

Acceso a los servicios de telecomunicación

Contenidos

- 7.1. Introducción
- 7.2. Red de acceso a los servicios de telecomunicación de banda ancha y de telefonía
- 7.3. Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares
- 7.4. Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares trenzados
- 7.5. Tecnologías de acceso basadas en redes de cables coaxiales
- 7.6. Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de fibra óptica
- 7.7. Dimensionamiento de la red interior de usuario
- 7.8. Particularidades de los conjuntos de viviendas unifamiliares
- 7.9. Redes de acceso a los servicios de telefonía al público y telecomunicaciones de banda ancha según el RD 401/2003
- 7.10. Certificación y protocolo de pruebas de una ICT

Objetivos

- Identificar los tramos que constituyen la red de los servicios de telecomunicaciones de un edificio.
- Configurar y dimensionar las redes para el acceso al servicio de telefonía disponible al público y de telecomunicaciones de banda ancha.
- Seleccionar los elementos que constituyen las redes de telecomunicaciones de un edificio.

La red de un edificio que proporciona el acceso a los servicios de telefonía disponible al público (STDP) y a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha (STBA) está formada básicamente por el cableado (cable de pares o pares trenzados, cable coaxial o fibra óptica según el caso) que forma cada una de las partes de la red, pero para unir cada uno de estos tramos en ocasiones es necesario utilizar dispositivos y elementos de conexión.



7.1. Introducción

El **anexo II** del reglamento de la ICT establece las características técnicas mínimas que deben cumplir las infraestructuras comunes de telecomunicaciones (ICT) destinadas a proporcionar el acceso a los servicios de telefonía disponible al público (STDP) y a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha (STBA) prestados por operadores habilitados para el establecimiento y explotación a través de redes públicas de comunicaciones.



Recuerda

La norma que establece las redes de acceso a los STDP y a los STBA se debe utilizar de manera conjunta con las especificaciones técnicas mínimas de la edificación en materia de telecomunicaciones (anexo III) que establece los requisitos que deben cumplir las canalizaciones, recintos y elementos complementarios destinados a albergar la infraestructura común de telecomunicaciones.

7.1.1. Red de acceso del edificio para los servicios de telecomunicaciones de banda ancha

La **red** del edificio es el conjunto de conductores, elementos de conexión y equipos, tanto activos como pasivos, que es necesario instalar para establecer la conexión entre la red exterior de alimentación de los operadores y las bases de acceso de terminal (BAT) para poder dar el servicio a cada usuario.

Entre los servicios que da acceso esta red destacan los de telefonía básica y los de acceso a internet mediante diferentes tecnologías.

7.1.2. Tecnologías de acceso

El objetivo del reglamento de la ICT es que las viviendas, locales comerciales y oficinas de un edificio estén preparados para el acceso a los servicios de telecomunicaciones y de banda ancha que proporcionan las nuevas tecnologías, pero al mismo tiempo que las redes que se instalen también sean compatibles con las tecnologías que permiten el acceso a los servicios de telefonía tradicionales. Las **tecnologías** definidas en el reglamento de la ICT para el acceso a estos servicios son:

- Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares o cables de pares trenzados.

- Tecnologías de acceso basadas en redes de cables coaxiales.
- Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de fibra óptica.

7.1.3. Consulta e intercambio de información entre el proyectista de la ICT y los diferentes operadores de telecomunicación

No todas las tecnologías de red estarán presentes en un edificio, ya que solo se instalarán aquellas que, mediante el proceso de **consulta e intercambio de información** que pone en contacto a los proyectistas de la ICT y a los operadores que despliegan la red, se incluyan en el proyecto que va a ser ejecutado, de modo que este se ajuste de la manera más aproximada a las posibilidades reales de las redes de acceso existentes en el lugar de construcción de la edificación.

Aunque del resultado de la consulta se establecerá la ejecución o no de la instalación inicial de las diversas redes interiores de la infraestructura común, no afecta al diseño, al dimensionado ni a la instalación de los diferentes elementos soporte de obra civil de la infraestructura común.

Por tanto, independientemente de la presencia de operadores en la zona de instalación se instalarán los tubos, canales y demás registros para dar servicio a todas las tecnologías definidas en el reglamento por si en un futuro existen operadores que ofrecen estos servicios. Debido a la presencia de esta infraestructura, cuando sea preciso solamente será necesario instalar los cables y demás elementos de conexión desde la red de alimentación de los operadores hasta la instalación interior de los usuarios.



Recuerda

El proceso de consulta e intercambio de información pone en contacto a los proyectistas de la ICT y a los operadores que despliegan la red para que las infraestructuras de las edificaciones estén de acuerdo con la disponibilidad de redes de acceso y servicios de telecomunicación en el lugar de construcción de la edificación.



Sabías que...

Los cables de telecomunicaciones que se utilizan en la ICT deben cumplir las especificaciones de la clase Dca-s2,d2,a2 de reacción frente al fuego, según el Reglamento Delegado (UE) 2016/364 relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de la construcción.



7.2. Red de acceso a los servicios de telecomunicación de banda ancha y de telefonía

La red de acceso a los servicios de telefonía y de banda ancha presente en un edificio se divide en los tramos que se reflejan en la Figura 7.1, junto con la infraestructura de obra civil que los soporta:

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

Los elementos de cada una de las partes de la red de acceso a los servicios de telecomunicación se alojarán y discurrirán por los elementos de la infraestructura instalados para este propósito.

Sabías que...

El registro principal es un simple armario o caja con capacidad suficiente para albergar las regletas o paneles de conexión de cada tecnología. Debe existir un registro principal por cada tecnología de acceso.

7.2.1. Red de alimentación

La **red de alimentación** es la parte de la red que permite acceder a los edificios a los servicios ofrecidos por los operadores de telecomunicaciones. En función del método de enlace existen dos posibilidades de acceso:

- **Enlace mediante cable.** En este caso la red de alimentación es la parte de la red de la edificación, propiedad del operador, formada por los cables que unen las centrales o los nodos de comunicaciones con la edificación.

La Figura 7.2 muestra cómo el enlace mediante cable se introduce en la ICT de la edificación a través de la arqueta de entrada y de la canalización externa hasta el registro de enlace, donde se encuentra el punto de entrada general, y de donde parte la canalización de enlace, hasta llegar al registro principal ubicado en el recinto de instalaciones de telecomunicación inferior (RITI), donde se ubica el punto de interconexión, el cual incluirá todos los elementos, activos o pasivos, necesarios para entregar a la red de distribución de la edificación las señales de servicio, en condiciones de ser distribuidas.

- **Enlace por medios radioeléctricos.** La red de alimentación es la parte de la red del edificio formada por los elementos de captación de las señales emitidas por las estaciones base de los operadores, equipos

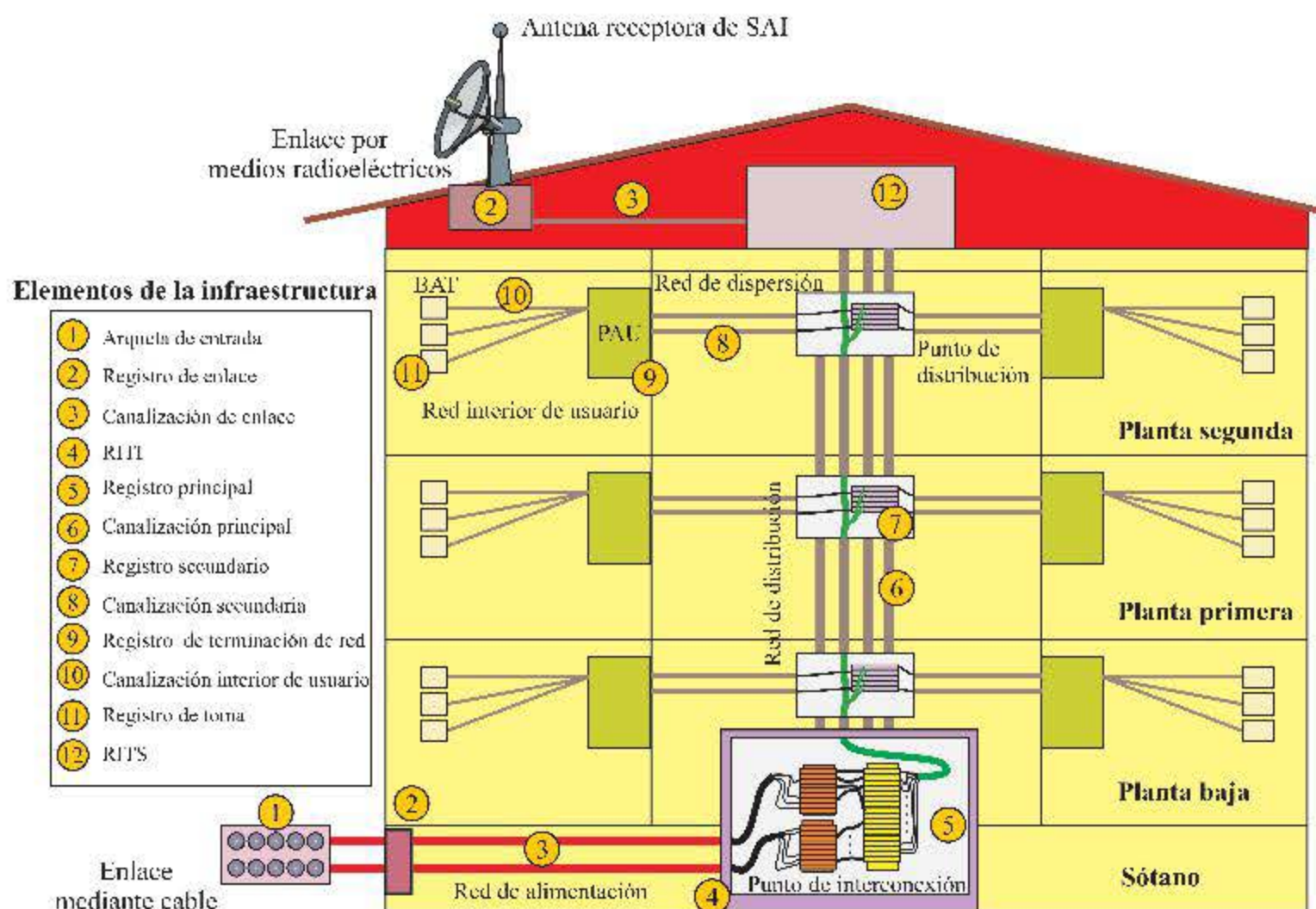


Figura 7.1. Partes que forman la red de acceso a los servicios de telecomunicación de un edificio.

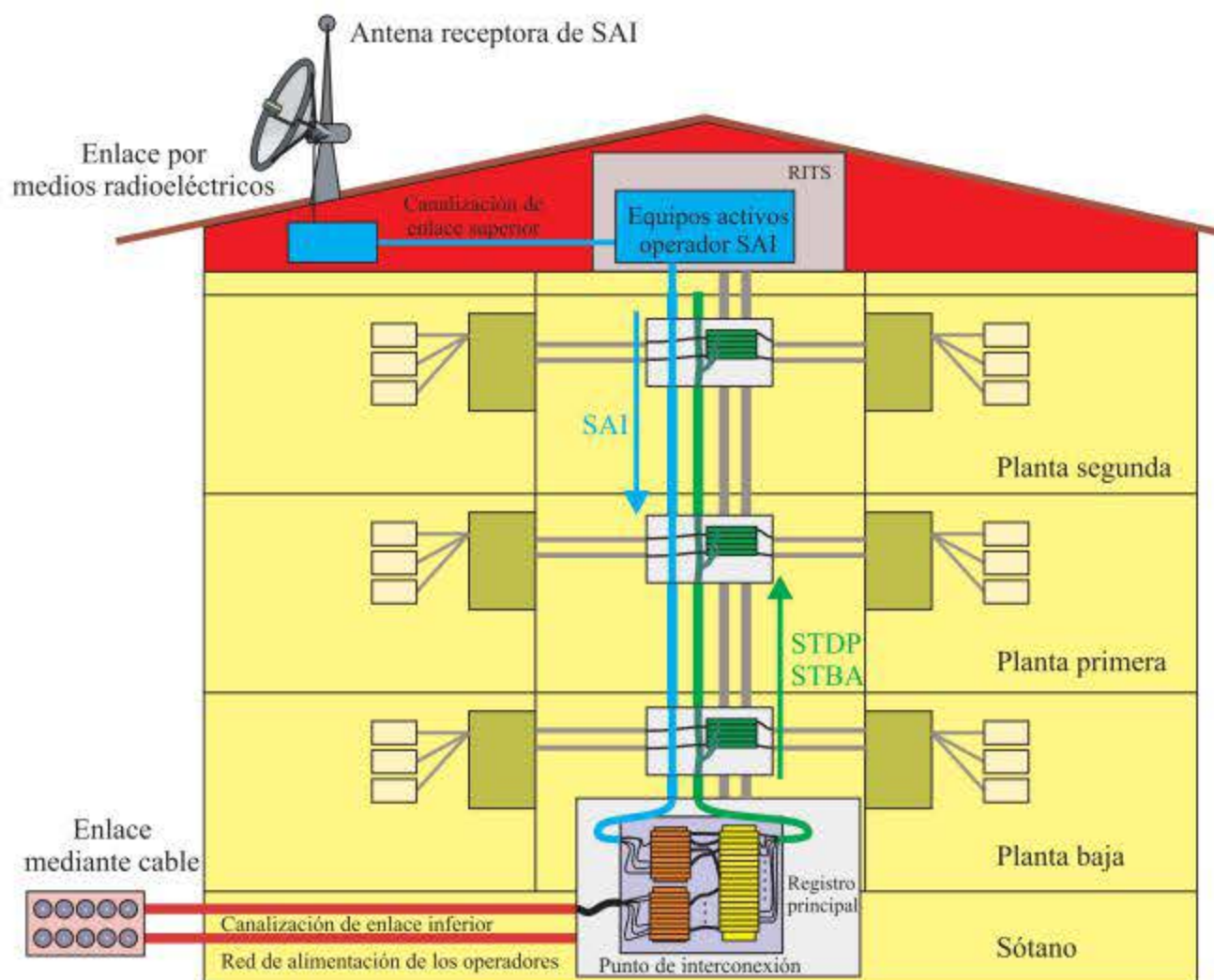


Figura 7.2. Métodos de enlace utilizados por los operadores.

de recepción y procesado de dichas señales y los cables necesarios para dejarlas disponibles para el servicio en el correspondiente punto de interconexión de la edificación.

La Figura 7.2 muestra la distribución típica de la red cuando el enlace se realiza por medios radioeléctricos, en los lugares donde el operador ofrece servicios de acceso inalámbrico (SAI). Los elementos de captación están situados en la cubierta o azotea de la edificación introduciéndose en la ICT de la edificación a través del correspondiente elemento pasamuros y la canalización de enlace hasta el recinto de instalaciones de telecomunicación superior (RITS), donde van instalados los equipos de recepción y procesado de las señales captadas y de donde, a través de la canalización principal de la ICT, partirán los cables de unión con el RITI donde se encuentra el punto de interconexión ubicado en el registro principal.

Recuerda

El punto de interconexión se encuentra en el RITI del edificio, por lo que los cables de la red de alimentación han de distribuirse por la canalización de enlace hasta dicho punto de la infraestructura.

Sabías que...

La red del servicio de acceso inalámbrico (SAI) no es de obligada inclusión en un proyecto de la ICT. Solo se incluirá si inicialmente se tiene previsto instalar esta red. El procedimiento de consulta no contempla este tipo de acceso.

El diseño y dimensionado de la red de alimentación, así como su realización, es responsabilidad de los operadores del servicio.

7.2.2. Red de distribución

La **red de distribución** es la parte de la red formada por los cables de pares trenzados o de pares, cables de fibra óptica y cables coaxiales, y demás elementos que prolongan los cables de la red de alimentación, distribuyéndolos por la edificación para poder dar el servicio a cada uno de los usuarios.

La red de distribución parte del punto de interconexión situado en el registro principal que se encuentra en el RITI y, a través de la canalización principal, enlaza con la red de dispersión en los puntos de distribución situados en los registros secundarios.



Sabías que...

La red de distribución es única para cada tecnología de acceso, con independencia del número de operadores que la utilicen para prestar servicio en la edificación.

7.2.3. Red de dispersión

La **red de dispersión** es la parte de la red, formada por el conjunto de cables de acometida y demás elementos, que une la red de distribución con cada vivienda, local o estancia común del edificio.

La red de dispersión normalmente parte de los puntos de distribución, situados en los registros secundarios, y, a través de la canalización secundaria, enlaza con la red interior de usuario en los puntos de acceso al usuario situados en los registros de terminación de red de cada vivienda, local o estancia común.

Sabías que...

En ocasiones, si la red de dispersión es de dimensiones reducidas (pocos usuarios), esta parte directamente del registro principal y, a través de la canalización principal y de la secundaria, enlaza con la red interior de usuario en los puntos de acceso al usuario situados en los registros de terminación de red de cada vivienda, local o estancia común.

7.2.4. Red interior de usuario

La **red interior de usuario** (Figura 7.3) es la parte de la red formada por los cables de pares trenzados, cable coaxial y fibra óptica y demás elementos que transcurren por el interior de cada domicilio de usuario, soportando los servicios de telefonía disponibles al público y de telecomunicaciones de banda ancha que el usuario haya contratado a su proveedor de servicios.

7.2.5. Elementos de conexión

Los **elementos de conexión** son los que se utilizan como puntos de unión o terminación de los diferentes tramos de red definidos. En la Figura 7.4 se marcan estos puntos de conexión en relación con el resto de componentes de la red y de la infraestructura:

- Punto de interconexión.
- Punto de distribución.

- Punto de acceso al usuario (PAU).
- Base de acceso de terminal (BAT).

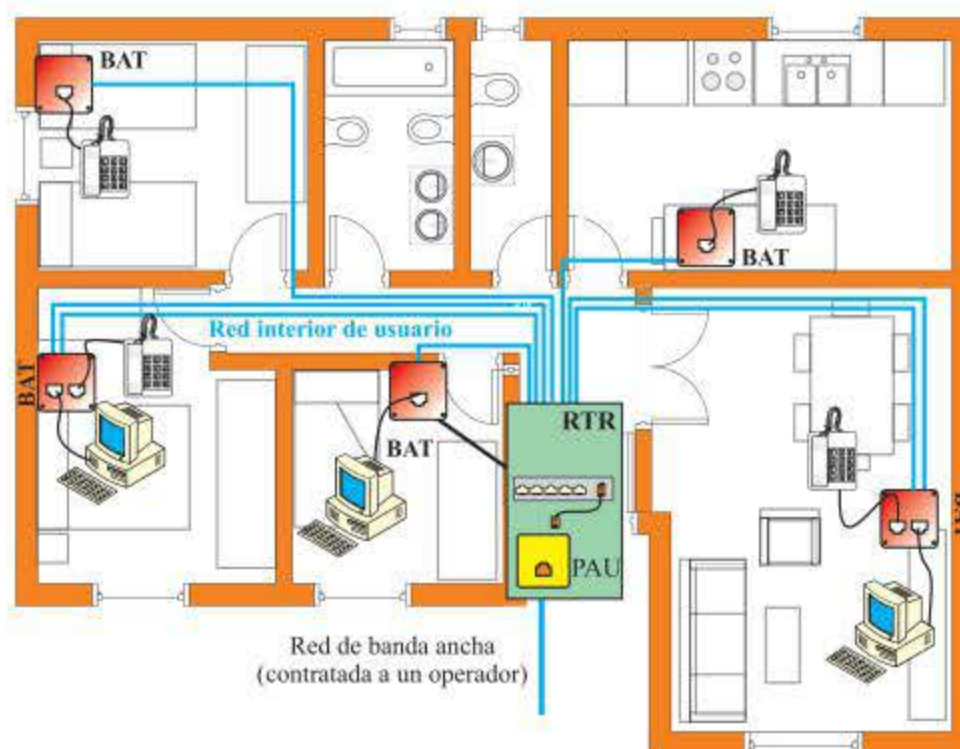


Figura 7.3. Ejemplo de red interior de usuario.

7.2.6. Punto de interconexión (punto de terminación de red)

El **punto de interconexión** realiza la unión entre cada una de las redes de alimentación de los operadores del servicio y las redes de distribución de la ICT de la edificación, y delimita las responsabilidades en cuanto a mantenimiento entre el operador del servicio y la propiedad de la edificación.

El punto de interconexión (Figura 7.5) está compuesto por una serie de **paneles de conexión** o **regletas de entrada** donde finalizarán las redes de alimentación de los distintos operadores de servicio, por una serie de **paneles de conexión** o **regletas de salida** donde finalizará la red de distribución de la edificación, y por una serie de **latiguillos de interconexión** que se encargarán de dar continuidad a las redes de alimentación hasta la red de distribución de la edificación en función de los servicios contratados por los distintos usuarios.

Recuerda

La red que proporciona el acceso a los servicios de banda ancha está formada básicamente por el cableado de la red, ya sea cable de pares o pares trenzados, cable coaxial o fibra óptica, según el caso, que forma cada una de las partes de la red, pero para unir cada uno de estos tramos en ocasiones es necesario utilizar dispositivos o elementos de conexión.

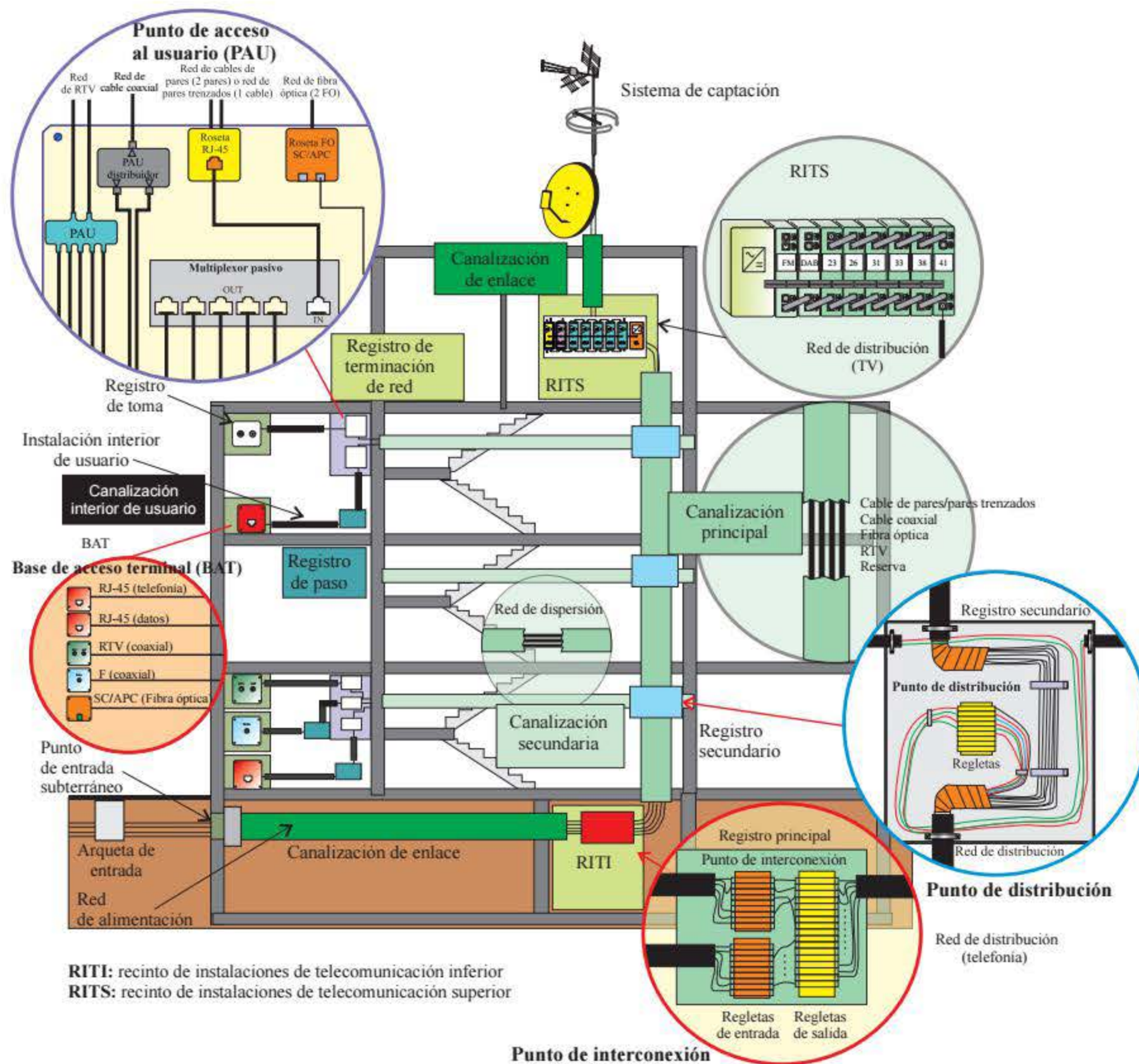


Figura 7.4. Elementos de conexión de la red de acceso a los servicios de STPD y STBA.

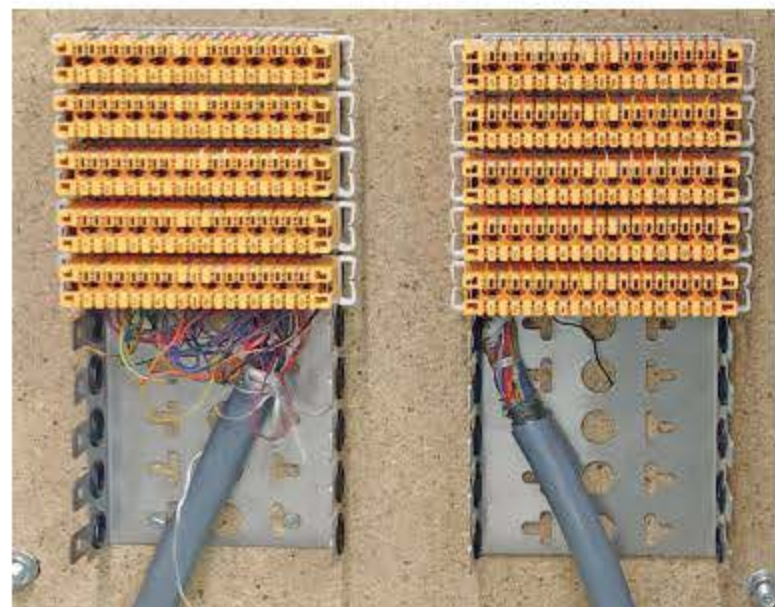


Figura 7.5. Regletas del punto de interconexión de la red de cables de pares.

Plan de asignación de pares/acometidas

El **plan de asignación de pares/acometidas** especifica la asignación de las conexiones del punto de interconexión a cada unidad privativa del edificio (vivienda, local...).

Excepto en los puntos de interconexión de la red de cable coaxial configurada en árbol-rama, en la que solo es necesario identificar la vertical a la que presta servicio cada árbol, todos los conectores que constituyen las regletas o paneles del punto de interconexión deben estar convenientemente etiquetados de manera que cada uno de ellos identifique inequívocamente la vivienda, local o estancia común a los que da servicio.



Ejemplo 7.1. Configuración del punto de interconexión de la red

En la Figura 7.6 se muestra un ejemplo de configuración de los puntos de interconexión en el interior del RITI: como consecuencia de la existencia de diferentes tipos de redes, tanto de alimentación como de distribución, el punto de interconexión adopta diferentes configuraciones según el caso.

Es decir, en el registro principal del RITI podemos encontrar un **punto de interconexión de cables de pares o de cables de pares trenzados** (registro principal de cables de pares o cables de pares trenzados), un **punto de interconexión de cables coaxiales** (registro principal coaxial) y un **punto de interconexión de cables de fibra óptica** (registro principal óptico). En el caso de que un punto de interconexión no se implemente físicamente, se reservará espacio suficiente para su instalación futura si fuese necesario.

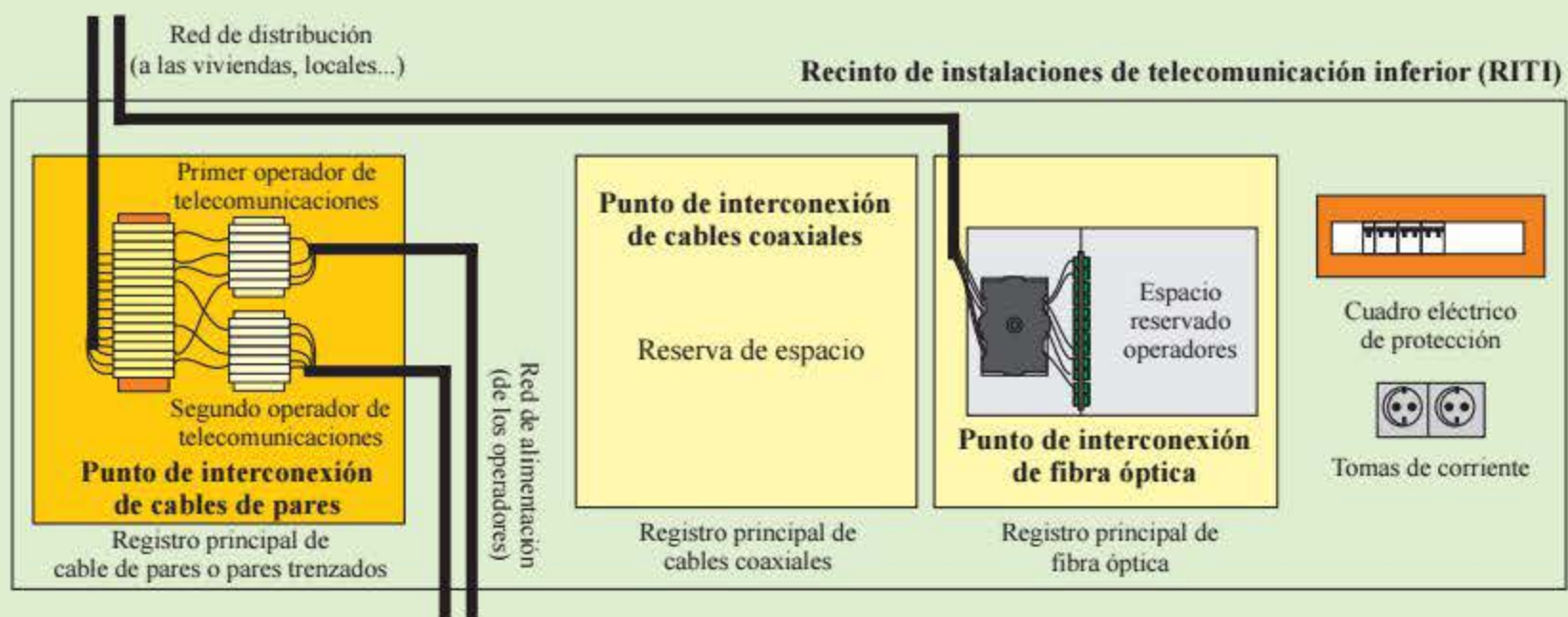


Figura 7.6. Ejemplo de punto de interconexión.

En la Figura 7.7 se muestran los diferentes registros principales instalados en el interior del RITI (registro de instalaciones de telecomunicación inferior).

El registro principal de cable coaxial incorpora, si es necesario, los elementos activos de los operadores y los distribuidores necesarios para alimentar la red de distribución de la edificación.

El registro principal de cables de pares trenzados aloja los paneles de conexión RJ-45 de entrada y de salida que forman el punto de interconexión. Cuando en su lugar se instala una red de cables de pares, el registro principal de cable de pares aloja las regletas de entrada y de salida necesarias para alimentar la red de distribución de la edificación.

El registro principal óptico incorpora los repartidores de conectores de entrada de todos los operadores y el panel común de conectores de salida de fibra óptica.



Figura 7.7. Registros principales en el interior del RITI.

Sabías que...

El punto de interconexión de la ICT será único para cada una de las redes incluidas en la misma, excepto en el caso que la complejidad de la edificación aconseje una distribución en varias verticales.



7.2.7. Punto de distribución

El **punto de distribución** realiza la unión entre las redes de distribución y de dispersión de la ICT de la edificación.

Como consecuencia de la existencia de diferentes tipos físicos de redes, tanto de alimentación como de distribución, el punto de distribución (Figura 7.8) adoptará diferentes realizaciones según el tipo de red, siendo diferente según se trate de una red de pares trenzados, de pares, de cables coaxiales o de fibra óptica.



Figura 7.8. Ejemplo de punto de distribución.

Recuerda

El punto de distribución se aloja en los registros secundarios de la infraestructura.

7.2.8. Punto de acceso al usuario (PAU)

El **punto de acceso al usuario (PAU)** realiza la unión entre la red de dispersión y la red interior de usuario de la ICT de la edificación.

En función de la naturaleza de la red de dispersión que llega al punto de acceso al usuario, este adopta diferentes configuraciones: conector RJ-45, roseta óptica o distribuidor de cable coaxial. El PAU de las diferentes redes se aloja en el interior del **registro de terminación de red**, tal y como muestra el ejemplo de la Figura 7.9.

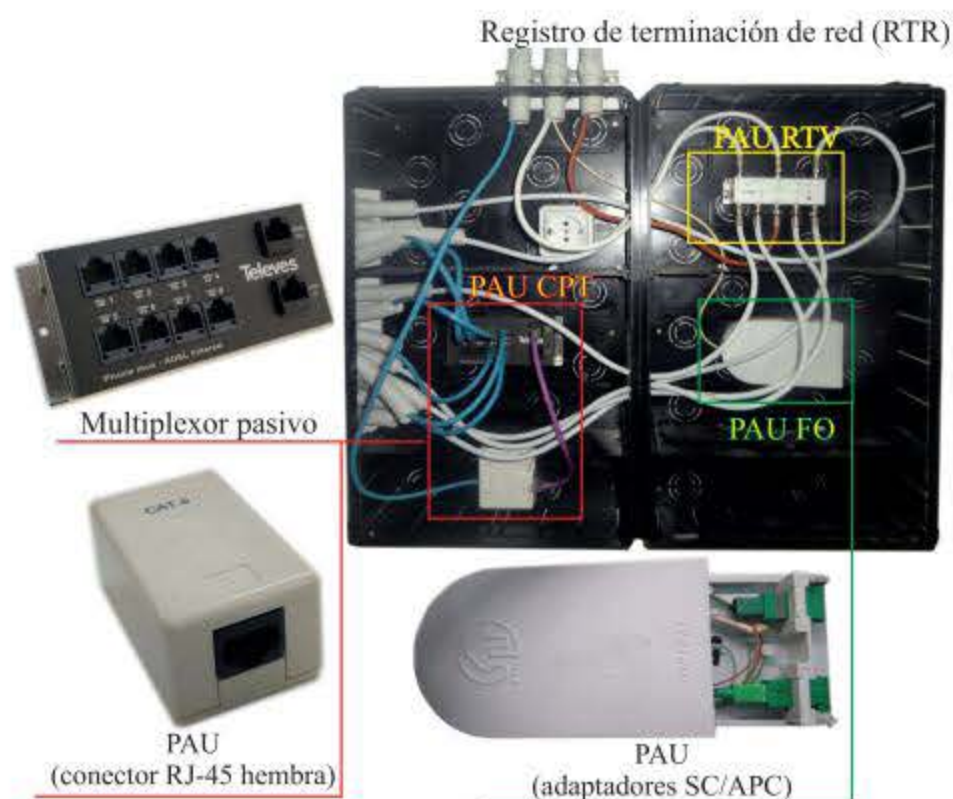


Figura 7.9. Ejemplo de diferentes PAU instalados en el interior del registro de terminación de red.

