

Red pública es toda la red (sin ninguna relación con la situación jurídica del operador de la red) que presenta funciones de transmisión y conmutación y que están disponibles al público en general, no restringidas a un grupo de usuarios determinado.

Red corporativa: Red interna de una empresa o corporación, que permite proporcionar servicios a un grupo de usuarios y que no está disponible para el público en general.

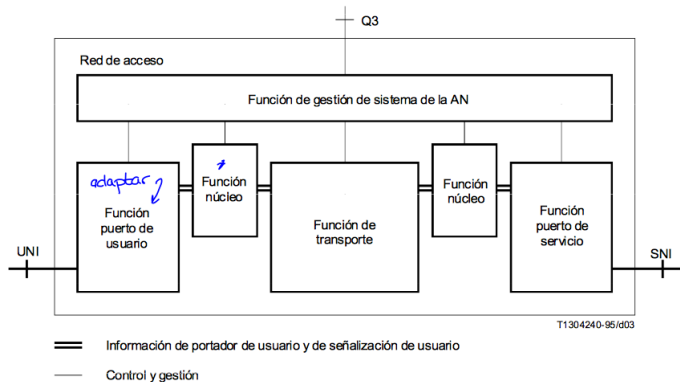


Figura 3: Grupos funcionales en la red de acceso

La **función de puerto de usuario**¹ (UPF) adapta los requisitos específicos de la UNI a las funciones de gestión y de núcleo. La AN puede sustentar diversos tipos de accesos e interfaces de usuario-red (XNI) que requieren funciones específicas, de conformidad con la especificación de la interfaz pertinente así como los requisitos de capacidad de portador de acceso, esto es portadores para la transferencia de información y protocolos.

La **función de Puerto de Servicio**² (SPF) adapta los requisitos definidos para una SNI determinada a los portadores comunes para su tratamiento en la función núcleo y selecciona la información pertinente para su tratamiento en la función de gestión del sistema de la AN.

La **función de núcleo**³ (CF) localizada entre la UPF y la SPF, efectúa la adaptación de los requisitos de portador de puerto de usuario individual o de portador de puerto de servicio con portadores de transporte comunes. Esto comprende el tratamiento de portadores de protocolo, de conformidad con la adaptación de protocolo requerida y la multiplexación para el transporte a través de la AN. La función núcleo puede estar distribuida dentro de la AN.

La **función de transporte**⁴ proporciona los trayectos para el transporte de portadores comunes entre distintas ubicaciones de las AN y la adaptación de medios para los medios de transmisión pertinentes utilizados.

La **función de gestión de sistema de la AN**⁵ (AN-SMF) coordina la provisión, operaciones y mantenimiento de las UPF, SPF, CF y TF dentro de la AN. Coordina además las funciones de operación con el SN a través de la SNI y el terminal de usuario a través de la UNI según se define.

1.3.2. Normativa: ICTs - Cableado Estructurado

Las **infraestructuras comunes de telecomunicación** se crearon para facilitar que los servicios de telecomunicaciones lleguen a los usuarios con la mayor calidad posible, unificando las instalaciones de los edificios colectivos, viviendas y oficinas en una situación de libre competencia. Sus **funciones**:

¹Por ejemplo: Terminación de las funciones de las UNI, conversión AD, conversión de señalización, funciones de gestión y control, mantenimiento de la UPF, comprobación de las UNI...

²Terminación de las funciones de la SNI, funciones de gestión y control, mantenimiento de la SPF, comprobación de la SNI...

³Tratamiento de portador de acceso y funciones de gestión y control

⁴Por ejemplo: Función de multiplexación, gestión y de medios físicos

⁵Configuración y control, provisión de coordinación, indicación/detección de fallos, gestión de recursos, control de seguridad...

- **Servicio de Radio y Televisión (RTV):** Captar, adaptar y distribuir las señales de radio y televisión que llegan hasta el edificio para que puedan ser interpretadas por los receptores de los usuarios.
- **Servicio de telefonía (TB + RDSI):** Proporciona acceso a los servicios de telefonía y transmisión de datos a través de la red telefónica básica (TB) o a la red digital de servicios integrados (RDSI).
- **Servicio de comunicaciones por cable (TLCA + SAFI):** Proporciona acceso a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha por cable (TLCA) o mediante acceso inalámbrico (SAFI) o fibra.

