

1 INTRODUCCIÓN

1.1 MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal del presente proyecto es el diseño de una Infraestructura Común de Telecomunicaciones para un inmueble de 96 viviendas, distribuidas en 16 plantas con 6 viviendas cada una y un local comercial, que ocupa la planta baja. Este proceso de diseño se llevará a cabo cumpliendo los requisitos especificados en la normativa vigente, especialmente en el Real Decreto 401/2003 de 4 de abril.

Posteriormente se estudiará la posibilidad de utilizar una infraestructura de este tipo para proveer servicios de domótica tales como videoportería, internet sobre la red de distribución de RTV o detección de intrusión, inundación, gas y humo, incluyendo también los correspondientes módulos de servicios y control.

Todo ello contribuirá a mejorar el nivel de vida del usuario final, otorgándole un mayor confort dentro de su hogar, con funciones y dispositivos necesarios para procesar audio y video, comunicarse vía Internet, telefonía o SMS y realizar las comunicaciones necesarias en la instalación.

Asimismo, se pretende que el autor se familiarice con la normativa vigente y adquiera experiencia en la realización de proyectos técnicos de este tipo, siendo una infraestructura como la diseñada en este proyecto apropiada para tal fin.

La documentación se presenta estructurada en dos partes:

- ➔ El proyecto técnico de ICT en el formato tipo especificado por el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación. Es el documento que se habría de presentar en dicho organismo para la obtención del visado y se compone, a su vez, de Memoria, Planos, Pliego de Condiciones y Mediciones y Presupuesto.
- ➔ La memoria didáctica de la realización de dicho proyecto, que corresponde al presente volumen. En el documento anterior no suelen incluirse los desarrollos, fórmulas o procedimientos de cálculo seguidos para la obtención de los resultados reflejados en el proyecto técnico, al ser considerados herramientas de trabajo del ingeniero autor del mismo. Sin embargo, al tratarse en este caso de un Proyecto Fin de Carrera, dichos desarrollos y explicaciones adquieren una importancia didáctica y académica fundamental.

Por último, el Autor desea agradecer al Tutor del proyecto la colaboración y asistencia prestadas durante la realización del mismo.

1.2 MARCO NORMATIVO

La legislación aplicable a las infraestructuras comunes de telecomunicaciones es la siguiente:

- REAL DECRETO-LEY 1/1998, de 27 de febrero (BOE 28/02/1998), sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.
- LEY 10/2005, de 14 de junio (BOE 15/06/2005), de medidas urgentes para el impulso de la Televisión Digital Terrestre, de liberalización de la televisión por cable y de fomento del pluralismo.
- REAL DECRETO 401/2003, de 4 de abril (BOE 14/05/2003), por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones.
- ORDEN CTE/1296/2003, de 14 de mayo (BOE 27/05/2003), por la que se desarrolla el Reglamento regulador contenido en el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril.
- REAL DECRETO 439/2004, de 12 de marzo, (BOE 8/04/2004) por el que se aprueba el Plan Técnico Nacional de la televisión digital local
- REAL DECRETO 944/2005, de 29 de julio(BOE 20/09/2005), por el que se aprueba el Plan Técnico Nacional de la Televisión Digital Terrestre.
- REAL DECRETO 945/2005, de 29 de julio (BOE 30/07/2005), por el que se aprueba el Reglamento General de Prestación del Servicio de Televisión Digital Terrestre.
- ORDEN ITC/2476/2005, de 29 de julio (BOE 30/07/2005) por la que se aprueba el Reglamento Técnico y de Prestación del Servicio de Televisión Digital Terrestre.
- REAL DECRETO 946/2005, de 29 de julio (BOE 30/07/2005), por el que se aprueba la incorporación de un nuevo canal analógico de televisión en el Plan técnico Nacional de la Televisión Privada, aprobado por Real Decreto 1362/1988, de 11 de noviembre (BOE 16/11/1988).
- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto (BOE 18/09/2002).
- ORDEN ITC 1077/2006, de 6 de abril (BOE 13/04/2006), por la que se modifican determinados aspectos administrativos y técnicos de las infraestructuras comunes de telecomunicación en el interior de los edificios.
- Norma Técnica de Edificación NTE - IPP Instalación de Pararrayos.
- Norma Técnica de Edificación NTE - IEP Puesta a tierra de edificios.

En el Pliego de Condiciones Generales del proyecto técnico se mencionan los anteriores textos legales, junto con normativa aplicable sobre otros aspectos como Prevención de Riesgos Laborales, Compatibilidad Electromagnética, Secreto de las Comunicaciones y Normas y Ordenanzas específicas del Ayuntamiento y Comunidad Autónoma donde se encuentra el inmueble.

Además, se incluye en el citado Pliego de Condiciones el Anexo correspondiente sobre Condiciones de Seguridad y Salud.

1.3 SERVICIOS OFRECIDOS A TRAVÉS DE UNA ICT

A continuación se describen las características más relevantes de los diversos servicios mencionados en el reglamento ICT y que deben ser directamente accesibles a los usuarios.

1.3.1 RADIODIFUSIÓN SONORA Y TELEVISIÓN

1.3.1.1 RADIODIFUSIÓN SONORA ANALÓGICA (FM)

En este servicio, la señal de audio, de unos 15 KHz de ancho de banda en el caso monofónico y unos 50 KHz en el caso estereofónico, modula en FM una portadora situada en la banda de 87,5 a 108 MHz con una desviación máxima de frecuencia de 75 KHz. Para el cálculo del ancho de banda se aplica la Regla de Carson:

$$BW = 2(f_0 + W)$$

f_0 : desviación máxima en frecuencia.

W: ancho de banda de la señal moduladora

Se obtiene un ancho de banda transmitido teórico de 180 y 250 KHz en transmisiones monofónicas y estereofónicas respectivamente, lo que explica que la canalización especificada en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) establezca 69 canales separados 300 KHz, aunque en algunos casos se permite separar emisiones con un margen de tan sólo 100 KHz, siempre que las emisiones sean monofónicas y no se perturben.

En la Figura 1.1 se presenta el espectro medido de una de estas emisiones y en la Figura 1.2 las emisiones recibidas en Madrid, tanto de entidades públicas como privadas.

