( <i>Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications in Commercial Buildings</i> )	13
1.4. La evolución del estándar ANSI/TIA/EIA 568	13
<b>2. MATERIALES Y EQUIPO A USARSE SEGÚN EL ESTÁNDAR EIA 568</b>	17
2.1. Categoría de cables	18

2.1.1. Cable par trenzado	20
2.1.1.1. Código de colores	23
2.2. Accesorios, herramienta y equipo necesarios para la implementación de una red/cableado estructurado	27
<b>3. ELEMENTOS PRINCIPALES DE UN CABLEADO</b>	
<b>ESTRUCTURADO</b>	39
3.1. Área de entrada del servicio telefónico	39
3.2. Cuarto de telecomunicaciones	39
3.3. Cableado vertebral	44
3.4. Cableado horizontal	44
3.5. Sistema de puesta a tierra	47
3.5.1. Sistema de protección contra transientes	49
<b>4. ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE CABLEADO</b>	
<b>ESTRUCTURADO</b>	55
4.1. Diseño y ejecución de planos	55
4.1.1. Construcciones nuevas	56
4.1.1.1. Techos y entrepisos fundidos	58
4.1.1.2. Cielo falso	59
4.1.2. Construcciones Existentes	59
4.1.2.1. Techos y entrepisos fundidos	59
4.1.2.2. Cielo falso y otros	60
4.2. Implementación de la obra	60
4.2.1. Mano de obra calificada	61
4.3. Supervisión de la obra	66
4.4. Pruebas de la red	66

4.4.1. Equipo especializado	67
4.5. entrega final de la obra	67
<b>5. CASOS ESPECIALES</b>	<b>69</b>
5.1. Interconexión de edificios	69
5.1.1. Instalaciones aéreas	69
5.1.1.1. Empalmes y conexiones	71
5.1.2. Instalaciones subterráneas	72
5.1.2.1. Empalmes y conexiones	73
5.1.2.1.1. Canalización	76
5.1.2.1.2. Registros	76
5.1.3. Perdidas y efectos por la distancia	78
5.1.3.1. Capacitancia en la red	78
5.1.3.2. Impedancia y distorsión por retardo	78
5.1.3.3. Otros efectos que hay que tomar en cuenta	79
<b>6. CASO DE ESTUDIO</b>	<b>81</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>91</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>93</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>95</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Par trenzado UTP	21
2	Cable UTP Multipar	21
3	Par trenzado STP	22
4	Conectores RJ-45 y RJ-11 usados en par trenzado	23
5	Agrupación típica del cable multipar	26
6	Agrupación típica cables de más de 25 pares	26
7	Bloques de conexión tipo 110	29
8	Bloque de conexión tipo 110 de 10 pares y herramienta para ponchar	30
9	Bloque de conexión tipo 66	30
10	Herramienta para ponchar bloques tipo 66	30
11	Bloque de conexión de 5 pares con tornillos	31
12	Cajas y placas de conexión	33
13	Juego de herramienta	34
14	Teléfonos de prueba	35
15	Generador y amplificador de tono	36
16	Corta alambres, pinzas, ponchadota de conectores modulares	36
17	Ejemplo típico de un sistema de distribución de telecomunicaciones	46
18	Sistemas de protección contra transientes	54
19	Construcción de un distribuidor usando regletas tipo 66 de 25 pares	62
20	Configuración de pines en regleta de 25 pares tipo 66	63
21	Regletas de varios pares (pequeñas) tipo 66	64
22	Regletas de varios pares tipo 66	65

23	Equipo para certificación de redes	67
24	Forma de separar la guía acerada del cable	70
25	Abrazadera par soporte de cable	70
26	Sujeción del cable, de la guía a la abrazadera	71
27	Empalme Recto	74
28	Empalme Múltiple	74
29	Empalme a Lazo	75
30	Algunos tipos de mufas ( <i>wire closure</i> )	75
31	Registro tipo H	77
32	Registro tipo S	77
33	Distribuidor principal (MDF)	82
34	Cuarto de equipo	83
35	Cables telefónicos sin tubería de protección	84
36	Tuberías de teléfonos cerca de ductos eléctricos	88

## TABLAS

I	Categoría de cables según las normas actuales	19
II	Configuración código de colores cable multipar	24
III	Configuración grupos cables mayores de 25 pares	25
IV	Dimensiones mínimas del área o cuarto de telecomunicaciones según los metros cuadrados de construcción	43
V	Distancias mínimas entre equipos de potencia y cableado de telecomunicaciones	45
VI	Diámetro y sección transversal promedio de los cables telefónicos multipar categoría 3	56
VII	Diámetro y sección transversal promedio de los tubos tipo conduit	57
VIII	Medidas de algunas canaletas de PVC usadas en telecomunicaciones	58
IX	Longitud de algunos cables telefónicos categoría 3 por embalaje	61
X	Características de algunos cables para uso exterior	72



## GLOSARIO

- ACR** *Attenuation-to-Crosstalk Ratio*, Relación Atenuación/Interferencia
- ANSI** *American National Standards Institute* (Instituto Americano Nacional de Estándares). Organización que representa a los E.U. en la Organización Internacional de Estándares (ISO). Los miembros incluyen a productores y otras organizaciones de estándares tales como la IEEE
- Asíncrona** Método para enviar datos, en el cual el intervalo de tiempo entre los caracteres puede ser de longitud variable. Los caracteres transmitidos incluyen un bit de inicio y uno o más de paro, los cuales definen el inicio y el final del carácter. No es necesario enviar señales de tiempo o sincronización. Opuesto a transmisión síncrona
- AT&T** *American Telephone and Telegraph*, compañía norteamericana de telecomunicaciones. Provee servicios de voz, video, data, e Internet a negocios, clientes y agencias del gobierno

<b>AWG</b>	<i>American Wire Gauge</i> , estándar americano de las medidas de los diámetros en los conductores no ferrosos entre los cuales se incluye el cobre y el aluminio
<b>Backbone</b>	Canal principal para transmisión en una red, generalmente, manejando alto volumen y alta densidad de tráfico.
<b>Bell</b>	<i>Bell Telephone Company</i> , Empresa norteamericana de telecomunicaciones fundado por Alexander Graham Bell en 1877
<b>Bit</b>	Contracción de dígito binario; unidad de información más pequeña y unidad básica en comunicaciones de datos digitales. Un bit puede tener valor de cero -marca- o uno -espacio-
<b>Bps</b>	<i>bits per second</i> -bits por Segundo- Medida de velocidad o transmisión de datos. A menudo combinado con prefijos métricos
<b>CI</b>	Circuito integrado, un tipo de circuito en el cual todos los componentes que lo forman se integran sobre un solo chip semiconductor de tamaño muy pequeño
<b>Conduit</b>	Ducto o tubería utilizada para proteger los conductores eléctricos

<b>Conector RJ</b>	Conector modular que cumple con ciertos estándares de telecomunicaciones
<b>CSA</b>	<i>Canadian Standards Association</i> , Organización fundada en 1919 para definir estándares en varias industrias como la electrónica, comunicación y tecnología de información
<b>DB-25</b>	Conector de 25 pines utilizado para conectar el puerto paralelo de las computadoras a la impresora y también usado como puerto serial
<b>DIN</b>	<i>Deutsches Institut für Normung</i> , Instituto Alemán de Normalización
<b>EIA</b>	<i>Electronics Industry Association</i> . Asociación De la industria de electrónica en los Estados Unidos
<b>GTE</b>	<i>General Telephone &amp; Electronics</i> , una de las mayores compañías telefónicas nacional de los Estados Unidos de Norte América
<b>IBM</b>	<i>International Business Machine</i> , Empresa norteamericana fabricante de equipo de computación

<b>ICEA</b>	<i>Insulated Cable Engineers Association</i> , Asociación de Ingenieros de cables aislados
<b>IDF</b>	<i>Intermediate distributor frame</i> . Caja o regleta de distribución intermedia
<b>IEEE</b>	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i> -Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos- Sociedad internacional de profesionales que emiten sus propios estándares y que es miembro de la organización ANSI
<b>Ignifugo</b>	-Del latín. <i>ignis</i> , fuego, y -fugo- Que protege contra el fuego
<b>Impedancia</b>	-Del francés. <i>Impédance</i> - Relación entre la tensión alterna aplicada a un circuito y la intensidad de la corriente producida. Se mide en ohmios
<b>ISO</b>	<i>International Standards Organization</i> -Organización Internacional de Estándares- Organización internacional y voluntaria de estándares
<b>KHz</b>	Mil Hertz o hercios, unidad de medida física de la frecuencia

<b>KVA</b>	Mil voltio amperios, medida eléctrica de la potencia aparente
<b>Mbps</b>	Millones de bits por segundo (bps)
<b>MDF</b>	<i>Main distributor frame</i> . Caja o regleta de distribución principal
<b>MHz</b>	Un millón de Hertz o hercios, unidad de medida física de la frecuencia
<b>MSI</b>	Término utilizado para describir un dispositivo semiconductor multifunciones con una media densidad de circuitería electrónica contenida en un solo chip, hay de 12 a 99 compuertas equivalentes por circuito integrado (CI)
<b>nF</b>	Nano -notación de ingeniería equivalente a diez a la menos nueve-Faradios, unidad de medida eléctrica de la capacitancia
<b>NYCE</b>	Normalización y Certificación Electrónica, asociación civil sin fines de lucro creada en noviembre de 1994, acreditada por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA)
<b>Ohm</b>	Ohmio, unidad de medida eléctrica de la resistencia

<b>OSI</b>	Organización Internacional de Estándares
<b>Par trenzado</b>	Dos hilos, generalmente sueltos y enredados entre ambos para evitar cualquier tipo de ruido en circuitos balanceados
<b>PC</b>	Computadora personal
<b>pF</b>	Pico (notación de ingeniería equivalente a diez a la menos doce) Faradios, unidad de medida eléctrica de la capacitancia
<b>TBB</b>	<i>Telecommunications bonding backbone</i> , conductor de cobre usado para conectar la barra principal de tierra de telecomunicaciones
<b>TGB</b>	<i>Telecommunications grounding busbar</i> , Es la barra de tierra ubicada en el armario de telecomunicaciones o en la sala de equipos
<b>TIA</b>	<i>Telecommunications Industry Association</i> , Asociación de la industria de telecomunicaciones
<b>TMBG</b>	<i>Telecommunications main ground busbar</i> , Barra principal de tierra

<b>Token</b>	Paquete (o parte de un paquete) utilizado en redes de área local explícitas; la estación que es dueña del paquete es la estación que controla el medio de transmisión
<b>Token Ring</b>	Topología de anillo de red de área local que utiliza un token para acceso explícito
<b>UL</b>	<i>Underwriters Laboratories Inc.</i> Organismo independiente de pruebas / ensayos de seguridad y certificación, que evalúa productos, materiales y sistemas trabajando por la seguridad de los consumidores y sus bienes
<b>ULSI</b>	Término utilizado para describir un dispositivo semiconductor multifunciones con una ultra densidad de circuitería electrónica contenida en un solo chip, hay más de 100000 compuertas equivalentes por circuito integrado (CI)
<b>UNIX</b>	Sistema operativo de tiempo compartido, controla los recursos de una computadora y los asigna entre los usuarios. Permite a los usuarios correr sus programas. Controla los dispositivos de periféricos conectados a la máquina
<b>UPS</b>	<i>Uninterruptible power supply</i> , Fuente de energía ininterrumpida

**UTP**                    *Unshielded twisted pair*, Cable de par trenzado no apantallado o no blindado

**VLSI**                    Término utilizado para describir un dispositivo semiconductor multifunciones con una alta densidad de circuitería electrónica contenida en un solo chip, hay de 10000 a 99000 compuertas equivalentes por circuito integrado (CI)

## **RESUMEN**

Este trabajo contiene los principales principios para realizar una red telefónica, cumpliendo con las normas establecidas por la ANSI/TIA/EIA y las buenas prácticas y métodos de ingeniería de este ramo, en él encontrarán una breve descripción de las diferentes instituciones que se dedican a la creación de las normas internacionales en el ámbito técnico en sus diferentes especialidades. Se mencionan los principales fundamentos que nos interesan en las instalaciones telefónicas de las normas EIA-568, EIA-569, EIA-606, EIA-607 así como una breve descripción de la evolución de la norma EIA-568 desde su creación hasta la fecha que se escribió este trabajo.

Incluye los materiales necesarios a usarse en una instalación telefónica tales como el tipo de cable, accesorios y herramienta, también, incluye una descripción de la estructura principal de un cableado, el orden adecuado de su ejecución así como los elementos que deben tomarse en cuenta para un final feliz al momento de la entrega de la obra, tomando en cuenta ciertos casos especiales como la interconexión de edificios lo cual implica tramos largos de cableado aéreo y /o subterráneo.

Finalmente incluye un caso de estudio el cual se realizó en una industria Guatemalteca -anónima por solicitud de ésta- ofreciendo recomendaciones para la corrección de los errores encontrados.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Elaborar un manual para la construcción de redes telefónicas el cual pueda servir de guía, debiendo indicarse las principales normas existentes que están involucradas con el tema, mostrando figuras que sirvan como ejemplo y dando consejos prácticos para lograr una red telefónica técnica y estéticamente adecuada.

### **Específicos**

1. Que el trabajo de graduación sirva como referencia para que las instalaciones telefónicas se hagan usando normas y estándares ya establecidos
2. Difundir en el gremio de las comunicaciones telefónicas las normas y estándares; y, que por su uso se logre un elevado estándar de calidad en el medio
3. Que el estándar local alcance los niveles de la calidad internacional
4. Que sirva de base par un buen plan de control para garantizar la calidad, conocido como QA/QC -*Quality assurance/Quality control*-
5. Que los lectores sepan y conozcan de las normas actuales para la construcción de redes telefónicas



## INTRODUCCIÓN

Son los primeros años del siglo XXI, en estos momentos, la tecnología ha llegado a unos niveles insospechados y, seguramente, seguirá avanzando a pasos agigantados, sumado a esto, el tema de la globalización, cada vez, abarca más países, regiones y continentes, precisamente, Guatemala se encuentra en el proceso de poner en marcha un tratado de libre comercio con los Estados Unidos de Norte América, un país altamente industrializado y con tecnología de punta, lo que hace de suma importancia que nuestras industrias busquen el camino de tecnificarse cada vez más para lograr los beneficios que trae un tratado de esta naturaleza, el hecho de tecnificarse contempla, entre muchas otras cosas, el tener que apearse a las normas internacionales en cada uno de los diferentes ámbitos en los cuales pretendan competir.

Siguiendo el lineamiento anterior, este trabajo, pretende dejar un manual que sirva como guía para que la construcción de redes telefónicas en los edificios, se hagan en base a las normas existentes y no de una manera empírica como se acostumbra, actualmente, en nuestro país, en la mayoría de empresas y/o técnicos independientes del ramo de telefonía. En éste se mencionan las diferentes normas que regulan la construcción de dichas redes, se dan los lineamientos que se necesitan para que las redes queden técnica y estéticamente adecuadas y funcionales.

Es importante hacer mención que el desarrollo de las normas citadas adelante, se dio, principalmente, como resultado de la alta demanda de la construcción de redes informáticas en los últimos 15 años, las cuales son parte del amplio mundo de las telecomunicaciones, pero no olvidemos que las redes telefónicas, también, son parte de las telecomunicaciones, de hecho las redes de teléfonos existieron varios años antes que las redes informáticas.

Al hacer memoria en los años 70, sólo se escuchaba acerca de las redes de teléfonos, en esa época dichos sistemas, tanto privados como públicos lo constituían equipos electromagnéticos, las redes telefónicas estaban diseñadas, únicamente, para la transmisión de voz, lo cual se lograba en un solo par telefónico -un par trenzado- las redes de computadoras como se conocen en la actualidad estaban un poco lejanas.

Durante los años 80, los sistemas telefónicos empezaron a construirse con la tecnología electrónica y luego migraron al campo de la telefonía digital. En los sistemas privados, por las características que presentaban los aparatos telefónicos que usaba el consumidor final, se dió la necesidad de utilizar para su interconexión dos pares de cables, -2 pares trenzados-, en uno de ellos viajaba la voz y en el otro los datos, -señal digital-, estos datos se emplearon para que los aparatos telefónicos mostraran información por medio de indicadores y pantallas.

Hasta en esos momentos se empezó a conocer de las redes de computación, las cuales usaban como medio de transmisión principalmente el cable coaxial, con el paso de los años se desarrolló la tecnología y empezaron a utilizar el cable par trenzado, lo cual, como se menciona, sucedió varios años después de que se estuviera usando en las redes telefónicas.

A finales de los 80 y principios de los 90, se generó una enorme demanda por las redes informáticas debido principalmente al constante desarrollo de la computación, lo cual ocasiono mucho desorden en la forma y criterio de construcción de dichas redes, aunado a esto, también, se ha dado el desarrollo de las telecomunicaciones en general, lo cual redundó en la necesidad de normarlas, de ahí que a mediados de 1991 nació la primera norma específica, la asociación de las industrias electrónicas desarrolló el estándar comercial de telecomunicaciones designado como ANSI/TIA/EIA 568.

Esto fue el inicio de una serie de normas, las cuales, actualmente, son la base fundamental para la construcción de lo que se conoce como cableado estructurado, el cual incluye, pero no solamente, la transmisión de voz y/o datos por un medio físico que, para especial interés, en la actualidad, es el más usado y es el denominado, par trenzado.

# 1. ESTANDARIZACIÓN DE REDES

Hay muchos proveedores de servicios de red, cada uno con sus propias ideas acerca de cómo deben hacerse las cosas. Sin coordinación, existiría un caos completo, y los usuarios nunca lograrían hacer nada. La única manera es acordar ciertos estándares de redes.

Los estándares no sólo permiten a diferentes equipos comunicarse, sino que también incrementan el mercado para los productos que se ajustan a la norma, lo cual conduce a la producción en masa, las economías de escala en la producción, la implementación de las diferentes escalas de los circuitos integrados (MSI, VLSI, ULSI, etc), y otros beneficios que disminuyen el precio y aumentan la aceptación posterior. Más adelante veremos rápidamente el importante pero poco conocido mundo de la estandarización internacional.

Las normas se dividen en dos categorías: *de facto* y *de jure*. De facto (del latín "del hecho") son aquellos estándares que simplemente aparecieron, sin ningún plan formal. La PC de IBM y sus sucesores son normas de facto para computadoras pequeñas de oficina porque docenas de fabricantes decidieron copiar las máquinas IBM con mucha exactitud, unix es el estándar de facto para los sistemas operativos en los departamentos de ciencias de la computación de las universidades.

Los estándares de jure (del latín "por ley"), en contraste, son estándares formales y legales adoptados por algún organismo de estandarización autorizado. Las autoridades internacionales de estandarización generalmente se dividen en dos clases: las establecidas por tratados entre los gobiernos de las naciones y las organizaciones voluntarias, no surgidas de un tratado. En el área de las normas para redes existen varias organizaciones de cada tipo, las cuales veremos a continuación.

### **1.1. Organizaciones a nivel mundial de las telecomunicaciones**

La situación legal de las compañías telefónicas del mundo varía considerablemente de un país a otro. En un extremo está Estados Unidos, con 1500 compañías telefónicas privadas. Antes de que la AT&T se dividiera en 1984 era la corporación más grande del mundo y dominaba completamente la escena; proporcionaba servicio telefónico a cerca del 80% de los teléfonos instalados en Estados Unidos, distribuidos en la mitad de su área geográfica, y todas las demás compañías combinadas daban servicio a los clientes restantes (en su mayoría rurales). Desde su división, AT&T continúa proporcionando servicio de larga distancia, aunque ahora en competencia con otras compañías. Las siete compañías operadoras Bell regionales que se separaron de AT&T y 1500 independientes proporcionan servicio telefónico local y celular. Algunas de estas compañías independientes, como GTE, son muy grandes.

