



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES.  
REVISIÓN, ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES PARA LA  
ADOPCIÓN Y/O ADAPTACIÓN DE UNA NORMATIVA ICT EN EL  
ECUADOR.”

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previa a la obtención del título de:

**MAGISTER EN TELECOMUNICACIONES**

JOHN JAIRO CARO BERMÚDEZ

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2016

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial a DIOS y a mis padres, a mi esposa y a todas aquellas personas que siempre nos brindaron su apoyo y ayuda incondicional.

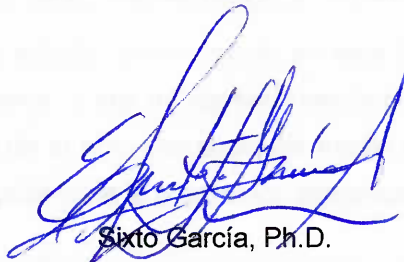
John Jairo Caro Bermúdez.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta nueva meta alcanzada a Dios, a mi esposa Noemí, a mis padres John y Laura, que siempre han estado a mi lado y a mis hermanos quienes en conjunto son mi fortaleza para seguir adelante. De igual manera a todas aquellas personas que con su aporte permitieron cumplir con este objetivo.

John Jairo Caro Bermúdez.

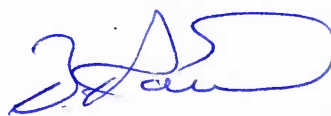
**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**



Sixto García, Ph.D.

---

SUBDECANO DE LA FIEC



Boris Ramos, Ph.D

---

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN



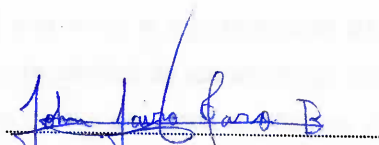
Freddy Villao Quezada, Ph.D

---

PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y doy mi consentimiento para que la ESPOl realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



John Jairo Caro Bermudez

## RESUMEN

El presente documento tiene como objetivo servir de referencia para la elaboración de una norma técnica de ICT para el acceso a servicios de telecomunicaciones al interior de las edificaciones a fin de incentivar la sana competencia entre los proveedores de servicios, garantizar el acceso igualitario a estos servicios, fomentar su uso eficiente y eficaz, y evitar las malas prácticas de instalación de las redes de acceso.

El rol que desempeña la normativa de infraestructura común de telecomunicaciones en una edificación es de gran importancia, debido a que evita la aglomeración de cables que pueden dar como resultado una pérdida en la calidad de los servicios de telecomunicaciones, a su vez facilita el mantenimiento de los servicios existentes y el despliegue de nuevos servicios.

Con la instalación de una infraestructura común de telecomunicaciones acorde a la normativa se garantiza a los usuarios el derecho al acceso de los diversos servicios de telecomunicaciones que ofertan los proveedores, al no existir barrera física entre la vivienda y la red del operador para contratar los servicios deseados, ya que la normativa pretende hacer que las redes de telecomunicaciones que se instalen en el interior de las edificaciones vengán a ser una extensión de las redes de acceso que despliegan los operadores.

## ABREVIATURAS

**ADSL:** Línea de cliente digital simétrica.

**AENOR:** Agencia española de normalización.

**AM:** Amplitud modulada.

**AME:** Asociación de municipalidades ecuatorianas.

**ANSI:** Instituto nacional estadounidense de estándares.

**AON:** red óptica activa.

**APON:** Red óptica pasiva ATM.

**ARCOTEL:** Agencia de regulación y control de las telecomunicaciones.

**ATM:** Modo de transferencia asíncrona.

**AWG:** Calibre de alambre estadounidense.

**BAT:** Base de acceso terminal.

**BER:** Tasa de error binario.

**BOE:** Boletín oficial del estado.

**BPON:** Red óptica pasiva de banda ancha.

**CAMICON:** Cámara de la industria de la construcción.

**CAN:** Comunidad andina de naciones.

**CATV:** Televisión por cable.

**CMTS:** Sistema de terminación de cable modem.

**CNT EP:** Corporación nacional de telecomunicaciones empresa pública.

**CODIA:** Colegio dominicano de ingenieros, arquitectos y agrimensores.

**COFDM:** Multiplexación por división de frecuencia ortogonal codificada.

**CONARTEL:** Consejo nacional de radiodifusión y televisión.

**CONATEL:** Consejo nacional de telecomunicaciones.

**CONECEL S.A:** Consorcio ecuatoriano de telecomunicaciones sociedad anónima, conocido comercialmente como CLARO.

**CPE:** Equipo local del cliente.

**CRC:** Comisión de regulación de comunicaciones.

**DAB:** Difusión de audio digital.

**dB:** Decibel, es una unidad utilizada para medir la potencia de audio.

**DOCSIS:** Especificación de interfaz para servicios de datos por cable.

**DTH:** Directo al domicilio es un tipo de transmisión de televisión satelital.

**ENALQUI:** Encuesta nacional de alquileres.

**EPON:** Ethernet sobre redes ópticas pasivas.

**FM:** Frecuencia modulada.

**FTTB:** Fibra hasta el edificio.

**FTTC:** Fibra hasta la acera.

**FTTH:** Fibra hasta el hogar.

**FTTM:** Fibra hasta la radio base móvil.

**FTTO:** Fibra hasta la oficina.

**FTTP:** Fibra hasta las instalaciones.

**FTTx:** Fibra hasta la x, es un término genérico para designar cualquier acceso de banda ancha sobre fibra óptica que sustituya total o parcialmente el cobre del bucle de acceso.

**GHz:** Mil millones de hercios.

**GPON:** Red óptica pasiva con capacidad de gigabit.

**GSM:** Sistema global para las comunicaciones móviles.

**HFC:** Híbrido de fibra y coaxial.

**Hz:** Hercio, es la unidad de frecuencia del sistema internacional de unidades.

**ICT:** Infraestructura común de telecomunicaciones.

**IDT:** Índice de desarrollo de las TIC.

**IEC:** Comisión electrotécnica internacional.

**INDOTEL:** Instituto dominicano de las telecomunicaciones.

**INEN:** Instituto ecuatoriano de normalización.

**IP:** Protocolo de internet.

**IPTV:** Televisión por protocolo de internet.

**ISO:** Organización internacional de normalización.

**KHz:** Mil hercios.

**LAN:** Red de área local.

**LNB:** Bloque convertidor de bajada de poco ruido.

**LTE:** Significa evolución a largo plazo. Es un estándar para comunicaciones inalámbricas de transmisión de datos de alta velocidad para teléfonos móviles y terminales de datos.

**MDU:** Unidad de vivienda múltiple.

**MHz:** Un millón de hercios.

**MIDUVI:** Ministerio de desarrollo urbano y vivienda.

**MINTEL:** Ministerio de telecomunicaciones y de la sociedad de la información.



**MMDS:** Servicio de distribución multipunto por microondas.

**MODEM:** Modulador, demodulador.

**NEC:** Norma ecuatoriana de la construcción.

**NFPA:** Fibra hasta la acera.

**ODN:** Red de distribución óptica.

**OLT:** Terminal óptico de línea.

**OMC:** Organización mundial de comercio.

**ONT:** Terminal óptico de red.

**ONU:** Unidad óptica de red.

**ONU:** Organización de naciones unidas.

**OTECEL S.A:** Operadora de telefonía celular sociedad anónima, conocida comercialmente como MOVISTAR.

**PACIFICTEL S.A:** Fue una compañía de telefonía fija de la región Pacífico del Ecuador, ahora pertenece a CNT EP.

**PAU:** Punto de acceso al usuario.

**PIB:** Producto interno bruto.

**PLC:** Comunicaciones mediante línea de potencia.

**PON:** Red óptica pasiva.

**POTS:** Servicio telefónico tradicional.

**PVC:** Policloruro de vinilo.

**QAM:** Modulación de amplitud en cuadratura.

**QPSK:** Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura.

**RD:** Real decreto.

**RDSI:** Red digital de servicios integrados.

**REDUCE:** Red iberoamericana para disminución de la brecha digital de población vulnerable a través de estrategias de contenidos multiculturales.

**RF:** Radio frecuencia.

**RITEL:** Reglamento técnico para redes internas de telecomunicaciones (Colombia).

**RITI:** Siglas de recinto de instalaciones de telecomunicaciones inferior.

**RITM:** Siglas de recinto de instalaciones de telecomunicaciones modular.

**RITS:** Siglas de recinto de instalaciones de telecomunicaciones superior.

**RITU:** Siglas de recinto instalaciones de telecomunicaciones único.

**SAVS:** Servicio de audio y video por suscripción

**SBU:** Unidad para negocio pequeño.

**SC-APC:** Conectores cuadrados de contacto físico en ángulo.

**SENATEL:** Secretaría nacional de telecomunicaciones, actualmente ARCOTEL.

**SMA:** Servicio móvil avanzado

**SNGR:** Secretaría nacional de gestión de riesgos.

**SVA:** Servicios de valor agregado.

**TDT:** Televisión digital terrestre.

**TIC:** Tecnologías de la información y comunicación.

**TV:** Televisión.

**UHF:** Frecuencia ultra alta, comprende el rango de 300 MHz a 3 GHz.

**UIT:** Unión internacional de telecomunicaciones.

**UMTS:** Sistema universal de telecomunicaciones móviles.

**UNE:** Una norma española.

**UTP:** Par trenzado no blindado.

**VDSL:** Línea de abonado digital de muy alta tasa de transferencia.

**VHF:** Muy alta frecuencia, comprende el rango de 30 MHz a 300 MHz.

**WAN:** Red de área amplia.

**WiFi:** Es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica.

**WiMAX:** Interoperabilidad mundial para acceso por microondas.

**xDSL:** Es la familia de tecnologías de acceso a Internet de banda ancha basadas en la digitalización del bucle de abonado telefónico.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	iv
DECLARACIÓN EXPRESA .....	v
RESUMEN.....	vi
ABREVIATURAS .....	vii
ÍNDICE GENERAL .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.....	4
1 PROBLEMÁTICA ACTUAL EN EL ECUADOR SOBRE LA ICT.....	4
1.1 Servicios de telecomunicaciones en Ecuador.....	4
1.2 Clasificación y definición de los servicios de telecomunicaciones.....	6
1.3 Detalle de la infraestructura según el tipo de servicio. ....	7
1.4 Cuantificación de los servicios de telecomunicaciones. ....	7
1.5 Normativa Técnica de Servicios de Telecomunicaciones. ....	13
1.5.1 Marco Regulatorio.....	14
1.5.2 Telefonía Fija. ....	22
1.5.3 Servicio Móvil Avanzado. ....	23
1.5.4 Servicio de valor Agregado. ....	24

1.5.5	Servicios de audio y video por suscripción.....	25
1.5.6	Servicios portadores.....	26
CAPÍTULO 2.....		27
2	INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES EN EDIFICACIONES.....	27
2.1	Generalidades.....	27
2.2	Redes de Acceso.....	30
2.2.1	Tecnologías de Redes de Acceso y Banda Ancha.....	30
2.2.2	Infraestructura de acceso a servicios.....	36
2.2.3	Infraestructura de telecomunicaciones de edificaciones.....	38
2.3	Normativa y Regulación.....	40
2.3.1	Antecedentes y Justificación.....	41
2.3.2	Regulación de servicios de telecomunicaciones.....	44
2.3.3	Regulación de Infraestructura de telecomunicaciones.....	44
2.3.4	Normativa Ecuatoriana de Construcción.....	45
CAPÍTULO 3.....		47
3	INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES.....	47
3.1	Marco Teórico.....	47
3.1.1	Generalidades.....	48
3.1.2	Definiciones y terminología.....	49
3.2	Normativas Internacionales – Análisis Comparativo.....	56
3.2.1	Estados Unidos.....	56
3.2.2	España.....	61
3.2.3	República Dominicana.....	70
3.2.4	Colombia.....	74
CAPÍTULO 4.....		81

4	PROPUESTA DE NORMATIVA ICT ECUADOR .....	81
4.1	Disposiciones Generales de la Normativa. ....	81
4.1.1	Objetivo.....	84
4.1.2	Administración.....	84
4.1.3	Cumplimiento. ....	85
4.1.4	Referencias Normativas .....	85
4.1.5	Términos y Definiciones.....	89
4.2	ICT – Sistemas de radiodifusión sonora y televisión .....	89
4.2.1	Elementos .....	90
4.2.2	Características Técnicas.....	101
4.2.3	Parámetros de calidad de servicio.....	108
4.3	ICT – Sistemas de telecomunicaciones – Servicios telefónicos y banda ancha.....	111
4.3.1	Infraestructura de red .....	111
4.3.2	Dimensionamiento .....	115
4.3.3	Requisitos técnicos .....	131
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	150
	BIBLIOGRAFÍA.....	152
	ANEXO.....	162

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Total de líneas de telefonía fija instaladas en Ecuador. ....	8
Figura 1.2 Clasificación del mercado de telefonía móvil por tipo de abonado. ....	9
Figura 1.3 Clasificación del mercado de telefonía móvil por operadora .....	10
Figura 1.4 Distribución de usuarios de Internet fijo por permisionarios .....	11
Figura 1.5 Clasificación del mercado de servicios de audio y video por suscripción por proveedor.....	12
Figura 1.6 Distribución del mercado de servicios portadores .....	13
Figura 3.1 Esquema general de la Red interna de telecomunicaciones. Adaptado del RITEL .....	50
Figura 4.1 Ejemplo de instalación de un conjunto de antenas para la recepción de radio y TV .....	91
Figura 4.2 Vista posterior de una antena satelital .....	92
Figura 4.3 Ejemplo de instalación colectiva para la recepción de televisión terrestre.....	93
Figura 4.4 Red de distribución vertical en edificio .....	95
Figura 4.5 Red de distribución en estrella .....	96
Figura 4.6 Red de distribución en árbol. ....	97
Figura 4.7 Red de dispersión en edificio. ....	98
Figura 4.8 Red interior de usuario.....	100
Figura 4.9 Cable coaxial RG-11 y RG-6.....	107
Figura 4.10 Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones Superior e Inferior (RITS y RITI) .....	112
Figura 4.11 Infraestructura para conjunto de viviendas unifamiliares .....	122

Figura 4.12 Cable blindado de par trenzado de categoría 6a.....	131
Figura 4.13 Panel de conexión para cables de par trenzado .....	133
Figura 4.14 Punto de toma de uno y dos conectores hembra .....	134
Figura 4.15 Regletas de entrada y de salida.....	136
Figura 4.16 Punto de toma telefónico de dos conectores.....	137
Figura 4.17 Panel de conexión de 32 conectores hembra tipo F.....	139
Figura 4.18 Punto de toma hembra para cables coaxiales.....	141
Figura 4.19 Código de Colores para fibra óptica según estándar TIA/EIA-598 .....	143
Figura 4.20 Conector óptico tipo SC/APC dúplex.....	144
Figura 4.21 Bandejas de distribución de fibras ópticas ubicadas en rack.....	145
Figura 4.22 Caja de dispersión de fibras ópticas.....	146
Figura 4.23 Punto de toma óptico .....	148

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Características del equipamiento de cabecera.....	105
Tabla 4.2 Características de la red interna.....	108
Tabla 4.3 Parámetros de calidad para la televisión digital y la radiodifusión .....	110
Tabla 4.4 Distribución de cables según cantidad de pares de cobre.....	121



## INTRODUCCIÓN

En la última década el Ecuador ha presentado un crecimiento tecnológico sostenible; la adopción de nuevas tecnologías ha generado cambios sociales, culturales y económicos. La adopción de la Banda Ancha, se presenta como una estrategia de conectividad hacia la sociedad de la Revolución Digital.

El crecimiento de las telecomunicaciones, resulta un factor determinante en el despliegue de infraestructura, nuevas redes, que permitan a los usuarios ejercer su derecho de acceder a servicios de telecomunicaciones y a escoger con libertad al prestador del servicio.

Con el objetivo de que optimicen recursos en el proceso de despliegue de red de los operadores, la resolución N° 163-06-CONATEL-2009 [1] establece los lineamientos y las condiciones que regulan el acceso y el uso compartido de infraestructuras físicas indispensables para proveer servicios de telecomunicaciones.

La resolución TEL-517-17-CONATEL-2014 [2], aprobó modificar la resolución N° 163 del extinto CONATEL, resolviendo en el Art. 1, modificar el nombre del reglamento, con el objetivo de establecer un proceso para que los operadores compartan infraestructura física (pasiva), y de esta forma, se optimicen recursos en el proceso de despliegue rápido y ordenado de nuevas redes de telecomunicaciones, con el objetivo de beneficiar a los usuarios con acceso a servicios de telecomunicaciones.

El Art.5 de la resolución TEL-517-17-CONATEL-2014 [2] se refiere a la infraestructura física, como las construcciones físicas u obras civiles que permitan la instalación de equipamiento y otros elementos necesarios para la provisión de servicios de telecomunicaciones; misma que a su vez excluye, la red de suscriptor/abonado.

Lo anterior evidencia el vacío regulatorio sobre los términos y condiciones que regulen el acceso en la última milla o red de abonado. Las consecuencias de este hecho, se manifiestan con mayor proporción en inmuebles residenciales multifamiliares o comerciales, donde la instalación desordenada de cables para

la provisión de servicios de telecomunicaciones, se muestra, en la maraña de cables que presentan las fachadas de los edificios.

Hasta el momento es común, ver esta mala práctica por parte de los operadores que cablean la red de abonado, por las fachadas de los edificios hasta los hogares de los vecinos; así mismo los proveedores de TV por satélite instalan las antenas parabólicas para la recepción de la señal y la distribuyen por medio de cables tirados por las cubiertas de las casas, por las escaleras o ascensores.

Este proceder se repite con cada uno de los proveedores de los servicios de telecomunicaciones; cada vez que un nuevo usuario en la edificación requiere de un servicio de telecomunicaciones, requiere una nueva acometida de cable. Asimismo si aparece un nuevo servicio, que no sea soportado por la infraestructura existente, hay que instalar una nueva. Este crecimiento desordenado del acceso a los servicios de telecomunicaciones además de producir un impacto de contaminación visual [3], puede redundar en prácticas monopólicas que restringen el acceso de nuevos proveedores a inmuebles, donde en una primera instancia ya existe un proveedor de servicios de telecomunicaciones con un mercado cautivo, lo que evita que los usuarios tengan el derecho a elegir con libertad el proveedor de servicio. Además, el hecho de que la mayoría de edificaciones no cuente con espacio suficiente para que otro proveedor entre a competir, causa una acción catalogada como práctica monopólica según la *Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado, Sección 3, Artículo 11 Acuerdos y prácticas prohibidas, Numeral 20* [4]. Inclusive, este impedimento de ingreso de otros proveedores a una edificación ocasiona que los usuarios no puedan acceder a ciertos servicios de telecomunicaciones que no dispone el operador establecido en la edificación, incumplándose el *Artículo 22, Numeral 1 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones* [5].

La Infraestructura Común de Telecomunicaciones, denominada ICT, posibilita el acceso a los servicios de telecomunicaciones en el interior de los inmuebles, de forma eficiente y transparente para el usuario. Así mismo brindan la oportunidad en igualdad de condiciones a los proveedores de servicios de

telecomunicaciones de prestar sus servicios, según lo requieran los habitantes de los inmuebles.

La regulación de las ICT en Ecuador, pretende dar solución a esta problemática, buscando hacer que las redes de telecomunicaciones que se instalen en el interior de los inmuebles sean una prolongación de las redes de acceso que están desplegando los proveedores de servicios de telecomunicaciones. La ICT deberá cumplir especificaciones técnicas mínimas, que faciliten a los habitantes de los inmuebles el acceso a los diferentes servicios de telecomunicaciones: telefonía, acceso a Internet, servicios de banda ancha por cable, audio y video por suscripción, etc.

## **CAPÍTULO 1**

### **1 PROBLEMÁTICA ACTUAL EN EL ECUADOR SOBRE LA ICT**

#### **1.1 Servicios de telecomunicaciones en Ecuador.**

Con la expedición de la nueva Ley Orgánica de Telecomunicaciones, se prevé el fortalecimiento de la regulación en el régimen de telecomunicaciones y el espectro radioeléctrico, como sectores estratégicos, garantizando el acceso masivo a los servicios de telecomunicaciones. Con este nuevo marco regulatorio, se espera hacer frente a la nueva visión del manejo de los sectores estratégicos, en beneficio de los ecuatorianos.

Como principales ejes de acción de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, están: desplegar nuevos y mejores servicios de telecomunicaciones en beneficio de los ecuatorianos; promover mejores condiciones de mercado, que procuren corregir las distorsiones del régimen de competencia; asegurar los derechos de los usuarios y promover la provisión de servicios de telecomunicaciones con calidad y a menores precios.

La Ley Orgánica de Telecomunicaciones además, refuerza el régimen que protege al usuario y asegura que todos los ciudadanos tengan un

instrumento legal para la protección sus derechos. Además se establecen las obligaciones de los prestadores de servicios de telecomunicaciones. [6]

Un aspecto importante por destacar, es la unificación del régimen de telecomunicaciones en un solo cuerpo legal, incluyendo radiodifusión y televisión; consolidando aspectos regulatorios dispersos; además de las administración, gestión y uso del espectro radioeléctrico. Las funciones de regulación y control se institucionalizan en el ARCOTEL, integrando en una única institución las funciones administrativas, de control y regulación de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico, con el objetivo de facilitar los procesos y ofrecer servicios de mejor calidad a los ciudadanos.

La Ley Orgánica de Telecomunicaciones busca promover el correcto desarrollo de las telecomunicaciones, incentivando el acceso universal a las TIC. Como resultado de la Medición de la Sociedad de la Información [7], llevado a cabo por la UIT, con base en los datos del año 2015, el Ecuador se ubica en el puesto número 90 según la clasificación del Índice de Desarrollo de las TIC (IDT), entre 167 países alrededor del mundo. Es importante mencionar que aun cuando Ecuador se mantuvo en la misma posición respecto el año 2010, este índice alcanzo los 4,81 puntos en el 2015, frente a los 3,65 puntos del año 2010. En la clasificación de las Américas, el Ecuador ocupa el puesto número 20 entre 33 países, por debajo de la media de 5,09 en las Américas, según el estudio en mención.

Sin lugar a dudas, el vertiginoso crecimiento de las telecomunicaciones alrededor del mundo no difiere del crecimiento experimentado en el Ecuador. Investigaciones previas demuestran que existe un vínculo directo entre los indicadores que representan el desarrollo de las telecomunicaciones y los indicadores que reflejan el crecimiento económico general de un país como el PIB y el ingreso per cápita. La participación del sector privado es un factor importante en el desarrollo de las telecomunicaciones.

De acuerdo con el estudio realizado por el Dr. Raúl Katz [8] “Modelos para el Plan Nacional de Banda Ancha” en el año 2013, el impacto directo al PIB

fue del 0,052% por cada 1% de aumento en la penetración de Banda Ancha.

El crecimiento experimentado por el sector de las telecomunicaciones puede verse reflejado en los siguientes hitos:

En el crecimiento del uso internet, cuya densidad en el 2006 fue de 6.14% y a finales del 2014 el índice de penetración del Internet fijo fue 51,77% y del Internet móvil fue 32,29%, algo que en el 2006 no existía.

Respecto del crecimiento económico de la sociedad ecuatoriana, el servicio móvil avanzado ha desempeñado un papel preponderante, ya que en el 2007 la penetración de este servicio fue del 73.1% con 9'930.000 abonados y al mes de mayo del 2016 se reportaron 14'227.037 líneas de abonados.

## **1.2 Clasificación y definición de los servicios de telecomunicaciones.**

Por la Disposición Derogatoria Primera, de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, se deroga la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, la cual clasificaba los servicios de telecomunicaciones en servicios finales y portadores.

La nueva Ley Orgánica de Telecomunicaciones define como tales a los servicios de telecomunicaciones y de radiodifusión.

Los servicios de telecomunicaciones son aquellos que se sustentan sobre redes de telecomunicaciones con el objetivo de permitir y facilitar la emisión y recepción de símbolos, sonidos, imágenes, textos, vídeo, signos o cualquier tipo de información, para satisfacer las necesidades de comunicación de los usuarios, clientes o abonados. Entre los servicios de telecomunicaciones podemos citar a los Servicios de Telefonía Fija, Servicio Móvil Avanzado, Servicios de Valor Agregado, Servicio de Portadores, entre otros.

Los servicios de radiodifusión son aquellos que pueden emitir, transmitir y recibir señales de audio, imagen, multimedia y datos por medio de estaciones privadas, públicas o de tipo comunitario, conforme a lo

especificado en la Ley Orgánica de Comunicación. Podemos citar a la radiodifusión sonora y de televisión dentro de los servicios de radiodifusión en forma ejemplificativa.

Los servicios de radiodifusión están clasificados en servicios por suscripción y en servicios de señal abierta. Los servicios de señal abierta son los recibidos por el público en general, de forma libre y gratuita; mientras que los servicios por suscripción se destinan a ser recibidos solo por usuarios que previamente hayan suscrito un contrato de adhesión. [5]

### 1.3 Detalle de la infraestructura según el tipo de servicio.

Los servicios de telecomunicaciones se clasifican según su medio de transmisión:

**Telecomunicaciones Satelitales:** Son aquellas comunicaciones radiales que se efectúan entre estaciones terrenas y estaciones espaciales (por medio de retransmisión en una estación espacial). Las estaciones espaciales se ubican fuera de la atmósfera a diferentes alturas.

**Telecomunicaciones Radioeléctricas:** Son aquellas que usan la atmósfera terrestre como medio de propagación, transmitiendo las señales mediante ondas electromagnéticas, las cuales pueden ser ondas de radio, microondas, etc. dependiendo de la frecuencia de transmisión.

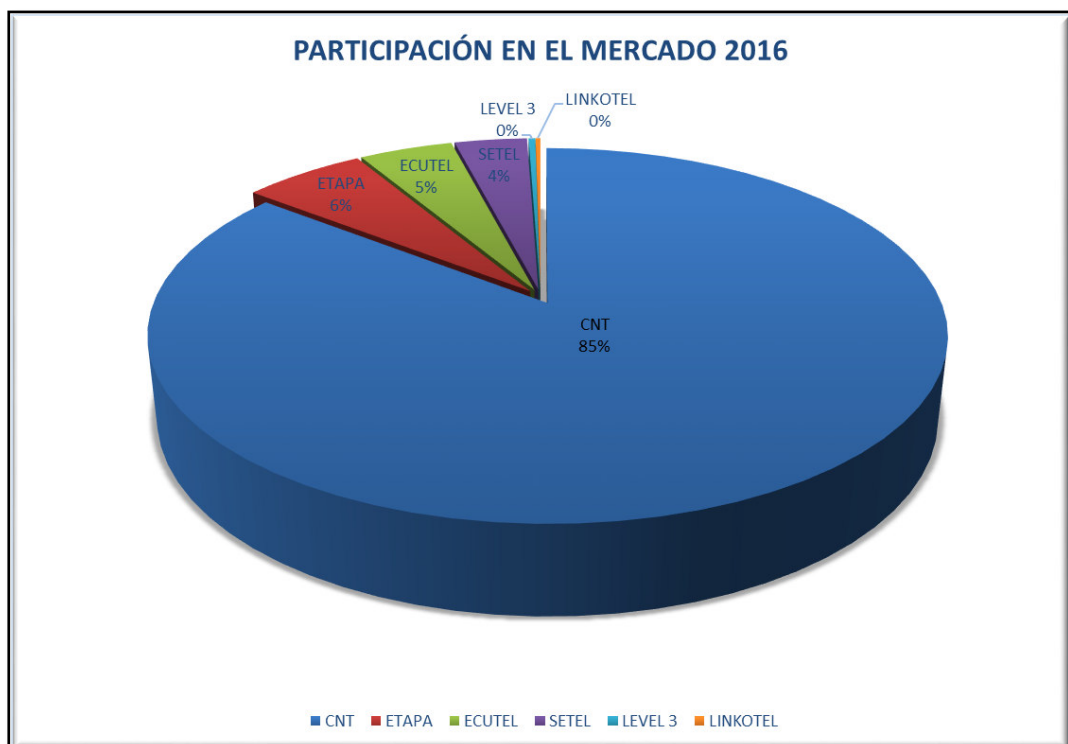
**Telecomunicaciones por cable:** Son aquellas que se propagan a través de líneas físicas. Estas pueden ser cables coaxiales, cables de cobre, guía de ondas, par trenzado, fibra óptica, etc. [9]

### 1.4 Cuantificación de los servicios de telecomunicaciones.

Los servicios de telecomunicaciones más comunes en nuestro país son la telefonía fija, servicio móvil avanzado, servicios de valor agregado, servicios de audio y video por suscripción y servicios portadores.

El servicio de **telefonía fija** es un servicio de telecomunicaciones por el que se conduce tráfico telefónico conmutado entre usuarios de una misma central o de centrales distintas.

En función de las estadísticas mensuales de población proyectadas por la ARCOTEL, la penetración del Servicio de Telefonía Fija en el Ecuador al mes de mayo de 2016 es del 15,09%. En la Figura 1.1 se muestra el porcentaje de participación en el mercado de telefonía fija por parte de cada una de las Operadoras que prestan este servicio (datos al mes de mayo del año 2016) [10].



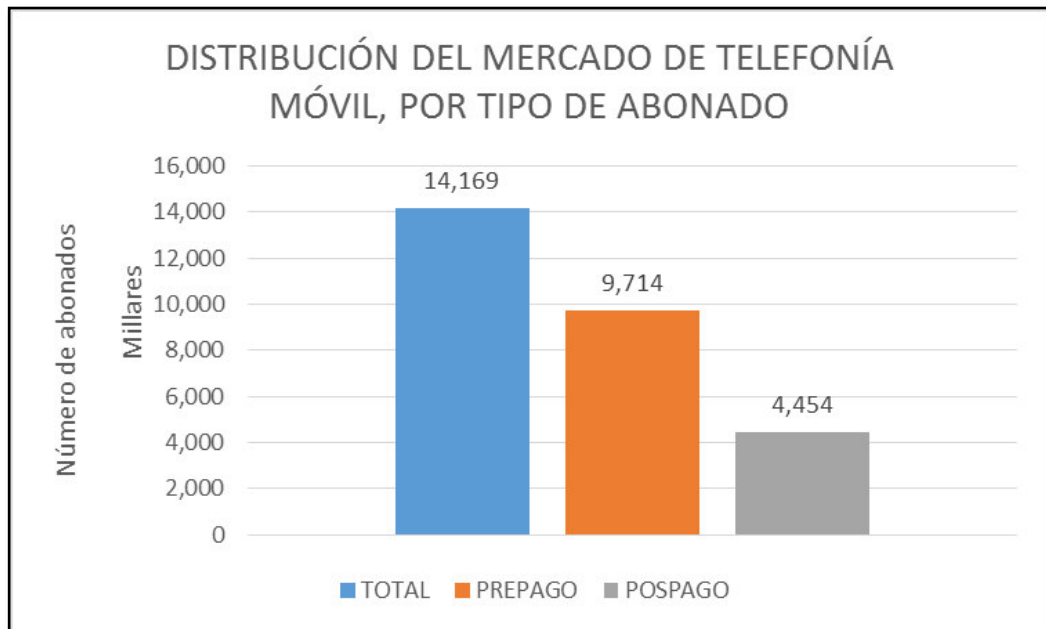
**Figura 1.1 Total de líneas de telefonía fija instaladas en Ecuador. [10]**

El **Servicio Móvil Avanzado (SMA)**, es un servicio final, que permite toda emisión, transmisión y recepción de símbolos, señales, texto, imágenes, audio, voz, datos o información de cualquier tipo.

La Figura 1.2 describe la distribución del mercado del Servicio Móvil Avanzado (telefonía celular), a nivel nacional con base en los segmentos: Prepago y Postpago. Entre los tres operadores suman un total de 14'168.670 Líneas Activas del SMA prestados a través de terminales de usuario. Adicionalmente, en función de las estadísticas mensuales de

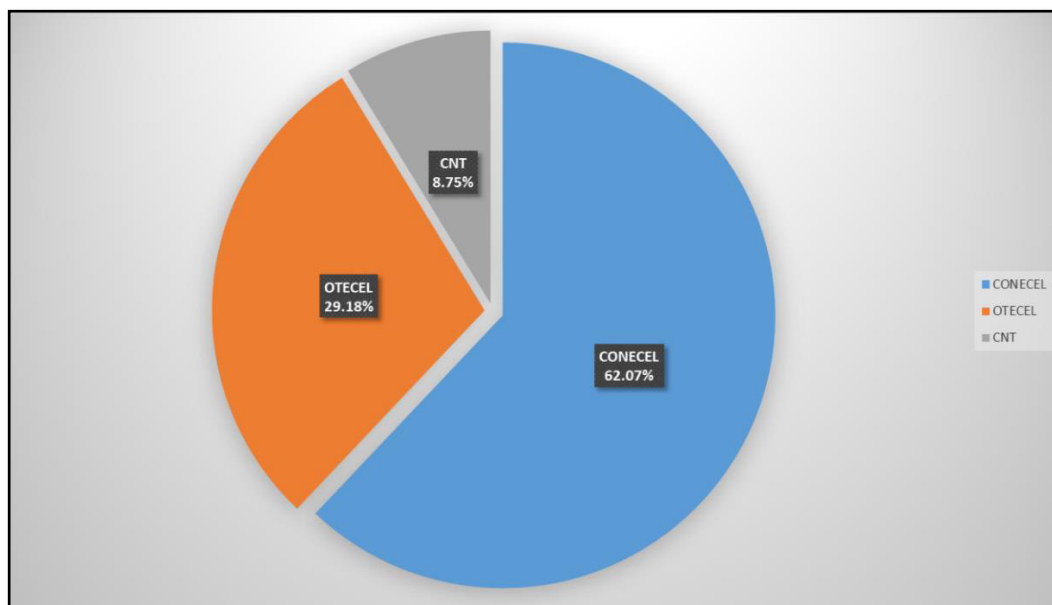


población proyectadas por la ARCOTEL, la penetración del Servicio Móvil Avanzado en el Ecuador es del 86,84% (datos al mes de mayo del año 2016).



**Figura 1.2 Clasificación del mercado de telefonía móvil por tipo de abonado. [11]**

La Figura 1.3 muestra la distribución del mercado del Servicio Móvil Avanzado (telefonía celular) a nivel nacional con base en los prestadores del servicio: CNT EP (CNT), CONECEL S.A. (Claro) y OTECEL S.A. (Movistar) (datos al mes de mayo del año 2016) [12].

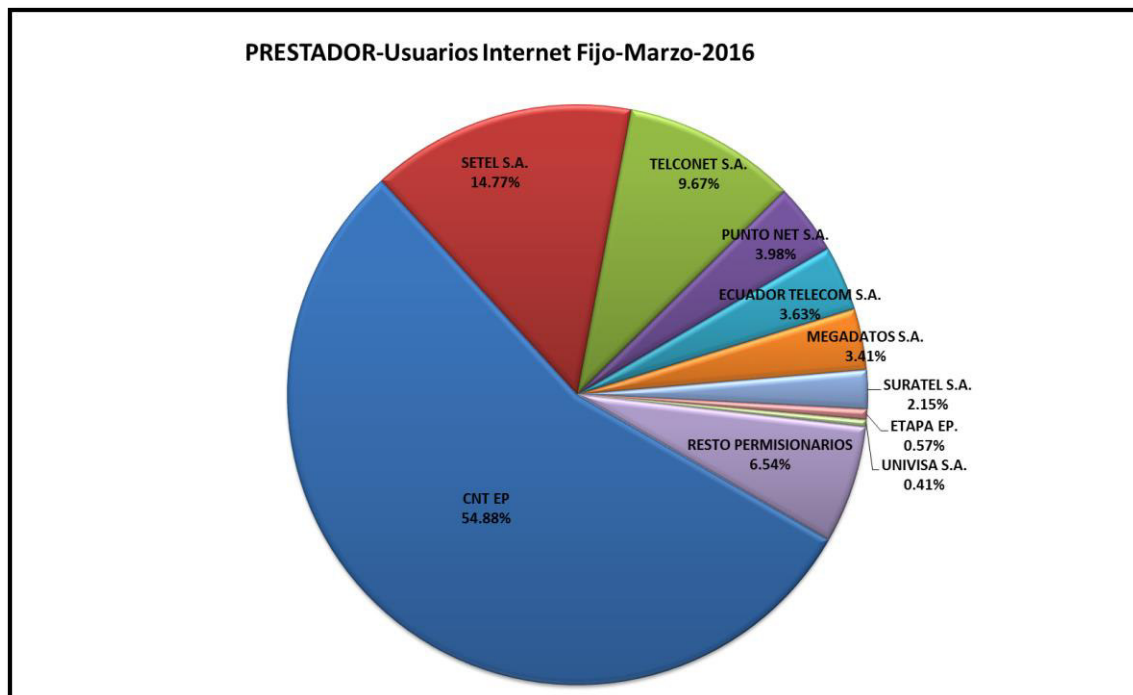


**Figura 1.3 Clasificación del mercado de telefonía móvil por operadora. [12]**

Los **Servicios de Valor Agregado (SVA)**, son aquellos servicios que usan servicios finales de telecomunicaciones y agregan aplicaciones que facilitan la transformación de la información emitida. Es posible que esta transformación involucre un cambio total entre los extremos de la transmisión en el formato de la información, el protocolo, o el código. El servicio de valor agregado más comercializado es el servicio de Internet.

Hasta el mes de marzo del año 2016, había un total de 11'772.507 usuarios de internet fijo. La penetración del servicio de valor agregado de internet fijo es del 72,04%.

La Figura 1.4 muestra la clasificación del mercado de Internet a nivel nacional por proveedor. Esta información fue remitida por los permisionarios de Servicios de valor agregado de internet [13].



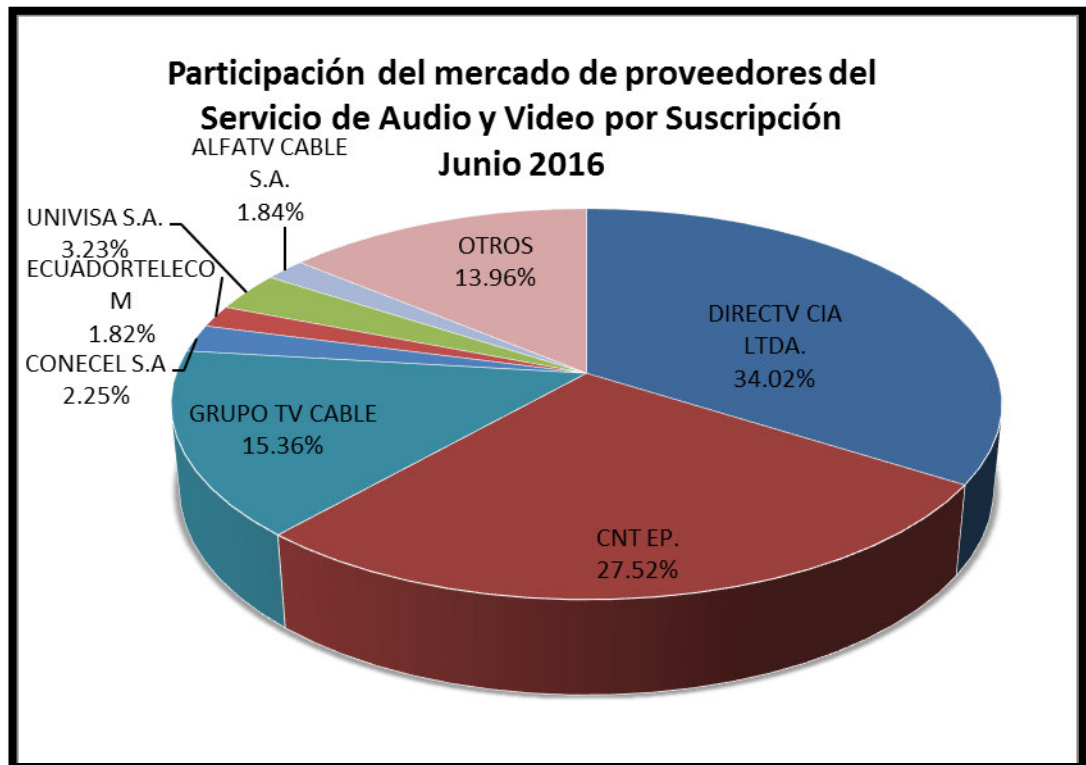
**Figura 1.4 Distribución de usuarios de Internet fijo por permisionarios. [13]**

El **Servicio de Audio y Video por Suscripción (SAVS)** es aquel que transmite y ocasionalmente recibe señales de audio, imagen, datos y multimedia, destinados únicamente a un público específico de abonados o suscriptores. Existen 3 modalidades del servicio de audio y video por suscripción: televisión por cable, televisión codificada terrestre, televisión codificada satelital.

Posterior a la verificación de la información reportada a la Superintendencia de Telecomunicaciones por parte de los sistemas que brindan el servicio de audio y video por suscripción (SAVS), se establece que en el ámbito nacional, hasta julio del 2016, existía un total de 1'312.570 suscriptores.

Al relacionar el número total de suscriptores con la población total estimada en el Ecuador, se conoce que la densidad del servicio a nivel nacional hasta el segundo trimestre del año 2016 era del 30,52% y según

análisis del número de suscriptores reportados en el año 2014 y 2015, se obtiene que el crecimiento anual de penetración fue del 2,85% [14]. La participación del mercado se muestra en la Figura 1.5.