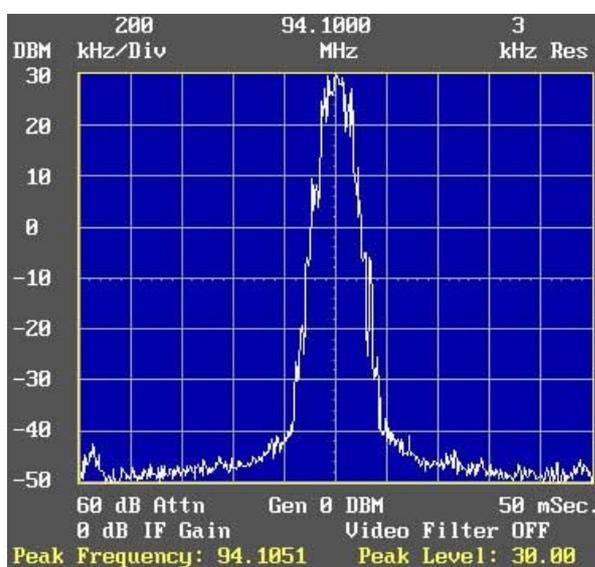


Figura 1.1: Espectro señal FM

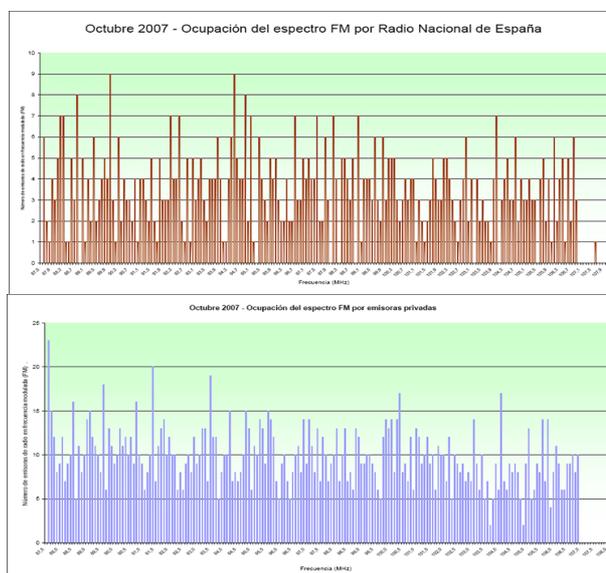


Figura 1.2 - Emisiones en la banda de FM

1.3.1.2 RADIODIFUSIÓN SONORA DIGITAL (DAB)

Este nuevo servicio responde a un estándar mundial (DAB- Digital Audio Broadcasting) y está especificado en la norma ETS-300401 de la ETSI (Instituto de Estándares Europeo). Se caracteriza

por la eficiencia en la utilización del espectro y la potencia. Se utiliza un único bloque para una red nacional, territorial o local terrestre, con transmisores de baja potencia.

Mediante el sistema DAB se superan los efectos que la propagación multitrayecto, debida a las reflexiones en edificios, montañas, etc., produce en los receptores estacionarios, portátiles y móviles, y se protege la información frente a interferencias y perturbaciones. Estas mejoras se logran mediante la modulación COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing), que utiliza un sistema de codificación para distribuir la información entre un elevado número de frecuencias.

En la Figura 1.3 se presenta el esquema general de generación de la señal DAB. Consta de tres grandes bloques:

- **Codificador DAB.** Realiza las funciones de digitalización, codificación (incluyendo compresión de la información) y multiplexado de varios canales de audio, formando lo que se conoce como trama de audio DAB.
- **Codificador de canal.** Se introduce información redundante para facilitar la posterior corrección de errores. Incluye las funciones de aleatorización de datos para concentrar la energía en el espectro (a esta función se le conoce como dispersión de energía), codificación convolucional introduciendo bit de redundancia y un entrelazado de la secuencia de bits para prevenir las ráfagas de errores. Finalmente se multiplexa la señal de audio con las señales de información del servicio y datos. La señal resultante se conoce como Trama de Transporte DAB.
- **Modulación COFDM.** La señal digital modula un gran número de portadoras (Modo 1: 1536, Modo 2: 384, Modo 3: 192 y Modo 4: 768 en DQPSK (QPSK diferencial) El resultado es una señal extraordinariamente protegida frente a multitrayecto y que requiere una relación C/N unos 30 dB inferior a la del servicio analógico en FM.

En España las bandas reservadas para este servicio son las comprendidas entre 195 y 223 MHz y de 1452 a 1492 MHz. En la Figura 1.4 se presenta su canalización. Asimismo en la Figura 1.5 se muestra un espectro medido en el que puede comprobarse la mejor utilización del espectro característica de los sistemas digitales.

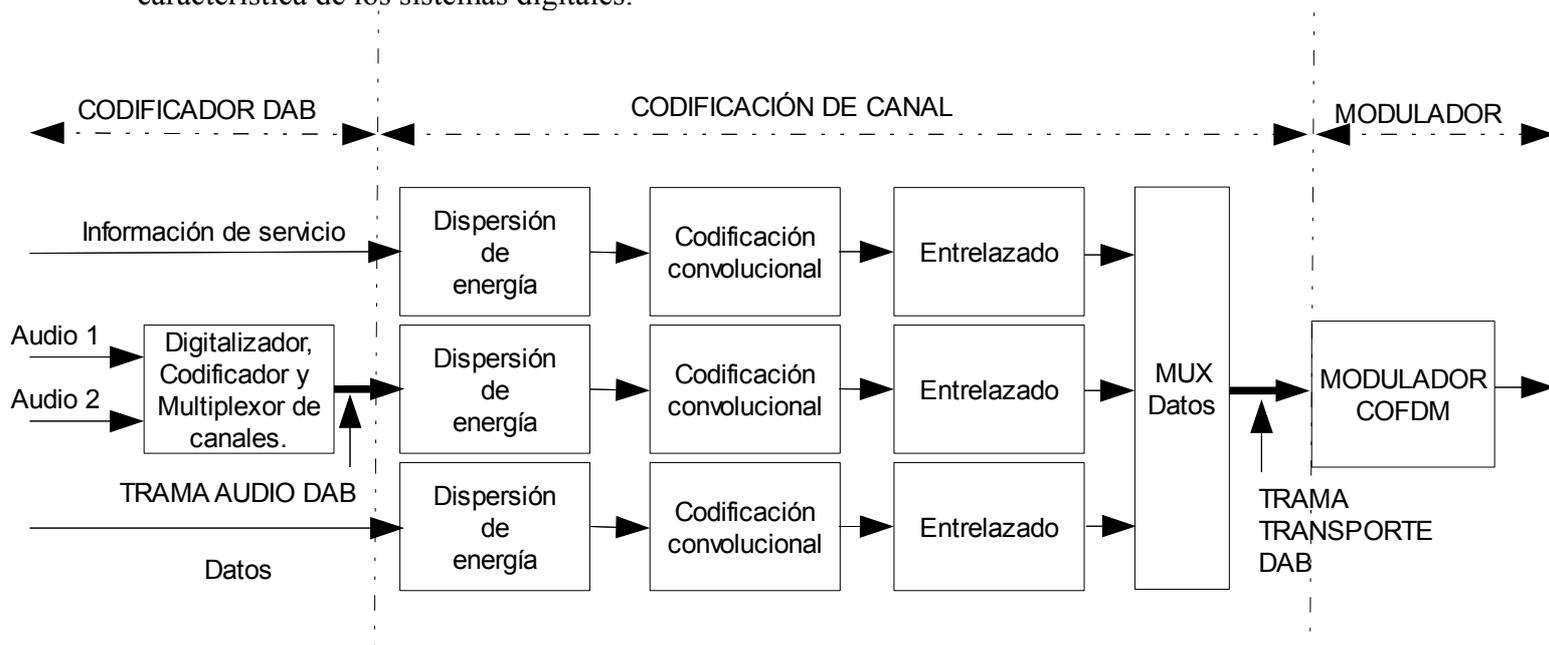


Figura 1.3: Generación de la señal DAB

Banda (VHF)	Canal	Frecuencia Central (MHz)
195 – 202 MHz	8A	195,936
	8B	197,648
	8C	199,360
	8D	201,072
202 – 209 MHz	9A	202,928
	9B	204,640
	9C	206,352
	9D	208,064
209 – 216 MHz	10A	209,936
	10B	211,648
	10C	213,360
	10D	215,072
216 – 223 MHz	11A	216,928
	11B	218,640
	11C	220,352
	11D	222,064