Las compañías estadounidenses, que proporcionan servicios de comunicación al público se llaman portadoras comunes. Los precios y servicios de estas empresas están descritos en un documento llamado tarifa, el cual debe ser aprobado por la Comisión Federal de Comunicaciones para el tráfico interestatal e internacional, y por las comisiones de servicios públicos para el tráfico intraestatal.

En el otro extremo se encuentran los países en los que el gobierno nacional tiene un monopolio completo de todas las comunicaciones, incluidos el correo, el telégrafo, el teléfono, y frecuentemente también la radio y la televisión. La mayor parte del mundo pertenece a esta categoría. En algunos casos, la autoridad de telecomunicaciones es una compañía nacionalizada; en otros, es simplemente una rama del gobierno, usualmente conocida como la PTT (administración de correo, telégrafo y teléfono, por sus siglas en inglés). La tendencia mundial es hacia la liberalización y competencia, alejándose del monopolio gubernamental.

Con todos estos proveedores de servicios diferentes, existe una clara necesidad de lograr la compatibilidad a escala mundial para asegurar que las personas (los equipos de telecomunicación) de un país puedan llamar a sus homólogos en algún otro. En realidad, esta necesidad ha existido desde hace mucho tiempo. En 1865, representantes de muchos gobiernos europeos se reunieron para formar el predecesor de la actual ITU (*International Telecom Union*, Unión Internacional de Telecomunicaciones). La misión de la ITU fue estandarizar las telecomunicaciones internacionales, lo que en esos días significaba telegrafía. Aun entonces era claro que si una mitad de los países usaba código Morse y la otra usaba algún otro código, se iba a presentar un problema. Cuando el teléfono se convirtió en un servicio internacional, la ITU emprendió la tarea de estandarizar, también la telefonía. En 1947 la ITU llegó a ser una agencia de las Naciones Unidas.

La ITU tiene tres sectores principales:

1. Sector de radiocomunicaciones (ITU-R).
2. Sector de estandarización de telecomunicaciones (ITU-T),
3. Sector de desarrollo (ITU-D).

La ITU-R se ocupa de la asignación de frecuencias de radio en todo el mundo a los grupos de interés en competencia. A nosotros nos concierne principalmente la ITU-T, que está relacionada con los sistemas telefónicos y de comunicación de datos. De 1956 a 1993, la ITU-T fue conocida como CCITT por las iniciales de su nombre en francés: Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique. El 1° de marzo de 1993 se reorganizó el CCITT para hacerlo menos burocrático y cambió de nombre para reflejar su nuevo papel. Tanto la ITU-T como el CCITT emitieron recomendaciones en el área de las comunicaciones telefónicas y de datos. Entre las recomendaciones del CCITT hay una que todavía está en uso; tal es la X.25 de CCITT, aunque desde 1993 las recomendaciones llevan la etiqueta ITU-T.

La ITU-T tiene cinco clases de miembros:

1. Administraciones (PTT nacionales).
2. Operadores privados reconocidos (por ejemplo, AT&T, MCI, British Telecom).
3. Organizaciones regionales de telecomunicaciones (por ejemplo, la ETSI europea).
4. Organizaciones comerciales y científicas de telecomunicaciones.
5. Otras organizaciones interesadas (por ejemplo, redes bancarias y de aerolíneas).

La ITU-T tiene cerca de 200 administraciones, 100 operadores privados y varios cientos de miembros más. Únicamente las administraciones pueden votar, pero todos los miembros pueden participar en el trabajo de la ITU-T. Como Estados Unidos no tiene una PTT, alguien más tiene que representarlo en la ITU-T. Esta tarea recayó en el Departamento de Estado, probablemente con la excusa de que ITU-T tenía que ver con países extranjeros, la especialidad del Departamento de Estado.

La tarea de la ITU-T es hacer recomendaciones técnicas acerca de las interfases de telefonía, telegrafía y comunicación de datos. A menudo estos estándares lograron reconocimiento internacional; por ejemplo, V.24 (también conocida como EIA RS-232 en Estados Unidos), que especifica la disposición y significado de los pines en el conector utilizado por la mayor parte de las terminales asíncronas.

Cabe señalar que las recomendaciones de la ITU-T técnicamente sólo son sugerencias que los gobiernos pueden adoptar o ignorar, según lo deseen. En la práctica, un país que desee adoptar un estándar telefónico distinto al del resto del mundo es libre de hacerlo, pero a expensas de aislarse de todos los demás. Esto podría funcionar en Cuba o Albania, pero en cualquier otro lugar sería un problema real. La ficción de llamar a los estándares de la ITU-T "recomendaciones" fue y es necesaria para mantener apaciguadas a las fuerzas nacionalistas en muchos países.

El trabajo real de la ITU-T se realiza en grupos de estudio, que frecuentemente llegan a incluir hasta 400 personas. Para lograr que se haga algo, los grupos de estudio se dividen en partidas de trabajo, las cuales a su vez se dividen en equipos de expertos, mismos que se subdividen en equipos especializados. Los burócratas nunca dejarán de serlo.

A pesar de todo esto, la ITU-T ha conseguido que se hagan las cosas. Su producción actual es de cerca de 5000 páginas de recomendaciones al año. Los miembros contribuyen con cuotas para cubrir los gastos de la ITU. Los países grandes y ricos supuestamente pagan hasta 30 unidades de contribución al año; los países pequeños y pobres pueden arreglárselas para pagar sólo 1/16 de una unidad de contribución (la unidad asciende a unos 250,000 dólares). Un testimonio del valor de la ITU-T lo constituye el hecho de que casi todo el mundo paga su contribución justa aun cuando las contribuciones son completamente voluntarias.

Conforme las telecomunicaciones completan la transición iniciada en la década de 1980 de ser enteramente nacionales a ser enteramente globales, las normas se harán cada vez más importantes y más y más organizaciones van a querer participar en su definición.

## **1.2. Organizaciones encargadas de los estándares internacionales**

Los estándares internacionales son producidos por la ISO (*International Standards Organization*, Organización Internacional de Estándares), una organización voluntaria, no surgida de un tratado, fundada en 1946. Sus miembros son las organizaciones nacionales de estándares de los 89 países miembros. Estos miembros incluyen ANSI (Estados Unidos), BSI (Gran Bretaña), AFNOR (Francia), DIN (Alemania) y otros 85. La ISO emite estándares sobre un vasto número de temas, que van desde tuercas y pernos (literalmente) al revestimiento de los postes telefónicos. Se han emitido más de 5000 estándares, incluido el estándar ISO. La ISO tiene casi 200 comités técnicos (TC), numerados en el orden de su creación, cada uno de los cuales se hace cargo de un tema específico.

El TC1 se ocupa de tuercas y pernos (estandarizando los pasos de la rosca de los tornillos). El TC97 se ocupa de computadoras y procesamiento de información. Cada TC tiene subcomités (SC) divididos en grupos de trabajo (WG).

El trabajo real se hace en gran parte en los WG por más de 100,000 voluntarios en todo el mundo. Muchos de estos "voluntarios" son asignados para trabajar en asuntos de la ISO por sus patrones, cuyos productos se están estandarizando. Otros voluntarios son oficiales gubernamentales interesados en que la forma en que se hacen las cosas en su país llegue a ser el estándar internacional. También participan expertos académicos en muchos de los WG.

En cuestiones de estándares de telecomunicaciones, la ISO y la ITU-T a menudo cooperan para evitar la ironía de tener dos estándares internacionales oficiales y mutuamente incompatibles (la ISO es un miembro de la ITU-T). El representante de Estados Unidos en la ISO es el ANSI (*American National Standard. Institute*, Instituto Nacional Estadounidense de Estándares), el cual, a pesar de su nombre, es una organización privada, no gubernamental y no lucrativa. Sus miembros son fabricantes, empresas de telecomunicaciones y otros particulares interesados. La ISO a menudo adopta los estándares ANSI como estándares internacionales.

El procedimiento que sigue la ISO para adoptar estándares está diseñado para lograr el mayor consenso posible. El proceso se inicia cuando una de las organizaciones nacionales de estándares siente la necesidad de un estándar internacional en alguna área. A continuación se forma un grupo de trabajo para proponer un CD (*committee draft*, borrador de comité). Luego se circula el CD a todos los miembros, los cuales tienen seis meses para criticarlo.

Si una mayoría considerable aprueba el CD, se produce un documento revisado, llamado DIS (*draft international standard*, borrador de estándar internacional), y se circula para ser comentado y votado. Con base en los resultados de esta vuelta se prepara el texto final del IS (*international standard*, estándar internacional), se aprueba y se publica. En áreas de mucha controversia, u CD o un DIS podría pasar por varias versiones antes de obtener suficientes votos, y el proceso completo puede tardar años. El NIST (*National Institute of Standards and Technology*, Instituto Nacional de Estándares y Tecnología) es una agencia del Departamento de Comercio de Estados Unidos, antiguamente conocida como Oficina Nacional de Estándares. Este organismo emite estándares que son obligatorios para las compras hechas por el gobierno de Estados Unidos, excepto las del Departamento de la Defensa, que tiene sus propios estándares.

Otro protagonista importante en el mundo de los estándares es el IEEE (*Institute of Electric and Electronics Engineers*, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), la organización profesional más grande del mundo. Además de publicar revistas y organizar numerosas conferencias cada año, el IEEE tiene un grupo de estandarización que elabora estándares en las áreas de ingeniería eléctrica y computación. El estándar 802 del IEEE para redes de área local es el estándar clave para las LAN, y posteriormente fue adoptado por la ISO como base para el estándar ISO 81802.

### **1.3. Los estándares que se utilizarán en este trabajo**

Los estándares que se ha desarrollado en el ámbito de las telecomunicaciones son una cantidad considerable, y dado que este trabajo se refiere a redes de telefonía se mencionarán los más importantes y aplicables al tema.

### **1.3.1. ANSI/TIA/EIA-568 (*Commercial Building Telecommunications Standard*)**

Esta norma especifica un sistema de cableado de telecomunicaciones genérico para edificios comerciales que soportará un ambiente multiproducto y multifabricante. También proporciona directivas para el diseño de productos de telecomunicaciones para empresas comerciales.

El propósito de esta norma es permitir la planeación e instalación de cableado de edificios comerciales con muy poco conocimiento de los equipos de telecomunicaciones que serán instalados con posterioridad. La instalación de sistemas de cableado durante la construcción o renovación de edificios es significativamente menos costosa y desorganizadora que cuando el edificio está ocupado.

La norma TIA/EIA 568 especifica los requerimientos mínimos para el cableado de establecimientos comerciales de oficinas. Se hacen recomendaciones para:

- ◆ La topología
- ◆ La longitud máxima de los cables
- ◆ El rendimiento de los componentes
- ◆ Las salidas y los conectores de telecomunicaciones

Se pretende que el cableado de telecomunicaciones especificado soporte varios tipos de edificios y aplicaciones de usuario. Se asume que los edificios tienen las siguientes características:

- ◆ Una distancia entre ellos de hasta 3 Km.
- ◆ Un espacio de oficinas de hasta 1,000,000 m<sup>2</sup>
- ◆ Una población de hasta 50,000 usuarios individuales

Las aplicaciones que emplean el sistema de cableado de telecomunicaciones incluyen, pero no están limitadas a Voz, Datos, Texto, Video e Imágenes. La vida útil de los sistemas de cableado de telecomunicaciones especificados por esta norma debe ser mayor de 10 años.

La norma TIA/EIA 568 consiste de 7 subsistemas funcionales:

1. Instalación de entrada, o acometida: es el punto donde la instalación exterior y dispositivos asociados entran al edificio. Este punto puede estar utilizado por servicios de redes públicas, redes privadas del cliente, o ambas. Este es el punto de demarcación entre el proveedor de servicio telefónico y el cliente, y en donde están ubicados los dispositivos de protección para sobrecargas de voltaje.
2. Sala de máquinas o equipos: es un espacio centralizado para el equipo de telecomunicaciones que da servicio a los usuarios en el edificio
3. El eje de cableado central: proporciona interconexión entre los equipos de telecomunicaciones locales e instalaciones de entrada. Consiste de cables centrales, interconexiones principales e intermedias, terminaciones mecánicas, y puentes de interconexión. Los cables centrales conectan gabinetes dentro de un edificio o entre edificios.
4. Gabinete de telecomunicaciones (MDF): gabinete principal (caja de distribución principal) donde empiezan/terminan los cables de distribución horizontal. Igualmente el eje de cableado central termina en gabinetes o IDF'S (caja de distribución intermedia), conectado con puentes o cables de puente.

Esto con el fin de proporcionar conectividad flexible para extender los diversos servicios a los usuarios en las tomas o salidas de telecomunicaciones.

5. El cableado horizontal: consiste en el medio físico usado para conectar cada toma o salida a un MDF o IDF. Se pueden usar varios tipos de cable para la distribución horizontal. Cada tipo tiene sus propias limitaciones de desempeño, tamaño, costo, y facilidad de uso.
6. El área de trabajo: es donde los componentes (cables, conectores, cajas de distribución, etc.) llevan las telecomunicaciones, desde el punto donde termina el sistema de cableado horizontal, al equipo o estación de trabajo del usuario. Todos los adaptadores, filtros, o acopladores usados para adaptar equipo electrónico diverso al sistema de cableado estructurado, deben ser ajenos a la toma o salida de telecomunicaciones, y están fuera del alcance de la norma 568
7. Cableado vertebral o *backbone*: El propósito es proveer interconexión entre el edificio, sala de equipo y gabinetes de telecomunicaciones y además incluye los medios de transmisión intermediario y terminaciones mecánica, utiliza una estructura convencional tipo estrella

### **1.3.2. ANSI/TIA/EIA-569 (Commercial Building Standards for Telecommunications Pathways and Spaces)**

Este estándar reconoce varios conceptos fundamentales relacionados con telecomunicaciones y edificios:

- ◆ Los edificios son dinámicos. Durante la existencia de un edificio, las remodelaciones son más la regla que la excepción.
- ◆ Este estándar reconoce, de manera positiva, que el cambio ocurre.
- ◆ Los sistemas de telecomunicaciones y de medios son dinámicos. Durante la existencia de un edificio, los equipos de telecomunicaciones cambian

Este estándar reconoce este hecho siendo tan independiente como sea posible de proveedores de equipo.

- ◆ Telecomunicaciones es más que datos y voz. Telecomunicaciones también incorpora otros sistemas tales como control ambiental, seguridad, audio, televisión, alarmas y sonido. De hecho, telecomunicaciones incorpora todos los sistemas de bajo voltaje que transportan información en los edificios.

Este estándar reconoce un precepto de fundamental importancia: De manera que un edificio quede exitosamente diseñado, construido y equipado para telecomunicaciones, es imperativo que el diseño de las telecomunicaciones se incorpore durante la fase preliminar de diseño arquitectónico.

Esta norma se refiere al diseño específico sobre la dirección y construcción, los detalles del diseño para las rutas y espacios para el cableado de telecomunicaciones y equipos dentro de edificios comerciales.

### **1.3.3. ANSI/TIA/EIA-606 (*Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Building*)**

El propósito de este estándar es proporcionar un esquema de administración uniforme que sea independiente de las aplicaciones que se le den al sistema de cableado, las cuales pueden cambiar varias veces durante la existencia de un edificio. Este estándar establece guías para dueños, usuarios finales, consultores, contratistas, diseñadores, instaladores y administradores de la infraestructura de telecomunicaciones y sistemas relacionados.

Para proveer un esquema de información sobre la administración de las rutas para el cableado de telecomunicación, espacios y medios independientes. Marcando con un código de color y grabando en estos los datos para la administración de los cables de telecomunicaciones para su debida identificación.

#### **1.3.4. ANSI/TIA/EIA-607 (*Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications in Commercial Buildings*)**

Discute el esquema básico y los componentes necesarios para proporcionar protección eléctrica a los usuarios e infraestructura de las telecomunicaciones mediante el empleo de un sistema de puesta a tierra adecuadamente configurado e instalado, define al sistema de tierra física y el de alimentación bajo las cuales se deberán de operar y proteger los elementos del sistema estructurado y el sistema de tierra física para los sistemas de telecomunicaciones de edificios comerciales.

#### **1.4. La evolución del estándar ANSI/TIA/EIA 568**

En el ámbito de cableado y componentes la ANSI/TIA/EIA ha representado el gran avance en esta área. En 1985 se formó un grupo para encaminar la falta de normas de cableado para edificios. Su intención inicial fue identificar los requisitos mínimos que soporten los ambientes de productos múltiples y de proveedores múltiples, permitiendo el planeamiento y la instalación de sistemas de telecomunicación sin el conocimiento del equipo específico que se instalará. Desde entonces, sufrió revisiones y se vendieron varios boletines técnicos (TSBS) buscando actualizar la norma de acuerdo con la evolución de la industria.

En julio de 1991, la asociación de las industrias electrónicas desarrolló el estándar comercial de telecomunicaciones designado como ANSI/TIA/EIA 568, el cual cubre el cableado horizontal y el vertebral, cableado de interiores, conectores en las estaciones de trabajo, cables y conexiones de hardware. Cuando el estándar 568 fue adoptado, los cables UTP de altas velocidades y las conexiones de hardware se mantenían en desarrollo. La normativa presentada en la TIA/EIA-568 se completa con los boletines TSB-36 (Especificaciones adicionales para cables UTP) y TSB-40 (Especificaciones adicionales de transmisión para la conexión de cables UTP), en dichos documentos se dan las diferentes especificaciones divididas por "Categorías" de cable UTP así como los elementos de interconexión correspondientes (módulos, conectores, etc). También se describen las técnicas empleadas para medir dichas especificaciones, estos boletines dieron inicio a la norma conocida como ANSI/TIA/EIA 568-A.

El documento 568-A publicado en Octubre de 1995 sustituye entonces a su predecesor 568, esta revisión ha sido aumentada (aproximadamente el doble de páginas) para abarcar los requerimientos de los boletines de sistemas técnicos (*Technical Systems Bulletins*) previamente elaborados y mencionados en el párrafo anterior, TSB-36, TSB-40, TSB-40A y TSB-53 (éste último nunca publicado).

La norma ANSI/TIA/EIA 568-A amplió el uso de cable de par trenzado (UTP) y elementos de conexión para aplicaciones en redes de cableado estructurado de alto rendimiento. La edición de la ANSI/TIA/EIA-568-A y la integración de los boletines de sistemas técnicos TSB-36 y TSB-40A permitieron la prolongación del uso de cable de par trenzado (UTP) en un ancho de banda de hasta 100 MHz. Esto permite el uso de modo de transferencia asíncrona (ATM), medio físico dependiente del par trenzado (TP-PMD), 100Base-Tx y otras 100 Mbps o transmisiones superiores sobre UTP.

Esta norma guía la selección de sistemas de cableado al especificar los requisitos mínimos de sistemas y componentes, y describe los métodos de pruebas de campo necesarios para satisfacer las normas. Desde su implementación en 1992 la categoría 5 (CAT 5) se ha convertido en la predominante base instalada para el cableado horizontal de cobre. En ese entonces, se anticipaba que las especificaciones para el desempeño de categoría 5 tendrían suficiente ancho de banda para el manejo de las comunicaciones de alta velocidad de las redes de cableado estructurado y el tráfico de las comunicaciones de datos.

Para abril del año 2001 se completó la revisión “B” (ANSI/TIA/EIA 568-B) de la norma de cableado de Telecomunicaciones para edificios comerciales. Desde la edición de la norma TIA/EIA-568-B las categorías existentes y reconocidas por esta entidad eran Categoría 3 y Categoría 5e.