7.2.9. Tipos de red interior de usuario

La configuración de la red interior de usuario se realiza mediante cable de pares trenzados, cable coaxial y fibra óptica:

- Red interior de usuario de pares trenzados** (Figura 7.11a). En los extremos de las diferentes ramas de la red interior de usuario de pares trenzados, ubicados en el registro de terminación de red, se equiparán conectores macho miniatura de ocho vías (RJ-45); en estos extremos se dejará una longitud de cable sobrante con la suficiente holgura como para llegar a cualquiera de las partes interiores de los diferentes compartimentos del registro de terminación de red. Estos mismos extremos se identificarán mediante etiquetas que indicarán la ubicación del conector de las bases de acceso de terminal (BAT) a las que dan servicio (Figura 7.10).

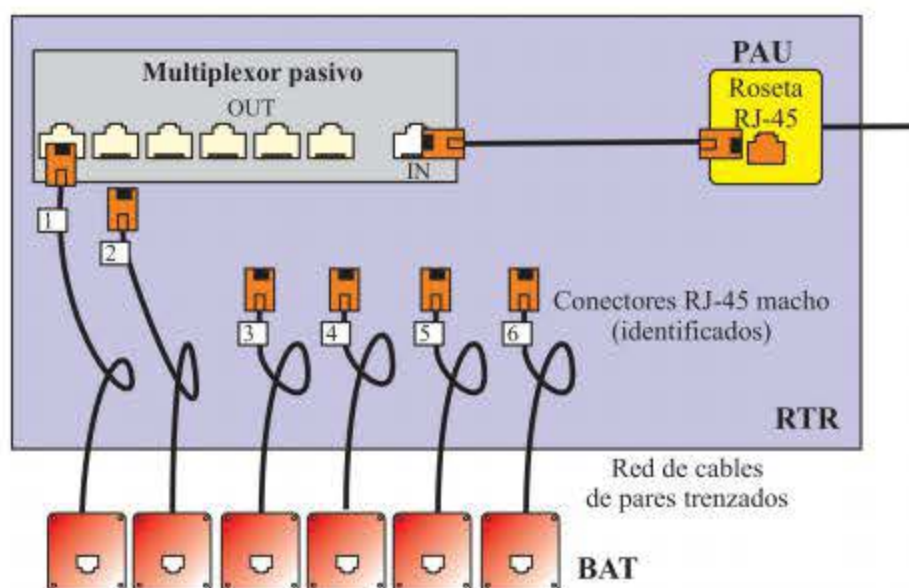


Figura 7.10. Terminación de los extremos de los cables de pares trenzados de la red interior de usuario.

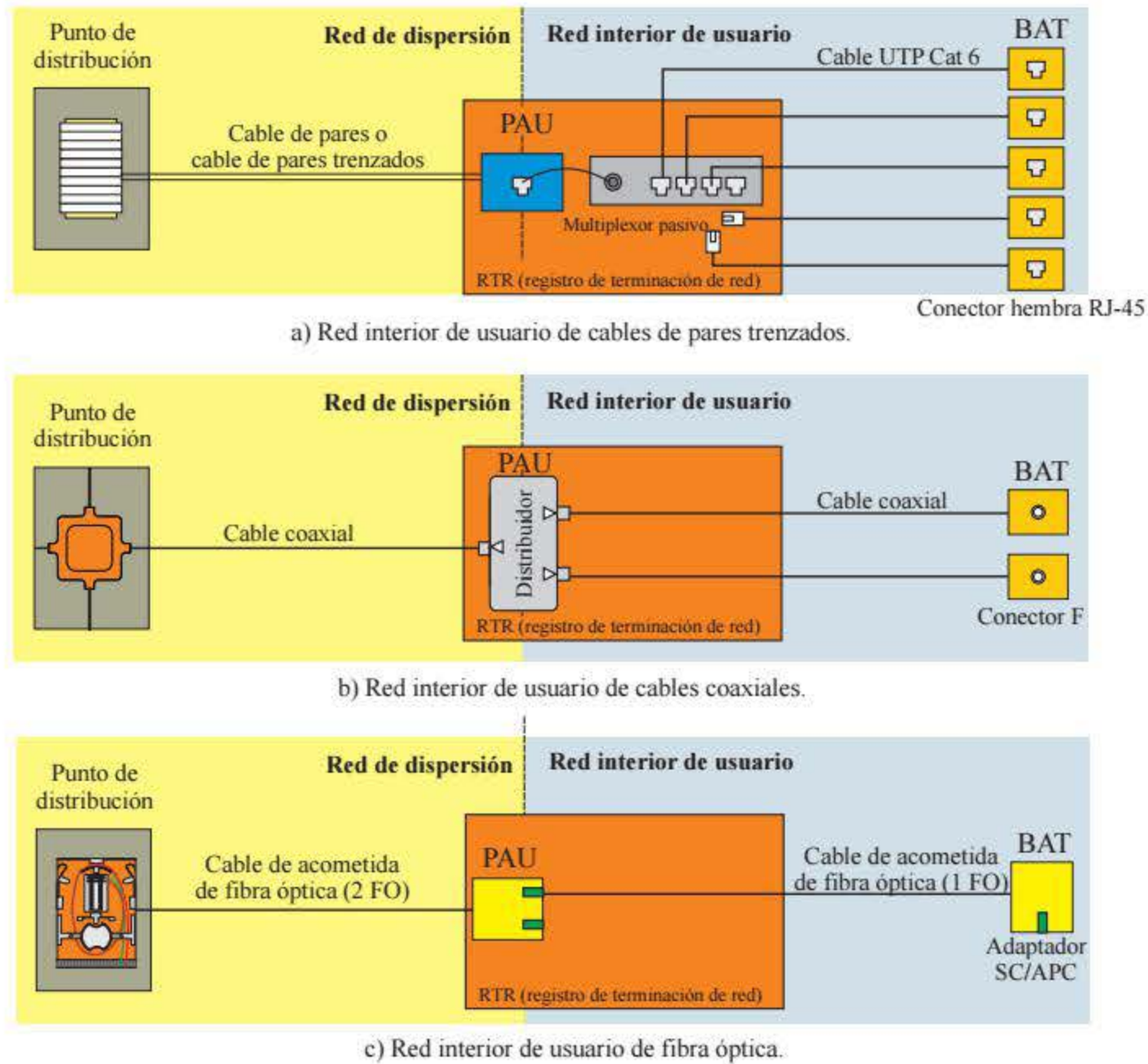


Figura 7.11. Configuración de la red interior de usuario.

Asimismo, para que exista una continuidad entre las regletas de salida del punto de interconexión y algunas de las bases de acceso de terminal (BAT) de la red interior de usuario de pares trenzados, se instalará en el registro de terminación de red un accesorio **multiplexor pasivo** (Figura 7.12) que, por una parte, estará equipado con un latiguillo flexible extraíble terminado en un conector macho miniatura de ocho vías, enchufado a su vez en un conector o roseta de terminación de una de las líneas de la red de dispersión y, por otra parte, tendrá como mínimo tantas bocas hembra miniatura de ocho vías (RJ-45) como estancias servidas por la red interior de usuario de pares trenzados.

- **Red interior de usuario de cables coaxiales** (Figura 7.11b). Los extremos de las diferentes ramas de la red interior de usuario de cables coaxiales, ubicados en el interior del registro de terminación de red, debidamente conectorizados, se conectarán a un divisor simétrico (repartidor/distribuidor) identificando la BAT a la que prestan servicio.
- **Red interior de usuario de cable de fibra óptica** (Figura 7.11c). En el caso de una red de dispersión constituida por cables de fibra óptica, se deberá disponer de una acometida interior de una fibra óptica terminada con un conector de tipo SC/APC, que permita



a) Multiplexor pasivo.



b) Multiplexor pasivo con latiguillo extraíble.

Figura 7.12. Multiplexor pasivo.

la continuidad óptica hasta la roseta de fibra óptica o BAT de fibra óptica, con la longitud suficiente para permitir la conexión con cualquiera de los adaptadores de tipo SC/APC de la roseta del PAU.

7.2.10. Bases de acceso terminal (BAT)

La **base de acceso de terminal (BAT)** sirve como punto de acceso de los equipos terminales de telecomunicación del usuario a la red interior de usuario multiservicio. Dependiendo del tipo de red interior, la conexión de las BAT se realizará de diferente manera:

- En el caso del cableado de pares trenzados, los hilos conductores de cada rama de la red interior se conectarán a los 8 contactos del conector RJ-45 hembra miniatura de 8 vías de la BAT en que terminen (Figura 7.13a). En la Figura 7.13b se muestra el aspecto de una BAT doble RJ-45.



a) Conector RJ-45 hembra. b) BAT de cable de pares trenzados.

Figura 7.13. BAT de cables de pares trenzados.



a) Cable de acometida de 1 FO.

b) BAT de fibra óptica.

Figura 7.14. BAT de FO.

- La red interior de fibra óptica está formada por un cable de acometida de FO de una fibra óptica (Figura 7.14a) que finaliza en una roseta óptica (Figura 7.14b) con un adaptador de tipo SC/APC que realiza las funciones de BAT de FO.
- En el caso de cableado coaxial, los cables se conectarán a los terminales de tipo F de toma final con carga de cierre apropiada a la BAT en que terminan. En la Figura 7.15 se muestra el aspecto de una BAT con un conector F para la red de cable coaxial.



Figura 7.15. BAT para la red de cables coaxiales.

7.2.11. Edificios con varias verticales

En las edificaciones con varias verticales, tal y como se muestra en la Figura 7.16, la red de cada vertical será tratada como una red de distribución independiente, y se diseñará, por tanto, de acuerdo con la tecnología de cada red: cables de pares o pares trenzados, cables coaxiales o fibra óptica.

7.2.12. Diseño y dimensionado de las diferentes redes de la ICT

Para el diseño de cada tipo de red se deben tener en cuenta los criterios siguientes:

- Previsión de la demanda.
- Dimensionamiento mínimo de la red de distribución.
- Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión.
- Dimensionamiento de la red interior de usuario.
- Dimensionamiento de los diferentes elementos de conexión: punto de interconexión, punto de distribución, punto de acceso al usuario (PAU) y base de acceso de terminal (BAT).

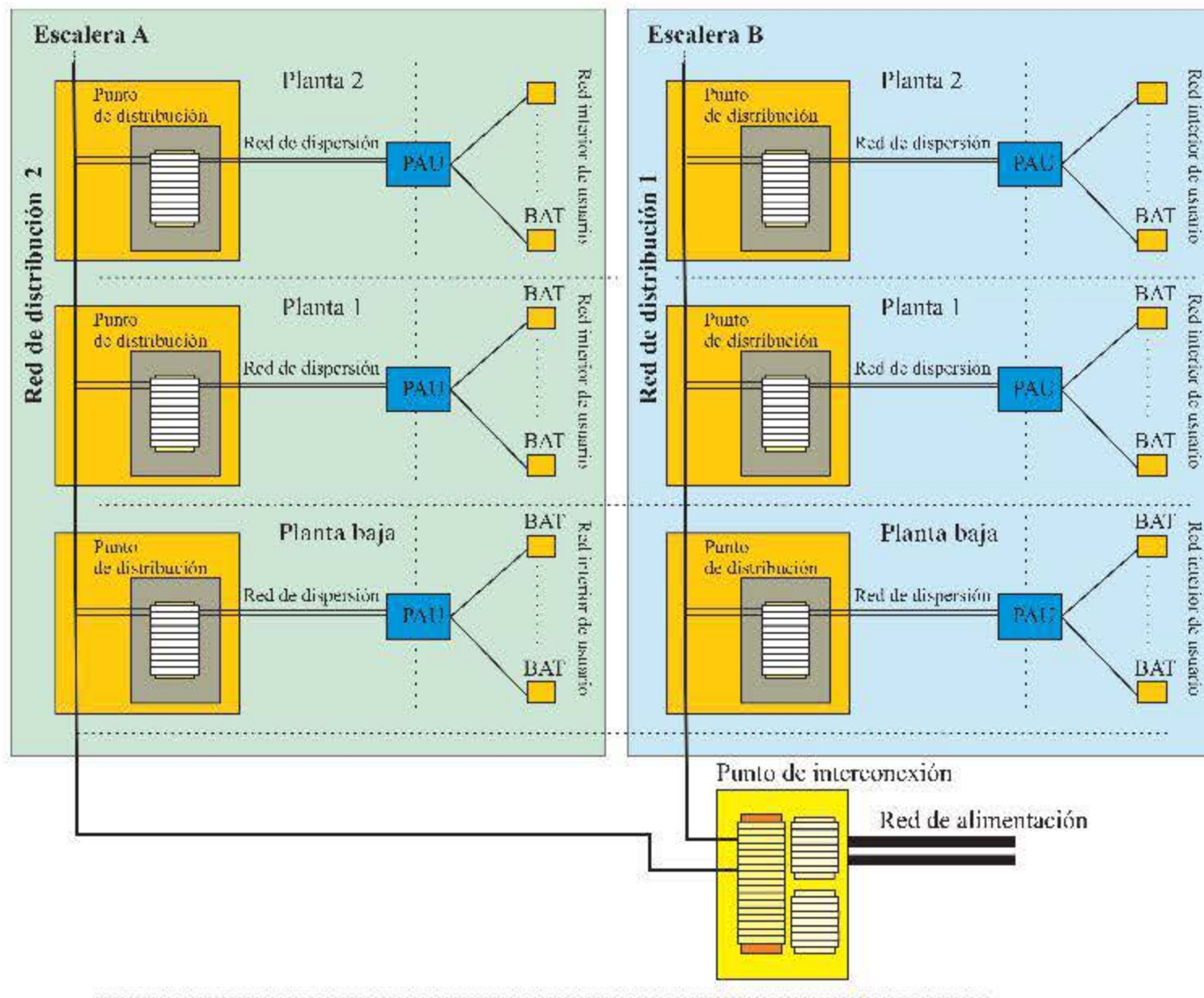


Figura 7.16. Red de distribución en un edificio con varias verticales.

Como punto de partida del diseño de cada una de las redes del edificio es necesario determinar el número de acometidas o líneas que cubre las necesidades de las viviendas, locales comerciales, oficinas, etc., es decir, la **previsión de la demanda del edificio**, cuyo valor mínimo viene determinado por la normativa en función de la tecnología de red.

Además de la previsión de la demanda de las **unidades privadas** (viviendas, locales comerciales, etc.) se deberá realizar la previsión de las necesidades de las siguientes unidades comunitarias:

- **Estancias comunes del edificio.** En el caso de que haya que prever algún servicio, es necesario tener en cuenta las necesidades de las estancias comunes del edificio. El proyectista definirá el dimensionamiento de la red interior en estas estancias teniendo en cuenta la finalidad de estas y las prestaciones previstas para la edificación.
- **Ascensores.** La previsión de la demanda que se haga para los ascensores estará en consonancia con la normativa específica aplicable a este tipo de instalaciones, en particular por razones de seguridad (línea de seguridad del ascensor). Para el suministro de servicios adicionales, de cortesía u otros, la previsión de

la demanda podrá hacerse libremente. Aunque no está prevista la instalación inicial de la **línea de seguridad del ascensor**, ya que dependerá de los servicios contratados por la comunidad, se realiza la previsión de la reserva de una línea o acometida, como mínimo, por ascensor para cada tipo de tecnología de red presente en el edificio.

Recuerda

En los paneles de conexión del punto de interconexión, para todas las tecnologías que se instalen, se hará la previsión correspondiente para dar servicio a la línea de seguridad del ascensor.

Recuerda

El diseño y dimensionado de las diferentes redes de la ICT vendrá condicionado por la presencia de los operadores de servicio en la localización de la edificación, por la tecnología de acceso que utilicen estos operadores y por la aplicación de los criterios de previsión de demanda establecidos en el reglamento de la ICT.

Ejemplo 7.2. Identificación de las características de un edificio

Se desea realizar la instalación de la red de acceso a los servicios de telecomunicación con cables de pares, una vez realizada la consulta con los operadores de telecomunicación de la zona, en un inmueble (Figura 7.17) con las características siguientes:

- Planta baja + 6 plantas.
- 12 viviendas en total (2 por planta) y 2 locales comerciales en la planta baja de 60 m².
- El edificio dispone de una estancia común y un ascensor.

El diseño de la red dependerá fundamentalmente del número de viviendas y locales comerciales a los que da servicio la red, de las estancias comunes del edificio y de las líneas de seguridad necesarias para cubrir la demanda del ascensor. Aunque la línea del ascensor no se instala en un principio, ya que la tecnología utilizada dependerá de los servicios contratados con la empresa de mantenimiento, es necesaria su previsión en todas las tecnologías de red instaladas en el edificio.

En el punto de interconexión se instalan las regletas de entrada y de salida que se conectan a los cables de pares y en ocasiones a los cables de acometida. En el punto de distribución se instalan las regletas que permiten segregar los pares de la red de distribución y conectarlos con los cables de acometida de la red de dispersión hasta el PAU de cada vivienda o local comercial.

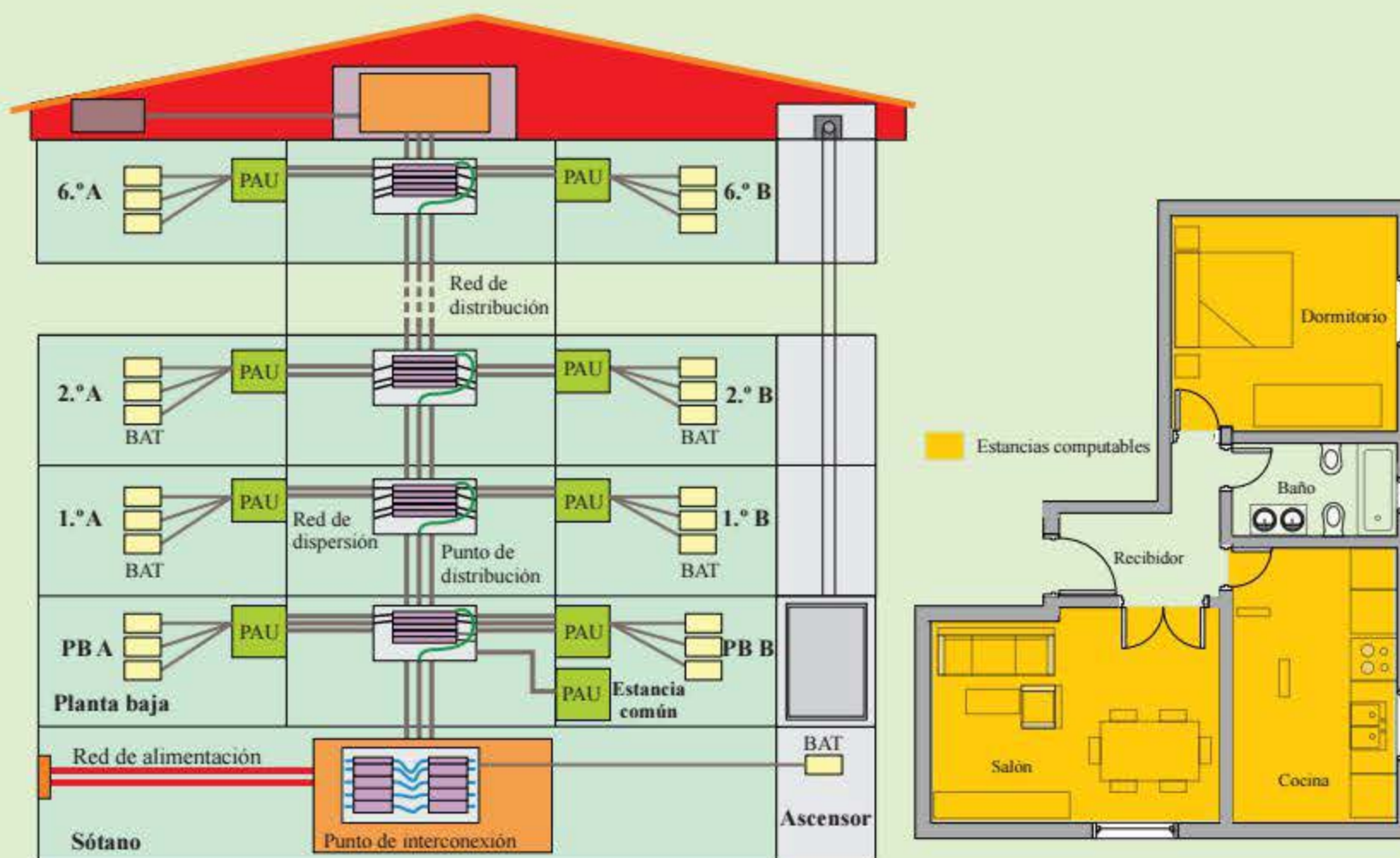


Figura 7.17. Ejemplo de diseño.

7.3. Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares

Cuando existan en el lugar de instalación operadores de servicio, se instalará la red de cables de pares para cubrir la demanda prevista.

Como criterio de referencia, esta tecnología se utilizará en aquellas edificaciones en las que la distancia entre el punto de interconexión y el PAU sea superior a 100 m.

En el caso de que no existan operadores de servicio, se dejarán las canalizaciones necesarias para atender las previsiones de la demanda dotadas con los correspondientes hilos guía.

Sabías que...

La red de cables del edificio se elegirá entre una de las dos tecnologías existentes: cable de pares o cable de pares trenzados.



La red de cable de pares del edificio se configura en estrella desde el punto de interconexión situado en el registro principal de cables de pares del RITI, hasta el PAU de cada vivienda, local comercial u oficina.

Como medio de transmisión se utilizan cables de pares (red de distribución) o cables de acometida de uno o dos pares (red de distribución y red de dispersión), según el tramo de la red y el tamaño de la edificación.

Para la conexión y segregación de los diferentes pares se instalan regletas tanto en el punto de interconexión como en el punto de distribución de la red.

Recuerda

La red de cable de pares solo se utilizará en aquellas edificaciones en las que la distancia entre el punto de interconexión y el PAU sea superior a 100 m. Aun así, si en el proyecto se justifica, se puede realizar esta red aunque la distancia sea menor.

7.3.1. Previsión de la demanda

En la Tabla 7.1 se resume la previsión de la demanda (número de líneas) para la red de cables de pares de un edificio.

7.3.2. Dimensionamiento mínimo de la red de alimentación

El diseño y dimensionamiento de esta parte de la red, así como la instalación, siempre es responsabilidad del operador del servicio.

Tabla 7.1. Previsión de la demanda (número de líneas) para redes de cables de pares

Tipo de edificio	Operador	Vivienda	Locales comerciales/oficinas		Estancias o instalaciones comunes del edificio	Ascensor
			Distribución en planta			
			Definida	No definida		
Edificio destinado principalmente a viviendas	Con operador	2	3	1 línea cada 33 m ² o fracción	2 líneas para el edificio	1 línea por ascensor
	Sin operador	Se dejarán las canalizaciones para atender las previsiones con sus correspondientes hilos guía				
Edificio destinado fundamentalmente a locales comerciales y oficinas	Con operador	—	3	3 líneas cada 100 m ² o fracción	2 líneas para el edificio	1 línea por ascensor
	Sin operador	Se dejarán las canalizaciones para atender las previsiones con sus correspondientes hilos guía				

7.3.3. Red de distribución

En edificaciones con una vertical, conocida la necesidad futura a largo plazo (previsión de la demanda), tanto por plantas como en el total de la edificación, se dimensiona la red de distribución con arreglo a los siguientes criterios:

- La cifra de demanda prevista se multiplica por el factor 1,2, lo que asegura una reserva suficiente para prever posibles averías de algunos pares o alguna desviación por exceso en la demanda de líneas.
- Obtenido de esta forma el **número teórico de pares**, se utilizará el cable normalizado de capacidad igual o superior a dicho valor de acuerdo con la Tabla 7.2.

Tabla 7.2. Cables de pares normalizados de la red de distribución de cable de pares

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



Recuerda

Obtenido el número teórico de pares se utilizará el cable normalizado de capacidad igual o superior a dicho valor, o combinaciones de diversos cables, teniendo en cuenta que para una distribución racional el cable máximo será de 100 pares, y debiéndose utilizar el menor número posible de cables.

El dimensionado de la red de distribución se proyectará con cables multipares, cuyos pares estarán todos conectados en las regletas de salida del punto de interconexión.

En el caso de edificios con una red de distribución/dispersión inferior o igual a 30 pares, la red de distribución se puede realizar directamente con cable de acometida de uno o dos pares desde el punto de distribución/interconexión instalado en el registro principal.

En la Figura 7.18b se muestra un ejemplo típico de esta tipología de distribución, comparada con la distribución típica de la red de cables de pares (Figura 7.18a). En este caso, las regletas de salida del punto de interconexión pueden ser de 5 o 10 pares, ya que el punto de interconexión

realiza las funciones de punto de distribución. De esta manera, los cables de 1 o 2 pares de la de distribución/dispersión discurren de paso por los puntos de distribución hasta cada vivienda.



Sabías que...

En edificios con una red de dispersión ≤ 30 pares, la red de distribución coincide con la red de dispersión.



Recuerda

Si la red de distribución/dispersión es inferior o igual a 30, del registro principal parten los cables de acometida que subirán por las plantas para acabar directamente en los PAU. Por tanto, en este caso se utilizan directamente cables de acometida y no es necesario utilizar cables de pares normalizados.

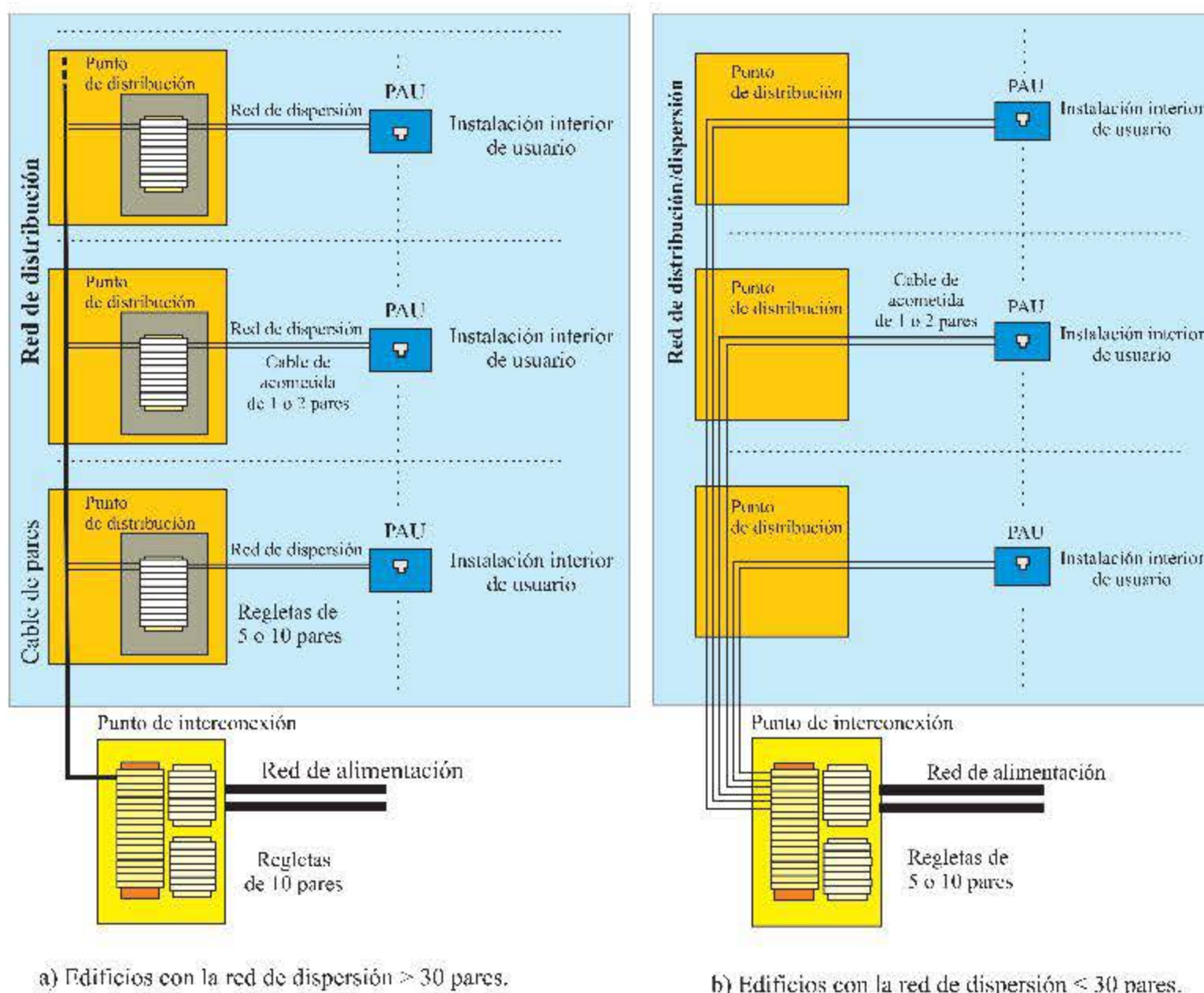


Figura 7.18. Tipologías de distribución de la red de cable de pares.



Ejemplo 7.3. Cálculo de la red de distribución de un edificio

El edificio de la Figura 7.17 del Ejemplo 7.2 está destinado principalmente a viviendas. La previsión de la demanda de las viviendas siempre es la misma: dos líneas por vivienda.

Aunque la distribución interna de los locales comerciales no está definida, sí lo está el número de locales comerciales por planta, por lo que para cada uno de ellos se prevén tres líneas. Además, deben considerarse como mínimo dos líneas para la estancia común del edificio y como mínimo una línea de reserva para los servicios de seguridad del ascensor, aunque inicialmente no se instala.

El cálculo de la previsión de la demanda y el número teórico de pares necesarios se resume en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3. Resumen del cálculo de la previsión de la demanda del edificio

	N.º de unidades	N.º de líneas mínimas	Número de pares
Viviendas	12 viviendas	2 líneas por vivienda	$12 \times 2 = 24$ pares
Locales comerciales	2 locales	3 líneas por local	$2 \times 3 = 6$ pares
Estancias comunes	1	2 líneas edificio	2 pares
Pares previstos (previsión de la demanda)			32 pares
Número teórico de pares (x 1,2)			$32 \times 1,2 = 38,4 = 39$ pares
Cable normalizado a utilizar			50 pares
Reserva ascensor	1 ascensor	1 línea	1 par

Según el criterio establecido en la Tabla 7.2, en base al número de pares necesarios (número teórico de pares) de 39, será necesario utilizar un cable normalizado de 50 pares: $25 < N \leq 50$.

7.3.4. Punto de interconexión

El punto de interconexión de pares (registro principal de cables de pares) está formado, tal y como se muestra en la Figura 7.19, por:

- **Regletas de conexión de entrada.** Se debe reservar espacio suficiente para albergar los pares de las redes de alimentación; en el cálculo del espacio necesario se tendrá en cuenta que el número total de pares (para todos los operadores del servicio) de las regletas de entrada será como mínimo 1,5 veces el número de pares de los paneles o regletas de salida, salvo en el caso de edificios o conjuntos inmobiliarios con un número de PAU igual o menor que 10, en los que será, como mínimo, dos veces el número de pares de las regletas de salida.
- **Regletas de salida para la red de distribución de pares.** Las regletas de conexión de salida estarán formadas por tantas parejas de contactos como pares constituyan la red de distribución de la edificación.

La unión con las regletas de entrada se realizará mediante hilos puente. En el punto de interconexión la capacidad de cada regleta será de 10 pares y debe permitir conectar todos los cables de la red de distribución.

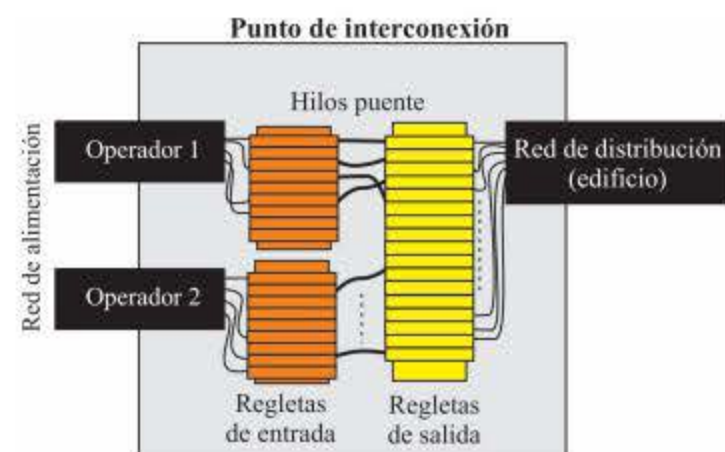


Figura 7.19. Punto de interconexión de la red de pares.

La Figura 7.20 muestra un ejemplo de implementación de punto de interconexión.



Figura 7.20. Ejemplo de punto de interconexión de la red de pares.



Sabías que...

Cuando un operador quiera suministrar el servicio de telefonía disponible al público en el inmueble, deberá instalar sus regletas de entrada en el registro principal y conectar los pares de sus cables de alimentación, y establecer el servicio a cada abonado mediante la realización de los puentes correspondientes entre sus regletas y las regletas de salida del punto de interconexión.

Ejemplo 7.4. Cálculo del punto de interconexión de un edificio

La red de distribución del edificio de la Figura 7.17 del Ejemplo 7.2 está formada por un cable de 50 pares. Para poder conectar todos los pares en el punto de interconexión se necesitan 5 regletas de 10 pares:

$$\begin{aligned} \text{N.º de regletas} &= \frac{\text{N.º de pares del cable}}{\text{N.º de pares de la regleta}} = \\ &= \frac{50}{10} = 5 \text{ regletas} \end{aligned}$$

El punto de interconexión estará formado por 5 regletas de salida de 10 pares. Se reservará el espacio necesario para que los operadores instalen sus regletas de entrada, como mínimo 8:

$$\begin{aligned} \text{Regletas de entrada} &= 1,5 \times \text{regletas de salida} = \\ &= 1,5 \times 5 = 7,5 = 8 \text{ regletas} \end{aligned}$$

7.3.5. Red de dispersión

En las **redes de dispersión de cables de pares** (Figura 7.21) se instalarán cables de pares de acometida que cubran la demanda prevista, se conectarán al correspondiente terminal de la regleta del punto de distribución, y terminarán en el PAU de cada vivienda en la roseta correspondiente.

7.3.6. Punto de distribución

El **punto de distribución** de la red de cables de pares está formado por regletas de conexión, en las cuales terminan, por un lado, los pares de la red de distribución y, por otro, los cables de acometida de la red de dispersión.

Los puntos de distribución estarán formados por las regletas de conexión en cantidad suficiente para agotar con holgura toda la posible demanda de la planta correspondiente. El número de regletas se hallará calculando el cociente entero redondeado por exceso que resulte de dividir el total de pares del cable, o de los cables, de distribución por el número de plantas y por 5 o 10, según el tipo de regleta a utilizar:

$$\text{N.º de regletas} = \frac{\text{N.º de pares del cable}}{\text{N.º de plantas} \times \text{N.º de pares de la regleta}}$$

Las regletas utilizadas tendrán las mismas características que las del punto de distribución, pero podrán utilizarse de 5 o de 10 pares.

En cada planta se dejarán pares de reserva conectados de la red de distribución por si fuera necesario sustituir o añadir líneas que no se hubieran previsto inicialmente.

Ejemplo 7.5. Cálculo de la red de dispersión y del punto de distribución de un edificio

La red de distribución del edificio de la Figura 7.17 del Ejemplo 7.2 está formada por un cable de 50 pares.