Banda (FI)	Canal	Frecuencia Central (MHz)
Banda L	LA	1452,960
	LB	1454,672
	LC	1456,384
	LD	1458,096
	LE	1459,808
	LF	1461,520
	LG	1463,232
	LH	1464,944
	LI	1466,656

Figura 1.4: Canalización DAB

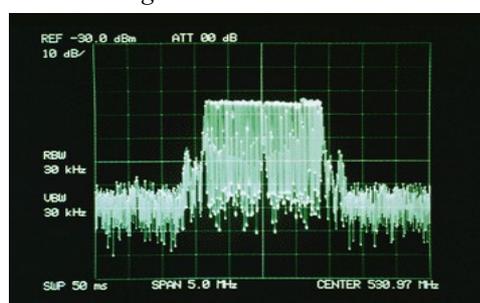


Figura 1.5: Espectro experimental de transmisión DAB

1.3.1.3 TELEVISIÓN TERRENAL ANALÓGICA

En el sistema PAL, empleado en España, la señal transmitida es una portadora en la banda de 470 a 863 MHz (una vez desaparecidas las emisiones en VHF para este servicio), modulada en amplitud por tres señales:

- ➔ La señal de luminancia (Y) que lleva la señal de B/N y sincronismos, con 5 MHz de ancho de banda, modulando la portadora en Banda Lateral Vestigial (VSB).
- ➔ Una subportadora de audio de 5,5 MHz, modulando en Banda Lateral Única (SSB) y que está, a su vez, modulada en FM por la señal de audio.
- ➔ Una subportadora de color de 4,3 MHz, modulando también en Banda Lateral Única, que está a su vez modulada en QAM (Modulación de amplitud en cuadratura) por las dos señales que llevan la información del color (B-Y y R-Y).

El ancho de banda ocupado es de unos 6 MHz, por lo que la canalización especificada en el CNAF y que se presenta en la Figura 1.6 establece canales separados 8 MHz.

En la Figura 1.6 se presenta un esquema del espectro transmitido y en la 1.7 el diagrama de ocupación del espectro por este servicio. Es interesante resaltar que el espectro transmitido también puede ser interpretado como la suma de tres portadoras (de imagen, de sonido y de color).

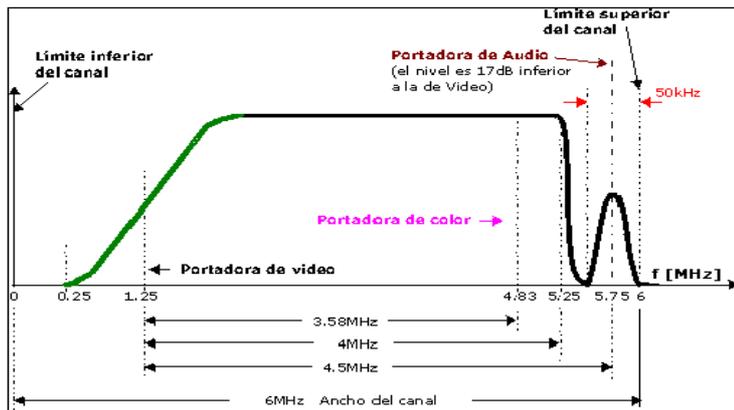


Figura 1.6: Espectro de la señal de TV analógica

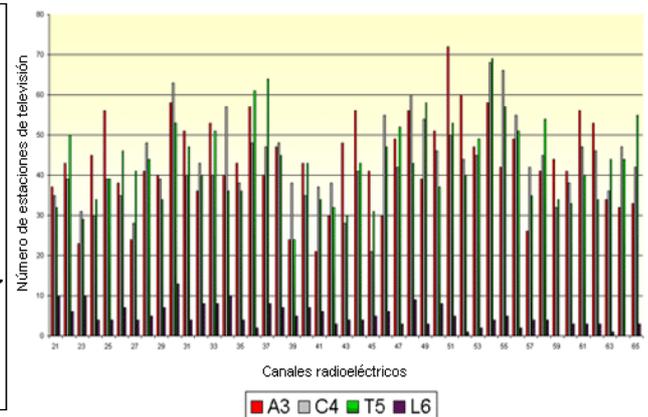


Figura 1.7: Ocupación del espectro por TV analógica

1.3.1.4 TELEVISIÓN ANALÓGICA VÍA SATÉLITE

El servicio de TV vía satélite tiene asignadas dos bandas: DBS (Direct Broadcast Satellite) y FSS (Fixed Satellite Service), este último en dos semibandas. Se tiene:

- DBS: 11,7 - 12,5 GHz
- FSS-baja: 10,7 – 11,7 GHz
- FSS-alta: 12,5 – 12,75 GHz

La denominación de las bandas responde a razones históricas. En 1977, la WARC (World Administration Radio Conference), dependiente de la UIT, destinó la banda DBS a lo que se definió como un servicio de transmisión directa a la vivienda utilizando satélites con 60 dBW de PIRE, con un máximo de 5 canales por país y cobertura restringida al mismo. La banda FSS se dedicó a servicios profesionales punto a punto y punto-multipunto, con una PIRE máxima transmitida de 52 dBW sin limitación de cobertura. Otra diferencia es que el sistema DBS trabaja con polarización circular (a derechas e izquierdas para disponer de dos canales por frecuencia), mientras que el FSS lo hace con polarización lineal (horizontal y vertical por la misma razón).

Muy pronto quedó claro que estas decisiones no respondían al mercado real, por lo que las bandas originalmente destinadas a servicio fijo han pasado a ser utilizadas para difusión de TV y las frecuencias asignadas al servicio DBS tienden a usar polarización lineal y cobertura europea, no nacional. Sin embargo, la denominación original se sigue utilizando

En el servicio de TV analógica vía satélite se modula la portadora en FM, obteniéndose un ancho de banda transmitido entre 18 y 36 MHz (típico 27 MHz). La técnica de modulación permite trabajar con relaciones C/N mucho más bajas que en la TV terrenal modulada en AM, a cambio de utilizar 5 veces más espectro.

En la actualidad ya no se emiten canales analógicos en el satélite Hispasat y cada uno de los que aún se emiten en Astra está disponible en digital también en dicho satélite. Por tanto, no se considerará este servicio en la realización del presente proyecto.

1.3.1.5 TELEVISIÓN DIGITAL

La revolución en el ámbito de la difusión de TV que ha supuesto la introducción de la TV digital tiene su origen a principios de los años 90, cuando se pone en marcha el proyecto europeo DVB (Digital Video Broadcasting), cuyas principales aportaciones fueron:

- ➔ Optar por el estándar MPEG-2 de codificación digital
- ➔ Generar numerosos estándares para los diversos medios de transmisión, entre los que destacan:
 - DVB – S: Televisión Digital vía satélite
 - DVB – C: Televisión Digital por cable
 - DVB – T: Televisión Digital Terrenal

Cada uno de estos estándares define un sistema de comunicaciones adaptado a las condiciones del medio de transmisión que utilizan y optimiza el uso del espectro, lo que aumenta exponencialmente la capacidad de transmisión de canales. Debido a esto, se pretende la sustitución de la TV analógica por este servicio en Europa a medio plazo.