Las ICTs son las instalaciones necesarias para captar, adaptar y distribuir a las viviendas y locales, señales de radio y televisión así como el servicio telefónico básico. Comprenden el conjunto de equipos, cables y medios técnicos que transportan los servicios de comunicaciones desde los puntos de interconexión de los diferentes servicios hasta las tomas de usuario, en el interior de las viviendas. También comprende las canalizaciones por donde discurren los cables y los armarios de distribución o registros en los que se instala el equipamiento técnico.

Su instalación es obligatoria en los edificios de viviendas.

Topología desde el punto de vista de la titularidad del dominio en el que están situados los distintos elementos que conforman la ICT:

- **Zona exterior de la edificación:** Se encuentra la arqueta de entrada y la canalización externa.
 - **Arqueta:** Punto de interconexión de las instalaciones de los proveedores situadas en las inmediaciones del edificio a dar servicio.
- **Zona común de la edificación:** Se sitúan todos los elementos de la ICT comprendidos entre el punto de entrada general de la edificación y los puntos de acceso al usuario (PAU). Comienza en el punto de entrada del edificio y se extiende y se extiende hasta los recintos de telecomunicaciones, se distinguen canalizaciones de enlace inferior y superior.
 - **Recinto superior (RITS):** Local donde se instalarán los elementos necesarios para el suministro de los servicios de RTV y SAI. Se alojarán los elementos necesarios para adecuar las señales procedentes de los sistemas de captación de emisiones radioeléctricas de RTV para su distribución por la ICT del edificio o, en el caso de SAI, los elementos necesarios para trasladar las señales recibidas hasta el RITI.
 - **RITI:** Local donde se instalarán los registros principales correspondientes a los distintos operadores de los servicios de telefonía disponible al público y de telecomunicaciones de banda ancha, y los posibles elementos necesarios para el suministro de estos servicios. De este recinto arranca la canalización principal de la ICT del edificio.
 - **RITU:** Para casos especiales⁶ hay la posibilidad de construir un recinto único que tenga la funcionalidad de los dos anteriores.

- **Zona privada de la edificación:** Comprende los elementos de la ICT que conforman la red interior de los usuarios. Soporta la **red interior del usuario**, conecta los registros de terminación de red y los registros de toma. Se intercalan los registros de paso que son elementos que facilitan el tendido de los cables de la red interior de usuario. Los registros de toma alojan bases de acceso terminal **BAT** o tomas de usuario que permiten al usuario efectuar conexión de los equipos terminales de telecomunicaciones y acceder a los servicios proporcionados.

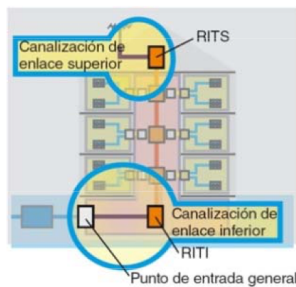


Figura 4: Canalizaciones de enlace inferior y superior

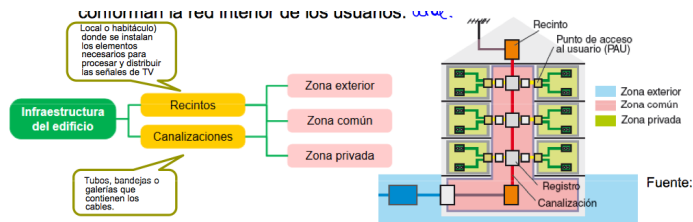


Figura 5: Topología de la ICT

La **canalización principal** es la que soporta la red de distribución de la ICT de la edificación y conecta RITI y RITS y éstos con los registros secundarios. En ella se intercalan los **registros secundarios** que conectan la canalización principal y las secundarias, se utilizan también para seccionar o cambiar de dirección la canalización principal. Para el acceso inalámbrico la canalización principal hace posible el traslado de las señales desde el RITS hasta el RITI.

La **canalización secundaria** es la que soporta la **red de dispersión** de la edificación, une los registros secundarios con los registros de terminación de red. Se intercalan los registros de paso que facilitan el tendido de los cables entre los registros secundarios y terminación de red.