Con el aumento de la velocidad de transmisión de información surgió la necesidad de mejorar las características de los accesorios integrantes del nivel físico del modelo OSI. Basado en esto en junio de 2002 se publicó el agregado número 1 de la TIA/EIA 568-B.2 “Transmission Performance Specifications for 4 pair 100 ohms Category 6 Cabling” (Especificaciones de Desempeño de Transmisión Para Cableado Categoría 6 de 4 pares de 100 ohms), conteniendo todas las especificaciones necesarias de requisito de transmisión y procedimientos de ensayo para accesorios categoría 6.

La norma de cableado de categoría 6 oficialmente ratificada (TIA/EIA 568-B.2-1) abre las puertas a un nuevo mundo de posibilidades para infraestructuras basadas en cableados de Cobre.

En Watertown, CT, el 8 de junio del 2002, después de años de trabajo, el subcomité TR-42 de la TIA, alcanzó su máxima meta con la votación para aprobar la publicación de la norma de categoría 6 de cableados de telecomunicaciones. Lo anterior representa un paso gigantesco en la normalización de las infraestructuras de cableado de cobre, trayendo consigo parámetros de desempeño muy por encima de la norma de categoría 5e de la TIA/EIA, la cual fue oficialmente aprobada en noviembre de 1999. Como la opción ideal para aplicaciones que corren a 1 gigabit por segundo o a mayores velocidades, la norma de categoría 6 abre una inmensa puerta para el desarrollo de futuras aplicaciones de alta velocidad.

## **2. MATERIALES Y EQUIPO A USARSE, SEGÚN EL ESTÁNDAR EIA 568**

La tendencia del mercado de las telecomunicaciones se orienta en un claro sentido, unificación de recursos. Cada vez, ambos campos, comunicaciones e informática, se encuentran más vinculados. Este aspecto es una de las principales variables que determinan la necesidad por parte de las empresas, de contar con proveedores especializados en instalaciones complejas, capaces de determinar el tipo de topología más conveniente para cada caso, y los vínculos más eficientes en cada situación particular. Todo ello implica mucho más que el tendido de cables, pero estos conforman la columna vertebral de toda red. Es por ello que en el inciso siguiente se indicarán los diferentes tipos y categorías de cables que hay en el mercado para la construcción de una red, es importante recordar que este trabajo se enfocará principalmente a las redes de telefonía, en otras palabras transmisión de voz pero sin dejar por un lado la posibilidad de dejar habilitada la red para otras aplicaciones.

Los sistemas de cableado estructurado constituyen una plataforma universal por donde se transmiten tanto voz como datos e imágenes y constituyen una herramienta imprescindible para la construcción de edificios modernos o la modernización de los ya construidos. Ofrece soluciones integrales a las necesidades en lo que respecta a la transmisión confiable de la información, por medios sólidos; de voz, datos e imagen. La instalación de cableado estructurado debe respetar las normas de construcción internacionales más exigentes para datos, voz y eléctricas tanto polarizadas como de servicios generales, para obtener así el mejor desempeño del sistema.

Los cables son el componente básico de todo sistema de telecomunicaciones. Existen diferentes tipos de cables. La elección de uno respecto a otro depende del ancho de banda necesario, las distancias existentes y el costo del medio. Cada tipo de cable tiene sus ventajas e inconvenientes, no existe un tipo ideal. Las principales diferencias entre los distintos tipos de cables radican en el ancho de banda permitido y consecuentemente en el rendimiento máximo de transmisión, su grado de inmunidad frente a interferencias electromagnéticas y la relación entre la amortiguación de la señal y la distancia recorrida. En la actualidad existen básicamente tres tipos de cables factibles de ser utilizados para el cableado en el interior de edificios o entre edificios:

1. Coaxial
2. Par Trenzado
3. Fibra Óptica

En este trabajo nos referiremos específicamente al par trenzado, y más adelante se indicarán el resto de accesorios así como herramienta y equipo necesario para cumplir con las normas y dejar una instalación adecuada.

## **2.1. Categoría de cables**

De acuerdo a la aplicación específica que se le quiera dar al cable, con esto nos referimos a la transmisión de voz, datos, texto, imágenes, etc., (lo cual tiene que ver directamente con el ancho de banda que se desee y/o necesite para una aplicación específica) los cables se han dividido en categorías según normas como la ANSI/TIA/EIA 568 y a otras relacionadas con el tema de las telecomunicaciones. La tabla I muestra las diferentes categorías de cables, en dicha tabla se puede observar las normas que rigen a cada uno de ellas y las posibles aplicaciones de estos.

Tabla I. **Categoría de cables según las normas actuales**

Categoría	Norma	Aplicaciones
1	No está normalizado, ya no lo fabrican como cable multipar	Transmisión de voz (telefonía) y no es adecuado para la transmisión de datos.
2 4 MHz	No está normalizado, ya no lo fabrican como cable multipar	puede transmitir además de voz datos a velocidades de hasta 4 Mbps
3 16 MHz	ANSI/TIA/EIA 568 A ISA/IEC 11801 NMX-I-236-NYCE categoría 3	Lo anterior más 10 BASE T (IEEE 802.3) 4/16Mbps Token Ring (IEEE 802.5) Ethernet
4 16 MHz	ANSI/TIA/EIA 568 A	Se utiliza en redes Token Ring y puede transmitir datos a velocidades de hasta 16 Mbps.
5 100 MHz	UL 444 CSA C22 No 214-94 PCC ANSI/TIA/EIA 568 A ISA/IEC 11801 NMX-I-236-NYCE categoría 5 UL 444 CSA C22 No 214-94 PCC	10 BASE T (IEEE 802.3) 4/16 Mbs Token Ring (IEEE 802.5) 100Mb/s (ANSI X379 .5)100 BASEG100BASE-NE) 55/155 Mb/s ATM
5e 100 MHz	ANSI/TIA/EIA 568 A-5 ISA/IEC 11801 ICEA S90-661	Todos los anteriores más BASSE-T (IEEE 802.3 ab)
6 250 MHz y más	ANSI/TIA/EIA 568 B-DRAFT 6 ISO/IEC 11801* 2 NEMA WC-66 ICEA S102-701	Todas las anteriores, con doble Ancho de banda para desarrollos futuros

Adaptado de: *Technical Specifications and Data Twist Selection guide, Belden Wire & Cable Company*

En la actualidad, para el tema objeto de este trabajo, una red telefónica construida con cualquiera de las diferentes categorías estaría aprobada, en otras palabras si se usara cables de categoría 1, 2 o 3 estaríamos cumpliendo con la norma y sobrepasándola. Sin embargo, si deseáramos construir la red tomando en cuenta la planificación hacia el futuro, previendo mayor capacidad de transmisión, el costo sería mayor al tener que escoger entre las otras categorías.

En conclusión, a la hora de tomar la decisión sobre el tipo de red a implementar, debe tomarse en cuenta cuál será su utilización tanto presente como en el futuro previsible.

### **2.1.1. Cable par trenzado**

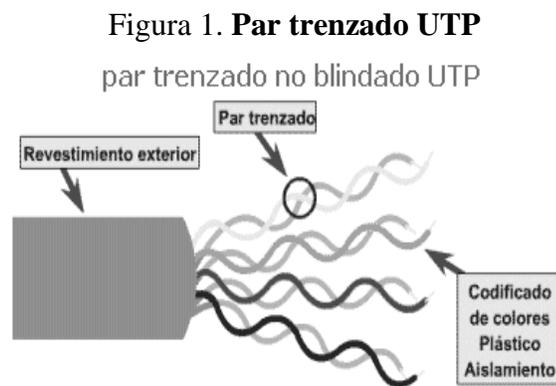
Los medios de transmisión utilizados para transportar información se pueden clasificar como guiados y no guiados. Los medios guiados proporcionan el camino físico a través del cual la señal se propaga, entre estos está lo que se conoce como el par trenzado.

Tradicionalmente, el par trenzado ha sido el medio por excelencia utilizado en las comunicaciones de cualquier tipo ya que es el más económico, un par consiste en dos alambres de cobre (algunas veces de aluminio) aislados, comúnmente con un grosor de 0.5 mm (24 AWG). Los dos alambres se trenzan (origen de su nombre par trenzado) o entorchan con el propósito de reducir la interferencia electromagnética, conocida como Diafonía (se explicara más ampliamente en el capítulo 5 inciso 5.1.3.3.), de pares similares cercanos. Ver figura 1 para entender lo de par trenzado.

Los pares trenzados se agrupan bajo una cubierta común de PVC (Policloruro de Vinilo) denominándolos por ello, cables multipares, estos se encuentran en el mercado desde 2 hasta varios cientos de pares (típicamente 2, 3, 4, 6, 12, 25, 50, 100, 150, 200, 300, 400 pares) , normalmente la serie de pares se agrupan en una única funda para reducir el número de cables físicos que se introducen en un conducto (lo cual puede ser tubería, canaleta, etc.). Ver figura 2

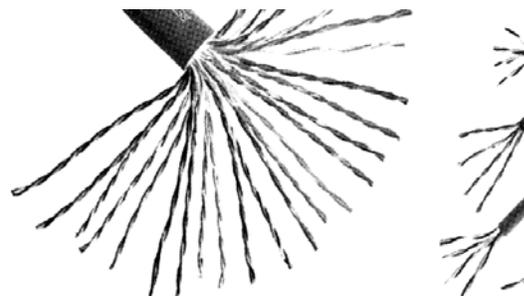
Básicamente se utilizan los siguientes tipos de cable par trenzado:

- Cable de par trenzado no apantallado o no blindado (UTP, *unshielded twisted pair*), cable de pares trenzados más empleado, sin ningún tipo de pantalla adicional, sólo la cubierta de PVC. Los accesorios (llamados conectores modulares) usados más frecuente con el UTP son el RJ-11 (aplicaciones telefónicas) y el RJ-45 (aplicaciones telefónicas y/o datos), así como los conectores DB-25, DB-11, etc., esto dependiendo de la aplicación de la red. Ver figuras 1, 2 y 4



Fuente: **Revista Saber Electrónica** año 10 # 3 Pág. 22

Figura 2. **Cable UTP Multipar**



Fuente: Roberto Reyes. **Fotografía**

- Cable de par trenzado apantallado o blindado (STP, *shielded twisted pair*): En este caso, además de la cubierta de PVC, debajo de ésta, los pares van recubiertos por una malla o papel conductor que actúa de pantalla frente a interferencias y ruido eléctrico. El nivel de protección del STP ante perturbaciones externas es mayor al ofrecido por el UTP. Sin embargo es más costoso y requiere de más trabajo para su instalación. La pantalla del STP para que sea más eficaz requiere una configuración de interconexión con tierra (Conectada en la malla o pantalla), con el STP se suele utilizar conectores RJ-49. Ver figura 3

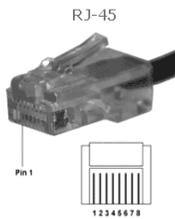
Figura 3. Par trenzado STP



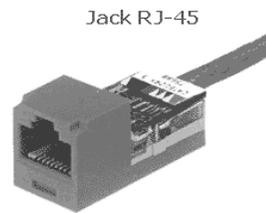
Fuente: **Revista Saber Electrónica año 10 # 3 Pág. 23**

- Cable de par trenzado con pantalla global (FTP, *foiled twisted pair*): En este tipo de cable como en el UTP, sus pares no están apantallados, pero sí dispone de una pantalla global para mejorar su nivel de protección ante interferencias externas. Su impedancia característica típica es de 120 OHMIOS y sus propiedades de transmisión son más parecidas a las del UTP. Además puede utilizar los mismos conectores RJ-45. Ver figura 4

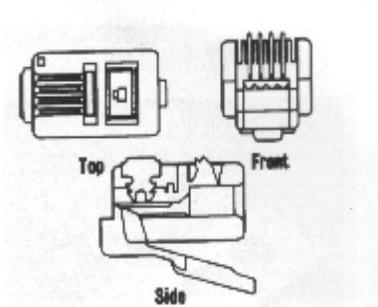
Figura 4. Conectores RJ-45 y RJ-11 usados en par trenzado



Conector RJ-45 macho



Conector RJ-45 hembra



Conector RJ-11 macho



Conector RJ-11 hembra

Fuente: *Catalogo general AIM Electronics Corp. Pág. 5*

### 2.1.1.1. Código de colores

Para poder trabajar con los cables multipar, se ha definido un código de colores, que algunos lo relacionan con el código Munsell, es de suma importancia mantener este código, ya que de lo contrario al momento de dar mantenimiento y/o tratar de resolver algún problema (alguna avería en la red) sería complicado encontrar fácilmente la solución, dado la cantidad de pares que se usan.

Como se mencionó anteriormente, Con el fin de facilitar la identificación de los pares en cables multipar, existe un código internacional de colores que define 25 pares, combinando 10 colores, siendo 5 colores para los hilos A y 5 colores para los hilos B (el hilo A y el hilo B forman el par), ver tabla II:

**Tabla II. Configuración código de colores cable multipar**

N° del par	Colores de base hilo A	Colores acompañantes hilo B
1 2 3 4 5	Blanco	Azul Naranja Verde Café (marrón) Gris
6 7 8 9 10	Rojo	Azul Naranja Verde Café (marrón) Gris
11 12 13 14 15	Negro	Azul Naranja Verde Café (marrón) Gris
16 17 18 19 20	Amarillo	Azul Naranja Verde Café (marrón) Gris
21 22 23 24 25	Violeta	Azul Naranja Verde Café (marrón) Gris

Adaptado: Norma ANSI/TIA/EIA 568

Cuando el cable es de más de 25 pares, los fabricantes los agrupan envolviéndolos y/o atándolos con una cinta, cada color de cinta indica el grupo y a su vez la cantidad de pares involucrados, ver tabla III.

**Tabla III. Configuración grupos cables mayores de 25 pares**

Nº de grupo	Color de cinta	Cuenta de grupo
1	Blanco azul	1 al 25
2	Blanco naranja	26 al 50
3	Blanco verde	51 al 75
4	Blanco café (marrón)	76 al 100
5	Blanco gris	101 al 125
6	Rojo azul	126 al 150
7	Rojo naranja	151 al 175
8	Rojo verde	176 al 200
9	Rojo café (marrón)	201 al 225
10	Rojo gris	226 al 250
11	Negro azul	251 al 275
12	Negro naranja	276 al 300
13	Negro verde	301 al 325
14	Negro café (marrón)	326 al 350
15	Negro gris	351 al 375
16	Amarillo azul	376 al 400
17	Amarillo naranja	401 al 425
18	Amarillo verde	426 al 450
19	Amarillo café (marrón)	451 al 475
20	Amarillo gris	476 al 500
21	Violeta azul	501 al 525
22	Violeta naranja	526 al 550
23	Violeta verde	551 al 575
24	Violeta café (marrón)	576 al 600

Adaptado de: **Página Internet CabICTel cables**

Para ver aplicadas las tablas anteriores, en las figuras 5 y 6 se muestran unas secciones transversales de cables multipar y en ellas se observa un ejemplo de como acomodan los fabricantes los diferentes pares y grupos en un solo envoltorio de PVC.

Figura 5. Agrupación típica del cable multipar

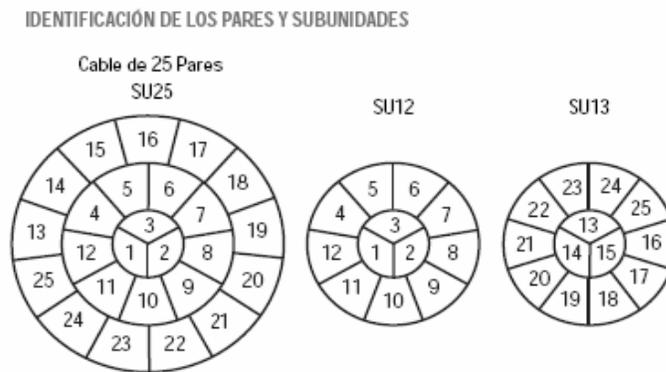
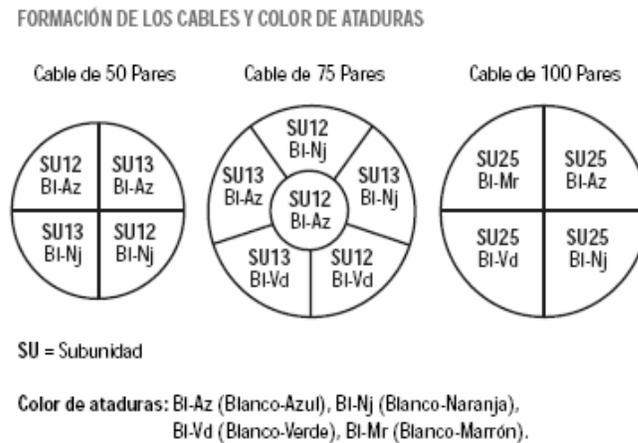


Figura 6. Agrupación típica cables de más de 25 pares



Fuente: Figuras 5 y 6 Página Internet CabICTel cables

El código de colores se aplica en todos los cables multipar a excepción del cable de dos pares, algunos fabricantes no utilizan la combinación blanco-azul (para el primer par y blanco-naranja (para el segundo par), utilizan la combinación rojo-verde (para el primer par) y negro-amarillo (para el segundo par).

## **2.2. Accesorios, herramientas y equipo necesario para la implementación de una red/cableado estructurado**

Empezaremos por describir que se entiende por cableado estructurado; es un sistema de cableado diseñado en una jerarquía lógica que adapta todo el cableado existente y el futuro, en un único sistema. Un sistema de cableado estructurado exige una topología en estrella, que permite una administración sencilla y una capacidad de crecimiento flexible. Entre las características generales de un sistema de cableado estructurado destacan las siguientes:

- La configuración de nuevos puestos se realiza hacia afuera desde un nodo o punto central, sin necesidad de variar el resto de los puestos. Sólo se configuran las conexiones del enlace particular.
- La localización y corrección de averías se simplifica ya que los problemas se pueden detectar a nivel centralizado.

Como se mencionó anteriormente, uno de los elementos importantes en la construcción de una red, es el cableado, pero éste por si mismo no funciona, necesita de una serie de elementos para completar la interconexión desde el punto en donde la empresa de telecomunicaciones entrega la señal hasta el punto donde el usuario la necesita, además de estos accesorios, se requiere de cierta herramienta y equipo especializado para verificar que nuestro trabajo está quedando bien.

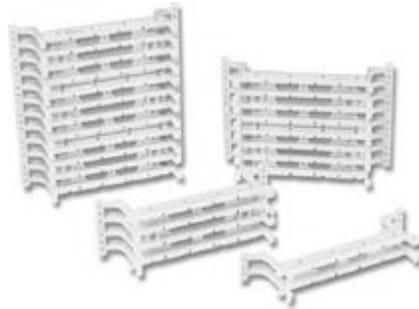
Para desarrollar el tema empezaremos en el punto en donde las empresas encargadas de dar el servicio dejan sus cables, normalmente es en el sótano o en la entrada del edificio, en algún punto conveniente para la fácil distribución de las líneas.

Como remate del cable, la empresa de telecomunicaciones proveedora del servicio telefónico usa una caja de conexión (es importante, por seguridad, usar una caja en donde la puerta tenga un registro con llave), dentro de esta caja encontraremos un bloque o regleta, accesorio que utilizaremos como medio para terminar la conexión, las puntas de los alambres pueden ser conectados a éste, de diferentes formas, sus terminales pueden ser para soldadura, con tornillos, para ponchar (en este último caso se utiliza una herramienta especial), una vez conectado, el resto es responsabilidad del usuario y tiene que partir de esta caja la cual llamaremos distribuidor, es importante hacer mención que la capacidad del distribuidor tiene que estar de acuerdo a la cantidad de pares que trae nuestro cable de acometida, al cual llamaremos cable troncal (comúnmente en nuestro medio a las líneas telefónicas recibidas del proveedor del servicio se les conocen como líneas troncales).