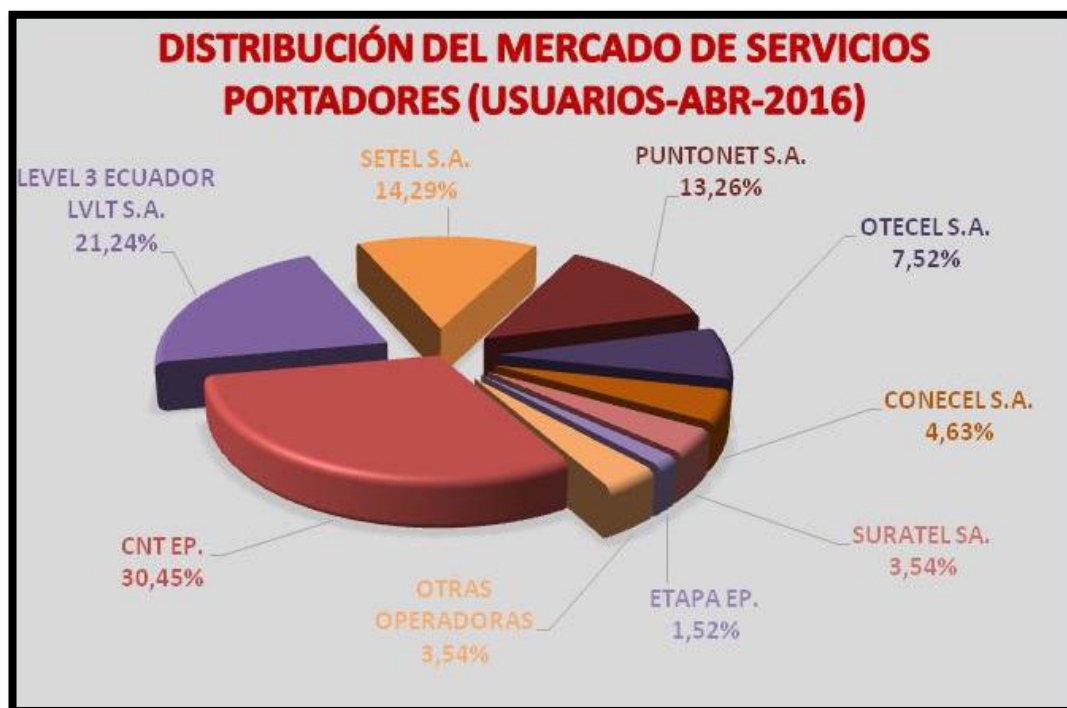


**Figura 1.5 Clasificación del mercado de servicios de audio y video por suscripción por proveedor. [14]**

**Servicios portadores** son los que proveen la capacidad necesaria para transmitir señales entre puntos terminales definidos en la red. Los servicios portadores se pueden prestar en dos modalidades: bajo redes conmutadas y bajo redes no conmutadas [15].

Hasta el mes de abril del 2016 existían 3.498 enlaces y 1'435.925 usuarios de servicios portadores [16].

En la Figura 1.6 se muestra el porcentaje de distribución del mercado de Servicios Portadores a nivel nacional. Esta información es remitida por las operadoras de manera mensual.



**Figura 1.6 Distribución del mercado de servicios portadores. [16]**

### 1.5 Normativa Técnica de Servicios de Telecomunicaciones.

La ARCOTEL se encarga de administrar, regular y controlar las telecomunicaciones y el espectro radioeléctrico. Existe una amplia y difusa base legal utilizada para el control técnico [17].

En la mayoría de los casos, los organismos de control de las telecomunicaciones en el Ecuador, en su momento, emitieron normas técnicas para la provisión de los servicios de telecomunicaciones, en las cuales refieren la instalación de enlaces de última milla desde el local del cliente hasta el punto de conexión a la red del proveedor. Sin embargo, hasta el momento no existe una normativa técnica, que regule la

instalación de una infraestructura común de telecomunicaciones en el interior de las edificaciones.

### **1.5.1 Marco Regulatorio.**

La Constitución de la República del Ecuador, publicada en el Registro Oficial 449 del 20 de Octubre del 2008 [18], establece el entorno legal para la regulación del Sector de las Telecomunicaciones en el país.

El Art. 16 del *Título II: Derechos, Capítulo II: Derechos del Buen Vivir, Sección III: Comunicación e Información, numeral 2*, establece que todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho al acceso universal a las tecnologías de información y comunicación.

El Art. 17 del *Título II: Derechos, Capítulo II: Derechos del Buen Vivir, Sección III: Comunicación e Información, numeral 3*, establece que el estado deberá fomentar la pluralidad y la diversidad en la comunicación y en efecto, no deberá permitir el monopolio u oligopolio directo ni indirecto, del uso de las frecuencias y la propiedad de medios de comunicación.

El Art. 261 del *Título V: Organización territorial del estado, Capítulo IV: Régimen de Competencia, numeral 10*, establece que el Estado tendrá competencias exclusivas acerca del espectro radioeléctrico y el régimen general de comunicaciones y telecomunicaciones; puertos y aeropuertos.

El Art. 313 del *Título VI: Régimen de desarrollo, Capítulo V: Sectores Estratégicos, Servicios y Empresas Públicas*, establece que el Estado se reserva el derecho de la administración, regulación, control y gestión de los sectores estratégicos, conforme a los principios de precaución, sostenibilidad ambiental, prevención y eficiencia. Se considera sector estratégico las telecomunicaciones y el espectro radioeléctrico, entre otros según lo determine la ley.

El Art. 314 del *Título VI: Régimen de desarrollo, Capítulo V: Sectores Estratégicos, Servicios y Empresas Públicas*, establece que el Estado será el responsable de la provisión de los servicios públicos, entre ellos los servicios de telecomunicaciones, acatando los principios de

obligatoriedad, uniformidad, generalidad, responsabilidad, eficiencia, universalidad, regularidad, accesibilidad, continuidad y calidad.

La Ley Orgánica de Telecomunicaciones, publicada en el Registro Oficial 439, Tercer Suplemento, del 18 de Febrero del 2015, [5] tiene como objetivo desarrollar el régimen general del espectro radioeléctrico y de las telecomunicaciones como sectores estratégicos.

El Art. 3 del *Título I: Disposiciones Generales, Capítulo I: Consideraciones Preliminares, numeral 9*, establecer las condiciones idóneas para garantizar a los ciudadanos el derecho a acceder a servicios públicos de telecomunicaciones de óptima calidad.

El Art. 4 del *Título I: Disposiciones Generales, Capítulo I: Consideraciones Preliminares*, establece los principios para la administración, regulación, control y gestión de los sectores estratégicos de telecomunicaciones y espectro radioeléctrico. La provisión de los servicios públicos de telecomunicaciones responderá a los principios constitucionales de generalidad, obligatoriedad, eficiencia, uniformidad, universalidad, responsabilidad, regularidad, accesibilidad, continuidad y calidad. Así como los principios de solidaridad, no discriminación, privacidad, acceso universal, transparencia, objetividad, proporcionalidad, uso prioritario para impulsar y fomentar la sociedad de la información y el conocimiento, innovación, precios y tarifas equitativos orientados a costos, uso eficiente de la infraestructura y recursos escasos, neutralidad tecnológica y neutralidad de red y convergencia.

El Art. 5 del *Título I: Disposiciones Generales, Capítulo I: Consideraciones Preliminares*, define telecomunicaciones como, toda red de transmisión o recepción de símbolos, imágenes, video, textos, audio o información de cualquier tipo, por sistemas inalámbricos, alámbricos, inventados o por inventarse.

El Art. 9 del *Título II: Redes y prestaciones de servicios de telecomunicaciones, Capítulo I: Establecimiento y explotación de redes*, define a las redes de telecomunicaciones a los sistemas y demás

recursos que permitan la transmisión, emisión y recepción de voz, videos, datos o cualquier tipo de señales, mediante medios físicos o inalámbricos, con independencia del contenido o información cursada. El establecimiento o despliegue de una red comprende la construcción, instalación e integración de los elementos activos y pasivos y todas las actividades hasta que las mismas se vuelvan operativas. En el caso de las redes físicas el despliegue y tendido se hará a través de ductos subterráneos y cámaras de acuerdo con la política de ordenamiento y soterramiento de redes.

El Art. 10 del *Título II: Redes y prestaciones de servicios de telecomunicaciones, Capítulo I: Establecimiento y explotación de redes*, menciona que toda red que sea utilizada para proveer un servicio público de telecomunicaciones o para soportar servicios de otros operadores, será considerada como red pública y deberá ser accesible a otros proveedores que la requieran de acuerdo a las condiciones y términos que establezca la ley con su reglamento general de aplicación y su normativa. Se deberá evitar el uso de protocolos y especificaciones de tipo propietario en las redes públicas de telecomunicaciones, es decir, tendrán un diseño de red abierta, de tal forma que se permita el acceso e interconexión y se cumpla con los planes técnicos fundamentales.

El Art. 11 del *Título II: Redes y prestaciones de servicios de telecomunicaciones, Capítulo I: Establecimiento y explotación de redes*, establece que las normas técnicas, los planes técnicos fundamentales, y reglamentos específicos relacionados con las redes y su operación, deberán ser cumplidos por los operadores de redes públicas de telecomunicaciones, con el objetivo de garantizar la interoperabilidad con las otra redes públicas de telecomunicaciones.

El Art. 12 del *Título II: Redes y prestaciones de servicios de telecomunicaciones, Capítulo I Establecimiento y explotación de redes*: menciona que el estado impulsará la explotación y el establecimiento de



redes y la provisión de servicios de telecomunicaciones que apoyen la convergencia de los servicios.

El Art. 13 del *Título II: Redes y prestaciones de servicios de telecomunicaciones, Capítulo I Establecimiento y explotación de redes*: define las redes privadas como las redes usadas por personas jurídicas o naturales únicamente en su beneficio, para conectar varias instalaciones bajo su control o de su propiedad. Las redes privadas sirven para satisfacer propiamente las necesidades del titular, por lo que queda excluida la provisión de estos servicios a terceros.

El Art. 21 del *Título II: Redes y prestaciones de servicios de telecomunicaciones, Capítulo II: Prestación de servicios de telecomunicaciones*, define a un *Usuario* como toda persona natural o jurídica consumidora de servicios de telecomunicaciones. El usuario que haya negociado las cláusulas con el operador se denomina Cliente, mientras que al usuario que se haya suscrito a un contrato de adhesión con el operador se le denomina suscriptor o abonado.

El Art. 22 del *Título II: Redes y prestaciones de servicios de telecomunicaciones, Capítulo II: Prestación de servicios de telecomunicaciones, en el numeral 1*, establece como derecho de los usuarios, abonados, clientes, el recibir y disponer de los servicios de telecomunicaciones contratados de forma regular, continua, con eficiencia y calidad. En el *numeral 2*, del mismo artículo, que tendrán derecho a elegir libremente al operador, el plan del servicio, y el modo de contratación.

El Art. 24 del *Título II: Redes y prestaciones de servicios de telecomunicaciones, Capítulo II: Prestación de servicios de telecomunicaciones*, establece las obligaciones de los prestadores de servicios de telecomunicaciones, entre los cuales se puede destacar:

*Numeral 1.-* Es deber del operador, con independencia del título habilitante del cual se derive su carácter, asegurar el acceso no

discriminatorio e igualitario a cualquier ciudadano que solicite sus servicios.

*Numeral 2.-* Proveer el servicio de forma general, obligatoria, uniforme, continua, eficiente, regular, responsable y accesible, acatando las regulaciones y leyes.

*Numeral 9.-* Acatar de forma obligatoria con el acceso y servicio universal como se estipula en sus correspondientes títulos habilitantes.

*Numeral 12.-* Cumplir con las obligaciones de interconexión, ocupación y acceso conforme se especifica en esta ley, normativas técnicas, su reglamento general y las respectivas disposiciones.

*Numeral 16.-* Observar y cumplir las normas y políticas en cuanto a ordenamiento, soterramiento, mimetización de antenas y de forma general en lo relacionado a la implementación de redes y despliegue de infraestructura de telecomunicaciones.

*Numeral 17.-* NO bloquear, limitar, discriminar, interferir, priorizar, entorpecer ni limitar el derecho que tienen los abonados o usuarios a enviar , recibir, ofrecer o utilizar cualquier aplicación, contenido, servicio legal o desarrollo por medio del internet o de sus redes o cualquier otra de las TIC.

El Art. 35 del *Título V: Títulos habilitantes, Capítulo I: Títulos habilitantes para la prestación de servicios de telecomunicaciones*, menciona que todos los servicios en telecomunicaciones son públicos por mandato constitucional. Los prestadores de estos servicios están habilitados para la instalación de redes e infraestructura necesaria en la que se soportara la prestación de servicios a sus usuarios. Las redes se operaran bajo el principio de regularidad, convergencia y neutralidad tecnológica.

El Art. 36 del *Título V: Títulos habilitantes, Capítulo I: Títulos habilitantes para la prestación de servicios de telecomunicaciones*, clasifica los servicios en: servicios de telecomunicaciones y servicios de radiodifusión.

*Numeral 1.-* Los Servicios de Telecomunicaciones son todos aquellos que se brindan a través de redes de telecomunicaciones para facilitar y permitir el envío y recepción de símbolos, sonidos, imágenes, textos, vídeo, signos o cualquier tipo de información, y así satisfacer las necesidades de telecomunicaciones de los usuarios, clientes o abonados.

*Numeral 2.-* Los servicios de radiodifusión, son los servicios que transmiten, emiten y reciben señales de audio, imagen, datos y multimedia mediante estaciones privada, públicas o de tipo comunitario. Estos se clasifican en servicios de señal abierta y por suscripción.

El Art. 66 del *Título VII: Interconexión y acceso, Capítulo I: Disposiciones comunes*, menciona que la interconexión y el acceso deberán realizarse de conformidad con principios de igualdad, no-discriminación, neutralidad, buena fe, transparencia, publicidad y sobre la base de costos.

El Art. 68 del *Título VII: Interconexión y acceso, Capítulo I: Disposiciones comunes*, define como acceso, a la oferta de servicios o recursos de red para la prestación de servicios de radiodifusión y de telecomunicaciones, en condiciones transparentes, no discriminatorias y definidas, sujetos a la normativa que emita la ARCOTEL, la cual podría contener: el acceso a recursos, sistemas y elementos de redes; las tecnologías, protocolos o interfaces técnicas, imprescindibles para operar de las redes o servicios.

El Art. 88 del *Título X: Sociedad de la información y del conocimiento y servicio universal, Capítulo Único*, establece la promoción de la sociedad de la información y del conocimiento, mediante lo dispuesto en los siguientes numerales:

*Numeral 2.-* Impulsar el acceso universal a los servicios de telecomunicaciones; especialmente, en zonas urbanas rurales o marginales, para garantizar la disponibilidad de todos estos servicios a la ciudadanía.

*Numeral 3.-* Impulsar en zonas urbanas rurales o marginales especialmente, el correcto establecimiento de infraestructura de telecomunicaciones.

El Art. 89 del *Título X: Sociedad de la información y del conocimiento y servicio universal, Capítulo Único*, constituye el servicio universal por el deber de desarrollar un conjunto específico de servicios de telecomunicaciones a todos los ciudadanos, con condiciones mínimas de calidad, accesibilidad, y con precios competitivos, sin importar la ubicación geográfica ni las condiciones sociales o económicas de la población.

El Art. 101 del *Título XI: Recursos escasos y ocupación de redes, Capítulo III*, establece el derecho de las o los prestadores de servicios, en los términos de esta Ley, a la ocupación de la propiedad privada cuando resulte estrictamente necesario para la instalación de la red, de acuerdo con lo previsto en el proyecto técnico presentado y siempre que no exista otras alternativas económicamente viables. Dicha ocupación se hará mediante acuerdo, por declaración de utilidad pública y expropiación o mediante la declaración de servidumbre forzosa de paso u ocupación, para la instalación de infraestructura de redes de telecomunicaciones.

El Art. 105 del *Título XI: Recursos escasos y ocupación de redes, Capítulo III*, establece que toda persona que posea o controle un bien o infraestructura física necesaria para la prestación de servicios deberá permitir su utilización por parte de las y los prestadores de servicios de telecomunicaciones que lo requieran, de forma igualitaria, transparente y no discriminatoria, siempre que tales bienes o infraestructuras sean necesarias por razones técnicas, económicas o legales, constituyéndose como servidumbre de paso u ocupación.

El Art. 106 del *Título XI: Recursos escasos y ocupación de redes, Capítulo III*, establece que las y los interesados podrán negociar y acordar las condiciones técnicas, económicas y legales para el uso de la infraestructura física, mediante la suscripción de un convenio de uso

compartido de infraestructura física o de constitución de servidumbre, de conformidad con las normas que resulten aplicables.

El Art. 118 del *Título XIII: Régimen Sancionatorio, Capítulo I: Infracciones, Literal B, Numeral 26*, tipifica como infracción de segunda clase aplicable a poseedores de títulos habilitantes comprendidos en el ámbito de la presente ley, a quien retarde u obstaculice injustificadamente la compartición de infraestructura con otros prestadores.

El Art. 140 del *Título XIV: Institucionalidad para la regulación y control, Capítulo I*, establece al Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, en adelante MINTEL, como órgano rector de la telecomunicaciones y de la sociedad de la información, informática, tecnologías de la información y las comunicaciones y de la seguridad de la información.

En el Art. 142 del *Título XIV: Institucionalidad para la regulación y control, Capítulo II*, se da por creada la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, en adelante ARCOTEL, como persona jurídica de derecho público, con autonomía administrativas, técnicas, económicas, financieras y patrimonio propio, adscrita al MINTEL. Es competencia de la ARCOTEL, la administración, regulación y control de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico y su gestión; así como de los aspectos técnicos, de la gestión de medios de comunicación social que usen frecuencias del espectro radioeléctrico o que instalen y operen redes.

El Art. 144 del *Título XIV: Institucionalidad para la regulación y control, Capítulo II*, establece las competencias de la ARCOTEL; de las cuales, en el ámbito de infraestructura podemos citar:

*Numeral 14.-* Regular la interconexión y el acceso e intervenir en tales relaciones, así como emitir las correspondientes disposiciones de conformidad con la ley.

*Numeral 22.-* Inspeccionar y fiscalizar la instalación, establecimiento y explotación de redes de telecomunicaciones y los sistemas de los medios de comunicación social que usen el espectro radioeléctrico, así como las redes de audio y video por suscripción.

*Numeral 26.-* Regular la ocupación de bienes e infraestructura de propiedad privada para la instalación de redes de telecomunicaciones y emitir servidumbres de paso u ocupación, de conformidad con lo dispuesto en la ley.

*Numeral 27.-* Coordinar con las autoridades públicas competentes el acceso y ocupación de bienes de dominio público para alcanzar los objetivos de la ley.

### **1.5.2 Telefonía Fija.**

Las normativas de telefonía abarcan temas como la inclusión del servicio de telefonía en la categoría de servicio público, de los servicios suplementarios que pueden brindar las operadoras, contratos, términos, condiciones, facturación, suspensión y reconexión de servicio. También se incluyen las obligaciones del prestador de servicios de telefonía fija como la notificación de las interrupciones de servicio programadas o fortuitas, reglamento del servicio en general, concesión de espectro para el uso de servicios de telefonía fija inalámbrica, y fijación de tarifas locales, regionales, nacionales, internacionales, y para celulares.

RESOLUCIÓN No. 531-21-CONATEL-2001 (Se cataloga a la telefonía pública como servicio público). [17]
RESOLUCIÓN No. 505-26-CONATEL-2002. (Reglamento para los abonados de telefonía.) [17]
RESOLUCIÓN No. 236-10-CONATEL-2004. (Procedimiento para que los operadores de telefonía comuniquen una interrupción de servicio). [17]
Resolución No. 151-06-CONATEL-2002 (Reglamento acerca de telefonía fija) [17]
RESOLUCIÓN No. 416-17-CONATEL-2001 (Políticas para el otorgamiento

de concesión para el servicio de telefonía) [17]
RESOLUCIÓN No. 456-19-CONATEL-2000. (Reglamento para las tarifas). [17]
RESOLUCIÓN No. 729-25-CONATEL 2004. (Normas para las tarifas). [17]
RESOLUCIÓN 05-03-ARCOTEL-2016. (REGLAMENTO PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN POR SUSCRIPCIÓN)

### 1.5.3 Servicio Móvil Avanzado.

El Servicio Móvil Avanzado cuenta con un grupo de resoluciones que regula la asignación y uso del espectro radioeléctrico, las redes e interconexiones, obligaciones y derechos de los prestadores del servicio y de los usuarios, parámetros, calidad de servicio, régimen de tasas y tarifas del servicio.

Existen además otras resoluciones referentes al Servicio Móvil Avanzado como la 108-04-CONATEL-2009 que dispone que los proveedores de servicio móvil deben aplicar un sistema especial de cobro en el cual al abonado no le cueste el envío de mensajes de texto para sondeos o encuestas de opinión, sino que dichos costos deben ser asumidos por la persona natural o jurídica que contrata el número para remitir mensajes de encuestas o sondeo de opinión.

La normativa que indica el procedimiento para empadronar los clientes del SMA y el registro de terminales robados o perdidos es de cumplimiento obligatorio para todas las operadoras de Servicio Móvil Avanzado. Esta norma fue publicada a través de la RESOLUCIÓN No. 191-07-CONATEL-2009.

Otra resolución relacionada al Servicio Móvil Avanzado es la No. 464-16-CONATEL-2010, que se encarga de regular el procedimiento para la entrega de información sobre la ubicación geográfica de un usuario que realiza una llamada a través del sistema celular.

Resolución No. 498-25-CONATEL-2002 (Reglamento para el SMA). [17]
RESOLUCIÓN No. 108-04-CONATEL-2009. (Resolución acerca del cobro por envío de SMS de opinión). [17]
RESOLUCIÓN No. 191-07-CONATEL-2009. (Norma para el empadronamiento y para el registro de terminales robados). [17]
RESOLUCIÓN No. 464-16-CONATEL-2010. (Norma acerca de la información de la geolocalización). [17]
RESOLUCIÓN 05-03-ARCOTEL-2016. (REGLAMENTO PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN POR SUSCRIPCIÓN)

#### 1.5.4 Servicio de valor Agregado.

Entre los reglamentos para la prestación Servicios de Valor Agregado está la Resolución No 071-03-CONATEL-2002 que tiene por objetivo establecer las normas y procedimientos aplicables a la prestación de servicios de valor agregado, así como los deberes y derechos de los prestadores de servicio a sus usuarios.

Por medio de la RESOLUCIÓN No. 495-19-CONATEL-2004 se incluyen a los servicios de audio texto como servicios de valor agregado. Los servicios de audio texto son los que permiten al usuario tener acceso a bases de datos o a contenidos de diversa naturaleza por medio de servicios finales.

La RESOLUCIÓN No. 216-09-CONATEL-2009 acuerda aprobar obligaciones y Definiciones para la prestación del SVA de Internet y nuevos parámetros de Calidad.

Resolución No 071-03-CONATEL-2002 (Reglamento para el SVA). [17]
RESOLUCIÓN No. 495-19-CONATEL-2004. (Resolución para incluir servicios de audio texto). [17]
RESOLUCIÓN No. 216-09-CONATEL-2009. (Acerca del servicio de Internet). [17]



RESOLUCIÓN 05-03-ARCOTEL-2016. (REGLAMENTO PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN POR SUSCRIPCIÓN)

### 1.5.5 Servicios de audio y video por suscripción.

Existen algunos reglamentos y resoluciones acerca de la prestación de servicios de audio y video por suscripción que abarcan temas como la concesión, instalación, operación, explotación de los sistemas de Audio y Video por suscripción y sus servicios de valor agregado en todo el país. La norma además regula la autorización a los propietarios u operadores satelitales, para la utilización de las facilidades del segmento espacial y comercialización de la señal satelital de los servicios de radiodifusión y televisión en el territorio nacional.

Existen otras medidas regulatorias como la Resolución No. 5900-CONARTEL-09 que resuelve disponer que los sistemas de audio y video por suscripción en modalidad de cable físico incluyan en su grilla de programación a los canales de televisión abiertos al público en general, en cuya cobertura se encuentre el Headend de los referidos sistemas, cuando técnicamente sea factible.

Asimismo se cuenta con la RESOLUCIÓN No. 3711-CONARTEL-07 que consiste en proveer una normativa técnica para el servicio de televisión pagada en la banda de 2500 a 2686 MHz, y la Resolución No. 4771-CONARTEL-08 que es básicamente una norma técnica para el servicio de televisión pagada por cable físico.

Resolución No. RTV-816-27-CONATEL-2010 (Reglamento de SAVS). [17]
Resolución No. 5743-CONARTEL-09 (Reglamento acerca de la concesión de frecuencias). [17]
Resolución No. 5900-CONARTEL-09 (Reglamento para incluir transmisión de canales de televisión abierta en los SAVS). [17]
RESOLUCIÓN No. 3711-CONARTEL-07. (Norma técnica para la codificación

de SAVS). [17]
Resolución No. 1003-CONARTEL-99 (Reglamento para los sistemas de SAVS). [17]
Resolución No. 4771-CONARTEL-08 (Norma técnica para la provisión de SAVS por cable). [17]
RESOLUCIÓN No. RTV-682-22-CONATEL-2010. (Informe sobre SAVS). [17]
RESOLUCIÓN 05-03-ARCOTEL-2016. (REGLAMENTO PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN POR SUSCRIPCIÓN)

### 1.5.6 Servicios portadores.

El reglamento que tiene por objeto establecer las normas y procedimientos, aplicables a la prestación de servicios portadores de telecomunicaciones fue expedido a través de la Resolución 388-14-CONATEL-2001. En esta resolución se tratan temas como las concesiones, trámites, normas de explotación del servicio, tarifas, derechos y obligaciones del concesionario y del usuario.

Por medio de la RESOLUCIÓN No. 432-21-CONATEL-2002, se constituye como derecho de registro de back-bone de los operadores de servicios portadores.

Resolución 388-14-CONATEL-2001 (Reglamento para servicios portadores). [17]
RESOLUCIÓN No. 432-21-CONATEL-2002. (Resolución acerca del registro de proveedores de servicios portadores.) [17]
RESOLUCIÓN 05-03-ARCOTEL-2016. (REGLAMENTO PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN POR SUSCRIPCIÓN)

## CAPÍTULO 2

### 2 INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES EN EDIFICACIONES

#### 2.1 Generalidades

Según los datos estadísticos macroeconómicos [19] el incremento del PIB de 3.5% entre el último trimestre del 2013 y el 2014 se fundamenta mayoritariamente por el desempeño del sector no petrolero, cuyo aumento porcentual fue del 4.3% respecto del mismo trimestre del año anterior; lo que sustenta el objetivo de cambio de la matriz productiva.

Entre los ingresos no petroleros se tiene al sector de la construcción, que contribuyó con el 0.38% del crecimiento interanual del PIB respecto del segundo semestre del 2014 en comparación con el mismo semestre del 2013. En el mismo periodo, el sector de correos y comunicaciones representó una contribución del 0.18% al crecimiento del PIB. [19]

Aun cuando el sector de la construcción no alcanzó el ritmo de crecimiento de los años 2011 y 2012 en las ciudades más densamente pobladas de Ecuador, es cada vez más común la existencia y construcción de importantes edificios para propósitos de vivienda y trabajo, frente al crecimiento notable de demanda para la adquisición y/o arrendamiento de espacios en edificios. De acuerdo a la investigación del ENALQUI [20] se

encontró que el 60.5% de la viviendas arrendadas corresponde a departamentos, mientras que el 21.1% a villas o casas. La ciudades con mayor porcentaje de vivienda arrendada tipo departamento son Quito y Guayaquil con 68.86% y 63.46% respectivamente. [21]

Desafortunadamente, el diseño de las construcciones de casas o edificios, no siempre prevé que los servicios públicos de telecomunicaciones puedan ser prestados por los proveedores que no dependan del título habilitante sobre el cual se derive su carácter, asegurando el acceso igualitario y no discriminatorio a cualquier ciudadano que solicite sus servicios conforme al *Artículo 25, Inciso 1 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones*. Ello restringe el derecho de los usuarios, abonados y/o clientes, de recibir y disponer los servicios contratados de forma regular, eficiente, continua y de calidad, como también el derecho a escoger con libertad al prestador del servicio. [5]

La actual *Norma Ecuatoriana de la Construcción, Título 10, Parte 9-2: Instalaciones Electromecánicas, Cableado de Telecomunicaciones*, [22] se fundamenta en los estándares internacionales de cableado estructurado; y si bien en su capítulo tres menciona la multiplicidad de los sistemas de telecomunicaciones y además en su capítulo seis, trata los espacios en construcción con múltiples propietarios, no se consolida como una infraestructura de telecomunicaciones que posibilite la provisión de los servicios de telecomunicaciones y tecnologías de información y comunicación debido a que en este documento no se especifica la forma como se debe construir una infraestructura común de telecomunicaciones, tampoco se mencionan cantidades, ni especificaciones técnicas en detalle, sino tan solo recomendaciones generales orientadas a la instalación y cableado de las redes de telecomunicaciones en edificaciones.

La inexistencia de una normativa técnica que regule las redes internas en las edificaciones de los abonados, no solo en términos de la tecnología de acceso y servicio de telecomunicaciones, sino también en la instalación de obra civil en materia de telecomunicaciones como espacios adecuados y

seguros para albergar el cableado en los edificios, pueden redundar en situaciones en las que el primer proveedor que accede a un edificio obtenga una demanda cautiva de los potenciales usuarios que requerirán este tipo de servicios; en contraposición al derecho de los usuarios, abonados o clientes de escoger con libertad al prestador del servicio. Esto se debe a que en la mayoría de las ocasiones el edificio no cuenta con suficiente espacio o infraestructura disponible para que un segundo proveedor se establezca y brinde servicios de telecomunicaciones y compita con el primer proveedor, o simplemente el primer prestador de servicios se opone a compartir la infraestructura existente con otra operadora [23]. Esta acción es considerada como una práctica monopólica según la *Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado, Sección 3, Artículo 11 Acuerdos y prácticas prohibidas, Numeral 20* [4]. Inclusive, este hecho generalmente ocasiona que otro proveedor no pueda ingresar y ofrecer servicios suplementarios de telecomunicaciones que el proveedor ya establecido no dispone, evitando que los clientes tengan el derecho a escoger estos servicios por lo que se incumple el *Artículo 22, Numeral 1 de la ley orgánica de Telecomunicaciones* [5].

Esta situación además causa que exista un reparto de clientes por zonas, es decir, solo un operador puede ofertar sus servicios en una determinada edificación o conjunto residencial, mientras que en otro edificio existe otra única operadora, por lo tanto se produce una zonificación de clientes, acción considerada también como una práctica monopólica según la *Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado, Sección 3, Artículo 11 Acuerdos y prácticas prohibidas, Numeral 3* [4]. La falta de una normativa técnica regulatoria también ralentiza la expansión de las redes de acceso y los nuevos servicios de telecomunicaciones por parte de los potenciales competidores o proveedores entrantes, que se ven limitados en el despliegue de sus redes, según lo sustentan sus títulos habilitantes.

## 2.2 Redes de Acceso.

Se conoce como red al conjunto de nodos y enlaces que proporcionan conexiones y facilitan la comunicación entre dos o más puntos definidos. Podemos definir la Red de Acceso, como el tramo de la red que interconecta al usuario final con la operadora de servicios. A la red de acceso también se la conoce como red de última milla [24].

Las redes de acceso pueden ser fijas o inalámbricas. Entre las redes de acceso fijas están las redes de telefonía fija tradicional, redes de acceso de banda ancha, internet y televisión por cable, mientras que las redes de acceso inalámbrico contienen tecnologías como la telefonía móvil, internet inalámbrico, radio y televisión terrestre o satelital.

### 2.2.1 Tecnologías de Redes de Acceso y Banda Ancha.

Se define como banda ancha al conjunto de tecnologías que permite ofrecer al usuario altas velocidades de comunicación y conexiones permanentes. La banda ancha permite que los proveedores ofrezcan una variedad de servicios como voz, video, datos y otros de valor agregado [25].

La red de acceso o última milla permite que los usuarios finales tengan acceso a los diferentes servicios de banda ancha y banda angosta. Esta red de última milla puede ser alámbrica o inalámbrica.

Las tecnologías de acceso alámbricas más usadas son: xDSL, HFC y FTTx. Entre las tecnologías de acceso inalámbricas están las tecnologías de servicio móvil avanzado, GSM, UMTS y LTE, redes LAN inalámbricas, WiFi, WiMAX, tecnologías de acceso satelital, y tecnologías de acceso inalámbricas por medio de ondas terrestres, por ejemplo la radio y la televisión pública.

La **tecnología ADSL** (línea de cliente digital simétrica) es una de las variantes más comunes dentro de las tecnologías xDSL, permite la provisión de servicios de banda ancha de Internet manteniendo la línea de voz activa. El medio físico por el cual opera esta tecnología es el

mismo par de cobre usado en la telefonía tradicional, lo cual permite reusar la infraestructura existente y de esta manera reducir los costos de implementación.

La transmisión de la voz y los datos en forma ascendente y descendente se logra con la multiplexación por división de frecuencia. En la línea ADSL se establecen 3 canales principales: El canal de voz, que opera de 0 a 4000 Hz, el canal de datos ascendente desde 25 kHz hasta los 138 kHz, y el canal descendente de datos desde 138 kHz hasta 1100 kHz aproximadamente [26]. Para poder lograr la comunicación en estos canales desde la central hasta el usuario final es necesaria la presencia de un MODEM en ambos extremos para poder modular y demodular las señales y transmitir las por medio del canal, además se debe contar con un divisor de señal conocido como splitter en cada extremo, de tal forma que separe las señales de voz y las de datos.

Una desventaja del ADSL es la atenuación de las señales en el par de cobre a medida que se incrementa la distancia del bucle local, y esto se refleja en la disminución de la relación señal a ruido, lo que causa un incremento en los errores de bits en la transmisión y por ende se reducen las velocidades de subida y bajada. Sin embargo, la evolución de esta tecnología ha logrado contrarrestar en parte esta situación, por ejemplo el VDSL (Very High Digital Subscriber Line), que usa más espectro para la transmisión mediante los canales ascendentes y descendentes, asimismo se mejora la modulación y la potencia de transmisión de las señales de tal forma que se logran velocidades muy superiores a las alcanzadas en ADSL, siempre y cuando la distancia entre el abonado y la central sea muy corta.

La **tecnología HFC (Híbrido de Fibra y Coaxial)** se basa en una red que incorpora tanto fibra óptica como cable coaxial para proporcionar servicios de banda ancha [27]. De igual manera la tecnología HFC hace uso de la infraestructura existente de televisión por cable CATV provista

por cable coaxial para brindar adicionalmente servicios de voz e internet de alta velocidad.

Las redes HFC tienen un estándar llamado DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification), que define los requerimientos de la interfaz de soporte de comunicaciones y operaciones para los sistemas de datos por cable, lo cual permite añadir transferencias de datos de alta velocidad a un sistema CATV sobre una infraestructura HFC existente.

El estándar DOCSIS cubre todo elemento de la infraestructura de un cable módem, desde el CPE (equipo local del cliente) hasta el head-end (equipo terminal) del operador. Esta especificación detalla muchas de las funciones básicas del cable-módem de un cliente, incluyendo cómo las frecuencias son moduladas en el cable coaxial, cómo los datos son interrumpidos (tanto los enviados como los recibidos), cómo el módem debe conectarse en la red con el CMTS (Sistema de terminación de Cable Modem), y como se realiza el cifrado.

Los equipos del cliente o CPE, se comunican sobre un protocolo de red mediante un cable y una interfaz de red física. El mismo cable-módem se conecta a un cable coaxial que se comparte generalmente con otros módems y que finaliza en un nodo HFC.

Un nodo híbrido de fibra y coaxial (HFC) es un dispositivo de campo de dos vías que convierte las frecuencias analógicas a señales digitales y viceversa. El nodo de fibra toma las frecuencias de radio en un cable coaxial (transmitidas desde el cable-módem), las convierte en señales digitales, y luego transmite los datos a un cable de fibra óptica. Los datos que son recibidos desde el cable de fibra óptica (transmitidos desde el CMTS) son convertidos a una señal analógica y luego son transmitidos a la línea de cobre compartida. Este nodo de fibra convierte las señales analógicas en pulsos digitales de luz que son transferidos a través del cable de fibra óptica. Dos cables de fibra óptica son necesarios: Uno para la recepción de datos (Rx) y el otro para la transmisión de datos (Tx).



Los nodos HFC generalmente se localizan de forma estratégica en poblaciones de tal forma que puedan conectar la mayor cantidad de usuarios y a la menor distancia posible. Dichos nodos individuales se conectan a un repetidor multipuesto o nodo concentrador (hub) central en el equipo terminal del operador (conocido como transceptor de fibra) por medio de cables ópticos. Este concentrador sirve como interfaz entre el cable coaxial del CMTS y el cable de fibra óptica desde el campo de servicio. El dispositivo mezclador de RF en la interfaz coaxial envía al hub transceptor de fibra las frecuencias de radio de 50 MHz a 860 MHz. Un mezclador de RF es un equipo que une varias frecuencias en un solo medio. El mezclador de RF también agrega otros servicios como la televisión digital o análoga al cable coaxial. El hub transmite señales de 5 MHz a 42 MHz a un splitter o divisor de señal. Estos datos son únicamente los datos de subida de todos los cable-módems. Posteriormente todas las señales de subida y bajada se conectan al CMTS. Las señales de subida tienen frecuencias más bajas, estas señales se demodulan, mientras que las señales con las frecuencias más altas son las señales de bajada que se modulan al cable coaxial. El dispositivo CMTS, que generalmente está montado sobre un rack o bastidor, se encarga de procesar todos los paquetes en determinadas frecuencias; también tiene un puerto WAN que generalmente se conecta directamente al core de Internet. [28]

**FTTx, (Fibra-Hasta-El-x)** es término genérico que se usa para referirse a las redes de acceso sobre fibra óptica que reemplacen total o parcialmente a las redes de acceso de cobre. Las configuraciones más importantes son:

- FTTH (home): Fibra hasta el hogar.
- FTTC (Curb): Fibra hasta la acera.
- FTTB (Building): Fibra hasta el edificio.
- FTTM (Mobile): Fibra hasta la radio base.

- FTTO (Office): Fibra hasta la oficina.

FTTx, al ser una tecnología basada en fibra óptica permite la transmisión de datos con un alto ancho de banda, que significa no solo el incremento de velocidad de internet de los usuarios, sino la factibilidad para poder brindar otros servicios como voz e IPTV empaquetados por el mismo medio.

Para la implementación de las redes FTTx se pueden usar dos tipos de redes: AON (red óptica activa) o las PON (red óptica pasiva), siendo esta última la más atractiva debido a que no usa componentes activos como amplificadores o regeneradores de señal en el trayecto entre la oficina central del proveedor de servicios y el abonado, por lo que es menos costosa y más fácil de implementar que las redes AON.

Las redes PON se clasifican según el protocolo de red que usen y su velocidad máxima de transmisión. Existen redes APON (ATM PON), BPON (Broadband PON), EPON (Ethernet PON), GPON (Gigabit PON), y recientemente se están desplegando las redes 10GPON X1 que soportan velocidades de 10G de bajada y 2,5 G de subida y 10GPON X2 que soporta flujos de datos simétricos de 10Gbps.

Las redes FTTx implementadas por redes pasivas PON constan de 3 elementos principales:

- La OLT (terminal óptico de línea) que es el equipo activo ubicado en la central.
- La ODN (Red de distribución óptica)
- Y el equipo activo de acceso, que dependiendo de la configuración del FTTx, puede ser una ONU, ONT, MDU, SBU.

Las redes FTTH constan de una ONT que es el equipo activo del lado del cliente, que según su tipo puede ser capaz de brindar servicios de voz por medio de puertos POTS, o por medio de VoIP, televisión por CATV o IPTV, internet por Ethernet o por Wifi.

La ODN es la red compuesta por elementos netamente pasivos, entre ellos el más importante que es el splitter (divisor óptico) que permite la conexión de varios usuarios a un mismo puerto PON de la OLT, lo que genera grandes ahorros económicos para el proveedor de servicios.

La OLT se encarga principalmente de reenviar el tráfico desde y hacia los servidores de voz, Internet y video.

La **radio y televisión terrestre** consisten en la radiodifusión unilateral de una programación destinada a ser recibida por el público en general a partir de una estación de difusión ubicada en tierra. Esta programación es transmitida por medio de ondas hercianas terrestres, es decir, aquellas que se transmiten por la atmósfera sin necesidad de cable o satélite y se reciben por medio de antenas VHF o UHF convencionales, individuales o colectivas [29].

La **televisión por satélite** es un método de transmisión televisiva que consiste en retransmitir desde un satélite de comunicaciones una señal de televisión emitida desde un punto de la Tierra, de forma que ésta pueda llegar a otras partes del planeta. De esta forma es posible la difusión de señal televisiva a grandes extensiones de terreno, independientemente de sus condiciones orográficas.

Hay tres tipos de televisión por satélite: Recepción directa por el telespectador (DTH), recepción para las cabeceras de televisión por cable (para su posterior redistribución) y servicios entre afiliados de televisión local.

Los enlaces satelitales funcionan de forma similar a los enlaces de microondas. Un satélite recepta señales de una estación terrena en una banda de frecuencias específica, este satélite se encarga de amplificar las señales y transmitir las en otra banda. Las antenas satelitales transmiten señales de radio hacia un satélite localizado en un punto fijo alrededor de la Tierra, por esta razón se lo conoce como "geoestacionario". Los satélites colocan su reflector dirigido hacia el punto

donde quieran retransmitir las señales. Este punto capta estas señales con su antena, la adecúa y la distribuye hasta que llegue a su destino.