En la Figura 1.8 se presenta la estructura de un sistema de comunicaciones digitales como el utilizado por este servicio, donde pueden distinguirse los siguientes bloques funcionales:

- ➔ **Formateado y Codificación de Fuente.** Transforma las señales continuas (salida de cámaras y micrófonos) en un flujo de bits y elimina la redundancia de la información mediante compresión. En el estándar DVB al resultado se le conoce como MPEG-2.
- ➔ **Encriptado.** Conjunto de técnicas que permiten proteger la información de modo que únicamente los usuarios autorizados tengan acceso a la misma.
- ➔ **Multiplexión.** Se organizan y empaquetan varios programas (vídeo, audio y datos) para que puedan ser separados en recepción aunque se transmitan por una portadora común. En el estándar DVB al resultado se le conoce como MPEG-2-TS.
- ➔ **Codificación de canal.** Se introduce redundancia en la información para detectar y/o corregir errores. Las funciones básicas son las mismas en todos los estándares: dispersión de energía, codificación de protección de errores y entrelazado, pero varía la forma de realizarla. En la Figura 1.9 se presenta la codificación de canal de los diversos estándares.
- ➔ **Modulación.** Se construye la forma de onda que se enviará por el canal. La técnica de modulación empleada está elegida en cada caso para optimizar alguna característica significativa de la transmisión.

Servicio	Técnica de modulación	Característica optimizada
TV Digital Terrenal	COFDM	Protección frente a multitrayecto
TV Digital satélite	QPSK	C/N requerida
TV Digital cable	64-QAM	Ancho de banda ocupado.

- ➔ **Conversor superior.** Es una simple traslación de frecuencia para hacer que la señal ocupe la banda especificada para su transmisión.

Servicio	Banda	Anchura de canal
TV Digital Terrenal	47 – 862 MHz	8 MHz
TV Digital satélite	10,7 – 12,75 GHz	36 MHz
TV Digital cable	86 – 862 MHz	8MHz

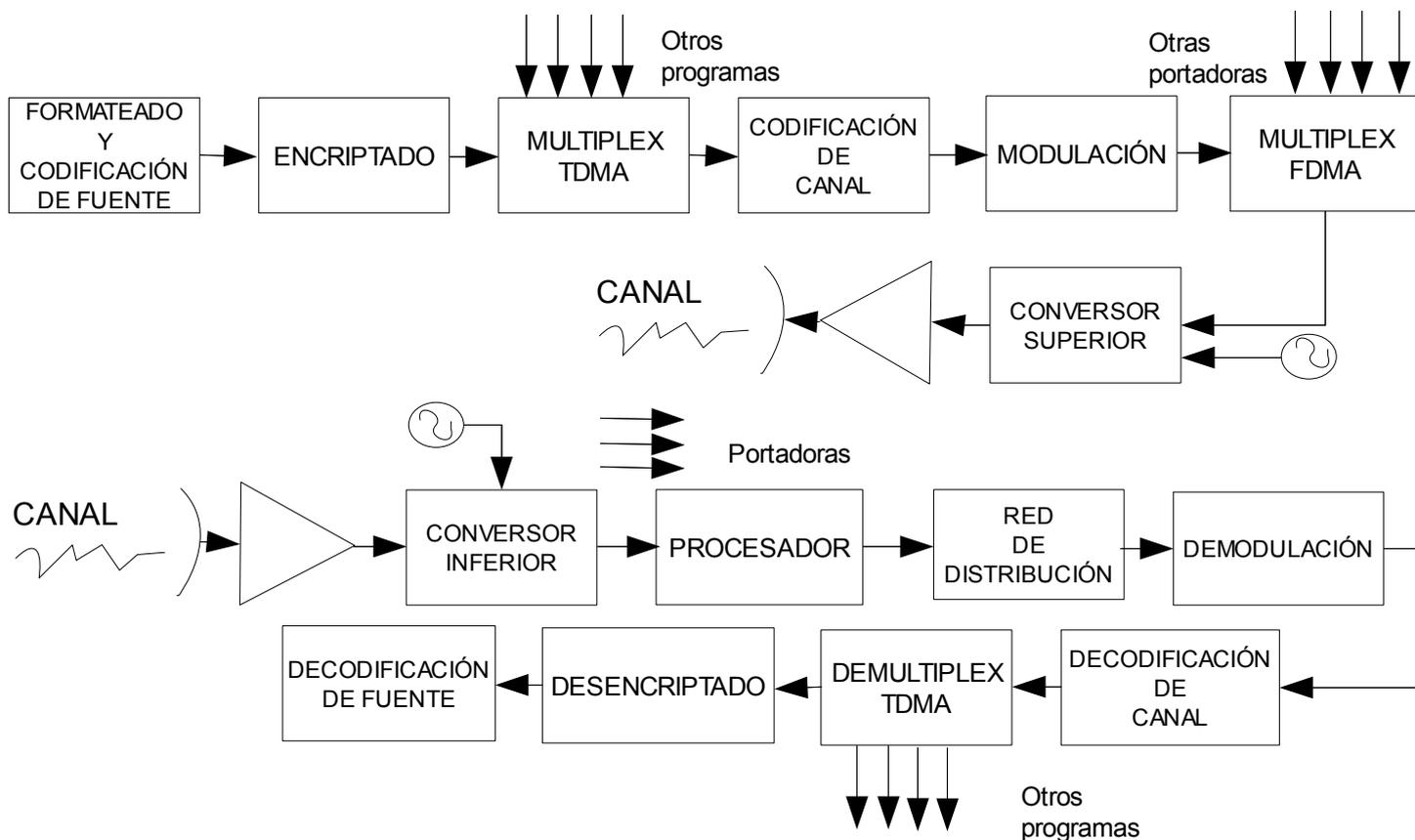
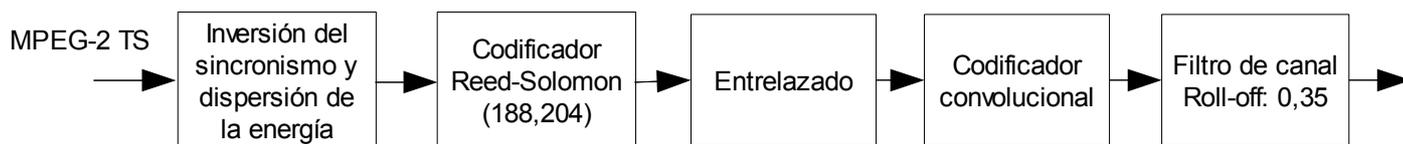


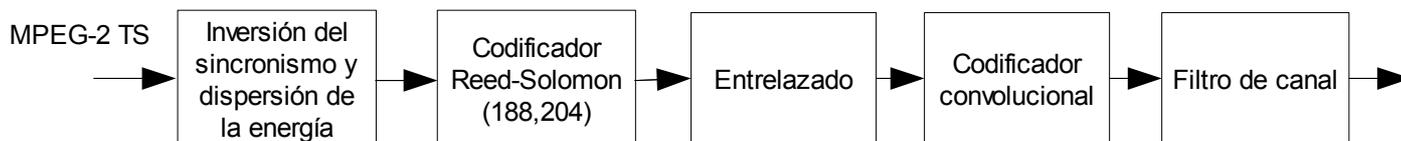
Figura 1.8: Sistema de comunicaciones digitales