Para la distribución de estas líneas troncales, podemos usar básicamente dos sistemas; una repartición equitativa de las líneas troncales de acuerdo a los intereses del usuario (usando para ello una red) o conectando estas troncales a un equipo telefónico, (en el ambiente de las telecomunicaciones se les llaman centrales telefónicas), para luego hacerle llegar al usuario una extensión de dicho equipo (para llegar al usuario final también se usa una red), en conclusión en ambos casos es necesario la construcción de una red telefónica, lo cual es el tema en proceso.

Ya que normalmente llegará hasta el usuario final un par telefónico, es importante conceptualizar la idea que al inicio de la red tendremos un cable multipar, el cual en la trayectoria irá dejando los respectivos pares que se utilizarán con cada usuario, la norma ANSI/TIA/EIA 568 establece que para la distribución antes mencionada se tienen que utilizar regletas y/o bloques de distribución, similares a los ya mencionados anteriormente, las figuras 7, 9 y 11 muestran ejemplos de dichos distribuidores.

Figura 7. **Bloques de conexión tipo 110**



Fuente: **Página Internet SIEMON e-catalog 110 connecting**

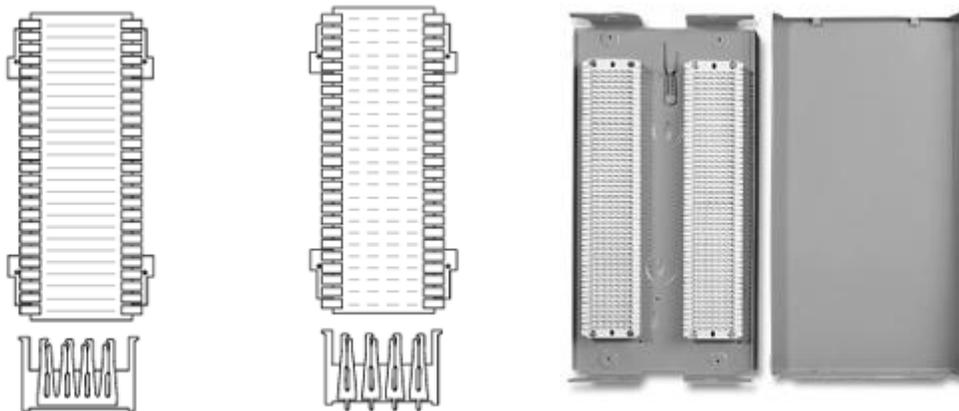
La figura 7 muestra un distribuidor de conexión completo (base y bloques de conexión) tipo 110 para diversidad de pares, éste ha ido adquiriendo cada día más popularidad, uno de sus inconvenientes es su costo, pero su ventaja principal es que por su diseño compacto ocupa muy poco espacio, es del tipo para ponchar, la figura 8 muestra un par de bloques tipo 110 y la herramienta necesaria para hacer el ponchado del cable, a este tipo de herramienta se les conoce como tipo de impacto.

Figura 8. **Bloque de conexión tipo 110 de 10 pares y herramienta para ponchar**



Fuente: **Página Internet SIEMON e-catalog 110 connecting**

Figura 9. **Bloque de conexión tipo 66**



Fuente: **Página Internet SIEMON e-catalog 66 connecting**

Figura 10. **Herramienta para ponchar bloques tipo 66**

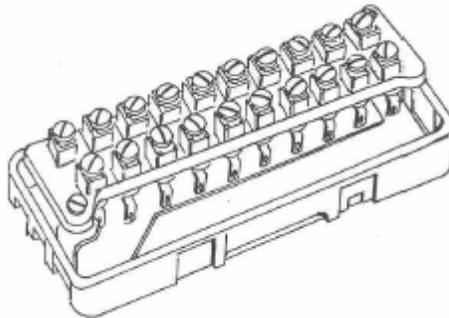


Fuente: **Catálogo Time Motion Tools, summer 1994, Pág. 42**

La figura 9 muestra bloques de conexión tipo 66, uno de ellos con base y tapadera metálica, por muchos años éste ha sido el distribuidor por excelencia, su fácil ponchado y precio accesible ha hecho de él, el más popular, su desventaja con respecto al 110 es que ocupa mucho más espacio. En la figura 10 se muestra la herramienta para ponchar los bloques 66, estas son del tipo de impacto.

En la figura 11 se muestra un típico distribuidor de tornillos, su uso es cada vez menos, ya que ocupa mucho espacio y tiende a tener un costo elevado.

Figura 11. **Bloque de conexión de 5 pares con tornillos**



Fuente: **Revista *Telephony*, 1985 Pág. 51**

Con el propósito de que lo expuesto anteriormente se entienda a cabalidad, expondré un ejemplo de aplicación; Se tiene un edificio de 4 niveles más un sótano para parqueo, los dueños del edificio compraron 80 líneas telefónicas, las cuales tendrán que repartir equitativamente en cada nivel, en otras palabras 20 líneas por nivel. La empresa que vendió las líneas, las dejó instaladas en el sótano en un distribuidor de 100 pares, ahora es responsabilidad de la administración del edificio repartir dichas líneas.

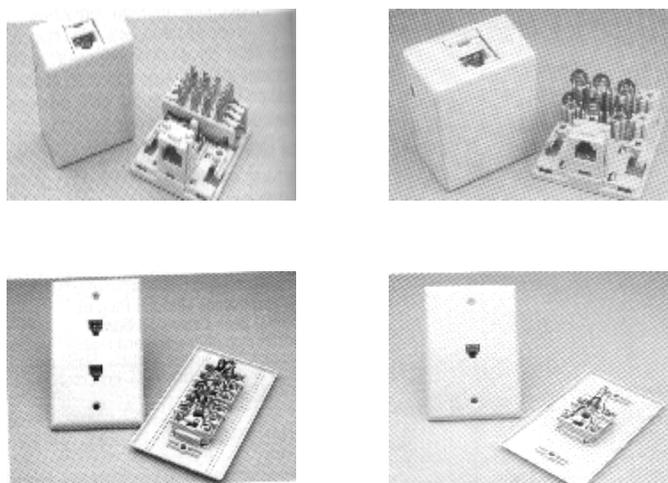
Partiendo del distribuidor en el sótano (distribuidor principal o MDF), con un cable de 100 pares (el estándar establece que es necesario dejar entre un 15 y un 20 % de reserva en los cables y distribuidores con el propósito de dar mantenimiento y/o permitir ampliaciones en el futuro, en nuestro caso tendremos una reserva de 20 pares) el cual llevaremos al primer nivel del edificio y será conectado a un nuevo distribuidor (distribuidor 1 o IDF 1) éste tendrá que ser de 100 pares para que sea compatible con nuestro cable y por lo tanto cumplir con la norma de no dejar pares sin conectar, el método o procedimiento para llevar el cableado se expondrá en el capítulo 4.

En este distribuidor 1 conectaremos las 20 líneas que se dejarán en el primer nivel (más adelante hablaremos de esto), además el cable que continuará para el segundo nivel, este cable tendría que ser por lo menos de 60 pares ya que ésta es la cantidad de líneas pendientes de repartir, si le agregamos el factor de seguridad necesitaríamos aproximadamente unos 72 pares, tomando en cuenta el cable que encontraremos en el mercado tendremos que continuar al segundo nivel con dos, uno de 50 pares y otro de 25, al llegar al segundo nivel tendremos que rematar nuestros cables en un distribuidor (distribuidor 2 o IDF 2) de por lo menos 75 pares, nuevamente en este punto tendríamos que instalar las 20 líneas correspondientes al segundo nivel.

Partiendo del distribuidor 2 hacia el tercer nivel, usaremos un cable de 50 pares, ya que tendremos que repartir 40 líneas más (no olvidemos nuestro factor de seguridad y el cable que encontraremos en el mercado), ya en el tercer nivel terminaremos nuestro cable en un distribuidor de 50 pares (distribuidor 3 o IDF 3), nuevamente para instalar las 20 líneas correspondientes al nivel y prepararnos para el último tramo, hacia el cuarto nivel, en este caso partiremos del distribuidor 3 con un cable de 25 pares y llegaremos a conectarlo a un distribuidor (IDF 4) de 25 pares en el cuarto nivel, el último del proceso, desde el cual conectaremos las 20 líneas pertenecientes al nivel.

Como se puede concluir con lo descrito anteriormente, tendríamos listo el cableado principal conocido también como vertebral, ahora tendríamos que completar la instalación de cada nivel, lo que llamaremos área de trabajo, esto consiste en llevar un cable telefónico desde el distribuidor confinado en cada nivel hasta el puesto de trabajo, lo común es usar un cable de dos pares y una pequeña caja o placa de conexión (ver figura 12). El cable de dos pares se conecta al distribuidor en un extremo y en el otro extremo la caja o placa, como se puede ver en la figura, se muestran dos tipos diferentes, la pequeña caja (llamada roseta) es para sobreponer y la placa para empotrar.

Figura 12. **Cajas y placas de conexión**



Fuente: *Catalogo Time Motion Tools, summer 1994, Pág. 48*

Los agujeros que se distinguen en la placa y la roseta de la figura 12 se conocen como conector hembra y los fabrican para RJ-11 y RJ-45.

Para poder conectar adecuadamente el cable de dos pares a la roseta y/o placa es importante distinguir que normalmente tienen cuatro hilos (dos pares) los cuales están identificados con el código de colores visto en el inciso 2.1.1.1 (blanco, azul y blanco, naranja) o con los colores rojo, verde, negro y amarillo, el par que se ha normalizado para llevar la voz (señal telefónica) es el blanco, azul o en su defecto por los hilos rojo y el verde, luego de hacer esta conexión y exista continuidad desde la roseta hasta el distribuidor principal, al conectar el aparato telefónico (normalmente los aparatos telefónicos tienen un cable que termina con un conector modular RJ-11 macho, mostrado en la figura 4) se recibirá el tono de marcar.

En el proceso de la construcción de la red se requerirá de una serie de herramientas las cuales mostraremos adelante, tomar nota que para hacer un trabajo profesional dicha herramienta se convierte en indispensable.

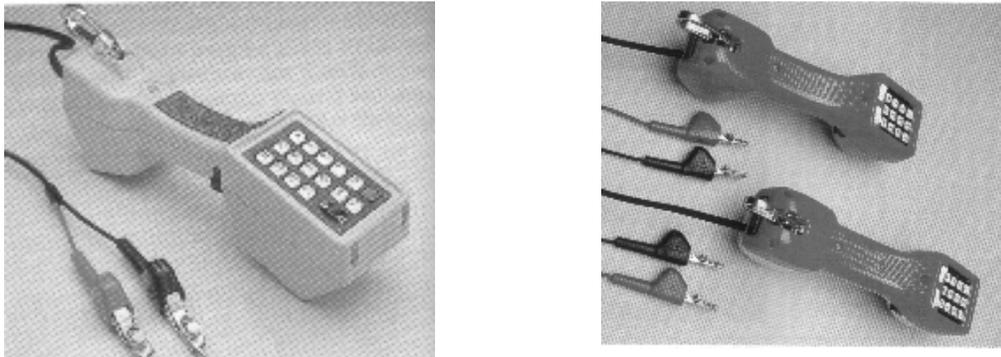
Figura 13. **Juego de herramienta**



Fuente: **Portada posterior del catalogo *Time Motion Tools, winter 1993***

En la figura 13 se muestra un juego de herramientas (más adelante algunas se detallan) que podrían ser muy útiles a la hora del proceso de la construcción de la red, en la figura 14 se muestran teléfonos de prueba, los cuales serán necesarios para verificar que la señal telefónica está llegando al punto que nos interesa, si esta señal no llegara se tendría que usar la herramienta mostrada en la figura 15, para definir donde se pierde.

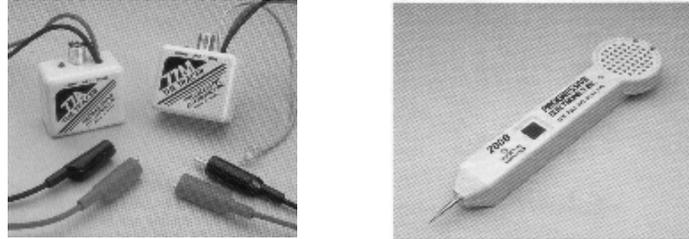
Figura 14. **Teléfonos de prueba**



Fuente: *Catalogo Time Motion Tools, summer 1994, Pág. 42*

En la figura 15 se muestran un par de accesorios los cuales sirven para identificar los pares, la de la izquierda (conocida como *electronic tracers*) genera un tono de alta frecuencia y la otra (conocido como *progressive electronics line aid*) lo capta amplificándolo a nivel auditivo, su modo de uso es muy sencillo, el generador se coloca en el extremo inicial del cable, en un par deseado, y luego con el amplificador se busca al final de la red, éste amplificará el tono generado a un nivel audible indicándonos el par buscado.

Figura 15. **Generador y amplificador de tono**



Fuente: *Catalogo Time Motion Tools, summer 1994, Pág. 44*

También tenemos herramientas como corta alambres, pinzas, la máquina encargada de colocar los conectores modulares machos RJ-11 y RJ- 45 en los cables (conocida como ponchadota modular), ver figura 16.

Figura 16. **Corta alambres, pinzas, ponchadota de conectores modulares**



Fuente: *Catalogo Time Motion Tools, summer 1994, Pág. 134*

La herramienta mostrada anteriormente sólo es un ejemplo dentro de las diferentes marcas y modelos que se pueden conseguir, adicional a estas necesitaremos otras como escalera, martillo, barreno, juegos de desatornilladores de castigadera y cruz de diferentes tamaños, alicate, accesorios como tarugos par concreto y tabla yeso, tornillos de diferentes roscas y medidas, etc.

Todo esto será de mucha utilidad durante el proceso de la construcción de la red, así como para la solución de problemas que se presenten en el transcurso, además pueden servir más adelante cuando sea necesario dar mantenimiento o se presente algún cambio en dicha red.



### **3. ELEMENTOS PRINCIPALES DE UN CABLEADO ESTRUCTURADO**

A continuación hablaremos de áreas y elementos que son necesarios para la elaboración de una red, los cuales son contempladas en la norma EIA 568 y 569.

#### **3.1. Área de entrada del servicio telefónico**

Esta área está destinada exclusivamente para la acometida de las líneas telefónicas, las cuales deben ser terminadas en un registro o caja preferentemente con llave, cuando se trata de edificios y tienen un sótano, ese es un buen lugar, ubicando la caja en un espacio donde tenga seguridad y sea accesible para trabajar. Para otros casos se tendrá que destinar un espacio para colocar la caja que llene los requisitos antes mencionados, si se cuenta con un cuarto de telecomunicaciones lo correcto es que el área del servicio telefónico se ubique en el.

#### **3.2. Cuarto de telecomunicaciones**

Un cuarto de telecomunicaciones es el área en un edificio utilizada para el uso exclusivo de equipo asociado con el sistema de cableado de telecomunicaciones. El espacio del cuarto de telecomunicaciones no debe ser compartido con instalaciones eléctricas salvo las necesarias de los equipos de telecomunicaciones.

El cuarto de telecomunicaciones debe ser capaz de albergar equipo, terminaciones de cable, distribuidores y cableado de interconexión asociado. El diseño de cuartos de telecomunicaciones debe considerar, además de voz y datos, la incorporación de otros sistemas de información tales como; televisión por cable, alarmas, seguridad, audio y otros relacionados con telecomunicaciones. No hay un límite máximo en la cantidad de cuartos de telecomunicaciones que pueda haber en un edificio, esto dependerá de las necesidades específicas y del tamaño del edificio. Este espacio está confinado para el uso específico de equipo de telecomunicaciones tal como central telefónica, equipo de cómputo y otros relacionados, dependiendo de las características y necesidades específicas de cada caso, además del cuarto de telecomunicaciones puede existir un cuarto de equipo.

Todas las funciones de un cuarto de telecomunicaciones pueden ser proporcionadas por un cuarto de equipo. Los cuartos de equipo se consideran distintos de los cuartos de telecomunicaciones por la naturaleza, costo, tamaño y complejidad del equipo que contiene. Los cuartos de equipo incluyen espacio de trabajo para personal de telecomunicaciones. Todo edificio debe contener un cuarto de telecomunicaciones o un cuarto de equipo, los requerimientos del cuarto de equipo se especifican en los estándares ANSI/TIA/EIA-568 y ANSI/TIA/EIA-569.

.

.

El diseño de un Cuarto de Telecomunicaciones depende de: el tamaño del edificio, el espacio de piso a servir, las necesidades de los ocupantes, los servicios de telecomunicaciones a utilizarse. La altura mínima recomendada del cielo raso es de 2.6 metros. El número y tamaño de los ductos utilizados para acceder el cuarto de telecomunicaciones varía con respecto a la cantidad de áreas de trabajo, sin embargo se recomienda por lo menos tres ductos de 100 milímetros (4 pulgadas) para la distribución del cable del *backbone*, según la sección 5.2.2 del ANSI/TIA/EIA-569.

La(s) puerta(s) de acceso debe(n) ser de apertura completa, con llave y de al menos 91 centímetros de ancho y 2 metros de alto. La puerta debe ser removible y abrir hacia afuera (o lado a lado). La puerta debe abrir al ras del piso y no debe tener postes centrales.

Se debe evitar la electricidad estática, utilizando piso de concreto, baldosa cerámica o similar (no utilizar alfombra), así como el ingreso del polvo, de ser posible, aplicar tratamiento especial a las paredes pisos y cielos para minimizar el polvo y la electricidad estática. Se debe evitar el uso de cielos falsos en los cuartos de telecomunicaciones.

En cuartos que no tienen equipo electrónico la temperatura del cuarto de telecomunicaciones debe mantenerse continuamente (24 horas al día, 365 días al año) entre 10 y 35 grados centígrados. La humedad relativa debe mantenerse menor a 85%. Debe de haber un cambio de aire por hora. En cuartos que tienen equipo electrónico la temperatura del cuarto de telecomunicaciones debe mantenerse continuamente (24 horas al día, 365 días al año) entre 18 y 24 grados centígrados. La humedad relativa debe mantenerse entre 30% y 55%. Debe de haber un cambio de aire por hora.

Los cuartos de telecomunicaciones deben estar libres de cualquier amenaza de inundación. No debe haber tubería de agua pasando por (sobre o alrededor) el cuarto de telecomunicaciones. De haber riesgo de ingreso de agua, se debe proporcionar drenaje de piso. De haber aspersores contra incendio, se debe instalar algún sistema para drenar un goteo potencial de los aspersores.

Los cuartos deben de estar bien iluminados, se recomienda que la iluminación debe de estar a un mínimo de 2.6 metros del piso terminado, las paredes y el techo deben de estar pintadas de preferencia de colores claros para obtener una mejor iluminación, también se recomienda tener luces de emergencia por si falla la iluminación del cuarto. Se debe proporcionar un mínimo equivalente a 540 luxes medidos a un metro del piso terminado.

Debe haber tomacorrientes suficientes para alimentar los dispositivos a instalarse. El estándar establece que debe haber un mínimo de dos tomacorrientes dobles de 110V C.A. polarizados dedicados. Deben ser circuitos separados de 15 a 20 amperios. Estos dos tomacorrientes podrían estar dispuestos a 1.8 metros de distancia uno de otro. Considerar alimentación eléctrica de emergencia con activación automática. En muchos casos es deseable instalar un tablero de control eléctrico dedicado al cuarto de telecomunicaciones.