Las comunicaciones satelitales cuentan con ventajas considerables: es posible alcanzar grandes distancias sin tomar en cuenta la orografía o topografía del terreno, además es posible implementar una red satelital punto a multipunto, de tal forma que la señal transmitida sea recibida de forma simultánea por varios receptores. Debido a estas ventajas, las comunicaciones satelitales se han usado para múltiples aplicaciones, desde la transmisión de radio y televisión, telefonía, internet y para enlaces de datos. Sin embargo, la tasa de transmisión de estos datos va desde los 32 kbps hasta del orden de los Mbps. [30]

### **2.2.2 Infraestructura de acceso a servicios**

Los servicios de telecomunicaciones son provistos a través de una infraestructura física por medio de la cual la información es transportada desde el origen hacia el destino. Esta infraestructura que es la encargada del transporte de los datos es denominada red de telecomunicaciones y consta de nodos, canales o enlaces y equipos terminales.

Cada nodo se interconecta con otro por medio de enlaces o canales, de igual forma, cada equipo terminal se conecta a un nodo por medio de enlaces de acceso, sin embargo las características de estos canales son diferentes, por ejemplo, la cantidad de información que fluye a través de los enlaces de acceso entre el nodo y el equipo terminal es más baja en comparación con la cantidad de datos que fluye entre nodos, por lo que los enlaces de transporte de datos entre nodos deben ser de mayor capacidad que los enlaces de acceso. Por esta razón, las tecnologías de transporte son diferentes a las tecnologías de acceso, asimismo, el medio de transmisión suele ser diferente por lo tanto la infraestructura de transporte debe ser distinta a la infraestructura de acceso.

Podemos definir a los enlaces o canales como medios físicos por los cuales se traslada la información entre dos puntos. Los canales pueden ser medios de transmisión guiados o no guiados.

Los medios de transmisión no guiados se refieren a los canales inalámbricos, a los cuales pertenecen los canales de radio, microondas y enlaces satelitales. Los canales inalámbricos utilizan antenas para la transmisión y recepción de datos, sin embargo es posible que existan estaciones repetidoras que tienen antenas en puntos intermedios entre el emisor y el receptor con el objetivo de que la señal llegue integra a su destino [30].

Las señales satelitales son recibidas a través de un plato satelital que es una antena reflectora parabólica exterior, y un LNB (Bloque convertidor de bajada de poco ruido). Luego, un receptor satelital decodifica el programa de televisión deseado para poder proyectarse en el televisor. Los receptores satelitales pueden ser dispositivos externos como los Set-Top-Boxes, o integrados en el televisor.

Los medios de transmisión guiados son canales alámbricos, por ejemplo cables de cobre o par trenzado, cable coaxial o fibra óptica. Este tipo de redes cableadas se divide en cuatro etapas: La red de alimentación, de distribución, dispersión y red interior de usuario.

La red de alimentación es también conocida como red primaria, es el segmento que parte de la central o nodo hacia el primer punto de distribución o cámara principal, generalmente consta de un cable que agrupa una gran cantidad de pares de cobre, o hilos de fibra, por lo tanto, se trata de cables de grueso calibre, gran peso, alta rigidez y poca flexibilidad, y por esta razón es que la mayoría de las veces se instalan en canalizaciones.

La red de distribución comienza desde el terminal de distribución principal, que es el punto en el cual el cable primario o de alimentación se divide en varios cables de menor capacidad y que toman distintas rutas según los sectores que se desea atender. La red de distribución contiene

cables de menor capacidad que los de la red de alimentación, por lo que la red de distribución puede ser aérea o canalizada.

La red de dispersión es la sección de la red de acceso compuesta por el grupo de cables individuales (acometida interior) y otros elementos que enlazan todas las viviendas de los usuarios con la red de distribución. Esta red empieza en los terminales de distribución secundarios y llega hasta el punto de acceso al usuario ubicado en las cajas de terminación de red. La red de dispersión suele ser aérea, debido al costo de implementación de las canalizaciones.

La red interior del usuario es segmento de la red formado por cables y otros elementos que son instalados en el interior del domicilio de cada usuario. Empieza en los PAU, pasa por medio de la canalización interior de usuario y finaliza en las bases de acceso de terminal situadas en las cajas de toma [31].

### **2.2.3 Infraestructura de telecomunicaciones de edificaciones.**

Para el caso de televisión terrestre o satelital en un conjunto residencial de más de tres viviendas, se recomienda el uso colectivo de una antena, ya que con esto se logra reducir considerablemente el costo por hogar. Mediante el sistema de antena colectiva se evita la proliferación de antenas individuales en bloques de viviendas.

La instalación colectiva es un sistema de telecomunicaciones compuesto por distintos elementos: antenas, equipo de cabecera, amplificadores, derivadores, cableado y puntos de toma.

La función de la instalación colectiva es captar las señales de televisión y radiodifusión sonora, procedentes de emisiones terrestres o satelitales para adaptarlas en el equipo de cabecera y así poder distribuir las a través del cableado del edificio hasta los puntos de toma instaladas en el interior de las viviendas.

Un sistema de antenas colectivas puede realizarse por medio de diferentes configuraciones, partiendo desde las antenas; se puede utilizar

la misma torre o estructura de soporte para colocar las antenas parabólicas satelitales y las antenas de VHF o UHF, o las antenas pueden estar instaladas por separado. Asimismo, es posible compartir el cable canalizado que parte desde las antenas ubicadas en la terraza hacia los equipos de cabecera con la ayuda de un mezclador de señales que permite el paso de múltiples señales sin que se interfieran entre ellas. Esta configuración es ideal cuando el ancho de la canalización es limitado o hay dificultad para el paso de varios cables.

La señal procedente de las antenas puede ser procesada por diversos dispositivos, entre los más usados están: central programable, amplificadores de banda ancha y amplificadores monocanal. Todos estos tienen la función de compensar las pérdidas que exista en el trayecto, desde la antena hasta el punto de toma, causadas por los filtros, mezcladores, derivadores o el propio cable. La salida de estos dispositivos es un cable coaxial que baja a través de la canalización principal hasta cada planta, en las cámaras secundarias donde la señal se bifurca mediante derivadores hasta el punto de toma de cada vivienda, por medio de la canalización secundaria [32].

Las redes fijas en las edificaciones son implementadas de dos formas, por medio de sistemas superficiales o superpuestos, en los cuales los cables son instalados sobre las paredes, y los sistemas empotrados que consisten en el paso de cables por medio de ductos o tubos colocados en el interior de las paredes, pisos o techos falsos.

La red pública se interconecta con la red interna por medio de la caja de distribución principal. El sistema de distribución del cableado de la red interna desde la caja de distribución principal hasta el punto de toma del usuario se puede realizar de tres formas diferentes:

1. Para edificaciones de una o dos plantas o cuando el número de dispositivos a instalarse no amerite el uso de regletas de interconexión se utiliza el sistema de distribución directa, que consiste en llevar los cables desde la caja de distribución principal

directamente hasta cada suscriptor. La ventaja de este sistema es que es simple y se reducen los puntos de falla.

2. En el sistema de distribución radial simple, los abonados se conectan a la caja de distribución principal a través de una caja de distribución final. El uso de este sistema se justifica cuando los puntos de toma, en los diferentes pisos del edificio, se presentan en cierta cantidad y pueden enrutarse por un camino común, a las cajas de distribución final en cada piso y luego a la caja de distribución principal. La ventaja de este sistema es que las secciones de la red pueden ampliarse de forma independiente, lo que facilita la operación y mantenimiento de la red, ya que es posible desconectar y efectuar mediciones en las regletas de interconexión, posibilitando así la localización de averías.
3. Cuando el área de una planta y el número de puntos de toma es muy grande, es necesario el uso de cajas de distribución intermedias en cada piso entre la caja de distribución principal y las cajas de distribución final. Este sistema es el más flexible de los tres, puesto que se facilita la distribución a los diferentes puntos de toma. Asimismo es el más conveniente al momento de realizar labores de operación y mantenimiento [33].

### **2.3 Normativa y Regulación.**

En el Ecuador, se estima que alrededor del 70% de construcciones son de carácter informal y, por tanto, no cuentan con los lineamientos básicos que establece la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). A partir del Decreto Ejecutivo No. 705 del 24 de marzo del 2011, se conforma el Comité Ejecutivo de la NEC, en el cual participan una serie de instituciones sociales comprometidas en el control, seguimiento y construcción de inmuebles seguros y de calidad [34].

En este comité intervienen la Cámara de la Industria de la Construcción (CAMICON), el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), la Asociación de



Municipalidades Ecuatorianas (AME), Facultades de Ingeniería Civil de universidades y escuelas politécnicas, entre otros.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), recoge una serie de normas de cumplimiento obligatorio a nivel nacional, asimismo define principios básicos para el diseño sismo-resistente de las estructuras, establece parámetros de seguridad y calidad de las edificaciones, y mejora los mecanismos de control y mantenimiento en los procesos constructivos.

### **2.3.1 Antecedentes y Justificación.**

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda – MIDUVI se encuentra a la fecha, realizando la revisión de los capítulos que se integrarán a la NEC, cuya estructura se fundamenta en tres ejes principales: Habitabilidad y Salud, Seguridad Estructural, y Servicios Básicos, los mismos que se acogerán bajo un marco legal común denominado “Administración y Cumplimiento”.

En cooperación inter-ministerial se prevé incluir, dentro del eje principal Servicios Básicos, el Capítulo de Telecomunicaciones (NEC-SB-TE) que deberá establecer las directrices y lineamientos para diseño, ejecución y control de redes de servicios de telecomunicaciones en edificaciones. En razón de lo expuesto, el Ministerio de Telecomunicaciones - MINTEL debe establecer los procesos de diseño, dimensionamiento, ejecución, mantenimiento y uso para la distribución de redes de telecomunicaciones desde la acometida domiciliar de las instalaciones hasta su distribución interior en las edificaciones y acceso a los recintos de usuarios final.

A través de la implementación de políticas y estrategias gubernamentales en materia de conectividad y prestación de servicios de telecomunicaciones, se incrementaron los índices de penetración del servicio de Internet. A Diciembre/2013, se contaba con 1'070.842 de abonados banda ancha, según detalla el MINTEL en la publicación “De la Evolución a la Revolución: Plan Nacional de Banda Ancha, Servicio Móvil Avanzado (SMA), Televisión Digital Terrestre” (MINTEL, 2014) [35]. No

obstante, existe un gran potencial para el aumento de usuarios Internet. Lo que requiere de un marco regulatorio que ayude a que los usuarios puedan acceder a más servicios de telecomunicaciones y de mejor calidad, y que promueva la libre competencia entre los proveedores frente al usuario final.

Si bien es cierto en este ámbito la Resolución 163-06-CONATEL-2009 (CONATEL, 2009) establece el Reglamento sobre el acceso y uso compartido de infraestructura física [1], para efectos del mismo, la red de acceso no será considerada como infraestructura física sujeta a acceso y uso compartido, tampoco se considerará a la red de transporte ni los elementos del head end, conmutación, red troncal, hubs, red de abonado, red de distribución, red de conectividad de SAVS, u otros elementos susceptibles de tráfico. Sin embargo, La Ley Orgánica de Telecomunicaciones en el artículo 68 se define como acceso, a la oferta de servicios o recursos de red para la prestación de servicios de radiodifusión y de telecomunicaciones, en condiciones transparentes, no discriminatorias y definidas, sujetos a la normativa que emita la ARCOTEL, la cual podría contener: el acceso a recursos, sistemas y elementos de redes; las tecnologías, protocolos o interfaces técnicas, imprescindibles para operar de las redes o servicios. Además el Reglamento General a la Ley Orgánica de Telecomunicaciones en el artículo 71 define “recursos de redes” como todos los elementos imprescindibles para que un operador provea de un servicio mediante la red de otro. En dicho artículo también se menciona que el acceso a los recursos de redes es obligatorio y que tendrá que efectuarse en cualquier parte de la red en la que sea técnicamente factible, asimismo, en su artículo 73 sobre la colocación dice que los operadores de redes públicas deberán permitir a terceros el uso de espacio que se les requiera para instalar sus equipos de acceso; y el uso de su infraestructura civil (postes, ductos, derechos de vía, pozos) dentro del punto de acceso, siempre que exista la factibilidad técnica [36].

Queda evidenciada la necesidad de contar con un marco regulatorio, cuyo ámbito de aplicación sea el último tramo de las redes de acceso, es decir, el tramo del bucle de abonado o última milla, que se despliega en el interior de las edificaciones del usuario final. La necesidad de dicha normativa toma mayor importancia no sólo para permitir el acceso de los usuarios a más servicios de telecomunicaciones y de mejor calidad, sino también para impulsar a los proveedores para que compitan frente al usuario final.

La utilización de las ICT es una tendencia que va en aumento en Iberoamérica, con la premisa de ayudar a disminuir la brecha digital en nuestros países. Según la Red iberoamericana para Disminución de la Brecha Digital de población vulnerable a través de estrategias de Contenidos multiculturales (REDUCE), Ecuador ocupa el puesto 12 en la región (81 a nivel mundial), con el mayor porcentaje de hogares con acceso a internet (Sprocka, Gallegos, Álvarez, Arteaga, & Collazos, 2013).

La instalación de una ICT para el acceso a los servicios de telecomunicaciones en el interior de casas y edificios, supone un paso adelante muy importante al facilitar la incorporación a las viviendas, sobre todo las de nueva construcción o las que se remodelen, de las nuevas tecnologías a través de estas infraestructuras de calidad de forma económica y transparente para los usuarios, con el fin de brindarles un mejor acceso a los nuevos y actuales servicios de telecomunicaciones

El objetivo de normar la construcción de nuevas edificaciones y/o adecuación de las existentes, referente a la infraestructura de servicios básicos de telecomunicaciones, prevé incorporar las TIC a los hogares, impulsar y favorecer la digitalización de hogares e incorporar las telecomunicaciones a los edificios y a sus comunidades de vecinos, que hoy en día, muchas veces se ven limitados o perjudicados al acceso libre, efectivo y de calidad de los hoy llamados servicios básicos de telecomunicaciones.

### **2.3.2 Regulación de servicios de telecomunicaciones.**

La regulación de las telecomunicaciones se vuelve cada vez más compleja, por el desarrollo que involucra diversos medios como telefonía, ondas de radio, fibra óptica, entre otros. Cada una de estas herramientas tiene una regulación distinta. A nivel internacional, esta regulación es llevada a cabo por la Unión Internacional de Telecomunicaciones. En Ecuador es competencia de la ARCOTEL, la administración, regulación y control de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico y su gestión; así como de los aspectos técnicos, de la gestión de medios de comunicación social que usen frecuencias del espectro radioeléctrico o que instalen y operen redes.

En el artículo 316 de la Constitución de la República del Ecuador (2008) se establece que “el Estado podrá delegar la participación en los sectores estratégicos (que incluye al sector de las telecomunicaciones) y servicios públicos a empresas mixtas en las cuales tenga una mayoría en acciones”, restringiendo hasta cierto punto la participación del sector privado. El citado artículo, según la interpretación que se le dé, podría restringir el acceso a la infraestructura, de propiedad estatal existente, que se busca con la liberación del mercado de telecomunicaciones, cuyo objetivo es de impulsar el desarrollo de nuevos servicios de comunicación.

### **2.3.3 Regulación de Infraestructura de telecomunicaciones.**

El 13 de mayo de 2009 surge la resolución del CONATEL 163, mediante el Registro Oficial 589, la cual decide expedir el reglamento sobre el acceso y uso compartido de la infraestructura física con el objetivo de incentivar la sana y leal competencia e impulsar el aumento sistemático de las infraestructuras de uso público necesarias para la provisión de servicios, con el fin de disminuir el impacto negativo en el paisaje urbanístico e impulsar, de esta manera, el racional uso del espacio público, favoreciendo la disminución de costos sociales y económicos que ocasiona la repetición de redes en el territorio nacional.

Es considerada infraestructura física, toda obra civil o construcción física que facilite la instalación de equipamiento y elementos indispensables para la provisión de servicios de telecomunicaciones. No se considerará a la red de transporte ni los elementos del head end, conmutación, red troncal, hubs, red de abonado, red de distribución u otros elementos susceptibles de tráfico.

La resolución trata acerca del derecho de todo operador de red con título habilitante al acceso y uso compartido de la infraestructura física, el cual será obligatorio en las infraestructuras calificadas por el ARCOTEL (ex CONATEL) como Infraestructuras físicas de compartición obligatoria, en virtud del interés general o para fomentar la competencia efectiva. Sin embargo el acceso y uso compartido no será obligatorio siempre y cuando hayan circunstancias técnicas demostradas debidamente, que impidan dicho uso y acceso, o cuando signifique un riesgo real y objetivo para la infraestructura física.

El establecimiento del acceso y uso compartido y su retribución se puede realizar por mutuo acuerdo suscrito entre el propietario de la infraestructura física y un operador de red, o en su defecto, por disposición emitida por el ARCOTEL (ex SENATEL) cuando no hubiese acuerdo entre las partes dentro de un plazo establecido [1].

#### **2.3.4 Normativa Ecuatoriana de Construcción.**

La NEC, impulsada por la Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos del MIDUVI, se encarga principalmente de actualizar el Código Ecuatoriano de la Construcción, el cual regula los procedimientos para el cumplimiento de las demandas esenciales de calidad y seguridad en toda clase de inmuebles como resultado de las características del proyecto, el mantenimiento, construcción, y uso; detallando procedimientos, objetivos, y parámetros basados en estos criterios: (i) mejorar los mecanismos de mantenimiento y control; (ii) formar parámetros aceptables de salud y seguridad; (iii) mejorar la eficiencia energética y disminuir el consumo de energía; (iv) establecer principios de montaje y diseño con niveles

mínimos de calidad; (v) definir obligaciones, responsabilidades y derechos de los actores involucrados (vi) Defender el cumplimiento de los principios básicos de habitabilidad.

Los requisitos definidos en la Norma ecuatoriana de la construcción serán de cumplimiento obligatorio en todo el país; por esta razón, todos los profesionales, instituciones y empresas privadas y públicas tienen el deber de acatar y hacer cumplir los requisitos definidos para cada capítulo contemplado [37].

## **CAPÍTULO 3**

### **3 INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES**

#### **3.1 Marco Teórico**

Se denomina infraestructura de telecomunicaciones al conjunto formado por redes de telecomunicaciones y los elementos de obra civil que la soportan. La infraestructura de telecomunicaciones puede ser de dominio público o de dominio privado.

Se conoce como infraestructura de telecomunicaciones de dominio público, a las redes de telecomunicaciones instaladas por los operadores y soportadas por los elementos de obra civil de las vías públicas, como canalizaciones subterráneas, cámaras, pozos, postes etc.

La infraestructura de telecomunicaciones de dominio privado también se denomina Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ICT) y está constituida por el conjunto de equipos, cables y medios técnicos que transportan los servicios de comunicaciones desde los puntos de interconexión de los diferentes servicios (radio y televisión, teléfono y comunicaciones de banda ancha) hasta los puntos de toma, en el interior de las viviendas. También comprende las canalizaciones por donde

discurren los cables y los armarios de distribución o cámaras en los que se instala el equipamiento técnico.

La infraestructura común de telecomunicaciones cumple con la función de captación y adaptación de señales digitales y analógicas, de televisión y radiodifusión sonora, para luego distribuirla hasta puntos de conexión ubicados en los diferentes locales o domicilios de las edificaciones. También distribuye las señales satelitales de televisión y de radiodifusión sonora hasta los puntos de conexión. Además se encarga de proveer acceso al servicio telefónico disponible al público y a los servicios de banda ancha, provistos por medio de redes públicas, a través de la infraestructura que sirva para la conectividad de los diferentes locales, domicilios, e instalaciones comunes o estancias de las edificaciones a las redes de los proveedores de servicios de telecomunicaciones. [38]

La infraestructura común de telecomunicaciones facilita una canalización conjunta normalizada para todos los servicios suministrados, y regula la obra civil en el interior de los edificios. De igual forma incluye la instalación eléctrica necesaria para dar soporte a los servicios suministrados.

### **3.1.1 Generalidades**

La legislación acerca de una infraestructura común de telecomunicaciones garantiza que un usuario pueda acceder a cualquier servicio y que un operador pueda ofrecer sus servicios a cualquier usuario. Además regula las relaciones entre copropietarios para instalar una ICT en el caso de viviendas ocupadas. Dentro de la legislación también se exige la elaboración de un proyecto técnico de ICT para obtener la licencia de obras o permiso de construcción, el cual es necesario para realizar obras de acondicionamiento interior, exterior y de nueva edificación. Asimismo, se define un ámbito de aplicación y se establece un régimen sancionador en casos de incumplimiento de las normas.

La norma de la ICT debe cumplir como mínimo las siguientes funciones:

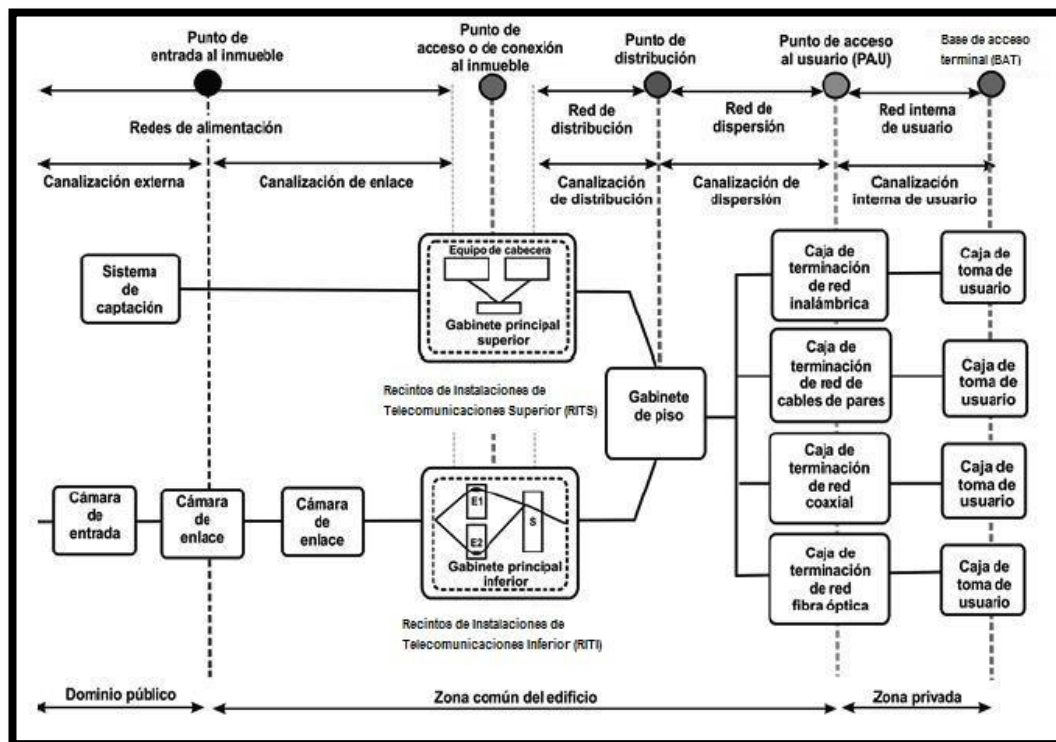


- Captar, procesar y distribuir Radio y Televisión Terrestre.
- Distribuir radio y televisión por satélite
- Acceso al servicio de telefonía fija.
- Proporcionar acceso a los servicios de internet y televisión por cable.

En la legislación de ICT se incluyen detalles, especificaciones, parámetros y dimensionamiento mínimo que se debe cumplir al implementar una infraestructura común de telecomunicaciones, adicionalmente, se exige la presencia de un proyecto técnico que detalle componentes, sus dimensiones y ubicación acorde a la norma ICT, un director de obra, quien revisa el proyecto y otorga un certificado de ICT, y un protocolo de pruebas que debe ser ejecutado al finalizar los trabajos de construcción. [39]

### **3.1.2 Definiciones y terminología**

Para poder establecer una normativa acerca de la infraestructura común de telecomunicaciones, es necesario definir ciertos términos técnicos, cuyos componentes principales se ilustran en el siguiente gráfico:



**Figura 3.1 Esquema general de la Red interna de telecomunicaciones.**

*Adaptado del RITEL [40]*

A continuación se definen los términos técnicos acerca de los elementos de la red interna de telecomunicaciones:

**Punto de acceso al usuario (PAU):** Es el punto en donde se efectúa el enlace entre las redes interiores de cada usuario de la ICT del inmueble con la red de dispersión. Está ubicado al interior de las cajas de terminación de red.

**Punto de distribución:** Es el punto en donde se efectúa el enlace entre las redes de dispersión de la ICT del inmueble y la red de distribución. Usualmente se ubica al interior de las cámaras secundarias.

**Punto de interconexión o de terminación de red:** Es el punto en donde se efectúa la unión entre la red de distribución de la ICT del inmueble con

las redes de alimentación de los diferentes operadores. Está ubicado al interior de los recintos de instalaciones de telecomunicaciones.

**Base de acceso terminal (BAT):** Es el lugar donde los equipos terminales se conectan. Se ubica en el interior de las cajas de toma.

**Red de Alimentación:** En el caso de operadores de cable, es el tramo que une los cableados urbanos de distribución de los distintos servicios con el punto de interconexión en el interior del inmueble; y en el caso de señales radioeléctricas, es el tramo que une las antenas con el equipo de cabecera.

**Cámara de entrada:** Forma parte de la red de alimentación. Es la que permite el enlace entre las redes urbanas de diferentes operadores con la ICT del inmueble. Está ubicada en la parte externa del inmueble y a ella confluyen, por un lado, la canalización externa de la ICT del inmueble, y por otro, las canalizaciones de los diferentes operadores. La construcción de la misma es responsabilidad del propietario del inmueble.

**Canalización externa:** Es el tramo de conductos de la red de alimentación entre la cámara de entrada y el punto de entrada al edificio. Discurren por la zona exterior del inmueble y su construcción es responsabilidad del propietario del inmueble.

**Punto de entrada general:** Es el lugar en el que la red de alimentación se introduce en el inmueble. Existirá un punto de enlace en la parte inferior del inmueble y otro en la parte superior.

**Cámara de Enlace:** Es el que se coloca en el punto de entrada general dentro del edificio para facilitar la maniobrabilidad de los conductores. Puede que exista o no.

**Canalización de enlace:** Es el tramo de conductos de la red de alimentación que unen el punto de entrada al inmueble con la cámara principal. Para el caso de inmuebles de viviendas, y teniendo en cuenta los servicios que soporta y el punto por el cual accede al inmueble, se define de la siguiente manera:

- a) Para el ingreso a la edificación por la parte de arriba, se encarga de soportar los cables que vienen desde cada sistema de captación hasta el RITS o RITM si es el caso, entrando en el inmueble mediante el correspondiente elemento pasamuro o punto de entrada general.
- b) Para el ingreso por la parte inferior a la edificación, se encarga de soportar los cables de las redes de alimentación que van desde el punto de entrada general hasta la cámara principal ubicada en el RITI o RITM si es el caso.
- c) Para el caso de conjuntos de viviendas unifamiliares, se encarga de soportar los cables de la red de alimentación de los diversos servicios desde el punto de entrada general hasta la cámara principal, y desde cada sistema captador de señales hasta el pasamuro, ubicado en el RITU.

**Cámara principal:** Es la que contiene el punto de interconexión de los distintos operadores con los abonados. Se encontrará en el interior de los recintos interiores de telecomunicaciones.

**Elementos de Cabecera:** Es el conjunto de equipos de tratamiento de las señales radioeléctricas de las antenas.

**Recintos de Instalaciones de Telecomunicaciones:** Son los distintos tipos de recintos donde se ubican los puntos de interconexión o cámaras principales para los accesos por cable, o los equipos de cabecera para los accesos por las antenas. Se definen los cuatro tipos de recinto:

**Superior (RITS):** Es la sala o el local donde se ubica el equipamiento de cabecera, que son los elementos necesarios para proveer servicios de audio y video satelital o terrestre y, en el caso que fuera necesario, elementos de los servicios internet inalámbrico y de otros posibles servicios. De esta partirá la red de distribución por la ICT del inmueble.

**Inferior (RITI):** Es la sala o el local donde se instalan las cámaras principales de los distintos operadores de televisión por cable, telefonía

fija e internet, y los elementos que se usan para proveer estos servicios. De igual forma, desde este recinto parte la canalización principal de la ICT del inmueble. Si la red de distribución consta de 30 pares o menos, puede contener el punto de distribución directamente. Para los servicios de internet y televisión por cable, las cámaras principales son las cajas que soportan los elementos que constituyen el punto de interconexión entre la red de distribución del inmueble y la red de alimentación.

**Modular (RITM):** Para los edificios de hasta cuarenta y cinco PAU y para los conjuntos de viviendas unifamiliares de hasta diez PAU, los RITI, RITS y RITU podrán ser implementados por medio de armarios modulares no propagadores de llama.

**Único (RITU):** Para el caso de conjuntos inmobiliarios o edificios de hasta tres plantas y planta baja y con un máximo de diez PAU y para conjuntos de viviendas unifamiliares, es posible implementar un RITU, que acumule la funcionalidad del RITI y RITS.

**Red de Distribución:** Es el tramo de la instalación que une los recintos de las instalaciones de telecomunicaciones con las redes de dispersión.

**Canalización principal:** Son las canalizaciones o tubos que contienen la red de distribución, conectan el RITS con el RITI y con las cámaras secundarias. Podrán estar formadas por tuberías, canales o galerías.

**Red de Dispersión:** Es cada uno de los tramos que unen la red de distribución con los puntos de acceso al usuario.

**Cámara secundaria:** Pertenece a la red de dispersión y es el punto de donde parte la canalización secundaria. En ella se puede emplazar material auxiliar de la instalación.

**Canalización secundaria:** Red de tubos y canalizaciones que soportan la red de dispersión del inmueble. Une la cámara secundaria con la caja de terminación de red, y en ocasiones con alguna caja de paso si fuera necesario.

**Red interior de usuario:** Se encarga de la distribución de las señales de los diversos servicios en el interior de cada local o domicilio, desde los PAU.

**Cajas de terminación de red:** Son elementos que conectan las canalizaciones interiores de usuario con las canalizaciones secundarias. Estas cajas contienen los correspondientes PAU; en el caso de RDSI, el PAU podrán ir superficial al lado de este registro. Estas cajas están alojadas en el interior del domicilio, local comercial u oficina, y según los acuerdos entre los operadores de los servicios con el cliente, los PAU podrían ser provistos por los mismos operadores.

**Punto de Acceso al Usuario (PAU):** Es el punto dentro de la vivienda, local u oficina, donde se establece el final de la red de dispersión y comienza la red interior.

**Canalización Interior:** Es la canalización que contiene a la red interior de usuario, y enlaza las cajas de toma con las cajas de terminación de red, o lo que es lo mismo los PAU con las bases de acceso terminal (BAT). En ella se intercalan las cajas de paso, las cuales permiten el tendido de los cables de usuario.

**Base de Acceso Terminal (BAT):** Es el mecanismo que sirve de toma de señal del servicio correspondiente, constituyendo el final de la red interior. Los conectores concretos son el tipo coaxial para video por suscripción y del tipo RJ-11 o RJ-12 para telefonía fija.

**Las cajas de toma:** Son las que contienen las BAT, o puntos de toma, que permiten a este realizar la conexión de los equipos terminales con la ICT, para poder tener acceso a los servicios. [39]

### **Captación**

Los elementos captadores de señal se encargan de recibir las señales de televisión y radiodifusión sonora que provienen de transmisiones satelitales y terrestres.

Los conjuntos captadores se componen de mástiles, antenas, torretas y sistemas de sujeción, para recibir señales de televisión y radiodifusión sonora satelital o terrestre. También forman parte de los conjuntos captadores, los elementos pasivos o activos que adecuan las señales antes de ser recibidas por los equipos de cabecera. [38]

### **Adaptación**

Normalmente, la señal captada por una antena no tiene los niveles mínimos exigidos para que se distribuya hacia los diferentes puntos de toma, por lo que es necesario que las señales captadas sean adaptadas mediante filtros y amplificadores, para que puedan ser distribuidas.

La etapa de adaptación de las señales es realizada por el equipamiento de cabecera, cuya función principal es amplificar y procesar la señal, además de eliminar las posibles distorsiones que puedan acompañarla para adaptar los niveles de tensión.

El equipamiento de cabecera comprende el conjunto de elementos activos y pasivos que reciben las señales de los diversos conjuntos captadores de televisión y radiodifusión sonora, y las adecuan para ser distribuidas al usuario de acuerdo a la cantidad y calidad deseadas; es decir, entrega a la red de distribución el conjunto de señales. [41]

El equipo de cabecera es el núcleo de la instalación y está constituido por la casi totalidad de los dispositivos que componen la instalación:

- Amplificadores
- Mezcladores
- Filtros
- Atenuadores
- Ecuilibradores
- Separadores
- Conversores

## **Distribución**

La etapa de distribución de señales comprende la red de elementos desde los puntos de toma hasta el equipamiento de cabecera. Esta red se divide en tres tramos, red interior, red de dispersión y la red de distribución, con dos puntos de referencia llamados punto de toma y PAU.

La red de dispersión es el tramo de la red que une la red interior de usuario con la de distribución. Comienza con los PAU y finaliza en los derivadores.

La red interior de usuario es el segmento que enlaza la red de dispersión con el PAU, y facilita la distribución de señales dentro de los locales o viviendas de los usuarios con una configuración tipo estrella desde el PAU hasta los puntos de toma.

El PAU es el primer elemento de la red interior de usuario, y su función es delimitar responsabilidades en cuanto al origen, localización y reparación de daños. El PAU está ubicada en el interior de las viviendas y permite al usuario la elección del cable de la red de dispersión que escoja.

El BAT o punto de toma es el elemento que permite a los equipos terminales del usuario, conectarse a la red, para tener acceso a los diversos servicios. [38]

## **3.2 Normativas Internacionales – Análisis Comparativo.**

### **3.2.1 Estados Unidos**

Desde 1970 EE.UU posee una normativa técnica conocida como la NFPA 70 o NEC que regula la construcción de redes internas de telecomunicaciones. Esta normativa la desarrolló la NPFA, y esta incluye los aspectos técnicos que deben ser considerados en la instalación de redes internas de comunicaciones y de redes eléctricas (redes de distribución, redes internas y redes de transmisión).

A partir de la publicación de esta norma, se han hecho varias actualizaciones, siendo la última la del año 2014.



El octavo capítulo de la NFPA 70 indica especificaciones de los “sistemas de comunicaciones”, tratando el tema de las comunicaciones por circuitos y su equipamiento. Este código regula las comunicaciones de audio, voz, datos, video, y servicios interactivos transmitidos a través de fibra óptica o cable de cobre, también se incluye a los equipos terminales y a los sistemas como el PLC.

Debido a que el octavo capítulo del NEC es un Código Eléctrico, se asegura de que exista compatibilidad entre las redes de comunicaciones y las redes eléctricas al interior de las edificaciones.

En esta norma se define a los equipos de comunicaciones como el equipamiento electrónico que efectúa labores como la transmisión de video, voz, datos, audio y servicios interactivos, además de realizar las funciones propias de los equipos, es decir, transformación de corriente, rectificación y el equipamiento de apoyo técnico, como por ejemplo las computadoras.

De la misma forma, la normativa regula el ancho de los cables y su tipo, fibra o cables de cobre que se instalan en la parte interna de las edificaciones, así como la longitud permitida entre ellos. Además, tiene la función de indicar el tipo de obra civil o infraestructura de soporte que se debe implementar para la red interna de comunicaciones.

### **Equipos para televisión y radio**

En el octavo capítulo de la NFPA 70 hay un sub capítulo que habla sobre los sistemas de antenas para televisión y radio, las antenas comunitarias y antenas de tipo barra vertical, alambre – encadenado y antenas parabólicas. Asimismo, se especifica acerca de la conexión a estos elementos. En este capítulo también se indica que los conductores y las antenas tienen que ser de cobre duro según las especificaciones de la Sección 5 del Anexo, aleación de aluminio, bronce, revestido de acero, cobre o algún otro material altamente resistente que soporte la corrosión. Además se regulan los elementos de seguridad que soportan a las antenas exteriores.

En los capítulos anteriores de la NFPA 70 se especifica que todos los soportes de antenas deben tener sistemas de conexión a tierra y también sistemas pararrayos.

Además el NEC define al cable coaxial y regula la distribución de señales de radiofrecuencia por cable coaxial usados para sistemas de televisión por cable comunitarios.

Es importante destacar que la NFPA 70 establece los puntos de entrada o lugares de acceso para los sistemas de comunicaciones (servicios de datos, voz, servicios interactivos y televisión) a la parte interna de las edificaciones, indicando las especificaciones a seguir, justamente para evitar que los cables se dispersen en gran manera en el interior de las edificaciones. Asimismo, aparte de indicar las características técnicas de las fibras y los cables de cobre, regula la manera en que estos se instalan en el interior de las edificaciones y las normas técnicas que se deben seguir.

En el NEC se señalan las características de los cables coaxiales permitidos para los sistemas de televisión, entre ellos: CATVR, CATVP, CATVX y CATV.

### **Sistemas de banda ancha**

En el NEC existe un sub capítulo que habla sobre las redes de banda ancha al interior de las edificaciones que soporten servicios de audio, voz, datos, video, interactividad o cualquier combinación entre estos servicios. Inclusive en este sub capítulo se establecen los elementos típicos usados para configurar de un sistema de banda ancha, y se indica lo que incluye una configuración típica del sistema base. Adicionalmente establece que la fibra óptica y el cable coaxial son ideales para ser utilizados en sistemas de banda ancha.

En el NEC se establece que las redes de banda ancha tienen que instalarse de forma “profesional y ordenada” en el interior de las edificaciones, los cables instalados en las paredes y los techos deberán

apoyarse en la estructura del inmueble de tal forma que se protejan del desgaste usual del inmueble. Los cables deberán tener las protecciones y soportes ideales que aseguren su continuidad a lo largo del tiempo.

En la NPFA 70 también se establece que los cables de banda ancha de baja tensión (hasta 100 voltios) y media tensión (hasta 150 voltios) deberán estar situados en la parte externa del inmueble e ingresarán al mismo con cables tipo BLX o BLU para baja tensión y cables tipo BM, BMU o BMR cuando se trate de media tensión, se especifican las características de estos tipos de cables y de sus cables sustitutos, de la misma forma como se especifica para los cables de servicios de banda angosta y televisión.

Los cables de fibra y de cobre de banda ancha se ubicarán a una distancia no menor a 90 cm de puertas, ventanas, escaleras, balcones o lugares parecidos con el fin de evitar que se estorben las salidas de emergencia.

Los cables que enlacen varios inmuebles en un mismo condominio deberán ubicarse de forma segura, evitando interferir con otros cables y con elementos o soportes que aseguren su funcionamiento y estabilidad. Al interior de las edificaciones, los cables deberán sujetarse de tal forma que se encuentren distantes de otros conductores, según se especifica en este mismo Código. Los cables tienen que ser instalados de tal manera que no interfieran con otros sistemas cuando se realicen trabajos de mantenimiento y tampoco deben causar abrasión entre los diversos conductores.

El NEC regula los sistemas de protección ideales de los cables de banda ancha en el interior y en las zonas comunes de los inmuebles, para asegurar que los servicios que van por estos cables no se interrumpan por algún daño físico en el cable. Asimismo, se encarga de regular los mecanismos de instalación de equipos y cables para servicios de banda ancha en los inmuebles.

Finalmente, el octavo capítulo de este código dedica un apartado especial a las redes de fibra óptica para servicios de banda ancha. Indica que la fibra hasta el edificio o establecimiento, conocida en el NEC como FTTP (Fiber to The Premises), es el conjunto de cables de fibra óptica, subterráneos o aéreos, conductores o no conductores, que finalizan en un equipo terminal óptico ubicado en un sitio específico del edificio o establecimiento.

La ONT (terminal de red óptica) es un equipo activo que se encarga de convertir las señales ópticas en componentes de video, voz, señales inalámbricas, datos, o servicios interactivos.

En lo relacionado a su instalación, funcionamiento y protección, las redes FTTP se basan en las mismas normas que las otras redes de cable de cobre.

### **Inspección y vigilancia**

Se debe tomar en consideración que en EE.UU. las normativas técnicas, como la NFPA 70, son emitidas por entidades privadas o por industrias relacionadas con el campo de acción respectivo, a diferencia de España, Colombia y República Dominicana, es decir, el estado no toma mucha participación en la expedición de esta clase de normativas.

No obstante, el hecho de que estas normas sean expedidas por entidades privadas, no quiere decir que dejen de ser de cumplimiento obligatorio. Estas normativas en la práctica son recomendaciones, pero si hubiese una falla en la provisión del servicio de telecomunicaciones por parte del constructor del inmueble, este será responsable en caso de que no haya cumplido la respectiva normativa técnica.

Por esta razón, el Código indica que su cumplimiento será responsabilidad de las “autoridades con jurisdicción”, y establece que estas autoridades son “Una organización, oficina o persona responsable de hacer cumplir los requisitos de una norma o código, o responsables

para la aprobación de materiales, equipos, instalaciones o procedimientos”.

Asimismo, NFPA 70 establece que diferentes tipos de personas podrían actuar como “autoridades con jurisdicción”, dependiendo de cada aspecto en particular del Código. Por ejemplo, en temas de seguridad pública, la “autoridad con jurisdicción” podría ser del nivel estatal, federal o local, como las oficinas de protección de incendios o de bomberos, los inspectores eléctricos o los departamentos de salud.

A pesar de que los mecanismos de inspección y vigilancia en EE.UU frente a esta clase de normas difieren de los mecanismos establecidos en países como Colombia y España, en EE.UU la inobservancia o quebrantamiento de estos Códigos técnicos acarrear sanciones fuertes para los responsables de su incumplimiento en el momento en que se encuentren frente a un reclamo debido a en la prestación de un servicio de telecomunicaciones o en deficiencias en la construcción del inmueble. [42]

### 3.2.2 España

Desde el 27 de febrero de 1998 España cuenta con un Reglamento para ICT, a través de la expedición del Real Decreto Ley 1/1998, para el acceso a los servicios de telecomunicaciones a través de infraestructuras comunes en las edificaciones.