Como se mencionó con anterioridad, los bloques que varían según el servicio de TV digital sea terrestre, vía satélite o por cable son el codificador de canal, el modulador y el convertor. Dentro del codificador de canal, los bloques que varían son el filtro de canal, para el cual se considera un factor de roll-off de 0,35 en el servicio vía satélite, y el tipo de codificación, siendo ésta convolucional en los servicios vía satélite y terrestre y diferencial en el servicio por cable. Se tiene:

TV Digital Vía Satélite



TV Digital Terrestre



TV Digital por Cable

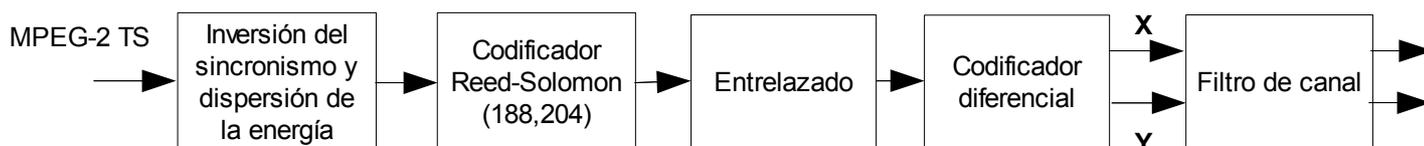


Figura 1.9: Estructura del codificador de canal para cada servicio de TV Digital

1.3.2 TELEFONÍA DISPONIBLE AL PÚBLICO

1.3.2.1 TELEFONÍA BÁSICA (TB)

La telefonía básica (TB) consiste en el establecimiento de una comunicación entre dos o más usuarios localizados en cualquier lugar del mundo haciendo uso de los servicios ofrecidos por la Red Telefónica Conmutada (RTC), es decir, establecimiento de llamada, conmutación y señalización.

Debido a la progresiva digitalización de la red, se han venido introduciendo una serie de servicios que antes no existían, como buzón de voz, llamada en espera, multiconferencia, información de tasación, desvío de llamadas, etc. La facturación de la llamada es función de su duración y de la ubicación de los puntos origen y destino.

El servicio es ofrecido por numerosos operadores, con redes interconectadas a nivel mundial. A su vez, la RTC presenta conexiones con otros tipos de redes, tanto de voz como de datos.

1.3.2.2 RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

La RDSI es la evolución tecnológica de la Red Telefónica Conmutada que, al digitalizar todo el camino de la comunicación, centrales de conmutación y medios de transmisión, integra multitud de servicios tanto de voz como de datos en un único acceso de usuario que permite la comunicación digital a alta velocidad entre los terminales conectados a ella (teléfono, fax, ordenador, etc.).

La numeración está integrada en el plan de comunicación de la RTC y no existe distinción entre un número de una y otra red. Las tarifas de alta son distintas para cada una, pero el tráfico se factura por pasos para ambas. Para RDSI hay algunos servicios suplementarios incluidos en la tarifa básica y otros que necesitan contratación adicional.

La RDSI ofrece una serie de ventajas sobre la red telefónica básica, como enlaces digitales a 64 Kbps, señalización potente para proporcionar una gran funcionalidad, un único canal de acceso para transferencia de voz, datos o imagen y rapidez en el establecimiento de las llamadas.

Diseño de ICT para edificio de 96 viviendas y local comercial y adaptación de la misma a servicios domóticos

Las líneas de RDSI se componen de varios tipos de canales digitales:

- **Canal B.** Transporta voz o datos generados por el terminal de usuario (a una velocidad de 64 Kbps)
- **Canal D.** Transporta la señalización de llamada (a 16 o 64 Kbps) y puede utilizarse para transmitir datos por conmutación de paquetes.
- **Canal H.** Es un canal que permite la transferencia de información de usuario a velocidades superiores a 64 Kbps.

Estos canales se pueden agrupar según la modalidad de acceso contratada de las siguientes formas:

- **Acceso básico.** Proporciona 2 canales B y uno D.
- **Acceso primario.** Proporciona 30 canales B y uno D.

La instalación de RDSI en proyectos ICT sólo suele realizarse si la Propiedad lo requiere, lo que no ocurre en este caso. Por tanto, no se considerará este servicio en el Proyecto.

1.3.3 TELECOMUNICACIONES DE BANDA ANCHA

Tradicionalmente, un servicio de comunicaciones se consideraba de banda ancha si su velocidad de transferencia superaba los 2 Mbps, aunque este concepto ha cambiado y hoy se entiende por banda ancha todo aquel servicio que permita un alto grado de interactividad y el acceso a información multimedia de forma rápida y fiable. Hay dos modalidades principales: el servicio ofrecido por operadores de cable (TLCA) y el Servicio de Acceso Fijo Inalámbrico (SAFI).

1.3.3.1 TELECOMUNICACIONES POR CABLE (TLCA)

En sus comienzos se utilizaban para este servicio redes CATV, ya que la opción de llevar un cable coaxial hasta el hogar es el medio más económico para transmitir señales de banda ancha dentro de un rango muy amplio, pero presenta el inconveniente de la atenuación en función de la frecuencia, por lo que se precisan amplificadores y ecualizadores si la distancia a cubrir supera los 500 metros. Por esta razón se emplean en la actualidad redes híbridas HFC (Hybrid Fiber-Coaxial), que emplean fibra óptica para la transmisión de la señal con alto nivel de calidad hasta el centro de distribución (cabecera) local y posteriormente, mediante una adecuada conversión opto-eléctrica, cable coaxial para grupos de entre 500 y 2000 hogares.

La cabecera regional (head end) es el punto de recepción y origen de las señales de televisión y, además, la central de conmutación local a la que se conectan los distintos suministradores de servicios de telecomunicación. Los operadores de una red de cable pueden ofrecer, además del servicio de difusión de imágenes, el de telefonía básica y el de acceso a Internet, aprovechando la infraestructura común existente.

En la Figura 1.10 se representa la arquitectura típica de una red HFC.