En el caso de utilizar **regletas de 5 pares** se necesitan dos regletas en cada punto de distribución:

$$\begin{aligned} \text{N.º de regletas} &= \frac{\text{N.º de pares del cable}}{\text{N.º de plantas} \times \text{N.º de pares de la regleta}} = \frac{50}{5} = \\ &= 1,4 \text{ regletas} = 2 \text{ regletas} \end{aligned}$$

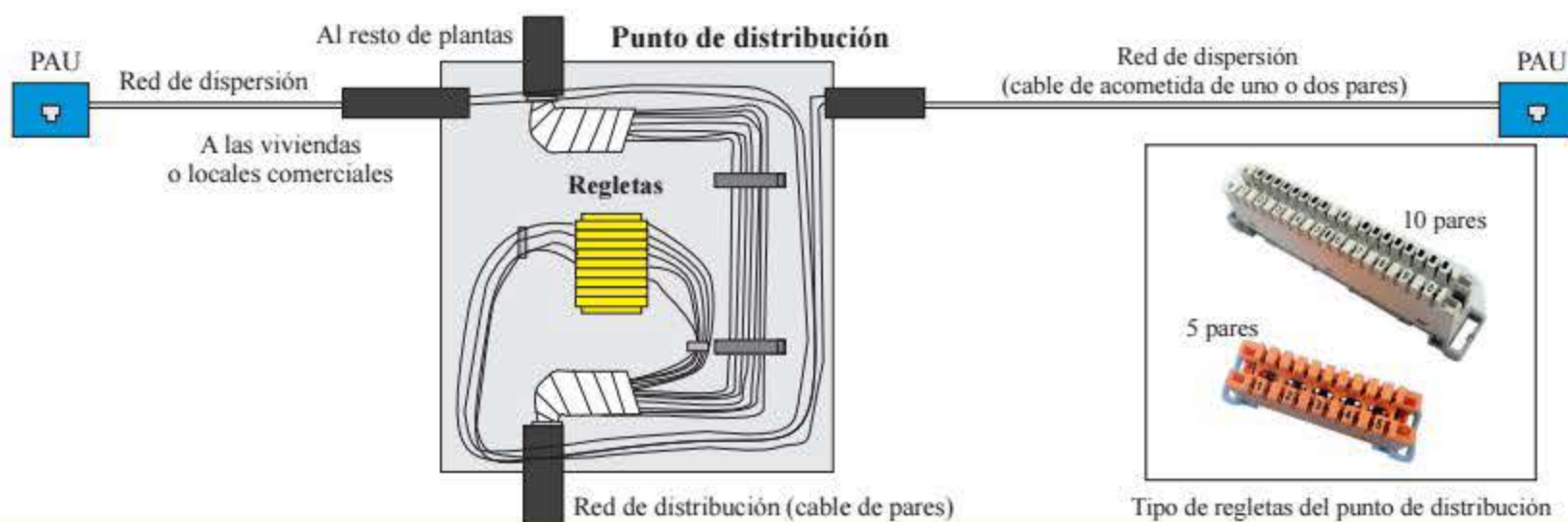


Figura 7.21. Ejemplo de la red de dispersión de una planta de viviendas.



En el caso de utilizar **regletas de 10** pares se necesita una regleta en cada punto de distribución:

$$\begin{aligned} \text{N.º de regletas} &= \frac{\text{N.º de pares del cable}}{\text{N.º de plantas}} = \frac{50}{7} = \\ &= \frac{\text{N.º de pares del cable}}{\text{N.º de pares de la regleta}} = \frac{50}{10} = \\ &= 0,7 \text{ regletas} = 1 \text{ regleta} \end{aligned}$$

La red de dispersión de cada planta está formada por el número de cables de acometida para que a cada usuario le llegue la demanda prevista: dos cables de acometida interior de un par, siendo necesario por lo tanto cuatro cables de acometida en cada planta de viviendas.

En la planta baja, la red de dispersión estará formada por 6 cables de acometida interior de un par para cubrir la demanda prevista de los locales comerciales.

En el punto de distribución de cada planta se dejará conectado un par de reserva que finalizará en ese punto.

Además, será necesario tener en cuenta las dos acometidas de la estancia común del edificio, aunque en ocasiones el PAU se sitúa en el propio RITI.

Sabías que...

Los contactos 4 y 5 de un conector RJ-45 siempre vienen determinados por los colores azul y azul-blanco respectivamente, independientemente del esquema de conexión utilizado (568A o 568B).

7.3.7. PAU

El PAU de la red de cables y de la red de cables de pares trenzados es un conector o roseta hembra miniatura de ocho vías (RJ-45).

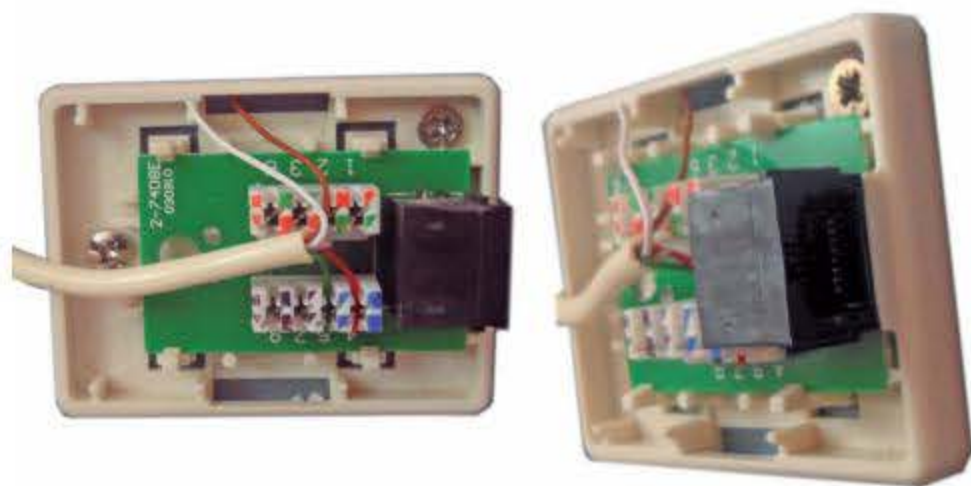


Figura 7.22. Terminación de un cable de pares en el PAU.

Cuando la red de dispersión está constituida por cables de pares, uno de los pares de la red de dispersión se termina en los contactos 4 y 5 de este conector tal y como se muestra en la Figura 7.22, quedando el otro par de reserva.

7.3.8. Plan de asignación de pares del punto de interconexión

Las regletas del punto de interconexión deben estar etiquetadas identificando cada conexión al PAU al que están conectados. Los pares que parten del punto de interconexión pueden clasificarse de la manera siguiente:

- **Pares utilizados** para dar continuidad a la red, que están conectados en el PAU de las viviendas.
- **Pares de reserva** que no están conectados a las viviendas, pero se segregan en cada planta del edificio y se conectan a las regletas del punto de distribución para su disposición cuando se necesiten si es necesario, por ejemplo cuando alguno de los pares conectados se deteriora.
- **Pares libres** (sin conectar) que no se segregan por plantas y se hacen llegar a la última planta de la instalación. Su objetivo es estar disponibles si los pares de reserva de la instalación son insuficientes, aprovechándolos cuando sea necesario.

Recuerda

Todos los conectores que constituyen las regletas o paneles del punto de interconexión deben estar convenientemente etiquetados de manera que cada uno de ellos identifique inequívocamente la vivienda, local o estancia común a los que da servicio.

Sabías que...

La etiqueta NC significa «No Conectado»: son los pares libres no asignados.

7.3.9. Red interior de usuario

La red interior de usuario de la red de cable de pares es una red de cable de pares trenzados.

7.3.10. Edificios con red de dispersión ≤ 30

En la red de cables de pares de la Figura 7.23a se da servicio a un edificio de PB + 2 plantas con 2 viviendas por planta incluida la PB: 6 viviendas en total. El edificio no tiene estancias comunes, pero tiene un ascensor.



En la Figura 7.23b se muestra el esquema de principios de la solución propuesta. En cada vivienda se prevén dos líneas, por lo que la previsión de la demanda para todo el edificio es de 12 líneas para las viviendas y una de reserva para el ascensor. Como la red de dispersión del edificio es igual o inferior a 30 pares, la red de distribución/dispersión se realiza directamente con cable de uno o dos pares desde el punto de interconexión/distribución instalado en el registro principal de la planta baja.

Para conectar los 12 cables de un par de la red de distribución/dispersión y un cable adicional de reserva para el ascensor, se pueden utilizar regletas de 5 pares o regletas de 10 pares (red de dispersión ≤ 30):

- **Número de regletas de 5 pares del punto de interconexión:** $13/5 = 2,6 = 3$ regletas de 5 pares.
- **Número de regletas de 10 pares del punto de interconexión:** $13/10 = 1,3 = 2$ regletas de 10 pares.

En la red de distribución/dispersión de cada planta se instalarán los cables de acometida de un par previstos, es decir, dos cables por vivienda que finalizarán en el PAU correspondiente, constituido por una roseta con conector RJ-45 hembra.

En la Figura 7.23c se muestra el plan de asignación de pares propuesto del punto de interconexión.

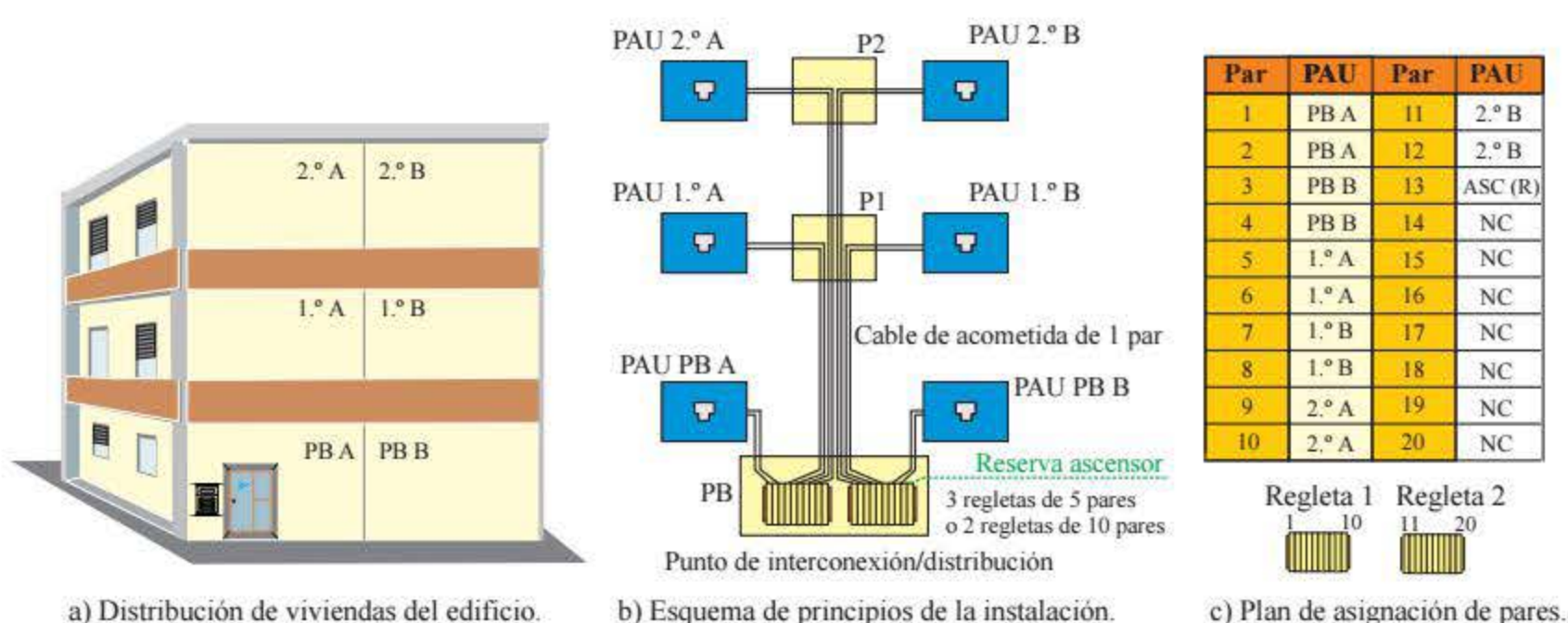


Figura 7.23. Edificio con una red de dispersión ≤ 30 .

Ejemplo 7.6. Plan de asignación de pares

El plan de asignación de pares establecido en el edificio de la Figura 7.17 del Ejemplo 7.2 se muestra en la Tabla 7.4.

Tabla 7.4. Plan de asignación de pares del punto de interconexión

Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU
1	EC	11	1.º A	21	3.º A	31	5.º A	41	ASC
2	EC	12	1.º A	22	3.º A	32	5.º A	42	NC
3	R	13	1.º B	23	3.º B	33	5.º B	43	NC
4	PBA	14	1.º B	24	3.º B	34	5.º B	44	NC
5	PBA	15	R	25	R	35	R	45	NC
6	PBA	16	2.º A	26	4.º A	36	6.º A	46	NC
7	PBB	17	2.º A	27	4.º A	37	6.º A	47	NC
8	PBB	18	2.º B	28	4.º B	38	6.º B	48	NC
9	PBB	19	2.º B	29	4.º B	39	6.º B	49	NC
10	R	20	R	30	R	40	R	50	NC



7.3.11. Ejemplo

Diseño de la red de cables de pares del edificio destinado principalmente a viviendas mostrado en la Figura 7.24.

Descripción del edificio

La Figura 7.24 muestra las características del edificio de un único portal, formado por planta baja y 7 plantas. En la planta baja hay 3 locales comerciales de 90 m² y en el resto de

plantas 4 viviendas por planta con una superficie de 80 m² formadas por 3 habitaciones, cocina, 2 baños y salón. El edificio tiene una estancia común y dispone de dos ascensores.

En la Tabla 7.5 se resumen las características del edificio y en la Figura 7.24a se muestra el esquema de principios de la instalación de cable de pares.

El edificio dispone de un sótano con *parking* donde se instalará el registro principal de la red de cables situado en el interior del RITI.

Tabla 7.5. Dependencias de cada vivienda, locales comerciales, oficinas, etc., del edificio

Planta	Número de estancias por vivienda			
	A	B	C	D
Planta 7. ^a	5	5	5	5
Planta 6. ^a	5	5	5	5
Planta 5. ^a	5	5	5	5
Planta 4. ^a	5	5	5	5
Planta 3. ^a	5	5	5	5
Planta 2. ^a	5	5	5	5
Planta 1. ^a	5	5	5	5
Planta baja	1 local de 90 m ²	1 local de 90 m ²	1 local de 90 m ²	1 estancia común

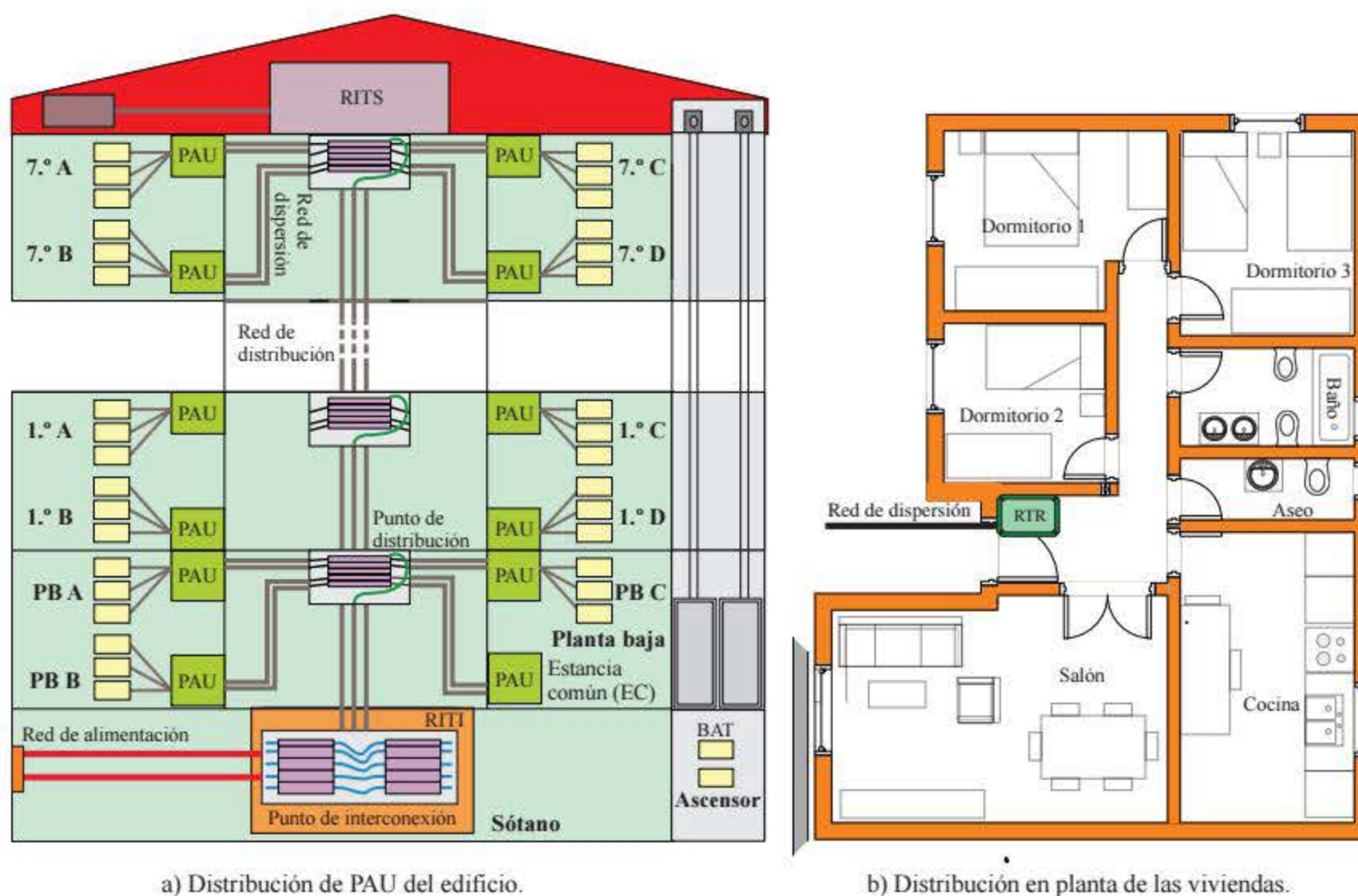


Figura 7.24. Red de cables de pares de un edificio destinado principalmente a viviendas.



Previsión de la demanda

El diseño de la red viene determinado por el número máximo de pares y cables que se necesitan a largo plazo. Según las características del edificio, el número de líneas previstas es:

- **Viviendas:** 2 líneas por vivienda.
- **Locales comerciales:** 3 líneas por local.
- **Estancias comunes del edificio:** 2 líneas.
- **Ascensor:** 2 líneas (1 por ascensor). Se incluye la previsión de las líneas de seguridad del ascensor, aunque no está prevista su instalación inicial.

El cálculo de la previsión de la demanda se resume en la Tabla 7.6.



Sabías que...

Aunque la distancia entre el punto de interconexión y el PAU más alejado sea menor de 100 m, la normativa deja abierta la posibilidad de la instalación de una red de cables de pares siempre que el proyectista lo justifique.

Dimensionamiento mínimo de la red de distribución

La previsión de la demanda del edificio es de 67 pares y el número de pares teóricos necesarios es de 81 pares:

$$\begin{aligned} \text{Número teórico de pares} &= N = 67 \text{ pares} \times 1,2 = \\ &= 80,4 \text{ pares} = 81 \text{ pares} \end{aligned}$$

El **cable normalizado** a utilizar en la red de distribución del edificio, como el número teórico de pares está comprendido entre 75 y 100 pares ($75 < N \leq 100$), es un cable de 100 pares.

Tabla 7.6. Resumen del cálculo de la previsión de la demanda del edificio

	N.º de unidades	N.º de líneas mínimas	Número de pares
Viviendas	28 viviendas	2 líneas por vivienda	$28 \times 2 = 56$ pares
Locales comerciales	3 locales	3 líneas por local	$3 \times 3 = 9$ pares
Estancias comunes	1 estancia	2 líneas edificio	2 pares
Pares previstos (previsión de la demanda)			67 pares
Número teórico de pares (x 1,2)			$67 \times 1,2 = 80,4 = 81$
Cable normalizado a utilizar			100
Reserva ascensor	2	1 línea por ascensor	2



Recuerda

Para que la red interior de usuario pueda atender la demanda telefónica y de los servicios de banda ancha, es necesario evaluar las necesidades a largo plazo.

El diseño y dimensionamiento mínimo de la red de alimentación, así como la instalación, siempre es responsabilidad del operador del servicio.

Como criterio, es necesario utilizar regletas de 10 pares de manera obligatoria en el punto de interconexión y deben conectarse todos los pares que forman la red de distribución.

Puntos de interconexión

En el punto de interconexión la capacidad de cada regleta de salida será de 10 pares. El número de regletas de 10 pares que se necesitan es de 10, ya que las regletas de salida se conectan al cable de 100 pares de la red de distribución:

$$\begin{aligned} \text{N.º de regletas} &= \frac{\text{N.º de pares del cable}}{\text{N.º de pares de la regleta}} = \frac{100}{10} = \\ &= 10 \text{ regletas de 10 pares} \end{aligned}$$

El espacio necesario que se debe reservar para las regletas de entrada debe permitir alojar 15 regletas como mínimo:

$$\begin{aligned} \text{Regletas de entrada} &= 1,5 \times \text{regletas de salida} = \\ &= 1,5 \times 10 = 15 \text{ regletas} \end{aligned}$$

Puntos de distribución

En el registro secundario de cada planta del edificio se instalará un punto de distribución, por lo que en total habrá 8 puntos



de distribución. El número de regletas que formarán cada punto de distribución depende del tipo de regleta utilizada:

- Si se utilizan regletas de 5 pares:

$$\begin{aligned} \text{N.º de regletas} &= \frac{\text{N.º de pares cable}}{\text{N.º de plantas}} = \frac{100}{8} = \\ &= \frac{\text{N.º de pares cable}}{\text{N.º de pares regleta}} = \frac{100}{5} = \\ &= 2,5 \text{ regletas} = 3 \text{ regletas de 5 pares} \end{aligned}$$

- Si se utilizan regletas de 10 pares:

$$\begin{aligned} \text{N.º de regletas} &= \frac{\text{N.º de pares cable}}{\text{N.º de plantas}} = \frac{100}{8} = \\ &= \frac{\text{N.º de pares cable}}{\text{N.º de pares regleta}} = \frac{100}{10} = \\ &= 1,25 \text{ regletas} = 2 \text{ regletas de 10 pares} \end{aligned}$$



Sabías que...

Para prever cualquier defecto en la previsión de la demanda, averías o cables defectuosos, en cada planta se conectarán en las regletas del punto de distribución pares de reserva. Como criterio, podemos establecer un par de reserva por cada planta a criterio del proyectista. Los pares que sobran de la red de distribución normalmente se llevan hasta la última planta, ya que de esta manera se pueden reutilizar en cada planta en caso de que sea necesario.

Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión

La red de dispersión debe cubrir la demanda prevista de cada planta. Los pares restantes del punto de distribución quedarán de reserva. Se debe utilizar cables de acometida de 1 o 2 pares.

- **Planta baja:** se instalarán 9 cables de acometida de un par, 3 para cada local. Además, debemos tener en cuenta dos acometidas para la estancia común del edificio.



Recuerda

Los **puntos de distribución** están formados por las regletas de conexión en cantidad suficiente para cubrir la demanda prevista de la planta correspondiente. El tipo de regleta a utilizar puede ser de 5 o de 10 pares.

El número de regletas se hallará calculando el cociente entero redondeado por exceso que resulte de dividir el total de pares del cable, o de los cables, de distribución por el número de plantas y por 5 o 10, según el tipo de regleta a utilizar.

- **Plantas piso:** en el resto de plantas se debe cubrir la demanda de las viviendas de 8 cables de pares de acometida de un par: 4 viviendas por planta por 2 líneas por vivienda.

PAU

Cada uno de los pares de la red de dispersión se terminará en los contactos 4 y 5 de un conector o roseta hembra miniatura de 8 vías (RJ-45), que servirá como PAU de cada vivienda, local o estancia común.

Normalmente solo se conectará una de las acometidas al PAU, quedando las restantes disponibles para su utilización futura si fuera necesario.

Plan de asignación de pares

Como criterio para determinar los pares de reserva, se establece uno por cada local, vivienda o estancia común.

Los pares previstos para las líneas de los ascensores (ASC) no se instalarán, pero en las regletas del punto de interconexión situadas en el registro principal se hará la previsión correspondiente para dar servicio a dicha estancia.

En la Tabla 7.7 se muestra el plan de asignación de pares del punto de interconexión. Esta tabla se deja disponible en el registro principal para su consulta cuando sea necesario identificar los pares.

Esquema de principios de la instalación

La Figura 7.25 muestra el esquema de principios de la red de cables de pares de la instalación, donde se indican los elementos que forman cada punto de la red.



Recuerda

Como criterio de referencia, la red de cable de pares trenzados se instalará en aquellas edificaciones en las que la distancia entre el punto de interconexión y el punto de acceso al usuario más alejado sea inferior a 100 metros.



Tabla 7.7. Plan de asignación de pares del punto de interconexión

Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU	Par	PAU
1	PBA	14	EC	27	R	40	3.º A	53	4.º A	66	5.º B	79	6.º B	92	7.º C
2	PBA	15	R	28	2.º A	41	3.º A	54	4.º B	67	5.º B	80	6.º C	93	7.º C
3	PBA	16	1.º A	29	2.º A	42	3.º B	55	4.º B	68	5.º C	81	6.º C	94	7.º D
4	R	17	1.º A	30	2.º B	43	3.º B	56	4.º C	69	5.º C	82	6.º D	95	7.º D
5	PBB	18	1.º B	31	2.º B	44	3.º C	57	4.º C	70	5.º D	83	6.º D	96	R
6	PBB	19	1.º B	32	2.º C	45	3.º C	58	4.º D	71	5.º D	84	R	97	R
7	PBB	20	1.º C	33	2.º C	46	3.º D	59	4.º D	72	R	85	R	98	R
8	R	21	1.º C	34	2.º D	47	3.º D	60	R	73	R	86	R	99	ASC1
9	PBC	22	1.º D	35	2.º D	48	R	61	R	74	R	87	R	100	ASC2
10	PBC	23	1.º D	36	R	49	R	62	R	75	R	88	7.º A	—	—
11	PBC	24	R	37	R	50	R	63	R	76	6.º A	89	7.º A	—	—
12	R	25	R	38	R	51	R	64	5.º A	77	6.º A	90	7.º B	R: reserva	
13	EC	26	R	39	R	52	4.º A	65	5.º A	78	6.º B	91	7.º B	NC: no conectado	

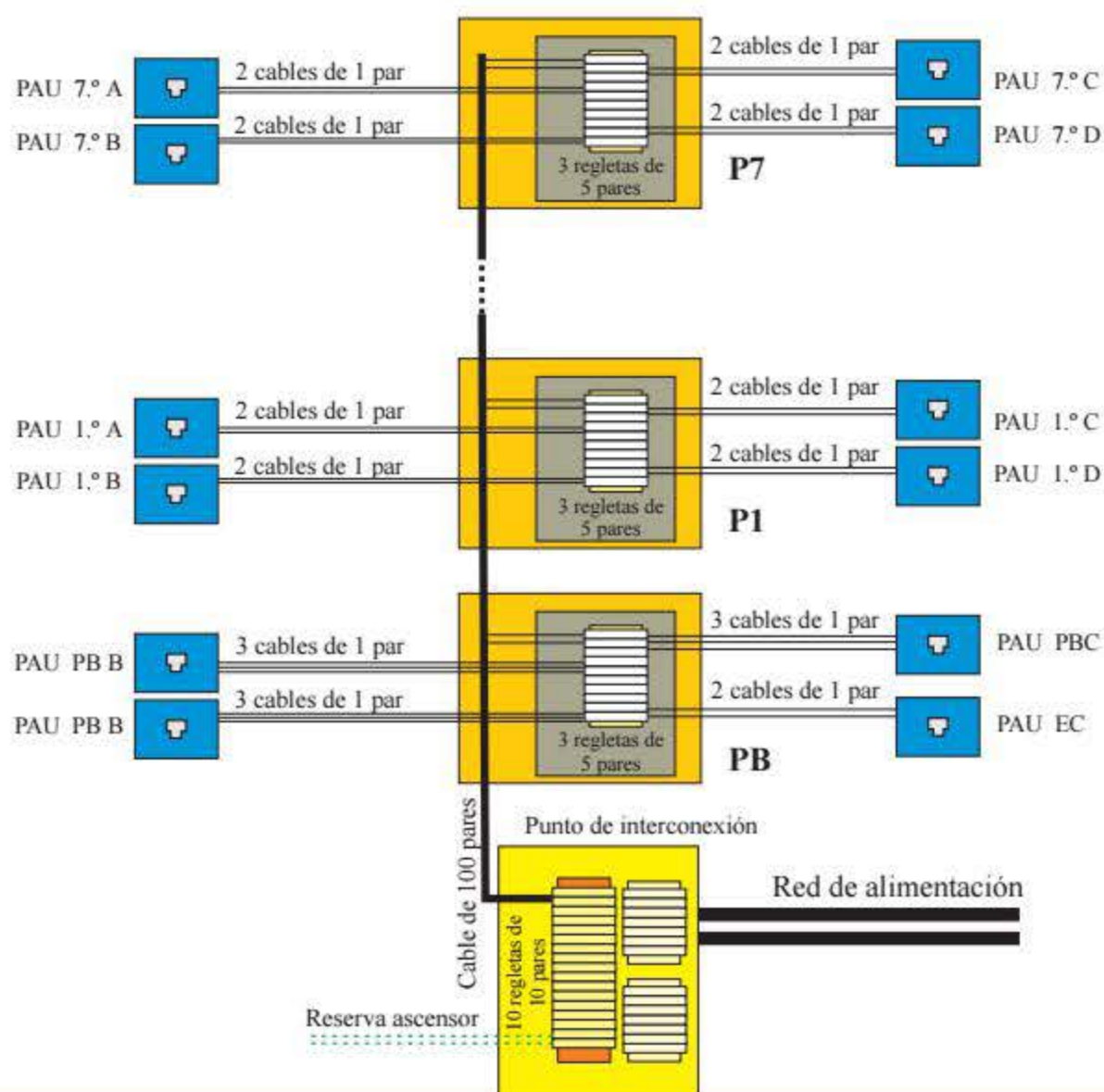


Figura 7.25. Esquema de principios de la solución propuesta de la red de cables de pares.



7.4. Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares trenzados

Si existen operadores de servicio de cable de pares trenzados, la red de alimentación llegará a través de la canalización necesaria, hasta el punto de interconexión situado en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones, donde terminará en los paneles de conexión de entrada.

Como **criterio de referencia** se utilizará este tipo de red de acceso en aquellas edificaciones en las que la distancia entre el punto de interconexión y el punto de acceso al usuario más alejado sea inferior a 100 metros. En caso contrario, la red se realizará con cables de pares.

La configuración de la red de cables de pares trenzados de un edificio es en estrella, a partir del punto de interconexión. La Figura 7.26 muestra el esquema de principios de una red de cables de pares trenzados.

La red de pares trenzados está formada por dos tramos de cableado estructurado: red de distribución/dispersión y red interior de usuario. Se utilizará cable de par trenzado UTP de categoría 6 como mínimo.

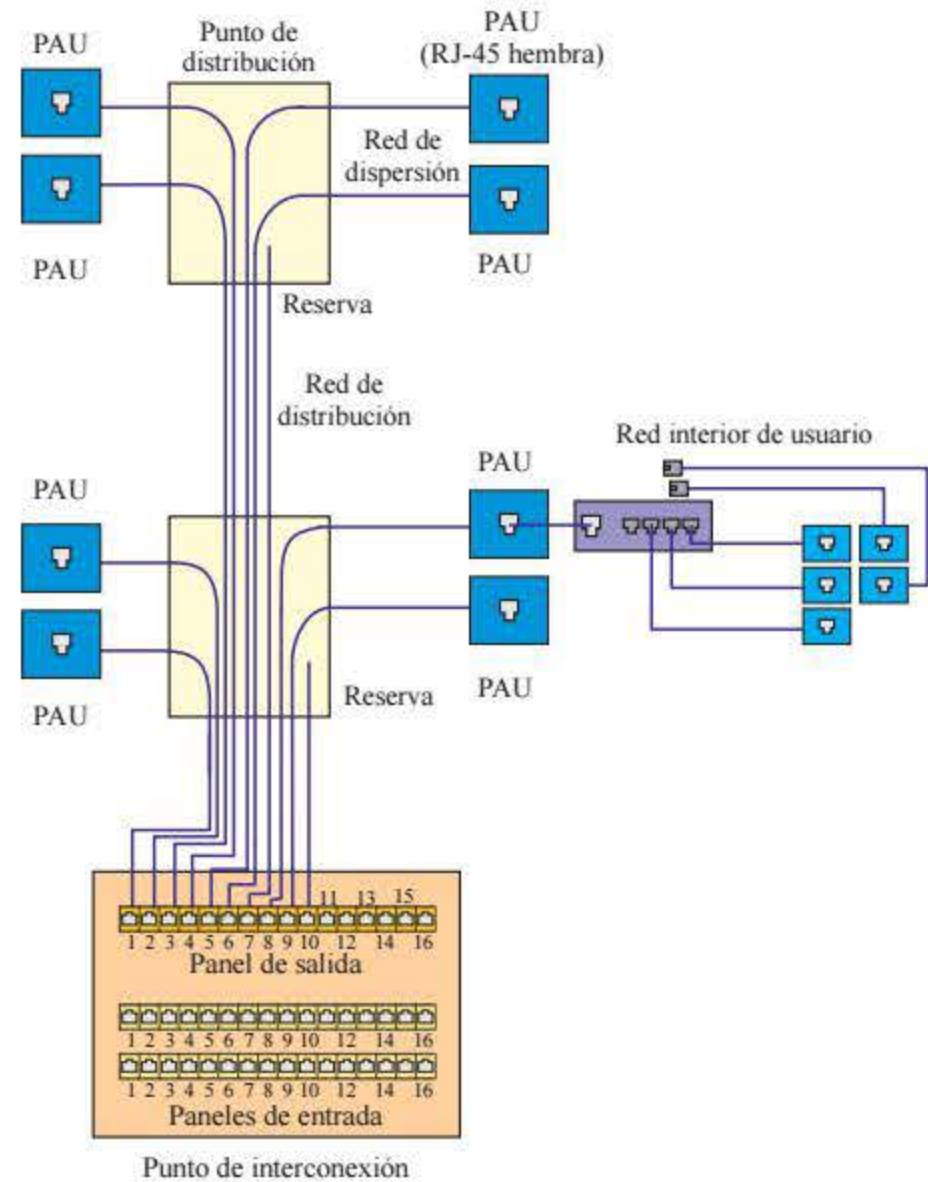


Figura 7.26. Ejemplo de red de cables de pares trenzados.

7.4.1. Previsión de la demanda

Si existen operadores de servicio, para determinar el número de acometidas necesarias, cada una formada por un cable no apantallado de 4 pares trenzados de cobre de clase E (categoría 6) o superior, se aplicarán los criterios resumidos en la Tabla 7.8.

Recuerda

Si no existen operadores de servicio, se dejarán las canalizaciones necesarias para atender las previsiones calculadas, dotadas con los correspondientes hilos guía.

Tabla 7.8. Previsión de la demanda para redes de pares trenzados (número de acometidas)

Tipo de edificio	Operador	Vivienda	Locales comerciales/oficinas		Estancias o instalaciones comunes del edificio	Ascensor
			Distribución en planta			
			Definida	No definida		
Edificio destinado principalmente a viviendas	Con operador	1	1	1/33 m ² o fracción	2 acometidas para toda la edificación	1 acometida por ascensor (reserva)
	Sin operador	Se dejarán las canalizaciones para atender las previsiones con sus correspondientes hilos guía				
Edificio destinado exclusivamente a locales comerciales y oficinas	Con operador	—	2	1/33 m ² o fracción	2 acometidas para toda la edificación	1 acometida por ascensor (reserva)
	Sin operador	Se dejarán las canalizaciones para atender las previsiones con sus correspondientes hilos guía				



7.4.2. Dimensionamiento mínimo de la red de distribución

En edificaciones con una vertical, conocida la previsión de la demanda, se dimensionará la red de distribución multiplicando la cifra de demanda prevista por el factor 1,2, lo que asegura una reserva suficiente para prever posibles averías de alguna acometida o alguna desviación por exceso en la demanda de acometidas.