El objetivo de esta ley o decreto es instituir el régimen jurídico para las ICT de acceso a servicios dentro de las edificaciones y reconocer que los copropietarios en régimen de propiedad horizontal y arrendatarios tienen a instalar estas infraestructuras o adaptar las existentes y conectarse a ellas.

- **Real Decreto-Ley 1/1998, de 27 de febrero (BOE 28/02/1998)**

Según el Boletín Oficial del Estado, número 51, del 28 de febrero de 1998, se expidió el Real Decreto Ley 1/1998 [43], el cual garantiza el derecho de los usuarios a optar entre los diferentes servicios de

telecomunicaciones, a través de proveedores autorizados, que cuentan con las mismas oportunidades y derechos de acceso a los usuarios, los cuales son sus potenciales clientes. En el Real Decreto Ley 1/1998, se define a la infraestructura común de acceso a servicios de telecomunicaciones, como toda infraestructura que se instale o que exista en los edificios para cumplir al menos las funciones de captación, adaptación de señales de televisión satelital y terrestre y de radiodifusión sonora, y distribución hasta los puntos de conexión ubicados en los diferentes locales o domicilios del edificio.

En el ámbito de aplicación del Real Decreto Ley 1/1998, indica que todos los conjuntos inmobiliarios y edificios, de uso residencial o no, que estén acogidos, o deban acogerse al régimen de propiedad horizontal normado por la Ley 49/1960, y modificada por la ley 8/1999, y que tengan continuidad en la edificación deberán acatar las normas que se establecen en este decreto.

El Real Decreto Ley 1/1998, contempla un régimen sancionatorio, frente al incumplimiento por parte del promotor o constructor, de la obligación de instalación de las infraestructuras reguladas en este Real Decreto-ley en edificios de nueva construcción. [44]

- **Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (BOE 06/11/1999)**

Según el Boletín Oficial del Estado, número 266, del 6 de noviembre de 1999, se expidió la Ley 38/1999 [45], la cual modificó la definición del ámbito de aplicación del Real Decreto-ley 1/1998.

Además la Ley 38/1999, estableció como requisito básico de funcionalidad de todos los edificios y/o conjunto inmobiliario, el acceso a los servicios de información, audiovisuales y de telecomunicaciones, acorde a lo determinado en su normativa correspondiente.

- **Real Decreto 401/2003, de 4 de abril, Aplicable Transitoriamente (BOE 14/05/2003).**

El Boletín Oficial del Estado, número 115, del miércoles 14 de mayo del 2003, publicó el Real Decreto 401/2003 [46], a través del cual, se aprobó el Reglamento que regula las ICT para el acceso a los servicios de telecomunicaciones dentro de los edificios y la instalación de sistemas y equipos de telecomunicaciones.

El Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones será de aplicación normativa técnica en relación de los anexos descritos:

*Anexo I:* Trata sobre la captación, adaptación y distribución de las señales de televisión y radiodifusión sonora.

*Anexo II:* Tiene como finalidad permitir el acceso al servicio telefónico básico a los usuarios.

*Anexo III:* Tiene como objetivo permitir el acceso a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha.

*Anexo IV:* Trata sobre la de obra civil que soporta las ICT.

El reglamento establece que las redes de telecomunicaciones en el interior de las edificaciones, deberán contar con el correspondiente proyecto técnico, firmado por un ingeniero de telecomunicaciones o un ingeniero técnico de telecomunicaciones de la especialidad correspondiente. En el proyecto técnico, que debe ser aprobado por el colegio profesional correspondiente, se deberá describir en detalle todos los elementos que componen la instalación, su localización y sus dimensiones, mencionando las normas que están cumpliendo.

El reglamento, precisa que para garantizar la ejecución de la instalación, según el proyecto técnico, se presentará, en la Jefatura Provincial de Inspección de Telecomunicaciones, un boletín de instalación expedido por la empresa que haya efectuado la instalación; en todos los casos, se realizará un protocolo de pruebas firmado por la empresa instaladora y por el director de obra. A los efectos del presente reglamento, se considerara como empresas instaladoras de telecomunicaciones las

personas físicas o entidades que realicen la instalación o el mantenimiento de equipos o sistemas de telecomunicaciones.

- **Orden CTE/1296/2003, de 14 de mayo, Aplicable Transitoriamente (BOE 27/05/2005)**

El Boletín Oficial del Estado, número 126, del 27 de mayo del 2003, publicó la Orden CTE/1296/2003 [47], con el objeto de desarrollar el Reglamento regulador de las ICT, para el acceso a los servicios de telecomunicaciones dentro de las edificaciones y de la instalación de sistemas y equipos de telecomunicaciones, aprobado por el Real Decreto 401/2003.

En esta Orden se establece el contenido y la estructura del proyecto técnico que describa las infraestructuras comunes de telecomunicaciones a incluir en el interior de los edificios.

Asimismo, la Orden aprueba los modelos de Certificado y Boletín de fin de obra que garantizan, en beneficio de los usuarios, que la instalación se ha efectuado de acuerdo con el proyecto técnico y determina el protocolo de pruebas a que debe someterse la instalación para garantizar su calidad.

Además, se fijan la cualificación y los medios técnicos necesarios exigibles a quienes deseen acceder a la condición de instalador de telecomunicaciones por medio de su inscripción en el Registro de Instaladores de Telecomunicaciones que existe en la SETSI (Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información).

La estructura y contenido de los proyectos y certificados de ICT. (Ambos redactados y firmados por Ingenieros o Ingenieros Técnicos de Telecomunicaciones)

La definición de la complejidad de las instalaciones de ICT.

Un protocolo de pruebas que debe cumplir una ICT al final de su ejecución.



Para inmuebles de menos de 20 viviendas es suficiente el boletín del instalador, sin necesidad de ir acompañado del certificado firmado por el técnico (Director de Obra).

- **Ley 10/2005, de 14 de junio, de Medidas Urgentes para el impulso de la Televisión Digital Terrestre, de Liberalización de la Televisión por Cable y de Fomento del Pluralismo (BOE 15/06/2005).**

El Boletín Oficial del Estado, número 142, del 15 de junio del 2005, publico la LEY 10/2005, [48] contemplando medidas urgentes para impulsar el servicio de TDT, de la liberalización de la CATV y del fomento del pluralismo.

Esta ley aborda la modificación del apartado 2 del artículo 1 del Real Decreto-Ley 1/1998, acerca de la infraestructura común dentro de los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicaciones, incluyendo la captación y adaptación de señales de televisión terrestre tanto digital como analógica. Así mismo modifica del apartado 1 del artículo 3, indicando que el proyecto de ICT deberá ser firmado por un ingeniero y/o técnico de telecomunicaciones que certifique la obra.

- **Orden ICT/1077/2006, de 6 de abril (BOE 13/04/2006)**

El Boletín Oficial del Estado, número 88, del 13 de Abril del 2006, publicó la Orden ICT/1077/2006, [49] por la que se instituye el procedimiento para las instalaciones colectivas de televisión en el proceso de su adecuación para la recepción de la TDT y se cambian algunos aspectos técnicos y administrativos de las ICT dentro de los edificios.

- **Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo.**

Este reglamento, RD 346/2011, de 11 de marzo, actualiza el anterior RD 401/2003 para incluir la fibra óptica y los cables de par trenzado, además del cable coaxial y el tradicional par de cobre, entre las redes de acceso a los edificios, en línea con los objetivos de la Agencia Digital Europea.

Además, actualiza la normativa técnica de radio y TV para adecuarla al escenario TDT.

- **Orden ICT/1644/2011, de 10 de junio.**

El 16 de junio de 2011 se publicó en el BOE la Orden ITC 1644/2011 del 10 de junio, en la que se define el Reglamento regulador de las ICT para el acceso a los servicios de telecomunicaciones dentro de los edificios, el cual fue aprobado por el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo. Esta Orden tiene por objeto:

- a) Aprobar el contenido y la estructura del proyecto técnico necesario para la ejecución de las infraestructuras de las edificaciones incluidas en el ámbito de aplicación del Reglamento regulador de las ICTs para el acceso a los servicios de telecomunicaciones dentro de los edificios.
- b) Regular el procedimiento de intercambio de información y consulta, entre los proyectistas de la ICT y los operadores que desplieguen redes por la zona donde se va a construir la edificación.
- c) Establecer el procedimiento de comprobación del cumplimiento de los requisitos, por parte de las entidades que deseen prestar servicios de verificación de los proyectos técnicos de ICT.
- d) Establecer los criterios básicos de verificación de los proyectos técnicos a aplicar por las entidades que presten servicios de verificación.
- e) Establecer las obligaciones y requisitos del director de obra en una ICT.
- f) Establecer determinados modelos de acta de replanteo, de certificaciones de fin de obra y de protocolos de pruebas para distintos tipos de instalaciones, como comprobantes de su correcta ejecución y los casos en que se deben emplear.

g) Establecer el formato y contenido del manual de usuario de la instalación ejecutada.

La actualización del Reglamento tiene un marco normativo que incluye a las edificaciones nuevas de redes de alta velocidad (par trenzado UTP, cable coaxial y fibra óptica) para facilitar al usuario el acceso a los servicios de banda ancha. Asimismo facilita las funciones de Hogar Digital, entre otras mejoras en las telecomunicaciones de las oficinas, locales o domicilios.

En el ámbito técnico, el reglamento dispone de los siguientes anexos:

ANEXO I: Normativa técnica de ICT para la captación, adaptación y distribución de señales de televisión y radio satelital y terrestre. Indica que está compuesta por los elementos siguientes:

- Conjunto de elementos para captar señales (torres, mástiles, antenas).
- Equipamiento de cabecera (entregan las señales a la red de distribución, en la cantidad y calidad requeridas).
- Red (Distribuyen las señales desde el equipamiento de cabecera hasta los puntos de toma. La red se conforma por el punto de acceso al usuario, la red interior de usuario, la red de dispersión y la red de distribución).

La normativa indica las dimensiones mínimas de la ICT; las características técnicas de la red (bandas de frecuencia, pérdida de retorno y parámetros de impedancia), del equipamiento de cabecera, de los elementos de captación; los niveles de calidad para los servicios de televisión y radiodifusión sonora (respuesta amplitud/frecuencia en canal para las señales, relación de intermodulación, respuesta amplitud/frecuencia en banda de la red, relación portadora/interferencia, ecos, nivel de la señal, entre otros aspectos); y las características técnicas de los cables (tipos de cable dependiendo de la frecuencia).

ANEXO II: Normativa técnica de ICT para el acceso al servicio telefónico y de banda ancha disponible al público.

Este anexo indica que la red interna del edificio está compuesta por el conjunto de equipos activos, elementos de conexión y conductores, necesarios para conectar las BAT a la red exterior de alimentación. Esta red se divide en:

- Red interior de usuario
- Red de dispersión
- Red de distribución
- Red de alimentación

Los elementos de conexión, usados como puntos de terminación o unión de los tramos anteriores de red están compuestos por:

- Punto de terminación de red o punto de interconexión. Enlaza la red de distribución de la ICT con las redes de alimentación de los operadores del servicio, con el objetivo de delimitar las responsabilidades en lo relacionado al mantenimiento, entre el propietario de la edificación y el operador del servicio.
- Punto de distribución. Se encarga de unir la red de dispersión con la red de distribución (en ocasiones, la de dispersión con la de alimentación) de la ICT del edificio.
- El PAU se encarga de unir la red interior de usuario con la red de dispersión de la ICT del inmueble.
- La BAT se encarga de unir la red interior de usuario con cada uno de los terminales telefónicos y de banda ancha.

Además, este Anexo establece la norma técnica para:

- Las características de los conjuntos de vivienda unifamiliares.

- El dimensionamiento mínimo y diseño de la red (dimensionamiento mínimo de la red interior de usuario, dispersión, distribución, de alimentación, y previsión de la demanda).
- Los requisitos eléctricos (de la red de telefonía de usuario, de los elementos de conexión y de los cables).
- Los materiales que se utilizan en la ICT de banda ancha y de telefonía (BAT, regletas de conexión y tipos de cable,).
- La compatibilidad electromagnética (descargas atmosféricas, interconexión equipotencial y apantallamiento, cableados y accesos, y coexistencia de una RDSI con otros servicios).
- Incluye sistemas de fibra óptica y de cable coaxial para banda ancha al hogar como parte de las ICT. Asimismo, indica previsiones de demanda y dimensionamiento de redes para tecnologías de acceso basadas en redes de fibra óptica, cables coaxiales y de par de cobre.
- La ICT para el acceso al servicio telefónico disponible al público por medio de una RDSI.

ANEXO III: Especificaciones técnicas mínimas de los edificios en cuanto a telecomunicaciones.

Este Anexo establece los requisitos técnicos mínimos que deberán cumplir los recintos, las canalizaciones, y los elementos complementarios que contengan la ICT para permitir su despliegue, reparación y mantenimiento, con el objetivo de que los usuarios accedan a los servicios de banda ancha, telefonía, televisión y radiodifusión sonora.

Este anexo establece las características técnicas para el funcionamiento de:

- La canalización externa.
- La cámara de entrada.

- La canalización de enlace.
- El punto de entrada general.
- La canalización secundaria.
- La canalización principal.
- Los recintos de instalaciones de telecomunicaciones.
- La canalización interior de usuario.
- Cajas de terminación de red y de toma.
- Cámaras principales, secundarias y de paso.
- Puestas a tierra para compatibilidad electromagnética.
- Los materiales para la cámara de acceso, la cámara de entrada, armarios, conductos, cámara principal, cámaras secundarias y cámaras de enlace.
- Requisitos de seguridad entre instalaciones.
- Interconexiones equipotenciales y apantallamiento.

En este Anexo se detallan las dimensiones en milímetros de los PAU, el diámetro de los cables y los tubos para la canalización, el número de conductos por PAU, las dimensiones y características de construcción de los recintos de instalaciones de telecomunicaciones, entre otros.

En caso de incumplir esta norma se iniciará un proceso investigativo, y si existe violación al Reglamento de las ICT, se considera como una falta grave al ordenamiento de las comunicaciones electrónicas en España lo cual acarrea una sanción del Ministerio de Industrias Turismo y Comercio, de hasta 500.000 euros y la obligación de adecuar la construcción de la red interna al reglamento de las ICT. [42]

### **3.2.3 República Dominicana**

El organismo regulador en materia de Telecomunicaciones en República Dominicana INDOTEL, expidió el 30 de julio de 2004 el Reglamento

sobre el uso e instalación de ICT en edificaciones de copropiedad, mediante Resolución No. 151-04, del Consejo Directivo.

Este Reglamento se divide en 3 capítulos y en 3 anexos. El capítulo 1 se llama Generalidades y contiene el alcance, definiciones, objetivos, autoridad, facultades y obligaciones de los propietarios de la edificación y de los operadores de servicios de telecomunicaciones. Este capítulo también trata sobre la construcción de una infraestructura común de telecomunicaciones en inmuebles de copropiedad.

El segundo capítulo define las normativas técnicas y hace referencia a los anexos, normativas del INDOTEL y recomendaciones del Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores (CODIA). El tercer capítulo trata acerca de las disposiciones finales como la homologación de equipos, ejecución del reglamento, la Intervención del INDOTEL, y el régimen sancionador en caso de incumplirse las disposiciones y la responsabilidad civil, administrativa o penal.

El reglamento contiene tres anexos:

ANEXO I – Normativa técnica de ICT para el acceso al servicio público telefónico.

Este Anexo establece las características técnicas que deberá acatar la ICT con el fin de permitir el acceso al servicio público de telefonía. Esta norma se utilizará conjuntamente con las especificaciones técnicas mínimas del inmueble en materia de telecomunicaciones (anexo III), que menciona los requisitos que deberán cumplir los recintos, conductos y demás elementos que soportan la ICT.

Este anexo incluye definiciones técnicas de las redes de alimentación, distribución, dispersión y red interior de usuario, así como los puntos de unión de cada una de estas etapas.

En cuanto al diseño y dimensionamiento mínimo de la red se establecen ciertas condiciones a cumplir, como la provisión de la demanda, es decir

realizar una evaluación de las necesidades telefónicas de los usuarios, contabilizar locales comerciales, viviendas u oficinas en una edificación, y su dimensión. El diseño, dimensionamiento e instalación de la red de alimentación es responsabilidad del prestador de servicio público de telefonía. Para el dimensionamiento de la red de distribución se toma en cuenta el número de plantas de la edificación y la cantidad de canalización vertical disponible en la edificación. En la red de dispersión se deberá instalar cables de acometida interior que satisfagan la demanda prevista, y se deberá conectar al terminal correspondiente de la regleta del punto de distribución. Esta conexión se efectúa correlativamente de arriba hacia abajo de siguiendo el orden de distribución de los domicilios. Finalmente se establecen directrices para el dimensionamiento mínimo de la red interior de usuario como el número de BAT en una vivienda u oficina dependiendo del número de cuartos que posea la misma.

Se establece además ciertas particularidades para los conjuntos de viviendas unifamiliares o urbanizaciones como la capacidad máxima de los cables de distribución, número de puntos de distribución RITU y mínimo de cables de acometida por vivienda.

Acerca de los materiales se especifican las características de los cables en la red de distribución, dispersión y para el caso de viviendas unifamiliares. Asimismo se mencionan las características de las regletas de conexión y las bases de acceso terminal.

ANEXO II - Normativa técnica de ICT para el acceso a los servicios de difusión por cable.

Este Anexo establece las características técnicas mínimas que tendrá que cumplir la ICT que proporciona el acceso a los servicios de difusión por cable. Esta normativa se utilizará conjuntamente con las especificaciones técnicas mínimas de los inmuebles en lo relacionado a telecomunicaciones (anexo III), en el cual se establecen los requisitos



que deberán cumplir los recintos, conductos, y elementos complementarios que conforman la ICT.

Este anexo también incluye definiciones técnicas de las redes de alimentación, distribución, dispersión y red interior de usuario, así como los puntos de unión de cada una de estas etapas.

En cuanto al diseño y dimensionamiento mínimo de la red se da la opción de no incluir inicialmente el cableado de la red de distribución, pero en caso de ser incluido en el diseño y dimensionamiento se deberá tomar en consideración que desde el distribuidor de cada operador, situado en la cámara principal, partirá un cable para cada usuario que requiera acceso a los servicios prestados por dicho proveedor (distribución en estrella). También se menciona los factores a tener en cuenta para dimensionar la cantidad de puntos de toma a instalar.

En la sección de los materiales se especifican las características de los cables en la red de distribución, que deben ser al menos de calibre RG-6 y debe rotularse en ambos extremos para ser identificados con facilidad. La red de distribución podría ser exterior, para el caso de viviendas unifamiliares; en estas circunstancias, se debe usar cable coaxial de al menos categoría RG-6 y con mensajero, con el objetivo de asegurar la menor cantidad de daños. En ambos casos, los cables tendrán que terminar en conectores “macho” tipo “F” y las BAT deben contar con conectores hembra tipo “F”.

ANEXO III – Especificaciones técnicas mínimas de los edificios en materia de Telecomunicaciones.

El Anexo III establece los requisitos técnicos mínimos que deberán cumplir los recintos, conductos y elementos complementarios que soporte la ICT para permitir su despliegue, reparación y mantenimiento, facilitando así que los usuarios finales tengan acceso a los servicios de difusión por cable y de telefonía.

Estas especificaciones técnicas la deberán cumplir todos los conjuntos inmobiliarios y edificios en los que haya continuidad en la edificación, que sean de nueva construcción, de uso residencial o no, y que estén acogidos, o deban acogerse, a la ley de condominios de la República Dominicana y a las edificaciones que, en parte o en todo, sean o hayan sido objeto de arrendamiento por un plazo mayor a un (1) año, excepto los que alberguen un solo domicilio.

En este anexo también se definen las redes de alimentación, distribución, dispersión y red interior de usuario, divisiones de la red por zonas, recinto de instalaciones de telecomunicaciones, tipos de conductos y los puntos de unión de cada una de las etapas.

En cuanto al diseño y dimensionamiento, se recomiendan dimensiones mínimas y forma de la cámara de entrada, conducto externo y de enlace y punto de entrada general. Sobre los recintos de instalaciones de telecomunicaciones se menciona que deben tener espacios delimitados en planta para cada tipo de servicio de telecomunicación y que deben estar equipados con un sistema de canales horizontales o escalerillas para el correcto tendido de los cables, además se indican las dimensiones del recinto de instalación de telecomunicaciones, ubicación del recinto, instalaciones eléctricas y luminarias. Asimismo se brindan especificaciones de las cámaras, conductos y canalizaciones principales y secundarias, cajas de paso y de finalización de red. En la red interior del usuario se mencionan características de conducto interior del usuario y de las cajas de toma.

Este reglamento se basa en gran parte en el Reglamento español de las ICT. [50]

#### **3.2.4 Colombia.**

La Comisión de regulación de Comunicaciones- CRC en representación de la República de Colombia expidió el 15 de julio de 2013 la Resolución 4262, en cumplimiento de la Ley 1450 de 2011, expedida por el Congreso

de la República. Esta resolución contiene el RITEL, el cual especifica las normas relacionadas al diseño, construcción e implementación de las redes internas de telecomunicaciones. El RITEL aplica a todos aquellos inmuebles que soliciten licencia o permiso de construcción como nueva obra desde el momento en que entre en vigencia y que estén bajo el régimen de propiedad horizontal o de copropiedad establecido en Colombia mediante la Ley 675 de 2001 o las normas que la modifiquen, sustituyan, o complementen. También aplica sobre los inmuebles que estén bajo el régimen de propiedad horizontal o de copropiedad que se hayan construido antes de que este reglamento entre en vigencia, frente a los cuales, la comunidad de propietarios tome la decisión bajo el reglamento previsto en la Ley 675 de 2001, previo estudio de factibilidad arquitectónica y técnica. De la misma manera aplica a los operadores de redes y servicios de telecomunicaciones, los proveedores de servicios de televisión, las comunidades de copropietarios de las edificaciones bajo el régimen de propiedad horizontal como se indica en la Ley 675 de 2001, las empresas constructoras de estas edificaciones, y a los comercializadores, distribuidores y fabricantes de los elementos usados en la construcción de las redes internas de telecomunicaciones de dichas edificaciones. El RITEL será revisado por la CRC cada tres (3) años como máximo, a partir de su vigencia, tomando en consideración las necesidades del mercado y los desarrollos tecnológicos que hubieren ocurrido.

El RITEL es un instrumento legal y técnico en Colombia, que asegura que los equipos, instalaciones y productos utilizados en las redes internas de telecomunicaciones garanticen la competencia libre y leal entre los operadores, y prevengan todo tipo de prácticas que puedan inducir a error al consumidor, debido a que este reglamento pretende que el consumidor pueda elegir de forma transparente y abierta su proveedor de servicios de telecomunicaciones. También garantiza la salud humana y el cuidado de la vida, puesto que los cables usados en la red interna de telecomunicaciones tendrán que ser de material ignífugo, de baja emisión

de humos y libre de halógenos. Asimismo contiene especificaciones que protegen al medio ambiente, puesto que este reglamento pretende disminuir la instalación de antenas en las terrazas de los inmuebles al recomendar la instalación de antenas comunales con lo cual se disminuye la contaminación visual.

Para cumplir dichos objetivos, el RITEL se fundamentó en los siguientes objetivos específicos: 1. Fijar una norma técnica relacionada al diseño e implementación de la red interna de telecomunicaciones para acceder a los diferentes servicios de telecomunicaciones y las características y requisitos para la infraestructura que soporta esta red interna. 2. Establecer las especificaciones técnicas que regulen la infraestructura que soporta la red interna dentro de las edificaciones para asegurar la suficiente capacidad que permita el acceso a los distintos servicios y el paso de las redes de los diferentes operadores. 3. Establecer el régimen de vigilancia, control e inspección que asegure el cumplimiento de las normativas técnicas de telecomunicaciones e infraestructura anexa para las edificaciones, incluidas en este reglamento. 4. Fijar un régimen de plazos de aplicación de la norma, autoridades competentes y régimen de transición.

La Resolución 4262 contiene un Anexo el cual está compuesto de 6 capítulos:

### **Capítulo I. Disposiciones generales**

En este capítulo se establece el objetivo y el campo de aplicación del reglamento, y se define la estructura de la red interna de telecomunicaciones. Asimismo, se fijan las obligaciones de los constructores de las edificaciones, de los operadores de redes y servicios de telecomunicaciones y de los proveedores de televisión satelital y por cable acerca de la red interna de telecomunicaciones.

En el numeral 3 del capítulo 1 se encuentran las definiciones de todos los elementos de la red interna de telecomunicaciones. Se indica de forma general que la Red Interna de Telecomunicaciones está formada por dos

salas de equipos, las cuales contienen el equipamiento de los prestadores de servicios de telecomunicaciones, según su red de acceso: en la sala inferior se conectan las redes de acceso alámbricas, mientras que en la sala superior se conectan las inalámbricas. Las señales de las salas de equipos se distribuyen hacia los gabinetes situados en los pisos del edificio, para luego ser dispersadas hacia los locales o domicilios de los usuarios.

## **Capítulo II. Normativa técnica para el acceso a servicios de telecomunicaciones a través de redes inalámbricas**

El capítulo II contiene las características técnicas que debe cumplir la red interna de telecomunicaciones de las edificaciones bajo el régimen de propiedad horizontal para el acceso a los servicios provistos a través de los operadores de redes y servicios de telecomunicaciones por medio de redes inalámbricas, y a los servicios provistos a través de los operadores de televisión y de radiodifusión sonora.

En este capítulo se define el siguiente alcance:

- Elaborar la norma técnica relacionada al diseño e implementación de la red interna de telecomunicaciones para poder acceder a los distintos servicios inalámbricos.
- Fijar los requisitos que tendrá que cumplir la red interna de telecomunicaciones para el acceso a los diferentes servicios de telecomunicaciones dentro de las edificaciones y establecer las condiciones para la instalación del equipamiento de telecomunicaciones, asegurando que las instalaciones e implementaciones permitan el funcionamiento eficiente de las redes y servicios de telecomunicaciones.

Dentro del alcance no se incluye la captación, adaptación y distribución de señales de TDT.

## **Capítulo III. Normativa técnica para el acceso a los servicios de telecomunicaciones a través de redes alámbricas**

El capítulo III establece las características técnicas mínimas que debe cumplir la red interna de telecomunicaciones de las edificaciones bajo el régimen de propiedad horizontal, que proveen a los usuarios de sus inmuebles el acceso a los servicios de telecomunicaciones a través de medios alámbricos, tales como cables coaxiales, cables multipares, par de cobre y fibra óptica, entre otras tecnologías, los usuarios pueden tener acceso a los servicios de Internet, televisión por cable, telefonía pública, entre otros.

Este capítulo aplica al acceso de los usuarios finales a los servicios provistos por los operadores de redes y servicios de telecomunicaciones y radiodifusión, en edificaciones sujetos al régimen de propiedad horizontal, a través de medios de acceso de tipo alámbrico.

En este capítulo se define el siguiente alcance:

- Elaborar la norma técnica relacionada al diseño e implementación de la red interna de telecomunicaciones para acceder a los diversos servicios provistos mediante redes alámbricas.
- Establecer las condiciones para la instalación del equipamiento de telecomunicaciones, asegurando que las instalaciones e implementaciones permitan el funcionamiento eficiente de las redes y servicios de telecomunicaciones.

Este capítulo no involucra especificaciones técnicas relacionadas a los sistemas de comunicaciones privados del inmueble tales como video vigilancia, comunicaciones internas de datos, citofonía, circuito cerrado de televisión, sistemas de protección y alarmas, entre otros. Además, la red interna de telecomunicaciones especificada en esta norma será independiente de las redes usadas para servicios internos de comunicaciones de la edificación, por lo tanto, no debería ser empleada para diferentes usos a los que se estipula en este alcance.

#### **Capítulo IV. Especificaciones técnicas mínimas de las edificaciones en materia de telecomunicaciones**

El capítulo IV establece las especificaciones técnicas mínimas que tendrá que cumplir la infraestructura que alberga las redes internas de telecomunicaciones de las edificaciones bajo el régimen de propiedad horizontal a los que aplica el RITEL.

El alcance de este capítulo se circunscribe a:

- Elaborar una norma técnica de telecomunicaciones relacionada al diseño y a la especificación de los requisitos para la infraestructura que se encarga de soportar a esta red interna.
- Establecer las especificaciones técnicas que regulen la infraestructura que soporta la red interna dentro de las edificaciones, para asegurar la capacidad que permita el acceso a los diferentes servicios de radiodifusión y de telecomunicaciones, y el paso de las redes de los diferentes operadores.

#### **Capítulo V. Régimen de control, inspección y vigilancia del reglamento**

El capítulo V menciona los procedimientos para la aprobación por parte de los organismos de inspección y certificación, del diseño y construcción de la red interna de telecomunicaciones, así como los componentes que deberán hacer parte de esta aprobación.

En casos de incumplimiento de los requisitos indicados en la norma técnica se aplicará una sanción acorde a lo establecido en la Legislación Colombiana vigente:

- Las redes que se hayan construido sin cumplir con lo indicado en el RITEL serán sancionadas mediante la expedición de un certificado de no conformidad.
- Los operadores que provean servicios de telecomunicaciones a edificaciones que no cuenten con un certificado de conformidad

que indique que la red interna de telecomunicaciones y/o sus productos cumple con el RITEL, serán sancionados por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de acuerdo a lo indicado en la Ley 1341 de 2009. [51]

#### **Capítulo VI. Vigencia del reglamento, transición y autoridades competentes**

En este capítulo se indica el momento cuando entra en vigencia el reglamento, la transición prevista para la aplicación plena de dicho reglamento y las autoridades competentes que aseguren el cumplimiento de lo establecido en la norma.

Tomando en consideración que la adopción de reglamentos técnicos en Colombia, debe sujetarse a lo previsto en las normas proferidas en el seno de la CAN o la OMC suscritas por Colombia, es claro que la expedición de este tipo de reglamentos, previsto de manera concreta en el Anexo I del proyecto de resolución que hoy se publica, sólo entran a regir seis meses después de su publicación en el Diario Oficial, tal y como así lo prevé el numeral 5 del artículo 9 de la Decisión CAN 562 de 2003.

Según se dispone en la normativa andina, el RITEL entrará a regir 6 meses después de su publicación en el Diario Oficial. [40]



## **CAPÍTULO 4**

### **4 PROPUESTA DE NORMATIVA ICT ECUADOR**

#### **4.1 Disposiciones Generales de la Normativa.**

Las disposiciones y requerimientos establecidos en la presente normativa serán de cumplimiento obligatorio a nivel nacional; deberán ser acatados y puestos en práctica por los profesionales, instituciones privadas y públicas, empresas, de forma obligatoria, procurando cumplir y hacer cumplir los requisitos mínimos aquí establecidos.

Las fases de estudios, diseños, construcción y evaluación, basarán su observación en las condiciones y requerimientos previstos en la presente normativa; guardando concordancia al entorno geográfico y condiciones particulares a ser observadas.

Los permisos, autorizaciones y habilitaciones, que se requieran para el desarrollo de estudios, diseños y procesos constructivos, deberán guardar relación con los lineamientos aquí establecidos; así mismo los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, en ejercicio de las competencias, expedirán regulaciones locales en concordancia con lo previsto en la presente normativa.

Lo que no esté previsto en la presente normativa, se estará de manera complementaria y subsidiaria a las normas INEN, y a las especificaciones generalmente aceptadas.

Para todos los efectos, la terminología y definiciones usadas en la presente normativa, guardan relación con las empleadas en la Norma Ecuatoriana de Construcción.

Se considerará, al Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), en representación del Gobierno Nacional, en calidad de ente rector de la Norma Ecuatoriana de Construcción y a su vez de la presente normativa; quien en ejercicio de sus facultades, supervisará, controlará y evaluará su implementación y ejecución.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, en el ejercicio de sus facultades, podrán expedir ordenanzas complementarias que regirán en sus respectivas jurisdicciones, e informarán al ente rector (MIDUVI), sobre las regulaciones locales que se legislen. De igual forma los Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales Rurales, actuarán como entes de coordinación y enlace, sin perjuicio de que, en referencia a los acuerdos que se alcancen con estos niveles de Gobierno, puedan contribuir con las acciones de fiscalización, control y administración.

De conformidad con el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, corresponderá a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, expedir las regulaciones locales relacionadas con el control y la instrumentación del proceso administrativo sancionatorio, y disponer la aplicación de medidas preventivas y/o correctivas que permitan asegurar el cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de Construcción y a su vez de la presente normativa.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, en el ejercicio de sus competencias, establecerán sanciones administrativas a través de acto normativo, para su juzgamiento y cumplimiento de la resolución dictada en ejercicio de la potestad sancionadora, respetando las garantías del respectivo proceso especificadas en la Constitución de la República.

La potestad sancionatoria se regirá bajo los principios de proporcionalidad, legalidad, responsabilidad y tipicidad.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, en cumplimiento adecuado de las funciones y atribuciones que les corresponden, deberán conformar o fortalecer la capacidad institucional para el adecuado ejercicio del control de cumplimiento y procesos sancionatorios; deberán disponer de datos específicos de los programas y proyectos de construcción asimismo, mantendrán, en coordinación con el MIDUVI, un catastro nacional integrado, georeferenciado de hábitat y vivienda, que posibilite a todos los niveles de gobierno diseñar estrategias y programas que integren las relaciones entre vivienda, servicios, espacio y transporte públicos, equipamiento, gestión del suelo y de riegos, a partir de los principios de universalidad, equidad, solidaridad e interculturalidad; podrán requerir la asistencia y asesoría del MIDUVI a efectos de que se estandaricen procedimientos a nivel nacional, en el proceso de expedición de normas, regulaciones y ordenanzas relacionadas a procesos constructivos; podrán intervenir en las distintas fases, estudios y diseños, construcción, mantenimiento, ampliación o mejoramiento de los procesos técnico-constructivos, dentro de su jurisdicción.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, podrán establecer tasas por servicios técnicos y administrativos, considerando las resoluciones anuales de actualización que emitirá el MIDUVI, para las acciones relacionadas con habilitaciones, permisos, control y supervisión. Las ordenanzas correspondientes, deberán precisar el objeto, sujetos pasivos, sujeto activo, monto o cuantía de la tasa y condiciones relacionadas con la determinación, pago y recaudación de los valores.

Los profesionales, empresas e instituciones públicas y privadas, que intervengan en las fases de estudios, diseños, construcción, mantenimiento, ampliación o mejoramiento de construcciones, deberán observar las disposiciones de la presente normativa y por tanto serán

responsables por los vicios o defectos que se hayan producido en la fase a su cargo.

#### **4.1.1 Objetivo**

La normativa tiene por objeto abordar políticas y lineamientos para democratizar la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones y de tecnologías de información y comunicación (TIC), incluyendo radiodifusión, televisión y espectro radioeléctrico, y profundizar su uso y acceso universal de tal forma que se garantice el derecho de todos los ciudadanos al acceso a los diferentes servicios de telecomunicaciones.

Estas políticas y lineamientos relativos al uso compartido de la Infraestructura Común de Telecomunicaciones buscan promover la competencia entre operadores de servicios de telecomunicaciones, regulando la infraestructura de obra civil en el interior de las edificaciones de tal forma que se facilite a las prestadoras de servicios de telecomunicaciones el mismo derecho de uso de esta infraestructura estableciendo así una distribución más uniforme del mercado y evitando el fenómeno de mercado cautivo en las actividades de operadores dominantes.

#### **4.1.2 Administración.**

El Comité Técnico Especializado de carácter permanente, adscrito al Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, MIDUVI, será designado por el Comité Ejecutivo de la NEC, como el organismo responsable del desarrollo, la actualización, el control y el seguimiento de la normativa Infraestructura Común de Telecomunicaciones.

Entre sus funciones estará atender y absolver las consultas que formulen las entidades públicas y privadas, revisar periódicamente la normativa existente, promover investigaciones para la actualización de la normativa considerando los desarrollos tecnológicos y las necesidades del mercado, realizar publicaciones sobre temas relacionados; fijar procedimientos y

mantener un registro y control de los profesionales; e informar periódicamente al Comité Ejecutivo sobre los avances.

#### **4.1.3 Cumplimiento.**

La ejecución de las acciones pertinentes para el cumplimiento de esta normativa se delega a la Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos, en coordinación con los órganos de la Función Ejecutiva y otras entidades relacionadas. Estos organismos podrán intervenir para supervisar el cumplimiento de las obligaciones pertinentes, y de ser necesario emitirá sanciones aplicadas a los promotores, administradores, constructores, concesionarios, copropietarios, o proveedores de servicios en caso de negarse a cumplir los estatutos contenidos en la normativa.

#### **4.1.4 Referencias Normativas**

Se tendrá como referencia principal a la normativa española, Real Decreto-Ley 1/1998, de 27 de febrero (BOE 28/02/1998), sus modificaciones, y especialmente los anexos que contiene:

- ANEXO I: Normativa técnica de ICT para la captación, adaptación y distribución de señales de televisión y radiodifusión sonora, procedentes de emisiones satelitales y terrestres.
- ANEXO II: Normativa técnica de ICT para el acceso al servicio de banda ancha y de telefonía disponible al público.
- ANEXO III: Especificaciones técnicas mínimas de las edificaciones en materia de telecomunicaciones.

La normativa de República Dominicana conocida como "*Reglamento sobre la instalación y uso de infraestructuras comunes de telecomunicaciones en inmuebles de copropiedad*" expedida el 30 de julio de 2004 por el organismo regulador INDOTEL (Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones) mediante Resolución No. 151-04, servirá como referencia adicional para el desarrollo de la normativa ecuatoriana. En la resolución se incluyen tres anexos:

- ANEXO I – Normativa técnica de ICT para el acceso al servicio público de telefonía.
- ANEXO II - Normativa técnica de ICT para el acceso a los servicios de difusión por cable.
- ANEXO III – Especificaciones técnicas mínimas de las edificaciones en materia de Telecomunicaciones.

También servirá de referencia la normativa colombiana expedida el 15 de julio de 2013 mediante Resolución 4262 por medio de la CRC. Esta resolución incluye el RITEL, el cual establece las regulaciones relacionadas al diseño, construcción e implementación de las redes internas de telecomunicaciones.

Además se tomará como referencia los estándares desarrollados por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) la cual está conformada por organismos internacionales no gubernamentales y sin fines de lucro que se encarga de la normalización en los campos eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas.

- IEC 60728 Cable networks for television signals, sound signals and interactive services.
- IEC 61196 Coaxial communication cables.
- IEC 60966 Radio frequency and coaxial cable assemblies.
- IEC 61169 Radio frequency connectors
- IEC 61156-1 Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications
- IEC 60754 Test on gases evolved during combustion of materials from cables
- IEC 61034 Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions

- IEC 60332-1, IEC 60332-2, IEC 60332-3 Tests on electric and optical fiber cables under fire conditions
- IEC 60352-3 y 4 (Solderless accessible and non-accessible insulation displacement connections - General requirements, test methods and practical guidance).
- IEC. 60603-7 Connectors for electronic equipment.
- IEC 61935-2 (Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling - Part 2: Cords as specified in ISO/IEC 11801 and related standards)
- IEC 61935-1 (Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling - Part 1: Installed balanced cabling as specified in ISO/IEC 11801 and related standards)
- IEC 60068-2 (Environmental testing-Part 2)
- IEC 60794-2 (Optical fibre cables)
- IEC 61300-1 (Fibre optic interconnecting devices and passive components - Basic test and measurement procedures - Part 1: General and guidance)
- IEC 60793-2-50:2012 (Optical fibres - Part 2-50: Product specifications – Sectional specification for class B single mode fibres)
- IEC 60874-1 (Fibre optic interconnecting devices and passive components - Connectors for optical fibres and cables. Part 1: Generic specification)
- IEC 60529:2001 (Degrees of protection provided by enclosures (JP Code))
- IEC 60825-1:2007 (Safety of laser products - Part 1: Equipment classification and requirements)

Existen además otras normativas que la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) desarrolla en conjunto con la Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization, ISO), las normas ISO/IEC, de las cuales se tomarán como referencia las siguientes:

- ISO/IEC 14763 Information technology - Implementation and operation of customer premises cabling.
- ISO/IEC 15018:2004 (Information technology – Generic cabling for homes)
- ISO/IEC 11801:2002 + A1:2008 + A2:2010(E) (Information technology - Generic cabling for customer premises).

Otra normativa internacional que servirá de referencia es la UNE-EN 50117 Cables coaxiales. Las normas UNE (Una Norma Española) establecidas por La Agencia Española de Normalización (AENOR), el término EN antes de la numeración significa que el estándar está armonizado por normas europeas como por ejemplo DIN de Alemania, BS de Gran Bretaña, NF de Francia, etc.

También se incluye dentro de las normativas de referencia a las recomendaciones de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), que es el organismo especializado en telecomunicaciones de la Organización de Naciones Unidas (ONU) y que se encarga de regular las telecomunicaciones a nivel internacional. Entre las recomendaciones que se tomarán como referencia están las siguientes:

- UIT-T G.652 (06/2005) “Características de las fibras ópticas y los cables monomodo”
- UIT-T G.657A “Características de las fibras y cables ópticos monomodo insensibles a la pérdida por flexión para la red de acceso”

De la misma manera se cuenta con las normativas ANSI (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares) que es una organización sin



fines de lucro que se encarga de supervisar la elaboración de estándares para servicios, productos, sistemas y procesos en los Estados Unidos. Se tomará como referencia los siguientes estándares:

- ANS-ICEA - 83-596 (Standard for optical fiber premises distribution cable)
- ANSI/TIA/EIA/568-B.1 (Commercial building telecommunications cabling standard)

Entre las normativas nacionales que servirán de referencia para el desarrollo de la normativa se encuentra la emitida por el Instituto Ecuatoriano de Normalización: “Cables telefónicos de acometida, instalaciones interiores y de cruzada. Requisitos” (NTE INEN 2538).