La alimentación específica de los equipos electrónicos se podrá hacer con un UPS y/o regulador de voltaje. Separado de estas tomas deben haber tomacorrientes dobles para herramientas, equipo de prueba etc. Estos tomacorrientes deben estar a 30 centímetros del nivel del piso y dispuestos en intervalos de 1.8 metros alrededor del perímetro de las paredes. El cuarto de telecomunicaciones debe contar con una barra de puesta a tierra que a su vez debe estar conectada mediante un cable de calibre mínimo 8 AWG, con aislamiento verde, al sistema de puesta a tierra del edificio, según las especificaciones de ANSI/TIA/EIA-607, lo cual se vera adelante en e inciso 3.5.

Se debe mantener el cuarto de telecomunicaciones con llave en todo momento. Se debe asignar llaves al personal encargado que esté en el edificio durante las horas de operación. Se debe mantener el cuarto de telecomunicaciones limpio y ordenado.

Si es un edificio grande o de varios niveles, debe haber al menos un cuarto de telecomunicaciones o cuarto de equipo por cada 1000 metros cuadrados de construcción. Instalaciones pequeñas podrán utilizar un solo cuarto de telecomunicaciones o destinarse un área donde se puedan colocar los distribuidores los cuales normalmente se cuelgan en la pared o dentro de un pequeño closet, en la tabla IV se dan los requerimientos del tamaño del cuarto o área de telecomunicaciones según los m.<sup>2</sup> de construcción.

**Tabla IV. Dimensiones mínimas del área o cuarto de telecomunicaciones, según los metros cuadrados de construcción**

Área a servir o medidas del edificio	Dimensiones mínimas del Cuarto de telecomunicaciones
100 m. <sup>2</sup> o menos	Distribuidor montado en la pared
Mayor a 100 m. <sup>2</sup> y menor a 300 m. <sup>2</sup>	Distribuidor montado en la pared o un closet angosto de 0.6 m. x 2.6 m
Mayor a 300 m. <sup>2</sup> y menor a 500 m. <sup>2</sup>	3.0 m. x 2.2 m.
Mayor a 500 m. <sup>2</sup> y menor a 800 m. <sup>2</sup>	3.0 m. x 2.8 m.
Mayor a 800 m. <sup>2</sup> y menor a 1000 m. <sup>2</sup>	3.0 m. x 3.4 m

\*Algunos equipos pueden requerir un fondo de al menos 0.75 m.

Adaptado de: **norma ANSI/TIA/EIA-569**

### **3.3. Cableado Vertebral**

Más conocido en telefonía como cableado principal y en general en redes como *Backbone*, con topología en estrella, éste es el cableado que se realiza desde el cuarto principal de telecomunicaciones o cuarto de equipo (o en su defecto del distribuidor principal) hacia los otros cuartos de telecomunicaciones y/o distribuidores repartidos dentro del edificio.

La idea de la norma EIA 568 es que se deje prevista la ductería para el cableado principal no importando si se conocen o no las necesidades presentes y/o futuras de telecomunicaciones, en otras palabras, dejar la cantidad suficiente de ductos para cablear el *backbone*, como se mencionó anteriormente la norma establece por lo menos tres ductos de 4 pulgadas de diámetro o su equivalente (si se piensa usar canaletas) entre cuartos de telecomunicaciones o entre el cuarto principal y los siguientes distribuidores, en edificios de varios niveles corre en forma vertical.

### **3.4. Cableado horizontal**

Se emplea el término horizontal pues esta parte del sistema de cableado corre de manera horizontal entre los pisos y techos de un edificio. La norma TIA/EIA 568-A define el cableado horizontal de la siguiente forma: “El sistema de cableado horizontal es la porción del sistema de cableado de telecomunicaciones que se extiende del área de trabajo al cuarto de telecomunicaciones”. El cableado horizontal incluye los cables horizontales, las tomas/conectores de telecomunicaciones en el área de trabajo, los distribuidores y puentes localizados en el cuarto de telecomunicaciones.

La distribución horizontal debe ser diseñada para facilitar el mantenimiento y la relocalización de áreas de trabajo. El diseñador también debe considerar incorporar ductos para otros sistemas de información del edificio por ejemplo: televisión por cable, control ambiental, seguridad, audio, alarmas y sonido. El cableado horizontal debe seguir una topología estrella. Cada toma/conector de telecomunicaciones del área de trabajo debe tener su conexión en el cuarto de telecomunicaciones.

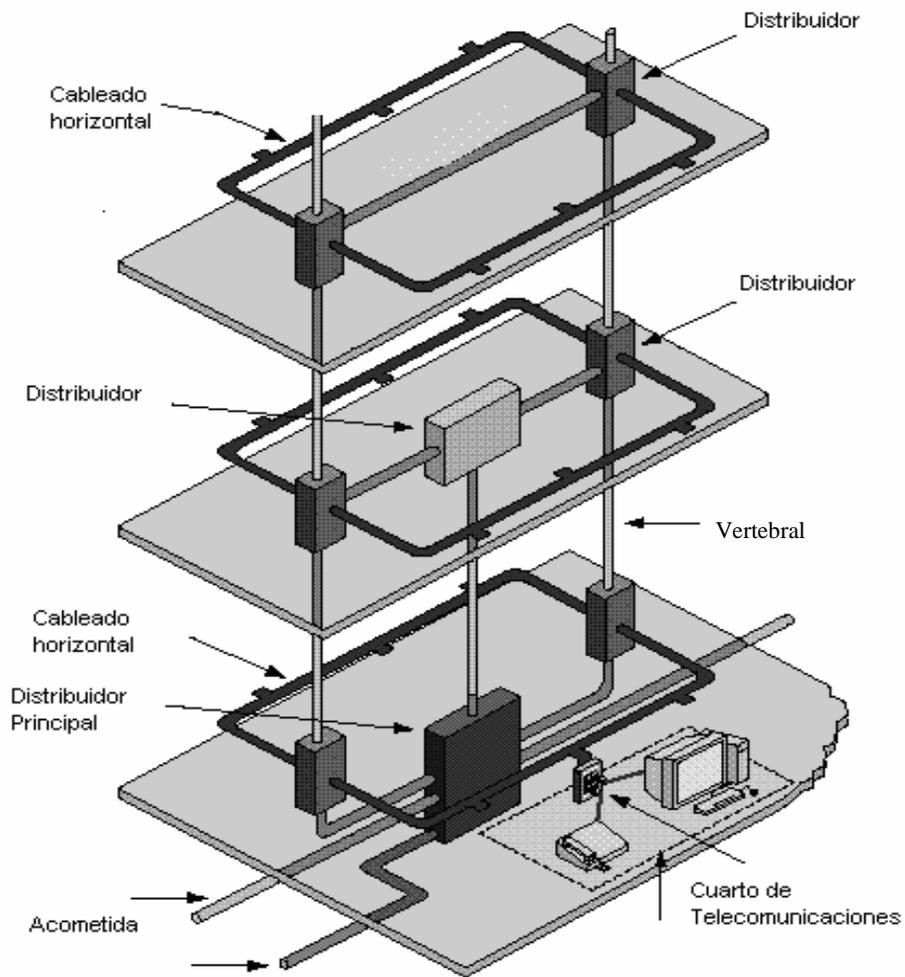
No se permiten empalmes de ningún tipo en el cableado horizontal. En el área de trabajo, se recomienda una distancia máxima de 3 m desde el equipo hasta la toma/conector de telecomunicaciones. Para evitar la interferencia electromagnética, a la hora de establecer la ruta del cableado tanto horizontal como vertebral es una consideración primordial separar el cableado de telecomunicaciones del paso de cables de equipos de potencia, para mayor detalle ver tabla V. El ducto de telecomunicaciones debe ir perpendicular a las lámparas fluorescentes, cables o ductos eléctricos y otras fuentes de interferencia electromagnética y de radio frecuencia.

**Tabla V. Distancias mínimas entre equipos de potencia y cableado de telecomunicaciones**

Equipos	Distancia mínima
Cargas de 2 KVA o menores	13 centímetros
Cargas de 2 KVA a 5 KVA	30 centímetros
Cargas de 5 KVA a 10 KVA	90 centímetros
Luces fluorescentes y balastos	12 centímetros
Intercomunicadores	12 centímetros
Aires acondicionados, ventiladores, calentadores	1.2 metros
Equipo de soldadura	1.2 metros
Motores y transformadores mayores a 10 KVA	1.2 metros

Adaptado de: **norma ANSI/TIA/EIA-569**

Figura 17. Ejemplo típico de un sistema de distribución de telecomunicaciones



Fuente: Revista PC magazine, nov 2001 pág. 32

En la figura 17 se muestra una grafica típica de un edificio de varios niveles en el cual se ejemplifica el cuarto de telecomunicaciones, el cableado vertebral o principal (*Backbone*), cableado horizontal y distribuidores.

### **3.5. Sistema de puesta a tierra**

Es de suma importancia ponerle mucha atención a este punto ya que como se sabe la tierra física es indispensable en cualquier instalación en donde se involucra la electricidad, las instalaciones de telecomunicaciones no son la excepción menos aun si se cuenta con equipos electrónicos. La norma ANSI/TIA/EIA-607 discute el esquema básico y los componentes necesarios para proporcionar protección eléctrica a los usuarios e infraestructura de las telecomunicaciones mediante el empleo de un sistema de puesta a tierra adecuadamente configurado e instalado, en la sección 3.5.1 se hablará sobre los diseños de red de tierra y dispositivos de protección usados en telecomunicaciones. La norma EIA 607, define al sistema de red de tierra y el de alimentación bajo los cuales se deberán de operar y proteger los elementos del cableado estructurado, a continuación un resumen de lo más importante de las secciones y anexos que componen la norma.

Sección 1: Introducción, establece que ya que la infraestructura de telecomunicaciones proporciona el soporte básico para la distribución de toda la información en el edificio, se hace necesario disponer y considerar, como componente de soporte de la infraestructura, de un sistema de puesta a tierra que sea fiable.

Sección 4: Resumen, define los principales componentes del sistema de puesta a tierra y terminación.

Sección 5: Componentes de la infraestructura de puesta a tierra y terminación de las telecomunicaciones, define la característica mandatoria de cada componente del sistema de puesta a tierra y terminación.

Sección 6: Facilidad de entrada de telecomunicaciones, proporciona guías sobre donde colocar el dispositivo principal de puesta a tierra de las telecomunicaciones (*Telecommunications Main Grounding Busbar*), y qué se debe conectar a este dispositivo.

Sección 7: Armario de telecomunicaciones y sala de equipos, define el uso del dispositivo de puesta a tierra de las telecomunicaciones (*Telecommunications Grounding Busbar*) dentro de cada espacio. Anexo A; Referencias opuestas de terminología de puesta a tierra, ayuda al lector a comprender la distinta semántica empleada entre los estándares. Anexo B; Conductor de terminación acoplado (*Coupled Bonding Conductor*) (CBC), contienen las funciones y especificaciones de un CBC.

Como se indicara anteriormente, la norma provee especificaciones para el diseño de las tierras y el sistema de puesta a tierra relacionados con la infraestructura de telecomunicaciones para edificios comerciales, entre los componentes de puesta a tierra tenemos los siguientes:

TBB (*Telecommunications bonding backbone*) Es un conductor de cobre usado para conectar la barra principal de tierra de telecomunicaciones (TMBG) con las barras de tierra de los armarios de telecomunicaciones y salas de equipos (TGB).

Su función principal es la de reducir o igualar diferencias de tensiones entre los equipos de los armarios de telecomunicaciones y salas de equipos, se deben diseñar de manera de minimizar las distancias. El calibre mínimo es de 6 AWG, no se admiten empalmes ni utilizar tuberías metálicas de agua como TBB.

TGB (*Telecommunications grounding busbar*) Es la barra de tierra ubicada en el armario de telecomunicaciones o en la sala de equipos. Sirve de punto central de conexión de tierra de los equipos de la sala. En edificios con estructuras metálicas que están efectivamente aterrizadas y son fácilmente accesibles, se puede conectar los TGB a estas con cables de calibre mínimo 6 AWG.

TMBG (*Telecommunications main ground busbar*) Barra principal de tierra, es la que se conecta a la tierra del edificio, actúa como punto central de conexión de los TGB. Típicamente hay un solo TMBG por edificio.

Las características eléctricas típicas para los sistemas de tierra pueden ser los siguientes: Resistencia, no exceder 9.38 ohm / 100 m, ni haber diferencias de más del 5% entre cables del mismo par, Capacitancia, no exceder 6.6 nF a 1 kHz, Impedancia característica, 100 ohm +/- 15% en el rango de frecuencias de la categoría del cable

### **3.5.1. Sistema de protección contra transientes**

Las líneas telefónicas que llegan a las edificaciones normalmente recorren largas distancias, en algunos casos varios kilómetros y muchas veces en forma aérea.

Lo anterior permite más fácilmente que cuando existan descargas electro atmosféricas se induzcan voltajes y corrientes peligrosas tanto para los usuarios como para los equipos terminales, es por eso importante tomar en cuenta la instalación de un sistema de protección, el cual sin un buen sistema o red de tierra no funcionara eficientemente, razón por la cual a continuación mencionaremos como diseñar una red de tierra.

Existen tres razones básicas para una conexión a tierra; a) para limitar los voltajes causados por descargas atmosféricas o por contacto accidental con conductores de más alto voltaje; b) Para estabilizar el voltaje durante operaciones normales; y c) Para facilitar la operación de los dispositivos de sobrecorrientes, tales como fusibles, relés, bajo condiciones de falla a tierra.

Como se mencionó anteriormente existen otras razones adicionales muy importantes las cuales podemos resumir en pocas palabras, seguridad de las personas que utilizan el equipo o sistema, protección del equipo conectado al sistema, operación correcta del equipo especialmente cuando se administran datos, legal exigido por las leyes.

A través de los años se han desarrollado técnicas efectivas de puesta a tierra. También se han encontrado problemas comunes que deben evitarse. Estas técnicas han sido compiladas en códigos de seguridad y publicaciones adoptados como estándares. Uno de los códigos es el Código Eléctrico Nacional conocido como el NEC, que rige para los Estados Unidos de Norte América, el cual es un muy buen estándar para tomar como base de nuestros estándares. El código, en particular artículo 250 o conexión a tierra es el que se tratará.

Por otra parte el Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos (IEEE) publica estándares para instalaciones eléctricas. Generalmente sus publicaciones son manuales de diseño y explican en más detalle la teoría del NEC y explica las consecuencias a las variaciones del código. Estos manuales son publicados como estándares y son reconocidos por *American National Standards Institute (ANSI)*.

IEEE publica dos estándares aplicables a este respecto, uno de ellos se llama *The Green Book* y se conoce como el IEEE estándar 142, este libro se titula *Grounding of Industrial and Commercial Power Systems*. El otro libro se llama el *Esmerald Book*, y se titula *Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment*. Se conoce como el IEEE estándar 1100.

Para la construcción de la red de tierra se utilizan una serie de electrodos de tierra, para lo cual el NEC permite opciones, entre éstas, varillas de tierra y las tuberías metálicas de agua, las varillas son generalmente preferidas debido a que proporcionan un electrodo conocido y controlable.

El código especifica para varillas de tierra en la sección 250-52 (c) las características siguientes: 5/8" de diámetro o mayor si son fabricadas de hierro o acero, 1/2" de diámetro o mayor si son fabricadas de material no ferroso y listadas para este servicio, 8 pies mínimo de longitud y deben enterrarse los 8 pies en el suelo. Las varillas de aluminio no son permitidas.

El código permite tuberías como electrodos de tierra, si son: De 3/4" de diámetro o mayores y si son galvanizadas o revestidas para la protección contra la corrosión.

El código permite otros electrodos de tierra entre los cuales podemos mencionar: placas metálicas cuyas características tienen que ser, un mínimo de 2 pies cuadrados enterrados, 1/4" de espesor de hierro o acero, al menos 2 1/2 pies debajo de la superficie del suelo, es importante mencionar que placas de aluminio no son permitidas.

Otro puede ser la tubería metálica de agua y sus características tendrán que cumplir con tener conductividad eléctrica, 10 pies o más de contacto con la tierra, también tenemos los electrodos encajados en concreto y tienen que estar en contacto directo con la tierra con un mínimo 2" de concreto, mínimo 20 pies de longitud y puede ser acero de refuerzo o conductor desnudo de cobre. Pueden ser utilizadas también la estructura metálica del edificio efectivamente conectada a tierra así como también sistemas o estructuras locales metálicas bajo tierra, como tubería metálica y tanques metálicos.

Una forma muy efectiva para el diseño de la red de tierra es usar un anillo de tierra el cual estaría formado por un cable de cobre instalado en una zanja alrededor del edificio o estructura, el cable debe ser de al menos 20 pies de longitud, éste no debe ser menor que cable número 2 AWG y debe ser enterrado debajo de la línea de congelamiento al menos 2 1/2 pies debajo de la superficie, cualquier varilla o varillas que se usen deben ser unidas con el cable.

Resistencia a tierra es un término aplicado a la resistencia entre un electrodo de tierra y la misma tierra. Para cumplir con los requerimientos del código la resistencia deberá ser 25 ohmios o menor. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que este nivel no es adecuado para sistemas sensitivos como la industria electrónica, industria de telecomunicaciones y computadoras.

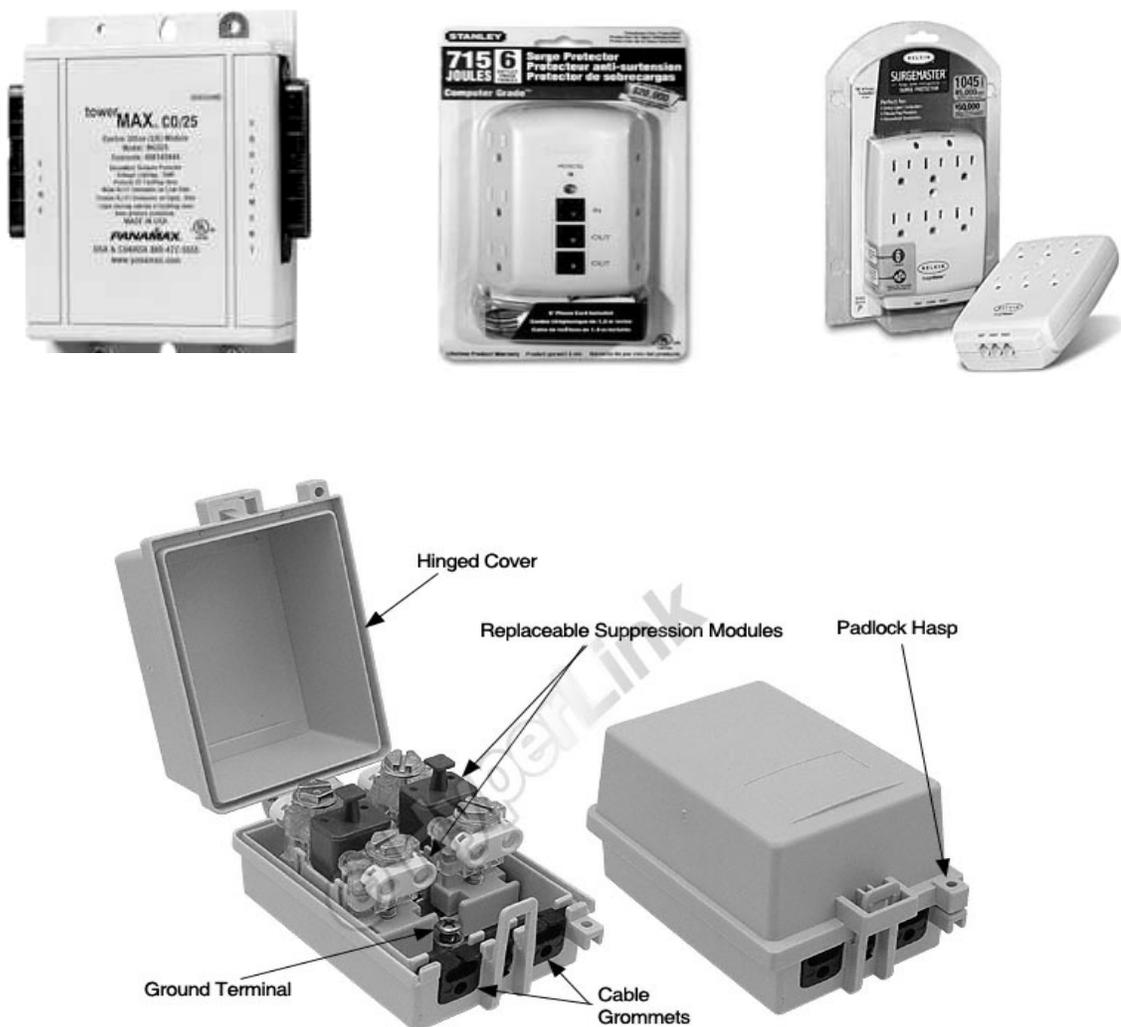
La resistencia a tierra para estos sistemas debe ser de 5 ohmios o menor. Una resistencia baja es requerida para minimizar ruidos eléctricos en sistemas sensitivos como los mencionados.