Adicionalmente se realizará la reserva de las líneas de seguridad de los ascensores según la normativa vigente. Aunque estas acometidas no se instalarán inicialmente, se debe reservar espacio en el panel de conexiones del punto de interconexión.



Sabías que...

En las edificaciones con varias verticales la red de cada vertical será tratada como una red de distribución independiente, y se diseñará de acuerdo con el mismo criterio.



Recuerda

Se instalarán los cables de acometida de pares trenzados previstos por la demanda como prolongación de la red de distribución (en paso en los registros secundarios), desde el punto de interconexión hasta el PAU ubicado en el registro de terminación de red de las viviendas, locales u oficinas. Adicionalmente, se almacenarán los cables de pares trenzados como reserva en el registro secundario o en el RITI, con la longitud suficiente para llegar hasta el PAU más alejado.

7.4.3. Punto de interconexión

El punto de interconexión de pares trenzados, situado en el registro principal de pares trenzados, como se muestra en la Figura 7.27, está formado por:

- **Paneles de conexión de entrada.** Se reservará espacio suficiente para albergar los paneles de conexión de entrada de las redes de alimentación.

Ejemplo 7.7. Cálculo de la red de distribución de cables de pares trenzados de un edificio

Para el edificio de la Figura 7.17 del Ejemplo 7.2, la distancia entre el punto de interconexión y el PAU más alejado es inferior a 100 m, por lo que la red de acceso de cables debe realizarse con cables de pares trenzados.

El cálculo de la previsión de la demanda se resume en la Tabla 7.9.

Tabla 7.9. Resumen del cálculo de la previsión de la demanda del edificio

	N.º de unidades	N.º de acometidas mínimas	Número de acometidas
Viviendas	12 viviendas	1 por vivienda	$12 \times 1 = 12$
Locales comerciales	2 locales	1 por local	$2 \times 1 = 2$
Estancias comunes	1 estancia común	2 por edificio	2
Acometidas previstas			16
Número teórico de acometidas mínimas ($\times 1,2$)			$16 \times 1,2 = 19,2 = 20$
Número de acometidas instaladas			$16 + 7 = 23$
Ascensor (reserva)			1

La red de distribución debe tener una capacidad prevista (número teórico de acometidas) de 20 acometidas, pero como el edificio tiene 7 puntos de distribución (PB + 6 plantas), como mínimo se prevé una acometida de reserva para cada planta, por lo que el número de acometidas instaladas será de 16 para cubrir la demanda y 7 acometidas de reserva, lo que da un total de 23 acometidas.

Además se debe realizar la reserva de una posible acometida para el ascensor, que inicialmente no se instalará, pero debe tener su espacio reservado en el panel de conexiones del RITI.



- **Paneles de conexión de salida.** El panel de conexión debe estar constituido por un panel repartidor dotado con tantos conectores hembra miniatura de 8 vías (del tipo RJ-45) como acometidas de pares trenzados constituyan la red de distribución de la edificación.

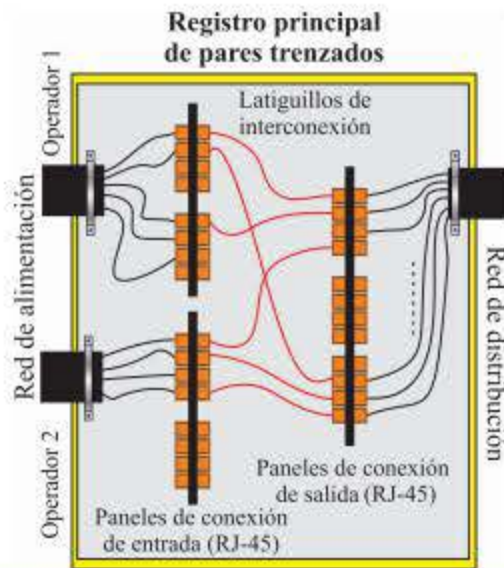


Figura 7.27. Punto de interconexión de cables de pares trenzados.

La Figura 7.28 muestra el punto de interconexión de la red de pares trenzados de un edificio, formado por un panel de salida de 16 puertos y tiene reservados dos paneles de entrada de la misma capacidad para los operadores de telecomunicaciones.



Figura 7.28. Ejemplo de punto de interconexión de cable de pares trenzados.

La unión de los paneles de conexión de entrada con los paneles de conexión de salida se realizará mediante latiguillos de interconexión (Figura 7.29).



Figura 7.29. Latiguillo de interconexión.

7.4.4. Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión

En la red de dispersión se instalarán los cables de pares trenzados de acometida que cubran la demanda prevista como prolongación de la red de distribución (en paso en los registros secundarios), y terminarán en el PAU de cada vivienda en la roseta correspondiente.

7.4.5. Punto de distribución

Al tratarse la red de distribución de pares trenzados de una distribución en estrella, el punto de distribución coincide con el de interconexión, quedando las acometidas en los registros secundarios en paso hacia la red de dispersión (Figura 7.30), por lo que el punto de distribución carece de implementación física.

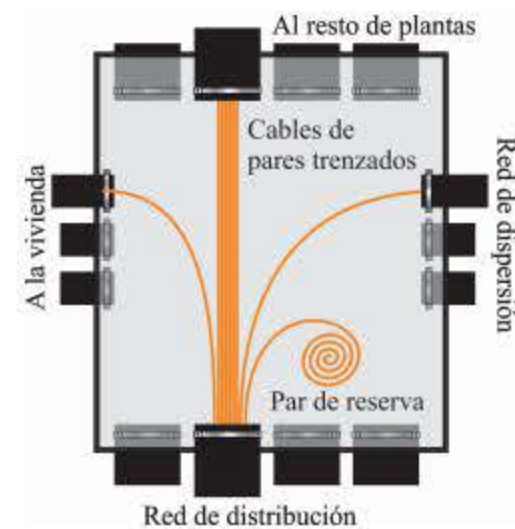


Figura 7.30. Punto de distribución de la red de cables de pares trenzados.

En estos registros secundarios quedarán almacenados, únicamente, los bucles de los cables de pares trenzados de

Ejemplo 7.8. Punto de interconexión de cables de pares trenzados

El número de conexiones previstas para el edificio de la Figura 7.17 del Ejemplo 7.2 es de 23.

Para conectar los 23 cables de pares trenzados de la red de distribución y la reserva de la línea de seguridad del ascensor se necesita un panel de conexiones en el punto de interconexión de por lo menos 24 conectores, que coincide con el valor de un panel de conexiones normalizado.



reserva, con la longitud suficiente para poder llegar hasta el PAU más alejado de esa planta.

Ejemplo 7.9. Red de dispersión de la red de cables de pares trenzados

En el edificio de la Figura 7.17 del Ejemplo 7.2 no se instalan regletas ni paneles de conexión en el punto de distribución al no utilizarse cables multipares convencionales.

La red de dispersión estará formada por un cable de par trenzado por cada una de las viviendas y locales comerciales, ya que la demanda prevista es de una acometida por vivienda y local.

En cada punto de distribución se alojará un cable de pares trenzados de reserva.

7.4.6. PAU

Cada una de las acometidas de pares trenzados de la red de dispersión se terminará en una roseta hembra miniatura de 8 vías (RJ-45), que sirve como PAU de cada vivienda, local o estancia común. En este caso, tal y como se muestra en la Figura 7.31, se terminan en el conector los 4 pares que forman el cable de pares trenzados que proviene de la red de dispersión.

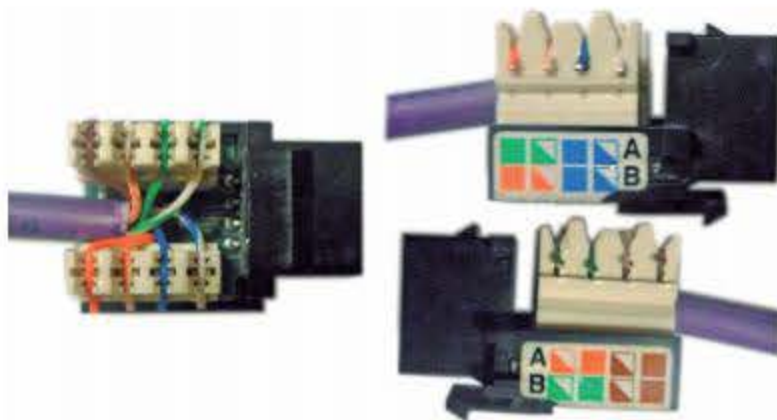


Figura 7.31. Conexión de la red de dispersión en el PAU de la red de cables de pares trenzados.

Tabla 7.10. Resumen de la previsión de la demanda.

	N.º de unidades	N.º de acometidas mínimas	Número de acometidas
Viviendas	28 viviendas	1 por vivienda	$28 \times 1 = 28$
Locales comerciales	3 locales	1 por local	$3 \times 1 = 3$
Estancias comunes	1	2 por edificio	2
Acometidas previstas			33
Número teórico de acometidas mínimas ($\times 1,2$)			$33 \times 1,2 = 39,6 = 40$
Número de acometidas instaladas			$33 + 8 = 41$
Reserva ascensor (1 acometida/ascensor)			2

7.4.7. Red interior de usuario

La red interior de usuario de la red de cable de pares trenzados y la red interior de usuario de la red de cables coinciden, al no instalarse de manera simultánea los dos tipos de redes.

Recuerda

La red de pares utiliza la misma red interior de usuario que la red de pares trenzados. La única diferencia es que el cable de pares de la red de dispersión se conecta a los pines 4 y 5 del conector RJ-45 del PAU.

7.4.8. Ejemplo

Dado el edificio de PB + 7 plantas con 4 viviendas por planta + 3 locales comerciales en PB de la Figura 7.24 y dado que el tendido de la red de distribución/dispersión de cables de pares trenzados previsto no supera, en ningún caso, la longitud de 100 m entre el registro principal y cualquiera de los PAU, se realiza la citada red mediante cables de pares trenzados.

Previsión de la demanda y dimensionamiento mínimo de la red de distribución

En la Tabla 7.10 se resume la previsión de la demanda del edificio. En cada vivienda se prevé una acometida, al igual que en los locales comerciales en edificaciones de viviendas, ya que está definida la distribución en planta de los locales. Para las estancias comunes del edificio se prevén dos acometidas.

Además, consideramos un cable de pares trenzados de reserva por planta, por lo que el número de acometidas necesarias será de 41. Por tanto, la red de distribución estará



formada por 41 cables de pares trenzados UTP de categoría 6.

También se reservan dos conexiones en el punto de interconexión, una para cada una de las líneas de seguridad de los ascensores, cuyas acometidas se instalarán en el futuro si fuera necesario.

■■■ Punto de interconexión

El punto de interconexión estará formado por un panel de conexiones de 48 conectores RJ-45, para poder conectar los 41 cables de pares trenzados que forman la red de distribución. Se reservan dos conexiones para la instalación futura si fuese necesario de las acometidas de las líneas de seguridad de los ascensores.

■■■ Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión y del punto de distribución

En cada planta de viviendas la red de dispersión estará formada por 4 cables de pares trenzados, uno por vivienda,

mientras que en la planta baja se necesitarán 5 cables de pares trenzados, para cubrir la demanda de los locales y de las estancias comunes.

Como criterio, se dejará un cable de par trenzado en el punto de distribución de cada planta de reserva (8 acometidas en todo el edificio).

■■■ PAU

Cada una de las acometidas de pares trenzados de la red de dispersión terminará en una roseta hembra miniatura de 8 vías (RJ-45), que sirve como PAU de cada vivienda, local o estancia común.

■■■ Solución propuesta

La Figura 7.32 representa el esquema de principios de la red de cables de pares trenzados del edificio.

La asignación de cada puerto del panel de conexiones con cada uno de los PAU del edificio se resume en la Tabla 7.11.

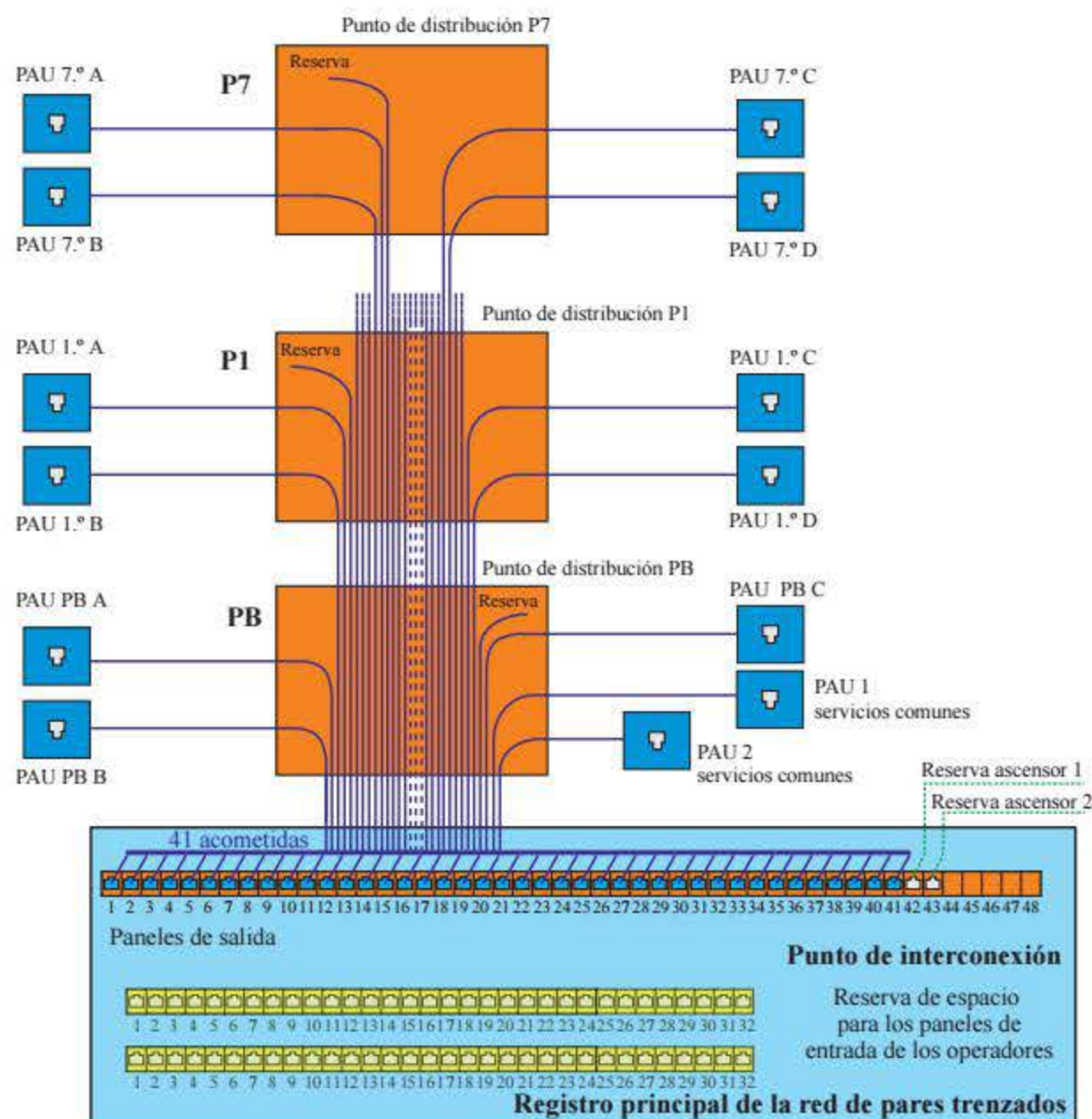


Figura 7.32. Esquema de principios de la red de cables de pares trenzados.



Tabla 7.11. Plan de asignación de pares del panel de salida del punto de interconexión

Par	Asignación	Par	Asignación	Par	Asignación	Par	Asignación
1	PAU PB A	13	PAU P2 B	25	PAU P4 D	37	PAU P7 A
2	PAU PB B	14	PAU P2 C	26	Reserva P4	38	PAU P7 B
3	PAU PB C	15	PAU P2 D	27	PAU P5 A	39	PAU P7 C
4	PAU EC	16	Reserva P2	28	PAU P5 B	40	PAU P7 D
5	PAU EC	17	PAU P3 A	29	PAU P5 C	41	Reserva P7
6	Reserva PB	18	PAU P3 B	30	PAU P5 D	42	ASC1 (reserva)
7	PAU P1 A	19	PAU P3 C	31	Reserva P5	43	ASC2 (reserva)
8	PAU P1 B	20	PAU P3 D	32	PAU P6 A	44	NC
9	PAU P1 C	21	Reserva P3	33	PAU P6 B	45	NC
10	PAU P1 D	22	PAU P4 A	34	PAU P6 C	46	NC
11	Reserva P1	23	PAU P4 B	35	PAU P6 D	47	NC
12	PAU P2 A	24	PAU P4 C	36	Reserva P6	48	NC

Recuerda

Cada uno de los puertos del panel de conexión tendrá un lado preparado para conectar los conductores de cable de la red de distribución, y el otro lado estará formado por un conector hembra miniatura de 8 vías (RJ-45) de tal forma que en el mismo se permita el conexionado de los cables de acometida de la red de alimentación o de los latiguillos de interconexión.

Sabías que...

En la red de cable de pares trenzados la red de distribución coincide con la red de dispersión.

Recuerda

Si no existen operadores de servicio, se dejarán las canalizaciones necesarias para atender las previsiones calculadas, dotadas con los correspondientes hilos guía.

7.5. Tecnologías de acceso basadas en redes de cables coaxiales

El dimensionado de la red de acceso a los servicios de telecomunicaciones mediante cables coaxiales viene condicionada por la presencia de los operadores de servicio en la localización de la edificación que utilicen dicha tecnología de acceso.

Con carácter general, los cables coaxiales a utilizar en las redes de distribución y dispersión serán de los tipos RG-6, RG-11 y RG-59.

Tabla 7.12. Previsión de la demanda para redes de cable coaxial

Tipo de edificio	Vivienda	Locales comerciales/oficinas		Estancias o instalaciones comunes del edificio	Ascensor	
		Distribución en planta				
		Definida	No definida			
Cualquier tipo de edificio	Con operador	1	1	1/100 m ² o fracción	2 acometidas para toda la edificación	1 acometida por ascensor
	Sin operador	Se dejarán las canalizaciones para atender las previsiones con sus correspondientes hilos guía				



7.5.1. Previsión de la demanda

La previsión de la demanda de la red de acceso a los servicios de telecomunicación mediante cable coaxial se resume en la Tabla 7.12.

En la red de cables coaxiales el número teórico de acometidas a instalar coincide con la previsión de la demanda, ya que la normativa no obliga a instalar acometidas de reserva para prever posibles averías o desviación por exceso en la demanda.

7.5.2. Dimensionamiento mínimo de la red de distribución

En edificaciones con una vertical, la red se puede configurar según las dos tipologías siguientes:

- **Configuración en estrella.** Esta configuración, que se muestra en la Figura 7.33a, se empleará en edificaciones con un número de PAU no superior a 20. En el registro principal, los cables terminarán en un conector de tipo F, mientras que en los PAU se conectarán a los distribuidores de cada usuario (Figura 7.34a).

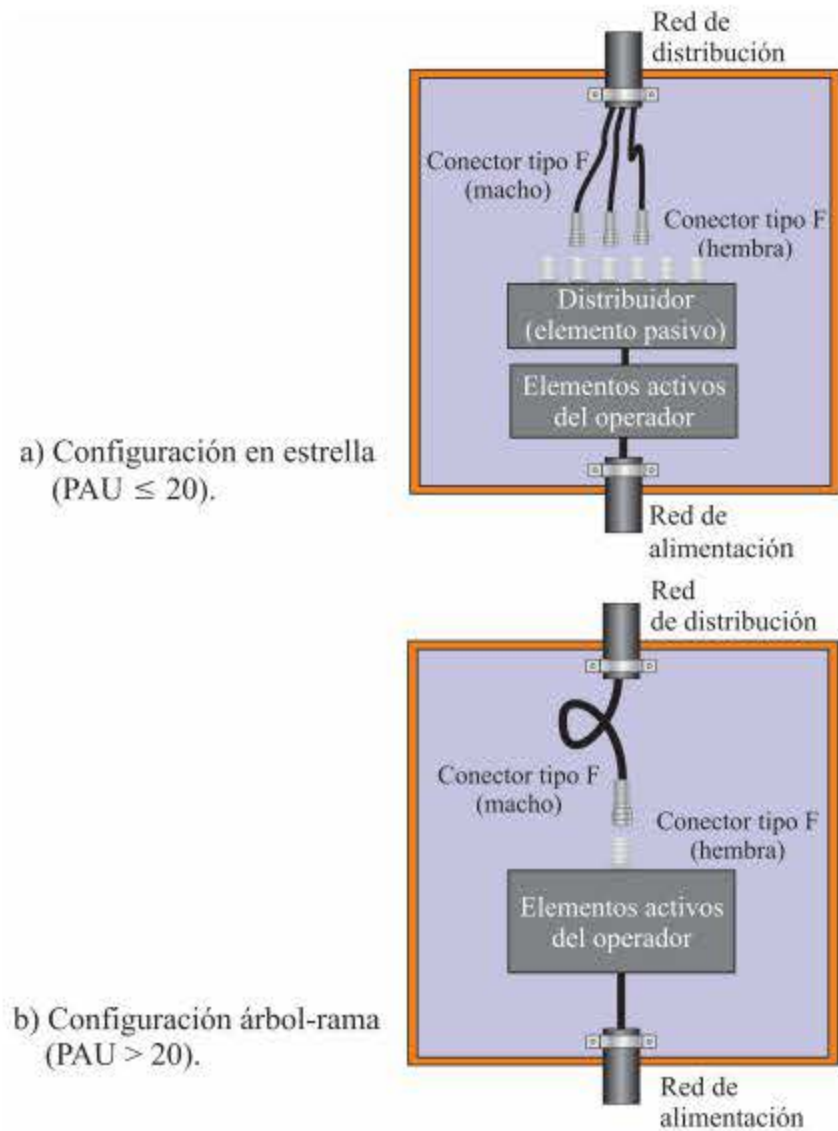


Figura 7.34. Configuración del punto de interconexión.

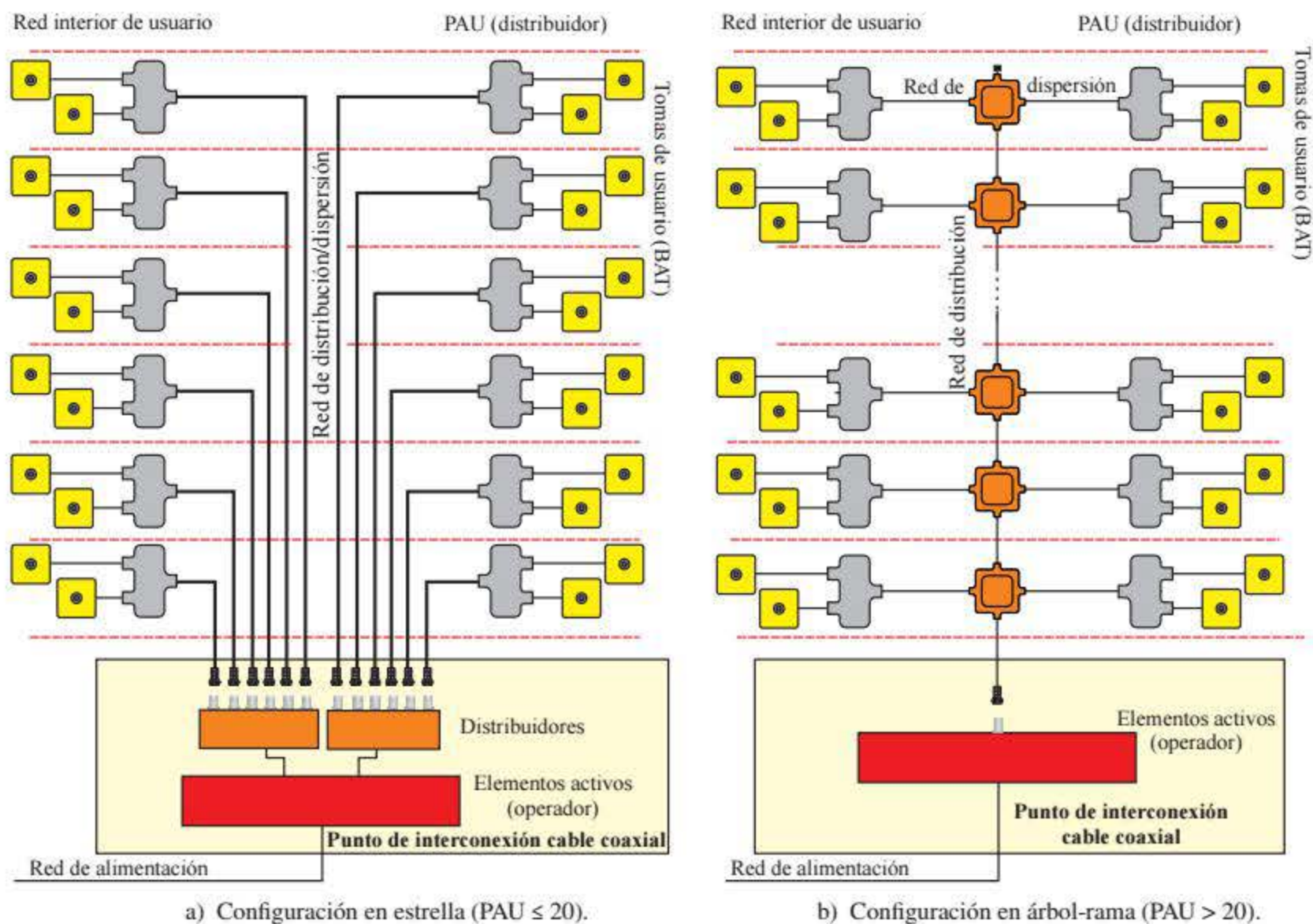


Figura 7.33. Red de cables coaxiales.



- **Configuración en árbol-rama.** Esta configuración, que se muestra en la Figura 7.33b, se empleará en edificaciones con un número de PAU superior a 20. La red de distribución se realizará con un único cable coaxial que saldrá del registro principal situado en el RITI y terminará en el último registro secundario. En cada registro secundario se instalará un derivador para alimentar los PAU de cada planta. En el panel de salida del registro principal, el cable coaxial que constituye la red de distribución será terminado en un conector de tipo F (Figura 7.34b).

7.5.3. Configuración en estrella

La configuración en estrella se empleará en edificaciones con un número de PAU no superior a 20.

Dimensionamiento mínimo de la red de distribución y punto de interconexión

La red de distribución estará formada por el número de cables coaxiales para dar servicio a la demanda prevista para el edificio, ya que todos los cables salen del registro principal. Estos cables terminarán en el punto de interconexión con un conector tipo F macho, tal y como se muestra en la Figura 7.35.

El **panel de conexión o regleta de entrada**, que instalará el operador, estará constituido por los distribuidores necesarios para alimentar la red de distribución de la edificación cuyas salidas estarán dotadas con conectores tipo F hembra dotados con la correspondiente carga antiviolable (Figura 7.36).

El **panel de conexión o regleta de salida** estará constituido por los propios cables de la red de distribución de

la edificación terminados con conectores tipo F macho, dotados con la coca suficiente como para permitir posibles reconfiguraciones (Figura 7.35).

El espacio interior del registro principal coaxial deberá ser suficiente para permitir la instalación de una cantidad de elementos de reparto con tantas salidas como conectores de salida se instalen en el punto de interconexión y, en su caso, de los elementos amplificadores necesarios.



Figura 7.35. Conjunto de cables coaxiales de la red de distribución terminados con conector F macho.



Figura 7.36. Distribuidor del punto de interconexión (panel de conexión de entrada).

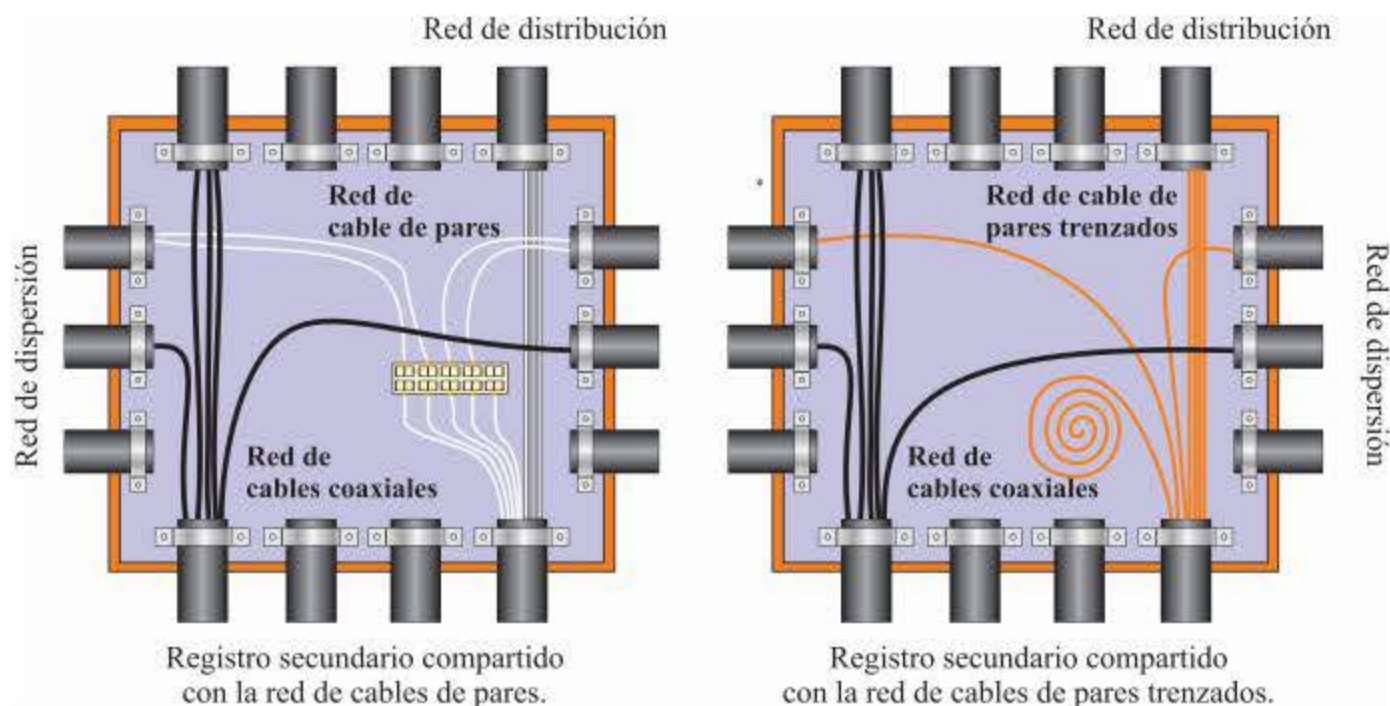


Figura 7.37. Punto de distribución (configuración en estrella).



■■■ Punto de distribución

En este caso, los cables de la red de distribución se encuentran, en este punto, de paso hacia la red de dispersión, por lo que el punto de distribución carece de implementación física. En la Figura 7.37 se muestra el punto de distribución situado en el registro secundario, que se comparte con la red de cables de pares o la red de cable de pares trenzados.

■■■ Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión

Se instalarán los cables coaxiales de acometida que cubran la demanda prevista como prolongación de la red de distribución (en paso en los registros secundarios), y terminarán en el PAU de cada vivienda conectándose al distribuidor encargado de repartir la señal en la red interior de cada usuario.

⚙ Recuerda

El PAU de la red de cable coaxial está formado por un distribuidor inductivo de dos salidas F simétricas.

■■■ PAU

El PAU de la red de cables coaxiales está formado por un **distribuidor inductivo de dos salidas** simétrico terminadas en un conector tipo F hembra, en cuya entrada se terminará el cable coaxial de la red de dispersión, debidamente conectorizado, para su posterior conexión a las correspondientes ramas de la red interior de usuario.

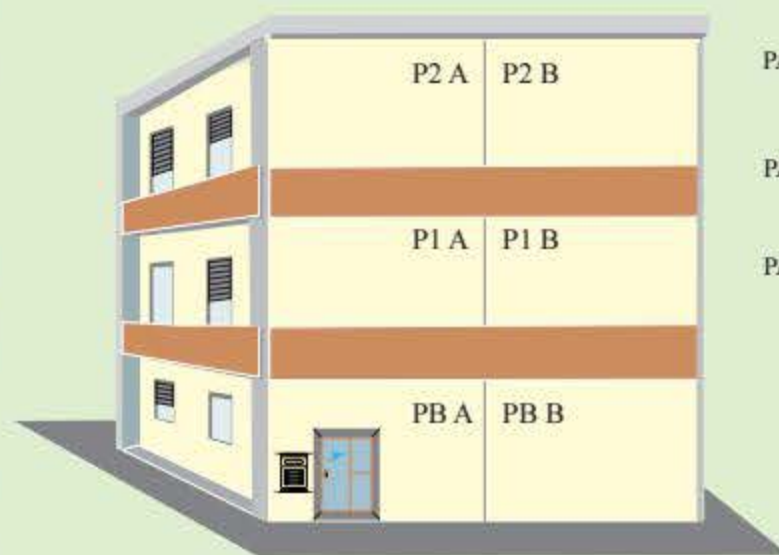


Figura 7.38. PAU de la red de cable coaxial.

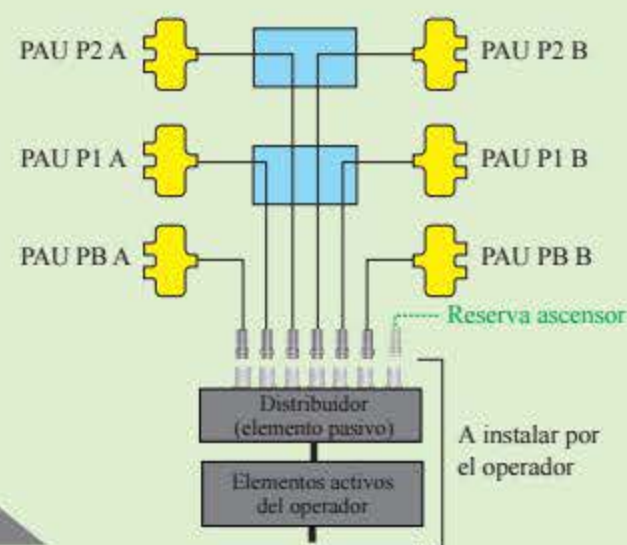
Ejemplo 7.10. Distribución en estrella de la red de cable coaxial

Diseño de la red de cable coaxial del edificio de la Figura 7.39a, de PB + 2 plantas con 2 viviendas por planta incluida la PB. El edificio no tiene estancias comunes.

En cada vivienda se prevé una acometida. La previsión de la demanda se resume en la Tabla 7.13. La red de distribución/dispersión estará formada por 6 cables coaxiales que finalizarán en el PAU correspondiente de cada vivienda. El edificio no dispone de estancias comunes.



a) Distribución de viviendas del edificio.



b) Esquema de principios de la instalación.

La solución propuesta se resume en la Figura 7.39b.

Figura 7.39. Edificio con número de PAU inferior o igual a 20.

