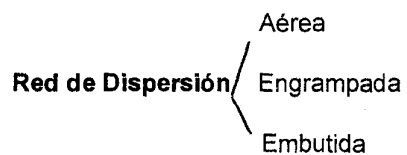
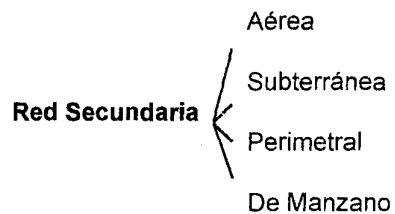
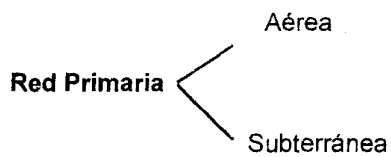
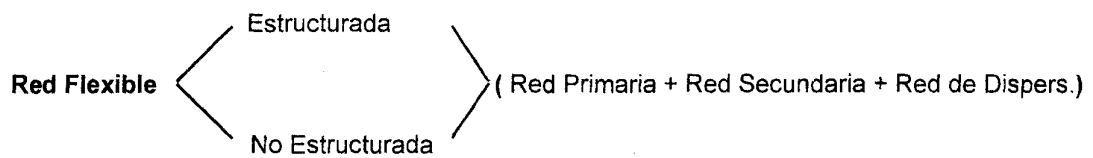
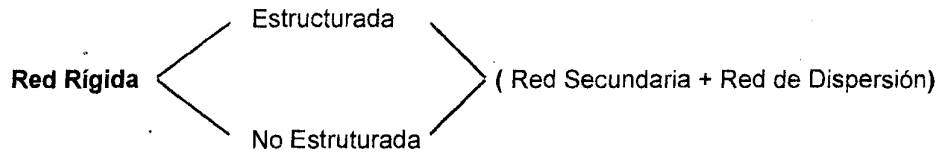


# PLANTEL EXTERIOR

Se denomina PlanteL exterior al vínculo físico que existe entre la central telefónica y el domicilio del cliente.

Clasificación del PlanteL Exterior.



## **RED RIGIDA**

Se denomina Red rígida de Platel Exterior a aquella que va desde la central telefónica hasta los puntos de distribución sin pasar por ningún punto de seccionamiento. ( Subrepartidores )

## **RED FLEXIBLE**

Se denomina Red Flexible de Platel Exterior a aquella que va desde la Central telefónica hasta los puntos de distribución, pasando por puntos de seccionamiento ( Subrepartidores )

## **Red Primaria**

Se denomina Red primaria al tendido que va desde el repartidor general hasta el subrepartidor.

## **Red secundaria**

Se denomina Red secundaria al tendido que va desde los subrepartidores hasta los puntos de distribución.

## **Red de dispersión**

Se denomina Red de dispersión al tendido que va desde los puntos de distribución hasta el domicilio de los clientes.

## **OBRAS CIVILES**

Las obras civiles necesarias para el tendido del plantel exterior dependen de las características, ubicación y tamaño del mismo, las principales son las siguientes:

- Sala de Repartidor General.
- Túnel de Cables.
- Cámaras mayores.
- Cañerías de vinculación.
- Cámaras menores ( Mini cámaras ).
- Cañerías de acometidas.
- Cañerías por cruces con líneas de energía.

Las cámaras mayores y menores se construyen de hormigón totalmente y de distintos tamaños de acuerdo a la cantidad y capacidad de cables que tengan que pasar por ellas.

Para la construcción de cañerías se usan caños plásticos de diámetro 87 mm int. y 92 mm ext. y caños 45 mm int. y 50 mm externos.

Las cañerías pueden ser dispuestas sobre arena ( Cañerías Secundarias) o con base y cubierta de Hormigón en caso de cañerías principales, cruce de calles o entrada de vehículos.

## **CABLES MULTIPARES**

### **Cables tipo PAL**

Cables Mayores ( Sin Relleno ) 600, 900, 1200, 1800, y 2200 pares.

Cables menores (Con Relleno o Sin Relleno) 10, 20, 30, 50,100, 200, y 300 pares.

**Cables forma 8** Cables menores ( Con Relleno ) 10, 20, 30, 50, 100, 200, y 300 pares.

<b>Calibre de los cables</b>	
<b>Cables tipo PAL</b>	<b>Cables forma 8</b>
0,40 ( todos )	0,40 ( todos )
0,60 ( hasta 900 pares )	0,60 ( hasta 200 pares)
0,90 ( hasta 200 pares )	0,90 ( hasta 100 pares)

Se denomina **Cable tipo PAL** ( polietileno aluminio laminado) al cable multipar con cubierta de aluminio y polietileno que no posee suspensor.

Se denomina cable **forma 8** al cable multipar con la misma construcción que el anterior pero que posee suspensor de acero.

Todos los cables telefónicos se identifican cada 1 Metro con los siguientes datos:

Tipo de cable, cantidad de pares y calibre de los mismos además de un número correlativo que permite contar fácilmente la longitud del mismo.

### **Postes**

Los postes que generalmente se utilizan en la construcción del plantel exterior son de Eucaliptus tratado, variando su largo entre 5 y 16 m.

Las longitudes mas utilizadas son 7,5 m, 8,50 m y 10 m.