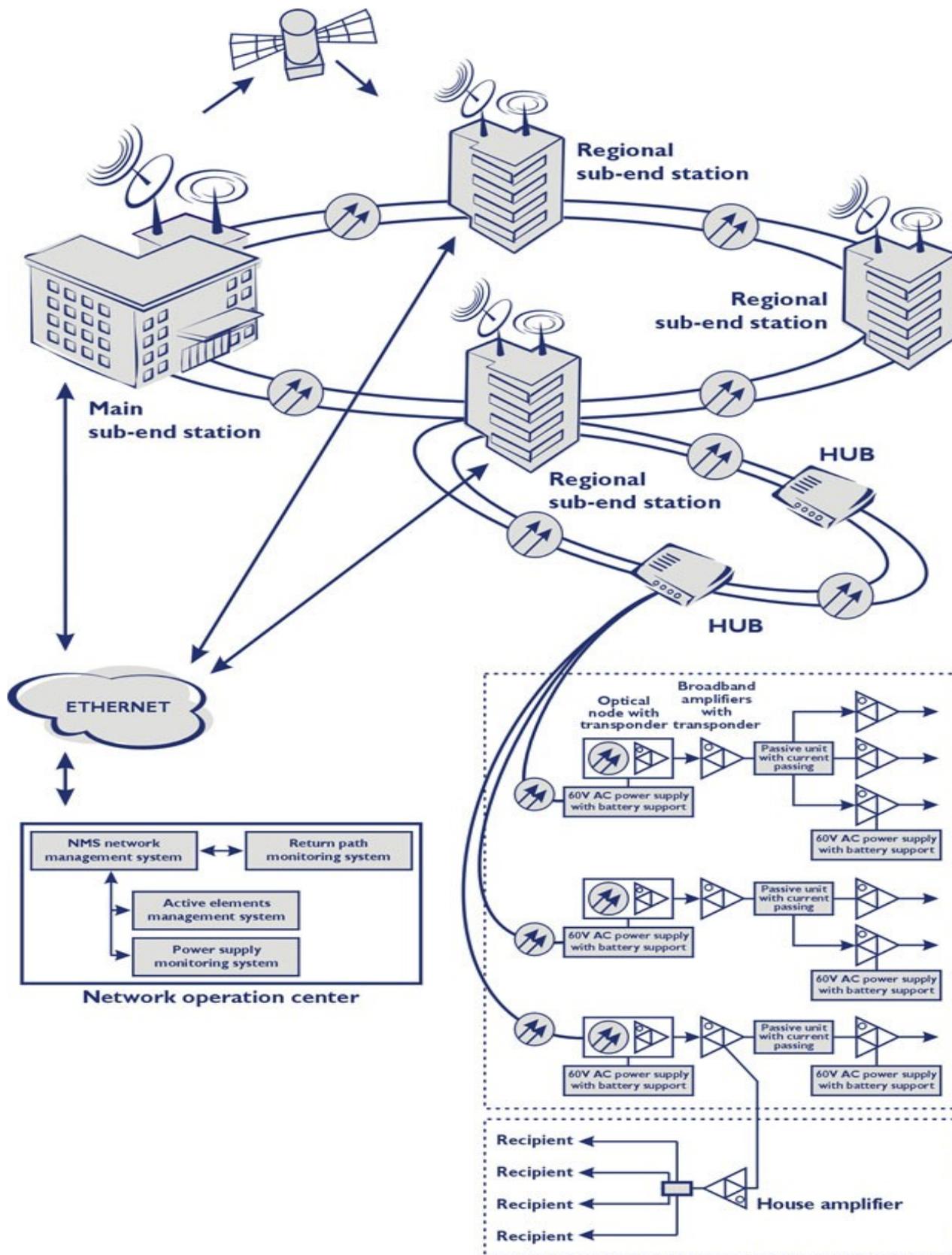


Figura 1.10: Arquitectura de red HFC

1.3.3.2 SERVICIO DE ACCESO FIJO INALÁMBRICO (SAFI)

Se basa en el sistema LMDS (Local Multipoint Distribution Service), un sistema de comunicación punto a multipunto que utiliza ondas radioeléctricas a altas frecuencias, en torno a 28 o 40 GHz, donde existen bandas de unos 2 GHz (conocidas como ventanas espectrales) con atenuación mínima ante agentes atmosféricos. Dada la anchura de banda disponible, el LMDS puede ser el soporte de una gran variedad de servicios simultáneos: televisión multicanal (difusión, PPV, vídeo bajo demanda), telefonía, datos, servicios interactivos multimedia (teleeducación, telemedicina, acceso a Internet en banda ancha, etc.)

El territorio a cubrir se divide en células de varios kilómetros de radio (3-9 km en la banda de 28 GHz, 1-3 km en la banda de 40 GHz). El abonado recibe la señal mediante una de estas tres vías: desde el emisor principal de la célula si existe visibilidad directa entre éste y el receptor, desde un repetidor si el receptor está en zonas de sombra o mediante un rayo reflejado en una superficie plana (paredes de edificios, reflectores/repetidores pasivos, etc.). La antena receptora puede ser de dimensiones muy reducidas (antena plana de 16 x 16 cm) con capacidad de emisión en banda ancha (TV, datos a alta velocidad) o estrecha (telefonía o datos a baja velocidad).

Esta nueva tecnología presenta una serie de ventajas hasta ahora inalcanzables en conexiones vía cable: fácil y rápido despliegue e instalación, crecimiento inmediato y simplicidad en el mantenimiento.

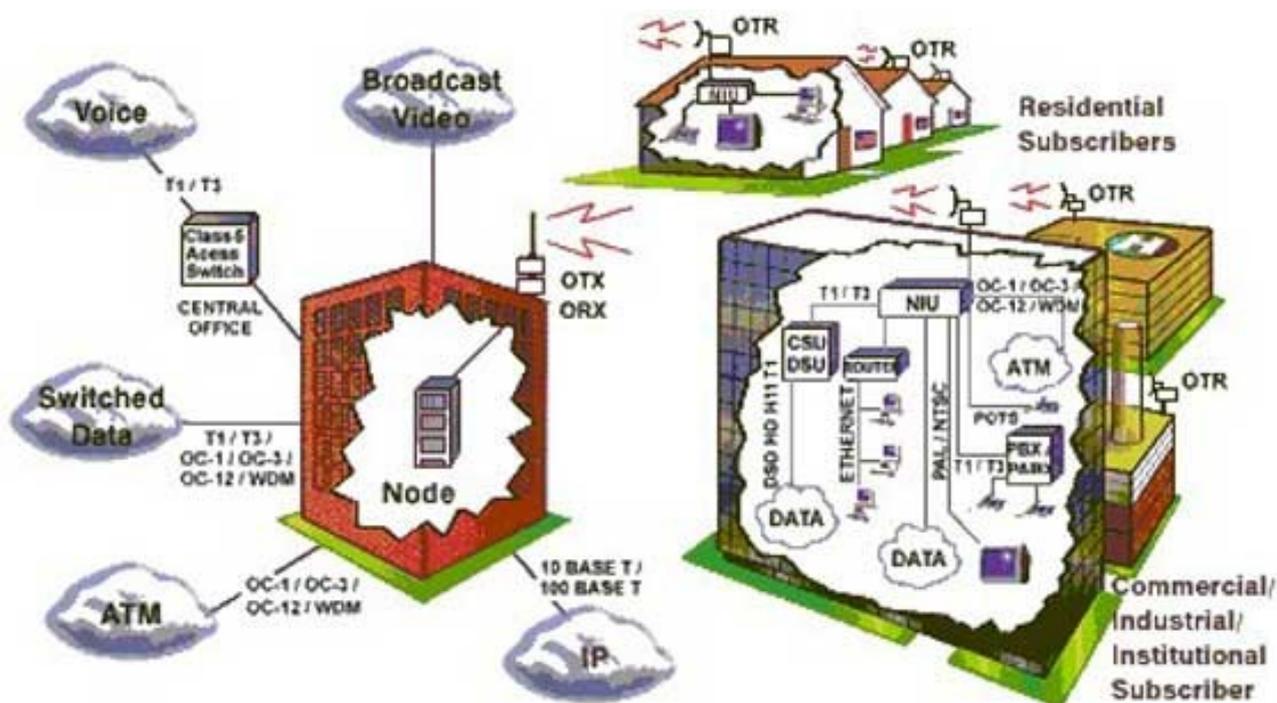


Figura 1.11: Arquitectura del sistema LMDS

1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE UNA ICT

En este apartado se presentarán y describirán las partes constituyentes y otros conceptos de relevancia en una ICT, tanto desde el punto de vista de los servicios ofrecidos como de la infraestructura requerida

1.4.1 ELEMENTOS DE RED EN UNA ICT

1.4.1.1 DOMINIOS

En una ICT hay que considerar tres zonas donde están situados los elementos que la componen, por los cuales la responsabilidad puede ser individual o compartida:

- ➔ **Dominio público**, espacio donde se encuentran las redes de los operadores que ofrecen los diversos servicios de telecomunicación, utilizando canalizaciones o líneas aéreas en vías públicas o mediante enlaces inalámbricos.
- ➔ **Dominio comunitario**, espacio donde se encuentran las redes comunes del inmueble y que permiten a los usuarios el acceso a los servicios ofrecidos.
- ➔ **Dominio del usuario**, domicilio del usuario, donde se encuentran las redes de interior para cada tipo de servicio de telecomunicación.