Otro concepto importante es la conductividad del suelo o resistencia de contacto, lo cual es la resistencia entre el área de superficie de la varilla de tierra y el suelo. La resistencia está en función de la varilla de tierra y el suelo donde es instalado. Esto representa uno de los componentes de la resistencia a tierra. Las variables más importantes son; Diámetro de la varilla de tierra, un diámetro mayor aumenta el área de superficie y la resistencia y doblando el diámetro produce 10% de reducción en resistencia. Longitud de la varilla de tierra, a mayor longitud aumenta la superficie y reduce la resistencia y doblando la longitud produce un 40% de reducción en resistencia. Humedad del terreno, el contenido de humedad baja la resistencia del suelo y durante el año la humedad varía y así mismo la resistencia a tierra. Temperatura, a altas temperaturas baja la resistencia a tierra, durante el año la temperatura varía y así mismo la resistencia a tierra además la tierra congelada conduce pobremente. Minerales, un contenido alto de minerales proporciona más iones libres, reduciendo la resistencia a tierra, la mayoría de suelos contienen sales y otros minerales, aún en cantidades pequeñas es importante recordar que el agua de mar contiene sales lo que la convierte en un buen conductor y por ultimo composición del suelo, terrenos arenosos son malos conductores, ya que la arena no es conductiva, los terrenos con materiales orgánicos son buenos conductores, los suelos rocosos no son conductivos y presentan un problema.

Ya establecida una buena red de tierra, ésta se conectará al sistema de protección y a su vez a los diferentes equipos, usando para ello los diferentes conectores que éstos tengan, además de conectarse a todos los tomacorrientes los cuales tiene que ser del tipo polarizados.

La figura 18 muestra una serie de diferentes sistemas de protección contra transientes, sería ideal que se pudiera instalar adicional a esto, reguladores de voltaje y/o UPS's principalmente cuando existen equipos de telecomunicaciones.

Figura 18. Sistemas de protección contra transientes



Fuente: *Telephone magazine*, oct. 2002

## **4. ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO**

La idea de este capítulo es definir una serie de lineamientos los cuales nos servirán como referencia para el proceso de la construcción de nuestra red telefónica, tomando en cuenta los conceptos y definiciones descritos en los capítulos anteriores, la norma que define este tipo de lineamientos es la EIA 606.

### **4.1. Diseño y ejecución de planos**

La idea principal de las normas EIA 568 y 569 es que se pueda construir un edificio y dejar previstas las instalaciones principalmente de ducterías para las telecomunicaciones sin necesidad de saber que tipo de industria y/o negocio llegará a albergar dicho edificio y que el diseño cubra con creces las necesidades que se presenten al momento de su ocupación por lo menos en los primeros 10 o 15 años. La norma establece que si se trata de una nueva construcción se tendrán que diseñar los planos dejando constancia en ellos de toda la información necesaria y pertinente para la ejecución de la obra así como de mantenimiento y posibles cambios y/o traslados posteriores, el formato de los planos dependerá de la envergadura del edificio pero sí es importante indicar que tendrán el tamaño suficiente para que su lectura sea cómoda y fácil.

#### 4.1.1. Construcciones nuevas

Al momento de diseñar los planos para la instalación de una red telefónica, es importante conocer las secciones transversales de los cables y de las ducterías con el objeto de no sobrepasar la capacidad de dichos ductos. En la tabla VI se encuentran los diámetros y secciones transversales promedio de los diferentes cables multipar con forro de PVC que se utilizan en la construcción de redes telefónicas, en la tabla VII el diámetro interno y la sección transversal interior de las tuberías tipo conduit y en la tabla VIII las dimensiones de algunas canaletas.

Tabla VI. **Diámetro y sección transversal promedio de los cables telefónicos multipar categoría 3**

Cable multipar	Diámetro nominal en mm (pulgadas)	Sección transversal en mm <sup>2</sup>
Dos pares	3.00 (0.12)	7
Tres pares	3.60 (0.14)	10
Cuatro pares	4.10 (0.16)	13
Seis pares	4.60 (0.18)	17
Doce pares	6.90 (0.27)	37
Veinticinco pares	9.70 (0.38)	74
Cincuenta pares	14.0 (0.56)	154
Cien pares	19.0 (0.74)	284
Ciento cincuenta pares	23.0 (0.92)	415
Doscientos pares	27.0 (1.05)	573
Trescientos pares	32.0 (1.27)	804
Cuatrocientos pares	37.0 (1.47)	1075

Adaptado de: **Página de Internet de Superior Essex**

Con la información que nos muestran las tablas VI, VII y VIII podemos verificar al momento de hacer nuestro diseño el diámetro de tubería (o sección de canaleta) que necesitaremos, es importante como lo indica la norma, dejar una holgura en la tubería la cual llamaremos factor de relleno, el cual será un 80%, usaremos como ecuación para cálculos la siguiente;  $F = A_c/A_t$ , donde F es el factor de relleno,  $A_c$  el área del cable y  $A_t$  el área del tubo. Como ejemplo de aplicación pensemos que tenemos que colocar en el mismo tubo un cable de 100 pares, uno de 25 pares y otro de 12 pares, si sumamos las áreas de estos 3 cables (usando para ello la tabla VI) tendríamos un total de 395 mm<sup>2</sup>, aplicando nuestra ecuación y despejando  $A_t$  tendríamos lo siguiente:

$$A_t = A_c/F = 395 \text{ mm}^2/0.80 = 493.75 \text{ mm}^2$$

Si observamos la tabla VII, verificaremos que el tubo más cercano a nuestro calculo es el de 1 pulgada (552 mm<sup>2</sup>), por lo tanto éste es el que utilizaremos, es importante tomar nota que cuando el calculo no coincide exactamente con el dato de la tabla, siempre escogeremos el inmediato superior con respecto al calculado.

**Tabla VII. Diámetro y sección transversal promedio de los tubos tipo conduit**

Diámetro nominal en mm (pulgadas)	Diámetro interior en mm	Sección transversal interior total en mm <sup>2</sup>
13 (1/2)	15.81	196
19 (3/4)	21.30	356
25 (1)	26.50	552
32 (1 ¼)	35.31	979
38 (1 ½)	41.16	1331
51 (2)	52.76	2186
63 (2 ½)	62.71	3088
76 (3)	77.93	4769
89 (3 ½)	90.12	6378
102 (4)	102.26	8213

Adaptado de: Enrique Harper. **Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas, Pág. 62**

En el caso de las canaletas, la aplicación es un tanto diferente, usaremos un 70% de su sección, existen diferentes tipos de canaletas, las más usadas son las fabricadas de PVC y las de lámina, observar que su sección es normalmente rectangular o cuadrada.

Tabla VIII. Medidas de algunas canaletas de PVC usadas en telecomunicaciones

Dimensiones en mm para canaletas de PVC	Sección transversal interior en mm <sup>2</sup>	70% de su sección transversal
13 x 7	91	64
20 x 12	240	168
60 x 16	960	672
40 x 25	1000	700
40 x 40	1600	1120
60 x 40	2400	1680
100 x 45	4500	3150

Adaptado de: **Página de Internet de DEXSON**

#### 4.1.1.1. Techos y entrepisos fundidos

En estos casos es cuando más cuidado tenemos que tener al momento del diseño, pues si nuestros cálculos no son correctos las tuberías o ductos no serán suficientes y se tendrán que colocar canaletas, lo cual lamentablemente afecta la parte estética de la construcción, o en su defecto se tendrá que romper el piso y/o entrepiso así como las paredes para colocar las respectivas tuberías, lo cual tiene un costo elevado además de las molestias que causa si el edificio ya está ocupado. No se permite colocar cables sin su respectivo ducto.

#### **4.1.1.2. Cielo falso**

En estos casos, además de tomar en cuenta lo dicho en el inciso anterior, no es permitido tirar los cables sobre el cielo falso, la premisa de que todo cable tiene que estar entubado y/o introducido en una canaleta es imperativo.

#### **4.1.2. Construcciones existentes**

En las construcciones existentes, si no fueron tomadas en cuenta las normas, es una buena oportunidad para hacerlo, claro que el trabajo se vuelve complicado y laborioso, pero lo importante es hacerlo bien.

##### **4.1.2.1. Techos y entrepisos fundidos**

En este caso tenemos básicamente dos alternativas, la primera, romper los pisos y entrepisos así como paredes, y la segunda, colocar canaletas. Es importante recordar que se tienen que cumplir las condiciones de las tablas VI, VII y VIII, adicional a esto es tomar en cuenta que si por alguna razón se llevaran los ductos por la parte exterior del edificio, estos tendrán que ser a prueba de intemperie, por ejemplo se tendrán que usar tubos galvanizados, no es correcto colocar canaletas en la parte exterior del edificio.

#### **4.1.2.2. Cielo falso y otros**

Aquí aplica lo dicho en el inciso 4.1.1.2. pero este inciso también incluye los casos en donde no existen cielos falsos, serian las instalaciones que se denominan tipo industrial, no olvidar que todo cable tiene que tener su ducto y no menos importante, desde el inciso 4.1 hasta éste, tomar en cuenta lo cubierto en la tabla V y lo referente a paso por lámparas fluorescentes, cables o ductos eléctricos y otras fuentes de interferencia electromagnética y de radio frecuencia.

#### **4.2. Implementación de la obra**

Este proceso implica varias cosas, una de las más importantes es contar con la información suficiente y clara como para iniciar con la construcción de la red, obviamente se tiene que tener la ducteria (ya sea tubería o canaleta) lista, en el caso de tubería es recomendable que tenga su guía instalada, muy a menudo se acostumbra que un solo contratista haga la tubería y casi siempre le dan la responsabilidad al que hace las instalaciones eléctricas en general, y el hecho de no tener dicha guía atrasaría nuestro trabajo. Si fuera el caso de que otro contratista realizó el entubado, es muy importante antes de empezar verificar que todas las normas fueron cumplidas y algo no mencionado antes pero no menos importante es que en tramos largos asegurarse que dejen registros cada treinta metros (30 metros) o como máximo cada 50 metros.

#### 4.2.1. Mano de obra calificada

Para que la instalación de la red sea rápida, adecuada y en base a las normas, es importante tomar nota que el personal que realice dicha instalación tiene que estar calificado, en otras palabras, adiestrado en las técnicas que se utilizan en esta especialidad, conocer de las normas, del código de colores de los cables telefónicos, así como de usar los diferentes equipos y herramientas específicas de este campo. A continuación se darán algunos detalles de cómo debe terminarse una instalación telefónica principalmente en los lugares donde irán distribuidores, estos sitios son importantes ya que es ahí donde se realizarán las pruebas en caso de algún problema tanto en el proceso de construcción de la red, como durante el mantenimiento o cambios que puedan suceder en el transcurso del tiempo. La norma no permite que se hagan empalmes en instalaciones telefónicas interiores, por lo tanto en el proceso del diseño se tiene que contemplar esto y tomar en cuenta que los fabricantes de cable telefónico tienen especificado la longitud por embalaje, la tabla IX muestra las longitudes en que se fabrican los diferentes tipos de cable telefónico categoría 3 y la forma de embalaje.

Tabla IX. Longitud de algunos cables telefónicos categoría 3 por embalaje

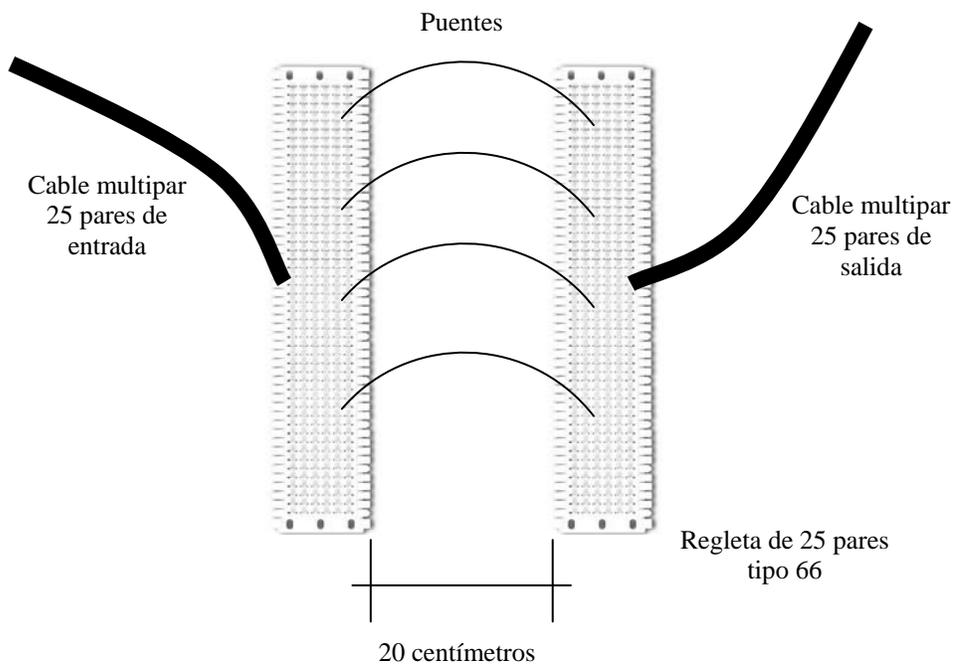
Cable multipar	Longitud en pies
Dos pares	1000 embalaje, caja
Tres pares	1000 embalaje, caja
Cuatro pares	1000 embalaje, caja
Seis pares	1000 embalaje, caja
Doce pares	1000 embalaje, carrete
Veinticinco pares	1000 embalaje, carrete
Cincuenta pares	1000 embalaje, carrete
Cien pares *	1000 embalaje, carrete
Doscientos pares *	1000 embalaje, carrete

Fuente: Página de Internet de Superior Essex

\*Algunos fabricantes los venden en longitudes mayores a requerimiento

Si fuera necesario unir cables y/o hacer una ramificación, se tendrán que usar regletas o bloques de distribución como los mostrados en las figuras 7 y 9, en la figura 19 se muestra la forma de hacer un distribuidor con un par de regletas tipo 66 de 25 pares, observar que es necesario dejar una separación mínima entre estas regletas para poder trabajarlas, si fuera necesario colocar más regletas, la distancia mínima entre cada una de ellas será de 20 centímetros no importando el tipo de bloque, la función de los puentes es facilitar la interconexión entre los extremos de los cables que llegan y salen del distribuidor en dado caso fuera necesario hacer algún cambio, con dichos puentes se facilita ya que da flexibilidad al conexionado, estos puentes se realizan con los alambres que conforman el cable multipar.

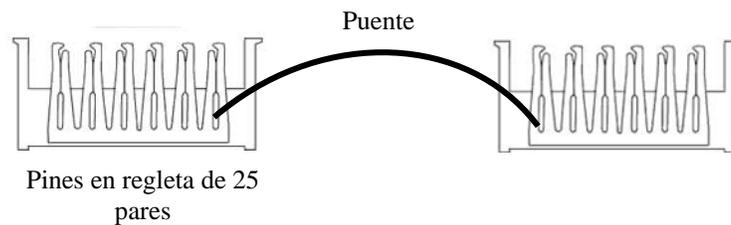
Figura 19. Construcción de un distribuidor usando regletas tipo 66 de 25 pares



Fuente: Roberto Reyes, **Dibujo en Paint**

En la figura 20 se muestran la forma y estructura de los pines de conexión que tienen las regletas de 25 pares, cada regleta de éstas contiene 50 pines, dos de ellos consecutivos forman un par telefónico, los pares se ordenan de arriba hacia debajo de tal manera que en la parte superior en los dos primeros pines quedaría el par blanco azul, para ver el orden de los colores para ordenar los pares ver la tabla II.

Figura 20. **Configuración de pines en regleta de 25 pares tipo 66**

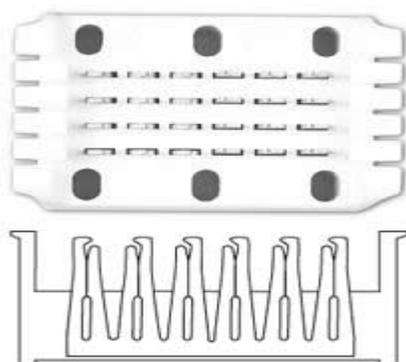


Fuente: Roberto Reyes, **Dibujo en Paint**

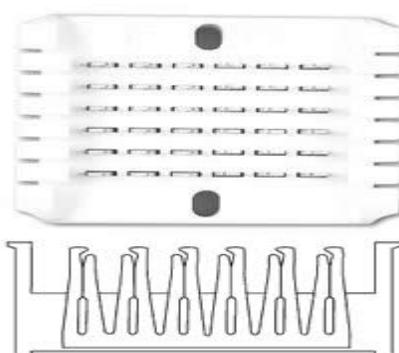
Existe una variedad de bloques del tipo 66, en las figuras 21 y 22 se muestran algunos de ellos, así como la configuración de los pines de conexión, obsérvese la distribución de dichos pines los cuales varían dependiendo de la cantidad de pares de cada regleta.

Figura 21. Regletas de varios pares (pequeñas) tipo 66

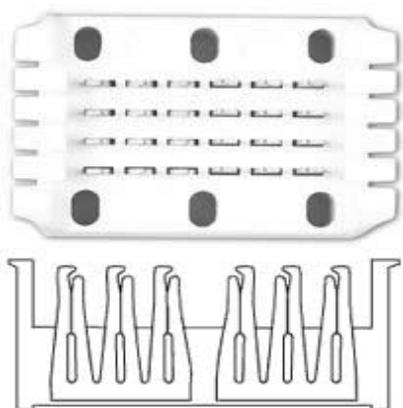
Regleta de 2 pares



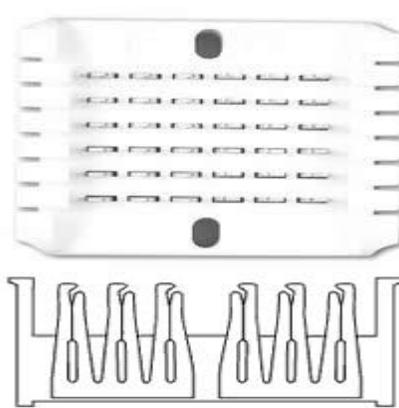
Regleta de 3 pares



Regleta de 4 pares



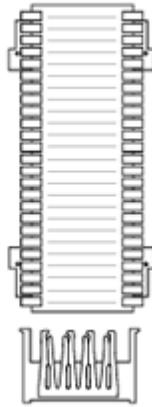
Regleta de 6 pares



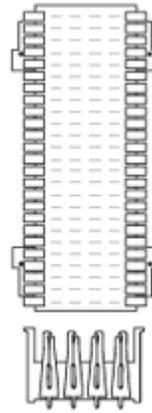
Adaptado de: **Página Internet SIEMON *e-catalog 66 connecting***

Figura 22. **Regletas de varios pares tipo 66**

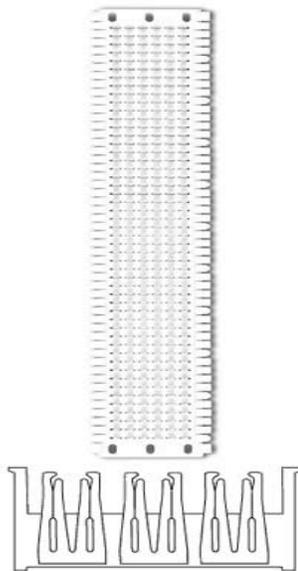
Regleta de 12 pares



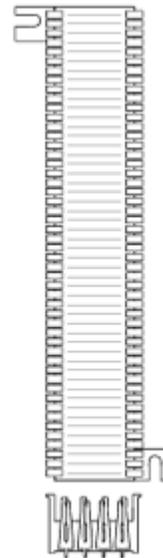
Regleta de 50 pares



Regleta de 75 pares



Regleta de 100 pares



Adaptado de: **Página Internet SIEMON *e-catalog 66 connecting***

### **4.3. Supervisión de la obra**

El supervisor tiene que ser una persona capacitada ampliamente en el tema, ya que si los técnicos cometieran un error o tuvieran alguna duda, el supervisor es la persona indicada para resolverlo, es importante hacer supervisión constantemente, no dejarlo para el final de la obra.