Para colocarlos se los entierra una longitud igual a ( 60 Cm. + 10 % H ), siendo H la altura del poste.

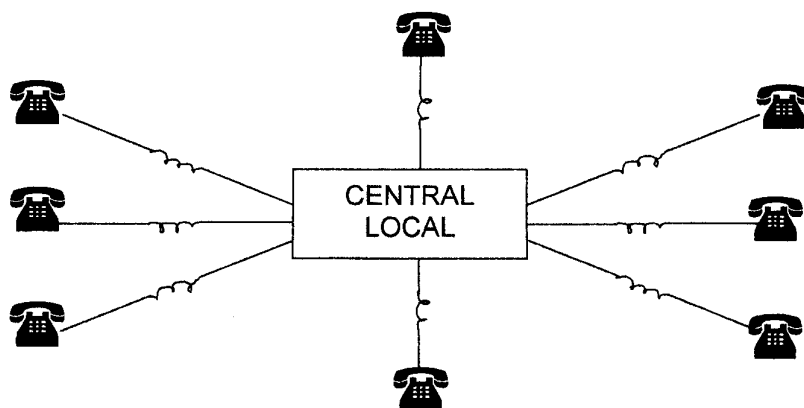
En caso de poseer cajas terminales se les coloca peldaños de hierro galvanizado. Según la fuerza que tengan que soportar se usan postes gruesos, medianos o finos.

## **1. DESARROLLO HISTÓRICO Y SITUACIÓN ACTUAL**

Una línea telefónica de abonado está constituida por un circuito de dos hilos metálicos conductores, al que se denomina normalmente "par", que va desde el repartidor de abonados de la central local al aparato telefónico de abonado.

En los primeros tiempos de la telefonía la línea de abonado estaba constituida por pares de conductores aislados entre sí o de hilo desnudo, que de forma individual unían el aparato de abonado con la central. Estas líneas se instalaban generalmente sobre apoyos encima de tejados y azoteas para llegar lo mas directamente posible a la vivienda del abonado.

Así pues, en su forma primitiva, la red de abonados estaba formada por pares individuales que unían, con total independencia del resto, cada vivienda o local con el repartidor de la central.



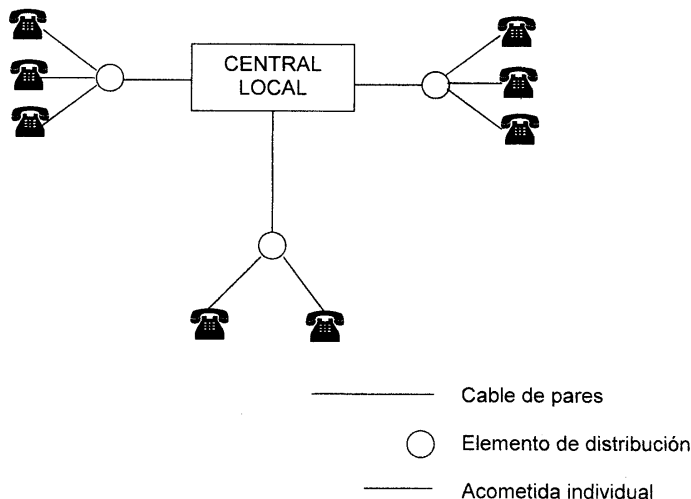
**Fig. 1,** Red de abonados constituida con acometidas individuales.

Actualmente una red de abonados como la anterior está completamente desactualizada y sólo podría ser efectiva en el caso que el número de abonados fuera muy pequeño. A medida que va aumentando el número de abonados va creciendo la cantidad de acometidas individuales, muchas de las cuales coincidirán por las mismas rutas en recorridos más o menos largos. Llegaría un momento en que el número de pares conductores que transcurrirían por la misma ruta sería muy elevado, por lo que resultaría más cómodo, económico, a la vez que estético, reagruparlos bajo una misma cubierta. De aquí nació el concepto de CABLE TELEFÓNICO como agrupamiento de conductores aislados individualmente y protegidos mecánicamente por una cubierta.

Con la posibilidad de utilización de cables formados por diferentes cantidades de conductores, la siguiente consideración fue la de reducir el número de rutas que partiendo de la central se distribuyen por la población. Este fue el gran salto hacia las actuales concepciones de redes de abonado.

El siguiente problema a resolver será el de transformar los pares de cables en las necesarias acometidas individuales a cada abonado.

Esto se consiguió con los ELEMENTOS DE DISTRIBUCION o CAJAS TERMINALES de forma tal que los pares de cable se dejan fácilmente accesibles en dichas cajas donde posteriormente se conectarán las acometidas individuales.



**Fig. 2,** Red de abonados con cables de pares

Esta red tiene una gran similitud con las empleadas en la actualidad. Un análisis comparativo entre las redes propuestas en las figuras 1 y 2 destaca lo siguiente:

- -La red con acometidas individuales tiene una operación muy sencilla, pues basta instalar un par de conductores aislados desde la central hasta el lugar que se vaya a instalar el nuevo aparato telefónico. La red aumenta en forma continua y la única previsión a considerar será la del número de líneas de equipo necesarias para atender la demanda de nuevos abonados.
- -La red con cable de pares aumenta el número de elementos a considerar:
  - cable de pares
  - puntos de distribución
  - acometidas individuales a la vez que hace mas complejo su funcionamiento.