Los **puntos de interconexión**:

- **Punto de Interconexión:** Lugar donde se produce la unión entre las redes de alimentación de los distintos operadores de los servicios de telecomunicación con la red de distribución de la ICT de la edificación. Se encuentra situado en el interior de los recintos de instalaciones de telecomunicación.
- **Punto de distribución:** Lugar donde se produce la unión entre las redes de distribución y de dispersión de la ICT de la edificación. Habitualmente está en el interior de los registros secundarios.
- **Punto de Acceso al Usuario (PAU):** Lugares donde se produce la unión de las redes de dispersión e interiores de cada usuario de la ICT de la edificación. Se encuentran situados en el interior de los registros de terminación de red.
- **Base de Acceso Terminal (BAT):** Punto donde el usuario conecta los equipos terminales que le permiten acceder a los servicios de telecomunicación que le proporciona la ICT de la edificación. Se encuentra situado en el interior de los registros de toma.

Sistemas de Cableado Estructurado (SCE) es un esquema genérico de cableado de telecomunicaciones que correctamente diseñado e instalado en edificios cubre las necesidades de conectividad de los usuarios durante la vida útil del edificio. Es una solución segura, acceso fácil y cableado protegido, duradera y modular, permite integrar varias tecnologías.

⁶Edificios de hasta tres alturas y planta baja y un máximo de 10 PAUs y edificios unifamiliares

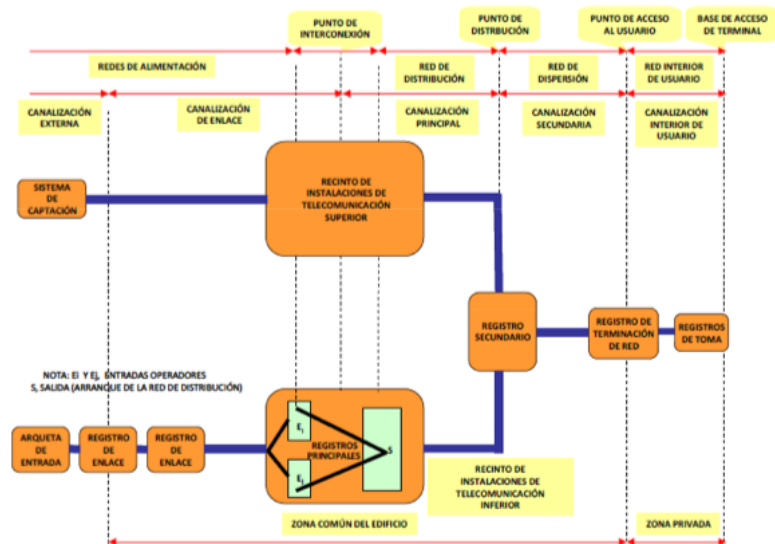


Figura 6: Resumen ICT

Cubre necesidades actuales y permite ampliaciones futuras. Permite independizar el sistema respecto a los cambios físicos en el puesto de trabajo y minimiza la interrupción del inquilino si se modifica el cableado.

Estudio previo de las necesidades:

- **Espacio físico:** Usuarios y puestos de trabajo.
- **Comunicaciones:** Voz, datos...
- **Entorno y perturbaciones:** Elegir el tipo de cable adecuado, distancia mínima entre canalizaciones de servicios, protección de entrada de alimentaciones.

En el **diseño** se definen puestos de trabajo interconectables, espacio necesario para el sistema de cableado y rutas de canalizaciones. Los elementos más comunes son el cable de par trenzado, multipar UTP o STP, fibra óptica, cajas de conexión, patch pannels, latiguillos, armarios o racks, y canalizaciones y suelo técnico.

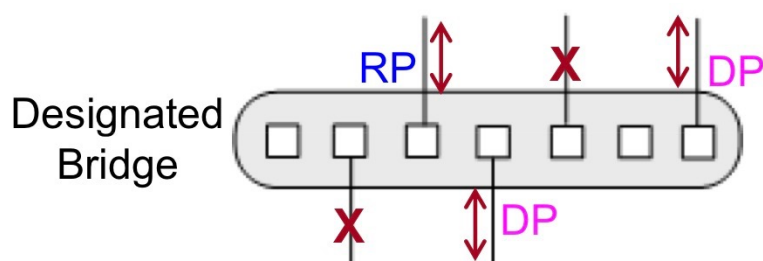
En un SCE se distinguen rutas de espacios. Las **rutas** constan del equipamiento para la instalación de los medios de transmisión. Los **espacios** son habitaciones, armarios o áreas donde se localiza el equipo y las conexiones del sistema de distribución. Los elementos del SCE se agruparían en:

1. **Instalaciones de entrada:** Conexiones de E/S del edificio. Acceso a redes WAN. Es el punto mínimo de entrada, separa el cable del operador de la red interna.
2. **Cuarto de equipo:** Contiene 1 hub primario para la distribución vertical como el panel de distribución principal. Tiene las mismas funciones que el cuarto de telecomunicaciones. Es distinto al armario o cuarto de telecomunicaciones ya que contiene el equipo que administra la red local, no sólo una sección o piso.
3. **Cableado vertical o dorsal (backbone):** Proporciona interconexión entre cuartos de entrada de servicios, cuartos de equipos y cuartos de telecomunicaciones. Incluye la conexión vertical en edificios de varios pisos. Es menos costoso de instalar. Lo componen los medios de transmisión, puntos principales e intermedios de conexión cruzada y terminaciones mecánicas.