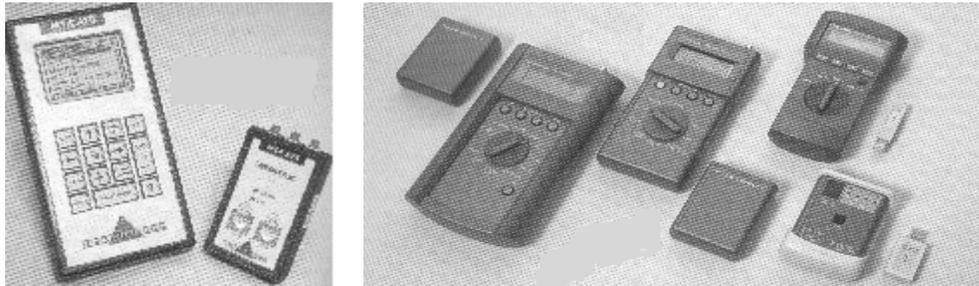
### **4.4. Pruebas de la red**

En esta etapa de la construcción de la red es cuando se certifica que todo ha quedado según los requerimientos, la prueba se puede hacer al final o durante el proceso de construcción, para ello existen equipos especializados, en el inciso 4.1.1. se mencionan algunos de ellos, pero si se detecta algún error la herramienta mostrada en la figura 15 podría ser una buena opción para rectificarlo, como se mencionó anteriormente el módulo (*electronic tracers*) genera un tono de alta frecuencia y conectándolo en el par con problema en un extremo y buscándolo con la otra unidad (*progressive electronics line aid*) en el otro extremo, podemos resolver dicho problema, en las figuras 13, 14 y 16 se mostraron otros equipos importantes para un buen desempeño en el proceso tanto de la construcción como verificación de nuestra red.

#### 4.4.1. Equipo especializado

En la figura 23 se muestran equipos que su función específica es certificar las redes, son equipos bastante costosos por lo que algunas empresas muchas veces obvian su uso, en redes de telefonía raramente se usa pero se menciona para que quede constancia de su existencia, donde se vuelve imperativo su uso es en las redes de datos pero el tema sale del alcance de este trabajo.

Figura 23. **Equipo para certificación de redes**



Fuente: *Catalogo Time Motion Tools, summer 1994, Pág. 4*

#### 4.5. Entrega final de la obra

Luego de que el supervisor da su visto bueno y se han hecho las pruebas necesarias a la obra, se puede decir que ésta se encuentra lista para ser entregada, para lo cual es importante hacer un protocolo (forma escrita) de entrega, el cual sirva de control para garantizar la calidad de ésta y así el cliente pueda recibirla a satisfacción.

Es importante hacerlo ante un personero que tenga delegada la autoridad suficiente del usuario y/o contratante, ya que en ese momento se considera el trabajo finalizado.

El algunos casos el cliente contratara los servicios de un asesor (experto en el tema de telecomunicaciones y en especial en instalaciones telefónicas) el cual pueda en determinado momento ser el intermediario y definir si la obra puede recibirse o queda sujeta de cambios.

## **5. CASOS ESPECIALES**

En este capítulo analizaremos los casos que eventualmente pueden suceder y que es necesario saber que hacer, como se verá son condiciones que se dan en circunstancias de fuerza mayor y que se requiere de una solución para resolver el problema inmediatamente ya sea en forma de emergencia (solución temporal) o definitivamente.

### **5.1. Interconexión de edificios**

Dado que la construcción fuera realizada bajo el diseño de varios módulos y/o edificios, los cuales están separados dejando espacio al aire libre entre ellos, nos veremos en la necesidad de interconectar dichos edificios para llevar telecomunicaciones, lo cual nos obliga a tomar en cuenta varias cosas de las cuales hablaremos en los incisos siguientes.

#### **5.1.1. Instalaciones aéreas**

En el caso de interconectar los edificios en forma aérea, ya sea por que será una instalación temporal, por el costo tan alto de realizar canalización o por que las condiciones del lugar no permiten hacer una canalización, se tendrán que llenar ciertos requisitos para que la instalación quede de forma adecuada, en primer lugar se tendrá que utilizar cable que esté diseñado para intemperie, luego usar cable con guía acerada para auto soporte.

Estos cables tienen una envoltura especial, un tipo podría ser el EAP-SP libre de alógenos (EATISTI) (Estanco Aluminio Termoplástico Ignífugo *Steel* (Acero) Termoplástico Ignífugo) conteniendo una guía acerada (cable mensajero) para auto soporte que permita ser colgado de postes los cuales no pueden estar separados más de 25 metros y una altura mínima de 3.5 metros siempre y cuando no exista paso de vehículos de servicio pesado en cuyo caso la altura se tendrá que elevar a por lo menos 4.5 metros, en la figura 24 se muestra la forma de separar el cable de la guía, en la figura 25 se muestra el tipo de abrazadera a usarse para soportar el cable de los postes y paredes y en la figura 26 la forma de sujetar el cable a la abrazadera. Si los cables telefónicos se colocan en postes con cables que lleven electricidad se tienen que separar, si son menos de 1000 voltios, la separación mínima tendrá que ser de un metro y si el voltaje es mayor de 1000 voltios será de 2 metros como mínimo.

Figura 24. **Forma de separar la guía acerada del cable**

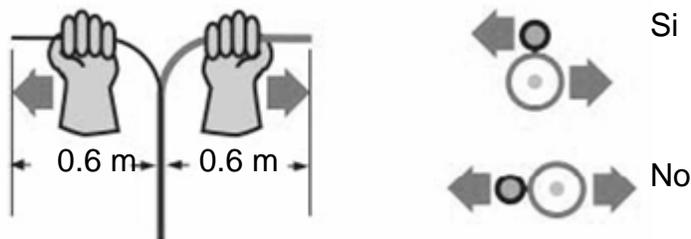
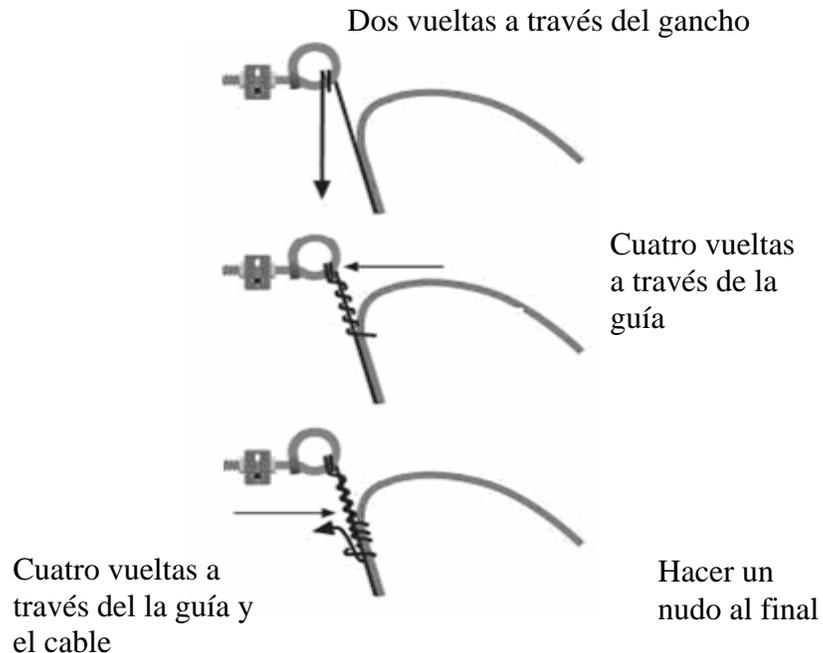


Figura 25. **Abrazadera para soporte de cable**



Fuente de figuras 24 y 25: **Manual de construcción de redes, CommScope**

Figura 26. Sujeción del cable, de la guía a la abrazadera



Fuente: **Manual de construcción de redes, CommScope**

#### 5.1.1.1. Empalmes y conexiones

En instalaciones aéreas se acostumbra el empalme recto (por no haber alcanzado el cable, por una rotura o una derivación) para lo cual se utiliza un accesorio especial que se conoce como mufa (*wire closure*), (en la sección 5.1.2.1. se ampliará el tema) la cual viene con unos conectores especiales para que los empalmes queden aislados y a prueba de humedad, la mufa se cierra herméticamente evitando por lo tanto que entre humedad dentro de ella, no olvidar que al hacer el empalme se tiene que respetar el código de colores, en otras palabras unir color con color. De ser posible, evitar hacer empalmes ya que es un punto de posible problema en el futuro.

### 5.1.2. Instalaciones subterráneas

Esta es la forma correcta de interconectar edificios, lo común es hacer una canalización cuyas medidas dependerán de los cables que se utilicen para dicha interconexión, aunque existen cables que su funda está diseñada para enterrarse directamente, lo recomendado es entubarlos, usando preferentemente tubería PVC las cuales no se corroen con el pasar de los años, cosa que no ocurre con tuberías metálicas. Existen varios tipos de cables que se utilizan para instalaciones subterráneas, en la tabla X se indican algunos de estos, esta información conjuntamente con la tabla VII (aunque no es de tuberías PVC, las secciones de los tubos conduit son prácticamente las mismas por lo que la podemos utilizar) nos puede servir para diseñar las canalizaciones, no olvidando el factor de relleno utilizado en la sección 4.1.1.

Tabla X. **Características de algunos cables para uso exterior**

Modelo de cable	Pares	Sección transversal (mm <sup>2</sup> )	Calibre
Acometida Reforzada (EC4V)	1	11.34	22 AWG
Acometida Reforzada (EC4V)	2	23.76	22 AWG
EAP (Estanco aluminio polietileno)	12	43.01	22 AWG
EAP (Estanco aluminio polietileno)	22	50.27	22 AWG
EAP (Estanco aluminio polietileno)	32	62.21	22 AWG
EAP (Estanco aluminio polietileno)	25	84.95	22 AWG
EAP (Estanco aluminio polietileno)	102	136.85	22 AWG

Adaptado de: **Página Internet CabICTel cables**

### **5.1.2.1. Empalmes y conexiones**

El mismo caso que las instalaciones aéreas, se emplea como medio de empalme la mufa, dado que este caso es más común, mencionaremos algunos tipos de empalmes que existen, los cuales se clasifican de acuerdo a su estructura y de su función, de acuerdo a su estructura se dividen en:

#### **Recto**

Es la unión de dos trozos de cables de la misma capacidad, uno de los cuales es prolongación del otro. La unión de los dos conductores se hace hilo a hilo tomando sólo uno de cada lado.

#### **Múltiple**

Es el que recoge generalmente tres cables los cuales entran en el empalme dos por un lado y uno por el lado opuesto. Es la unión de tres conductores, uno procede de un lado y los otros dos del extremo opuesto.

#### **A Lazo**

Es el empalme formado por dos cables, cuando estos entran y salen por el mismo extremo del empalme.

De acuerdo a su función se dividen en:

#### **Recto**

Es el que une dos trozos de cable sin servicio, de igual o diferente número de pares y de iguales o diferentes cubiertas, con la condición de que uno de los extremos sea prolongación del otro.

## Múltiple

Es el que une tres cables de igual tamaño, también existen sin servicio

## Numerado

Conecta un cable sin servicio a otro en funcionamiento pudiendo ser recto o múltiple, requiriendo conocer previamente el número que corresponde a cada par para empalmarlo a los de igual número dentro de cada grupo. En las figuras 27, 28 y 29 se muestran los empalmes según su estructura y en la figura 30 algunos tipos de mufas.

Figura 27. **Empalme Recto**

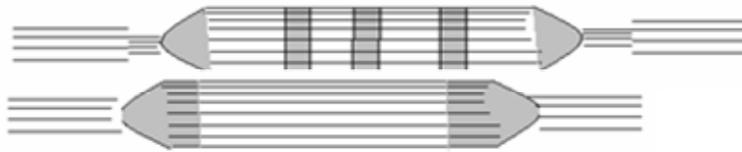
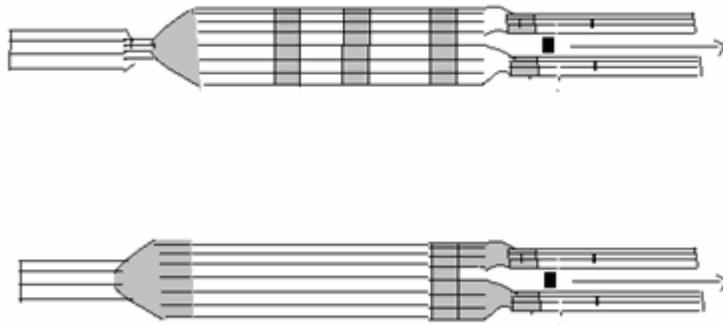
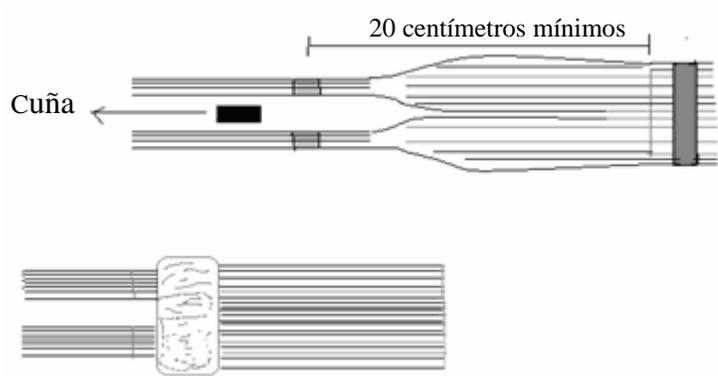


Figura 28. **Empalme Múltiple**



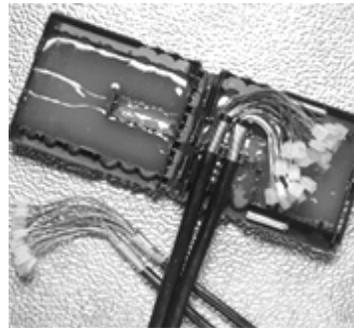
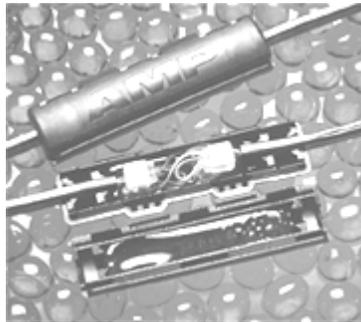
Fuente de figuras 27 y 28: Roberto Reyes, **Dibujo en Paint**

Figura 29. **Empalme a Lazo**



Fuente: Roberto Reyes, **Dibujo en Paint**

Figura 30. **Algunos tipos de mufas (wire closure)**



Fuente: **Página Internet Tyco Electronics, Telecom outside plant**

#### **5.1.2.1.1. Canalización**

Para diseñar la canalización, como se mencionó anteriormente, se utilizarán los conceptos del inciso 4.1.1 y las tablas VII y X, se recomienda utilizar tubería de PVC ya que a este tipo de tubería no le afecta la humedad y no se corroe, si se utiliza tubería metálica es recomendable cubrirla con una capa de concreto y/o savieta dentro de la zanja, para que ayude en su duración, la profundidad debe de estar a por lo menos 30 centímetros del nivel de suelo y si atraviesa por un paso de vehículos, a 50 centímetros como mínimo, si en la zanja se mezcla con tuberías que llevan cables eléctricos, deben separarse por lo menos 50 centímetros y usar diferentes registros, en otras palabras un registro para electricidad y otro para las telecomunicaciones. No olvidar que es muy importante que al finalizar las canalizaciones dejar prevista una quía en cada tubo para luego alambrar, que el alambre sea galvanizado para que dure bastante tiempo por efecto de la corrosión por la humedad.

#### **5.1.2.1.2. Registros**

Como se trata de registros que estarán a la intemperie, se tendrán que construir de concreto, los hay desde las cajas tipo para llave de globo (son los que se utilizan en las acometidas de agua potable), pasando por las de tipo contador (las que se utilizan para colocar el contador de agua potable) hasta registros tipo “P”, tipo “H”, tipo “S” (nombres según las normas de la empresa eléctrica de Guatemala), como una referencia, en las figuras 31 y 32 se muestran los registros H y S.

Figura 31. **Registro tipo H**

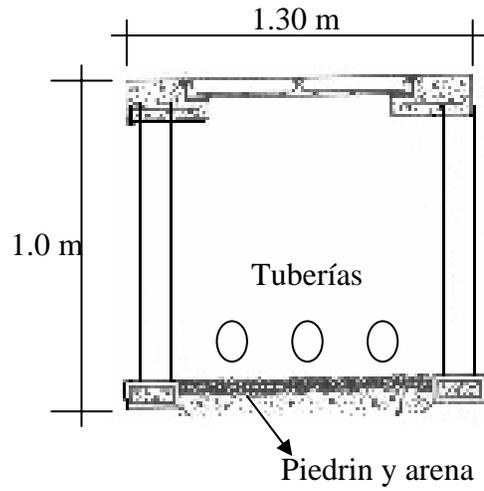
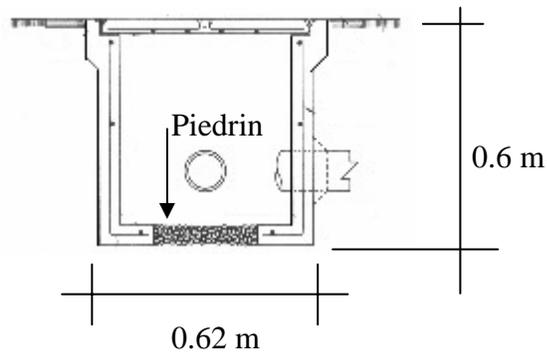


Figura 32. **Registro tipo S**



Fuente de figuras 31 y 32: Empresa Eléctrica de Guatemala, **Normas para acometidas de servicio eléctrico, séptima edición.**

### **5.1.3. Pérdidas y efectos por la distancia**

Las señales eléctricas a través de largas distancias están sujetas a distorsión y/o atenuación que es una pérdida de voltaje o amplitud de la señal debida a la impedancia propia del cable. La atenuación es la razón principal de que el largo de las redes tenga varias restricciones. Si la señal se hace muy débil, el equipo receptor no recibirá bien o no reconocerá esta información. Esto causa errores y bajo desempeño.