En primer lugar será necesario determinar las *mejores rutas* para la instalación de los cables: determinar la *cantidad de pares* que constará cada ruta; y, finalmente situar estratégicamente los *puntos de distribución* a los cuales se conectarán las acometidas individuales a medida que se reciban peticiones de nuevos abonados.

Si se tendiera un cable con un número muy elevado de pares, el adelanto de la inversión realizada no estaría económicamente justificado porque tendría que pasar mucho tiempo hasta que todos los pares de ese cable se utilizasen. En cambio si se tendiera un cable con un reducido número de pares, aunque la inversión inicial fuese menor que el caso anterior, sería necesario volver a tender otro cable en un período de tiempo muy corto, lo que tampoco resultaría económicamente interesante amén de otros problemas prácticos que impiden aumentar indefinidamente el número de cables por una misma ruta.

Es necesario llegar a un punto de compromiso entre la cantidad de pares del cable a instalar y el período de tiempo que deberá transcurrir hasta la siguiente instalación.

Así pues, al evolucionar del sistema de pares individuales al de cable de pares, aparte de los ya enunciados, aparece otro nuevo factor: la Previsión de la Demanda del número y emplazamiento de todos los posibles abonados al servicio telefónico en una zona determinada.

La red de abonados actual es, por regla general, más compleja que la mostrada en la figura 2 y se compone normalmente de unos cables de elevado número de pares que partiendo del repartidor de la central se reparten por la población en otros de menor número de pares hasta llegar a los puntos de distribución a los que se conectarán las acometidas individuales a cada vivienda o local del abonado.

El proceso normal consistirá en instalar uno o varios cables cuyos pares cubran la demanda existente y atiendan la futura demanda que se prevea surja durante un determinado período de tiempo, necesitando para ello disponer de pares de reserva a los que se puede acceder fácilmente en ciertas partes de su recorrido así como la colocación, en lugares estratégicos, de elementos de distribución que cuenten asimismo con los suficientes pares para absorber la demanda actual y futura de su zona de servicio.

Teóricamente en una red de abonados se pueden considerar dos estados distintos y claramente diferenciados:

Un estado final, en el que puede suponerse que el área geográfica servida por la central ha llegado a la saturación telefónica, es decir, ya han surgido todos los abonados posibles. En este estado la red estaría compuesta por una cantidad suficiente de pares que unirán el repartidor con cada abonado sin derivaciones ni pares de reserva para cubrir desarrollos futuros.

Una red de este tipo, a todas luces utópica sería una red directa, que podría ser considerada como el caso límite.

Un estado transitorio, en el que el área geográfica servida por la central no ha llegado a la saturación telefónica y existe una constante demanda de servicio. En este estado se puede considerar que la red estaría evolucionando constantemente, tendiendo hacia el estado final antes mencionado.

Las redes de abonado realmente existentes se encuentran siempre en el estado transitorio ya que el estado final no se alcanza en la práctica por existir siempre una demanda, debida por una parte al aumento del número de viviendas y locales en la zona, y por otra, al incremento de la

densidad telefónica y de los nuevos servicios que demande la comunidad.

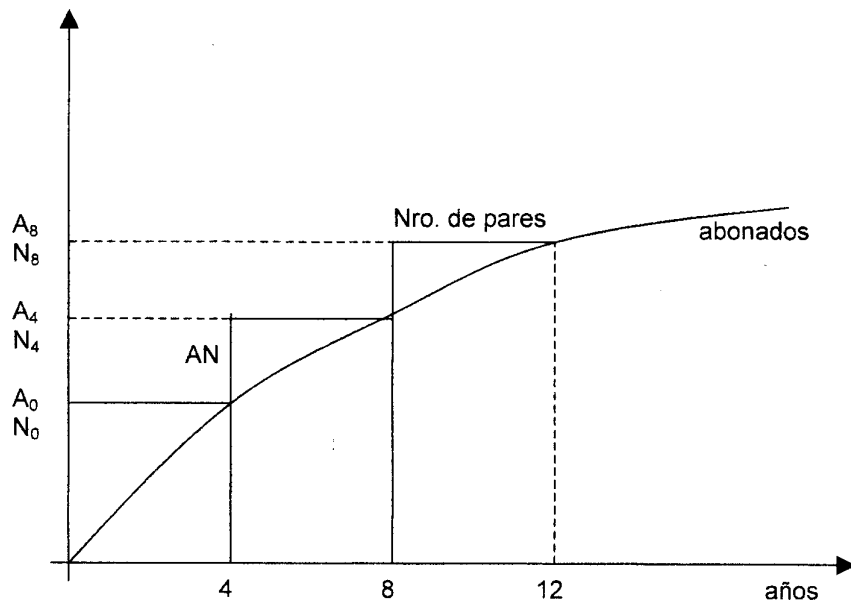
Esta demanda puede ser mayor o menor, dependiendo del grado de saturación telefónica de la zona, aunque no se alcance el estado final, es importante no olvidar que el estado transitorio tiende hacia él pudiendo a veces encontrarse cerca de la saturación.