#### 4.1.5 Términos y Definiciones.

**Monofónico:** Un solo canal de audio.

**Estereofónico:** Dos canales de audio.

**Armónicos:** Es un componente sinusoidal de una señal. Su frecuencia es un múltiplo de la fundamental.

**Par Trenzado:** Es un tipo de cable en el cual dos conductores de un circuito se encuentran entrelazados con el propósito de cancelar interferencias electromagnéticas de fuentes externas y diafonía entre cables adyacentes.

**Cable multipar:** Es un tipo de cable de par trenzado que contiene más de cuatro pares de hilos.

**Susceptibilidad (electromagnética):** El nivel de susceptibilidad electromagnética que tiene un equipo es la propiedad que tiene éste para funcionar correctamente en un ambiente de interferencia.

#### 4.2 ICT – Sistemas de radiodifusión sonora y televisión

La radiodifusión sonora es el servicio de radiocomunicación el cual se encarga de difundir programas de audio a distancia, cuyas transmisiones

se reciben por el público en general de forma directa. En cambio el servicio de radiodifusión de televisión difunde programas de sonido e imágenes a distancia hacia el público en general. [52]

La ICT para garantizar la recepción adecuada de señales de radiodifusión sonora y televisión en edificaciones consta de tres etapas: Captación, adaptación y distribución.

#### **4.2.1 Elementos**

La ICT en sistemas de televisión y radio satelital y terrestre, se divide en tres partes fundamentales:

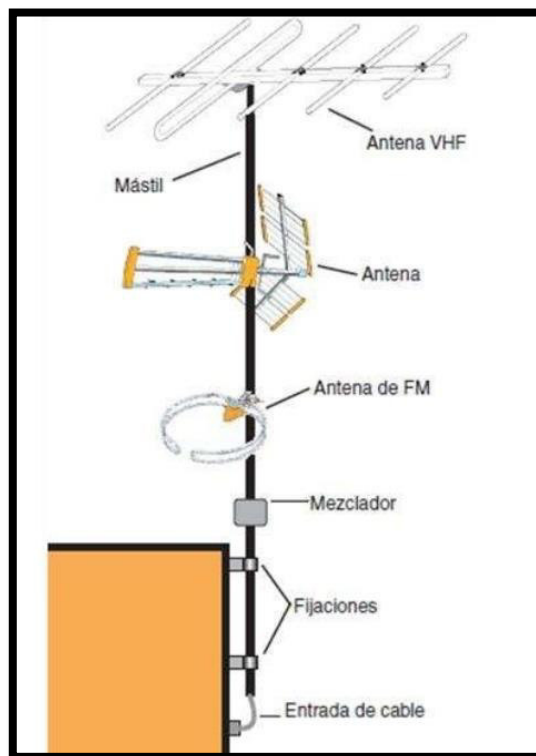
- Conjunto de elementos captadores de señal
- Equipamiento de cabecera
- Red

##### **Captación de señales.**

Los elementos de captación varían en cierta forma dependiendo del tipo de servicio y de la tecnología de transmisión, ya sea por medio de ondas terrestres o por medio de satélite.

##### **Conjunto de elementos para la captación de servicios terrestres**

Los conjuntos captadores de señales, como se muestra en la Figura 4.1, están compuestos por antenas y elementos anexos (torres, mástiles, anclajes, soportes, tensores, riendas, riostras y demás elementos necesarios) los cuales deben ser hechos con materiales resistentes a la corrosión y nuevos, o tratados de manera conveniente a estos efectos.



**Figura 4.1 Ejemplo de instalación de un conjunto de antenas para la recepción de radio y TV [53]**

Los tubos o mástiles que sirvan para soportar a las antenas y elementos conexos deberán impedir o dificultar la filtración de agua en su interior y, en todo caso, asegurar la salida del agua que pudiera haber entrado.

Los mástiles de las antenas se deberán conectar por medio del camino más corto posible a la toma de tierra del inmueble, según se indica en las especificaciones técnicas de la Sección 1 del Anexo. Las antenas y sus elementos conexos tendrán que sujetarse a las disposiciones de seguridad eléctrica que se establecen en la Sección 1 del Anexo.

Los mástiles de antenas se deberán fijar a elementos de fábrica, accesibles y resistentes, y alejados todo tipo de obstáculos.

Las torres auto soportadas y mástiles que sujetan las antenas tendrán que acatar las disposiciones indicadas en los Planes Maestros de

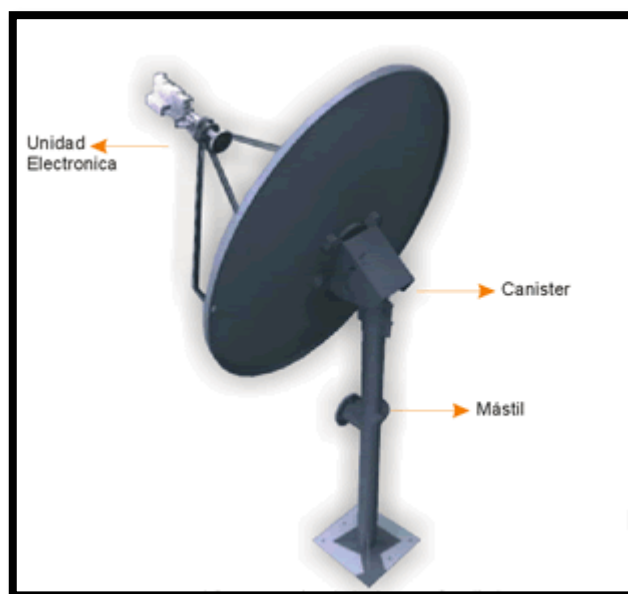
Telecomunicaciones y/o Planes de Ordenamiento Territorial que establezcan las administraciones municipales respectivas.

Los elementos captadores de señal y antenas deberán soportar las cargas de viento calculadas a través del procedimiento indicado en la Sección 2 del Anexo.

Los cables de conexión serán cables de ambientes exteriores o en todo caso deberán estar debidamente protegidos.

### **Conjunto para la captación de servicios satelitales**

El conjunto de elementos para la captación de servicios satelitales como se aprecia en la Figura 4.2, deberá estar conformado por antenas de tamaño ideal y demás elementos que hagan posible la recepción de señales satelitales, para asegurar los niveles recomendados y calidad de las señales en el BAT. Estos elementos deberán estar situados en la parte superior de la edificación.



**Figura 4.2 Vista posterior de una antena satelital. [54]**

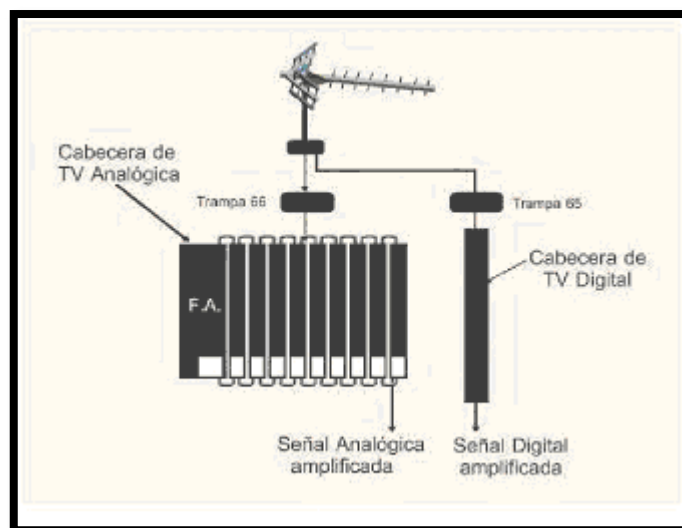
Los elementos captadores de señal y antenas deberán soportar las cargas de viento calculadas a través del procedimiento indicado en la Sección 2 del Anexo.

Todas las partes de los elementos captadores de señal que puedan hacer contacto con el cuerpo humano deberán estar correctamente aisladas o a potencial de tierra.

### **Equipamiento de Adaptación.**

El equipo de adaptación o cabecera está compuesto por todos los elementos activos y pasivos cuya función es recibir las señales que provienen de los diversos conjuntos de captación de señales de televisión y radiodifusión sonora y adecuar dichas señales para ser distribuidas al usuario con la calidad y cantidad deseadas; además el equipamiento de adaptación es el que entrega a la red de distribución, el conjunto de señales debidamente adecuadas.

En la Figura 4.3 se puede apreciar un ejemplo del uso de equipamiento de cabecera para la recepción de televisión terrestre en una instalación colectiva.



**Figura 4.3 Ejemplo de instalación colectiva para la recepción de televisión terrestre. [32]**

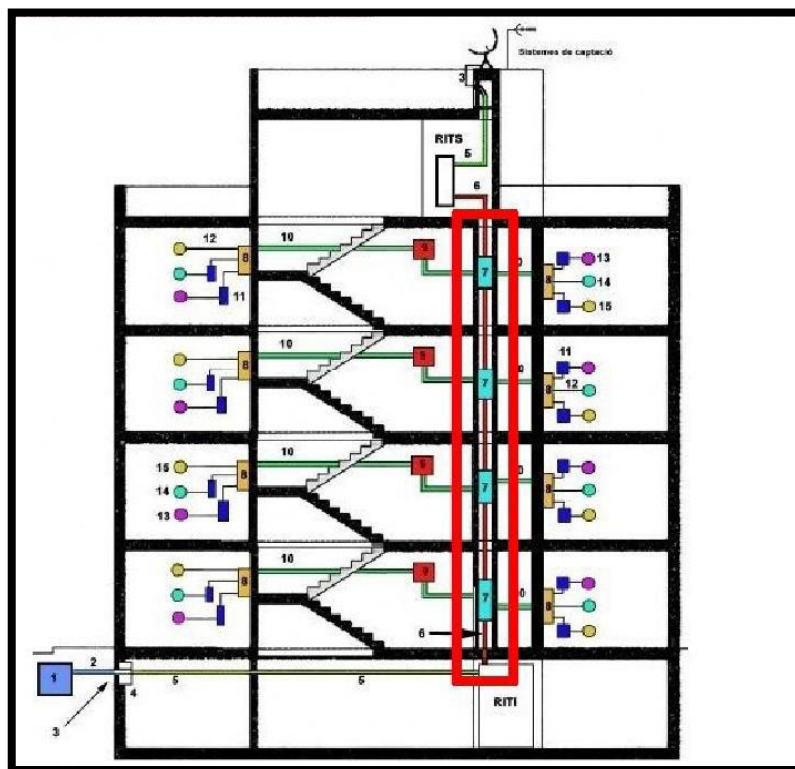
## **Red**

Es el conjunto de elementos que garantizan la distribución de las señales hasta los puntos de toma, desde el equipamiento de cabecera. Esta red se divide en tres partes, la red de distribución, de dispersión y la red interior de usuario, además cuenta con dos puntos de referencia llamados punto de toma (BAT) y punto de acceso al usuario (PAU).

### **Red de distribución**

Es la parte de la red que une la red de dispersión con el equipamiento de cabecera. Empieza a la salida del equipo que mezcla las señales de televisión y de radio, y termina en los derivadores que son los elementos que segregan las señales hacia la red de dispersión.

La red de distribución de los edificios de un solo cableado vertical como el de la Figura 4.4, se implementará con cables coaxiales, los cuales partirán desde gabinete principal situado en el RITS, e irán a los gabinetes de los pisos de la edificación para repartir las señales hacia los usuarios finales de cada piso.



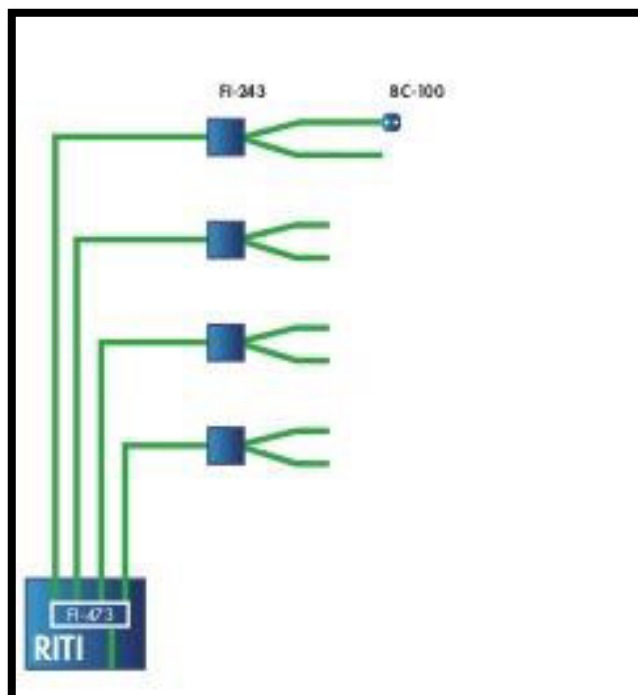
**Figura 4.4 Red de distribución vertical en edificio. [55]**

En cada punto de distribución se insertará el derivador adecuado para alimentar los PAU de cada piso. Los cables coaxiales de la red de distribución pueden ir directamente del gabinete principal hasta el PAU pasando por los gabinetes sin requerir elementos de conexión o ser abiertos. Los cables coaxiales de la red de distribución deberán tener conectores tipo F en el panel de salida del gabinete principal de la edificación.

La topología de la red interna de distribución de cables coaxiales podrá ser de tipo estrella o árbol, con las siguientes características:

**Diseño en estrella:** Está basado en el uso de distribuidores que reparten equitativamente la potencia entre los puertos de salida, como se muestra en el esquema de la Figura 4.5. Su objetivo es disminuir la atenuación de la red y facilitar el equilibrio entre los puntos de toma. La desventaja de

esta topología es la alta ocupación de canalizaciones y ductos y el uso de mayores longitudes de cable.

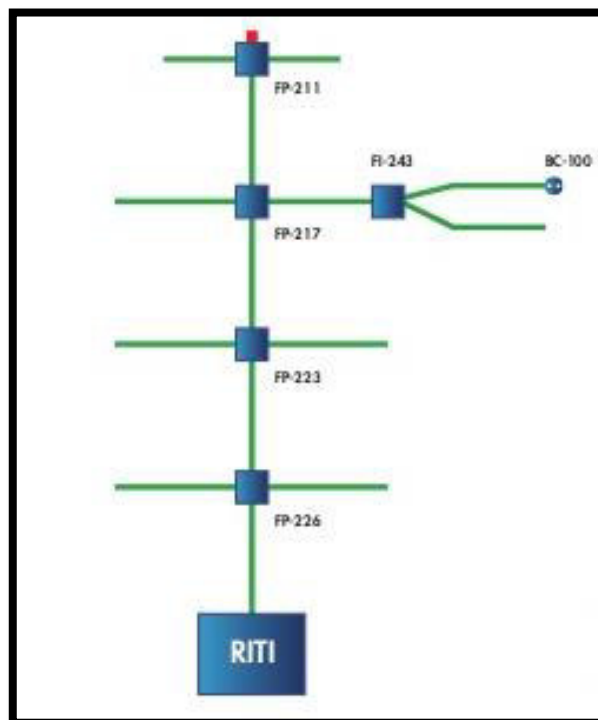


**Figura 4.5 Red de distribución en estrella. [56]**

**Diseño en árbol:** Está basado en el uso de derivadores, situados generalmente en los gabinetes de piso, con los que se extrae parte de la potencia de entrada hacia cada puerto de salida. Su objetivo es disminuir la ocupación de las canalizaciones, ductos y la cantidad de cables. La desventaja de esta topología es que tiene mayor atenuación entre los puntos de toma y el equipamiento de cabecera y existe un mayor desequilibrio.

En la Figura 4.6 se muestra un esquemático de una red de distribución en árbol:





**Figura 4.6 Red de distribución en árbol. [56]**

El diseño en estrella, con el gabinete principal superior como punto de partida, se utilizará en inmuebles con un número de PAU inferior o igual a 20. La topología de árbol con derivadores, con raíz en el gabinete principal superior de la edificación se podrá implementar en inmuebles con cualquier número de PAU. El constructor de la edificación debe asegurar los niveles de calidad de las señales en los puntos de toma que se establecen en la presente norma, independientemente de la estructura de red interna que se elija.

En edificaciones con varios cableados verticales, la red de cada vertical se tratará como una red de distribución independiente y deberá ser diseñada acorde a lo establecido en el párrafo anterior.

Para el caso de conjuntos de unidades privadas individuales, la red de distribución debe implementarse de forma similar a la indicada en los

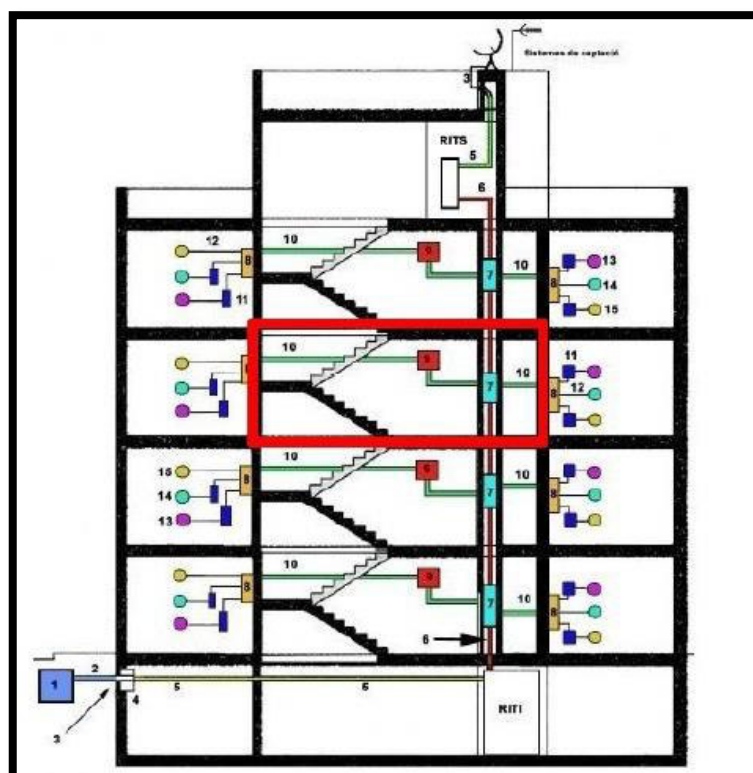
párrafos anteriores, con la singularidad de que el recorrido vertical de los cables se transforma en horizontal.

Cuando existan 10 o menos PAU, se deberá instalar un solo punto de distribución en el gabinete principal, del cual saldrán los cables coaxiales hacia cada domicilio.

Para las estructuras de red de distribución en árbol con derivadores, los puntos de distribución pueden estar situados entre dos unidades privadas contiguas, de forma alterna, de tal manera que, desde cada punto de distribución se provean servicios a los dos domicilios adyacentes.

### Red de dispersión

Es la sección de la red que une la red interior de usuario con la red de distribución. Empieza en los derivadores, los cuales proporcionan señales procedentes de la red de distribución, y termina en los PAU tal como se especifica en la Figura 4.7.



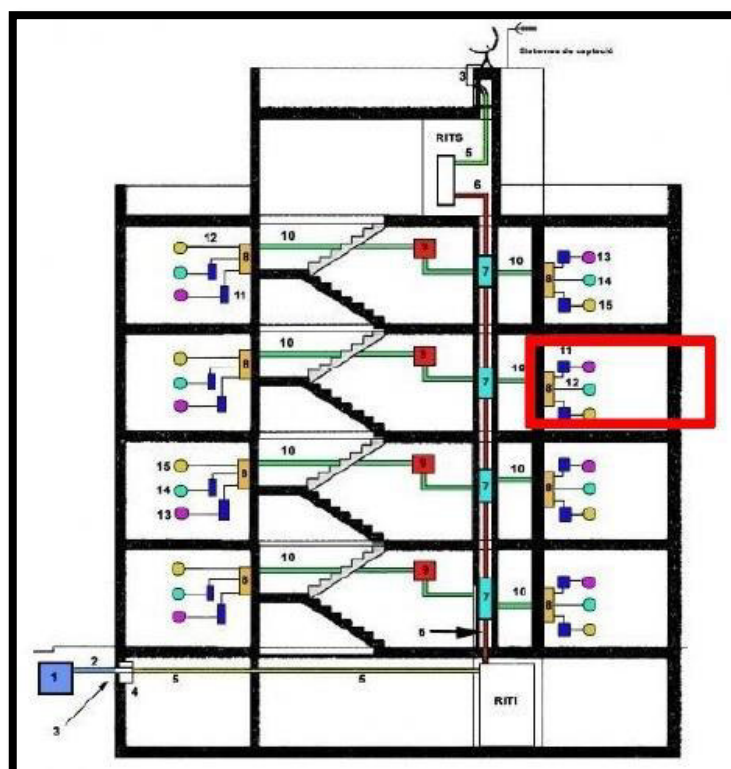
**Figura 4.7 Red de dispersión en edificio. [55]**

El número de cables coaxiales de la red de dispersión al menos deberá cubrir la demanda prevista de las edificaciones. Cada cable de la red de dispersión se deberá conectar al correspondiente puerto del derivador el cual actúa como punto de distribución, situado en el gabinete de piso, y que finaliza en el PAU de cada domicilio, oficina, local o estancia común del inmueble, conectándose al distribuidor que reparte la señal en la red interna de cada usuario.

### Red interior de usuario

Es la sección de la red que distribuye las señales en el interior de los locales o viviendas de los usuarios. La red interior de usuario enlaza la red de dispersión en el PAU.

En la Figura 4.8 se puede visualizar el alcance de la red interior de usuario.



### **Figura 4.8 Red interior de usuario. [55]**

Para las edificaciones residenciales, se deberá contar con un punto de toma por cada estancia, a excepción de baños y depósitos, con un mínimo de dos.

Para edificaciones comerciales bajo el régimen de propiedad horizontal, la cantidad de puntos de toma a considerar en el proyecto de red dependerá de la superficie o la división interior, con un mínimo de uno por oficina o local. Cuando no se encuentre definida la distribución de la planta en oficinas o locales, se contará por lo menos con un PAU por cada 100 m<sup>2</sup> o fracción en el gabinete que dé servicio a ese piso. Este gabinete de piso alojará los elementos de distribución para conectar los puntos de toma calculados.

Para los salones de uso comunal o bienes comunes, se deberá instalar al menos un punto de toma en cada salón de uso general del inmueble, sin considerar aquellas donde la permanencia habitual de las personas no requiera acceso a servicios de telecomunicaciones en general, tales como depósitos, parqueaderos, etc.

#### **Punto de acceso al usuario (PAU)**

Es el primer elemento de la red interior de usuario, y su función es delimitar responsabilidades en cuanto al origen, localización y reparación de daños

Estará ubicado dentro de la vivienda del usuario, lo que le permitirá al usuario tener libre elección del cable de la red de dispersión.

#### **Punto de toma (base de acceso de terminal)**

Es el elemento que facilita la conexión de los equipos de usuario a la red para tener acceso a los diversos servicios que proporciona.

## 4.2.2 Características Técnicas.

### Características funcionales generales

La ICT de manera general deberá seguir las siguientes consideraciones:

- Todos los segmentos de la red interna de telecomunicaciones deberán estar preparadas para distribuir las señales, de forma transparente, entre el equipo de cabecera y el punto de toma.
- En los cables de las redes de distribución y dispersión se colocarán las señales que provienen del conjunto de elementos de captación de emisiones de televisión terrestre y radiodifusión sonora, por lo cual el resto de ancho de banda disponible de cada cable se deberá utilizar de manera opcional para permitir la transmisión de señales provenientes de conjuntos captadores de señales satelitales.
- Para la elaboración del proyecto técnico de la ICT se tendrá en cuenta las bandas de frecuencia destinadas para permitir la distribución de señales de TDT y radio digital terrestre, y no se protegerá a otras señales que se distribuyan en las mismas bandas debido a interferencias ocasionadas por señales de TDT o radio digital terrestre, aun cuando estas emisiones se produzcan después del diseño y construcción de la ICT.
- Se deberán distribuir en la ICT, al menos, las señales que corresponden a servicios difundidos por operadores que dispongan del preceptivo título habilitante dentro del territorio donde se encuentre situada la edificación, y que presentan un nivel de intensidad de campo superior a lo establecido en la Sección 3 y 4 del Anexo en el punto de captación.

Las señales de televisión terrestre y de radiodifusión sonora, cuyos niveles de intensidad de campo sean mayores a los indicados en la Sección 3 y 4 del Anexo respectivamente, difundidas por los operadores que disponen del preceptivo título habilitante en el lugar donde se

encuentre ubicada la edificación, al menos deberán distribuirse sin manipular ni convertir la frecuencia, a menos que se presente la debida justificación en el proyecto técnico de instalación, con el fin de asegurar una recepción adecuada.

### **Elementos de captación de señales.**

Las características de los elementos de captación dependen del medio de transmisión del servicio, ya sea por ondas terrestres o por ondas satelitales.

### **Características de los elementos captadores de señales terrestres**

Las antenas y demás elementos: riostras, soportes, anclajes, etc., estarán hechos de materiales que resistan la corrosión o deberán ser tratados de manera conveniente a fin de disminuir el impacto de la corrosión. Los tubos o mástiles que soporten las antenas y elementos conexos deberán impedir o dificultar la entrada de agua en ellos y, en tal caso, asegurar la evacuación del agua que llegara a tener. Los mástiles de las antenas deberán conectarse a la toma de tierra del inmueble por medio del recorrido de cable más corto posible, con cable de al menos 25 mm de sección.

Las torretas o mástiles de antena deberán estar alejados por lo menos 5 metros de cualquier obstáculo; y la mínima separación a cables eléctricos deberá ser de 1,5 veces la altura del mástil. Lo máximo de debe medir un mástil es 6 metros, para mayores alturas se deberán utilizar torretas.

Los mástiles de las antenas deberán sujetarse a elementos de fábrica resistentes y accesibles, y alejados todo tipo de obstáculos.

Los elementos captadores de señal y antenas deberán soportar las cargas de viento calculadas a través del procedimiento indicado en la Sección 2 del Anexo.

Los cables deben ser de ambientes exteriores o en todo caso deberán tener la protección adecuada.

### **Características del conjunto captador de señales satelitales**

En caso de existir el conjunto captador de señales satelitales, deberá estar conformado por antenas de tamaño ideal y demás componentes que permitan la recepción de señales satelitales, para asegurar la calidad y el nivel adecuado de las señales en el punto de toma.

- a) **Seguridad:** Los elementos captadores de señal y antenas deberán soportar las cargas de viento calculadas a través del procedimiento indicado en la Sección 2 del Anexo.

Todas las partes de los elementos captadores de señal que puedan hacer contacto con el cuerpo humano deberán estar correctamente aisladas o a potencial de tierra mediante un conductor de una sección de cobre de al menos, 25 mm de sección, con el sistema de protección general del edificio.

- b) **Radiación de la unidad exterior:** Las radiaciones no deseadas tendrán los siguientes límites aconsejados:

- 1) Emisiones procedentes del oscilador local en el haz de  $\pm 7^\circ$  del eje del lóbulo principal de la antena receptora.

La máxima radiación indeseada, tomando en consideración la frecuencia del oscilador local, su segundo y tercer armónico, considerado desde la interfaz de la antena (incluidos el transductor ortomodo, el polarizador, la guía de onda de radiofrecuencia y el filtro pasabanda) no deberá exceder los siguientes valores medidos en un ancho de banda de 120 kHz dentro del rango de frecuencias entre 2,5 y 40 GHz:

- El fundamental: -60 dBm
- El segundo y tercer armónicos: -50 dBm

- 2) Radiaciones de la unidad exterior en otra orientación.

La potencia isotrópica radiada equivalente (pire) de cada componente de la señal indeseada radiada por la unidad exterior en el margen de frecuencias de 30 MHz hasta 40 GHz no deberá ser superior a los siguientes valores medidos en un ancho de banda de 120 kHz:

- 57 dBpW en el rango de 40 GHz a 2,5 GHz.
- 43 dBpW en el rango de 2,5 GHz a 960 MHz.
- 20 dBpW en el rango de 960 MHz a 30 MHz.

Esto se aplica en todas las orientaciones a excepción del margen de  $\pm 7^\circ$  de la dirección del eje de la antena.

Las radiaciones que procedan de dispositivos auxiliares se guiarán por la norma que aplique según el tipo de dispositivo.

**c) Inmunidad:** Los límites aconsejados serán los siguientes:

- 1) Susceptibilidad radiada. El nivel de intensidad de campo mínimo de la señal interferente que ocasiona una perturbación que comienza a percibirse en la salida del LNB cuando se aplica a su entrada un nivel mínimo de la señal deseada no será menor a:

Rango de frecuencias	Intensidad de campo mínima
De 1,15 MHz a 2.000 MHz	130 dB( $\mu$ V/m)

La señal interferente debe haber sido modulada en AM con un tono de 1 kHz y profundidad de modulación del 80%.

- 2) Susceptibilidad conducida. Para todas las frecuencias interferentes, la inmunidad, la cual es el voltaje de la fuente interferente que ocasiona una perturbación la cual empieza a percibirse en la salida del LNB cuando en su entrada se aplica el voltaje mínimo de la señal deseada, tendrá un valor inferior a:



Rango de frecuencias	Intensidad de campo mínima
Desde 1,5 MHz hasta 230 MHz	125 dB( $\mu$ V/m)

La señal interferente debe haber sido modulada en AM con un tono de 1 kHz y profundidad de modulación del 80%.

### Equipamiento de cabecera

Los equipos de cabecera todos los elementos activos y pasivos que procesan las señales de televisión y radio. La salida de este equipamiento deberá presentar las siguientes características técnicas:

Parámetro	Unidad	Banda de frecuencia	
		15–862 MHz	950-2.150 MHz
Impedancia	$\Omega$	75	75
Pérdida de retorno en equipos sin mezcla	dB	$\geq 10$	$\geq 6$
Pérdida de retorno en equipos con mezcla tipo "Z"	dB	$\geq 6$	-
Nivel máximo de trabajo/salida	dB $\mu$ V	120	110

**Tabla 4.1 Características del equipamiento de cabecera [46]**

Para canales modulados en cabecera, se deberán utilizar moduladores en VSB y el nivel autorizado de la portadora de audio en relación a la de video estará entre -8 dB y -20 dB.

De igual manera, el equipamiento de cabecera deberá permitir la transmisión de servicios digitales, para el caso de las señales que se distribuyen con su modulación original y además, tendrá que mantener la

integridad de los servicios asociados a cada canal (sonido, estereofónico, teletexto, etc.).

### **Elementos de Red**

Los cables que serán instalados en la red interna de telecomunicaciones, tendrán que cumplir con los niveles de aislamiento ideales para evitar interferencias sobre el sistema.

Los cables a emplear desde el gabinete principal hasta el punto de toma de usuario serán del tipo RG-11 o RG-6 como se muestra en la Figura 4.9, o de mejores características eléctricas o mecánicas según la aplicación. Las características técnicas de los cables son las siguientes:

- Impedancia característica media de 75  $\Omega$ .
- Un cable coaxial con aislante dieléctrico de polietileno celular físico, con pantalla de cinta metalizada y trenza de cobre o aluminio y con conductor central de cobre.
- Malla integrada por una trenza de alambres de aluminio, con más del 75% de recubrimiento.
- Pantalla compuesta por una cinta laminada de aluminio-poliéster-aluminio pegada sobre el dieléctrico y solapada.
- Cubierta de polietileno para instalaciones exteriores y no propagadora de llama para instalaciones interiores.
- Atenuación máxima de 20 dB/100 m a una frecuencia de 800 MHz.
- Los extremos de los cables terminarán en conectores tipo F para cable coaxial.
- El cable estará compuesto por elementos antihumedad y anticorrosión, para garantizar su hermeticidad a lo largo del cable.



**Figura 4.9 Cable coaxial RG-11 y RG-6. [57]**

### **Requisitos técnicos de la red interna de telecomunicaciones de cables coaxiales**

Se verificará que los cables coaxiales de las redes de distribución, dispersión y red interna de usuario de la edificación tengan continuidad y poca atenuación, así como la identificación de las distintas ramas con el fin de garantizar la señal de televisión en el PAU y en los BAT.

La red interna de telecomunicaciones de cables coaxiales deberá diseñarse e implementarse, acatando los aspectos relacionados a seguridad eléctrica de tal forma que se cumpla lo indicado en la Sección 1 del Anexo.

En cualquier punto de la red, se deberá mantener las siguientes características:

Parámetro	Unidad	Banda de frecuencia	
		15-862 MHz	950-2.150 MHz
Pérdida de retorno en cualquier punto	dB	≥ 10	≥ 6
Impedancia	Ω	75	75

**Tabla 4.2 Características de la red interna [46]**

#### 4.2.3 Parámetros de calidad de servicio.

Las señales distribuidas a cada punto de toma deberán tener las características de la Tabla 4.3.

Parámetro	Unidad	Banda de frecuencia	
		15-862 MHz	950-2.150 MHz
Nivel de señal:			
Nivel 64QAM-TV	dBμV	45-70	
Nivel AM-TV	dBμV	57-80	
Nivel QPSK-TV	dBμV	47-77	
Nivel FM-TV	dBμV	47-77	
Nivel DAB Radio	dB/V	30-70	
Nivel FM Radio	dBμV	40-70	
Nivel COFDM-TV	dBμV	45-70	
Respuesta frecuencia/amplitud en canal para las señales:			
64QAM-TV, AM-TV, FM-Radio	dB	±0,5 dB en	

		un ancho de banda de 1 MHz; $\pm 3$ dB en toda la banda	
QPSK-TV, FM-TV	dB		$\pm 1,5$ dB en un ancho de banda de 1 MHz; $\pm 4$ dB en toda la banda
COFDM-DAB. COFDM-TV	dB	$\pm 3$ dB en toda la banda.	
Respuesta amplitud/frecuencia en banda de la red	dB	16	20
Relación Portadora/Ruido aleatorio:			
C/N FM-Radio	dB	$\geq 38$	
C/N FM-TV	dB	$\geq 15$	
C/N QPSK-TV	dB	$\geq 11$	
C/N AM-TV	dB	$\geq 43$	
C/N COFDM-DAB	dB	$\geq 18$	
C/N 64 QAM-TV	dB	$\geq 28$	
C/N COFDM-TV	dB	$\geq 25$	
Desacoplo entre tomas de distintos usuarios	dB	47-300 MHz $\geq 38$ 300-862 MHz $\geq 30$	$\geq 20$
Ecos en los canales de usuario	%	$\leq 20$	

Ganancia y fase diferenciales:		
Fase	°	12
Ganancia	%	14
Relación portadora/Interferencias a una sola frecuencia:		
FM-TV	dB	≥ 27
AM-TV	dB	≥ 54
QPSK-TV	dB	≥ 18
64 QAM-TV	dB	≥ 35
COFDM-TV	dB	≥ 1
Relación de intermodulación		
FM-TV	dB	≥ 27
AM-TV	dB	≥ 54
QPSK-TV	dB	≥ 18
64 QAM-TV	dB	≥ 35
COFDM-TV	dB	≥ 30
BER QPSK		Superior a $9 \times 10^{-5}$
BER COFDM-TV		Superior a $9 \times 10^{-5}$
BER QAM		Superior a $9 \times 10^{-5}$

**Tabla 4.3 Parámetros de calidad para la televisión digital y la radiodifusión**

[46]

Los cables coaxiales tendrán que cumplir con las siguientes características técnicas:

- Pantalla cinta metalizada y trenza de cobre o aluminio.
- Conductor central de cobre y dieléctrico polietileno celular físico.
- Impedancia característica media:  $75 \pm 3 \Omega$
- Cubierta de polietileno para instalaciones exteriores y no propagadora de llama para instalaciones interiores.

- Pérdidas de retorno según la atenuación del cable ( $\alpha$ ) a 800 MHz:

Tipo de cable	5-30 MHz	30-470 MHz	470-862 MHz	862-2.150 MHz
$\alpha \leq 18$ dB/100m	23 dB	23 dB	20 dB	18 dB
$\alpha > 18$ dB/100m	20 dB	20 dB	18 dB	16 dB

### 4.3 ICT – Sistemas de telecomunicaciones – Servicios telefónicos y banda ancha.

#### 4.3.1 Infraestructura de red

La red interior de la edificación se compone de equipos activos, elementos de conexión y conductores, que permiten establecer la conexión entre las BAT y las redes de alimentación exteriores.

La red se divide en los siguientes tramos:

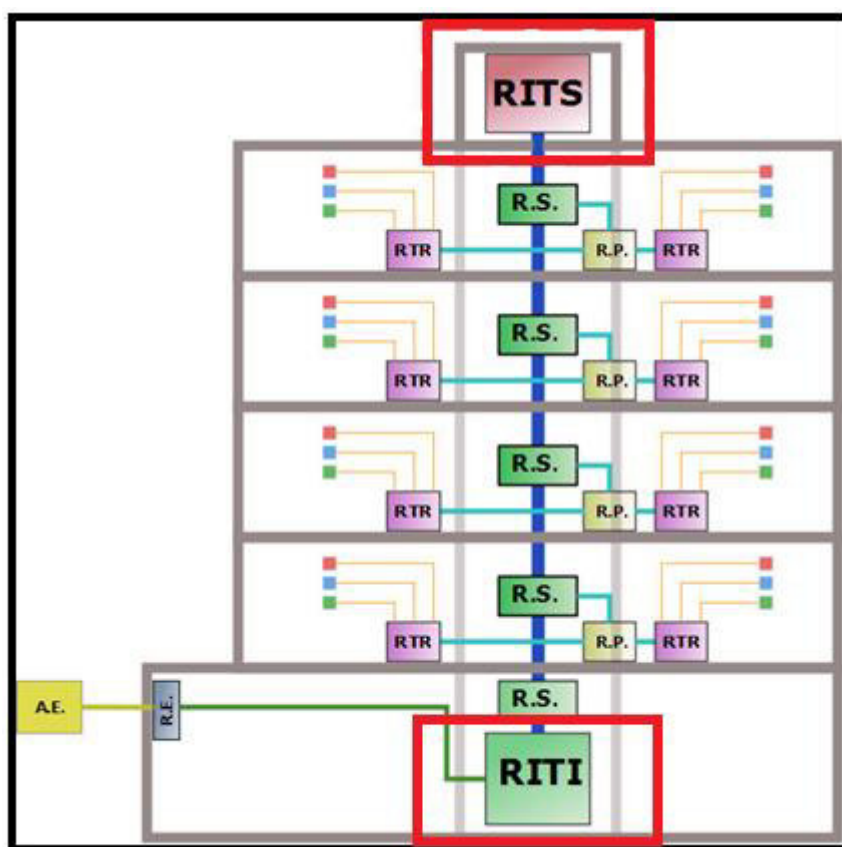
- Red de Alimentación
- Red de Distribución
- Red de Dispersión
- Red Interior de Usuario

#### Red de Alimentación

Existen dos posibilidades de implementar una red de alimentación dependiendo del método de enlace usado por los proveedores de servicios entre sus centrales y la edificación:

- a) Enlace por medio de cable:** Ingresa en la ICT de la edificación mediante la cámara de entrada y la canalización externa hasta la cámara de enlace, donde está ubicado el punto de entrada general, y de donde sale la canalización de enlace, hasta llegar a la cámara principal ubicada en el RITI, que es donde se localiza el punto de interconexión.

b) **Enlace a través de medios radioeléctricos:** es la sección de la red compuesta por los captadores de las señales emitidas por los proveedores de servicios de radiodifusión, equipos receptores y procesadores de estas señales y los cables necesarios para su disponibilidad en el punto de interconexión del inmueble. Los elementos captadores deberán ubicarse en la parte superior de la edificación, entrando en la ICT del inmueble por medio del pasamuros y la canalización de enlace hasta el RITS, como se muestra en la Figura 4.10, donde deberán instalarse los receptores y procesadores de las señales captadas y de donde, por medio de la canalización principal de la ICT, saldrán los cables de unión con el RITI el cual contiene al punto de interconexión situado en la cámara principal.



**Figura 4.10** Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones Superior e Inferior (RITS y RITI) [58]



La red de alimentación culmina en el punto de terminación de red o punto de interconexión, que es donde se efectúa la unión entre las redes de alimentación de los proveedores de servicios y la red de distribución de la ICT de la edificación, y delimita las responsabilidades relacionadas al mantenimiento, entre el prestador del servicio y el propietario de la edificación.

Los cables de las redes de alimentación finalizan en las regletas de entrada, que son unas regletas de conexión independientes para cada proveedor de servicios. Estas regletas de entrada deberán ser instaladas por los mismos proveedores. Los cables de la red de distribución finalizan en las regletas de salida, que tendrán que ser instaladas por el propietario de la edificación. La cantidad total de cables (para todos los proveedores) de las regletas de entrada deberá ser al menos 1,5 veces el número de pares de las regletas de salida, excepto en los casos de conjuntos inmobiliarios o edificios con 10 o menos PAU, los cuales deberán tener al menos dos veces el número de cables de las regletas de salida.

El diseño, dimensionamiento e implementación de la red de alimentación deberá ser responsabilidad de los proveedores de servicios.

### **Red de Distribución**

Es la sección de la red compuesta por los cables y otros elementos que prolongan la red de alimentación, repartiéndolos por la edificación y dejando reservas en varios puntos estratégicos, para brindar servicios a cada usuario posible.

La red de distribución sale del punto de interconexión ubicado en la cámara principal situada en el RITI y, mediante la canalización principal, enlaza con la red de dispersión en los puntos de distribución ubicados en las cámaras secundarias. La red de distribución es una sola, e independiente de la cantidad de proveedores que presten servicio en la edificación.

La red de distribución finaliza en el punto de distribución en el cual se efectúa el enlace entre las redes de dispersión y distribución (en algunas situaciones, entre las de dispersión y alimentación) de la ICT de la edificación.

El punto de distribución se compone por regletas, en las cuales, por un lado, finalizan los cables de acometida interior de la red de dispersión y por otro, los pares de la red de distribución.

El diseño y realización de la red de distribución deberá ser responsabilidad del propietario de la edificación.