#### **5.1.3.1. Capacitancia en la red**

La capacitancia puede distorsionar la señal en el cable, entre más largo sea el cable y más delgado el espesor del aislante, mayor es la capacitancia, lo que resulta en distorsión. La capacitancia es la unidad de medida de la energía almacenada en un cable. Los probadores de cable pueden medir la capacitancia de éste para determinar si el cable ha sido entorchado o estirado. La capacitancia normal del cable par trenzado en las redes esta entre 17 y 20 pF.

#### **5.1.3.2. Impedancia y distorsión por retardo**

Las líneas de telecomunicaciones tendrán en alguna porción ruido de fondo generado por, fuentes externas, el transmisor o las líneas adyacentes. Este ruido se combina con la señal transmitida, la distorsión resultante puede ser pequeña, pero la atenuación puede provocar que la señal transmitida descienda al nivel de la señal de ruido.

El nivel de la señal transmitida siempre deberá ser mayor que el nivel de la señal de ruido, pero se acerca al nivel de la señal de ruido a medida que se acerca al receptor cuando las distancias son muy grandes.

Una señal formada de varias frecuencias es propensa a la distorsión por retardo causada por la impedancia, la cual es la resistencia al cambio de las diferentes frecuencias. Ésta puede provocar que los diferentes componentes de frecuencia que contienen las señales lleguen fuera de tiempo al receptor. Si la frecuencia se incrementa, el efecto empeora y el receptor estará imposibilitado de interpretar las señales correctamente. Este problema puede resolverse disminuyendo el largo del cable. Nótese que la medición de la impedancia nos sirve para detectar roturas del cable o falta de conexiones. El cable debe tener una impedancia de 100 ohm en la frecuencia usada para transmitir datos y/o voz. La mayor fuente de ruido en un cable par trenzado con varios alambres es la interferencia. El ruido eléctrico en las telecomunicaciones es provocado por las lámparas fluorescentes, motores, hornos de microondas y equipos de oficina como computadoras, fax, teléfonos y copiadoras. Para medir la interferencia se inyecta una señal de valor conocido en un extremo y se mide la interferencia en los cables vecinos.

### **5.1.3.3. Otros efectos que hay que toma en cuenta**

La diafonía, fenómeno que consiste en la inducción de una comunicación telefónica de un par a otro. La diafonía se produce por las siguientes causas:

Bajo aislamiento del cable; En este caso la causa se presenta de manera accidental y/o por efectos de trabajo de empalme mal aislados. De forma accidental, cuando la cubierta del cable es carcomida por animales roedores, vibraciones de vehículos pesados, introducción de guías en tuberías con cables existentes, etc. Se producen grietas y aberturas en las protecciones del cable o en las uniones de la manga produciéndose el ingreso de la humedad si no está presurizado el cable (inyectado de aire seco)

Por trabajos de empalmes: Cuando el empalme está mucho tiempo descubierto, en cámaras húmedas, por mangas mal cerradas y sin probar la hermeticidad

Por inducción electromagnética: Este caso puede presentarse entre circuitos vecinos al no colocarse debidamente los pares en el momento de hacer los empalmes o por mal entorchado (trenzado) de fábrica y se elimina dándole la torsión respectiva con espiras cortas, obteniendo de esta manera el cambio de dirección en los campos magnéticos

## 6. CASO DE ESTUDIO

Para completar esta parte, se visitó una importante industria Guatemalteca fabricante de muebles de dormitorio, en la cual trabajan 450 empleados y sus instalaciones abarcan aproximadamente 4000 m<sup>2</sup> llamada, para este caso de estudio Muebles Jehová es mi Pastor, este nombre es ficticio, a petición de los empresarios de la industria, no se dará el nombre verdadero, lo que sí permitieron fue que se tomaran fotografías, las cuales se mostrarán más adelante. Esta industria tiene instalado un sistema telefónico de última generación, no obstante se verificó que la red telefónica adolece de muchas cosas lo cual desmerece el equipo instalado.

La visita consistió en, identificar principalmente algunos puntos y lugares en donde claramente se verificó que no se cumplían algunas normas mencionadas en este trabajo, el área, (probablemente la más importante, porque a ella llegan las líneas telefónicas externas las cuales se conectan con el equipo telefónico, además de la distribución de todas las extensiones con que cuentan para la comunicación con las diferentes oficinas dentro del edificio), en donde se encuentra el distribuidor principal (MDF) se detectó mucho desorden en los cables y los puentes, la separación entre las diferentes regletas (en este caso usaron las tipo 110) no permite que se pueda trabajar y dejar los puentes ordenados, se preguntó si se tenía información de la forma en que se distribuyeron los cables y contestaron que ellos no, pero que probablemente la empresa que da el mantenimiento al equipo, sí la tenía. En la figura 33 se muestran fotografías de esto, aunque el MDF está en una habitación que aparentemente la utilizan sólo para él, la puerta la mantienen sin llave.

**Figura 33. Distribuidor principal (MDF)**



**Fuente: Fotos de la Industria de Caso de estudio**

El siguiente lugar que mencionaremos es el cuarto de equipo, habitación donde se encuentra instalado el equipo telefónico, además de los de cómputo.

En la figura 34 se muestran fotografías en donde se puede verificar que aunque utilizaron canaleta, dejaron un tramo sin ella, lo cual desmerece lo estético y lo más importante, deja expuestos los cables, permitiendo algún nivel de riesgo para que puedan ser dañados accidental o intencionalmente, además, las conexiones a los equipos están un tanto desordenadas dificultando la identificación de los cables al momento de un problema o traslado y tienen instalado cielo falso lo cual está en contra de las recomendaciones en los cuartos de equipo.

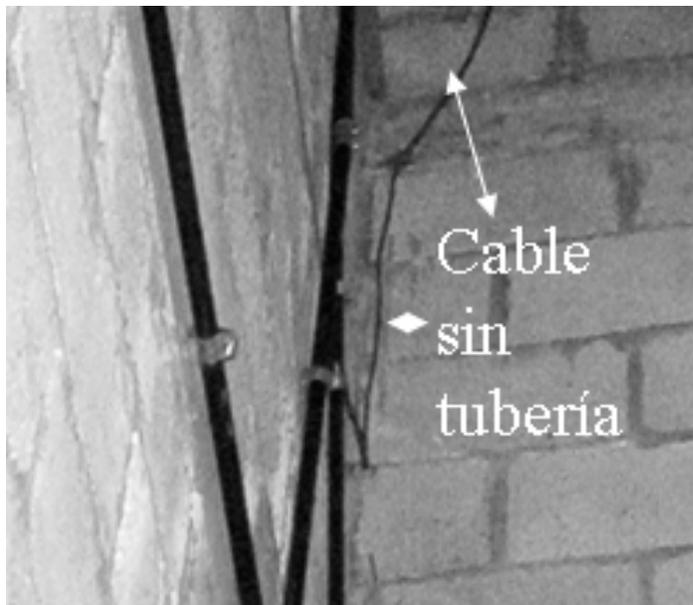
Figura 34. **Cuarto de equipo**



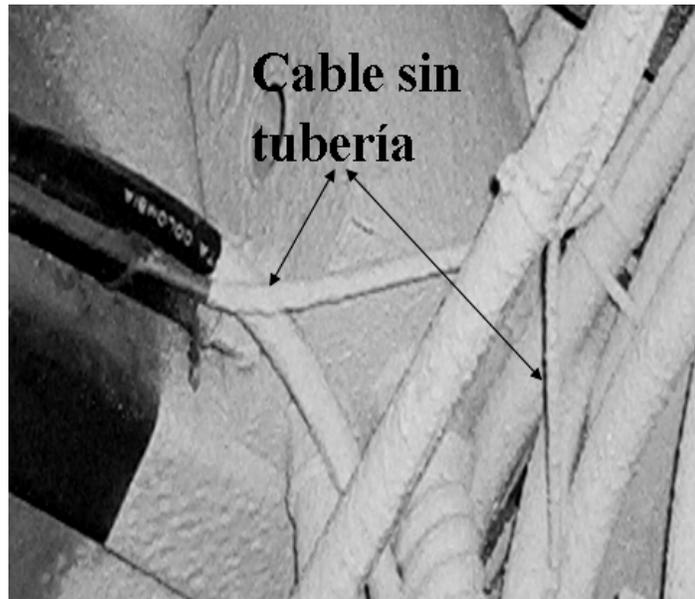
Fuente: **Fotos de la Industria de Caso de estudio**

Durante el recorrido por la fábrica se pudo detectar que existen varios lugares en donde se dan varios inconvenientes, entre estos se tienen cables telefónicos los cuales no están protegidos ni por un ducto ni por canaleta, dejándolos expuestos a daños por accidentes o por roedores y permitiendo posibles inducciones puesto que los corren por tuberías que llevan cables de energía eléctrica, en la figura 35, 35a, 35b, 35c, 35d y 35e se muestran fotografías de estos casos.

**Figura 35. Cables telefónicos sin tubería de protección**



**Figura 35a. Cables telefónicos sin tubería de protección**



**Figura 35b. Cables telefónicos sin tubería de protección**



Figura 35c. Cables telefónicos sin tubería de protección

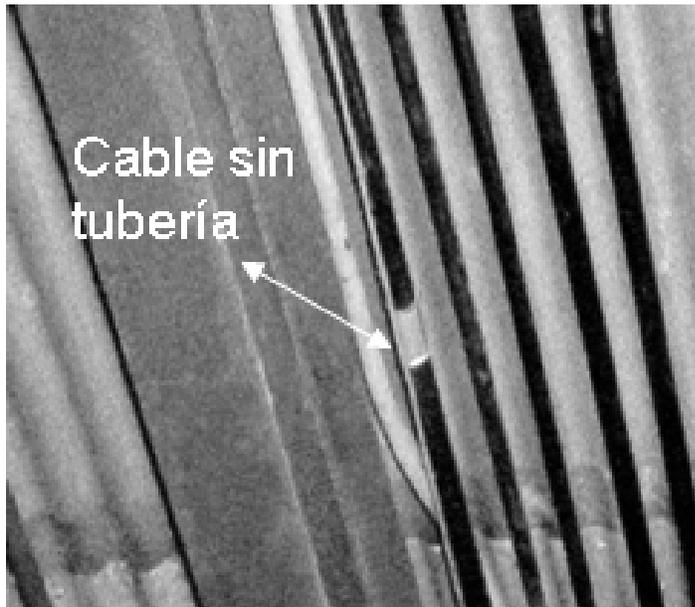
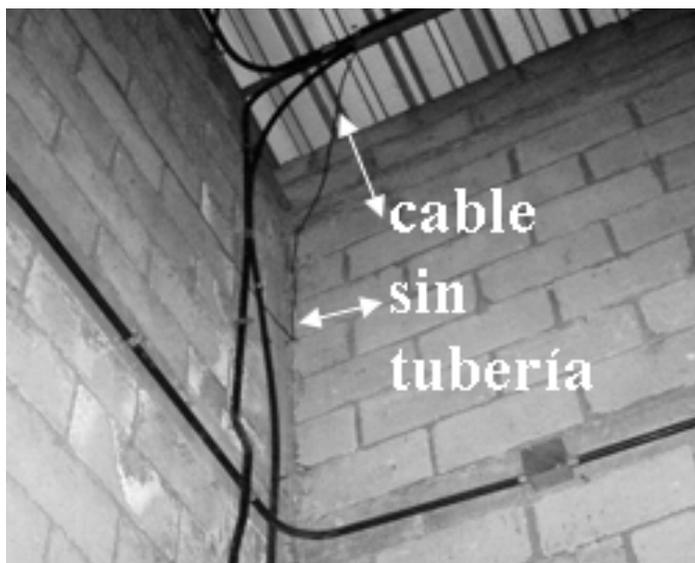
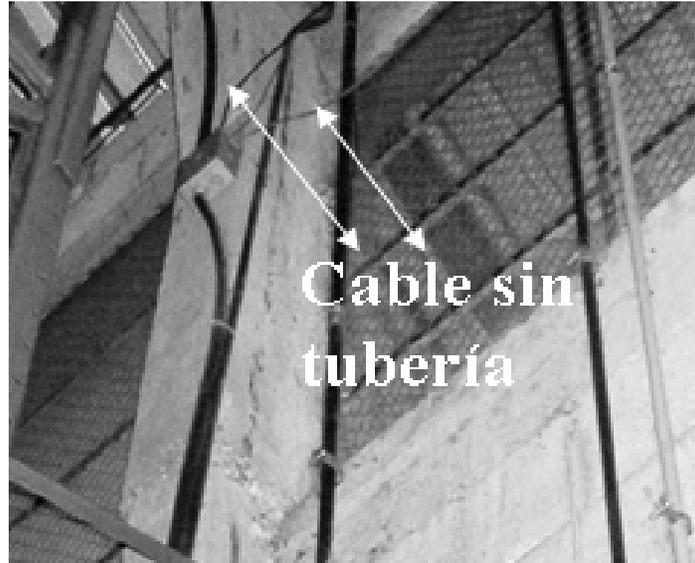


Figura 35d. Cables telefónicos sin tubería de protección



**Figura 35e. Cables telefónicos sin tubería de protección**



Fuente de figuras 35: **Fotos de la Industria de Caso de estudio**

En la figura 36 y 36a se muestran algunos casos de tuberías de telecomunicaciones corriendo muy pegadas a tuberías y tableros eléctricos lo cual puede producir alguna inducción electromagnética causando problemas en la comunicación.

Figura 36. **Tuberías de teléfonos cerca de ductos eléctricos**



Figura 36a. **Tuberías de teléfonos cerca de ductos eléctricos**



Fuente de figuras 36: **Fotos de la Industria de Caso de estudio**

Si tomamos en cuenta que la industria es grande, partiendo del tamaño de sus instalaciones y la cantidad de empleados que maneja, que el equipo telefónico instalado es moderno, en la figura 34 se puede constatar, no deberían de tener dentro de sus instalaciones telefónicas los errores encontrados, y la respuesta más probable es que fueron realizadas sin tomar en cuenta que existen normas que deberían cumplirse, que la supervisión de los trabajos fue deficiente, y que el mantenimiento que se le da también lo es, esto es sólo un ejemplo de lo que sucede en nuestro medio en el campo de las instalaciones telefónicas, en las conclusiones que se encuentran adelante ampliaremos un poco más estos conceptos.



## CONCLUSIONES

El caso de estudio presentado nos puede servir de referencia para verificar la importancia que tiene este trabajo, si se analiza, como se dijo, anteriormente, que la empresa analizada como caso de estudio, tiene capacidad económica y la parte económica no fue el obstáculo para no cumplir con ciertas normas indispensables en el buen desempeño y desarrollo de las instalaciones telefónicas. En Guatemala, existe un gran número de empresas, que utilizan instalaciones de este tipo, y las hay desde muy grandes, como la analizada en este caso, hasta pequeñas las cuales pudieran muchas veces tener limitaciones económicas y esto impediría contratar un servicio de buena calidad, el cual típicamente está relacionado con el precio que en determinado momento cobrarían las empresas que prestan el servicio. De lo anterior se puede concluir lo siguiente:

1. Debido a la creciente demanda de las instalaciones en telecomunicaciones, aparecieron muchas empresas y personas independientes ofreciendo llenar esta demanda, esto implicó la necesidad de ordenar y normar este campo.
2. Las normas como la ANSI/TIA/EIA 568 fueron diseñadas con el propósito de que los usuarios y/o consumidores finales obtuvieran el beneficio de un trabajo bien hecho basándose en dichas normas y no de las costumbres heredadas, así como también que las empresas y/o individuos que se interesen en trabajar este campo lo hagan cumpliendo con las normas

3. Es necesario que como consumidores nos enteremos y conozcamos de las diferentes normas que existen, de tal manera podamos exigir que el trabajo que contratemos llenen y cumplan dichas normas para nuestro beneficio. El proveedor de un servicio debe cumplir, por ética, con lo que ofrece, pero no se limita a esto, sino que por la diversidad de proveedores que existen en el medio, los cuales tienen sus propias normas, caen en el error de regirse por dichas normas las cuales distan de las, internacionalmente, reconocidas. Sin embargo, en nuestro medio, debido a la carencia de entes independientes que certifiquen el cumplimiento de las normas, se debe apoyar o recurrir a empresas o personas que cubran esta misión, en forma independiente, tanto del cliente como del proveedor.
  
4. Este trabajo incluyó las normas más importantes concernientes a la elaboración de una red telefónica, por lo que puede servir como guía para que el lector conozca y sepa como hacerlo y/o como debe quedar, ya sea si es contratista o consumidor final.
  
5. Las normas, también, funcionaron para los fabricantes de equipo y materiales, ya que, dichos fabricantes ahora tienen que apegarse a ellas al momento de la fabricación, de lo contrario corren el riesgo de quedar fuera del mercado.

## RECOMENDACIONES

Las recomendaciones descritas se dividirán en dos partes, unas serán las generales en función del trabajo y las otras en base al caso de estudio. En base al trabajo se puede sugerir lo siguiente.

1. Toda instalación es objeto de un intercambio entre quién compra y quién provee un bien y/o servicio. Por consiguiente las partes deben definir las reglas del intercambio, las cuales en el caso que nos ocupa deben ser el seguimiento de las normas establecidas para este servicio.
2. Así como el ejecutante debe de cumplir con las normas, al comprar material y/o equipo, que servirá para echar a andar el proyecto, es importante leer sus características para verificar que cumplan con las normas en cuestión.
3. Si se busca información de una norma en especial y no se encuentran documentos que nos puedan ayudar, debe recurrirse a los profesionales del gremio en cuestión y estos aplicar las normas bajo su total responsabilidad, aparte de que actualmente existe una fuente inagotable, pero que se tiene que tener mucho cuidado al accederla, ya que, puede ser que no sea de fiar o la información no sea completamente veras, esta es, la red de Internet, usémosla con precaución.

Referente al caso de estudio, las recomendaciones serian las siguientes:

1. En primer lugar, rehacer el distribuidor principal, dejando suficiente separación entre las regletas, lo recomendable es 0.2 metros entre ellas, de tal forma que se puedan trabajar bien los cables de puenteo, ordenar e identificar cada una de las regletas de tal forma que sea fácil encontrar un par deseado, que la puerta de ingreso al área se mantenga con llave y que sólo personal autorizado tenga acceso a ella.
2. En el cuarto de equipo quiten el cielo falso, el objetivo de esto es evitar desorden, puesto que es fácil usarlo par dejar escondidos excesos de cables y otros, además terminen la canaleta hasta donde se encuentra el equipo para proteger ese pequeño tramo.
3. En los casos donde se encuentran cables desprotegidos que instalen algún tipo de canaleta, aun mejor si es posible que instalen tubería y que cableen de nuevo, así mismo que separen un poco más las tuberías de telecomunicaciones con las de energía eléctrica, para ello se pueden basar en la tabla V de este trabajo.
4. Que entrenen a su personal de mantenimiento para que cuando el contratista de telecomunicaciones o ellos realicé instalaciones, puedan verificar que todo está quedando de acuerdo a la normas.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1  
David Barnett, David GrothT, Jim McBee. *Cabling: The Complete Guide to Network Wiring. (3rd Edition)* pp 25-62
- 2  
Uyless Black. **Redes de Computadoras.** (Macrobot Editores) pp 10-50
- 3  
John C Dvorak, Nick Anis. **Telecomunicaciones para PC.** (McGraw Hill) pp 50-65
- 4  
Lemus Gudiel, Elmer Estuardo. Actualización de métodos para evaluación de disturbios y diseño de redes de puesta a tierra. Tesis Ingeniero Electrónico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004 pp 93-102
- 5  
Roberts Stephen *Telephone Installation Handbook* pp 7-55
- 6  
Andrew S. Tanenbaum. **Redes de Computadoras.** (3ª. Edición Pearson Educación) pp 66-70
- 7  
**Biblioteca de consulta Encarta 2005.** (1993-2004 Microsoft Corporation)