El estado transitorio se caracteriza por la utilización de un tipo de red en continua evolución hacia una red completamente directa.

El procedimiento utilizado para evolucionar hacia el estado final de saturación diferencia los distintos tipos de diseño de redes que se puedan concebir para este estado transitorio.

El problema a resolver consistirá en *proyectar* una red de tal manera que, una vez *instalada*, sea capaz de atender la *demanda* durante un período de *tiempo* determinado *donde* y *cuando* surja con un mínimo de *inversión*, consiguiendo a la vez, que la próxima ampliación o socorro de la red -para cubrir otro período de tiempo- se realice de una forma FACIL y con los costes más bajos posibles.

La evolución de la etapa transitoria al estado final no se realiza de una manera continua sino a saltos por medio de ampliaciones periódicas del número de pares que contiene la red. Las ampliaciones de pares, según se ha dicho, se deben realizar de forma tal que cubran la demanda de servicio en el momento de realizar la ampliación mas la futura demanda prevista en el período de tiempo para el cual se haga la ampliación.



**Fig. 3,** Ejemplo del crecimiento de abonados en función del tiempo y sucesivas ampliaciones de la red.

En la figura 3, puede verse una gráfica que relaciona las previsiones de abonados a lo largo del tiempo y el valor de las ampliaciones de la red precisas para absorber esa demanda.

En el momento de la instalación de las primeras líneas de equipo y red en la población, el número de abonados era 0,  $A=0$  y la red tenía una cantidad de pares igual a  $N_0$ . A medida que la demanda telefónica se aproxima a la cantidad de pares en la red, en un tiempo  $t=$  cuatro años, para este ejemplo, los pares que salen del repartidor estarían ocupados y no se podrían atender más peticiones. En ese momento, o mejor con una cierta antelación, cuando de-

berá ampliarse la red en una cantidad de pares  $N = N_4 - N_o$  para absorber la demanda actual y la futura hasta otros cuatro años después.

La elección del período de tiempo no es arbitraria sino que debe fijarse en función de una serie de factores de tal forma que se consiga el período óptimo de tiempo de servicio de las instalaciones. De una manera general puede decirse que depende de los siguientes factores:

- Previsiones relativas al aumento futuro del número de abonados
- Costes de instalación (material y mano de obra)
- Gastos de conservación
- Costes de desmontaje y material recuperado

## 2. CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA RED DE ABONADOS

Una red de abonados debe cumplir ciertas condiciones generales que garanticen su correcta utilización y funcionamiento.

Estas condiciones se pueden resumir en las siguientes cualidades: 2.1. Suficiente

Que cubra todas las necesidades de desarrollo para el período que se ha proyectado.

### **2.2. Elástica**

Capaz de poder seguir el desarrollo telefónico en períodos sucesivos, ampliando el número de elementos de planta de nueva instalación y procurando sea pequeño el número de sustituciones de los elementos ya instalados.

### **2.3. Flexible - Rígida**

Para que se adapte al servicio actual y al desarrollo entre dos períodos de ampliación, contrarrestando los pequeños desequilibrios o anomalías que pudieran surgir en la estimación de dicho desarrollo.

### **2.4. Económica**

### **2.5. Calidad de Transmisión**

La red de abonados, al ser una parte de la red telefónica nacional, deberá cumplir el Plan de Transmisión, para que cualquier comunicación tenga las características exigidas de calidad de acuerdo a las recomendaciones del C.C.I.T.T.

Para lograr estos objetivos los PROYECTOS de redes de abonado deben atenerse a una serie de normas y criterios que garanticen los requisitos antedichos, los cuales pueden enunciarse de la siguiente forma:

### **2.6. Diseño estructural**

Se conoce como diseño estructural la elección de una determinada estructura o configuración de los pares de la red. Tal elección, como más adelante se verá, dependerá de las condiciones tales como: distancia a central, densidad telefónica y velocidad de crecimiento de la demanda y fiabilidad de los datos de previsión de la demanda.

### **2.7. Diseño dimensional**

Permite establecer la adecuada cantidad de pares de alimentación y distribución de cada una de las zonas en que se divide el área central. Dicho de otro modo, establece la capacidad

(número de pares) de los cables y será función, principalmente, de los valores de la demanda en cada zona.

## **2.8. Diseño eléctrico**

Define el calibre (diámetro) de los conductores de los cables para que cualquier comunicación cumpla los requisitos de resistencia (ohmios) y atenuación (dB) que establece el Plan de Transmisión. El parámetro característico es la distancia a central de los abonados.

## **2.9 Diseño constructivo**

Se refiere a que las obras e instalaciones proyectadas puedan ser construida de acuerdo a los métodos y procedimiento de trabajo en rigor.

# **3. PREVISION Y DESARROLLO DE LA DEMANDA**

La función principal de la red de abonados es el seguimiento en el espacio (localización geográfica) y en el tiempo de la demanda telefónica actual y futura. Por ello, una red será efectiva siempre que sea capaz de atender la demanda normal de servicio telefónico en el lugar y momento que se manifieste. En otras palabras, una red será efectiva cuando pueda cumplimentarse cualquier solicitud de nuevo abono sin que en ningún momento haya "peticiones pendientes por falta de red", obviamente cumplir este requisito pero a unos costes racionales. Es necesario, en consecuencia, que el proyecto de red se base en unos datos fiables y completos de la futura demanda telefónica.