Tabla 7.13. Resumen de la previsión de la demanda

	N.º de unidades	N.º de acometidas mínimas	Número de acometidas
Viviendas	6 viviendas	1 por vivienda	$6 \times 1 = 6$
Locales comerciales	—	—	—
Estancias comunes	—	—	—
Acometidas previstas			6
Reserva ascensor (1 acometida/ascensor)			1

7.5.4. Configuración en árbol-rama

En edificaciones con un número de PAU superior a 20 la red de cable coaxial se configurará en árbol-rama.

Dimensionamiento mínimo de la red de distribución

La red de distribución se realizará con un único cable coaxial que saldrá del registro principal situado en el RITI y terminará en el último registro secundario.

Dimensionamiento mínimo del punto de interconexión

Tanto el panel de conexión o regleta de entrada como el de salida estarán dotados de tantos conectores tipo F hembra (entrada) o macho (salida), como árboles constituyan la red de distribución.

Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión

Se instalarán los cables coaxiales de acometida que cubran la demanda prevista, conectándose cada uno de ellos al correspondiente puerto de derivación del derivador que actúa como punto de distribución en el registro secundario del que parten y terminarán en el PAU de cada vivienda conectándose al distribuidor encargado de repartir la señal en la red interior de cada usuario.

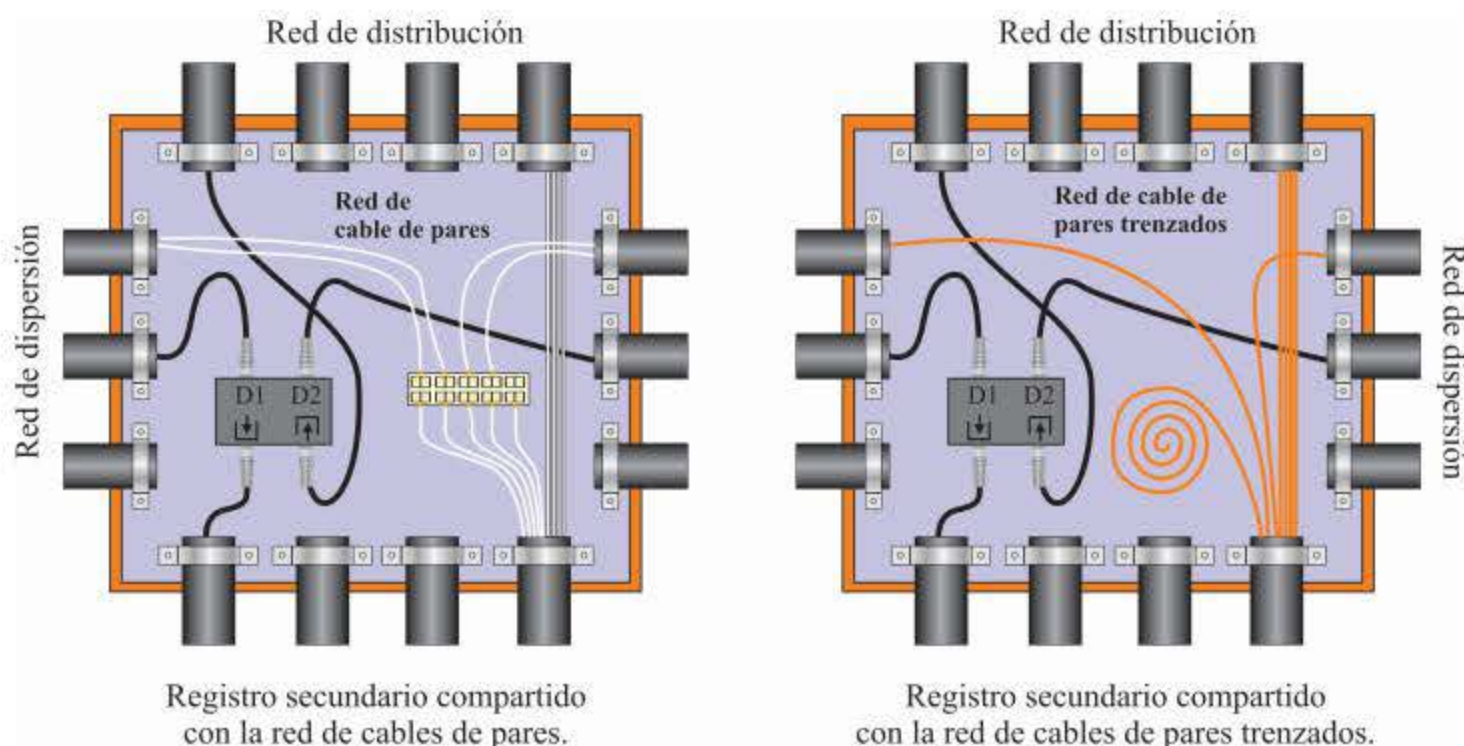


Figura 7.41. Punto de distribución (configuración en árbol-rama).

Punto de distribución

El **punto de distribución** estará constituido por uno o varios derivadores con el número más reducido posible de salidas, terminadas en un conector de tipo F con pin, capaz de alimentar a todos los PAU que atienda la red de dispersión que nace en el registro secundario; las salidas no utilizadas serán terminadas con una carga tipo F (Figura 7.40).



Figura 7.40. Derivador de cable coaxial de cuatro salidas.

En la Figura 7.41 se muestra el punto de distribución situado en el registro secundario, que se comparte con la red de cables de pares o la red de cable de pares trenzados.

PAU

La configuración del PAU es la misma que en el caso de una distribución en estrella, finalizando la red de distribución en un distribuidor inductivo de dos salidas.



Ejemplo 7.11. Distribución árbol-rama

Dado el edificio de PB + 7 plantas con 4 viviendas por planta + 3 locales comerciales en PB de la Figura 7.24, debido a la presencia en la ubicación del edificio de operadores de cable, se realiza el diseño de la red de cable coaxial del edificio.

Al tratarse de una edificación con un número de puntos de acceso al usuario (PAU) superior a 20, la red será configurada en árbol-rama.

Previsión de la demanda

En cada vivienda se prevé una acometida. Debido a que está definida la distribución en planta de los locales u oficinas, se considera una acometida por local, como mínimo. La Tabla 7.14 muestra el resumen del cálculo de la previsión de la demanda.

Tabla 7.14. Resumen de la previsión de la demanda

	N.º de unidades	N.º de acometidas mínimas	Número de acometidas
Viviendas	28 viviendas	1 por vivienda	$28 \times 1 = 28$
Locales comerciales	3 locales	1 por local	$3 \times 1 = 3$
Estancias comunes	1 estancia	2 por edificio	2
Acometidas previstas			33
Reserva ascensor (1 por ascensor)			2

Dimensionamiento del punto de interconexión

La conexión de salida del punto de interconexión estará dotada con un conector tipo F macho, ya que la red de distribución está constituida por un único árbol.

Dimensionamiento mínimo de la red de distribución

La red de distribución se realizará con un único cable coaxial que saldrá del registro principal situado en el RITI y terminará en el derivador del último registro secundario.

Las acometidas de reserva de las líneas de seguridad previstas no se instalan, siendo responsabilidad del operador su conexión si es necesario.

Dimensionamiento del punto de distribución

En cada registro secundario se insertará un derivador de cuatro salidas para alimentar los PAU de cada planta.

En la planta baja se utilizará un derivador de seis salidas, colocándose una resistencia de terminación en la salida no utilizada.

Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión

La red de distribución de cada planta está formada por un número de cables coaxiales que cubran la demanda prevista. Por tanto, en la planta baja se distribuirán 5 cables coaxiales, mientras que en el resto de plantas serán 4 cables coaxiales.

Cada cable coaxial se conectará en una de las salidas de derivación del derivador que actúa como punto de distribución en el registro secundario del que parten y terminarán en el PAU de cada vivienda o local comercial conectándose al distribuidor encargado de repartir la señal en la red interior de cada usuario.

PAU

El PAU de la red de cables coaxiales está formado por un distribuidor inductivo de dos salidas.

Solución prevista

La Figura 7.42 muestra el esquema de principios de la red de cables coaxiales.

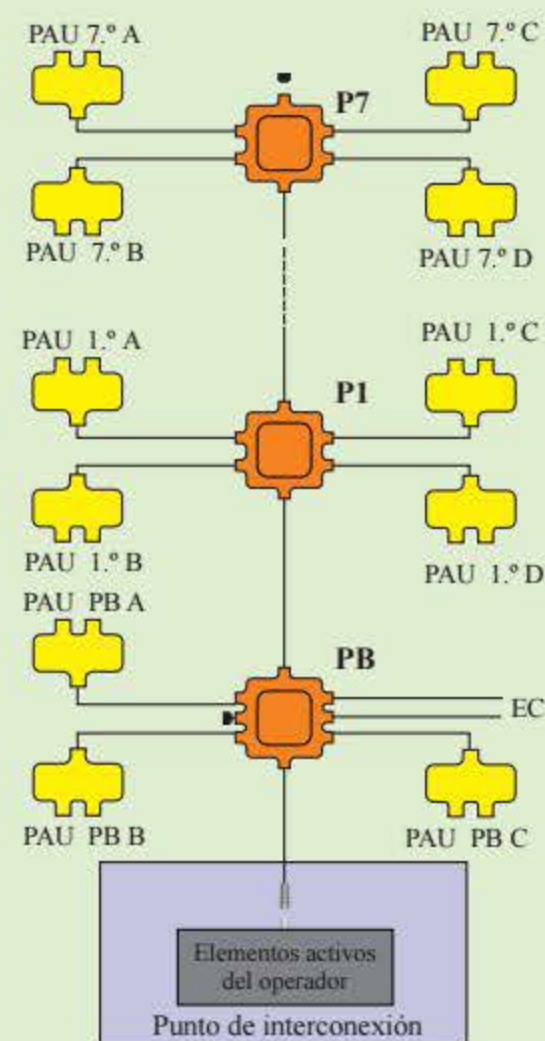


Figura 7.42. Esquema de principios de la red de cable coaxial del ejemplo.



Recuerda

Para el caso de redes de alimentación constituidas por cables coaxiales, tanto los paneles de conexión o regletas de entrada como las de salida deberán ajustarse a la topología de la red de distribución de la edificación.



Sabías que...

La red de cable coaxial de un edificio no tiene previsto dejar cables de reserva.

7.6. Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de fibra óptica

El dimensionado de la red de acceso a los servicios de telecomunicaciones mediante fibra óptica viene condicionado por la presencia de los operadores de servicio en la localización de la edificación que utilicen dicha tecnología de acceso.

La topología de esta red, tal y como se muestra en la Figura 7.43, siempre es en estrella.

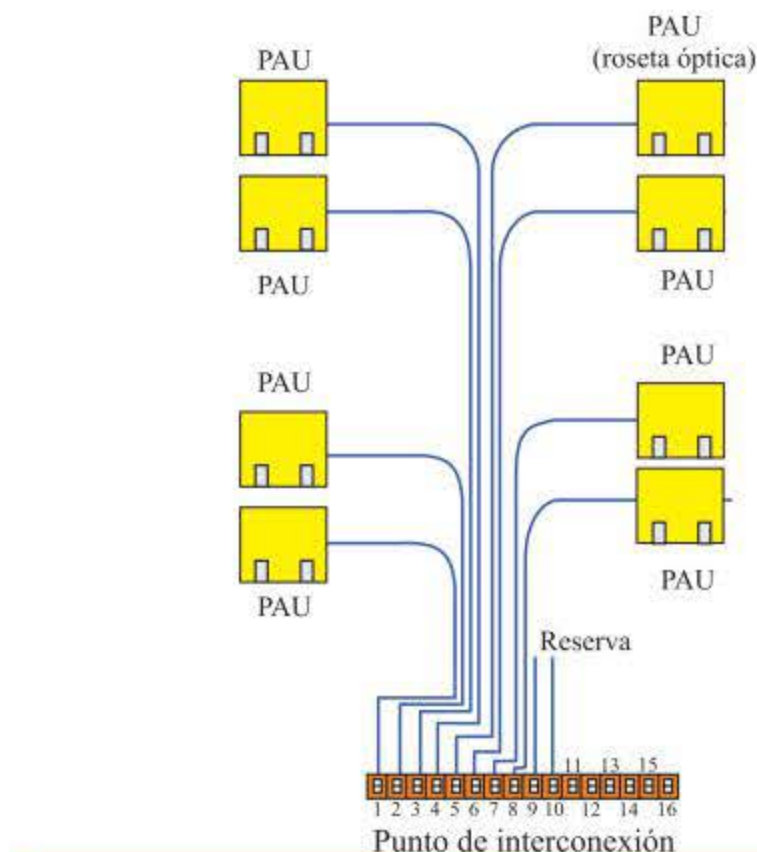


Figura 7.43. Topología de una red de acceso de fibra óptica.

7.6.1. Previsión de la demanda

Cada acometida óptica estará constituida por dos fibras ópticas, que quedarán conectorizadas en los adaptadores SC/APC de la roseta óptica que realiza las funciones de PAU óptico, donde se alojarán los empalmes y los bucles de las fibras ópticas.

La previsión de la demanda de la red de acceso a los servicios de telecomunicación mediante fibra óptica se resume en la Tabla 7.15.

Tabla 7.15. Previsión de la demanda para redes de fibra óptica (número de acometidas)

Tipo de edificio		Vivienda	Locales comerciales/oficinas		Estancias o instalaciones comunes del edificio	Ascensor
			Distribución en planta			
			Definida	No definida		
Edificio destinado principalmente a viviendas	Con operador	1	1	1/33 m ² o fracción: situados en el RS (si el n.º de PAU es ≤ 20 quedarán en el RITI)	2 acometidas para toda la edificación	1 acometida por ascensor
	Sin operador	Se dejarán las canalizaciones para atender las previsiones con sus correspondientes hilos guía				
Edificio destinado exclusivamente a locales comerciales y oficinas	Con operador	—	2	2/100 m ² o fracción	2 acometidas para toda la edificación	1 acometida por ascensor
	Sin operador	Se dejarán las canalizaciones para atender las previsiones con sus correspondientes hilos guía.				



7.6.2. Dimensionamiento mínimo de la red de distribución

En **edificaciones con una vertical**, conocida o estimada la necesidad futura a medio y largo plazo, tanto por plantas como en el total de la edificación, se dimensionará la red de distribución con arreglo a los siguientes criterios:

- La cifra de **demanda prevista** se multiplicará por el factor 1,2 lo que asegura una reserva suficiente para prever posibles averías de algunas fibras ópticas o alguna desviación por exceso sobre la demanda prevista.
- Obtenido de esta forma el número teórico de fibras ópticas necesarias, se utilizará el **cable multifibra** normalizado de capacidad igual o superior a dicho valor o combinaciones de varios cables normalizados, teniendo también en cuenta la técnica de instalación que se vaya a utilizar para la extracción de las fibras ópticas correspondientes a cada registro secundario. El cable multifibra será preferentemente de hasta 48 fibras ópticas.

Las fibras sobrantes, distribuidas de manera uniforme en los diferentes registros secundarios, quedarán de reserva

Sabías que...

Para el caso de edificios con una red de distribución/dispersión que dé servicio a un número de PAU superior a 20, la red de distribución/dispersión podrá realizarse también con cables de acometida de dos fibras ópticas directamente desde el punto de distribución ubicado en el registro principal, siempre y cuando la canalización principal que se diseñe lo permita, y así quede justificado en el proyecto.

disponibles correctamente alojadas en los mismos, para su utilización en el momento apropiado. En la Figura 7.44a se muestra un ejemplo de instalación.

En el caso de edificios con una red de distribución/dispersión que dé servicio a un número de PAU inferior o igual a 20, la red de distribución/dispersión podrá realizarse con cables de acometida de dos fibras ópticas directamente desde el punto de interconexión ubicado en el registro principal, tal y como se muestra en la Figura 7.44b. De él saldrán, en su caso, los cables de acometida que subirán a las plantas para acabar directamente en los PAU.

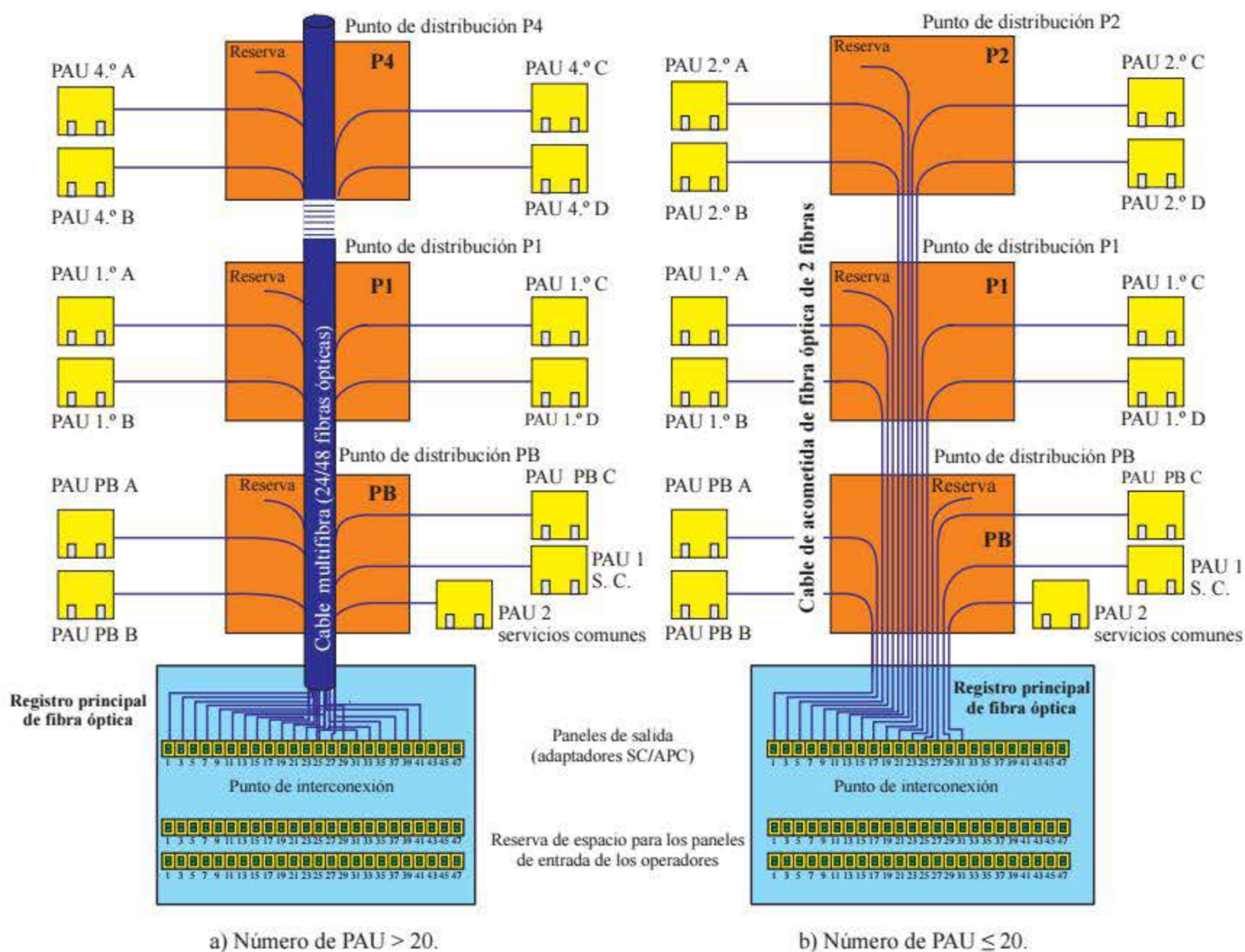


Figura 7.44. Red de distribución de fibra óptica.

En **edificaciones con varias verticales** la red de cada vertical será tratada como una red de distribución independiente, y se diseñará, por tanto, de acuerdo con lo indicado en el apartado anterior.

7.6.3. Punto de interconexión

En el **punto de interconexión de cables de fibra óptica** (registro principal óptico) de las redes de alimentación constituidas por cables de fibra óptica (Figura 7.45a), las fibras de los operadores deberán estar terminadas en conectores tipo SC/APC con sus correspondientes adaptadores agrupados en un repartidor de conectores de entrada, que hará las veces de **panel de conexión de entrada**.

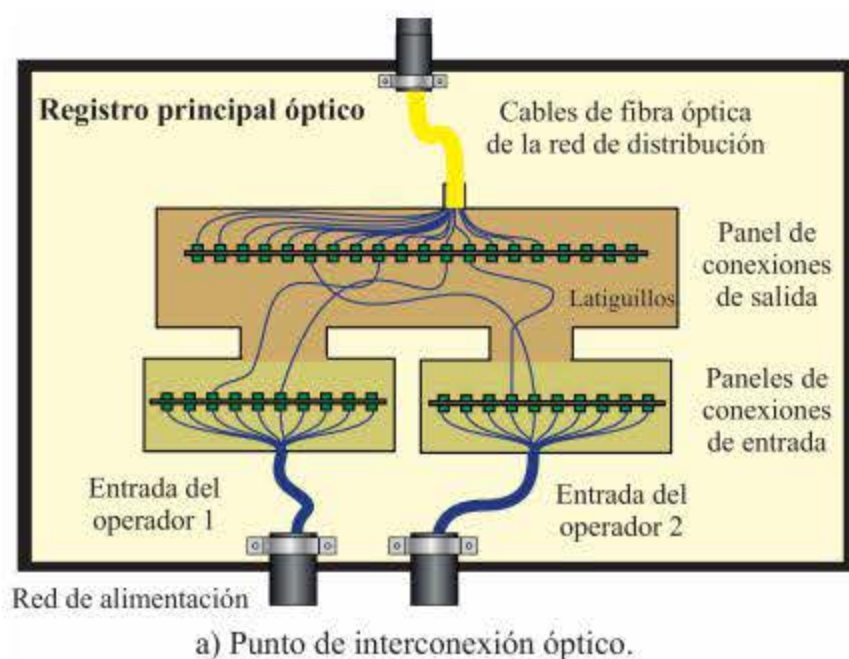


Figura 7.45. Punto de interconexión óptico.

Todas las fibras ópticas de la red de distribución del edificio se terminarán en conectores tipo SC/APC con su correspondiente adaptador, agrupados en un **panel de conexión de salida** común para todos los operadores del servicio.

La conexión entre el panel común de conectores de salida de la red del edificio y los repartidores de conectores de

entrada de los diferentes operadores, se realizará mediante cordones o **latiguillos de fibra óptica** terminados en ambos extremos en conectores de tipo SC/APC.

Los repartidores de conectores de entrada de todos los operadores y el panel común de conectores de salida de la red del edificio estarán situados en el **registro principal óptico** ubicado en el RITI o RITU. El espacio interior previsto para el registro principal óptico deberá ser suficiente para permitir la instalación de una cantidad de conectores de entrada que sea dos veces la cantidad de conectores de salida que se instalen en el punto de interconexión, además de contar con un espacio adicional para el guiado de los cordones o latiguillos de interconexión y el almacenamiento de la longitud sobrante de cable.

La realización física del punto de interconexión, desarrollando las funciones de registro principal óptico, la constituye la caja de interconexión de cables de fibra óptica que se muestra en la Figura 7.45b.

Una **caja de interconexión de cables de FO** es una caja de empalme y conexión utilizada en las redes FTTH en el interior de edificios como punto de interconexión óptica entre los cables de fibra óptica de las redes de alimentación de los operadores y la red de distribución del edificio. La constitución de la caja de interconexión (Figura 7.46a) tiene dos zonas:

- **Zona de terminación de cables** (izquierda) con bandejas de empalme para la terminación de las fibras ópticas, normalmente fusionadas en *pigtails* con conectores SC/APC.
- **Zona de conexión** (derecha): permite realizar la conexión de las fibras ópticas de la red de alimentación con la red de distribución del edificio, utilizando latiguillos con conectores SC/APC en los dos extremos.

Estas cajas están diseñadas para montarse y apilarse en vertical para facilitar el trazado y gestión de los latiguillos de interconexión. De esta manera, tal y como se muestra en la Figura 7.46b, el conjunto estará compuesto por dos compartimentos:

- **Compartimento de salida** para terminar la red de fibra óptica del edificio. Esta zona permitirá la colocación de paneles de 24 o 48 conectores SC/APC donde se efectuarán las conexiones con las fibras de la red de distribución del edificio, que a su vez deberán estar terminadas en sus correspondientes conectores SC/APC.
- **Compartimento de entrada** para terminar las redes de alimentación de los operadores, de manera que se instalarán tantos compartimentos de salida como operadores.

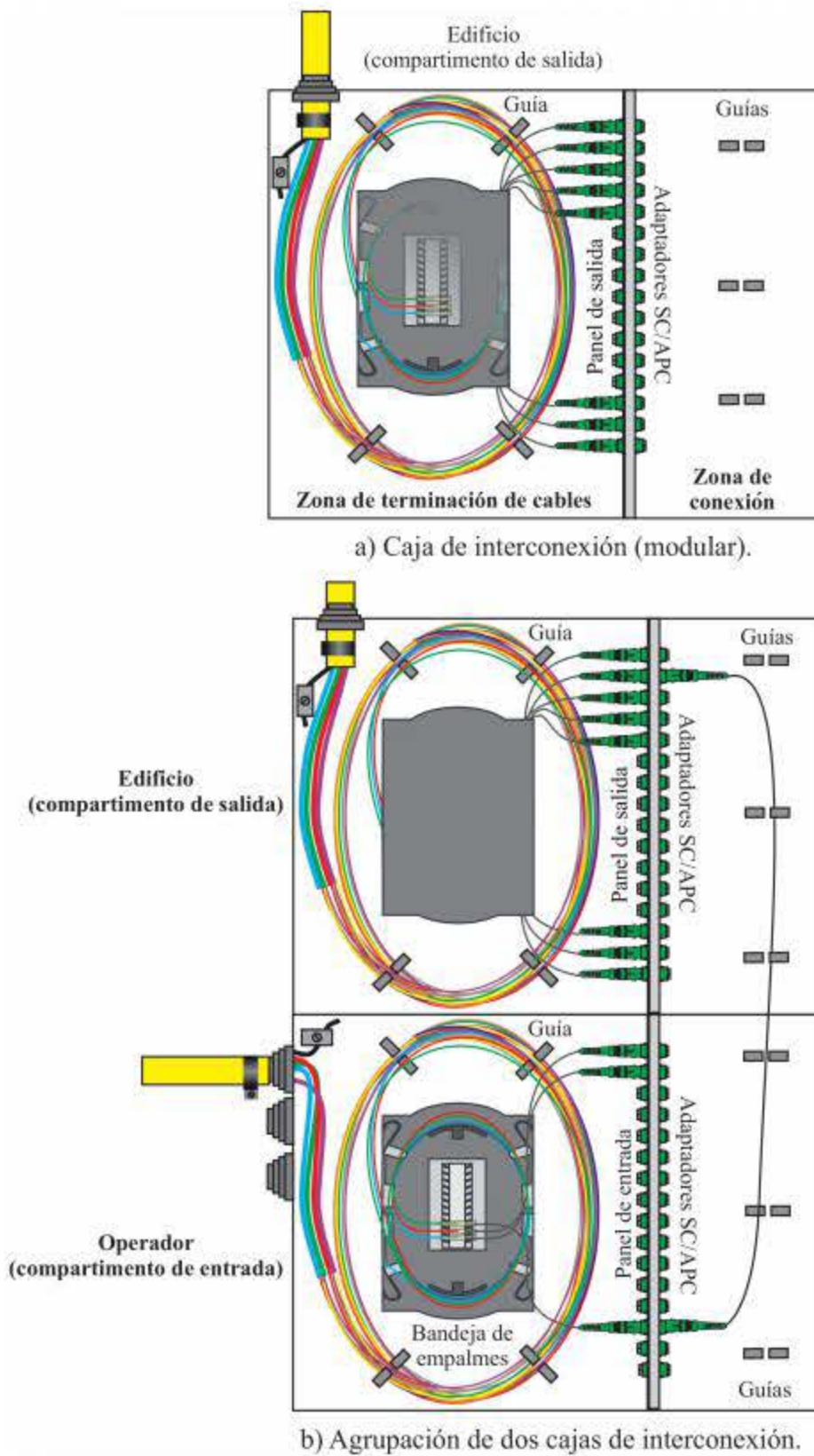


Figura 7.46. Caja de interconexión óptica (carácter general).

■ ■ ■ Caso de instalaciones con un número de PAU mayor de 20

Cuando el número de fibras ópticas que se debe gestionar en el edificio sea elevado, caso de que el número de PAU sea mayor de 20, las funciones de la caja de interconexión de cables de fibra óptica las realizará un armario *rack* de 19 pulgadas (Figura 7.47). Las dimensiones mínimas de este armario deben ser 600 mm de ancho x 300 mm de fondo. En este armario terminarán tanto la red del edificio como las redes de los operadores.

En la parte superior del armario tipo *rack* se instalarán las bandejas necesarias para finalizar en conectores SC/APC, en el panel de adaptadores frontal de las bandejas, todas las

fibras ópticas de la red de distribución del edificio, dejando la parte inferior libre para la fijación de bandejas para la terminación de las redes de los operadores.

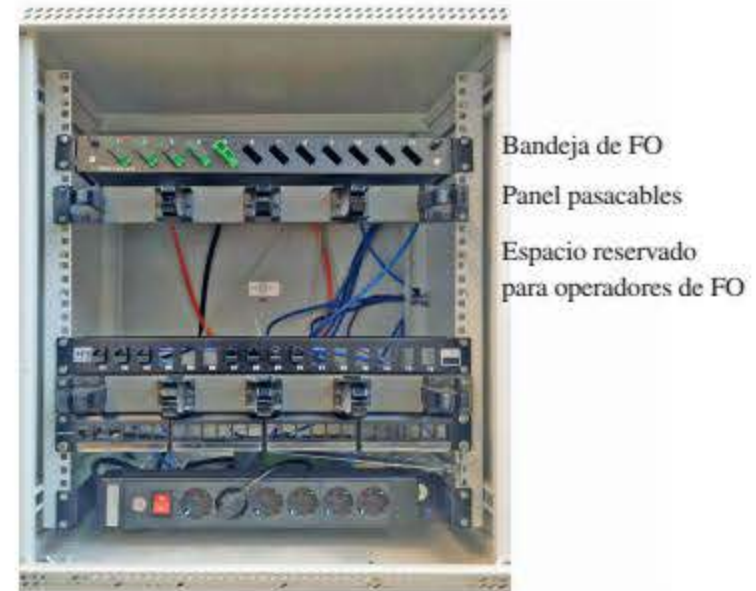


Figura 7.47. Armario rack.

Las bandejas típicas de FO con adaptadores SC/APC tienen una capacidad de 24 o 48 adaptadores (Figura 7.48a). Como norma general, por tanto, por cada uno de los cables multifibra de 48 fibras ópticas instaladas en la red de distribución será necesario instalar una bandeja de 48 adaptadores SC/APC.

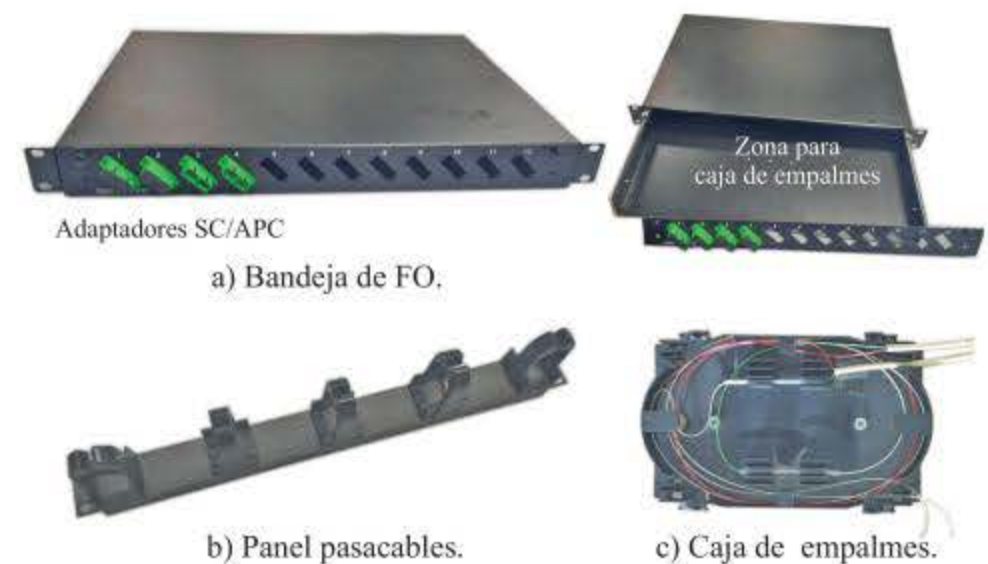


Figura 7.48. Bandejas y accesorios del armario rack.

Adicionalmente, en el armario tipo *rack* se dispondrá espacio suficiente para permitir la instalación de elementos de guiado, almacenamiento y gestión de los latiguillos (Figura 7.48b) que conectarán los conectores de salida de la red del edificio con los conectores de entrada de las redes de los operadores, que podrán materializarse en forma de guía-hilos (paneles pasacables) o bandejas fijadas al armario tipo *rack* para recoger el sobrante de cable de los latiguillos de interconexión.

Se recomienda reservar dentro del armario *rack* un espacio en altura para los elementos de guiado, almacenamiento



y gestión de cordones, equivalente al utilizado por los paneles de terminación de conectores de la red de fibra óptica de la edificación.

Sabías que...

Un armario *rack*, también llamado armario de telecomunicaciones o de distribución, tiene todas las facilidades necesarias para alojar en su interior los componentes pasivos (paneles de distribución, guías de cable, bandejas, etc.) y los dispositivos activos de la red de una instalación. La medida interna típica de los armarios es de 19 pulgadas (19'') y su altura está dividida en unidades (U), que equivalen aproximadamente a 45 mm. La altura de los dispositivos de gestión y administración del armario (bandejas, paneles, guías...) se mide en unidades U.

7.6.4. Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión

En la **red de dispersión** se instalarán tantos cables de fibra óptica de acometida de 2 FO como resulten necesarios para cubrir la demanda prevista en cada vivienda o local, y terminarán en el PAU de cada vivienda en la roseta correspondiente.

7.6.5. Punto de distribución

El **punto de distribución** de la red de distribución formada por cables de fibra óptica, en función de la técnica utilizada, podrá adoptar una de las siguientes configuraciones:

- **Número de PAU > 20.** Cuando las fibras ópticas de la red de distribución sean distintas de los cables de aco-

metida de fibra óptica de la red de dispersión (Figura 7.49b), el punto de distribución estará formado por una o varias cajas de segregación (Figura 7.49a) en las que terminarán ambos tipos de fibras. En cada caja de segregación se almacenarán los empalmes entre las fibras ópticas de distribución y las de las acometidas.

- **Número de PAU \leq 20.** Cuando las fibras ópticas de las acometidas de la red de dispersión sean las mismas fibras ópticas de los cables de la red de distribución (Figura 7.49c), dichas fibras estarán en paso en el punto de distribución. El punto de distribución estará formado por una o varias cajas de segregación en las que se dejarán almacenados, únicamente, los bucles de las fibras ópticas de reserva, con la longitud suficiente para poder llegar hasta el PAU más alejado de esa planta. Los extremos de las fibras ópticas de la red de dispersión se identificarán mediante etiquetas que indicarán los puntos de acceso al usuario a los que dan servicio.

Recuerda

Se debe dejar suficiente fibra óptica en el interior de la caja de segregación para poder reconfigurar los empalmes eliminando los empalmes existentes y realizando los nuevos.

Sabías que...

Las cajas de segregación podrán ser de interior (para 4 u 8 fibras ópticas) o de exterior (para 4 fibras ópticas), para el caso de ICT para conjuntos de viviendas unifamiliares. Todos los elementos de la caja de segregación estarán diseñados de forma que se garantice un radio de curvatura mínimo de 15 milímetros en el recorrido de la fibra óptica dentro de la caja.