### **Red de Dispersión**

Es la sección de la red, compuesta por el conjunto de cables de acometida interior o cables individuales y otros elementos, que enlaza cada vivienda de los usuarios con la red de distribución.

La red de dispersión comienza en los puntos de distribución, ubicados en las cámaras secundarias (o a veces en la cámara principal) y, mediante la canalización secundaria (o a veces mediante la canalización principal y secundaria), enlaza con la red interior de usuario en los PAU ubicados en las cajas de terminación de red para el servicio telefónico básico.

La red de dispersión se une con la red interior de usuario en el PAU el cual define la delimitación de responsabilidades en lo relacionado a la localización, generación, y reparación de daños entre la comunidad de propietarios o propietario del inmueble y el usuario final. Se localizará dentro de cada vivienda de los usuarios.

El diseño y realización de la red de dispersión deberá ser responsabilidad del propietario de la edificación.

**Red de Usuario.**

Es la sección de la red compuesta por el cableado y otros elementos que pasan por la parte interna de cada vivienda del usuario.

La red de usuario empieza en los PAU y, mediante la canalización interna de usuario, culmina en las BAT ubicadas en las cajas de toma.

El diseño y realización de la red de usuario deberá ser responsabilidad del propietario de la edificación.

**4.3.2 Dimensionamiento**

El dimensionamiento mínimo de red interna de telecomunicaciones dependerá de criterios de diseño usados en prácticas de ingeniería pero principalmente de los criterios de demanda de líneas de acceso de los usuarios finales.

**Accesos basados en redes de cables de par trenzado.**

El cableado horizontal de una edificación debe diseñarse de tal manera que soporte un gran conjunto de aplicaciones existentes y emergentes, y deberá soportar la vida operacional más larga posible, de tal manera que se reduzcan las interrupciones y el costo de cablear la edificación otra vez. Debido a esto, la red interna deberá tener la capacidad y la durabilidad suficiente, por lo tanto se debe evaluar las necesidades de sus usuarios en lo relacionado a las telecomunicaciones.

Para determinar la demanda de líneas de acceso necesarias, se deberá aplicar los siguientes criterios, los cuales establecen la cantidad de elementos de red que se requiere para formar las redes de dispersión y distribución, de tal forma que al PAU de la vivienda de cada usuario le lleguen los cables necesarios provenientes del gabinete principal.

- **Viviendas:** Al menos 2 líneas por vivienda.
- **Oficinas o locales comerciales en inmuebles de domicilios:** (i) Si se puede estimar o se conoce la cantidad de puestos de trabajo: una

línea por cada cinco puestos de trabajo, con un mínimo de tres. (ii) Si sólo se sabe el área de la oficina: como mínimo una línea por cada 33 m<sup>2</sup> útiles. En estos 33 m<sup>2</sup> no se deberá contar las salas de reuniones, despachos individuales, en los cuales se deberá estimar las líneas necesarias sin tomar en cuenta su superficie.

- **Oficinas o locales comerciales en inmuebles destinadas fundamentalmente a este fin:** Cuando no esté definida la ocupación o actividad de la superficie ni la distribución, el diseño se debe basar de acuerdo a la consideración de tres líneas por cada 100 m<sup>2</sup> o fracción de la estancia correspondiente.
- **Estancias comunes del inmueble:** Se deberá considerar dos líneas por cada estancia común de la edificación. El constructor de la edificación decidirá el número total de cables que llegará al área privada del usuario, atendiendo los criterios indicados anteriormente.

Se pueden usar cables de par trenzado en las edificaciones en las que la separación entre la cámara principal inferior y el PAU más lejano es 90 metros o menos, pudiéndose admitir soluciones distintas si se justifica debidamente en el proyecto.

Cada acometida se implementa a través de un cable apantallado o no apantallado de cuatro pares trenzados de cobre de al menos categoría 6.

### **Red de Alimentación**

El diseño, dimensionamiento e instalación de esta sección de red, es responsabilidad del proveedor de servicios. Cada proveedor de servicios permitirá el respaldo del servicio de esta red que crea oportuno.

La red de alimentación, para los conjuntos de unidades privadas individuales, llegará por medio de la canalización hasta el punto de conexión de la edificación, ubicado en el gabinete principal de la RITU, donde finalizará en las regletas de entrada.

### **Red de Distribución**

Una vez que se estime o se conozca la demanda a largo plazo, se deberá dimensionar la red de distribución para edificaciones con un solo cableado vertical tomando en cuenta que la demanda prevista se deberá multiplicar por el factor 1.4, lo que garantiza una máxima ocupación de la red del 70% y suficiente reserva en caso de posibles daños en alguna línea.

Se debe proyectar el dimensionamiento de la red de distribución con cables de par trenzado, los cuales deberán estar conectados en las regletas de salida del gabinete principal.

Los puntos de distribución deberán tener suficientes regletas en los gabinetes de piso, para satisfacer con holgura toda la demanda posible del correspondiente piso. Para estimar el número de regletas necesarias se deberá dividir el total de los cables de distribución para el número de plantas de la edificación y para el número de pares por regleta a usar.

En edificaciones con múltiples cableados verticales, cada red vertical será una red de distribución independiente, y se realizará el diseño conforme a lo establecido en los párrafos anteriores.

La red de distribución, para los conjuntos de unidades privadas individuales, será similar a la de edificios, con la consideración de que el cableado vertical se convierte en horizontal y los cables de la red de distribución se instalarán directamente desde la cámara principal hasta el PAU.

### **Red de Dispersión**

Se deberá instalar los cables necesarios para satisfacer la demanda prevista, la cual se deberá multiplicar por el factor de 1.4, lo que garantiza una máxima ocupación de la red del 70% y suficiente reserva en caso de posibles daños en alguna línea.

La red de dispersión es la continuación de la red de distribución, cuyos cables están conectados a las regletas de salida del gabinete principal y en el otro extremo en los conectores correspondientes en el PAU de

cada local, oficina, domicilio o estancia común de la edificación, pasando por las cajas de distribución sin que sean necesariamente abiertos.

Se determinará el tipo de cable de la red de distribución dependiendo de la longitud del recorrido del mismo y de la clase de aplicación soportada. Cuando la longitud del canal sea de 90 metros o menos, los cables interiores para las redes de dispersión y distribución deberán conformarse como mínimo por pares trenzados de cobre de 4 pares de hilos con aislamiento individual no apantallados o apantallados de al menos categoría 6. Para longitudes superiores a 90 metros se deberá usar cable multipar.

Los cables exteriores en conjuntos de unidades privadas individuales tendrán aislamiento de polietileno y deberán estar protegidos para formar un conjunto totalmente hermético.

#### **Red de Usuario.**

Para el caso de viviendas, incluidas las Viviendas de Interés Social sometidas al Régimen de Propiedad Horizontal, debe haber por lo menos un punto de toma de usuario por cada estancia, sin considerar depósitos ni baños, con un mínimo total de dos. Cada salida contará con dos puntos de toma con conectores hembra, para que el usuario pueda conectar dos líneas. Cada acometida será independiente y se instalará con cables de par trenzado desde el PAU.

Para el caso de oficinas o locales, el número de salidas depende de la superficie o la distribución por estancias, con un mínimo de tres por oficina o local, la cual debe tener PAU con conectores hembra, para que el usuario pueda conectar tres líneas. Cada línea será independiente y se instalará con cables de par trenzado desde el PAU hasta cada punto de toma.

El constructor de la edificación será responsable del diseño, suministro e instalación de la red interna de usuario con el dimensionamiento mínimo indicado anteriormente.

Para el caso de estancias comunes, en el proyecto de red se establecerá el dimensionamiento de la red interna tomando en consideración el fin y uso previsto de dichas estancias.

Se usarán cables de par trenzado de cobre de 4 pares de hilos conductores de cobre con aislamiento individual de al menos categoría 6, y cubierta de material no propagador de la llama, de baja emisión de humos, y libre de halógenos.

#### **Accesos basados en redes de cable par telefónico.**

Para que la red interior pueda satisfacer la demanda de telefonía a largo plazo de la edificación, se evaluará las necesidades telefónicas de sus usuarios.

Se deberá aplicar los siguientes valores para conocer el número de líneas necesarias:

- a) **Viviendas:** 2 líneas por vivienda.
- b) **Oficinas o locales comerciales en edificaciones de viviendas:** Si se puede estimar o se conoce la cantidad de puestos de trabajo: 1 línea por cada 5 puestos de trabajo, con un mínimo de 3. Si únicamente se conoce la superficie de la oficina: como mínimo 1 línea por cada 33 m<sup>2</sup> útiles. No se tomarán en cuenta las salas de reuniones ni despachos individuales, en las que se deberá estimar las líneas necesarias sin tomar en cuenta su superficie. Se deberá instalar al menos 3 líneas en total.
- c) **Oficinas o locales comerciales en edificaciones destinadas fundamentalmente a este fin:** Si no se encuentra definida la ocupación, distribución o la actividad de la superficie, se deberá considerar en el diseño la implementación de 3 líneas por cada 100 m<sup>2</sup> o fracción.

#### **Red de Alimentación**

El diseño, dimensionamiento e instalación de la red de alimentación, deberá ser responsabilidad del proveedor del servicio de telefonía disponible al público. Cada proveedor de telefonía permitirá el respaldo del servicio de la red de alimentación que crea conveniente.

Para los conjuntos de unidades privadas individuales, la red de alimentación llegará por medio de la canalización hasta el punto de conexión de la edificación, ubicado en el gabinete principal de la RITU, donde finalizará en las regletas de entrada.

### **Red de Distribución**

Una vez que se estime o se conozca la demanda a largo plazo, se deberá dimensionar la red de distribución para edificaciones con un solo cableado vertical tomando en cuenta los siguientes criterios:

- a) La cifra de demanda prevista se deberá multiplicar por el factor 1.4, lo que garantiza una máxima ocupación de la red del 70% y suficiente reserva en caso de posibles daños en alguna línea.
- b) Una vez obtenido el número teórico de pares, se deberá utilizar el cable normalizado de igual o superior capacidad, o varias combinaciones de cables, tomando en consideración que para una distribución racional, el cable será de 100 pares como máximo, debiendo usarse el menor número de cables posible de acuerdo a la Tabla 4.4:



Núm. Pares (N)	Núm. cables	Tipo de cable
$25 < N \leq 50$	1	50 pares [1 (50 p.)]
$50 < N \leq 75$	1	75 pares [1 (75 p.)]
$75 < N \leq 100$	1	100 pares [1 (100 p.)]
$100 < N \leq 125$	2	1 (100 p.) + 1 (25 p.) o 1 (75 p.) + 1 (50 p.)
$125 < N \leq 150$	2	1 (100 p.) + 1 (50 p.) o 2 (75 p.)
$150 < N \leq 175$	2	1 (100 p.) + 1 (75 p.)
$175 < N \leq 200$	2	2 (100 p.)
$200 < N \leq 225$	3	2 (100 p.) + 1 (25 p.) o 3 (75 p.)
$225 < N \leq 250$	3	2 (100 p.) + 1 (50 p.) o 1 (100 p.) + 2 (75 p.)
$250 < N \leq 275$	3	2 (100 p.) + 1 (75 p.)
$275 < N \leq 300$	3	3 (100 p.)

**Tabla 4.4 Distribución de cables según cantidad de pares de cobre [46]**

Se debe proyectar el dimensionamiento de la red de distribución con cables multipares, cuyos pares estarán conectados en las regletas de salida del punto de interconexión.

Cuando un proveedor vaya a proporcionar servicio de telefónico en la edificación, tendrá que instalar sus regletas de entrada en la cámara principal y conectar allí los pares de sus cables de alimentación, e instalará el servicio a cada abonado mediante la instalación de cruzadas entre sus regletas y las del punto de interconexión.

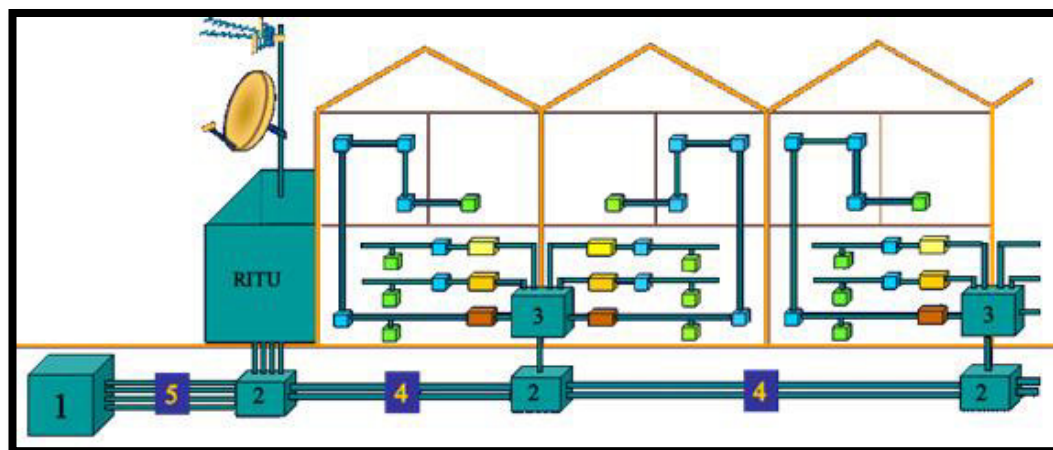
Para edificaciones con una red de dispersión de 30 pares o menos, ésta podrá implementarse con cable de uno o dos pares desde el punto de distribución instalado en la cámara principal. Del cual partirán los cables de acometida interior que subirán por los pisos hasta terminar directamente en los PAU.

Los puntos de distribución deberán tener suficientes regletas de conexión en los gabinetes de piso, para atender con holgura toda la demanda

posible del correspondiente piso. Para estimar el número de regletas necesarias se deberá dividir el total de pares de cables para el número de plantas de la edificación y para la cantidad de pares por regleta a usar.

En edificaciones con varios cableados verticales, o en los casos de infraestructuras que atiendan a varias edificaciones, el punto de interconexión será único. Cada red vertical será considerada como una red de distribución independiente, y se deberá realizar el diseño conforme a lo establecido en los párrafos anteriores.

Para los conjuntos de unidades privadas individuales, la red de distribución será similar a la de edificios, con la consideración de que el cableado vertical se transforma en horizontal, y la capacidad máxima de los cables de distribución se limitará a 25 pares cuando la canalización principal sea subterránea. Tal como se muestra en la Figura 4.11, los puntos de distribución podrán ubicarse entre cada dos domicilios, de forma alterna, de tal manera que desde cada punto de distribución se provea de servicio a los dos domicilios adyacentes al punto de distribución.



**Figura 4.11 Infraestructura para conjunto de viviendas unifamiliares. [59]**

Cuando la cantidad de pares de la red de distribución es igual o menor a 30, se instalará un solo punto de distribución en el RITU del cual saldrán los cables de acometida (mínimo dos pares) a cada domicilio.

### **Red de Dispersión**

Se debe instalar el número necesario de cables para cubrir la demanda prevista, y se deberá conectar al terminal correspondiente de la regleta del punto de distribución. Dicha conexión se deberá realizar correlativamente de arriba hacia abajo de acuerdo al orden de los domicilios.

Los cables multipares estarán conectados a las regletas de salida del gabinete principal y en el otro extremo en los conectores correspondientes en el PAU de cada local, oficina, domicilio o estancia común de la edificación.

### **Red de Usuario.**

Para el caso de viviendas, debe haber por lo menos un punto de toma de usuario por cada estancia, sin considerar depósitos ni baños, con un mínimo total de dos. Para el caso de oficinas o locales, el número de salidas depende de la superficie o la distribución por estancias, con un mínimo de tres por oficina o local.

Los pares de esta red se conectarán a las BAT y se prolongarán hasta el PAU, dejando la longitud adecuada para su posterior conexión.

### **Accesos basados en redes de cables coaxiales.**

Los cables coaxiales salen desde el gabinete principal inferior y terminan en los puntos de toma situados en cada unidad privada de la edificación. La topología de la red interna de cables coaxiales puede ser tipo estrella con centro en el gabinete principal inferior para inmuebles con 20 o menos PAU, o de tipo árbol con derivadores, con raíz en el gabinete principal inferior de la edificación, para cualquier número de PAU en la edificación.

El constructor de la edificación debe asegurar los niveles de calidad de las señales en los puntos de toma que se establecen en la presente norma, independientemente de la estructura de red interna que se elija.

El dimensionamiento mínimo de la red interna de telecomunicaciones se debe basar en la previsión de la demanda de cables coaxiales por unidad privada (oficina, local o vivienda) o estancia común de la edificación. Cada acometida se constituye por un cable coaxial. Para determinar la demanda de líneas de acceso necesarias, se deberá aplicar los siguientes criterios, los cuales establecen la cantidad de elementos de red que se requiere para formar las redes de dispersión y distribución, de tal forma que al PAU de la vivienda de cada usuario final le lleguen los cables necesarios con las señales que provienen del gabinete principal inferior:

**a) Para viviendas:** Una línea de cable coaxial por cada vivienda.

**b) Para oficinas o locales:** Una línea de cable coaxial por oficina o local cuando está definida la planta de oficinas o locales. Se dejará un cable en la caja de distribución del piso por cada 100 m<sup>2</sup> del piso.

**c) Estancias comunes:** Una línea de cable coaxial por cada estancia común de la edificación.

El número final de cables que llegarán al área privada del usuario final quedará a criterio del constructor de la edificación, debiendo atender como mínimo los criterios indicados.

### **Red de Alimentación**

El diseño, dimensionamiento e instalación de la red de alimentación, será responsabilidad del prestador de servicios. Cada proveedor de servicios permitirá el respaldo del servicio de esta red que crea conveniente.

Para los conjuntos de unidades privadas individuales, la red de alimentación llegará por medio de la canalización hasta el punto de

conexión de la edificación, ubicado en el gabinete principal de la RITU, donde finalizará en los paneles de entrada.

### **Red de Distribución**

La red de distribución de las edificaciones de un solo cableado vertical se realizará con cables coaxiales para satisfacer la demanda prevista, los cuales saldrán del gabinete principal inferior situado en la sala de equipos de telecomunicaciones, y termina en los gabinetes de las diferentes plantas de la edificación para repartir las señales a los usuarios en cada piso. La red de distribución de cables coaxiales se puede implementar por medio de las siguientes estructuras de red:

**a) Red de distribución en estrella.** En el panel de salida del gabinete principal inferior los cables terminarán en un conector tipo F, en cambio en los PAU se deberán conectar a los distribuidores de cada usuario en los mismos. Los cables coaxiales de la red de distribución partirán desde el gabinete principal inferior hasta cada PAU del inmueble directamente, pasando por los gabinetes de piso sin requerir algún elemento de conexión o sin ser abiertos necesariamente. Estos múltiples cables coaxiales conforman la red interna de telecomunicaciones del inmueble y forman una red de distribución única, disponible para cualquier operador y de obligatoria utilización para ellos.

**b) Red de distribución en árbol.** Esta red se implementará con un solo cable coaxial por cada operador que provea servicios a la edificación, el cual partirá desde el gabinete principal inferior y finalizará en el último gabinete de piso. En cada gabinete de piso se instalará el derivador adecuado para alimentar los PAU de cada piso. El cable coaxial de la red de distribución terminará en un conector tipo F, en el panel de salida del gabinete principal inferior.

El dimensionamiento de la red de distribución asegurará los mismos niveles mínimos de señal en los PAU, establecidos para los servicios de televisión analógica.

En edificaciones con varios cableados verticales, cada red vertical será considerada como una red de distribución independiente, y se deberá realizar el diseño conforme a lo establecido en los párrafos anteriores.

Para los conjuntos de unidades privadas individuales, la red de distribución será similar a la de edificios, con la consideración de que el cableado vertical se transforma en horizontal.

Para estructuras de la red de distribución de tipo árbol con derivadores, los puntos de distribución podrán situarse entre dos viviendas contiguas alternadamente, de tal manera que desde cada punto de distribución se provea de servicio a los dos domicilios adyacentes.

Cuando la cantidad de PAU sea de 10 o menos, se instalará un solo punto de distribución en el gabinete principal del cual saldrán los cables coaxiales hacia cada domicilio.

### **Red de Dispersión**

Se debe instalar el número necesario de cables coaxiales para cubrir la demanda prevista. Cada cable de esta red se deberá conectar al puerto correspondiente del derivador que funciona como punto de distribución, situado en el gabinete de piso, y finalizará en el PAU de cada domicilio, oficina, local o estancia común del inmueble, conectándose al distribuidor que reparte la señal en la red interna de cada usuario.

### **Red de Usuario.**

Para el caso de los domicilios se deberá contar con un punto de toma por cada estancia, a excepción de baños y depósitos.

Para el caso de oficinas o locales, la cantidad de puntos de toma depende de la superficie o la distribución por estancias, con un mínimo de uno por oficina o local. Cuando no se encuentre definida la distribución de

la planta en oficinas o locales, se contará por lo menos con un PAU por cada 100 m<sup>2</sup> o fracción en el gabinete que dé servicio a ese piso. Este punto alojará los elementos de distribución para conectar los puntos de toma calculados.

Para los salones de uso comunal o bienes comunes, se deberá instalar al menos un punto de toma en cada salón de uso general del inmueble, sin considerar aquellas donde la permanencia habitual de las personas no requiera acceso a servicios de telecomunicaciones en general, tales como depósitos, parqueaderos, etc.

### **Accesos basados en redes de cables de fibra óptica**

Las opciones de cableado de fibra óptica en inmuebles, consideradas en esta sección son FTTB y FTTH.

El dimensionamiento mínimo de red interna de telecomunicaciones dependerá de criterios de diseño usados en prácticas de ingeniería pero principalmente de los criterios de demanda de líneas de acceso de los usuarios finales.

El dimensionamiento mínimo de la red interna de telecomunicaciones se debe basar en la previsión de la demanda de líneas de fibra óptica por unidad privada (oficina, local o vivienda) o estancia común de la edificación. Cada línea se constituye por un par de fibras ópticas. Para determinar la demanda de líneas de acceso necesarias, se deberá aplicar los siguientes criterios, los cuales establecen la cantidad de elementos de red que se requiere para formar las redes de dispersión y distribución, de tal forma que al PAU de la vivienda de cada usuario final le lleguen los cables necesarios con las señales que provienen del gabinete principal:

**a) Viviendas:** Una línea de fibra óptica para cada domicilio.

**b) Locales u oficinas en inmuebles de viviendas:** Una línea de fibra óptica por oficina o local cuando está definida la planta de oficinas o locales. En caso contrario se dejará una línea de fibra

óptica en la caja de distribución del piso por cada 33 m<sup>2</sup> de área útiles del piso.

**c) Locales comerciales u oficinas en edificaciones destinadas fundamentalmente a este fin:** Una línea de fibra óptica por cada 33 m<sup>2</sup> o fracción de la estancia correspondiente, cuando está definida la planta de oficinas o locales.

**d) Estancias comunes:** Dos líneas ópticas por estancia común de la edificación.

El número final de líneas ópticas que llegarán al área privada del usuario final quedará a criterio del constructor de la edificación, debiendo atender como mínimo los criterios indicados.

#### **Red de Alimentación**

El diseño, dimensionamiento e instalación de la red de alimentación, será responsabilidad del prestador de servicios. Cada proveedor de servicios permitirá el respaldo del servicio de esta red que crea conveniente.

Para los conjuntos de unidades privadas individuales, la red de alimentación llegará por medio de la canalización hasta el punto de conexión de la edificación, ubicado en el gabinete principal de la RITU, donde finalizará en los paneles de entrada.

#### **Red de Distribución**

La red de distribución se dimensionará a partir de la demanda de acometidas ópticas estimada tanto para cada unidad privada (oficina, local o vivienda) y estancia común de la edificación, establecida según los criterios descritos anteriormente.

Se deberá dimensionar la red de distribución para edificaciones con un solo cableado vertical tomando en cuenta los siguientes criterios:

a) La cifra de demanda prevista se deberá multiplicar por el factor 1.4, lo que garantiza una máxima ocupación de la red del 70% y suficiente reserva en caso de posibles daños en alguna fibra.



b) Una vez obtenido el número nominal de pares de fibras, se deberá utilizar el cable normalizado de igual o superior capacidad, o varias combinaciones de cables. Las fibras que sobren deberán distribuirse en proporción a la cantidad de líneas ópticas previstas por piso y quedarán disponibles en los gabinetes de piso para su uso futuro.

Cuando la demanda de la edificación sea menor a 15 pares de fibra, la red de dispersión y distribución podrá implementarse con cables de dos fibras directamente desde el gabinete o cámara principal, Del cual partirán los cables de acometida interior que subirán por los pisos hasta terminar directamente en los PAU, pasando por los gabinetes de piso sin requerir que se los abra.

En edificaciones con varios cableados verticales, cada red vertical será considerada como una red de distribución independiente, y se deberá realizar el diseño conforme a lo establecido en los párrafos anteriores.

Para los conjuntos de unidades privadas individuales, la red de distribución será similar a la indicada para inmuebles con cableados verticales, con la consideración de que el cableado vertical se transforma en horizontal.

Los puntos de distribución podrán situarse entre dos viviendas contiguas alternadamente, de tal manera que desde cada punto de distribución se provea de servicio a los dos domicilios adyacentes.

Cuando la cantidad de PAU sea de 15 o menos, la red de dispersión y distribución podrán implementarse con cables de acometida de dos fibras ópticas directamente desde el gabinete principal, del cual saldrán los cables de la red de distribución hasta el PAU de cada unidad privada o estancia común de la edificación.

### **Red de Dispersión**

Se debe instalar el número necesario de cables de fibra óptica para cubrir la demanda prevista, y deberán finalizar en el PAU de cada domicilio en la caja terminal de fibra óptica.

Los cables de fibra óptica de la red de dispersión estarán conectados a los paneles correspondientes del punto de distribución ubicado en el gabinete de piso, y en el otro extremo, finalizan en el conector correspondiente en el PAU.

Cuando la red interna use cables de dos fibras ópticas, la red de dispersión será la continuación de la red de distribución, cuyas fibras se conectan a los paneles de salida del gabinete principal y en el otro extremo a los conectores correspondientes en el PAU de cada unidad domicilio o estancia común del inmueble, pasando por los gabinetes de piso sin que sean necesariamente abiertos en este punto.

### **Red de Usuario.**

En las viviendas debe haber por lo menos un punto de toma de usuario por cada estancia, sin considerar depósitos ni baños.

Para el caso de oficinas o locales, el número de puntos de toma depende de la superficie o la distribución por estancias, con un mínimo de uno por oficina o local. Cuando no se encuentre definida la distribución de la planta en oficinas o locales, se contará por lo menos con un PAU por cada 33 m<sup>2</sup> o fracción en la caja de distribución que dé servicio a ese piso. Este punto alojará los elementos de distribución para conectar los puntos de toma calculados.

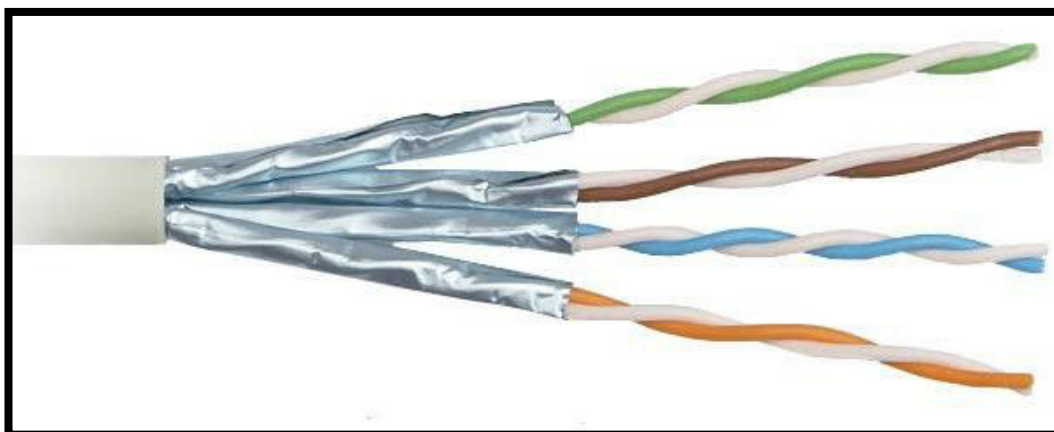
Para los salones de uso comunal o bienes comunes, se deberá instalar al menos un punto de toma en cada salón de uso general del inmueble, sin considerar aquellas donde la permanencia habitual de las personas no requiera acceso a servicios de telecomunicaciones en general, tales como depósitos, parqueaderos, etc.

El constructor de la edificación será responsable del diseño, suministro e instalación de la red interna de usuario con el dimensionamiento mínimo indicado anteriormente.

### 4.3.3 Requisitos técnicos

#### Redes de cables de par trenzado.

Se determinará el tipo de cable de la red de distribución dependiendo de la longitud del recorrido del mismo y de la clase de aplicación soportada. Cuando la longitud del canal sea de 90 metros o menos, los cables interiores para las redes de dispersión y distribución deberán conformarse como mínimo por pares trenzados de cobre de 4 pares de hilos con aislamiento individual no apantallados o apantallados de al menos categoría 6, como el cable que se muestra en la Figura 4.12.



**Figura 4.12 Cable blindado de par trenzado de categoría 6a. [60]**

Para la red interna de usuario se utilizarán cables de par trenzado de 4 pares de hilos conductores de cobre con aislamiento individual de al menos categoría 6 y cubierta de material ignífugo, baja emisión de humos y libre de halógenos.

Los conectores se utilizan en el punto de acceso al inmueble en el gabinete principal, en los gabinetes de piso, en los PAU y en los puntos de toma.

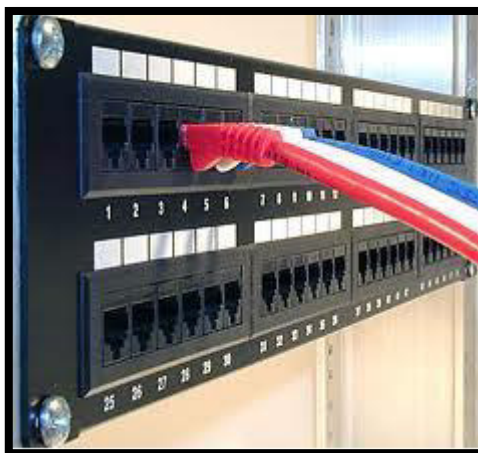
Los elementos de conexión deben estar diseñados para proporcionar un medio de identificación para la instalación y administración del cableado, con el fin de facilitar el acceso para el monitoreo o a las pruebas de cables y equipos, y proteger contra averías y contaminantes y para apantallamiento y soldaduras.

El gabinete principal contiene los paneles de conexión de los cables de entrada de las redes de alimentación y los paneles de conexión de los cables de salida de la red de distribución de la edificación. Para redes de par de cobre, existen los siguientes tipos de paneles de conexión en la cámara principal:

- a) **Paneles de conexión de entrada.** Los cables de las redes de alimentación finalizan en los paneles de conexión de entrada, los cuales deben ser independientes para cada operador y tendrán que ser diseñados, suministrados e instalados por los mismos operadores.
- b) **Paneles de conexión de salida.** Los paneles de conexión de salida donde finalizan los cables de la red de distribución de la edificación estarán conformadas por un distribuidor con un número de conectores miniatura o puertos, cuya cantidad debe ser por lo menos igual al número de cables de par trenzado que conforman la red de distribución la edificación. El total de cables para todos los operadores debe ser al menos igual al previsto para todas las unidades habitacionales (oficinas, domicilios, estancias comunes y locales). En todo caso, la cantidad de cables de salida y de conectores debe ser de al menos dos por unidad habitacional. Este distribuidor será diseñado, suministrado e instalado por el propietario de la edificación o constructor. Los conductores del cable de la red de distribución se conectarán en los puertos del distribuidor.

Los conectores permitirán la conexión de puentes (jumpers) para la interconexión con la red de alimentación. El panel que contiene

los puertos indicados será de plástico o metal como el panel que se muestra en la Figura 4.13, facilitando la extracción e inserción en los conectores y la salida de los cables de la red de distribución.



**Figura 4.13 Panel de conexión para cables de par trenzado. [61]**

En la red de distribución los cables de par trenzado se instalarán en forma directa desde el gabinete principal hasta el PAU pasando por el gabinete de piso sin tener la necesidad de abrirlos, y dejando allí una longitud suficiente de reserva en bucle de tal manera que permita conectar el PAU más alejado del piso en cuestión.

Los cables de la red de dispersión deberán terminar en un conector hembra de ocho vías el cual funcionará como PAU de cada domicilio, oficina, local o estancia común. Los ocho hilos deberán conectarse a los ocho contactos del conector.

Desde el PAU, donde finalizan los cables de dispersión con conectores hembra, comenzarán los cables de la red interna de usuario hacia los PAU. Estos cables terminarán en el PAU en conectores macho miniatura de ocho vías.

Cada una de las salidas de PAU al interior del inmueble del usuario final, dispondrá de uno o varios conectores hembra miniatura de ocho vías,

como los de la Figura 4.14, en los que deberán finalizar los extremos de los cables de la red interna de usuario.



**Figura 4.14 Punto de toma de uno y dos conectores hembra. [62]**

#### **Redes de cable par telefónico.**

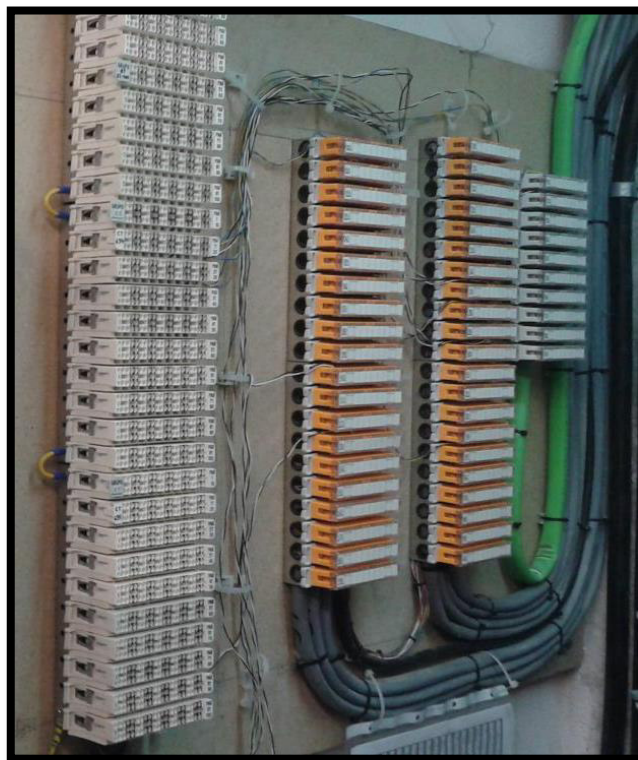
Los cables de exteriores en conjuntos de unidades privadas individuales deben tener aislamiento de polietileno y deben estar protegidos para formar un conjunto aislado totalmente. Deberán seleccionarse conforme se indica en la Sección 5 del Anexo.

Los conectores se utilizan en el punto de acceso a la edificación en la cámara principal, en las cámaras de piso, en los PAU y en los puntos de toma.

Los elementos de conexión deben estar diseñados para proporcionar un medio de identificación para la instalación y administración del cableado, con el fin de facilitar el acceso para el monitoreo o a las pruebas de cables y equipos, y proteger contra averías y contaminantes y para apantallamiento y soldaduras.

La cámara principal contiene las regletas de los cables de entrada de la red de alimentación y las regletas de los cables de salida de la red de distribución de la edificación. Para redes de par telefónico, existen los siguientes tipos de regletas en la cámara principal:

- a) **Regletas de entrada.** Los pares de las redes de alimentación finalizan en las regletas de entrada, las cuales deben ser independientes para cada operador y deberán ser diseñadas, suministradas e instaladas por los mismos operadores.
- b) **Regletas de salida.** Las regletas de salida donde finalizan los cables multipares o los cables individuales de pares de la red de distribución de la edificación, estarán formadas por un bloque aislante conformado por un número variable de terminales. La cantidad total de pares de contactos y de pares de cable de salida debe ser de al menos dos por unidad habitacional. Cada terminal de las regletas dispondrá de un lado preparado para conectar los conductores de cable, y el otro lado servirá para conectar los cables de cruzada. El sistema de conexión será por desplazamiento de aislante. Esta conexión se realizará por medio de una herramienta especial adecuada. Deberá facilitar la toma de mediciones en ambos lados sin interrumpir el servicio levantando las conexiones. Las regletas de salida serán provistas e instaladas por el propietario o constructor de la edificación. Los elementos metálicos tendrán que ser resistentes a la corrosión. La unión entre los pares de conectores de las regletas de entrada y de las regletas de salida se la hará a través de cruzadas, las cuales deben cumplir con lo establecido en la Sección 5 del Anexo. Dichos cables de cruzada serán suministrados e instalados por los respectivos operadores. Todos los pares de entrada y salida deberán estar debidamente identificados.



**Figura 4.15 Regletas de entrada y de salida. [63]**

El gabinete de piso aloja las regletas de conexión en las que finalizan, en un extremo, los pares de la red de distribución y, en el otro, los cables de la red de dispersión, como se visualiza en la Figura 4.15. Sin embargo, en redes internas pequeñas, los pares que se conectan directamente a las regletas de salida de la cámara principal se instalan directamente desde dicho gabinete hasta el PAU con una estructura de red tipo estrella, pasando por las cajas de distribución hacia la red de dispersión sin necesidad de abrirlos para conectarlos a una regleta. En este caso se dejará una reserva en bucle suficiente en el interior del gabinete, de tal manera que se pueda conectar el PAU que queda más lejos en el piso en cuestión. El dimensionamiento, diseño, suministro e instalación de los gabinetes de piso junto con sus elementos de conexión son responsabilidad del constructor de la edificación. El sistema de conexión será por desplazamiento de aislante, y se realizará la conexión por medio



de una herramienta especial adecuada. Deberá facilitar la toma de mediciones en ambos lados sin interrumpir el servicio levantando las conexiones. Todos los pares de entrada y salida deberán estar debidamente identificados.

Cada uno de los cables de la red finalizará en un conector hembra miniatura que funcionará como PAU de cada domicilio, oficina, local o estancia común.

Desde el PAU, donde finalizan los cables de dispersión con conectores hembra, saldrán los cables de la red interna de usuario hacia los PAU. Estos cables deberán finalizar en el PAU en conectores macho miniatura.

Cada una de las salidas de puntos de toma de usuario al interior de la edificación del usuario final, deberá disponer de uno o varios conectores hembra miniatura como el que se muestra en la Figura 4.16, en los que deberán finalizar los extremos de los cables de pares de la red interna de usuario.



**Figura 4.16 Punto de toma telefónico de dos conectores. [64]**

**Redes de cables coaxiales.**

Los cables coaxiales que serán usados en la red interna de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicaciones deben seguir las especificaciones técnicas que permitan cumplir con los objetivos de calidad especificados en esta norma.

Los cables a utilizar en la red deberán ser del tipo RG-11 o RG-6 o de mejores características mecánicas o eléctricas según el caso particular de aplicación. Las características técnicas de estos cables son:

- Impedancia característica media de 75  $\Omega$ .
- Cable coaxial con aislante dieléctrico de polietileno celular físico y con conductor central de acero recubierto de cobre.
- Malla formada por una trenza de alambres de aluminio, con porcentaje de recubrimiento mayor al 75%.
- Pantalla formada por una cinta laminada de aluminio-poliéster-aluminio pegada y solapada sobre el dieléctrico.
- Cubierta de polietileno para instalaciones exteriores, e ignífuga para instalaciones interiores.
- Atenuación máxima de 20 dB por cada 100 m a una frecuencia de 800 MHz.
- Los cables para exteriores en conjuntos de unidades privadas individuales deben estar dotados con un compuesto antihumedad contra la corrosión, garantizando su estanqueidad longitudinal. Los extremos de los cables terminarán en conectores tipo F para cable coaxial.

Los elementos de conexión que usa la red interna de telecomunicaciones de cables coaxiales de la edificación, que salen de la cámara principal donde se conecta con las redes de alimentación de los operadores, se localizan en la cámara principal, los gabinetes de piso, los PAU y el BAT. Los diferentes elementos de conexión deberán disponer de conectores tipo F para cable coaxial.

El gabinete deberá alojar los paneles de conexión (como los de la Figura 4.17) de los cables coaxiales de los cables de salida de la red de distribución y de entrada de la red de alimentación. El espacio interno de la cámara principal para cables coaxiales permitirá la instalación de los elementos amplificadores requeridos y de los elementos de distribución necesarios. Los paneles de entrada y de salida tendrán que acoplarse a la estructura de la red de distribución de la edificación. Para los paneles de conexión en la cámara principal, dependiendo del tipo de topología utilizada en la red de distribución, se deben seguir los siguientes requerimientos:

- a) **Red de distribución en estrella.** El panel de conexión de entrada estará formado por los derivadores necesarios para alimentar la red de distribución de la edificación cuyas salidas tendrán conectores tipo F hembra con la correspondiente carga anti-violable. El panel de conexión de salida estará formado por los propios cables de la red de distribución del inmueble que terminan en conectores tipo F macho.
- b) **Red de distribución en árbol.** Los paneles de conexión de entrada y salida tendrán tantos conectores tipo F hembra (entrada) o macho (salida) como árboles haya en la red de distribución.



**Figura 4.17 Panel de conexión de 32 conectores hembra tipo F. [65]**

Todos los componentes pasivos usados en la red de cables coaxiales deberán tener una impedancia nominal de  $75 \Omega$ , con unas pérdidas de

retorno mayores a 15 dB en el rango entre 5 MHz y 1000 MHz, y deberán estar diseñados para que funcionen en modo full-duplex.

Todos los puertos de los componentes pasivos tendrán conectores tipo F y su base tendrá un herraje para fijar el elemento a la pared. Deberán estar diseñados de tal forma que se garantice el apantallamiento electromagnético y, para los elementos pasivos de exterior, la hermeticidad del mismo.