Puentes Designados para uno o varios segmentos, o para ninguno.

Los puertos de un Puente Designado pueden ser:

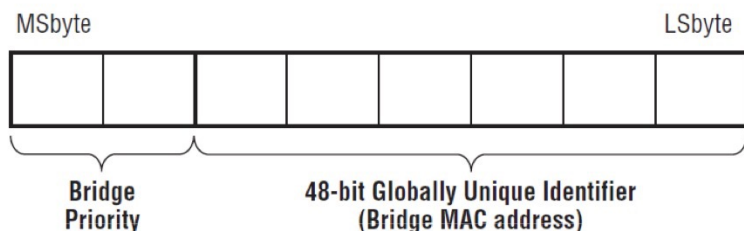
- Puerto Raíz (Root Port, RP): Puerto que proporciona conectividad desde el Puente Designado hacia el Puerto Raíz. Los Puentes Designados tienen un sólo Puerto Raíz (excepto el Puente Raíz que no tiene ninguno). Los Puertos Raíz forman parte de la topología activa.
- Puerto Designado (Designated Port, DP): El puerto usado para enviar tráfico procedente del Puente Raíz al segmento para el cual este puente es Puente Designado. Un puente tiene tantos Puertos Designados como segmentos para los cuales es Puente Designado. Los Puertos Designados forman parte de la topología activa.
- Puerto Bloqueado: Resto de puertos de cualquier Puente Designado. No forman parte de la topología activa ya que ni se envía ni recibe tráfico a través de ellos.



Criterios Formación Árbol

Hay que **determinar quién es el Puente Raíz**. Los puentes tienen un Identificador de Puente (BID) único, compuesto de dos partes:

- Dirección MAC de uno de los puertos del puente.
- Valor de prioridad (más significativo que la parte correspondiente a la dirección MAC).



El puente que tiene el BID con menor valor numérico es el Puente Raíz. El administrador de la red puede ejercer influencia sobre el puente que debe convertirse en el Puente Raíz y el orden en que deben asumir esa responsabilidad mediante el campo Prioridad. Si el BID sólo dependiera de la dirección MAC del puente no habría ninguna capacidad de controlar la topología resultante. Los puentes intercambian tramas de protocolo STP (Bridge PDUs, BPDUs) con información del BID para determinar el puente con menor BID.

El **coste de un enlace** es, por defecto, es inversamente proporcional a la velocidad de un enlace. Con la aparición de enlaces de alta capacidad se definen los costes mediante una tabla de rangos. Además, el administrador de la red puede configurar manualmente el coste de los enlaces individuales. Permite flexibilidad para controlar cuáles son los caminos de menor coste para evitar enlaces propensos a fallos y dirigir el tráfico de la manera más adecuada.

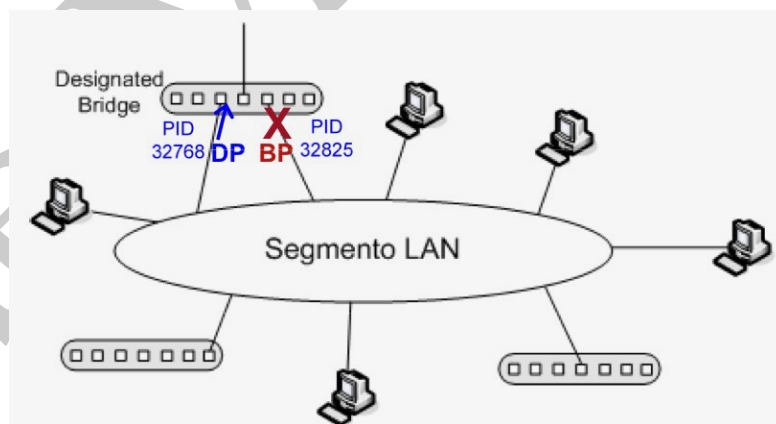
El **coste de un camino** es la suma del coste de todos los enlaces que

componen el camino.