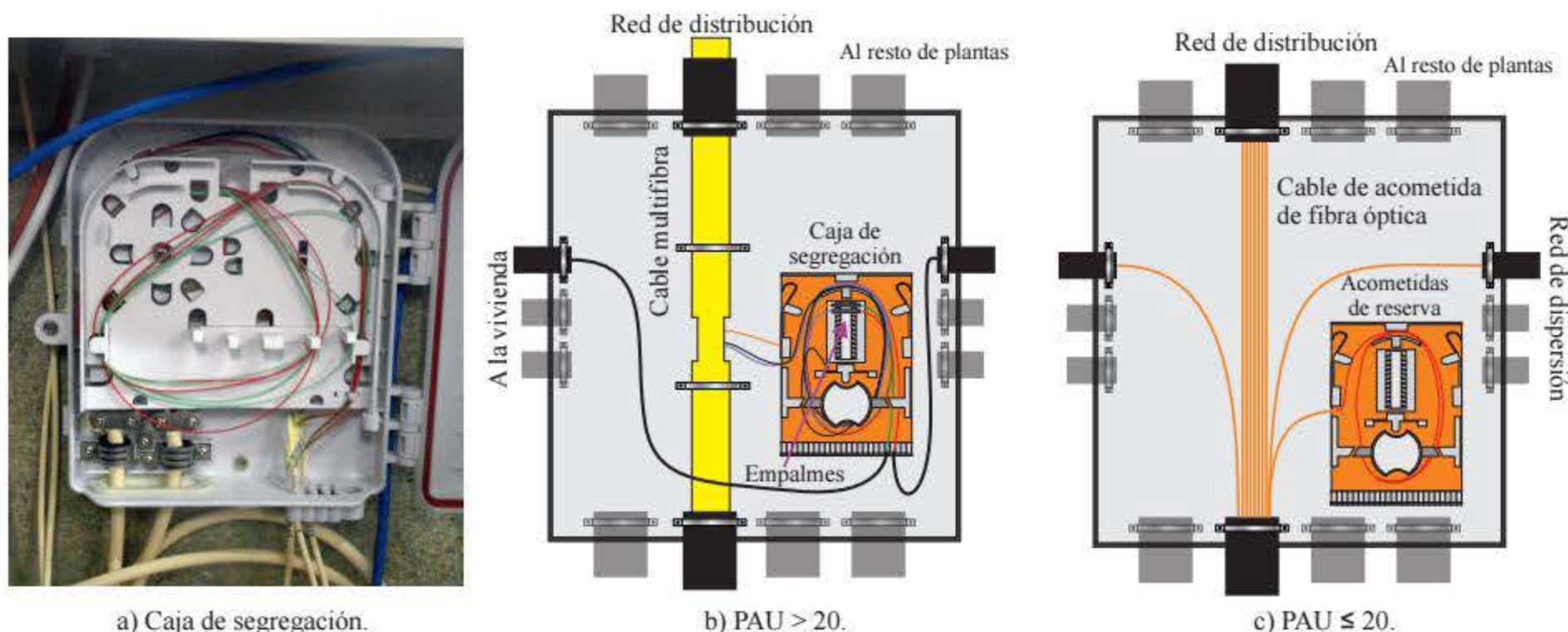


Figura 7.49. Punto de distribución de fibra óptica.



7.6.6. PAU

El punto de acceso al usuario (PAU) estará formado por:

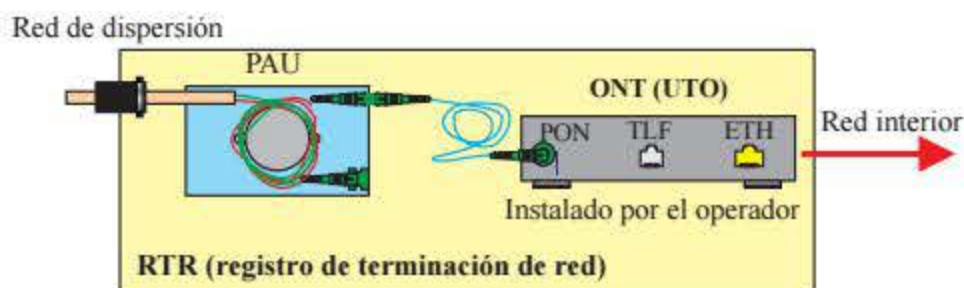
- Una **roseta** con tantos conectores SC/APC (y los correspondientes adaptadores) de terminación como fibras ópticas de los cables de acometida se hayan instalado en la red de dispersión (Figura 7.50a).



a) Roseta óptica (PAU).



b) Ejemplo de unidad de terminación de red óptica (UTO)



c) Configuración típica.

Figura 7.50. Punto de acceso al usuario (PAU) de fibra óptica.

- Una **unidad de terminación de red óptica (UTO)**, instalada por el operador, como por ejemplo la que se muestra en la Figura 7.50b, que se conectará por una parte a la roseta óptica y, por otra a la red interior de

usuario de la ICT. Esta unidad de terminación será la que proporcione al usuario final los puntos de acceso a los diferentes servicios, con sus facilidades simultáneas como medio de corte y punto de prueba (Figura 7.50c). Cuando las circunstancias así lo aconsejen, podrá ser instalada fuera del registro de terminación de red.

7.6.7. Red interior de usuario de fibra óptica

Aunque inicialmente la ICT no preveía una instalación interior de usuario de FO, actualmente se instala una red interior de fibra óptica formada por una acometida de fibra óptica que finaliza en una BAT en el salón, de manera que el operador puede instalar la unidad de terminación de red óptica (UTO) fuera del registro de terminación de red.

7.6.8. Ejemplo. Edificio con n.º de PAU ≤ 20

La previsión de la demanda de la red de fibra óptica del edificio del ejemplo 7.2 (Figura 7.17) se resume en la Tabla 7.16.

Como el número de PAU del edificio es de 15 (inferior o igual a 20) la red de distribución de fibra óptica se realizará directamente con cables de acometida de 2 fibras ópticas.

Recuerda

Aunque el número mínimo de acometidas a instalar en el edificio para las estancias comunes es de dos, se considera un único PAU si se trata de una única estancia.

El número de acometidas instaladas es de 23, ya que la previsión de la demanda es de 16 acometidas, pero se instalará una acometida de reserva en cada planta (7 acometidas de reserva). Además se reserva una acometida para la línea de seguridad del ascensor, que no se instalará.

Tabla 7.16. Resumen de la Previsión de la demanda (número de acometidas).

	N.º de unidades	N.º de acometidas mínimas	Número de acometidas
Viviendas	12 viviendas	1 por vivienda	$12 \times 1 = 12$
Locales comerciales	2 locales	1 por local	$2 \times 1 = 2$
Estancias comunes	1 estancia común	2 por edificio	2
Acometidas previstas			16
Número teórico de acometidas mínimas ($\times 1,2$)			$16 \times 1,2 = 19,2 = 20$
Número de acometidas instaladas			$16 + 7 = 23$
Ascensor (reserva)			1

En el **punto de interconexión** se instalarán todas las acometidas, excepto la del ascensor. Como cada acometida tiene dos fibras ópticas, es necesario instalar una caja de interconexión con 48 adaptadores SC/APC (o una bandeja con capacidad para 48 FO en el interior de un rack):

- Previsión de la demanda: 16 acometidas (32 FO).
- Acometidas de reserva: 7 acometidas (14 FO).
- Reserva para el ascensor: 1 acometida (2 FO).

En el **punto de distribución** de cada planta se instalará una caja de segregación donde quedarán almacenados los bucles de la fibra óptica de reserva de la planta, con longitud suficiente para llegar a la vivienda más alejada de esa planta. Dos de las acometidas de FO instaladas circularán de paso en el punto de distribución camino del PAU de cada vivienda y el resto de acometidas continuarán hacia las plantas superiores.

Cada acometida finalizará en el registro de terminación de red de cada vivienda o local, donde se instalará el PAU (roseta óptica con 2 adaptadores SC/APC). En este ejemplo, las dos acometidas previstas para la estancia común del edificio se instalan en un PAU óptico con 4 adaptadores SC/APC.

En la Figura 7.51a se muestra el esquema de principios de la instalación propuesta (edificio con n.º de PAU ≤ 20)

y en la Figura 7.51b el plan de asignación de las fibras ópticas de las acometidas a los conectores del panel de salida del punto de interconexión.

7.6.9. Ejemplo. Edificio con n.º de PAU >20

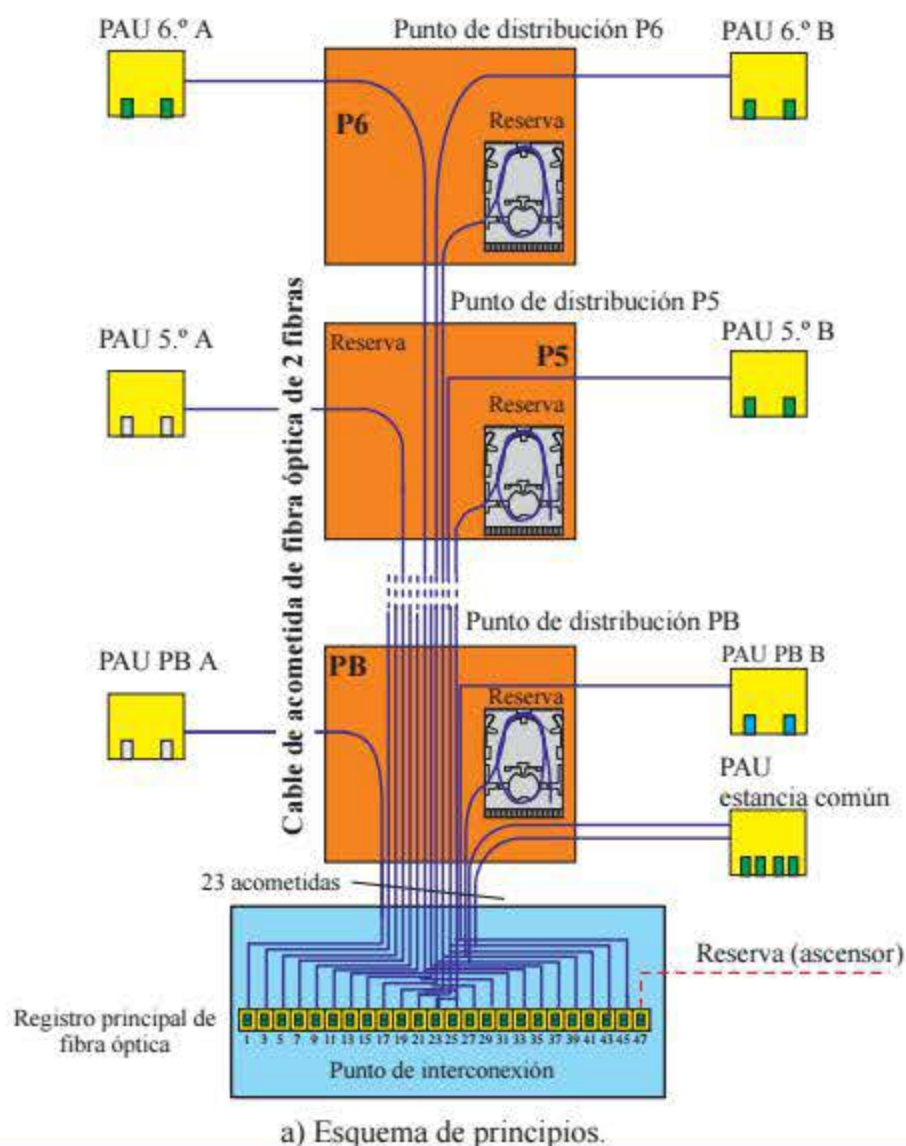
Diseño de la red de fibra óptica del edificio de PB + 7 plantas con 4 viviendas por planta + 3 locales comerciales en PB de la Figura 7.24. El edificio incluye una estancia común y dos ascensores.

Previsión de la demanda

En cada vivienda se prevé una acometida, al igual que en los locales comerciales u oficinas en edificaciones de viviendas, ya que está definida la distribución en planta de los locales u oficinas, por lo que se considera una acometida por local, como mínimo.

Además se prevén dos acometidas para las estancias comunes del edificio y se realiza la reserva de dos acometidas, aunque no se instalan, para las líneas de seguridad de los ascensores, una por ascensor.

En la Tabla 7.17 se resume la previsión de la demanda del edificio.



Conector	PAU	Conector	PAU
1	PB A	25	3.º B
2	PB A	26	3.º B
3	PB B	27	R
4	PB B	28	R
5	SC	29	4.º A
6	SC	30	4.º A
7	SC	31	4.º B
8	SC	32	4.º B
9	R	33	R
10	R	34	R
11	1.º A	35	5.º A
12	1.º A	36	5.º A
13	1.º B	37	5.º B
14	1.º B	38	5.º B
15	R	39	R
16	R	40	R
17	2.º A	41	6.º A
18	2.º A	42	6.º A
19	2.º B	43	6.º B
20	2.º B	44	6.º B
21	R	45	R
22	R	46	R
23	3.º A	47	ASC
24	3.º A	48	ASC

b) Plan de asignación.

Figura 7.51. Esquema de principios de la instalación propuesta (edificio con n.º de PAU ≤ 20).


Tabla 7.17. Resumen de la previsión de la demanda

	N.º de unidades	N.º de acometidas mínimas	Número de acometidas
Viviendas	28 viviendas	1 por vivienda	$28 \times 1 = 28$
Locales comerciales	3 locales	1 por local	$3 \times 1 = 3$
Estancias comunes	1	2 por edificio	2
Acometidas previstas			33
Número teórico de acometidas mínimas ($\times 1,2$)			$33 \times 1,2 = 39,6 = 40$
Número de acometidas instaladas			$33 + 8 = 41$
Reserva ascensor (1 acometida/ascensor)			2

Dimensionamiento del punto de interconexión y de la red de distribución

Debido a que el número de PAU del edificio es mayor de 20, la **red de distribución** se realizará con cables multifibra.

Dado que el número de acometidas (dos fibras ópticas) previstas es de 41, se utilizarán dos cables multifibra normalizados de 48 fibras que se conectarán a un panel de conexiones óptico (punto de interconexión) con el mismo número de conexiones (48 adaptadores SC/APC dobles o 96 adaptadores SC/APC simples).

Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión

La red de dispersión de cada planta está formada por un número de cables de acometida de fibra óptica que cubran la demanda prevista. Para cada acometida se utilizará un cable de dos fibras ópticas, el cual partirá de la caja de segregación de cada punto de distribución y finalizará en la roseta óptica que realiza las funciones de PAU.

Punto de distribución

En este caso, las fibras ópticas de la red de distribución son distintas de los cables de acometida de la red de dispersión.

El punto de distribución estará formado por una o varias cajas de segregación en las que terminarán ambos tipos de fibras y donde se almacenará una acometida de reserva.

La capacidad mínima de las cajas será de 6 acometidas de fibra óptica de dos FO (12 fibras) en la planta baja y de 5 acometidas de FO (10 fibras) en el resto de plantas.



Recuerda

En cada caja de segregación se almacenarán los empalmes entre las fibras ópticas de distribución y las acometidas. En

cualquier caso, en el punto de distribución se almacenarán bucles de fibra óptica con la holgura suficiente para poder reconfigurar las conexiones entre las fibras ópticas de la red de distribución y las de la red de dispersión.

PAU

El PAU de la red de fibra óptica de cada vivienda o local comercial estará formado por una roseta óptica con dos adaptadores SC/APC, mientras que en la estancia común se instala una roseta óptica con cuatro adaptadores SC/APC.

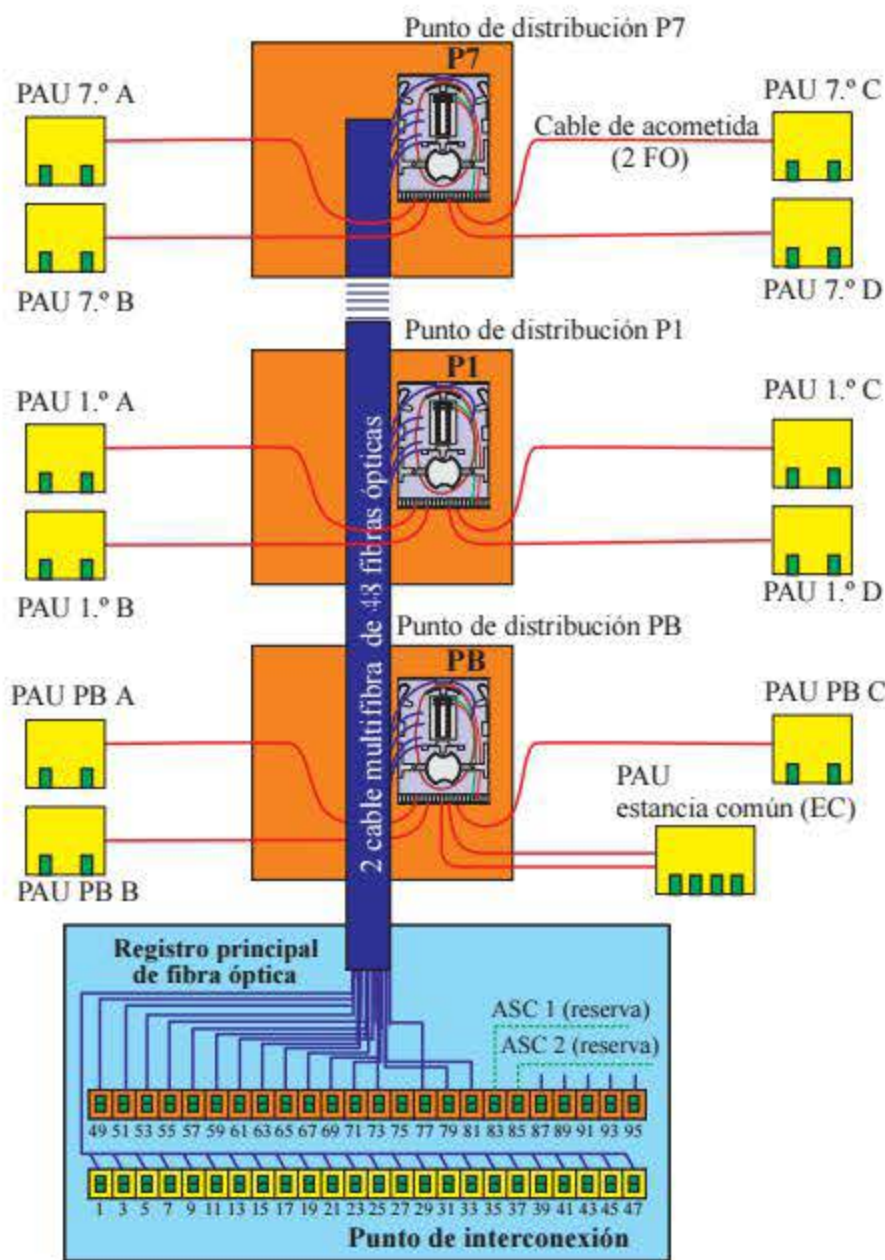
La Figura 7.52a muestra el esquema de principios de la red de fibra óptica del edificio y la Figura 7.52b muestra un ejemplo de asignación de las conexiones del punto de interconexión de la red de fibra óptica (1 acometida óptica = 2 fibras ópticas = 2 adaptadores SC/APC).

7.7. Dimensionamiento de la red interior de usuario

El dimensionamiento de la red interior de usuario es independiente de la tecnología de acceso y siempre estará formado por una red de cableado de pares trenzados y una red de fibra óptica y, si es necesario, una red de cable coaxial.

7.7.1. Número de BAT de la red interior de usuario

El diseño de la red interior de usuario se basa, tal y como se muestra en la Tabla 7.18, en el número de BAT que exige la normativa, según el número de estancias que forman cada vivienda, local comercial u oficina.



a) Esquema de principios.

Conector	PAU	Conector	PAU	Conector	PAU	Conector	PAU
1	PB A	25	2.º B	49	4.º D	73	7.º A
2	PB A	26	2.º B	50	4.º D	74	7.º A
3	PB B	27	2.º C	51	R	75	7.º B
4	PB B	28	2.º C	52	R	76	7.º B
5	PB C	29	2.º D	53	5.º A	77	7.º C
6	PB C	30	2.º D	54	5.º A	78	7.º C
7	EC	31	R	55	5.º B	79	7.º D
8	EC	32	R	56	5.º B	80	7.º D
9	EC	33	3.º A	57	5.º C	81	R
10	EC	34	3.º A	58	5.º C	82	R
11	R	35	3.º B	59	5.º D	83	ASC 1
12	R	36	3.º B	60	5.º D	84	ASC 1
13	1.º A	37	3.º C	61	R	85	ASC 2
14	1.º A	38	3.º C	62	R	86	ASC 2
15	1.º B	39	3.º D	63	6.º A	87	----
16	1.º B	40	3.º D	64	6.º A	88	----
17	1.º C	41	R	65	6.º B	89	----
18	1.º C	42	R	66	6.º B	90	----
19	1.º D	43	4.º A	67	6.º C	91	----
20	1.º D	44	4.º A	68	6.º C	92	----
21	R	45	4.º B	69	6.º D	93	----
22	R	46	4.º B	70	6.º D	94	----
23	2.º A	47	4.º C	71	R	95	----
24	2.º A	48	4.º C	72	R	96	----

b) Plan de asignación.

Figura 7.52. Esquema de principios de la red de fibra óptica del edificio.

Tabla 7.18. Número de tomas de la red interior de usuario

Tipo de usuario		Cable de pares trenzados	Red de cable coaxial	Red de cable de fibra óptica
Viviendas		1 toma/estancia (1); mínimo 2 y como mínimo se equiparán 2 BAT con 2 conectores hembra (2)	2 tomas en dos estancias diferentes de la vivienda	1 toma en el salón próxima (≤ 50 cm) a una de las BAT de cable de pares trenzados
Locales comerciales y oficinas	Distribución definida	1 toma/estancia (1) y cada toma tendrá 2 conectores hembra (2)	No se instalará red interior	No se instalará red interior
	Distribución no definida	No se instalará red interior de usuario		
Estancias o instalaciones comunes de la edificación		A criterio del proyectista, en función de las necesidades		

(1) Excluidos baños y trasteros.

(2) En el salón y otra estancia principal de la vivienda y en los locales comerciales y oficinas se instalará una BAT con dos conectores RJ-45 alimentados por acometidas de pares trenzados independientes procedentes del PAU.



En el cómputo del número de estancias debe tenerse en cuenta que los baños y los trasteros no se tienen en cuenta en el cálculo.

Sabías que...

La normativa establece dos estancias principales en cada vivienda: una de ellas es el salón y la otra a criterio del proyectista entre el resto de estancias.

7.7.2. Red interior de usuario de cable de pares trenzados

Cada una de las acometidas de cables de pares o cables de pares trenzados de la red de dispersión se terminará en una roseta hembra miniatura de 8 vías (RJ-45), que sirve como PAU de cada vivienda, local o estancia común.

Cuando la red de dispersión sea de cables de pares trenzados, tal y como se muestra en la Figura 7.53a, los 4 pares que forman el cable de pares trenzados se terminan en el conector RJ-45 hembra.

La red de cable de pares utiliza la misma red interior de usuario. En este caso, el cable de acometida de uno o dos pares de la red de dispersión se conecta a los pines 4 y 5 del conector RJ-45, tal y como se muestra en la Figura 7.53b.

El PAU se conectará a un **multiplexor pasivo**, con tantas bocas hembra RJ-45 como estancias servidas que co-

nectarán las BAT con cable de pares trenzados de categoría 6 o superior.

En el caso de viviendas, se instalará una BAT simple en cada estancia computable de la vivienda, y en el salón (considerada estancia principal) y otra de las estancias principales se instalará una BAT adicional. Las BAT adicionales de las estancias principales no se conectan al multiplexor pasivo.

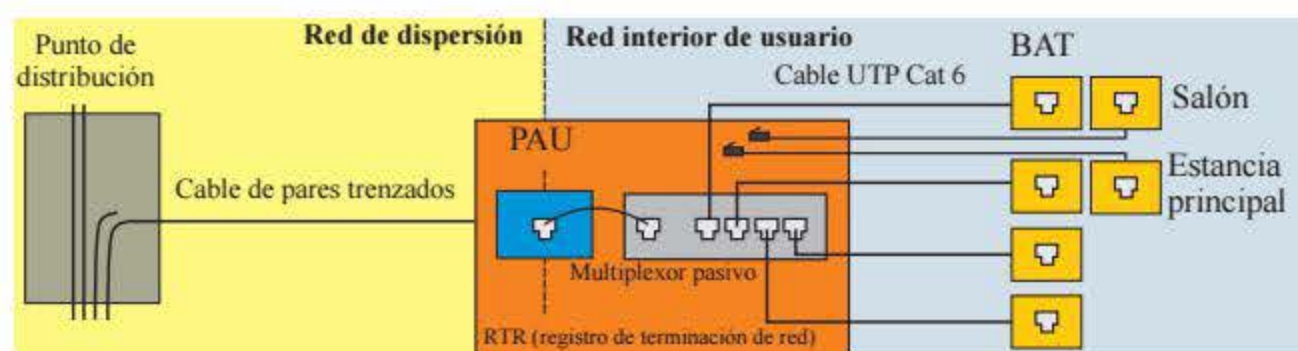
Recuerda

El multiplexor pasivo es un accesorio que proporciona continuidad entre la red de distribución y algunas de las bases de acceso de terminal (BAT) de la red interior de usuario de pares trenzados.

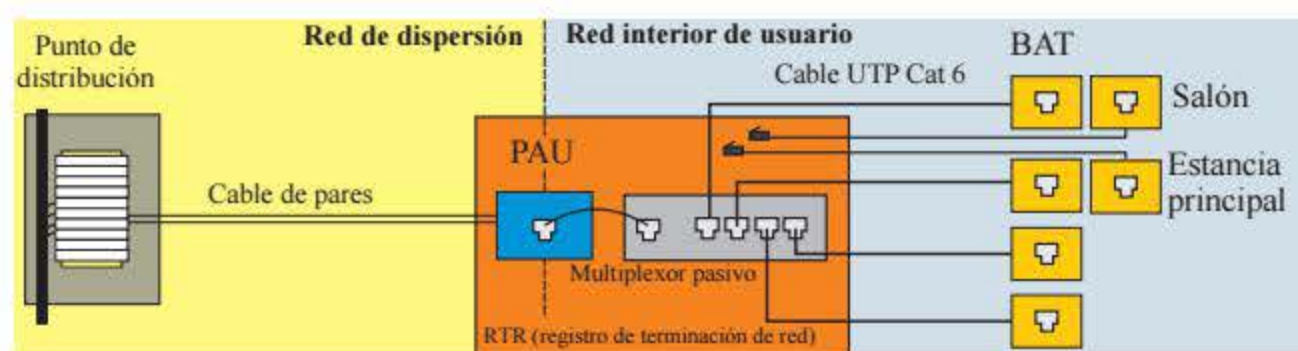
7.7.3. Red interior de usuario de cable coaxial

Independientemente de la configuración de la red de cable coaxial (en árbol-rama o en estrella) la red de dispersión del edificio finaliza en un PAU formado por un distribuidor de dos salidas, tal y como se muestra en la Figura 7.54, que conecta mediante cable coaxial las dos BAT dotadas con conector F de la red interior de usuario. Estas dos BAT se instalarán en las estancias principales de la vivienda.

Con carácter general, los cables coaxiales de la red interior de usuario serán del tipo RG-59.



a) Red de dispersión de cable de pares trenzados.



b) Red de dispersión de cable de pares.

Todos los pares conectados



PAU

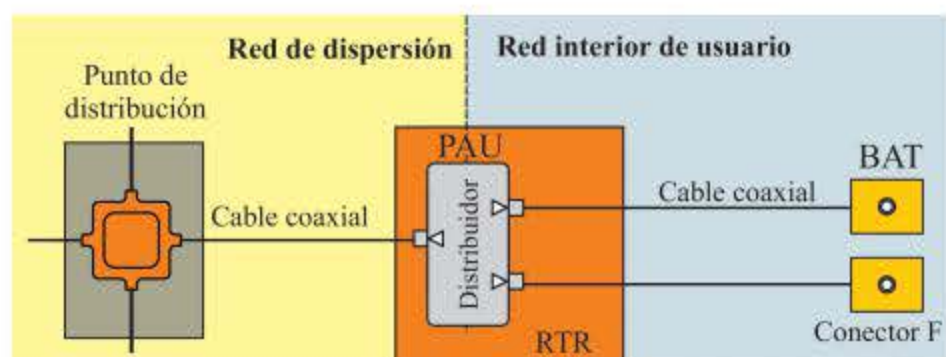
Par de reserva



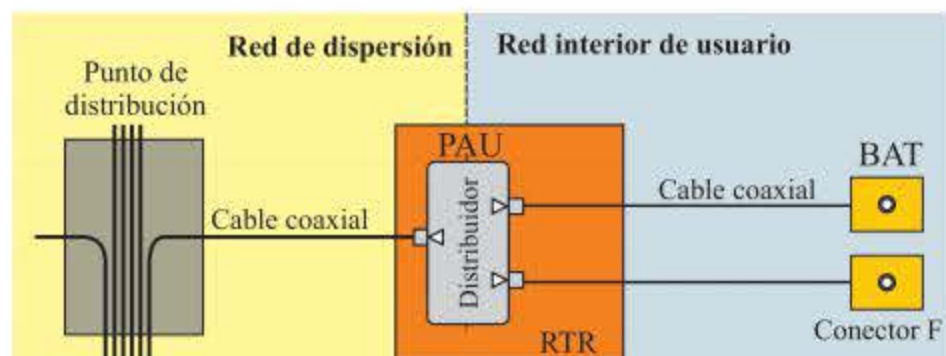
PAU

Par conectado

Figura 7.53. PAU de la red de cables de pares trenzados y red interior de usuario.



a) Distribución árbol-rama.



b) Distribución en estrella.

Figura 7.54. Red interior de usuario de la red coaxial.

Sabías que...

Los locales comerciales y las oficinas siempre utilizan BAT con dos conectores RJ-45. De esta manera cada área de trabajo dispone de una toma para telefonía y de otra toma de datos.

7.7.4. Red interior de fibra óptica

La **red interior de usuario de fibra óptica** está constituida por una única BAT, formada por una toma o roseta de fibra óptica terminada con un adaptador SC/APC.

Este adaptador estará alimentado con una acometida de fibra óptica que terminará en un conector SC/APC conectado a uno de los adaptadores SC/APC de la roseta de fibra óptica que realiza las funciones de PAU, tal y como se muestra en la Figura 7.55a.

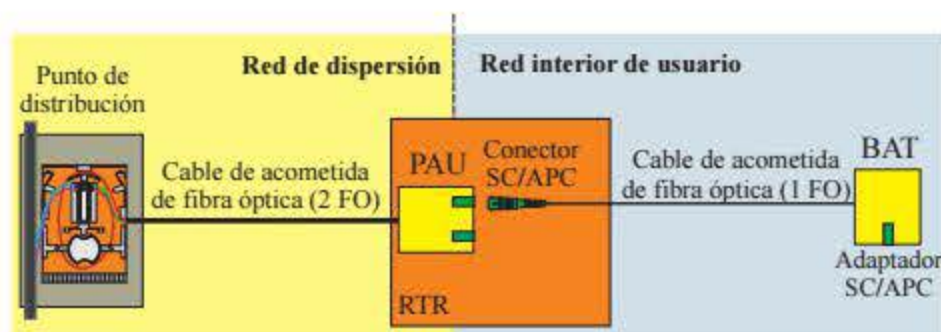
El cable de acometida de fibra óptica utilizado en la instalación de la red interior de usuario será de una fibra óptica.

La **toma de fibra óptica (BAT)** se debe instalar en el salón a una distancia no superior a 50 cm de una de las tomas de usuario RJ-45 de la red de cables de pares trenzados.

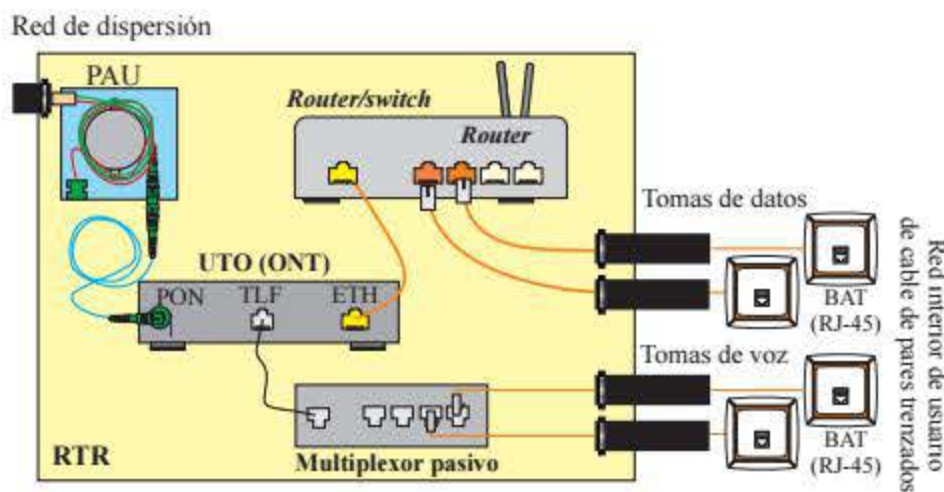
Como norma general, el operador puede instalar la **unidad de terminación de red óptica (UTO)** en el interior del registro de terminación de red, de manera que se da continuidad a la red interior de cables de pares trenzados, tal y como se muestra en la Figura 5.55b. El acceso a los servicios de telecomunicación se puede realizar conectando las tomas de la red de cables de pares trenzados a un *switch* o al *router*.

En este caso, el *router/switch* se puede instalar también en el RTR, y en ocasiones el propio *router* realizará las funciones de UTO (ONT).

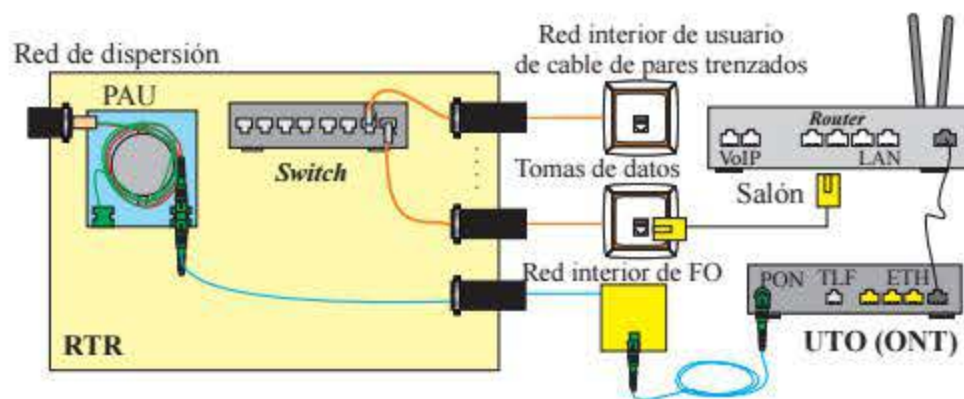
Cuando los operadores vayan a instalar la unidad de terminación de red óptica fuera del registro de terminación de red (RTR), como en el ejemplo de la Figura 5.55c, las funciones del accesorio multiplexor pasivo podrán ser asumidas, si fuese necesario para compensar posibles atenuaciones, por un dispositivo activo equivalente (*switch*) instalado en dicho registro, que disponga de puertos suficientes para dotar de conectividad a las estancias de la vivienda.



a) Red interior de usuario de fibra óptica.



b) Ejemplo de instalación de la UTO en el interior del RTR.



c) Ejemplo de instalación de la UTO fuera del RTR.

Figura 7.55. Instalación interior de usuario de FO.