Asimismo, todos los componentes pasivos para exteriores permitirán el paso y corte de corriente aun cuando la tapa esté abierta, la cual deberá contar con una junta de poliuretano o neopreno y de una malla metálica, que garanticen tanto su apantallamiento electromagnético como su hermeticidad.

Las cargas tipo F anti-violabes son cilindros compuestos por una única pieza de material altamente resistente a la corrosión. El puerto de entrada F deberá tener una espiga para la instalación en el puerto F hembra del derivador.

La carga de terminación coaxial a instalar en todos los puertos de los distribuidores o derivadores (incluyendo los de terminación de línea) que no tengan conectado un cable de acometida será una carga de 75  $\Omega$  de tipo F.

En toda esta red se deberán utilizar conectores de tipo F universal de compresión. Deberán usar herramientas profesionales para su armado.

El PAU estará compuesto por un distribuidor inductivo simétrico de dos salidas, en cuya entrada deberá llegar el cable coaxial de la red de dispersión con sus conectores, para luego conectarse a la red interna de usuario.

Los extremos de los ramales de la red interna de usuario se deberán conectar al divisor simétrico, identificando los BAT a las que proveen el servicio.

Cada una de las salidas de los BAT deberá tener uno o varios conectores tipo F hembra, como el de la Figura 4.18, con impedancia de  $75\Omega$ .



**Figura 4.18 Punto de toma hembra para cables coaxiales. [66]**

Se deberá comprobar la atenuación de los cables coaxiales y la continuidad de las redes de dispersión y distribución e interna de usuario del inmueble, e identificar de las distintas ramas, para garantizar que la señal se reciba correctamente en el PAU y el BAT.

#### **Redes de cables de fibra óptica**

Las fibras ópticas serán de tipo monomodo con poca sensibilidad a curvaturas según a la Recomendación UIT-T G.657A “Características de las fibras y cables ópticos monomodo insensibles a la pérdida por flexión para la red de acceso”, y deberán tener compatibilidad con las fibras de tipo G.652.D definidas en la Recomendación UIT-T G.652 (06/2005).

Los cables de fibra óptica deben cumplir con los siguientes parámetros y características técnicas.

- a) Cables de múltiples fibras.** Los cables de varias fibras ópticas para recorridos verticales deberán ser de hasta 48 fibras preferiblemente. Cada fibra o conjuntos de fibras debe ser fácilmente identificable a través de protección individual y el uso de código de colores de acuerdo a la norma ANS-ICEA - 83-596 (Standard for optical fiber premises distribution cable) y ANSI/TIA/EIA/568-B.1 (Commercial building telecommunications cabling standard) basados en el código de colores que se muestra en la Figura 4.19. Los cables serán completamente dieléctricos, no deberán tener ningún metal y su cubierta debe ser termoplástica, de baja emisión de humo, ignífuga y libre de halógenos. Las fibras ópticas deberán distribuirse en micromódulos o buffers con 1, 2, 4, 6 u 8 hilos de fibra. Los micromódulos o buffers serán termoplásticos elastómeros de poliéster o de material similar, impregnados con compuesto impermeable, y debe ser fácil de pelar, sin necesidad de usar herramientas especiales. Para los cables de múltiples fibras para distribución horizontal, las características deben ser las mismas que para el cable de distribución vertical y adicionalmente el cable deberá tener los elementos necesarios que impidan la filtración de agua en el mismo.
- b) Cables de dos fibras.** Los cables de dos hilos de fibra para instalación exterior e interior se regirán al código de colores de la norma ANS-ICEA - 83-596 (Standard for optical fiber premises distribution cable) para su identificación.

Posición	Colores
1	Azul
2	Anaranjado
3	Verde
4	Café
5	Plateado (Gris)
6	Blanco
7	Rojo
8	Negro
9	Amarillo
10	Violeta
11	Rosa (Rosado)
12	Aqua (Celeste)

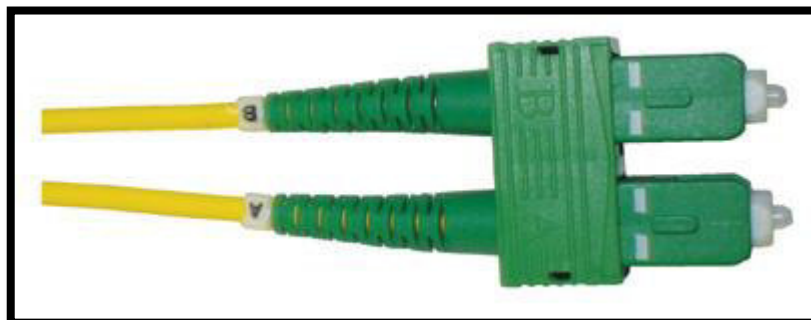
**Figura 4.19 Código de Colores para fibra óptica según estándar TIA/EIA-598**

[67]

Los elementos de conexión que se usan en esta red se localizan en el gabinete principal, en los gabinetes de piso y en los PAU.

En la cámara principal de la edificación se localizan los módulos de entrada, donde culminan las redes de alimentación óptica de los diferentes operadores, y los módulos de salida, desde donde comienza la red interna de fibra óptica de la edificación.

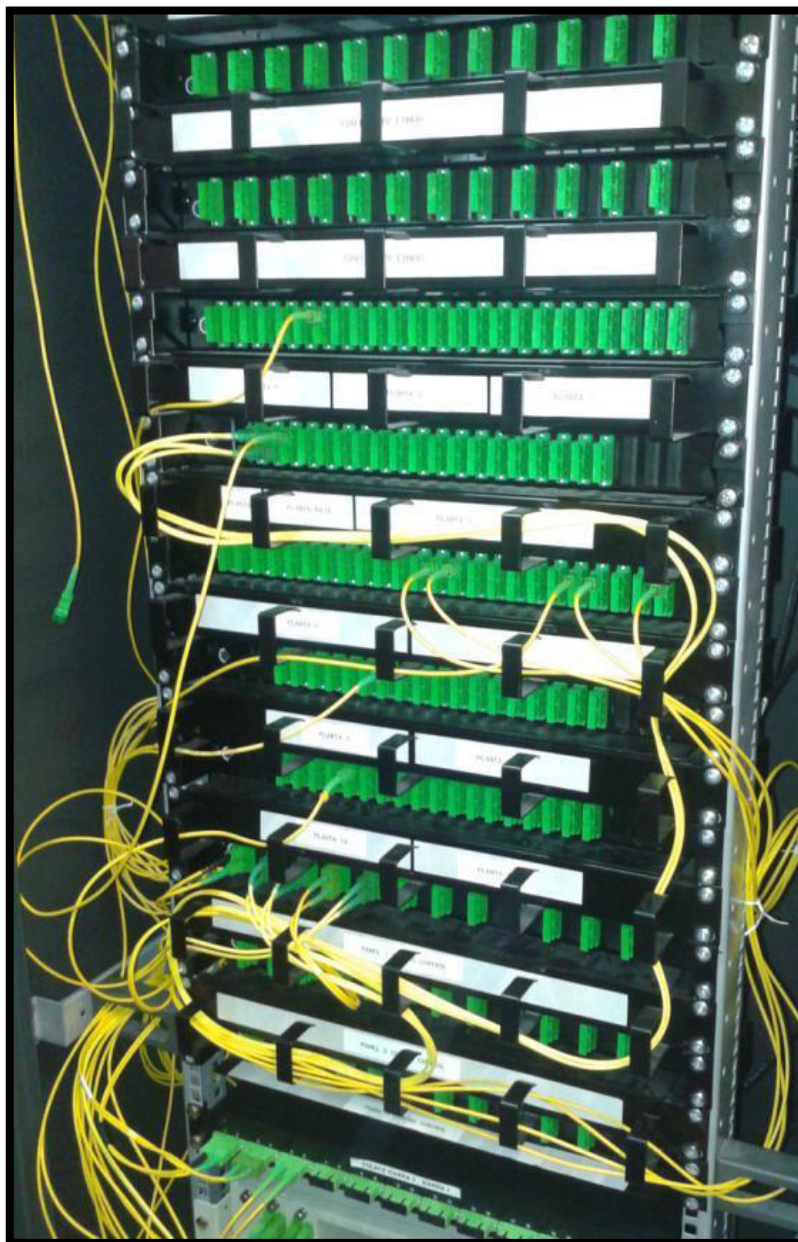
En la red de alimentación los cables de fibra óptica deberán tener conectores tipo SC/APC dúplex, como los que muestra la Figura 4.20, con su adaptador correspondiente, agrupados en un distribuidor de conectores u ODF de entrada que funcionará como panel de conexión de entrada.



**Figura 4.20 Conector óptico tipo SC/APC dúplex. [68]**

El módulo básico para terminar la red de fibra óptica de la edificación permitirá la terminación de 8, 16, 32 ó 48 conectores en paneles ópticos de la red de distribución, terminadas en conectores SC/ APC dúplex, como se aprecia en la Figura 4.21. Se instalará la cantidad necesaria de módulos para atender toda la red de distribución del inmueble. La cámara principal deberá permitir un número de conectores de entrada (para todos los operadores) igual a dos veces el número de conectores de salida.





**Figura 4.21** Bandejas de distribución de fibras ópticas ubicadas en rack.  
[63]

Los módulos de la red de distribución óptica deberán poder ser instalados en pared y deberán ser capaces de sujetarse con diferentes módulos entre sí. Asimismo, los módulos de terminación de red óptica deberán

haber pasado por pruebas de calor seco, frío, humedad, niebla salina y ciclos de temperatura.

Las cajas de plástico deberán pasar las pruebas de resistencia frente a polvo y líquidos y autoextinguibilidad. El grado de protección deberá ser de IP 55.

La caja de dispersión óptica como la que se muestra en la Figura 4.22, es el punto de distribución óptico y estará ubicada en los gabinetes de piso. Estas cajas podrán ser de exterior (para 4 fibras ópticas), para conjuntos de unidades privadas individuales o de interior (para 4 u 8 fibras ópticas).



**Figura 4.22 Caja de dispersión de fibras ópticas. [69]**

Cuando los cables ópticos de la red de dispersión sean diferentes a los cables de la red de distribución, el punto de distribución tendrá por una o varias cajas de dispersión que tendrán ambos tipos de terminaciones. En

cada caja de dispersión se guardarán los empalmes entre los hilos de fibra óptica de la red de dispersión y distribución. En estas cajas se almacenará los hilos de fibra en forma de bucle con la suficiente holgura para poder volver a realizar alguna fusión en caso de requerirse.

Cuando los cables ópticos de la red de dispersión sean iguales a los cables de la red de distribución, estas fibras deberán estar de paso en las cajas de distribución. El punto de distribución tendrá una o varias cajas de dispersión que contienen suficiente reserva de fibra óptica, para alcanzar al PAU más lejano del piso. Los extremos de las fibras ópticas de la red de dispersión se deberán etiquetar indicando los PAU a los que brindan servicio.

La caja de dispersión deberá estar diseñada de tal forma que en su interior se asegure un radio mínimo de curvatura de 15 milímetros en el recorrido de la fibra óptica. Las cajas deberán pasar las mismas pruebas establecidas anteriormente para los módulos de conexión.

Los propietarios o constructores de la edificación se encargarán del diseño, dimensionamiento, el suministro e instalación de los puntos de distribución ópticos.

El PAU de la red interna de fibra óptica se conforma por un punto de toma óptico o caja de terminación de fibra óptica de la red de dispersión, tal como se muestra en la Figura 4.23, con sus conectores tipo SC/ APC dúplex y su adaptador, y por la unidad de terminación de red óptica que se conectará por una parte al punto de toma óptico y, por otra, a la red interna de usuario. Esta unidad de terminación óptica, se encarga de la conversión óptico-eléctrica del cual los operadores son responsables de su suministro, instalación y mantenimiento. Este equipo deberá proveer al usuario el acceso a los diferentes servicios, con sus facilidades simultáneas como “punto de prueba” y “medio de corte”.



**Figura 4.23 Punto de toma óptico. [70]**

Las cajas de terminación de fibras ópticas deben cumplir con las mismas pruebas que los módulos de conexión. Esta caja deberá estar diseñada de tal forma que en su interior se asegure un radio mínimo de curvatura de 20 milímetros en el recorrido de la fibra óptica.

Los conectores serán de tipo SC/ APC, para que pueda instalarse en los paneles de conexión de la cámara principal y en la caja de terminación de fibra óptica del PAU. Deberán usar herramientas profesionales para su armado.

Se deberá comprobar la correspondencia de las fibras ópticas de las redes de distribución y dispersión con las etiquetas de los paneles y cajas, así como la continuidad de las mismas y sus características de transmisión.

Para impedir lesiones, los adaptadores de montaje de los conectores de las cajas ópticas tendrán una tapa abatible en la cara exterior, de tal

manera que se pueda cerrar y proteger el adaptador cuando no tenga ningún conector en dicha cara.

De manera similar, para evitar el riesgo de lesiones por manipulación de cables ópticos por parte de personal no calificado, las tapas o cerraduras de las cámaras de interconexión de las cajas ópticas, exhibirán visiblemente las correspondientes leyendas y marcas. [71]

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

1. En el presente documento se ha propuesto la implementación de una normativa técnica de Infraestructura Común de Telecomunicaciones en un edificio con viviendas unifamiliares, oficinas y locales comerciales, permitiendo el acceso a los diferentes servicios de telecomunicación ofertados por los operadores, tales como la telefonía básica, radiodifusión sonora, televisión por cable, terrestre o satelital e Internet.
2. La normativa técnica proporciona estándares y lineamientos para la implementación eficiente y ordenada de las diferentes redes de acceso en una edificación de tal forma que coexistan varios proveedores ofertando todos los servicios de telecomunicaciones a los usuarios, fomentando así la sana competencia y la libertad del usuario para escoger los servicios de telecomunicaciones y los proveedores de estos servicios.
3. Esta normativa técnica se ha desarrollado tomando en consideración los tipos de servicios de telecomunicaciones que actualmente se ofertan en las viviendas y la tecnología que utilizan los operadores para brindar los diferentes servicios a los usuarios.
4. La normativa técnica de ICT para el acceso a servicios de telecomunicaciones dentro de las edificaciones supone un paso muy

importante en el desarrollo tecnológico, al facilitar el despliegue de redes de última tecnología y gran capacidad para satisfacer la demanda de ancho de banda de los usuarios en las edificaciones.

## **RECOMENDACIONES**

1. A fin de facilitar la lectura y el cumplimiento de las recomendaciones y normativas internacionales por parte de los operadores, y tomando en consideración que la mayoría de las normas que se hace referencia en este proyecto están en inglés y algunas de ellas no son de fácil acceso, se recomienda elaborar normativas nacionales basadas en las internacionales, traducidas y adaptadas a las aplicaciones que se implementan en nuestro país.
2. Previo a la aprobación y publicación de las resoluciones concernientes a la normativa de la Infraestructura Común de Telecomunicaciones se recomienda publicar un borrador de la normativa técnica y de los anexos, de tal manera que los proveedores de servicios de telecomunicaciones puedan tener acceso y procedan a emitir sus comentarios, observaciones y sugerencias con el propósito de promover la transparencia en estas normas y de evitar parcialidades.
3. En el futuro, conforme avance la tecnología, se podrían incluir secciones referentes a edificios inteligentes, y viviendas domóticas que cuenten con servicios de iluminación automática y ahorro de energía, sistemas de seguridad, instalaciones de circuitos cerrados de televisión, video portería, comunicaciones de emergencia y control de extinción de incendios.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] CONATEL, «[www.telecomunicaciones.gob.ec](http://www.telecomunicaciones.gob.ec),» 20 04 2009. [En línea]. Available: <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/11/Reglamento-de-Acceso-y-Uso-Compartido-de-Telecomunicaciones.pdf>. [Último acceso: 10 11 2014].
- [2] ARCOTEL, «<http://www.arcotel.gob.ec/resoluciones-conatel/>,» 10 07 2014. [En línea]. Available: <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/TEL-517-17-CONATEL-2014-ro.pdf>. [Último acceso: 20 03 2015].
- [3] R. Treviño, 2011. [En línea]. Available: <http://www.cepal.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=/socinfo/noticias/paginas/3/38053/P38053.xml&xsl=/socinfo/tpl/p18f.xsl&base=/socinfo/tpl/top-bottom.xsl>. [Último acceso: 20 03 2015].
- [4] Asamblea Nacional del Ecuador, «<http://www.planificacion.gob.ec>,» Octubre 2012. [En línea]. Available: <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Ley-Organica.pdf>.
- [5] Asamblea Nacional Constituyente, «Asamblea Nacional,» 18 02 2015. [En línea]. Available: [http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/proyecto\\_de\\_ley\\_organica\\_de\\_telecomunicaciones\\_texto\\_para\\_votacion\\_17-12-2014.pdf](http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/proyecto_de_ley_organica_de_telecomunicaciones_texto_para_votacion_17-12-2014.pdf). [Último acceso: 18 02 2015].
- [6] Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, Febrero 2016. [En línea]. Available: <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/entro-en-vigencia-la-ley-organica-de-telecomunicaciones-en-beneficio-de-los-ciudadanos/>.
- [7] División de Datos y Estadísticas de TIC de la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT, «ITU,» 2015. [En línea]. Available:



<https://www.itu.int/en/ITU->

[D/Statistics/Documents/publications/misr2015/MISR2015-ES-S.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2015/MISR2015-ES-S.pdf). [Último acceso: 10 05 2016].

- [8] MINTEL, «<http://www.observatoriotic.mintel.gob.ec>,» 10 2014. [En línea]. Available: <http://www.observatoriotic.mintel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/03/Libro-Blanco-Territorio-Digital-v2-20-October-2014.pdf>. [Último acceso: 12 2014].
- [9] H. M. Díaz, Diciembre 2004. [En línea]. Available: <http://www.monografias.com/trabajos16/telecomunicaciones/telecomunicaciones.shtml>.
- [10] ARCOTEL, «<http://www.arcotel.gob.ec/servicio-de-telefonija/>,» Junio 2016. [En línea]. Available: [http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/09/2.1.1-DENSIDAD-Y-PARTICIPACION-DE-LINEAS-TELEFONICAS-AB+TTUP\\_May.xlsx](http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/09/2.1.1-DENSIDAD-Y-PARTICIPACION-DE-LINEAS-TELEFONICAS-AB+TTUP_May.xlsx). [Último acceso: Julio 2016].
- [11] ARCOTEL, «<http://www.arcotel.gob.ec/servicio-movil-avanzado-sma/>,» 05 2016. [En línea]. Available: [http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/09/1.1.2-Lineas-activas-por-modalidad\\_May.xlsx](http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/09/1.1.2-Lineas-activas-por-modalidad_May.xlsx). [Último acceso: 07 2016].
- [12] ARCOTEL, «<http://www.arcotel.gob.ec/servicio-movil-avanzado-sma/>,» 06 2016. [En línea]. Available: [http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/09/1.1.1-Lineas-activas-por-servicio\\_y\\_Densidad\\_May.xlsx](http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/09/1.1.1-Lineas-activas-por-servicio_y_Densidad_May.xlsx). [Último acceso: 07 2016].
- [13] ARCOTEL, «<http://www.arcotel.gob.ec/servicio-acceso-internet/>,» 04 2016. [En línea]. Available: [http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/09/3.1.1-Cuentas-internet-fijos-y-moviles\\_abr2016.xls](http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/09/3.1.1-Cuentas-internet-fijos-y-moviles_abr2016.xls). [Último acceso: 07 2016].
- [14] ARCOTEL, «<http://www.arcotel.gob.ec/audio-y-video-por-suscripcion/>,» Julio 2016. [En línea]. Available: <http://www.arcotel.gob.ec/wp->

content/uploads/2016/07/4.1.1-Suscripciones-TV-Paga\_jul2016.xlsx.

- [15] ARCOTEL, «<http://www.arcotel.gob.ec/servicios/>,» [En línea]. Available: <http://www.arcotel.gob.ec/servicios/>.
- [16] ARCOTEL, «<http://www.arcotel.gob.ec/servicios-portadores-de-telecomunicaciones-spt/>,» 05 2016. [En línea]. Available: <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/09/5.1.1-Usuarios-Enlaces-SPT-pagina-web-abr-16.xlsx>. [Último acceso: 07 2016].
- [17] ARCOTEL, «[www.arcotel.gob.ec](http://www.arcotel.gob.ec),» 2015. [En línea]. Available: <http://www.arcotel.gob.ec/base-legal-utilizada-para-el-control-tecnico/>. [Último acceso: 20 03 2015].
- [18] Dirección del Registro Oficial, «Corte constitucional del Ecuador,» 20 10 2008. [En línea]. Available: [http://www.corteconstitucional.gob.ec/images/stories/pdfs/Constitucion\\_politica.pdf](http://www.corteconstitucional.gob.ec/images/stories/pdfs/Constitucion_politica.pdf). [Último acceso: 15 06 2014].
- [19] BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, 03 2015. [En línea]. Available: <http://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/782-producto-interno-bruto-tuvo-un-crecimiento-anual-de-38%20>. [Último acceso: 30 04 2015].
- [20] INEC, «<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>,» 2013. [En línea]. Available: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/ENALQUI-2013/metodologia\\_enalqui.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENALQUI-2013/metodologia_enalqui.pdf). [Último acceso: 20 12 2014].
- [21] BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, «<http://contenido.bce.fin.ec>,» 03 2015. [En línea]. Available: <http://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/cntrimestral/CNTrimestral.jsp>. [Último acceso: 04 2015].
- [22] COMITÉ EJECUTIVO DEL CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN, «COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE

- PICHINGHA,» 15 07 1996. [En línea]. Available: <http://www.cicp-ec.com/pdf/5.%20INST.ELECTROM%C3%89CANICA-2.pdf>. [Último acceso: 1 12 2014].
- [23] J. A. d. Rio, Proyecto de ICT para un edificio de viviendas, Cataluña, 2011.
- [24] A. R. C. Lechtaler y R. J. Fusario, Teleinformática para ingenieros en sistemas de información I, Reverté.
- [25] M. Francisco Cordova, «TECNOLOGIAS DE ACCESO,» [En línea]. Available: [http://www.imaginar.org/iicd/tus\\_archivos/TUS6/2\\_tecnologia.pdf](http://www.imaginar.org/iicd/tus_archivos/TUS6/2_tecnologia.pdf).
- [26] Paradigm Technology Inc, «<http://www.paradigm.com.tw>,» [En línea]. Available: [http://www.paradigm.com.tw/Support\\_FAQ-ADSL.html](http://www.paradigm.com.tw/Support_FAQ-ADSL.html).
- [27] P. Turmero, «<http://www.monografias.com>,» Diciembre 2014. [En línea]. Available: <http://www.monografias.com/trabajos103/redes-computadoras-e-internet/redes-computadoras-e-internet.shtml>.
- [28] J. Cartagena, «<http://profesores.elo.utfsm.cl/>,» [En línea]. Available: <http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s08/project/JuanCartajena.pdf>.
- [29] Superintendencia de Telecomunicaciones, «<http://www.supertel.gob.ec>,» 26 Marzo 2010. [En línea]. Available: [http://www.supertel.gob.ec/pdf/publicaciones/informe\\_tdt\\_mar26\\_2010.pdf](http://www.supertel.gob.ec/pdf/publicaciones/informe_tdt_mar26_2010.pdf).
- [30] Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa, «<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx>,» [En línea]. Available: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec\\_8.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec_8.htm).
- [31] I. G. González, Técnicas y procesos en las instalaciones singulares en los edificios, Paraninfo, 2007.
- [32] Locura Digital, s.l., «<http://televisiondigitalterrestretdt.com>,» [En línea]. Available: <http://televisiondigitalterrestretdt.com/InformacionTecnicaInstalacionColectiv>

a.htm.

- [33] E. Pauta, «<http://www.uazuay.edu.ec>,» Junio 2006. [En línea]. Available: [http://www.uazuay.edu.ec/estudios/electronica/proyectos/normas\\_redes\\_telefonicas.pdf](http://www.uazuay.edu.ec/estudios/electronica/proyectos/normas_redes_telefonicas.pdf).
- [34] MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA, «<http://www.habitatyvivienda.gob.ec>,» [En línea]. Available: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/01/Decreto-Ejecutivo-705.pdf>. [Último acceso: 2015].
- [35] MINTEL, «<http://www.telecomunicaciones.gob.ec>,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/mes-Telecom-TIC.pdf>.
- [36] ARCOTEL, «<http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2016/02/Reglamento-Ley-Organica-de-Telecomunicaciones.pdf>,» 02 2016. [En línea]. Available: <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2016/02/Reglamento-Ley-Organica-de-Telecomunicaciones.pdf>. [Último acceso: 07 2016].
- [37] MIDUVI, «<http://www.habitatyvivienda.gob.ec>,» [En línea]. Available: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>.
- [38] COIT, Normativa de la Infraestructura Común de Telecomunicaciones, COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION, 2011.
- [39] G. V. Arenas, «[ocw.bib.upct.es](http://ocw.bib.upct.es),» [En línea]. Available: [ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/5941/mod.../1/Tema\\_ICTelecom.pdf](http://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/5941/mod.../1/Tema_ICTelecom.pdf).
- [40] Comisión de Regulación de Comunicaciones, «<https://www.crcom.gov.co>,» 2013. [En línea]. Available: <https://www.crcom.gov.co/resoluciones/00004262.pdf>.

- [41] I.E.S Albert Einstein, «<http://45.red-80-24-233.staticip.rima-tde.net>,» [En línea]. Available: <http://45.red-80-24-233.staticip.rima-tde.net/contenidos/CFGM2/tema4componentescabecera.pdf>.
- [42] CRC, «<https://www.crcom.gov.co>,» 2011. [En línea]. Available: [https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/1\\_Documento\\_soporte\\_RITEL.pdf](https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/1_Documento_soporte_RITEL.pdf).
- [43] BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO, «MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y TURISMO,» 28 02 1998. [En línea]. Available: <http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/Infraestructuras/Normativa/1.-%20Normativa%20de%20aplicaci%C3%B3n/RD198.pdf>. [Último acceso: 10 01 2015].
- [44] Jefatura del Estado España, «<http://www.boe.es>,» 1998. [En línea]. Available: <http://www.boe.es/boe/dias/1998/02/28/pdfs/A07071-07074.pdf>.
- [45] BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO, «MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y TURISMO,» 06 11 1999. [En línea]. Available: [http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/Infraestructuras/Normativa/1.-%20Normativa%20de%20aplicaci%C3%B3n/Ley38\\_1999.pdf](http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/Infraestructuras/Normativa/1.-%20Normativa%20de%20aplicaci%C3%B3n/Ley38_1999.pdf). [Último acceso: 10 01 2015].
- [46] BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO, «MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y TURISMO,» 14 05 2003. [En línea]. Available: [http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/Infraestructuras/Normativa/1.-%20Normativa%20de%20aplicaci%C3%B3n/RD401\\_2003.pdf](http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/Infraestructuras/Normativa/1.-%20Normativa%20de%20aplicaci%C3%B3n/RD401_2003.pdf). [Último acceso: 1 2 2014].
- [47] BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO, «MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y TURISMO,» 27 05 2003. [En línea]. Available: [http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/Infraestructuras/Normativa/1.-%20Normativa%20de%20aplicaci%C3%B3n/Orden1296\\_2003.pdf](http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/Infraestructuras/Normativa/1.-%20Normativa%20de%20aplicaci%C3%B3n/Orden1296_2003.pdf). [Último acceso: 10 01 2015].

- [48] BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO, «MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y TURISMO,» 15 06 2005. [En línea]. Available: <http://www.boe.es/boe/dias/2005/06/15/pdfs/A20562-20567.pdf>. [Último acceso: 10 1 2015].
- [49] BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO, «MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y TURISMO,» 13 04 2006. [En línea]. Available: <http://www.boe.es/boe/dias/2006/04/13/pdfs/A14310-14326.pdf>. [Último acceso: 10 01 2015].
- [50] INDOTEL, «[www.indotel.gob.do](http://www.indotel.gob.do),» [En línea]. Available: [www.indotel.gob.do/index.php/uploads/188/863-PDF](http://www.indotel.gob.do/index.php/uploads/188/863-PDF).
- [51] CRCOM,  
«[https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/1\\_Documento\\_soporte\\_RIT\\_EL.pdf](https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/1_Documento_soporte_RIT_EL.pdf),» Octubre 2011. [En línea]. Available: [https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/1\\_Documento\\_soporte\\_RIT\\_EL.pdf](https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/1_Documento_soporte_RIT_EL.pdf). [Último acceso: 16 Mayo 2016].
- [52] ARCOTEL, «<http://www.arcotel.gob.ec>,» [En línea]. Available: <http://www.arcotel.gob.ec/radiodifusion-sonora-y-television-abierta/>.
- [53] J. C. Martín, «Antenas. Recepción de señales de TV y radio,» de *Instalaciones de telecomunicaciones*, EDITEX, 2009.
- [54] Internet por Colombia, «[http://www.ipcolombia.com/cap\\_conectividad2.htm](http://www.ipcolombia.com/cap_conectividad2.htm),» [En línea]. Available: [http://www.ipcolombia.com/cap\\_conectividad2.htm](http://www.ipcolombia.com/cap_conectividad2.htm).
- [55] M. Pérez, «<http://es.slideshare.net/moisespd/ict-telefon>,» [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/moisespd/ict-telefon>.
- [56] ALCAD, Infraestructura común de telecomunicaciones, ALCAD.
- [57] worldwidesatellites.com, [En línea]. Available: [http://worldwidesatellites.com/images/photos/655/687\\_rg11-rg6compare.jpg](http://worldwidesatellites.com/images/photos/655/687_rg11-rg6compare.jpg).
- [58] IMVENTA, «[www.imventa.com](http://www.imventa.com),» [En línea]. Available:

<http://www.imventa.com/Ayuda/TeKton3D/Modulos/Capitulos/ICT/Insertar/img/img5F.jpg>.

- [59] A. S. Montero. [En línea]. Available: <http://slideplayer.es/slide/2353165/>.
- [60] H. A. Varela, «<https://pondalpar113.wordpress.com/tipos-de-cable/>,» [En línea]. Available: <https://pondalpar113.files.wordpress.com/2010/12/twisted-pair-cable-stp.jpg>.
- [61] S. Luengo, «<http://dluengogrl1314.blogspot.com/>,» [En línea]. Available: <https://redeslanwebquest.files.wordpress.com/2011/10/patch-panel.jpg>.
- [62] cabling24, «<http://www.cabling24.com/>,» [En línea]. Available: [http://www.cabling24.com/media/catalog/product/cache/8/small\\_image/229x/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/u/p/up\\_k\\_faceplates\\_1x\\_2x\\_bs\\_01.jpg](http://www.cabling24.com/media/catalog/product/cache/8/small_image/229x/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/u/p/up_k_faceplates_1x_2x_bs_01.jpg).
- [63] E. Bizkaia, «<http://fibraoptica.blog.tartanga.net/page/4/>,» Dpto. Electrónica IEFPS Tartanga, [En línea]. Available: <http://fibraoptica.blog.tartanga.net/page/4/>.
- [64] mexbusa, «<http://mexbusa.com/index.php/catalogo/telefonía/plug-rj45-rosetas-y-coples/roseta-telefonica-rj11.html>,» [En línea]. Available: <http://mexbusa.com/media/catalog/product/cache/4/image/700x700/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/t/e/te189.jpg>.
- [65] Telex Technology, «<http://www.ecvv.com/product/3646852.html>,» 27 7 2012. [En línea]. Available: <http://www.ecvv.com/product/3646852.html>. [Último acceso: Mayo 2016].
- [66] ferrepopular, «<http://sites.amarillasinternet.com/ferrepopular/ferreteria.html>,» [En línea]. Available: <http://www.amawebs.com/storage/photos/k45ce27acgon.jpg>.
- [67] J. B. Bermúdez, «<http://johnbufibraoptica.yutp.blogspot.com/>,» [En línea]. Available: <http://2.bp.blogspot.com/>-

cbYRuZ0Sx0w/T58Yu425VLI/AAAAAAAAB5w/j4zCqH0uF\_Q/s1600/Codigo+de+colores+TIA+598.JPG.

- [68] touslescables, «<https://www.touslescables.com/scapc-scapc-monomode-box-M1AL-209.html>,» [En línea]. Available: <https://www.touslescables.com/im/pr/209G.jpg>.
- [69] Shanghai Wanbao Optical Technologies Co., Ltd, «<https://spanish.alibaba.com/product-gs/fdb-16-16-core-ftth-outdoor-fiber-optic-terminal-box-with-pc-abs-material-878600183.html>,» [En línea]. Available: [http://i00.i.aliimg.com/img/pb/475/591/621/621591475\\_413.jpg](http://i00.i.aliimg.com/img/pb/475/591/621/621591475_413.jpg).
- [70] adslzone, «<http://www.adslzone.net/postt128054-270.html>,» [En línea]. Available: <http://i43.tinypic.com/2yze63b.jpg>.
- [71] CRC, «[http://www.avancejuridico.com/actualidad/documentosoficiales/2013/48854/r\\_crc\\_4262\\_2013.html](http://www.avancejuridico.com/actualidad/documentosoficiales/2013/48854/r_crc_4262_2013.html),» 17 Julio 2013. [En línea]. Available: [http://www.avancejuridico.com/actualidad/documentosoficiales/2013/48854/r\\_crc\\_4262\\_2013.html](http://www.avancejuridico.com/actualidad/documentosoficiales/2013/48854/r_crc_4262_2013.html). [Último acceso: 16 Mayo 2016].
- [72] INEN, «[http://archive.org/stream/ec.cpe.19.8.2001/ec.cpe.19.8.2001\\_djvu.txt](http://archive.org/stream/ec.cpe.19.8.2001/ec.cpe.19.8.2001_djvu.txt),» 2001. [En línea]. Available: [http://archive.org/stream/ec.cpe.19.8.2001/ec.cpe.19.8.2001\\_djvu.txt](http://archive.org/stream/ec.cpe.19.8.2001/ec.cpe.19.8.2001_djvu.txt). [Último acceso: Mayo 2016].
- [73] INEN, «[https://archive.org/stream/ec.nte.2538.2010/ec.nte.2538.2010\\_djvu.txt](https://archive.org/stream/ec.nte.2538.2010/ec.nte.2538.2010_djvu.txt),» 2010. [En línea]. Available: [https://archive.org/stream/ec.nte.2538.2010/ec.nte.2538.2010\\_djvu.txt](https://archive.org/stream/ec.nte.2538.2010/ec.nte.2538.2010_djvu.txt). [Último acceso: 16 Mayo 2016].
- [74] INEN, «[http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/nte\\_inen\\_2538.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/nte_inen_2538.pdf),» Enero 2016. [En



línea]. Available: [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/nte\\_inen\\_2538.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/nte_inen_2538.pdf). [Último acceso: Mayo 2016].

## ANEXO

### SECCIÓN 1:

#### SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ANTENAS COMUNALES DE RADIO Y TELEVISIÓN

(Tomado del Código Eléctrico Nacional, Capítulo 8 Sistema de comunicaciones, Sección 820) [72]

##### A. Generalidades

**Alcance.** Esta Sección trata sobre la distribución de señales de radiofrecuencia empleadas típicamente en sistemas de antenas comunales de televisión (CATV) mediante cable coaxial. [72]

**Limitaciones de energía.** Es permitido usar cable coaxial para proveer potencia de baja energía directamente a los equipos asociados con el sistema de distribución de radiofrecuencia, siempre que su tensión no sea mayor a 60 V y la corriente proceda de un transformador u otro dispositivo con características de limitación de energía. [72]

##### Definiciones:

**Punto de entrada.** Es el punto en el interior de un inmueble por donde el cable emerge de un muro exterior, de una placa de concreto en el piso o de un tubo conduit metálico rígido o intermedio puesto a tierra a un electrodo.

**Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso.** El acceso a los equipos no debe estar impedido por la aglomeración de alambres y cables que impidan quitar los paneles, incluso los paneles suspendidos del cielo raso.

**Ejecución mecánica del trabajo.** Los circuitos de antenas comunales de televisión y radio y los equipos correspondientes se deben instalar de forma limpia y profesional. Los cables se deben apoyar en la estructura del inmueble de modo que no se afecten durante su uso normal. [72]

## **B. Cables exteriores que entran a las edificaciones**

**Cables exteriores.** Los cables coaxiales, antes del punto de puesta a tierra deben acatar con lo especificado en los siguientes apartados a) hasta f):

**a) En postes.** En lo posible, los conductores soportados en postes deben estar ubicados debajo de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada y no deben sujetarse a las crucetas en las que se soportan los conductores de fuerza y alumbrado.

**b) Separación de los conductores de conexión.** Los cables de los conductores de conexión o bajantes aéreos desde un poste u otro soporte deben estar separados de los conductores de circuitos de alumbrado, de alarma contra incendios de potencia no limitada, o de fuerza, de Clase 1. Con el fin de evitar algún contacto accidental con ellos, incluso en el punto de contacto inicial con el inmueble o estructura. [72]

*Excepción: Cuando no sea posible evitar que los conductores de la antena pasen cerca de conductores de circuitos de alumbrado, de alarma contra incendios de potencia no limitada, o de fuerza, de Clase 1, se deben instalar a una distancia de por lo menos 0,30 m [72]*

**c) En mástiles.** Es permitido sujetar los cables aéreos de las antenas en un mástil ubicado encima del tejado siempre que no estén soportados ni instalados conductores de circuitos de fuerza o alumbrado. [72]

**d) Sobre los tejados.** Los cables deben estar a más de 2,4 m sobre cualquier punto del tejado por el que pasen. [72]

*Excepciones:*

*1) Sobre edificios auxiliares, como garajes y similares.*

*2) Es permitido reducir la distancia anterior sólo a 0,5 m de la parte que sobresalga del tejado, si: 1) sólo pasan sobre esa parte del techo, conductores*

*de la acometida aérea de comunicaciones a un máximo de 1,2 m y 2) finalizan en una canalización o soporte encima del tejado y que atraviese el mismo. [72]*

*3) Si el tejado tiene una pendiente no menor a 0,3 m por cada metro, se permite reducir la distancia a no menos de 0,9 m. [72]*

**e) Entre edificios.** Los cables que vayan de un edificio a otro, así como sus herrajes de montaje y soportes deben ser aceptables para ese fin y tener una rigidez mecánica suficiente que les permita soportar las cargas a las que puedan exponerse. [72]

*Excepción: Cuando un cable no tenga la suficiente rigidez para montarlo de forma autosoportada, se debe sujetar a un cable mensajero que junto con sus herrajes o soportes, sea aceptable para ese fin y tenga una rigidez suficiente que le permita soportar las cargas a las que puedan exponerse. [72]*

**f) Sobre edificaciones.** Los cables soportados en edificaciones deben estar bien agarrados de modo que queden distanciados de otros conductores, como se especifica a continuación:

**1) Alumbrado o fuerza.** El cable coaxial debe quedar a una separación de al menos 0,10 m de otros conductores de circuitos de fuerza, de Clase 1, de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, o de alumbrado y que no estén instalados en una canalización o cable o separados permanentemente de ellos por una barrera bien sujeta y continua de material no conductor, aparte del aislamiento de los alambres. [72]

**2) Otros sistemas de comunicaciones.** Los cables coaxiales deben instalarse de tal forma que no interfieran con el mantenimiento de sistemas separados. En ningún caso los cables, mensajeros, conductores o equipos de un sistema deben causar abrasión en los cables, mensajeros, conductores o equipos de otro sistema. [72]

**3) Conductores de pararrayos.** Se debe dejar una distancia de al menos 1,8 m entre los cables coaxiales y los conductores de las bajantes de los pararrayos, siempre que sea posible. [72]

**Entrada a las edificaciones.**

**a) Sistemas subterráneos.** Los cables coaxiales subterráneos instalados en un pedestal, conducto, caja de inspección o registro que contenga conductores de circuitos de fuerza, alumbrado o de Clase 1, deben estar en una sección alejados permanentemente de dichos conductores por una barrera adecuada. [72]

**b) Cables directamente enterrados y canalizaciones.** Los cables coaxiales directamente enterrados deben estar al menos a 0,30 m de cualquier conductor de circuitos de fuerza, de alumbrado, o de Clase 1. [72]

*Excepciones:*

1) *Cuando los cables coaxiales o los conductores de la acometida eléctrica tengan un cable de armadura metálica o estén instalados en canalizaciones.* [72]

2) *Cuando los alimentadores de los circuitos de Clase 1 o los conductores de los circuitos ramales de fuerza o alumbrado estén instalados en una canalización o en cables con recubrimiento metálico o blindaje o de Tipo USE o UF, o el cable coaxial esté instalado en una canalización o tenga armadura metálica.* [72]

## **C. Protección**

### **Puesta a tierra del blindaje exterior de un cable coaxial.**

Cuando un cable coaxial esté expuesto al contacto accidental con los conductores de un pararrayos o a los rayos o a con conductores de fuerza que trabajen a una tensión superior a 300 V a tierra, el blindaje conductivo extremo del cable coaxial se debe poner a tierra en el inmueble del predio, lo más cerca que se pueda del punto de entrada del cable. A efectos de esta sección, el punto por el cual entra el cable expuesto es el punto por el cual emerge por medio de una baldosa de concreto en el piso, un muro exterior, o un tubo conduit metálico intermedio o rígido puesto a tierra a un electrodo. [72]

A los efectos de esta sección, la puesta a tierra situada en el equipo de acometida de viviendas móviles, que esté ubicado a la vista de la pared exterior de las mismas y a un máximo de 9,0 m o en el medio de desconexión puesto a tierra del domicilio, y ubicado a la vista de la pared exterior a la vivienda móvil y a

un máximo de 9 m, se considera que cumplen los requisitos de esta Sección. [72]

a) Puesta a tierra del blindaje. No es necesario instalar otro dispositivo de protección cuando se coloque a tierra el blindaje exterior metálico de un cable coaxial. [72]

b) Dispositivos de protección del blindaje. Es permitida la colocación a tierra del blindaje de un cable coaxial de bajada, mediante un dispositivo protector que no interrumpa el sistema de puesta a tierra. [72]

#### **D. Métodos de puesta a tierra**

**Puesta a tierra del cable.** Se debe colocar a tierra el blindaje del cable coaxial como se indica en los apartados desde la a) a la d):

a) Conductor de puesta a tierra.