Así pues, el proyectista antes de empezar la redacción de un proyecto de red debe partir de unos datos de previsión y desarrollo de la demanda tanto en el espacio como en el tiempo. En el espacio, el estudio de la demanda se realiza dividiendo el área central en otras áreas o zonas más pequeñas, las que a su vez se subdividen en zonas menores; el final de esas divisiones es la "manzana" o conjunto de edificaciones que se toma como unidad básica en los estudios de demanda.

En el tiempo, el estudio debe realizarse a base de fijar un estado inicial y otro final, que coincidirán con los abonados actuales y el desarrollo telefónico teórico total de la zona, respectivamente.

Entre estos dos estados extremos habrá que interpolar un estado intermedio que coincidirá con el período de tiempo para el cual se realiza la ampliación de la red.

El estado inicial contemplará el recuento de abonados existentes como las peticiones pendientes en el momento en que se realiza el estudio. Este recuento se obtiene de los datos que figuran en los "Cartones" u "Hojas de ocupación de red" y que proporciona Asignación. Se hará un primer recuento por caja terminal haciendo después la acumulación por manzanas y zonas hasta llegar al área completa de la central (o área concreta de estudio).

El estado final estará compuesto por el número total de posibles usuarios en el área de estudio. Comprenderá el recuento del número total de viviendas particulares, locales comerciales, oficinas, etc., clasificando cada una de estas unidades por categoría, incluyendo también las edificaciones en construcción. A continuación se hará una previsión del número total de teléfonos por cada uno de los tipos de unidades mencionadas. El estudio se realizará también por acumulación de cargas, empezando por la manzana hasta llegar al área completa en estudio. Los datos de demanda del estado intermedio (cuatro a cinco años a partir del estudio) se calcularán a partir de unos coeficientes que se aplicarán a los estados inicial y final. Esta fase constituye el estudio de la demanda propiamente dicho y deberá estar basado en estudios estadísticos de experiencias anteriores.



Si además del servicio telefónico, como es normal se emplea la red para soporte de otros servicios (transmisión de datos, telex, etc.) deberá incluirse la demanda de los mismos en los estudios de previsión y desarrollo de la demanda.

En toda previsión existe naturalmente un error que conviene conocer o al menos acotar entre ciertos límites. Este error debe tratar de cubrirse proyectando una red que sea capaz de neutralizarlo, de ahí los condicionantes de "flexibilidad" para contrarrestar los posibles desequilibrios que puedan surgir durante el período de tiempo para el que se proyecta la red, y de "elasticidad" para poder seguir el desarrollo telefónico en períodos sucesivos, que se indicaban en el apartado anterior.

Al objeto de clarificar los datos de demanda que aparecen en los proyectos, a continuación se describen los siguientes aspectos: Referidos a cada elemento de la red (cajas terminales, elementos de interconexión y cables) aparecen cuatro cifras de previsión de la demanda, las cuales se denominan.

1a	cifra	abonados actuales
2a	cifra	abonados + peticiones
3a	cifra	demanda a corto plazo
4a	cifra	demanda a largo plazo

Las 1a y 2a cifras corresponden a los abonados actuales más peticiones respectivamente.

La 3a cifra es el valor de la demanda a corto plazo, considerándose como tal la demanda telefónica de abonados para un período de cuatro a cinco años. Como se verá en apartados posteriores, la cifra es, generalmente, la base para dimensionar la red de alimentación.

La 4a cifra es el valor de la demanda a largo plazo (diez o más años) del número de abonados previstos teniendo en cuenta la edificación existente y aquella que está en construcción en el momento de redactar el proyecto.

Como se verá en apartados posteriores, la 4a cifra será, generalmente, la base para dimensionar la red de distribución.

## 4. ESTRUCTURAS DE REDES DE ABONADOS

El objetivo que persiguen las redes de abonado es, como ya se ha indicado, el seguimiento en el espacio y en el tiempo de la demanda telefónica actual, debiendo preverse un número de pares en cada ruta superior al de las exigencias inmediatas que sean suficientes para cubrir la demanda de corto plazo; asimismo será necesario dotar a la red de una cierta "flexibilidad" que contrarreste la imprecisión inherente a la previsión de la cantidad de abonados y sus emplazamientos.

Las estructuras o configuraciones de redes que se presentan a continuación tratan de satisfacer del mejor modo las exigencias anteriores.

Recuérdese que las condiciones exigidas a una red eran las de:

• *Suficiente* • *Elástica* • *Flexible* • *Calidad de Transmisión* • *Económica*

Una primera clasificación que puede hacerse de las redes es atendiendo a la continuidad eléctrica de los conductores, dicho de otro modo, de los puntos de fácil acceso en la red.

Atendiendo a esta delimitación, las redes pueden ser:

REDES RIGIDAS y REDES FLEXIBLES

#### 4.1. REDES RIGIDAS

Una red rígida es aquella en que todos los conductores se prolongan eléctricamente desde el repartidor hasta el punto de distribución mediante empalmes cerrados; de este modo los únicos puntos fácilmente accesibles en la red son el repartidor y los puntos de distribución.