7.7.5. Dimensionamiento de la red interior de usuario

Siempre que existan operadores que proporcionen servicio de las diferentes tecnologías (cable de pares/pares trenzados, cable coaxial y fibra óptica) se instalará la red interior de usuario correspondiente.

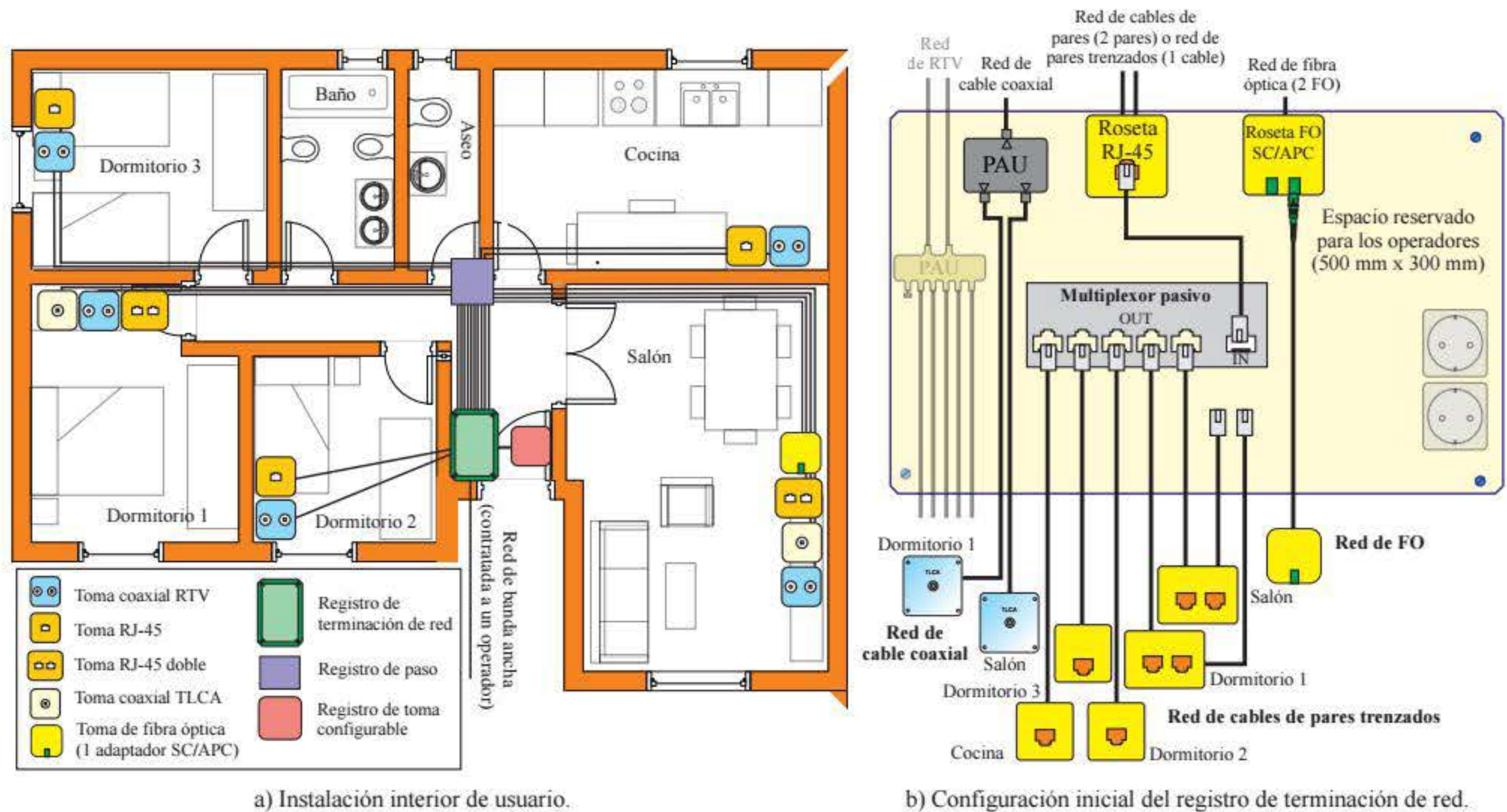


Figura 7.56. Distribución de BAT en la vivienda del ejemplo de la Figura 7.24.

El número de tomas que se debe instalar en cada tipo de red son las especificadas en la Tabla 7.18.

En la Figura 7.56a se muestra un ejemplo de diseño.

En la **red interior de cables de pares trenzados** se instalan dos tomas RJ-45 (una toma doble) en el salón y otra estancia principal (dormitorio 1). En el resto de estancias se instala una toma RJ-45.

Cada uno de los cables de pares trenzados que forman la red interior por un lado se conectan al conector RJ-45 hembra de la toma de usuario y finalizan en conectores RJ-45 macho en el registro de terminación de red.

La **red interior de cable coaxial** está formada por dos tomas de usuario con conector F, que se situarán en las dos estancias principales de la vivienda, en este caso el salón y el dormitorio principal (dormitorio 1). Cada uno de los cables coaxiales que forman la red interior finalizará en un conector F macho y se conectarán al distribuidor de dos salidas que realiza la función de PAU de esta red.

La **red interior de cable de fibra óptica** está formada por una única BAT (roseta óptica), que se instalará junto a una de las tomas RJ-45 del salón, a una distancia inferior a 50 cm. El cable de acometida (1 FO) que forma esta red finalizará en el RTR en un conector SC/APC, para su conexión a una de las salidas del PAU.

En el ejemplo se contemplan también las tomas de usuario de la **red interior de TV**, instalándose una en cada estancia.

En la Figura 7.56b se muestra la **configuración inicial** que adopta el **registro de terminación de red (RTR)** donde se alojan los diferentes PAU de las redes que acceden a la vivienda.

Cada uno de los extremos de los cables de la red interior de cable coaxial y de fibra óptica termina en su conector correspondiente en el RTR y se conecta a su respectivo PAU.

Los extremos de la red de cables de pares trenzados finalizan en un conector RJ-45 macho. En la configuración inicial una de las tomas de cada estancia se conecta al multiplexor pasivo, de manera que la toma adicional instalada en el salón y la otra estancia principal quedan sin conexión. En general, las tomas de la red de cables de pares trenzados pueden reconfigurarse, de manera que instalando un dispositivo activo (*switch/router*) se conectan las tomas en red.



Recuerda

Un edificio dispone de una red de acceso de cable de pares o de una red de acceso de cable de pares trenzados, pero no de las dos. Por eso, estos dos tipos de redes comparten la red interior de usuario de cables de pares trenzados.



Sabías que...

Los baños y trasteros no se consideran estancias computables. Otros elementos de paso, como el recibidor y los pasillos, no se consideran estancias.

7.7.6. Estancias comunes del edificio

En los casos en que existan una o más estancias comunes en un edificio, se debe establecer la previsión de la demanda, que como mínimo será de dos acometidas para el edificio, para dar servicio a estas estancias.

Aunque es necesario realizar esta previsión, el dimensionamiento de las redes interiores de usuario en las estancias comunes se definirá por el proyectista, por lo que no será exigible que dispongan de tomas de todos los servicios.

Sabías que...

Para la realización de las funciones del registro de terminación de red (RTR) de las estancias comunes se puede reservar un espacio en el interior del RITI o RITS.

7.8. Particularidades de los conjuntos de viviendas unifamiliares

La Figura 7.58 muestra la distribución típica de la red de un conjunto de viviendas unifamiliares. En este caso, la red de alimentación llegará a través de la canalización necesaria, hasta el punto de interconexión situado en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones.

La red de distribución será similar a la indicada para edificaciones de pisos, con la singularidad de que el recorrido vertical de los cables se transformará en horizontal. Los puntos de distribución podrán ubicarse en la medianería de dos viviendas, de manera alterna, de tal forma que desde cada punto de distribución se pueda prestar servicio a ambas.

Ejemplo 7.12. Instalación interior de usuario

La Figura 7.57 muestra la solución propuesta en una vivienda de tres estancias computables, que se corresponde con la del edificio del Ejemplo 7.2 de la Figura 7.17. Si se considera el comedor y el dormitorio como las estancias principales, en estas se instalará la toma de cable coaxial y la toma adicional RJ-45. Además, cada estancia dispondrá de un conector RJ-45 y de una BAT de TV. En el salón, además, se instalará una toma de fibra óptica.

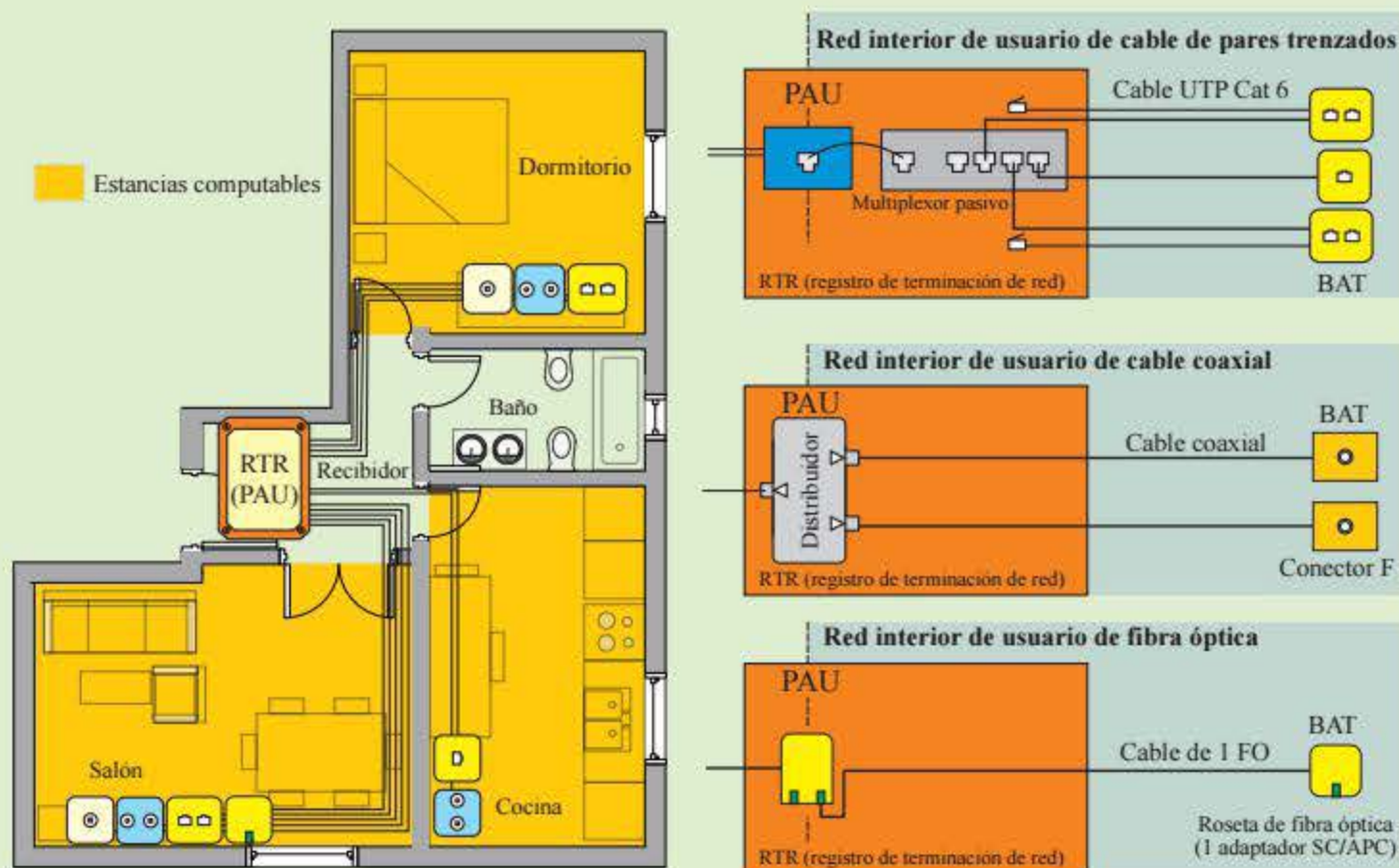


Figura 7.57. Ejemplo de red interior de usuario.

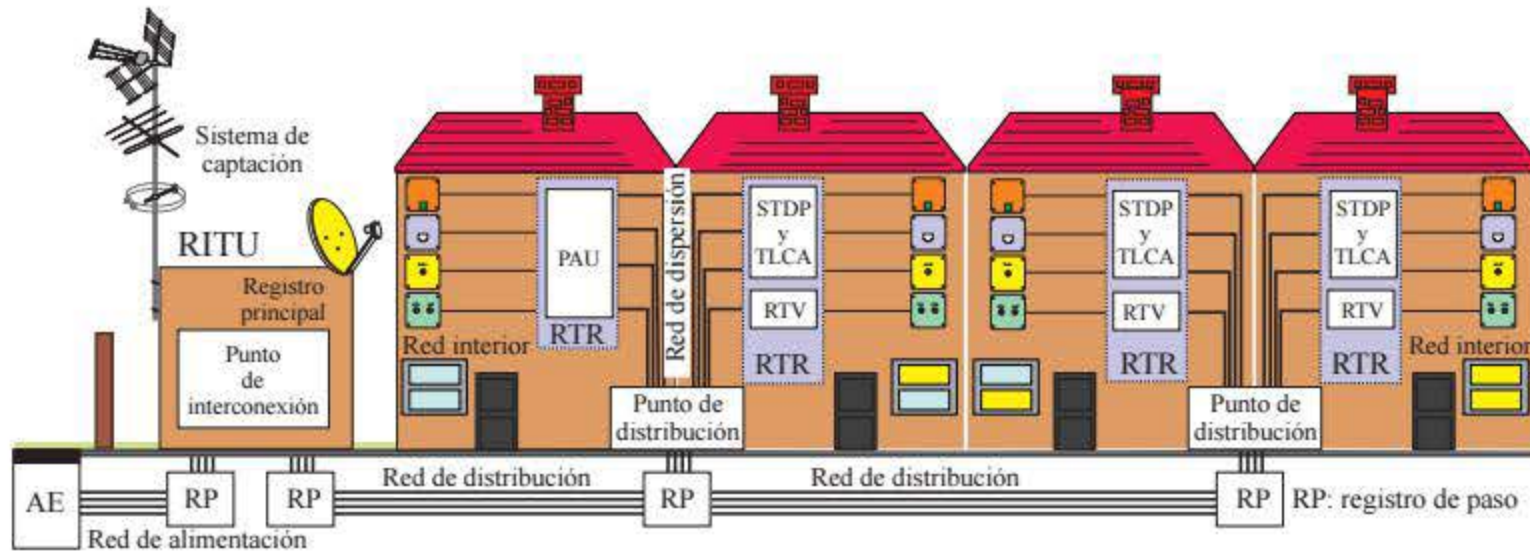


Figura 7.58. Red del conjunto de viviendas unifamiliares.

7.9. Redes de acceso a los servicios de telefonía al público y telecomunicaciones de banda ancha según el RD 401/2003

La mayoría de redes de ICT instaladas en los edificios antes de la entrada en vigor del RD 346/2011 están diseñadas según el reglamento de la ICT definido en el RD 401/2003.

7.9.1. Red de distribución y dispersión

Las redes de acceso a los servicios de telefonía y banda ancha estaban basadas en dos tecnologías: red de cables de

pares y red de cable coaxial, no existiendo las redes basadas en cable de pares trenzados ni en fibra óptica. Además, también se incluye la red de distribución de la señal de TV.

7.9.2. Red interior de usuario

Los dos tipos de red interior de usuario definidos en el RD 401/2003 son la red interior de telefonía, formada por pares de acometida interior de 1 o 2 pares, y la red de cable coaxial.

Por otro lado, la normativa exigía un número mínimo de BAT inferior a la normativa actual: una cada dos estancias de la vivienda, excluidos baños y trasteros.

La Figura 7.59a muestra el diseño típico de una red interior. El número de estancias computables es de 5, por lo que se deben instalar como mínimo 3 BAT de cada servicio. En

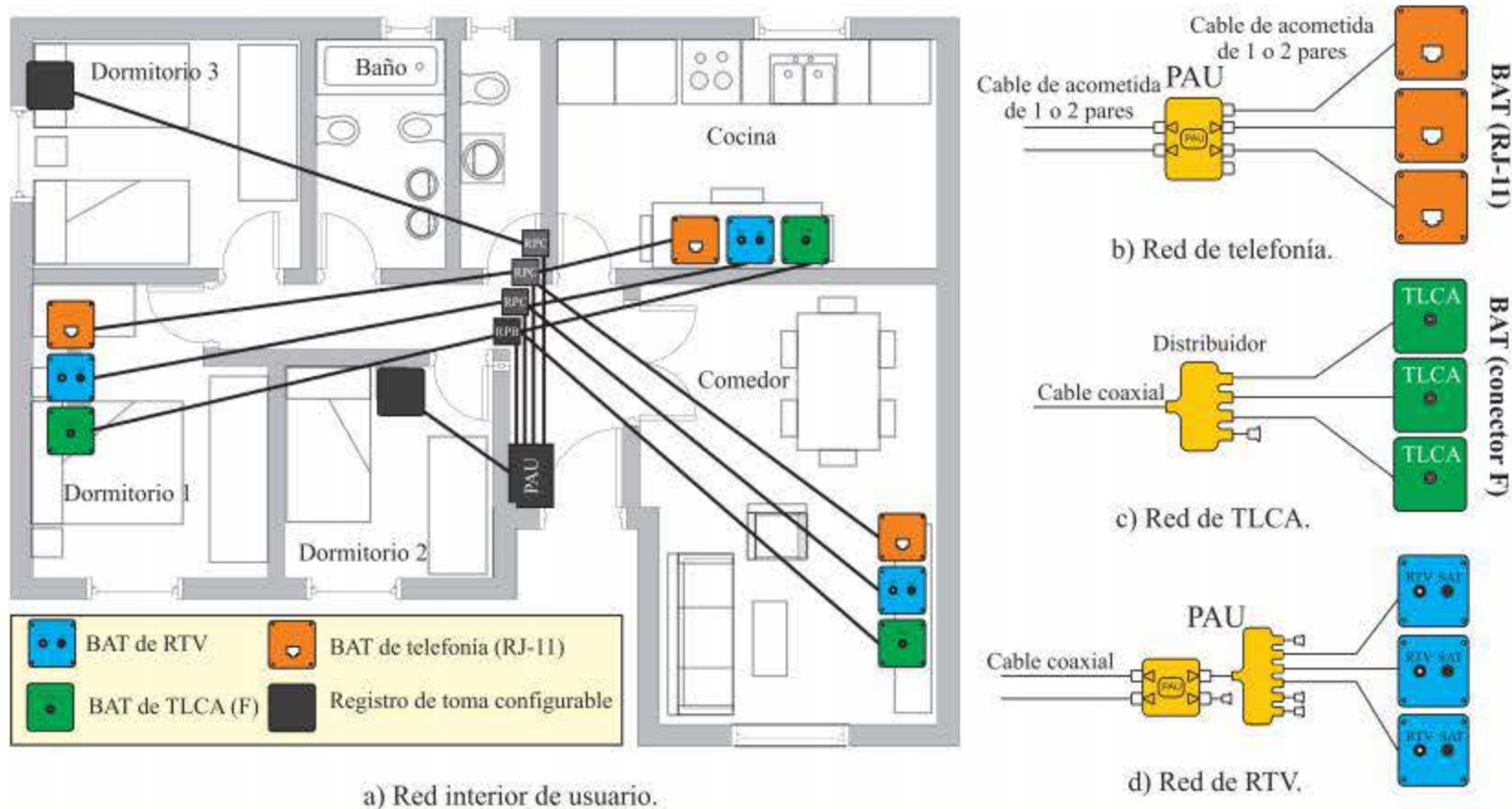


Figura 7.59. Red interior de usuario según el RD 401/2003.



aquellas estancias en las cuales no se instala una BAT de ningún servicio, se instala un registro de toma de previsión que en cualquier momento puede reconfigurarse para instalar una toma del servicio deseado, ya que incorpora una canalización vacía desde el PAU hasta dicho registro.

La red interior para el acceso de telefonía mostrada en la Figura 7.59b está basada en cable de uno o dos pares y las BAT son tomas de telefonía tradicionales (RJ-11) cuyo aspecto se muestra en la Figura 7.60. El PAU telefónico que se muestra en la Figura 7.61 permite elegir una de las dos líneas previstas en la red y distribuye en estrella la instalación interior hasta cada una de las BAT, que incluyen un conector RJ-11, clásico de los servicios de telefonía.

Las BAT de la red de cable coaxial están dotadas de conectores F (Figura 7.59c). Las redes de acceso a los servicios de telefonía y banda ancha conviven con la red de TV que se muestra en la Figura 7.59d.



Figura 7.60. BAT del servicio de telefonía.



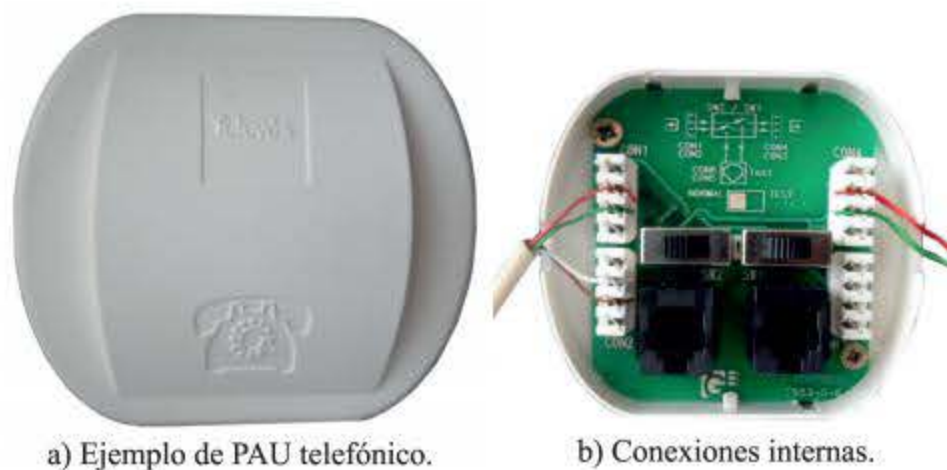
Sabías que...

La BAT de la red interior de pares está dotada de conector hembra de tipo Bell de 6 vías, es decir, un conector RJ-11.



Recuerda

La estructura de las redes de acceso mediante cable de pares y cable coaxial definidas en el RD 401/2003 no difiere significativamente de la estructura de las mismas redes definidas en el RD 346/2011, utilizándose los mismos elementos.



a) Ejemplo de PAU telefónico.

b) Conexiones internas.

Figura 7.61. PAU de telefonía.

7.10. Certificación y protocolo de pruebas de una ICT

Una vez finalizada la instalación, el instalador de telecomunicaciones debe verificar que la instalación es correcta.

Para ello debe completar el **protocolo de pruebas** de la instalación y realizar las medidas y comprobaciones que se indican para comprobar que la red cumple con los requisitos establecidos en la normativa.

La comprobación y verificación debe realizarse sobre cada una de las partes que forman la red de los diferentes servicios, así como sobre las redes interiores de usuario.

El **anexo II** del reglamento de la ICT establece las características técnicas mínimas que deben cumplir las infraestructuras comunes de telecomunicaciones (ICT) destinadas a proporcionar el acceso a los servicios de telefonía disponible al público (STDP) y a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha (STBA) prestados por operadores habilitados para el establecimiento y explotación a través de redes públicas de comunicaciones.

Las tecnologías definidas en el nuevo reglamento para el acceso a estos servicios son las siguientes:

- Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares o cables de pares trenzados.
- Tecnologías de acceso basadas en redes de cables coaxiales.
- Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de fibra óptica.

La **red de acceso** se divide en **red de alimentación**, **red de distribución**, **red de dispersión** y **red interior de usuario**. En la red se definen **elementos de conexión**: punto de interconexión, punto de distribución, punto de acceso al usuario (PAU) y base de acceso de terminal (BAT).

El diseño y dimensionado de las diferentes redes de la ICT vendrán condicionados por la presencia de los operadores de servicio en la localización de la edificación y por la tecnología de acceso que utilicen esos operadores. Para el diseño de cada tipo de red se deben tener en cuenta los criterios de la previsión de la demanda.

Las características básicas de la **red de cables de pares**, configurada en estrella, son el punto de interconexión formado por regletas de 10 pares, la red de distribución de cables multipares y en ocasiones de cables de acometida de uno o dos pares, el punto de distribución formado por regletas de 5 o 10 pares, la red de dispersión de cables de acometida de uno o dos pares y el PAU constituido por un conector RJ-45 hembra.

Las características básicas de la **red de cables de pares trenzados**, configurada en estrella, son el punto de interconexión formado por paneles de conexión RJ-45, la red de distribución y dispersión de cable UTP de categoría 6, siendo el punto de distribución un lugar de paso, y el PAU constituido por un conector RJ-45 hembra.

Las características básicas de la **red de cable coaxial**, configurada en estrella o en árbol-rama, son el punto de interconexión formado por distribuidores, la red de distribución y dispersión de cable coaxial, el punto de distribución formado por derivadores en el caso de distribución en árbol-rama y lugar de paso para la configuración en estrella y el PAU constituido por un distribuidor inductivo de dos salidas.

Las características básicas de la **red de fibra óptica**, configurada en estrella, son el punto de interconexión formado por una caja de interconexión de cables de fibra, la red de distribución de cables multifibra (o cables de dos fibras), la red de dispersión de cables de dos fibras, el punto de distribución formado por cajas de segregación y el PAU constituido por una roseta óptica.

La **red interior de usuario** de la ICT está formada por una red de cable de pares trenzados, una red de fibra óptica y, en ocasiones, una red de cable coaxial. En la **red interior de cables de pares trenzados** se instala una BAT con conectores RJ-45 en cada estancia computable y una BAT adicional en el salón y en otra estancia principal. En la **red interior de fibra óptica** se instala una roseta de FO con un adaptador SC/APC en el salón, cerca de una de las tomas RJ-45 de la red de cables de pares trenzados. Cuando se instala una **red interior de cable coaxial** es necesario instalar dos BAT dotadas con conector F, una en cada una de las dos estancias principales de la vivienda.

Una vez finalizada la instalación, el instalador de telecomunicaciones debe verificar que la instalación es correcta, para lo cual debe completar el **protocolo de pruebas** de la instalación y realizar las medidas y comprobaciones que se indican.



Actividades de comprobación

7.1. ¿Qué elemento de la red delimita las responsabilidades en cuanto a la generación, localización y reparación de averías entre la propiedad de la edificación o la comunidad de propietarios y el proveedor de servicios?

- a) Punto de acceso de usuario.
- b) Punto de distribución.
- c) Punto de interconexión.
- d) Base de acceso de terminal.

7.2. El número teórico de pares de la red de distribución de cables de pares resulta de 115. ¿Cuántos cables y de qué tipo se deben escoger?

- a) 1 cable de 125 pares.
- b) 2 cables: uno de 75 pares y otro de 50 pares.
- c) 2 cables: uno de 100 pares y otro de 25 pares.
- d) Existe más de una respuesta correcta.

7.3. ¿Qué tipo de regletas, como norma general, se puede utilizar en el punto de interconexión de la red de cables de pares?

- a) Regletas de 5 pares.
- b) Regletas de 10 pares.
- c) Regletas de 5 o 10 pares.
- d) Este tipo de red no utiliza regletas en el punto de interconexión.

7.4. ¿En qué caso la red de distribución/dispersión puede realizarse con cable de 1 o 2 pares desde el punto de interconexión instalado en el registro principal hasta el PAU?

- a) En edificios de viviendas unifamiliares.
- b) En edificios con una red de distribución/dispersión ≤ 10 pares.
- c) En edificios con una red de distribución/dispersión ≤ 30 pares.
- d) En edificios con una red de distribución/dispersión ≤ 50 pares.

7.5. ¿En qué punto de la red pueden utilizarse, como norma general, regletas de conexión como las mostradas en la Figura 7.62?

- a) Solo en el punto de interconexión.
- b) Solo en el punto de distribución.

- c) Se pueden utilizar tanto en el punto de distribución como en el punto de interconexión.
- d) En el PAU.



Figura 7.62. Regleta de conexión.

7.6. ¿Cuántos pares tienen los cables de pares utilizados en las instalaciones de ICT?

- a) 50 pares.
- b) 75 pares.
- c) 100 pares.
- d) Todas las respuestas anteriores son correctas.

7.7. ¿Qué elemento representa la imagen de la Figura 7.63 en una red de cables de pares trenzados?

- a) Roseta hembra de 8 vías (RJ-45), que realiza las funciones de PAU de cada vivienda.
- b) Conector RJ-45 hembra de 8 vías de la BAT de la red interior de usuario.
- c) Conector hembra de 8 vías (RJ-45) de un panel de conexiones del punto de interconexión.
- d) Todas las respuestas anteriores son correctas.



Figura 7.63. Conector.

- 7.8.** ¿Cuál es la distancia entre el punto de interconexión y el punto de acceso al usuario más alejado recomendado para la utilización de redes de cables de pares?
- > 100 m.
 - < 100 m.
 - > 500 m.
 - < 500 m.
- 7.9.** ¿Cuál será el número teórico de pares mínimo de la red de distribución para el servicio de telefonía al público (STDP), realizado con cable de pares, de un edificio de 4 plantas y 2 viviendas por planta?
- 8 pares.
 - 16 pares.
 - 20 pares.
 - 29 pares.
- 7.10.** ¿Qué elemento forma el PAU de una red de cables coaxiales?
- Caja de segregación.
 - Derivador.
 - Distribuidor.
 - Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.
- 7.11.** ¿Qué tipo de cable debe utilizarse en la red interior de usuario de cable coaxial?
- RG-59.
 - RG-11.
 - RG-9.
 - RG-45.
- 7.12.** ¿Qué dispositivo permite la delimitación de responsabilidades en cuanto a la generación, localización y reparación de averías entre la propiedad de la edificación o la comunidad de propietarios y el usuario final del servicio?
- BAT (base de acceso de terminal).
 - PAU (punto de acceso al usuario).
 - PI (punto de interconexión).
 - Todas las respuestas anteriores son correctas.
- 7.13.** ¿Cómo se distribuye la red de cable de pares trenzados hasta el PAU de cada usuario?
- Red en bus.
 - Red en estrella.
 - Red en árbol-rama.
 - Las respuestas b) y c) son correctas.
- 7.14.** ¿A partir de qué número de PAU se utiliza una distribución en árbol-rama en la red de cable coaxial?
- 10 PAU.
 - 15 PAU.
 - 30 PAU.
 - Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.
- 7.15.** ¿Qué tipo de cables coaxiales se utiliza en la red de acceso de esta tecnología?
- Cables de acometida de 1 o 2 pares.
 - Cable coaxial de tipo RG-6, RG-11 y RG-59.
 - Cable de fibra monomodo del tipo G.657, categoría A2 o B3.
 - Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.
- 7.16.** ¿Cuántas salidas F debe tener el distribuidor inductivo que realiza la función de PAU de la red de cables coaxiales?
- 1.
 - 2.
 - 4.
 - Tantas como estancias computables tenga la vivienda.
- 7.17.** ¿Qué tipo de red utiliza cajas de segregación en el punto de distribución?
- Red de cable de pares.
 - Red de cable de pares trenzados.
 - Red de cable coaxial.
 - Red de fibra óptica.
- 7.18.** ¿Qué elemento realiza las funciones de punto de acceso al usuario (PAU) en una red constituida por cables de fibra óptica?
- Roseta hembra miniatura de 8 vías (RJ-45).
 - Distribuidor inductivo de dos salidas simétrico terminadas en un conector de tipo F hembra.
 - Roseta con adaptadores SC/APC.
 - Roseta hembra miniatura de 4 vías (RJ-11).

- 7.19.** ¿Cuál es el número máximo de registros principales (puntos de interconexión) que puede necesitar un edificio?
- 1.
 - 2.
 - 3.
 - 4.
- 7.20.** ¿A partir de qué número de PAU máximo se puede realizar la red de distribución de fibra óptica mediante cables de acometida de dos fibras?
- 10.
 - 20.
 - 30.
 - 50.
- 7.21.** ¿Qué tecnología se utiliza para realizar la red interior de usuario de una red de acceso del edificio basada en cables de pares?
- Cable de un par.
 - Cable de pares trenzados.
 - Cable coaxial.
 - Fibra óptica.
- 7.22.** ¿Qué tipo de tecnología no se utiliza en la red interior de usuario de una ICT?
- Cable de pares.
 - Cable de pares trenzados.
 - Cable coaxial.
 - Cable de fibra óptica.



Actividades de aplicación

- 7.1. Equipamiento mínimo de los instaladores de telecomunicación.** Repasa la lista del equipamiento mínimo que debe disponer un instalador de telecomunicaciones de tipo A y de tipo F. Justifica en qué tipo de red se utiliza cada equipo y realiza una breve descripción de su función.
- 7.2. Red de cable de pares.** La Figura 7.64 representa el esquema de principios de una red de acceso al servicio de telecomunicaciones de telefonía disponible al público y de banda ancha, basada en cable de pares:
- Realiza una búsqueda del material necesario para realizar la instalación y rellena la Tabla 7.19.
 - Considerando que en la planta baja hay tres locales y una estancia común y en el resto de plantas hay viviendas, justifica la correcta elección de un cable de 50 pares para la red de distribución.
 - Sabiendo que el punto de interconexión está formado por 5 regletas de conexión de 10 pares, completa la asignación del cable de pares de la Tabla 7.20.

Tabla 7.19. Material necesario en la instalación de la red de cable de pares

Punto	Elemento	Fabricante	Referencia	Descripción
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Tabla 7.20. Tabla de asignación de pares

Par	Asignación	Par	Asignación	Par	Asignación	Par	Asignación	Par	Asignación
1		11		21		31		41	
2		12		22		32		42	
3		13		23		33		43	
4		14		24		34		44	
5		15		25		35		45	
6		16		26		36		46	
7		17		27		37		47	
8		18		28		38		48	
9		19		29		39		49	
10		20		30		40		50	

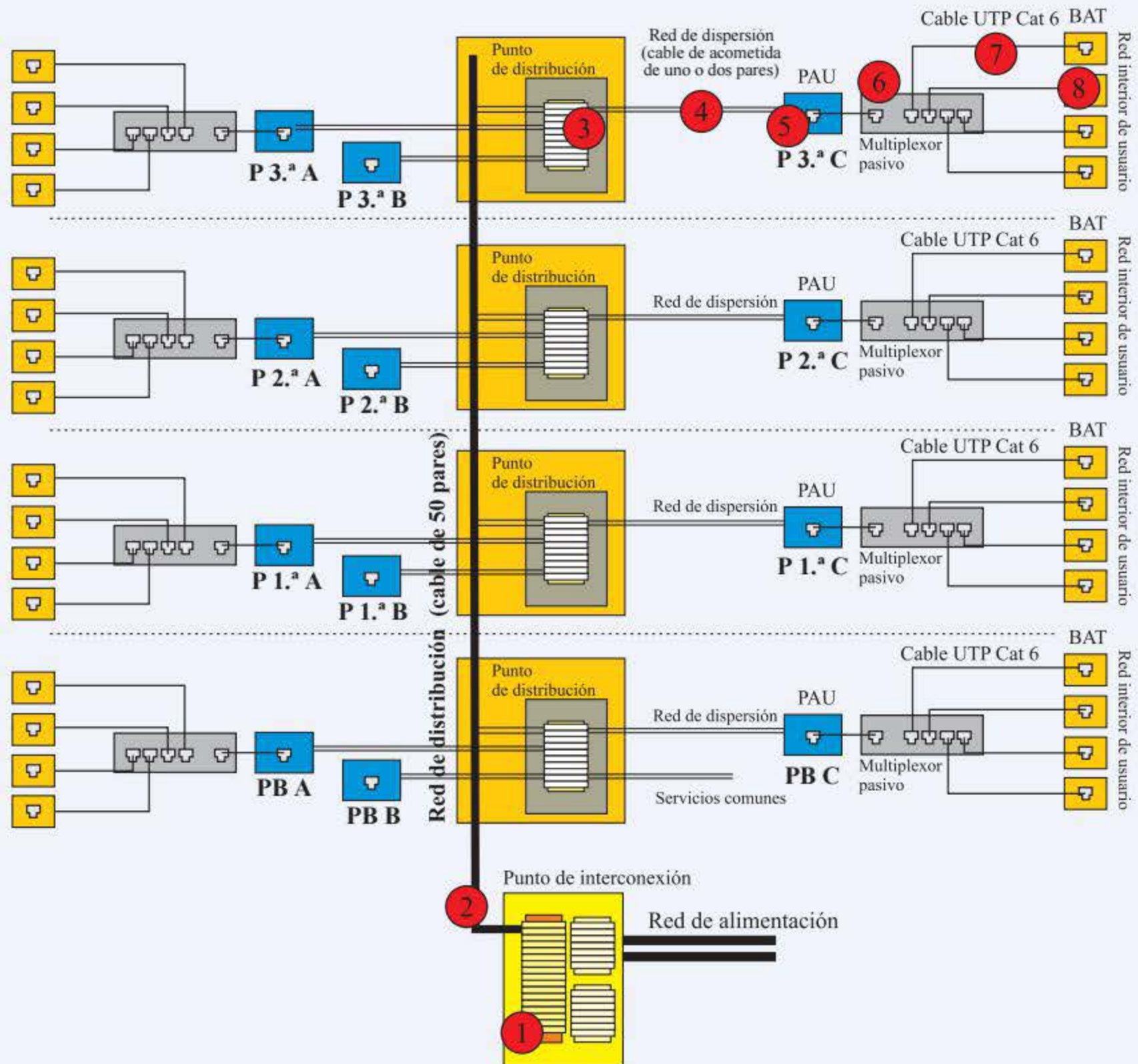


Figura 7.64. Esquema de principios de la red de cables de un edificio.