1.4.1.2 REDES

Los operadores facilitan los servicios de telecomunicación mediante las redes de alimentación (constituidas por el conjunto de elementos físicos, cable y equipos o vía radio), con un punto de interconexión (PI) donde comienza la ICT. Hay tres redes que constituyen la ICT para el acceso a los servicios:

- ➔ **Red de distribución**, formada por el conjunto de elementos físicos (cable y equipos) que unen el punto de interconexión (PI) con los puntos de distribución (PD) del inmueble (uno en cada planta).
- ➔ **Red de dispersión**, formada por el conjunto de elementos físicos (cable y equipos) que unen en cada planta el punto de distribución (PD) con los puntos de acceso de usuario (PAU) de cada vivienda.
- ➔ **Red de interior de usuario**, formada por el conjunto de elementos físicos (cable y equipos), que unen dentro de cada vivienda el punto de acceso de usuario (PAU) con las bases de acceso de terminal (BAT).

Las redes de distribución y dispersión discurren por el dominio comunitario, mientras la red interior es dominio del usuario.

1.4.1.3 PUNTOS DE CONEXIÓN

La unión de las diferentes redes se realiza en los siguientes puntos:

- ➔ **Punto de interconexión (PI).**
Punto frontera, donde se produce la unión entre las redes de alimentación de los diferentes

Diseño de ICT para edificio de 96 viviendas y local comercial y adaptación de la misma a servicios domóticos

operadores y la red de distribución del edificio.

→ **Punto de distribución (PD).**

Lugar donde se produce la unión entre las redes de distribución y dispersión del inmueble.

→ **Punto de acceso de usuario (PAU).**

Punto frontera, donde se produce la unión entre las redes de dispersión e interior de usuario. Permite la delimitación de responsabilidades en cuanto a la generación, localización y reparación de averías entre la comunidad de propietarios y el usuario.

→ **Base de acceso de terminal (BAT)**

Punto donde se conectan los equipos terminales que permiten acceder a los diferentes servicios proporcionados por la ICT del edificio. Se denominan también *tomas de usuario*.

1.4.1.4 TOPOLOGÍAS

La topología utilizada en las redes de distribución y dispersión puede ser:

→ **Estrella.** Una red con esta estructura proporciona un portador físico (un par de hilos o cable coaxial) entre el PI y cada PAU, permitiendo a cada usuario su utilización en exclusiva.

→ **Árbol-rama,** donde se comparte con más usuarios el portador físico desde el PI.

La topología de la red interior de usuario puede ser:

→ **Estrella,** un portador para cada BAT.

→ **Serie,** un portador común para todas las tomas.

→ **Mixta,** estructura en estrella, pero varias tomas pueden compartir uno de los portadores.

En los servicios de RDSI y SAFI se suelen utilizar configuraciones en bus, donde un bucle es compartido por varias tomas.

1.4.2 ELEMENTOS DE LA OBRA CIVIL DE UNA ICT

Los elementos de obra civil que soportan las ICT son las canalizaciones, que transportan y protegen los cables a lo largo de su recorrido, y los recintos (entre los que se encuentran también las arquetas y registros), que facilitan el tendido de los cables y albergan los equipos de telecomunicación necesarios para los diferentes servicios.

1.4.2.1 CANALIZACIONES

Son las que se indican a continuación:

→ **Canalización externa.** Conjunto de conductos subterráneos entre la arqueta de entrada y el punto de entrada general del edificio. Introduce las redes de alimentación en el inmueble y su construcción corresponde a la Propiedad. Ambos elementos (arqueta y punto de entrada) se encuentran en el dominio público, normalmente en la acera.

→ **Canalización de enlace inferior.** Conjunto de conductos o canales que soporta la red de alimentación desde el punto de entrada general del edificio hasta el registro principal, ubicado en el Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Inferior (RITI).

→ **Canalización de enlace superior.** Conjunto de conductos o canales que soporta la red de

alimentación desde los sistemas de captación de radiodifusión sonora y televisión (RTV) y del Servicio de Acceso Fijo Inalámbrico (SAFI) hasta el Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Superior (RITS), entrando en el inmueble por el correspondiente pasamuros.

- ➔ **Canalización principal.** Conjunto de conductos, galerías o canales que conecta el RITI con el RITS y éstos con los registros secundarios. Por ella discurre la red de distribución.
- ➔ **Canalización secundaria.** Conjunto de conductos o canales que conecta los registros secundarios con los registros de terminación de red. Por ella discurre la red de dispersión.
- ➔ **Canalización interior de usuario.** Conjunto de tubos empotrados o canales que conecta el registro de terminación de red con los registros de toma. Soporta la red interior de usuario.

1.4.2.2 RECINTOS

Los principales recintos, arquetas y registros son los siguientes:

- ➔ **Arqueta de entrada.** Recinto exterior al inmueble donde confluyen las canalizaciones de todos los operadores y la canalización externa de la ICT del inmueble. Soporta las redes de alimentación. Está enterrada y su construcción corresponde al inmueble.
- ➔ **Punto de entrada general .** Lugar de acceso de la canalización externa a la zona común del inmueble.
- ➔ **Registros de enlace.** Proporcionan continuidad entre la canalización externa y la canalización de enlace en el punto de entrada general (no es necesario su uso en este punto si la canalización de enlace es subterránea y continuación de la canalización principal). Intercalados en otros puntos de la canalización de enlace, facilitan el tendido de cables.
- ➔ **Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Inferior (RITI).** Alberga los registros principales de los servicios de telefonía disponible al público (TB + RDSI) y telecomunicaciones por cable (TLCA), así como los elementos necesarios para el suministro de energía a los mismos.
- ➔ **Registro principal.** Elemento (caja o armario) que contiene el equipamiento necesario del punto de interconexión (PI) entre las redes de alimentación y distribución del inmueble.
- ➔ **Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Superior (RITS).** Alberga el equipamiento de cabecera de los servicios de RTV y el registro principal de SAFI.
- ➔ **Registros secundarios.** Conecta en cada planta la canalización principal con la canalización secundaria. Se utiliza para seccionar o cambiar de dirección los cables de la canalización principal y albergar los puntos de distribución (PD).
- ➔ **Registros de terminación de red (RTR).** Ubicados en el interior de la vivienda, conectan la canalización secundaria con la canalización interior de usuario. Alojados los PAU.
- ➔ **Registros de toma.** Elementos (cajas) empotrados en la pared que alojan las bases de acceso terminal (BAT) o tomas de usuario.
- ➔ **Registros de paso.** Elementos (cajas) que facilitan el tendido de los cables en las redes de dispersión e interior de usuario.