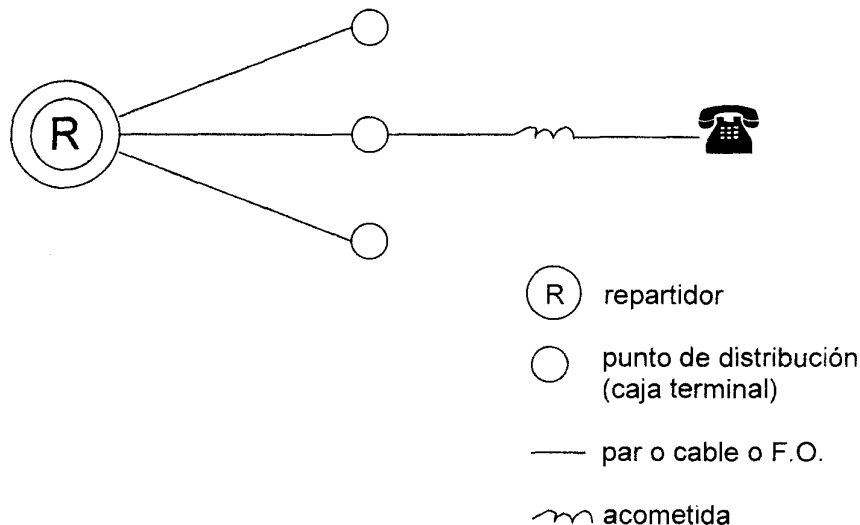


Fig. 4, Diagrama de red rígida

Las redes de este tipo son económicas a condición que la densidad telefónica sea reducida o que las líneas de abonado sean cortas, de ahí que dichas redes sean casi siempre utilizadas para zonas rurales no dispersas y para zonas urbanas próximas a la central local (zona de servicio directo). Asimismo pueden emplearse para situaciones de elevada velocidad de crecimiento, no influyendo, en este caso, distancia a la central.

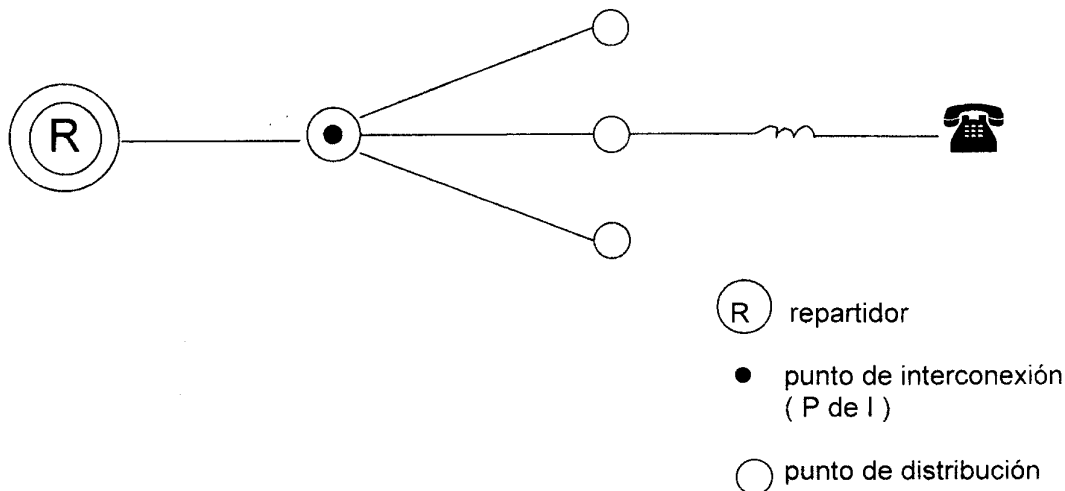
Las ventajas de la red rígida son la menor posibilidad de averías, la sencillez del proyecto y la simplicidad de la documentación.

Los inconvenientes radican principalmente que toda la reorganización de los pares empalmes entraña un trabajo considerable, es necesario, pues, prever un número elevado de pares de reserva - sobredimensionando el número de pares asignados a cada zona, que no se utilizaran hasta que transcurra mucho tiempo -con los consiguientes elevados costos de primera instalación.

Cuanto mayores sean la incertidumbre y la inexactitud de las previsiones, mayores serán estos inconvenientes. En otros términos, la red así descrita es NO FLEXIBLE y NO ELÁSTICA, pues su crecimiento conlleva nuevamente toda la longitud de la línea de abonado.

#### 4.2. REDES FLEXIBLES

En una red flexible la línea de abonado está dividida en dos secciones distintas (sección de cables primarios o de alimentación y sección de cables secundarios o de distribución) por medio de un PUNTO DE INTERCONEXIÓN.



**Fig. 5, Diagrama de red flexible**

Todo par de la red de distribución (o secundaria) -comprendido entre el P. De Interconexión y un P. de Distribución)- puede conectarse a cualquier par de la red de alimentación (o primaria) -comprendido entre el P. de Interconexión y el repartidor-; de esta manera, los cables de pequeño número de pares que se ramifican por la población pueden "concentrarse" en el P. de I.; a su vez, terminarán uno o varios cables de alimentación procedentes de la central.

Como las fluctuaciones aleatorias de la demanda entre varios puntos de distribución se compensan en parte, el número de pares de reserva necesarios en la red de alimentación será menor (condición de Flexibilidad).