7.3. Diseño de la red de cable de pares de un edificio. Se desea realizar el diseño de la red de acceso a los servicios de telefonía y de telecomunicaciones de banda de la instalación del edificio de la Figura 7.65 con 4 viviendas por planta (planta 1.^a a planta 3.^a) y locales comerciales de 90 m² en la planta baja, donde todavía no se ha decidido su distribución interna. El edificio dispone de un ascensor, pero no tiene ninguna estancia común.

Después del intercambio de información con los operadores de la zona se decide realizar la instalación con cables de pares.

a) Identifica el nombre de los elementos de la red de cables de pares señalados en la Figura 7.65.

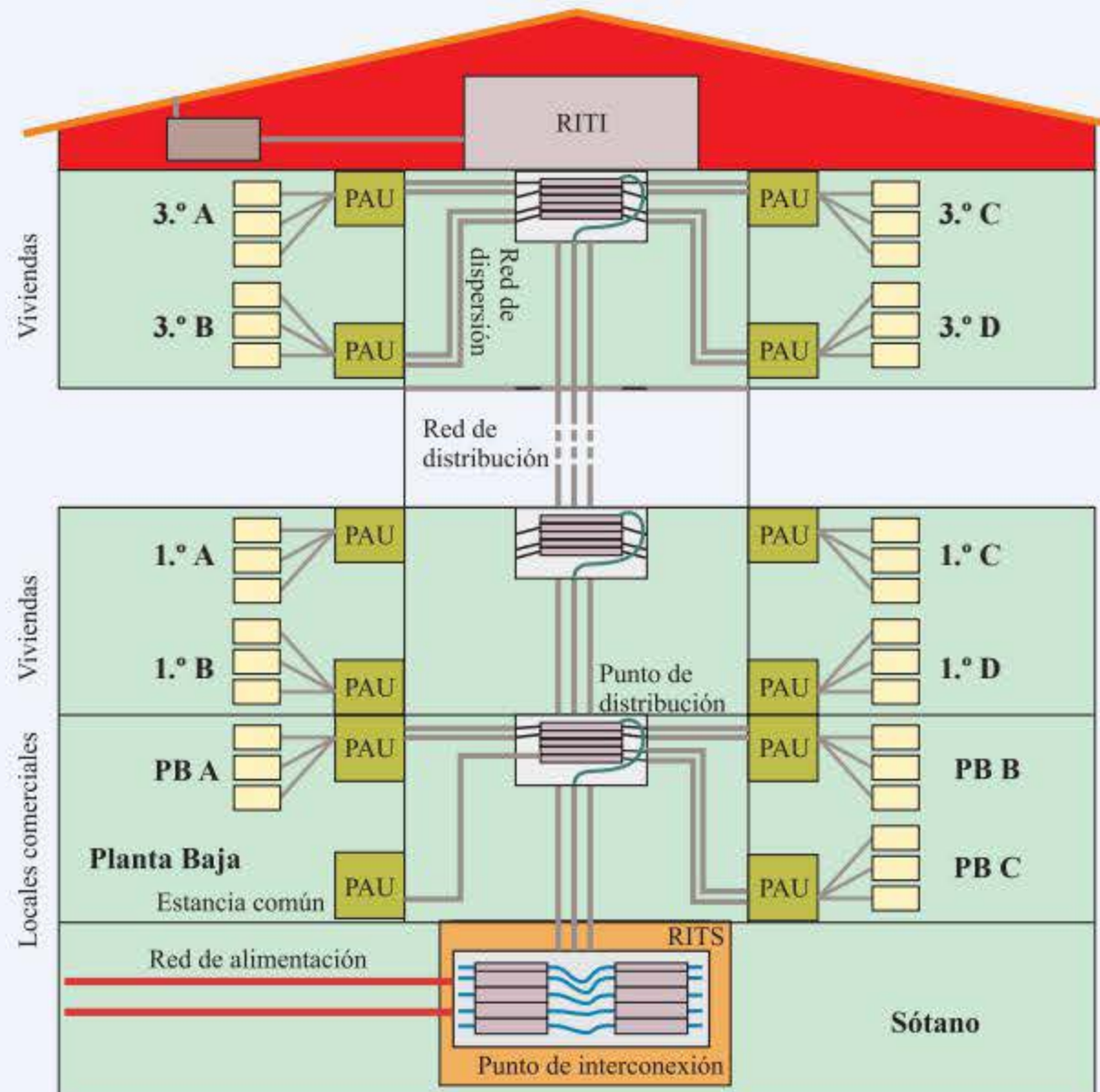


Figura 7.65. Red de distribución de pares del edificio bajo estudio.

- b) Dimensionamiento de las redes de distribución, de dispersión e interior de usuario. Determina:
- Previsión de la demanda.
 - Red de distribución: cable normalizado a utilizar.
 - Punto de interconexión: número de regletas y tipo.
 - Punto de distribución: número de regletas por planta y tipo.
 - Red de dispersión: número de cables de acometida interior a distribuir por planta.
 - Red interior de usuario: características del PAU.
- c) La red de acceso a los servicios de banda ancha, según la normativa, se debe realizar con cables de pares o con cables de pares trenzados. Justifica si la red de acceso del edificio se puede realizar mediante cables de pares trenzados en lugar de cables de pares.
- d) Si se decide realizar la instalación con cable de pares trenzados, determina:
- Previsión de la demanda de cables de pares trenzados.
 - Red de distribución y dispersión: número de cables y tipo de cable.
 - Red interior de usuario: características del PAU.

- e) Busca información (fabricante y referencia) de los elementos necesarios para la instalación de la red de cables trenzados, desde el punto de interconexión hasta el PAU de la red interior de usuario:
- Punto de interconexión: paneles de conexión.
 - Red de distribución: cables de pares trenzados.
 - Punto de distribución. ¿Es necesario algún elemento? ¿Cuál?
 - Red de dispersión. Cables de pares trenzados.
 - Punto de acceso al usuario (PAU).

7.4. Red interior de usuario. En el edificio de la Figura 7.65 existen dos viviendas tipo diferentes, cuya distribución en planta se muestra en los planos de la Figura 7.66. Realiza el diseño de la red interior de usuario de cables de pares trenzados, la red interior de usuario de fibra óptica y la red interior de usuario de la red de cable coaxial.

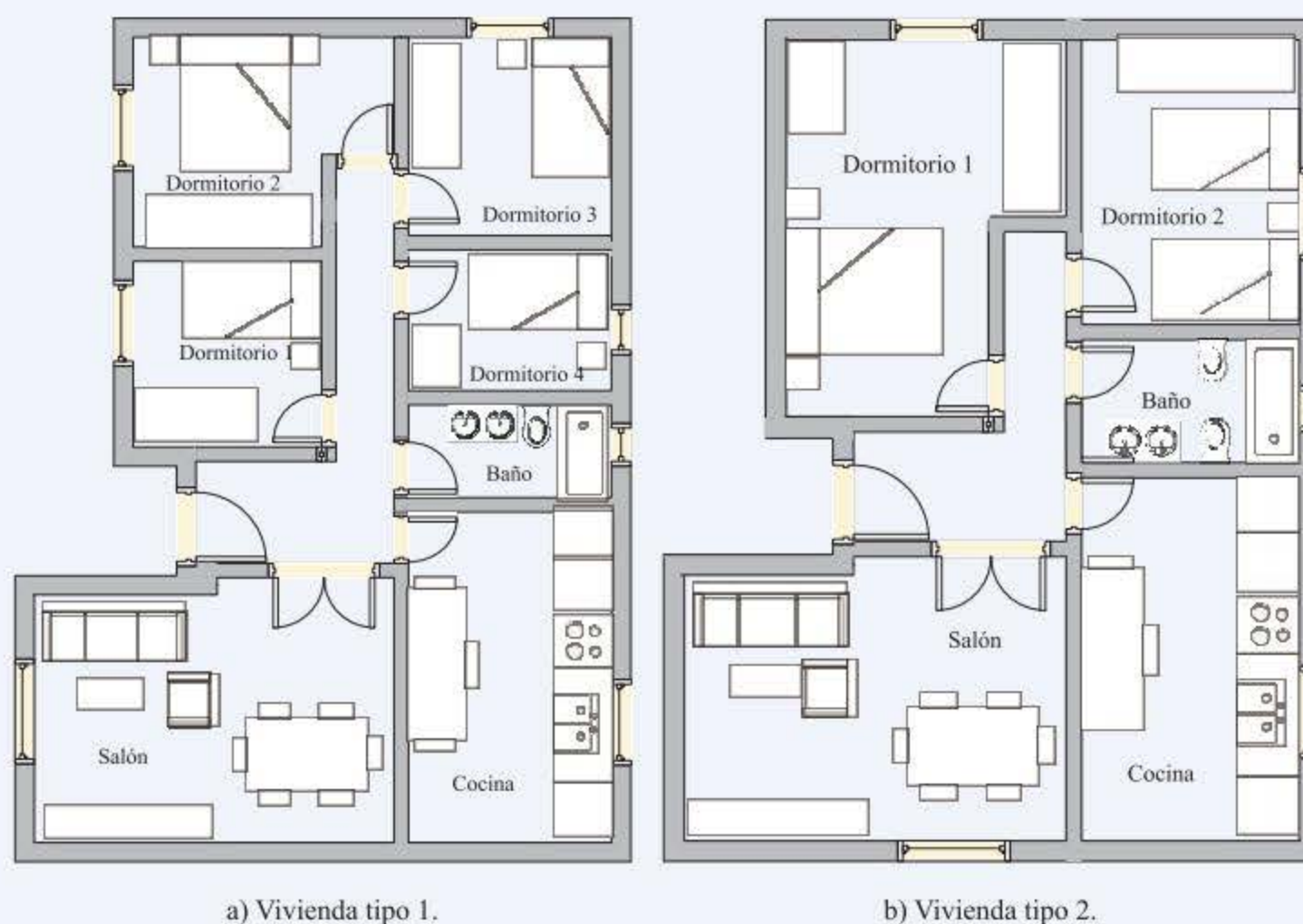


Figura 7.66. Planta tipo de las viviendas del edificio bajo estudio.

- 7.5. Diseño de la red de cable coaxial de un edificio.** Debido a la presencia de los operadores de servicio en la localización del edificio de la Figura 7.65 que utiliza la tecnología de acceso de cable coaxial, realiza el dimensionado de la red de acceso a los servicios de telecomunicaciones de dicho edificio.
- 7.6. Diseño de la red de cables de fibra óptica.** Debido a la presencia de los operadores de servicio en la localización del edificio de la Figura 7.65 que utiliza la tecnología de acceso de fibra óptica, realiza el dimensionado de la red de acceso a los servicios de telecomunicaciones de dicho edificio.
- 7.7. Tabla de asignación de pares del punto de interconexión.** Para la instalación de ICT utilizada en el aula taller, completa la asignación de cables para cada una de las tecnologías utilizadas.
- 7.8. Protocolo de prueba de una instalación.** A partir del apartado dedicado a las redes de acceso al servicio de telefonía disponible al público y de las telecomunicaciones de banda ancha del protocolo de pruebas de una instalación, enumera las verificaciones y las medidas que debes realizar una vez finalizada una instalación.
- 7.9.** Realiza el diseño de las redes interiores de usuario de la Figura 7.66 siguiendo los criterios definidos en el RD 401/2003 de la ICT.



Actividades de ampliación

- 7.1. Enumera el nombre de los diferentes tramos en los que se divide la red de acceso a los servicios de telefonía y de banda ancha presente en un edificio.
- 7.2. ¿Cuántos tipos de redes interiores de usuario prevé la ICT?
- 7.3. ¿En qué tipo de edificios se utilizan directamente cables de 1 o 2 pares como red de distribución de la red de cables de pares?
- 7.4. Para la red de cables de pares de un edificio, selecciona el cable de pares o cables de acometida necesarios para las siguientes previsiones de la demanda:
 - a) Edificio 1: previsión de la demanda de 20 líneas.
 - b) Edificio 2: previsión de la demanda de 40 líneas.
 - c) Edificio 3: previsión de la demanda de 85 líneas.
 - d) Edificio 4: previsión de la demanda de 105 líneas.
- 7.5. Indica qué dispositivo realiza las funciones de punto de acceso al usuario para cada una de las redes de acceso del edificio de una ICT.
- 7.6. ¿Qué función realiza la BAT en una red? Indica los tipos de BAT en función del tipo de red interior de usuario de una vivienda.
- 7.7. Cómo mínimo, ¿cuántas bocas hembra miniatura de 8 vías (RJ-45) tendrá el multiplexor pasivo de la red interior de pares trenzados de una vivienda?
- 7.8. Indica qué puntos de la red permiten delimitar la responsabilidad entre los diferentes agentes que intervienen en la red de un edificio: operador del servicio, propiedad de la edificación (comunidad de vecinos) y propiedad de la vivienda (usuario).
- 7.9. ¿Qué objetivo tiene multiplicar por el factor 1,2 la cifra de la demanda prevista en la mayoría de las tecnologías de acceso al edificio? ¿En qué tecnología no se utiliza este factor?
- 7.10. ¿De qué categoría son los componentes que forman la red de pares trenzados del edificio?
- 7.11. ¿Qué tecnologías de un edificio utilizan los registros secundarios como meros elementos de paso?
- 7.12. Las redes que forman la ICT se unen entre sí en diferentes puntos. Indica cuál es la función de los siguientes puntos definidos en la ICT:
 - a) Punto de interconexión.
 - b) Punto de distribución.
 - c) Punto de acceso al usuario.
 - d) Base de acceso de terminal.
- 7.13. ¿Qué función tiene la caja de segregación de fibra óptica? ¿Dónde se instala?
- 7.14. ¿Qué sucede si los operadores de una determinada zona no tienen previsto utilizar para proporcionar servicios de telecomunicación a sus usuarios redes de cable coaxial?
- 7.15. ¿Es necesario dejar cableado de reserva en los registros secundarios de las redes de fibra óptica y par trenzado? ¿Y en el resto de tecnologías?
- 7.16. ¿Desde qué zonas accede a los inmuebles la red de alimentación? ¿A quién pertenece esta red?
- 7.17. ¿Qué elementos se instalan en el interior del recinto de instalaciones de telecomunicación inferior (RITI)?

- 7.18.** ¿Cuál es el mínimo número de tomas de cada tipo que deben instalarse en un apartamento con cocina americana y salón-dormitorio, es decir, una sola estancia computable a efectos de ICT?
- 7.19.** ¿Cuál es la previsión de la demanda y el dimensionamiento de la red interior en las estancias comunes de una edificación?
- 7.20.** ¿Cuántas líneas de telefonía puede contratar el usuario de una ICT sin necesidad de realizar ninguna modificación en la red de acceso? ¿Qué debería hacer el propietario de una vivienda si necesita instalar una línea adicional en la vivienda?
- 7.21.** ¿Cuántos operadores de telefonía pueden dar acceso a sus redes en el mismo edificio?
- 7.22.** ¿En qué red no es necesario dejar acometidas de reserva en el punto de distribución?
- 7.23.** Relaciona cada uno de los elementos de interconexión listados en la Tabla 7.21 con los puntos de la red de acceso a los servicios de telefonía y banda ancha donde se instala. Indica en qué tipo de tecnología se utiliza cada uno de ellos.

Tabla 7.21. Elementos de conexión de las redes de un edificio

Elemento	Punto de la red	Tipo de red
Panel para la conexión de cables de pares trenzados con conectores de 8 cables por un lado y una entrada RJ-45 por el otro		
Roseta con adaptadores SC/APC		
Conector RJ-45 macho miniatura de 8 vías		
Base terminal RJ-45 hembra, individual o múltiple		
Conector hembra miniatura RJ-45 de 8 vías		
Carga tipo F antiviolable		
Cajas de interconexión de fibra óptica (entrada y salida) de 8, 16, 32 o 48 conectores con adaptador SC/APC		
Caja de segregación de fibra óptica (interior de 4 o 8 fibras)		
BAT con conector F		
Empalmes mecánicos de fibra óptica		
Latiguillos RJ-45		
Multiplexor pasivo con conectores RJ-45 (8 vías)		
Regletas de conexión de 5 pares		

- 7.24.** Las diferentes tecnologías diferencian la red de distribución de la red de dispersión, utilizando elementos para conectar los diferentes medios de transmisión utilizados en cada tramo. En los edificios pequeños la mayoría de tecnologías integran la red de dispersión y distribución en un único tramo, conectando directamente el punto de interconexión con el PAU de cada usuario. Indica las condiciones que se deben cumplir en la red de distribución/dispersión de cada tecnología para simplificar el diseño de la red:
- Cable de pares.
 - Cable de pares trenzados.
 - Cable coaxial.
 - Cable de fibra óptica.
- 7.25.** ¿Bajo qué reglamento se regían las ICT instaladas antes de la aprobación del RD 346/2011?

7.26. La Figura 7.67 muestra el esquema de principios de la red de cables de pares trenzados de un edificio. Completa el plan de asignación de pares y comprueba que el diseño de la instalación es correcto teniendo en cuenta que el edificio está destinado principalmente a viviendas. Considera que el edificio dispone de un ascensor.

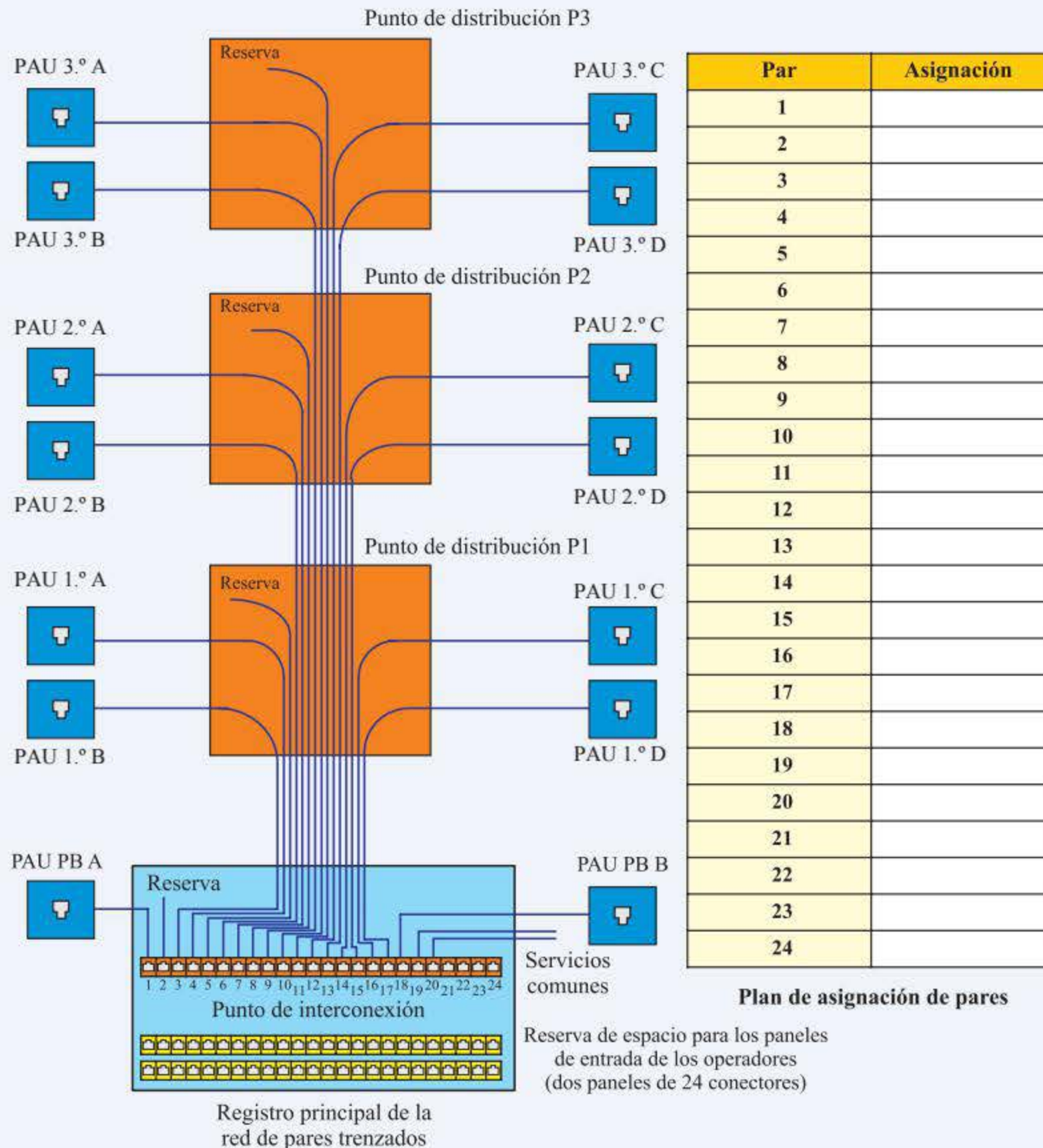


Figura 7.67. Ejemplo de red de cables de pares trenzados.

- 7.27.** Resume las principales diferencias entre la red interior de usuario de una ICT según el RD 346/2011 y de una ICT según el RD 401/2003.
- 7.28.** ¿Qué tipo de BAT se utiliza en la red interior de usuario de una ICT instalada bajo el RD 401/2003? ¿Qué características tiene el PAU que se utiliza en esta instalación?
- 7.29.** En relación con la red de FO de un edificio, contesta las siguientes cuestiones:
- ¿Qué diferencia fundamental existe entre el cable de acometida que se instala en la red de dispersión y el cable de acometida de la red interior de usuario?
 - ¿Cuál es la principal diferencia entre el PAU y la BAT de una red de fibra óptica?

7.30. Identifica los dispositivos y las características de los materiales utilizados en cada una de las redes de acceso a los servicios de telecomunicaciones en el interior de un edificio que se muestran en la Figura 7.68.

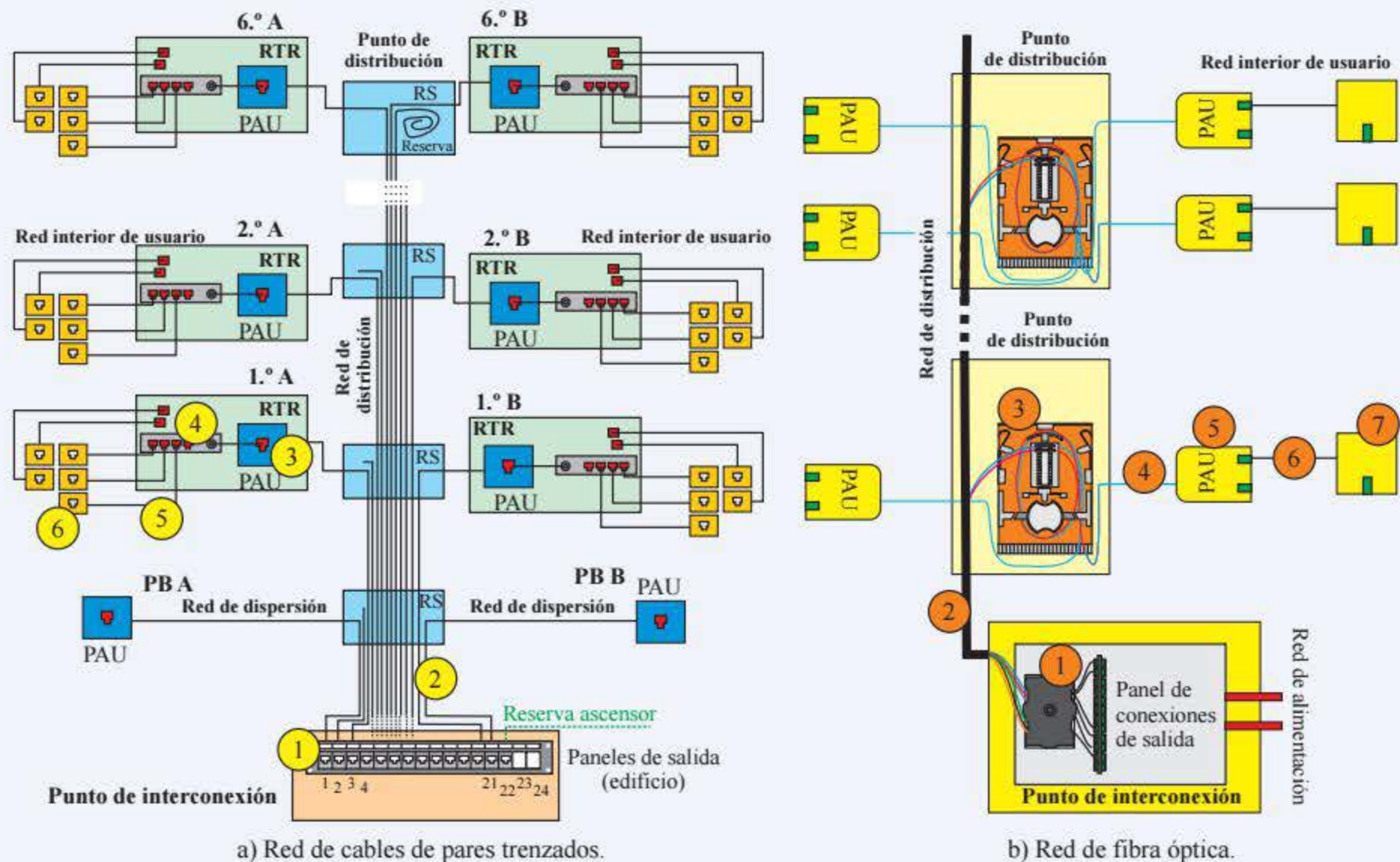


Figura 7.68. Redes de acceso a los servicios de TLBA en un edificio.

7.31. La Figura 7.69 muestra un conjunto de viviendas unifamiliares donde se debe realizar la instalación de las redes de acceso a los servicios de telecomunicación de la ICT. Con ayuda del anexo II del RD 346/2011 si es necesario, realiza el diseño de las diferentes redes de acceso a los servicios de telecomunicación. Para ello, dimensiona para cada red de acceso:

- Punto de interconexión.
- Red de distribución.
- Punto de distribución.
- Red de dispersión.
- Punto de acceso al usuario (PAU).

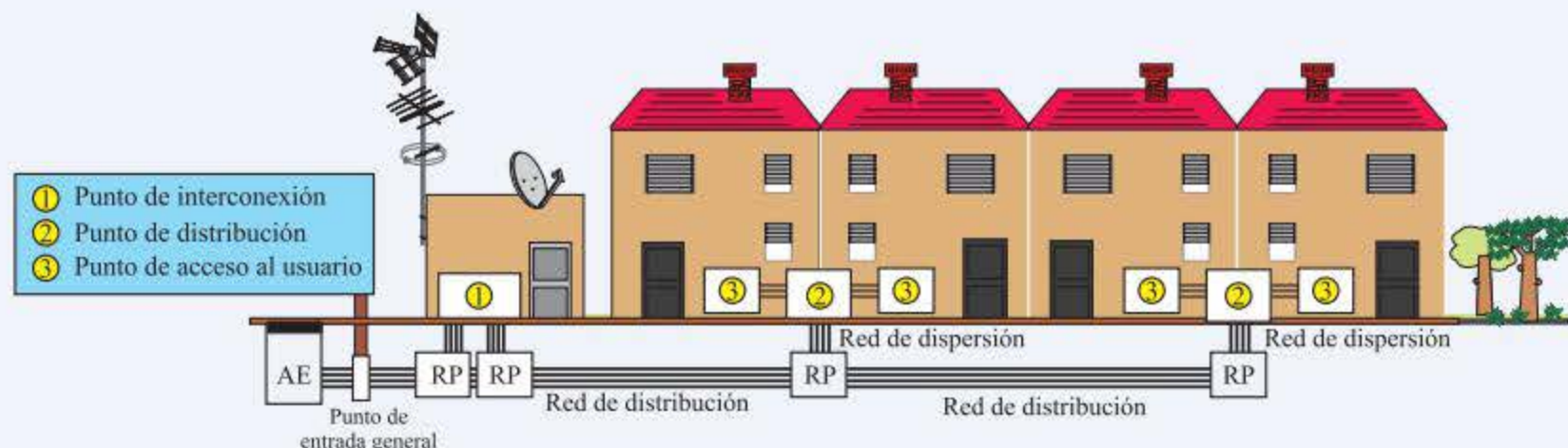


Figura 7.69. Red de acceso de una agrupación de viviendas unifamiliares.

7.32. La Figura 7.70 muestra diferentes edificios de uso residencial, en los cuales no hay locales comerciales ni oficinas y existe un ascensor. Realiza el diseño de las redes de acceso a los servicios de telecomunicaciones de cada uno de los edificios:

- Red de cables de pares.
- Red de cables de pares trenzados.
- Red de cable coaxial.
- Red de fibra óptica.

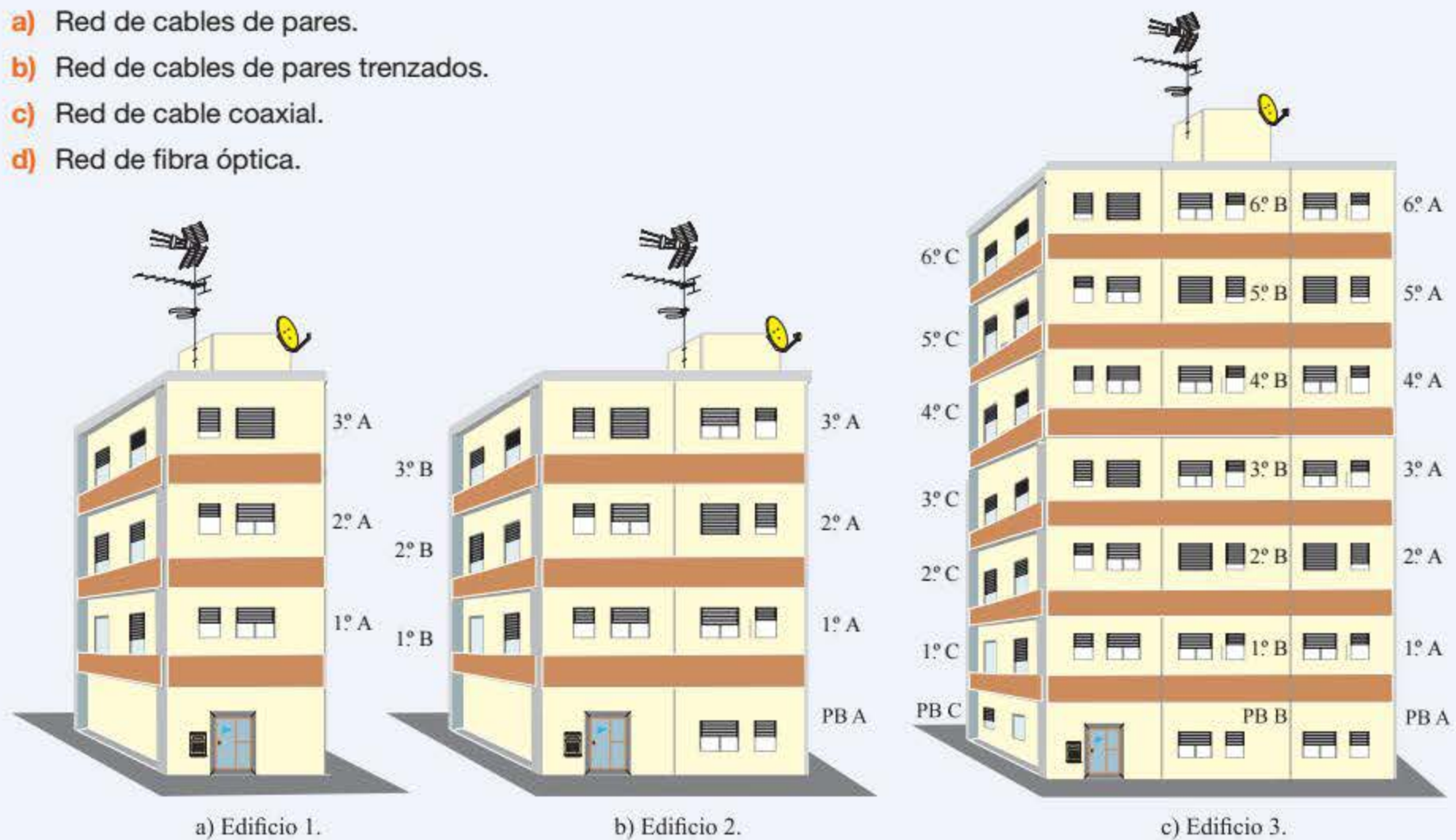


Figura 7.70. Acceso a los servicios de telefonía y de telecomunicaciones de banda ancha en un edificio.



Enlaces web

Televés. Empresa líder en innovación y desarrollo tecnológico de productos para la comunicación. Comercializa cable y componentes para las diferentes redes de una ICT.

www.televes.com/es

Fagor. Fabricante de equipos para la recepción y distribución de la señal de TV y la ICT en general. Incluye accesorios para las redes de cables de pares, cables de pares trenzados y fibra óptica.

www.fagorelectronica.com/es

Ftemaximal. Compañía de equipos de recepción, tratamiento y distribución de señales de radio, televisión y satélite, focalizada en ofrecer soluciones integrales al mercado del instalador profesional de telecomunicaciones.

www.ftemaximal.com

Tecatel. Fabricante de antenas, equipos y componentes para la recepción de televisión terrestre y por satélite que distribuye también componentes para las redes de fibra óptica, cables de pares y pares trenzados.

www.tecatel.com

Alcad. Diseño, fabricación y comercialización de domótica y productos para la recepción y distribución de señales de televisión. Incluye dispositivos para las diferentes redes de una ICT.

www.alcadelectronics.com/es

Ikusi. Fabricante que comercializa equipos para la recepción y distribución de señales de TV. También comercializa componentes para la ICT2.

www.ikusi.com/es