Ahora, cada puente de la red tiene que **determinar su Puerto Raíz**. De entre todos los puertos del puente se elige aquel conectado al camino de menor coste hasta el Puente Raíz. Para determinarlo, las BPDUs que envían los puentes contienen información del coste del camino al Puente Raíz.

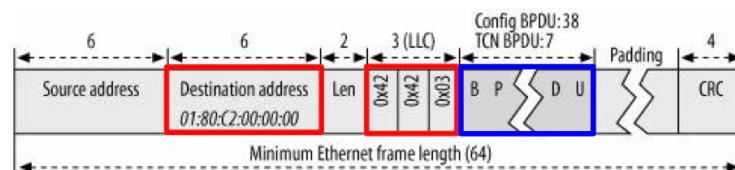
Determinar quién es el Puente Designado para un segmento. En un segmento, el Puente Designado es aquel que ofrece el camino de menor coste para llegar al Puente Raíz. Cada estación final es accesible desde el Puente Raíz a través del camino de menor coste. El camino de menor coste es el camino preferido y todos los demás caminos redundantes se bloquean. Si hubiera dos caminos de igual coste, el Puente Designado es el que tiene el BID con el menor valor numérico de ambos.

Determinación de cuál es el Puerto Designado en un segmento. Puede suceder que un Puente Designado tenga 2 puertos en el segmento para el cual es Puente Designado. Sólo uno de los puertos puede ser el Puerto Designado para este segmento, los puertos se identifican por un Identificador de Puerto (Port Priority + Port Number). El Puerto Designado es el que tiene el PID con el menor valor numérico de ambos.



Los puentes intercambian tramas especiales llamadas BPDUs para intercambiar la visión que tienen del árbol de expansión. Las BPDUs permiten a los puentes que implementan STP conocer la existencia de otros puentes, y proporcionar y obtener la información necesaria para calcular y mantener el árbol de expansión. Hay dos tipos de BPDUs:

- Configuración: Se envían periódicamente
- Cambio de topología: Sólo se envían cuando un puente determina que es necesario cambiar a la topología del árbol de expansión.



BPDU de Configuración

2.1.3. Acceso Remoto a Redes LAN: VPN

bit 7	0	byte
Protocol Identifier		1
Protocol version		2
BPDU Type		3
TCack	Flags	4
TC		5
Root Identifier		6
Root Path Cost		13
Bridge Identifier		14
Port Identifier		17
Message Age		18
Max Age		25
Hello Time		26
Forward Delay		27
		28
		29
		30
		31
		32
		33
		34
		35

Spanning Tree Protocol = 0 × 0000

Current version = 0 × 00

0 = Configuration

bit 0: Topology Change

bit 7: Topology Change acknowledge

Current Root Bridge

Path Cost to Root

This Bridge ID

This Port ID

all times in units of $\frac{1}{256}$ second

La dirección MAC de destino es una dirección multicast (01-80-C2-00-00-00). Esa dirección de grupo se refiere a todos los puentes que soportan STP. En concreto, pertenece al rango de direcciones reservadas para indicar que los puentes/switches no deben difundir la trama más allá del propio segmento (*link-constrained*). Por tanto, las BPDUs nunca se reenvían a través de un switch, pero los switcher sí utilizan la información recibida en una BPDU por un puerto para crear una nueva BPDU que envían por otros puertos. La inmensa mayoría de las BPDUs intercambiadas son BPDUs de configuración, se originan en el puente raíz y se van propagando por todos los caminos activos hacia las "hojas" del árbol.

Operación en estado estable

1. Periódicamente (Hello Time), el puente raíz envía todos sus enlaces una BPDU de configuración en la que se indica que él mismo es el Puente Raíz y que el coste del camino al Puente Raíz a través de él es nulo.
2. Todos los puentes conectados directamente al Puente Raíz reciben este mensaje y se lo pasan a su entidad STP que lo procesa.
3. Los Puentes Designados utilizan información recibida del Puente Raíz y otra información almacenada para crear una nueva BPDU de configuración que envían por todos sus Puertos Designados.
4. Los puentes que reciben este mensaje repiten el paso 2, y si son puentes designados también el paso 3, y así sucesivamente.

Mantenimiento del árbol de expansión. En un estado estacionario de la red, se ha creado un árbol de expansión sin bucles. Esto puede cam