La ventaja principal de las redes flexibles radica en la ECONOMIA de pares ya mencionada con la consiguiente economía de espacio en el repetidor. Además, las secciones de la red pueden ampliarse independientemente de lo que permite hacer frente con mayor facilidad a situaciones imprevistas. Asimismo, la posibilidad de hacer desconexiones y efectuar medidas en los puntos de interconexión facilita la localización de averías.

Las redes flexibles tienen la ventaja de permitir una utilización más completa de los pares disponibles (alto grado de ocupación de los cables), especialmente en el cable o en los cables principales antes de proceder al tendido de un nuevo cable.

Además cuando hay que instalar nuevos cables para la ampliación de la red, los métodos de proyecto y construcción resultan más sencillos al disponer de dos secciones totalmente diferenciadas (alimentación y distribución).

Sus inconvenientes son:

- Los costes suplementarios que supone la instalación de los puntos de interconexión.
- Las dificultades prácticas inherentes a su instalación (permisos).
- Mayor peligro de averías externas e internas (por ej.: colisión de un vehículo, avería de los dispositivos de interconexión).
- Aumento del tiempo para cumplimentar la petición (instalación de "puentes" para unir el par de alimentación con el de distribución).

La principal aplicación de las redes de flexibles será en las zonas urbanas (excepto la zona de servicio directo) y en las zonas con ramales de largo recorrido y los elementos (armarios y cajas de interconexión) estarán instalados en estructuras de superficie (pedestales) y en fachada, poste o interior de los edificios.

Otra segunda clasificación de las redes es atendiendo a la disposición o configuración de los conductores dentro de la red. Según esto, las modalidades o configuraciones de las redes son las siguientes:

## MODALIDADES

- *SERIE*
    - *DIRECTA*
    - *FLEXIBLE*
  - *MÚLTIPLE*
  - *MIXTA*
- PRIMARIA (AÉREA - SUBTERRÁNEA)
  - SECUNDARIA (AÉREA - SUBTERRÁNEA - PERIMETRAL)
  - DISPERSION (POSTES -EDIFICIOS -FACHADAS)

## 5. ESTUDIO ELECTRICO DE LA RED DE ABONADOS

Los elementos indispensables para establecer una comunicación telefónica son, por una parte, dos aparatos de abonados alimentados por una fuente de energía de corriente continua, y por otra, un medio conductor que los enlace eléctricamente y por el cual se propague de uno a otro aparato las pequeñas cantidades de energía eléctrica que en ellos se producen.

Del medio conductor en el Plan de Transmisión nos interesa sólo sus propiedades como portador de señales eléctricas de Baja Frecuencia, en particular la banda base telefónica de 300 a 3400 Hz.

Por otra parte, estudiando los efectos de la limitación de la banda de las frecuencias transmitidas sobre la nitidez de los sonidos fundamentales (Logatomos) y las consideraciones concernientes a la energía transportada por las diferentes frecuencias, se deduce que las frecuencias de la voz comprendidas entre 500 y 1200 Hz. tienen gran importancia en telefonía.

Por eso se admite a menudo, en las medidas y los cálculos, que una corriente sinusoidal de frecuencia 800 Hz. ó 1000 Hz., puede servir para prever los resultados de las pruebas de conservación telefónica. Supondremos además en todos los cálculos transmisión que los tiempos de establecimiento y cese de las corrientes son despreciables y que trabajamos con ondas periódicas en régimen permanente.

Como consecuencia de las características físicas del medio conductor se produce una atenuación de las señales eléctricas generadas en la parte transmisora del aparato del abonado, con lo que el receptor al que se encuentra conectado recibe una cantidad de energía menor.

## 6. EQUIVALENTE DE REFERENCIA

Se ha definido el concepto de equivalente de referencia a fin de poder fijar para la eficacia un valor medio que pueda medirse directamente, teniendo en cuenta la respuesta en frecuencia que comporta la audición humana.

El equivalente de referencia de un aparato de abonado, con la línea de abonado y el puente de alimentación, es una magnitud que se obtiene equilibrando la intensidad de los sonidos vocales recibidos, y se expresa con relación al conjunto del sistema de referencia NOSFER ó de la parte correspondiente del sistema. Se aplican valores distintos para la dirección de transmisión y para la recepción.

El equivalente de referencia es el factor más importante a la hora de juzgar la calidad de una comunicación telefónica.

El equivalente de referencia se expresa en unidades de transmisión (dB), como una atenuación, y comprende:

- Equivalente de referencia en la transmisión del aparato telefónico.
- Atenuación total del medio de transmisión a 800 Hz.

- Equivalente de referencia en la recepción del aparato telefónico.

## 7. PLAN DE TRANSMISIÓN

En un Plan de Transmisión se estudian las características de transmisión de la red telefónica desde un punto de vista general, asignando a cada una de las diversas partes de la misma.

- Red de enlaces
- Centrales de conmutación
- Línea de abonado
- Restantes elementos del plantel

Un equivalente de referencia que fija fundamentalmente las características necesarias para el dimensionado de la parte del circuito correspondiente.