**1) Aislamiento.** El conductor de puesta a tierra debe aislado estar y certificado como adecuado para este uso. [72]

**2) Material.** El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material resistente a la corrosión, trenzado o sólido. [72]

**3) Sección transversal.** El conductor de puesta a tierra debe tener una sección transversal mayor a 2,08 mm<sup>2</sup> (14 AWG) y tener una capacidad de corriente similar a la del conductor exterior del cable coaxial. [72]

**4) Tramo en línea recta.** Se debe usar el camino más corto posible para la conexión entre el conductor y el electrodo de puesta a tierra. [72]

**5) Protección física.** El conductor de puesta a tierra se debe proteger contra averías, cuando sea necesario. Cuando este conductor vaya por una canalización metálica, ambos extremos deben conectar equipotencialmente al conductor de puesta a tierra o al mismo terminal o electrodo al que se conecte dicho conductor. [72]

**b) Electrodo.** El conductor de puesta a tierra se debe conectar por medio de las siguientes formas:

1) Al lugar más cercano y accesible posible: 1) del sistema del electrodo de puesta a tierra del inmueble o estructura, o 2) al sistema de tuberías metálicas de agua del interior de la edificación, o 3) a un medio accesible de la acometida de energía exterior a los armarios, o 4) a una canalización metálica de la acometida: 5) al armario de los equipos de la acometida de energía, o 6) al conductor del electrodo de puesta a tierra o al encerramiento metálico del mismo, o 7) al electrodo o conductor de puesta a tierra o al electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de una edificación o estructura que esté puesto a tierra por medio de un electrodo. [72]

2) Si el inmueble o la estructura no tiene medios para puesta a tierra, como se indica en el anterior apartado b).1).

3) Si el inmueble o la estructura no tiene medios para puesta a tierra, como se indica en los anteriores apartados b).1) o b).2), se debe conectar a:

1) Una estructura metálica puesta a tierra de manera eficaz o 2) a algún electrodo individual. [72]

**c) Conexión equipotencial de los electrodos.** Cuando el electrodo de puesta a tierra del sistema de antena y el de fuerza del edificio o estructura sean distintos, se deben interconectar a través de un puente de conexión equipotencial de cobre de sección transversal superior a 13,29 mm<sup>2</sup> (6 AWG) o similar. Se permite conectar equipotencialmente todos los electrodos independientes que haya. [72]

*Excepción: En las viviendas móviles.*

**Puesta a tierra de los equipos.** Los encerramientos o equipos que reciben energía mediante cable coaxial o los equipos que no reciben energía deben considerarse puestos a tierra cuando estén conectados al blindaje metálico de dicho cable. [72]

Conexión equipotencial y puesta a tierra en las viviendas móviles. [72]

a) Puesta a tierra. Cuando no haya un medio de desconexión puesto a tierra y ubicado a la vista de la pared exterior de la vivienda móvil y a un máximo de 9 m o no exista un equipo de acometida para viviendas móviles ubicado a la vista de la pared exterior de las mismas y a un máximo de 9,0 m. [72]

b) Conexión equipotencial. El electrodo o terminal de puesta a tierra del pararrayos, el electrodo o terminal de puesta a tierra del blindaje del cable coaxial, se deben conectar equipotencialmente con el terminal de puesta a tierra disponible en la vivienda móvil o el chasis metálico por medio de un conductor de puesta a tierra de cobre de sección transversal superior a 3,30 mm<sup>2</sup> (12 AWG), siempre que se cumpla alguna de las siguientes circunstancias: [72]

1) Cuando no haya medio de desconexión o equipo de acometida de la vivienda móvil, como los descritos en el anterior apartado a). [72]

2) Cuando la vivienda móvil se conecte a la red a través de cordón con clavija. [72]

#### **E. Cables dentro de edificaciones**

**Resistencia al fuego de los cables de CATV.** Los cables coaxiales instalados como alambrado dentro de un edificio deben estar certificados como resistentes a la propagación del fuego. [72]

**Certificación, rotulado e instalación de los cables de coaxiales.** Los cables coaxiales dentro en los edificios deben estar certificados como adecuados para ese uso. No se debe rotular en el cable su tensión nominal. [72]

*Excepciones:*

1) *Se permite que la tensión nominal esté rotulada en los cables cuando estén certificados para varias aplicaciones y las condiciones de certificación de alguna de ellas así lo exija.* [72]

2) *No es necesario que el cable esté certificado ni rotulado cuando entre en el edificio desde el exterior y vaya por un tubo metálico rígido o intermedio, siempre que el tubo esté puesto a tierra a través de un electrodo según establece el Artículo 82040. b).* [72]



3) *No es necesario que el cable esté certificado y rotulado cuando el tramo del cable dentro del edificio no tenga una longitud mayor de 15, m y el cable entre a la edificación desde el exterior y termine en un bloque de conexión para puesta a tierra.* [72]

**Requisitos adicionales de certificación.** Los cables coaxiales deben cumplir los siguientes requisitos a) hasta d):

**a) De Tipo CATVP.** Los cables para antenas comunales de Tipo CATVP instalados en cámaras de aire deben estar certificados como adecuados para instalarlos en cámaras de aire, ductos y otros espacios de ventilación y además como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo. [72]

**b) De Tipo CATVR.** Los cables para antenas comunales de Tipo CATVR instalados en ductos verticales deben estar certificados como adecuados para instalarlos en tramos o en huecos verticales o de un piso a otro y además con características de adecuada resistencia al fuego para que no transmitan las llamas de un piso a otro. [72]

**c) De Tipo CATV.** Los cables para antenas comunales de Tipo CATV de uso general deben estar certificados como adecuados para dicho uso, excepto en ductos verticales, cámaras de aire, conductos y otros espacios utilizados para ventilación y además deben ser resistentes a la propagación del fuego. [72]

**d) De Tipo CATVX.** Los cables de antenas comunales para uso limitado de Tipo CATVX deben estar certificados como aptos para ser utilizados en viviendas y en canalizaciones y además como retardantes de las llamas. [72]

**Instalación de cables y equipos.** Más allá del punto de puesta a tierra, la instalación de los cables debe cumplir los siguientes requisitos a) hasta e):

**a) Separación de otros conductores.**

**1) Conductores a la vista.** Los cables coaxiales deben estar separados 50 mm como mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, fuerza o Clase 1. [72]

*Excepciones:*

1) *Cuando los conductores de circuitos de alumbrado fuerza o Clase 1 o los cables coaxiales vayan por una canalización o en cables con recubrimiento metálico, con forro no metálico y recubrimiento metálico o de Tipo UF. [72]*

2) *Cuando los cables coaxiales estén separados permanentemente de los conductores de otros circuitos por una barrera continua y bien sujeta de material no conductor, como tubos de porcelana o tubería flexible, además del aislante de los cables. [72]*

## **2) En encerramientos y canalizaciones.**

**a. Otros circuitos de potencia limitada.** Se permite instalar los cables coaxiales en la misma canalización o encerramiento junto con cables con chaquetas en cualquiera de los siguientes sistemas

1. Circuitos de Clase 2 y Clase 3 de control remoto, señalización y de potencia limitada.
2. Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada.
3. Circuitos de comunicaciones.
4. Cables de fibra óptica. [72]

**b. Circuitos de alumbrado o fuerza.** El cable coaxial no se debe ubicar en una canalización, comportamiento, caja de salida, caja de unión o cualquier otro encerramiento junto con los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1. [72]

*Excepciones:*

1) *Cuando los conductores de los diferentes sistemas estén separados por una barrera permanente. [72]*

2) *Los conductores en cajas de salida, cajas de unión o en accesorios o comportamientos similares, cuando estén en ellos únicamente para suministrar corriente a los equipos de distribución del sistema de cables coaxiales o a equipos de control remoto. Los conductores de los circuitos de alumbrado, de*

*fuerza, de circuitos de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, deben mantener dentro del encerramiento una distancia mínima de 6,5 mm con los cables coaxiales. [72]*

*3) En huecos o bajantes. Los cables coaxiales que van en el mismo hueco o bajante junto con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, deben estar separados de estos conductores como mínimo a 50mm. [72]*

*Excepciones:*

*1) Cuando los conductores de alguno de estos sistemas estén metidos en una canalización metálica. [72]*

*2) Cuando los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada estén en una canalización, en un cable con recubrimiento metálico, no metálico o de Tipo UF. [72]*

b) Propagación del fuego o productos de la combustión. Las instalaciones en espacios huecos, ductos verticales y de ventilación o extracción de aire, deben hacerse de modo que no se aumente sustancialmente la posibilidad de propagación del fuego o los productos de la combustión. Las aberturas que se hagan a través de paredes, tabiques, suelos o techos resistentes al fuego se deben sellar contra el fuego con métodos aprobados [72]

c) Equipos en otros espacios usados para aire ambiental. [72]

d) Cables híbridos de fuerza y coaxiales. Cuando se utilicen cables híbridos de fuerza y coaxiales en sistemas de distribución de potencia programada y en circuito cerrado. [72]

e) Soportes de los conductores. Las canalizaciones no se deben utilizar como medios de soporte de los cables coaxiales. [72]

**Aplicaciones de los cables certificados de CATV.** Los cables de CATV deben cumplir lo establecido en los siguientes apartados a) hasta d): [72]

**a) En cámaras de aire.** Los cables instalados en cámaras de aire, ductos y otros espacios de ventilación deben ser de Tipo CATVP [72]

**b) En ductos verticales.** Los cables instalados en tramos verticales y que atraviesen más de un piso o los instalados en huecos verticales deben ser de Tipo CATVR. En las instalaciones que atraviesen los pisos y requieran cables de Tipo CATVR se deben utilizar únicamente cables adecuados para su instalación en ductos verticales o cámaras de aire. [72]

*Excepciones:*

1) *Cuando los cables de Tipo CATV o CATVX estén encerrados dentro de canalizaciones metálicas o ubicados en huecos protegidos contra incendios mediante un cortafuego instalado en cada piso.* [72]

2) *En viviendas uní- y bi-familiares se permite usar cables de Tipo CATV o CATVX.* [72]

**c) Otros alambrados dentro de edificaciones.** Los cables instalados en los edificios, en aplicaciones que no sean las de los anteriores apartados a) y b) deben ser de Tipo CATV [72]

*Excepciones:*

1) *Cable de Tipo CATVX encerrado dentro de una canalización*

2) *Cable de Tipo CATVX en espacios no ocultos cuando el tramo del cable no tenga más de 3,0 m de longitud*

3) *Cables de Tipo CATVX con menos de 9,5 mm de diámetro e instalados en viviendas uni- o bi-familiares*

4) *Cables de Tipo CATVX con menos de 9,5 mm de diámetro instalados en espacios no ocultos en viviendas multifamiliares.* [72]

**d) Sustituciones de los cables.** Se permiten las sustituciones de cables para antenas comunales de televisión relacionadas en la Tabla A.1.1 [72]

<b>Tipo de cable</b>	<b>Sustituciones permitidas</b>
CATVR	MPP, CATVP, MPR, CMR, CMP.
CATVP	CMP, MPP
CATV	CMR, MPR, MP, MPG, CM, CMG, MPP, CATVP, CATVR, CMP

CATVX	MPR, MPG, CATV, CMG, MP, CM, MPP, CATVP, CATVR, CMP, CMR
-------	---

***TABLA A.1.1 Sustituciones de los cables coaxiales [72]***

## SECCIÓN 2:

### CARGAS POR VIENTO

(Tomado de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, Cargas No Sísmicas, Sección 3.2.4)

#### a. Velocidad instantánea máxima del viento

La velocidad de diseño para viento a una altura de hasta 10 m deberá ser la adecuada a la velocidad máxima para la zona de ubicación de la edificación, pero será igual a 21m/s (75 km/h) o mayor.

#### b. Velocidad corregida del viento

La velocidad instantánea máxima del viento se deberá multiplicar por un coeficiente de corrección  $\sigma$  que varía de acuerdo a la altura y a las características topográficas y/o de edificación del entorno (nivel de exposición al viento), según se indica en la Tabla A.2.1.

$$V_b = V \cdot \sigma$$

Dónde:

$V_b$  Es la velocidad corregida del viento;

$V$  Es la velocidad instantánea máxima del viento, registrada a 10 m de altura sobre el terreno;

$\sigma$  Es el coeficiente de corrección de la Tabla A.2.1.

Las características topográficas se dividen en tres:

- Categoría A (sin obstrucción): espacios abiertos sin obstáculos topográficos, zonas rurales o edificios frente al mar.
- Categoría B (obstrucción baja): edificios en zonas suburbanas con construcción de poca altura, hasta 10m en promedio.
- Categoría C (zona edificada): zonas urbanas con edificaciones altas.

Altura (m)	Sin obstrucción (Categoría A)	Obstrucción baja (Categoría B)	Zona edificada (Categoría C)
5	0.91	0.86	0.8
10	1	0.9	0.8
20	1.06	0.97	0.88
40	1.14	1.03	0.96
80	1.21	1.14	1.06
150	1.28	1.22	1.15

**Tabla A.2.1 Coeficiente de corrección  $\sigma$**

### c. Cálculo de la presión del viento

Se considera que existe una presión sobre los elementos de fachada debido a la acción del viento. Para conocer la resistencia de un elemento frente al empuje del viento, se establece una presión de cálculo **P**, la cual es calculada de la siguiente forma:

$$P = \frac{1}{2} * \rho * V_b^2 * c_e * c_f$$

Dónde:

**P** Es la presión de cálculo expresada en Pa (N/m<sup>2</sup>)

**$\rho$**  Es la densidad del aire expresada en Kg/m<sup>3</sup> (En general, se puede adoptar 1.25 Kg/m<sup>3</sup>)

**$c_e$**  Es el coeficiente de entorno/altura

**$c_f$**  Es el coeficiente de forma

### d. Factor de forma $C_f$

#### Determinación de $c_f$

Se determinara  $c_f$  de acuerdo con la tabla siguiente:

Construcción	Barlovento	Sotavento
Muros aislados, anuncios, elementos de corta dimensión en el sentido del viento	+1.5	
Superficies verticales de edificios	+0.8	
Chimeneas, tanques de agua, y otros de sección rectangular o cuadrada	+2.0	
Chimeneas, tanques de agua, y otros de sección elíptica o circular	+0.7	
Cubiertas y arcos cilíndricos con un ángulo de inclinación no mayor a 45°	+0.8	-0.5
Superficies igual o menor a 15°	+0.3 a 0	-0.6
Superficies con inclinación entre 15° y 60°	+0.3 a +0.7	-0.6
Superficies con inclinación entre 60° y 90°	+0.8	-0.6

**Tabla A.2.2 Determinación del factor de forma  $c_f$**

Nota:

- El signo negativo (-) indica succión
- El signo positivo (+) indica presión

#### Determinación simplificada de $c_f$

Para simplificar la obtención de todas las posibilidades, se podrá utilizar los siguientes valores para conocer el coeficiente  $c_f$ :

Construcción	Coficiente $c_f$
Elementos en fachadas muy expuestas, ubicados al borde de la orilla del mar o de lagos, cercanos a desfiladeros, laderas, escarpaduras de fuerte inclinación y otros.	1.5
Elementos en fachadas de longitud menor que el doble de la altura o en fachadas expuestas en inmuebles aislados	1.3
Elementos en fachadas protegidas en edificaciones	0.8



alineadas en calles rectas, a una separación de la esquina, superior a la altura de la edificación, en bloques exentos en el centro de una fachada, de longitud mayor que el doble de la altura o en patios de manzana o patios abiertos a fachadas.	
Elementos ubicados en patios interiores, que tienen un ancho menor a la altura de la edificación y sin conexión con el espacio exterior por su parte inferior, así como ventanas interiores (suponiendo de que se dispongan dobles ventanas)	0.3

**Tabla A.2.3 Determinación simplificada del factor de forma  $c_f$**

### **SECCIÓN 3:**

#### **INTENSIDAD DE CAMPO MÍNIMA A PROTEGER**

(Tomado de la NORMA TÉCNICA PARA EL SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN SONORA EN FRECUENCIA MODULADA ANALÓGICA, Numeral 10)

Los valores de intensidad de campo eléctrico, medidos a un nivel de 10 metros sobre el suelo y que serán protegidos en los bordes de las áreas de cobertura son los siguientes:

- **Estaciones de potencia normal y locales:**
  - En el borde del área de cobertura principal:
    - Para Monofónicos  $\geq 48$  dB $\mu$ V/m
    - Para Estereofónicos  $\geq 54$  dB $\mu$ V/m
  - En el borde del área de cobertura secundaria:
    - Para Monofónicos  $\geq 30$  dB $\mu$ V/m y  $< 48$  dB $\mu$ V/m
    - Para Estereofónicos  $\geq 50$  dB $\mu$ V/m y  $< 54$  dB $\mu$ V/m

**SECCIÓN 4:****INTENSIDAD DE CAMPO MÍNIMA A PROTEGER**

(Tomado de la NORMA TÉCNICA PARA EL SERVICIO DE TELEVISIÓN ANALÓGICA Y PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE CANALES, Numeral 10)

Los valores de intensidad de campo, a un nivel de 10 metros sobre el suelo y que serán protegidos en los bordes de las áreas de cobertura y urbana, son los siguientes:

<b>BANDA</b>	<b>BORDE DE ÁREA DE COBERTURA SECUNDARIA</b>	<b>ÁREA DE BORDE DE COBERTURA PRINCIPAL</b>
I	47 dBuV/m	68 dBuV/m
III	56 dBuV/m	71 dBuV/m
IV y V	64 dBuV/m	74 dBuV/m

***Tabla A.4.1 Valores de Intensidad de campo mínima a proteger***

El borde del área de cobertura de una estación de televisión, está determinado por el valor de la intensidad de campo mínima a proteger y no sobrepasará los límites de la respectiva zona geográfica.

**SECCIÓN 5:****CABLES TELEFÓNICOS DE ACOMETIDA, INSTALACIONES INTERIORES Y DE CRUZADA. REQUISITOS.**

(Tomada de la Norma NTE INEN 2538, Capítulos 5 al 9) [73] [74]

**1. REQUISITOS**

a) Los diámetros, espesores y demás dimensiones deberán acatar lo indicado en las Tablas A.5.1 y A.5.2.

b) El mínimo espesor individual en cualquier punto debe ser mayor o igual al 90% del valor nominal. La tolerancia dimensional del ancho de los conductores desnudos es de  $\pm 1\%$ .

c) La tolerancia de las dimensiones exteriores será del  $\pm 5\%$ .

d) La longitud de pareado deberá ser acorde a la Tabla A.5.2, cuando se la mida de la siguiente manera: Se debe escoger 20 espiras del rollo y dividir la longitud medida entre las 20 espiras.

Diámetro del conductor		Aislamiento PE o PVC		
Mm	AWG	Espesor promedio (mm)	Vena de separación (mm)	Dimensiones exteriores (mm)
2 x 0,813	2 x 20	1,20 $\pm$ 0,03	0,40 $\pm$ 10 %	3,213 x 6,826
2 x 1,024	2 x 18	1,20 $\pm$ 0,03	0,40 $\pm$ 10 %	3,424 x 7,248

**TABLA A.5.1 Cables telefónicos de acometida, construcción en paralelo, aislamiento PE o PVC**

Diámetro del conductor		Aislamiento PE ó PVC	Conductor trenzado		
Mm	AWG		Paso de pareado (mm)		Diámetro (mm)
Mm	AWG	Espesor promedio (mm)	Mínimo	Máximo	
2 x 0,813	2 x 20	1,20 $\pm$ 0,03	80	100	6,246
2 x 1,024	2 x 18	1,20 $\pm$ 0,03	80	100	6,848

2 x 1,15	2 x 17	1,20 ± 0,03	80	100	7,1
----------	--------	-------------	----	-----	-----

**TABLA A.5.2 Cables telefónicos de acometida, construcción entorchado, aislamiento PE ó PVC**

**Mecánicos de los conductores**

a) **Cobre duro**

a.1) **Resistencia a la rotura.** Los conductores de cobre duro en el producto terminado tendrán que cumplir con lo indicado en la Tabla A.5.3.

Calibre (AWG)	Carga de rotura para alambres de cobre duro (MPa)	
	Acometidas entorchadas	Acometidas paralelas
	Promedio mínimo	Promedio mínimo
20	442	460
18	442	460
17	442	460

**TABLA A.5.3 Resistencia a la rotura en MPa**

En el caso de uniones de conductor, la resistencia a la rotura de la unión no debe ser menor del 95% de la resistencia a la rotura del conductor sin uniones.

a.2) **Elongación.** Cuando se realice el ensayo, cada conductor deberá tener un porcentaje de elongación de 1% o mayor.

b) **Acero cobrizado (recubierto con cobre).** Los conductores de acero recubiertos con cobre deberán ser de grado HS (alta resistencia mecánica) y contar con una conductividad del 30% ó 40% de acuerdo con la ASTM B227, siempre y cuando no exista la NTE INEN correspondiente.

- El conductor deberá formarse por un núcleo de acero con revestimiento de cobre continuo y uniforme, a lo largo y alrededor de su superficie. La superficie del alambre debe ser suave y libre de imperfecciones tales como rebabas, estrías o impurezas.

- La densidad de los conductores para el cálculo de masa/unidad de secciones transversales, longitud, etc., de grado 30, se considerará 8,15 g/cm<sup>3</sup> a 20 °C y de grado 40, 8,24 g/cm<sup>3</sup>.

b.1) **Resistencia a la tensión.** Los conductores de acero revestidos de cobre deberán cumplir con los valores que se indican en la Tabla A.5.4

Calibre AWG	Conductividad	Mínima resistencia a la tensión (MPa) Entorchado HS	Mínima resistencia a la tensión (MPa) Paralelo HS
18	30%	895	932
20	30%	960	1000
18	40%	861	897
20	40%	895	932

**TABLA A.5.4 Resistencia a la tensión para acero cobrizado**

b.2) **Elongación.** Todos los conductores deberán tener un porcentaje de elongación de 1,0 % o mayor.

#### **Requisitos eléctricos de los conductores**

a) **Resistencia eléctrica (c.c.) de conductores de cobre duro.** La resistencia deberá ser menor o igual a los valores establecidos en la Tabla A.5.5, a 20 °C de temperatura.

Calibre AWG	Diámetro mm	Conductores en paralelo Ω/km	Conductores trenzados Ω/km
18	1,024	20,9	21,4
17	1,15	16,6	16,9
20	0,813	33,2	33,9

**TABLA A.5.5 Resistencia eléctrica para conductores de cobre duro (Ω/km)**

a.1) La resistencia eléctrica, debe ser máximo el 2% del valor nominal.

b) **Resistencia eléctrica (c.c.) de conductores de acero recubierto de cobre.**

La resistencia debe ser menor o igual a los valores establecidos en la Tabla A.5.6, a 20 °C de temperatura.

Calibre AWG	Diámetro mm	Grado 30 $\Omega/\text{km}$	Grado 40 $\Omega/\text{km}$
18	1,024	74,9	56,2
20	0,813	120,4	90,3

**TABLA A.5.6 Resistencia eléctrica para conductores de acero cobrizado  
( $\Omega/\text{km}$ )**

b.1) La resistencia eléctrica, debe ser máximo el 2% del valor nominal.

**Mecánicos del aislamiento**

a) **Resistencia a la rotura.** La resistencia a la rotura debe ser mayor o igual a lo establecido en la tabla A.5.7.

b) **Elongación.** El aislamiento debe tener un porcentaje de elongación mayor o igual al valor establecido en la tabla A.5.7.

Requisito	Aislamiento PVC	Aislamiento de PE
Elongación (%)	100	300
Resistencia a la rotura (MPa)	10,3	9,65

**TABLA A.5.7 Requisitos mecánicos mínimos del aislamiento**

c) **Requisitos eléctricos del aislamiento**

c.1) **Resistencia del dieléctrico.** El aislamiento de los cables de acometida deberá ser capaz de soportar hasta por 1 min la aplicación de 1500 V de corriente continua ó 1000 V de corriente alterna., sin sufrir ningún tipo de daño.

c.2) **Resistencia de aislamiento.** La resistencia de aislamiento a una temperatura de 15,6 °C, debe ser mayor o igual a los valores indicados en la Tabla A.5.8.

Calibre AWG	Diámetro mm	Tipo de Aislamiento	
		PE MΩ-km	PVC MΩ-km
20	0,813	9095	91
18	1,024	7989	80
17	1,15	7460	75

**TABLA A.5.8 Resistencia de aislamiento en MΩ-km, para cables de acometida**

**Cables telefónicos para instalaciones interiores.**

**Dimensiones**

a) Las dimensiones deberán cumplir con los valores indicados en la Tabla A.5.9. El espesor individual mínimo en cualquier punto debe ser mayor o igual al 90% del valor nominal. La tolerancia dimensional del diámetro de los conductores desnudos deberá ser de  $\pm 1\%$ . Las dimensiones exteriores deberán dentro del rango de tolerancia entre  $\pm 5\%$ .

Diámetro mm	Calibre AWG	Aislamiento PE o PVC	
		Dimensiones exteriores (mm)	Espesor mm
2 x 0,813	2 x 20	2,00 x 4,00	0,60 $\pm$ 0,03
2 x 0,643	2 x 22	1,80 x 3,60	0,60 $\pm$ 0,03

**TABLA A.5.9 Requisitos dimensionales de cables telefónicos para interiores, construcción en paralelo, aislamiento PE o PVC.**

**Mecánicos de conductores**

a) **Elongación.** Para cables con construcción en paralelo, los conductores deberán tener un porcentaje de elongación de 25% o mayor.

b) **Resistencia eléctrica c.c.** La resistencia, a 20 °C de temperatura, debe ser menor o igual a lo establecido en la Tabla A.5.10.



Calibre AWG	Diámetro mm	Resistencia eléctrica ( $\Omega$ /km)
20	0,813	33,2
22	0,643	52,9

**TABLA A.5.10 Resistencia eléctrica c.c de cables telefónicos para interiores.**

b.1) La resistencia eléctrica, debe ser máximo el 2% del valor nominal.

c) **Mecánicos del aislamiento**

c.1) **Elongación y resistencia a la rotura.** Deberán ser mayores o iguales a los valores especificados en la Tabla A.5.11.

Requisito	Aislamiento PE	Aislamiento de PVC
Elongación (%)	300	100
Resistencia a la rotura (MPa)	9,65	10,3

**TABLA A.5.11 Requisitos mecánicos mínimos del aislamiento**

d) **Requisitos eléctricos del aislamiento**

d.1) **Resistencia del dieléctrico.** El aislamiento de los cables para interiores deberá ser capaz de soportar hasta por 1 min la aplicación de 1500 V de corriente continua ó 1000 V de corriente alterna., sin sufrir ningún tipo de daño.

e) **Resistencia de aislamiento.** La resistencia de aislamiento a una temperatura de 15,6 °C, debe ser mayor o igual a los valores indicados en la Tabla A.5.12.

Calibre	Resistencia de aislamiento M $\Omega$ -km	
	PE	PVC
20 AWG	6000	60
22 AWG	6969	70

**TABLA A.5.12 Resistencia de aislamiento de los cables telefónicos para interiores**

**Cables telefónicos de cruzada**

**Dimensiones**

a) Las dimensiones deberán ser acorde a las dimensiones especificadas en la Tabla A.5.13. La tolerancia dimensional del diámetro de los conductores de cobre suave será de  $\pm 1\%$ . Las dimensiones exteriores deberán estar incluidas en el rango de tolerancia de  $\pm 5\%$ . El Espesor mínimo individual en un cualquier punto deberá ser mayor o igual al 90 % del valor nominal conforme se especifica en la Tabla A.5.13.

b) La Longitud de pareado no deberá ser mayor a 50mm.

Calibre del conductor (AWG / mm)	Espesor de aislamiento (mm)	Diámetro nominal del conductor (mm)	Diámetro exterior de los conductores entorchados (mm)	Diámetro sobre aislamiento (mm)
2 x 0,6 mm	0,40 $\pm$ 0,04	0,6	2,8	1,4
2 x 0,5 mm	0,40 $\pm$ 0,04	0,5	2,6	1,3
2 x 22 AWG	0,40 $\pm$ 0,04	0,643	2,89	1,144
2 x 23 AWG	0,40 $\pm$ 0,04	0,574	2,748	1,374
2 x 24 AWG	0,40 $\pm$ 0,04	0,511	2,622	1,311

**TABLA A.5.13 Requisitos dimensionales para cables telefónicos de cruzada, con aislamiento de PE o PVC, de construcción entorchada**

**Requisitos mecánicos de los conductores**

a) **Elongación.** Todos los conductores deberán tener un porcentaje de elongación igual o mayor a los valores especificados en la Tabla A.5.14.

Cobre suave	
0,600 mm a 1,024 mm	0,400 mm a 0,511 mm
25%	20%

**TABLA A.5.14 Porcentaje de elongación mínima de los conductores (%)**

b) **Resistencia eléctrica c.c.**

b.1) La resistencia eléctrica nominal c.c. a 20° C de temperatura no debe ser mayor a los valores especificados en la Tabla A.5.15.

<b>Calibre</b>	<b>Cobre Suave Ω/km</b>
0,5 mm	87,8
0,6 mm	60,9
22 AWG	53,1
23 AWG	66,6
24 AWG	84,1

**TABLA A.5.15 Resistencia eléctrica a c.c.**

b.2) La resistencia eléctrica, medida no debe exceder en más del 2 % el valor nominal.

**c) Mecánicos del aislamiento**

c.1) **Resistencia a la rotura.** Debe ser mayor o igual a los valores especificados en la Tabla A.5.16.

c.2) **Elongación.** El aislamiento deberá tener un porcentaje de elongación igual o mayor a los valores especificados en la Tabla A.5.16.

<b>Requisito</b>	<b>Aislamiento PE</b>	<b>Aislamiento PVC</b>
Elongación (%)	300	100
Resistencia a la rotura (MPa)	9,65	10,3

**TABLA A.5.16 Requisitos mecánicos mínimos del aislamiento**

**d) Requisitos eléctricos del aislamiento**

d.1) **Resistencia del dieléctrico.** El aislamiento de los diferentes cables debe soportar durante 1 min la aplicación de las siguientes tensiones indicadas en la Tabla A.5.17. Cuando se evalúe no debe existir, ni presentar roturas o agrietamientos:

Aislamiento	Tensión de prueba	Tensión de prueba
	c.a.	c.c.
PVC	1000 V	1500 V
PE	1000 V	1500 V

**TABLA A.5.17 Tensiones de prueba**

e) **Resistencia del aislamiento.** La resistencia del aislamiento a una temperatura de 15,6° C, debe ser mayor o igual a los valores establecidos en la Tabla A.5.18.

Calibre	Resistencia del aislamiento MΩ-km	
	PE	PVC
0,5 mm	6324	64
0,6 mm	5607	56
22 AWG	5350	54
23 AWG	5777	58
24 AWG	6235	63

**TABLA A.5.18 Cables telefónicos de cruzada. Resistencia del aislamiento**

### Requisitos complementarios

#### **Cables telefónicos de acometida.**

**Construcción.** Los cables telefónicos de acometida pueden construirse entorchados o en paralelo.

#### **Conductores.**

a) Los conductores deberán ser características homogéneas, de sección transversal circular uniforme y sólidos. No deberán contener asperezas, grietas, pliegues, filamentos ni ningún otro defecto que afecte sus características o su solidez.

b) Se deben utilizar conductores de acero recubierto de cobre, los cuales deberán cumplir con la norma ASTM B227 hasta que exista la NTE INEN correspondiente, o conductores electrolíticos de cobre de temple duro, los cuales deberán cumplir con lo establecido en la NTE INEN 2 173.

***Aislamiento.***

- a) El aislamiento deberá ser de termoplástico, no deberá contener burbujas u otras imperfecciones que afecten el comportamiento normal del cable, además, el aislamiento deberá ser de espesor uniforme a lo largo del cable y se deberá aplicar de tal manera que se sujete al conductor sin pegarse; o en caso contrario, debe definirse en la orden de compra.
- b) El aislamiento a emplear en cada tipo de cable debe ser polietileno (PE) con mínimo 2,5% de negro de humo o policloruro de vinilo (PVC) color negro.
- c) Los cables deben llevar una marca que permita identificar fácilmente su polaridad.

***Cables telefónicos para instalaciones interiores.***

***Construcción.*** Los cables de instalación interior pueden construirse en paralelo.

***Conductores***

- a) Los conductores deberán ser características homogéneas, de sección transversal circular uniforme y sólidos. No deberán contener asperezas, grietas, pliegues, filamentos ni ningún otro defecto que afecte sus características o su solidez.
- b) Se deberán usar conductores de cobre suave, los cuales deberán ser de acuerdo a lo indicado en la NTE INEN 2 175.

***Aislamiento.*** La polaridad de los conductores se deberá diferenciar por medio de marcas o colores. Se debe emplear PE o PVC como aislante en cada tipo de cable.

***Cables telefónicos de cruzada.***

***Construcción.*** Los cables telefónicos de cruzada deberán fabricarse entorchados.

***Conductores***

- a) Los conductores deberán ser características homogéneas, de sección transversal circular uniforme y sólidos. No deberán contener asperezas, grietas,

pliegues, filamentos ni ningún otro defecto que afecte sus características o su solidez.

b) Se deberán usar conductores de cobre suave, los cuales deberán ser de acuerdo a lo indicado en la NTE INEN 2 175.

### ***Aislamiento***

a) El aislamiento deberá ser de termoplástico, no deberá contener burbujas u otras imperfecciones que afecten el comportamiento normal del cable, además, el aislamiento deberá ser de espesor uniforme a lo largo del cable y se deberá aplicar de tal manera que se sujete al conductor sin pegarse.

b) Se debe emplear PE o PVC como aislante en cada tipo de cable.

### **INSPECCIÓN**

El fabricante deberá efectuar los ensayos de resistencia eléctrica y de aislamiento sobre los tramos que conforman el lote. También deberá proporcionar los informes al comprador, con los resultados de los ensayos elaborados según lo acordado entre ambas partes. Las unidades que no cumplan con los ensayos realizados, serán descartadas.

#### **Aceptación o rechazo:**

En el caso de los cables de acometida, si el promedio de los especímenes es inferior a la resistencia de rotura promedio, se considera que el lote ha fallado por resistencia a la rotura.

Los criterios de rechazo o aceptación deberán basarse en los criterios de la NTE INEN ISO 2859-1.

### **MÉTODOS DE ENSAYO**

**Ensayos dimensionales del conductor.** El diámetro de un alambre o conductor sólido deberá medirse mediante un calibrador micrométrico capaz de leer directamente mínimo 0.01 mm con cada división de un ancho que permita el cálculo de cada medida y un máximo de 0.001 mm, además el calibrador deberá tener superficies planas en el extremo del eje y en el tope redondo. Se deberán realizar las mediciones mínimo en tres puntos en cada unidad escogida para

este ensayo. En cada punto se deben realizar mínimo dos medidas en ejes separados por ángulos iguales. Si es factible, una medición debe ser realizada cerca de la mitad y en cada extremo. El promedio de las tres mediciones determinará si se cumplen los requisitos.

**Ensayos dimensionales del aislamiento.** El espesor promedio se deberá fijar tomando mediciones del espesor en cuatro direcciones ubicadas a 90° entre sí, empezando en el punto correspondiente al espesor mínimo. El promedio de los cuatro valores se deberá expresar en milímetros redondeando las centésimas. El espesor mínimo se debe verificar usando un proyector de perfiles, que permita aproximaciones de 0.01mm. La muestra deberá ubicarse con el plano de corte a 90° con respecto al eje óptico. El espesor mínimo se deberá fijar realizando mediciones subsecuentes hasta hallar el punto de mínimo valor.

### **Ensayos mecánicos**

**Resistencia a la rotura.** Las muestras deberán colocarse en una máquina de ensayos de tal forma que la longitud libre entre mordazas sea 5 cm para el aislamiento y 25 cm, para el conductor. La velocidad de separación entre mordazas deberá ser de 75 mm/min o menor, para los conductores, y entre 25 cm/min y 35 cm/min para aislamiento. Para determinar el valor de resistencia a la rotura, en MPa, se deberá dividir la carga máxima que soporta por la muestra en la rotura, entre el área medida de la sección transversal original de la muestra. Para los ensayos mecánicos deberá tomarse en consideración las dimensiones que plantean las tablas para evaluar un requisito particular.

**Elongación porcentual.** La elongación porcentual en la rotura se debe determinar midiendo la distancia entre marcas de la muestra después de la rotura y calculando el alargamiento porcentual con relación a la distancia medida antes del ensayo. Se aceptan los valores reportados por dispositivos de medición automática y extensómetros.

### **Ensayos eléctricos**

**Resistencia eléctrica c.c de los conductores.** La resistencia eléctrica de los conductores debe evaluarse utilizando un instrumento que permita medir con

una exactitud del 0,5 % con respecto al valor por determinar (puente de Wheatstone, puente doble de Kelvin, instrumento de lectura directa).

El valor medido (corregido proporcionalmente a la longitud por multiplicación de la resistencia medida por el factor  $1/L$ , donde  $L$  es la longitud del cable en kilómetros) debe expresarse en  $\Omega/\text{km}$  y referirse a una temperatura de 20 °C. Para referir la lectura de resistencia a 20 °C se multiplicara el valor de resistencia medido a la temperatura de ensayo por un factor que obtiene con la siguiente fórmula:

$$Factor = \frac{1}{1 + \alpha(T - 20)}$$

Dónde:  $T$  es la temperatura de medida, la cual debe estar entre 10 °C y 30 °C, y  $\alpha$  es el coeficiente de temperatura para cada material conductor como se indica en la Tabla A.5.19.

<b>Material de conductor</b>	<b>Coeficiente <math>\alpha</math></b>
Cobre suave	0,00393
Cobre duro	0,00378
Acero cobrizado	0,0038

**TABLA A.5.19 Coeficiente de temperatura,  $\alpha$**

### **Resistencia del dieléctrico**

a) Este ensayo debe efectuarse antes de medir la resistencia de aislamiento. La resistencia del dieléctrico debe evaluarse en una muestra de cable terminado. La tensión de ensayo puede ser c.c. o c.a., según se establezca en el requisito correspondiente. Si la tensión es c.a., la forma de la onda debe ser aproximadamente sinusoidal. La frecuencia debe encontrarse entre 40 Hz y 60 Hz, y la tensión debe expresarse en valor eficaz (r.m.s). Debe colocarse una resistencia de protección de un valor suficientemente alto, en el circuito que suministra la tensión de prueba a la muestra ensayada.

b) La tensión debe aplicarse gradual y consecutivamente a cada conductor, manteniendo los demás conductores conectados al mandril. La tensión se debe aplicar según lo establecido en el requisito correspondiente.



### **Resistencia de aislamiento**

a) La resistencia de aislamiento debe medirse en una muestra de cable terminado, por medio de un dispositivo que permita evaluarla con una exactitud del 10% con respecto al valor por determinar.

La tensión de ensayo debe estar entre 200 V c.c. y 500 V c.c. Las mediciones deben referirse a una temperatura de 15,6 °C.

b) Las muestras de cable terminado, deben almacenarse antes de la prueba, durante 4 horas como mínimo, a la misma temperatura.

c) La resistencia de aislamiento se debe medir después de aplicar, durante 1 min, la tensión de ensayo especificada en el requisito correspondiente, a cada conductor.

c) Si la temperatura del ensayo es diferente a 15,6 °C, el valor obtenido de la medida se debe multiplicar por los factores de corrección establecidos en la Tabla A.5.20.

Temperatura °C	Coeficiente		Temperatura °C	Coeficiente	
	PE	PVC		PE	PVC
10	0,62	0,46	20	1,48	1,86
10,6	0,65	0,5	20,6	1,55	2
11,1	0,68	0,54	21,1	1,63	2,17
11,7	0,71	0,58	21,7	1,72	2,34
12,2	0,75	0,63	22,2	1,8	2,53
12,8	0,78	0,68	22,8	1,89	2,72
13,3	0,82	0,74	23,3	1,98	2,94
13,9	0,87	0,8	23,9	2,08	3,18
14,4	0,91	0,86	24,4	2,19	3,43
15	0,96	0,93	25	2,3	3,7
15,6	1	1	25,6	2,41	4
16,1	1,05	1,08	26,1	2,53	4,33
16,7	1,1	1,17	26,7	2,66	4,67
17,2	1,16	1,26	27,2	2,8	5,04

17,8	1,22	1,36	27,8	2,94	5,45
18,3	1,28	1,47	28,3	3,08	5,89
18,9	1,35	1,59	28,9	3,23	6,35
19,4	1,41	1,72	29,4	3,4	6,84

**TABLA A.5.20 Factores de corrección para la resistencia de aislamiento a 15,6 °C**

Los cables telefónicos se deben empacar en rollos, carretes o bobinas de longitudes acordadas entre las partes.

### **ROTULADO**

En un rótulo unido o sujeto al rollo se debe anotar la siguiente información, como mínimo:

Marca registrada, nombre o razón social del fabricante.

- La leyenda “Industria Ecuatoriana” o cualquiera que indique el país de origen.
- La clase de cable, según lo expuesto en el numeral 4 de esta norma.
- Calibre y tipo de construcción del conductor.
- Longitud del tramo.
- Número del lote de fabricación.

En el cable de acometida debe marcarse con una separación no mayor a un metro, la siguiente información.

- Nombre del fabricante.
- Clase de cable.
- Calibre.