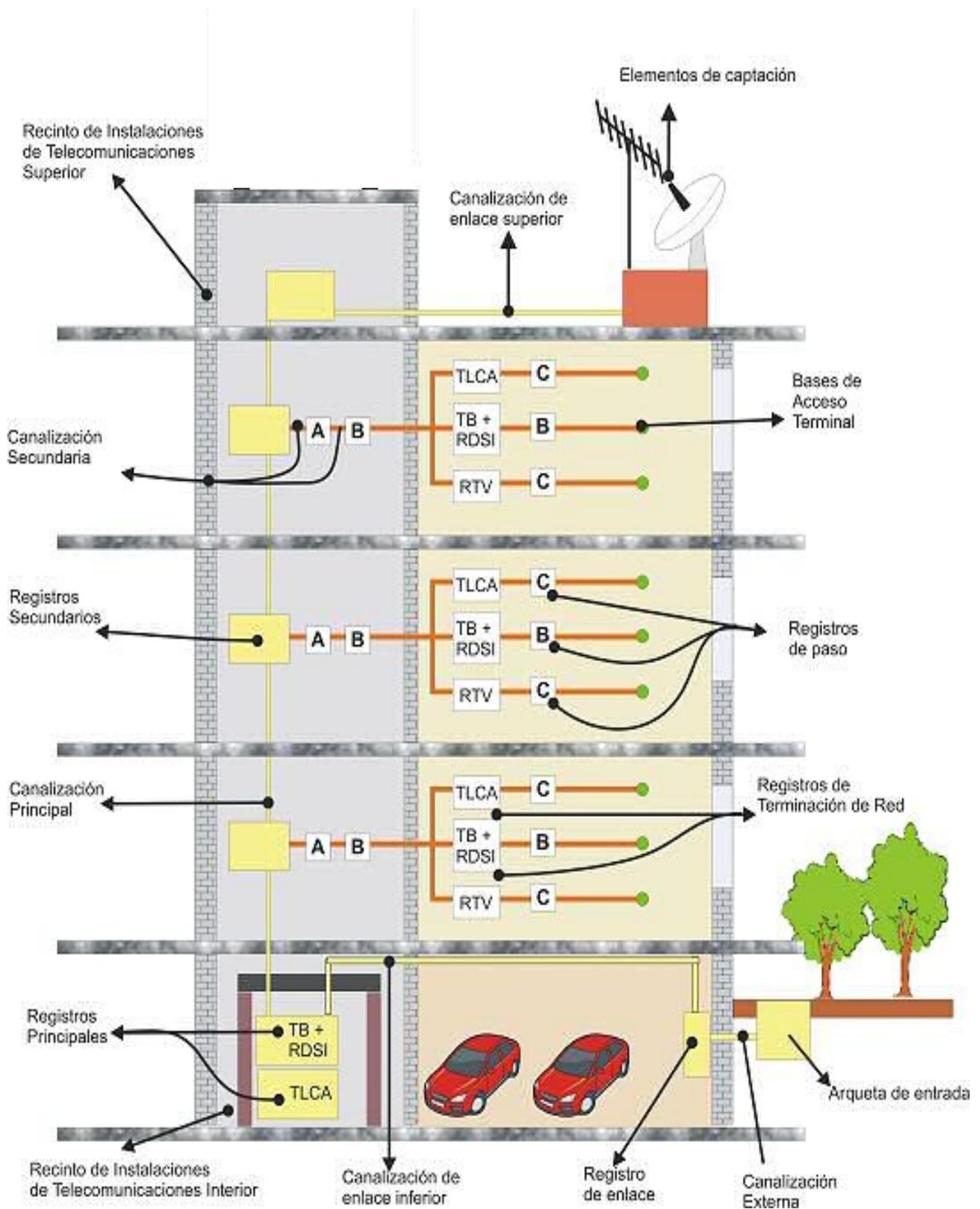


Figura 1.12: Elementos de una ICT

1.5 ELABORACIÓN DEL PROYECTO TÉCNICO

El proyecto técnico que ha de presentarse en el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación para su visado consta de cuatro partes bien diferenciadas: Memoria, Planos, Pliego de Condiciones y Mediciones y Presupuesto.

El proceso de diseño de la infraestructura común de telecomunicaciones para el edificio objeto de este proyecto, que consta de 16 plantas de 6 viviendas cada una y un local comercial en planta baja, se ha llevado a cabo en varias etapas.

Para comenzar, se diseñó la red interior de usuario para los dos tipos de viviendas del edificio y el local comercial teniendo en cuenta los requisitos especificados en el R.D. 401/2003 Anexo I.

A continuación, se examinaron detalladamente los planos del proyecto arquitectónico del edificio y se estudiaron las diversas posibilidades para la instalación del RITI y el RITS y el recorrido de la canalización principal y de la canalización secundaria, especialmente en la planta tipo de viviendas, prestando especial atención a aspectos tales como la no coincidencia con canalizaciones proyectadas para otros servicios (gas, agua...), no perforación del recinto de ascensores o distancia mínima a líneas eléctricas. Tras debatir todas las alternativas con el Promotor y el Arquitecto, se eligió la solución reflejada en los Planos, sección 2 del Proyecto Técnico. También se eligió el emplazamiento de los sistemas de captación para los servicios de RTV.

Una vez superados los pasos anteriores y conocidas las longitudes relevantes en el proyecto, se procedió a diseñar las redes de distribución y dispersión para los diferentes servicios de telecomunicación. De todos ellos, el más restrictivo es el de televisión analógica terrenal, por exigir los mayores niveles de señal en toma. Con la ayuda de una hoja de cálculo, se estudiaron dos probables alternativas y se eligió aquella que finalmente cumplió todos los requisitos referentes a nivel de señal en toma, rizado total, relación señal-ruido y relación señal-intermodulación. Por cumplir los requisitos para el más restrictivo de los servicios de RTV, el cumplimiento de los mismos para FM, DAB, TDT y RTV vía satélite estaba, pues, garantizado.

A continuación se diseñó y dimensionó la red de telefonía disponible al público y se planificó el espacio necesario en el RITI y RITS para los servicios de TLCA / SAFI.

Posteriormente terminaron de calcularse y dimensionarse los elementos de la infraestructura de distribución, concluyendo así la confección de la Memoria y los Planos.

Tras redactar el Pliego de Condiciones, se procedió, con la ayuda de un catálogo actualizado del fabricante y de las mediciones, muchas de las cuales se habían calculado para otros apartados del Proyecto, a elaborar el Presupuesto.

En el capítulo 2 de este volumen se detalla el diseño de los sistemas de captación de señales y el equipamiento de cabecera para los servicios de radiodifusión sonora y televisión.

En el capítulo 3 de este volumen se detallan las consideraciones y cálculos seguidos en el diseño de las redes de distribución y dispersión para los servicios de radiodifusión sonora y televisión, incluyendo la otra alternativa inicialmente prevista que resultó no ser válida.

En el capítulo 4 de este volumen se detalla el diseño de la red de telefonía disponible al público y la planificación para la red de TLCA / SAFI.

En el capítulo 5 de este volumen se detallan las consideraciones y cálculos seguidos en el dimensionamiento de las canalizaciones, recintos, registros y otros elementos que forman parte de la infraestructura.