El Plan de Transmisión fija también algunas características de los circuitos, tales como:

- distorsión de atenuación
- distorsión de fase
- ruido
- diafonía
- Caídas de tensión.

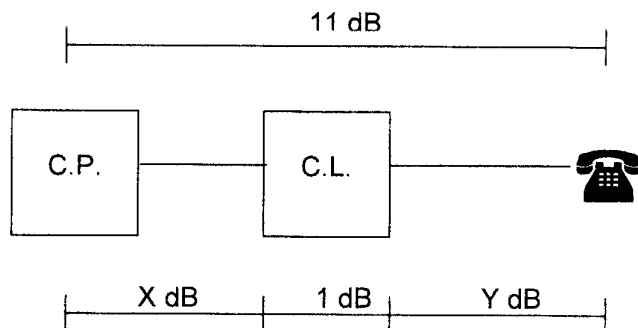
Desde el punto de vista de Ingeniería de Planta Exterior únicamente vamos a manejar los equivalentes de referencia relativos a la atenuación introducida por la red expresada en dB. El CCITT recomienda que para el 98% de las comunicaciones internacionales el equivalente de referencia medido a 4 hilos en la Central Internacional no sobrepase los valores de 20,8 dB para la emisión y de 12,2 dB para la recepción. Según esto, el equivalente máximo en las comunicaciones nacionales será de 38 dB.

"El Plan de Transmisión adoptado en España, asigna un equivalente de referencia máximo para las comunicaciones nacionales de 32 dB para la comunicación más compleja posible entre dos abonados al servicio en nuestro país".

Esos 32 dB se distribuyen de diferente manera entre los diversos tramos de una red, atendiendo fundamentalmente a razones de economía.

Por lo que respecta a la red de abonados, el Plan de Transmisión establece que:

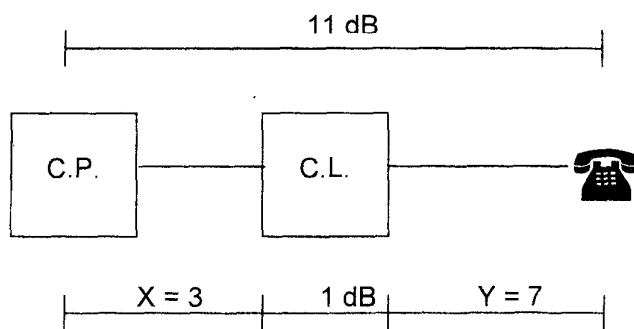
- A) La red local de cualquier central se diseña eléctricamente de tal forma que la semisuma del equivalente de referencia de transmisión y el de recepción de cualquier aparato de abonado, con su circuito local y con los circuitos y conexiones precisas hasta la entrada de la Central Primaria correspondiente, no exceda de 11 dB.
- B) La semisuma del equivalente de referencia de transmisión y el de recepción de todos los aparatos de abonado, medidos con su circuito local hasta la entrada de la Central Local, no exceda de 7 dB.



**Fig. 6.** Aplicación plan de transmisión  $y=11-(1+x) *7 \text{ dB}$

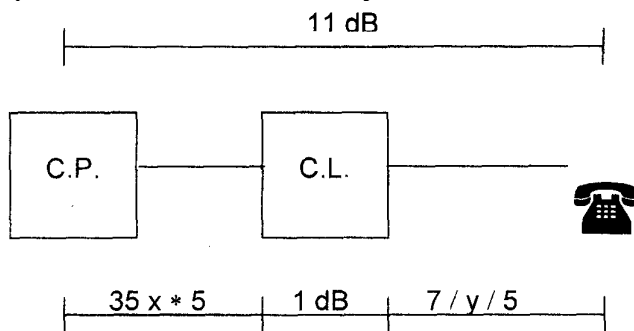
Para determinar las limitaciones que impone el Plan de Transmisión en el área de abonado se deben repartir los 11 dB equitativamente entre los enlaces C.P. - C. L. y el bucle de abonado, encontrándose las situaciones siguientes:

- La Central Local está próxima a la Central Primaria, por ejemplo en un área urbana. En este caso se permitirán las máximas pérdidas a la línea de abonado con lo que el Equivalente de referencia del bucle incluido el aparato telefónico serían las máximas permitidas por el Plan de Transmisión, esto es, 7 dB.



**Fig. 7** Central local

La central local se encuentra alejada de la central primaria, por ejemplo en un área rural. Para este caso el Equivalente de referencia del bucle a considerar será un compromiso entre el valor de las pérdidas en el enlace y las limitaciones que impone el Plan de Transmisión. Es decir, el valor permitido para la línea de abonado dependerá en cada caso de las pérdidas que presente el enlace entre C.P. y C.L.



**Fig. 8,**

Si por ej.  $X = 3,5 \text{ dB}$ ,  $y = 11 - (1 + 3,5) = 6,5 \text{ dB}$

$X = 4 \text{ dB}$ ,  $y = 11 - (1 + 4) = 6 \text{ dB}$

Quiere esto decir que se podrán considerar 6,5 dB para la red de abonados del primer ejemplo y 6 dB para el segundo.

## 8. EQUIVALENTE DE REFERENCIA DEL APARATO TELEFÓNICO

El tipo de aparato telefónico que las Compañías adoptan para uso general, es el aparato telefónico ecualizado.

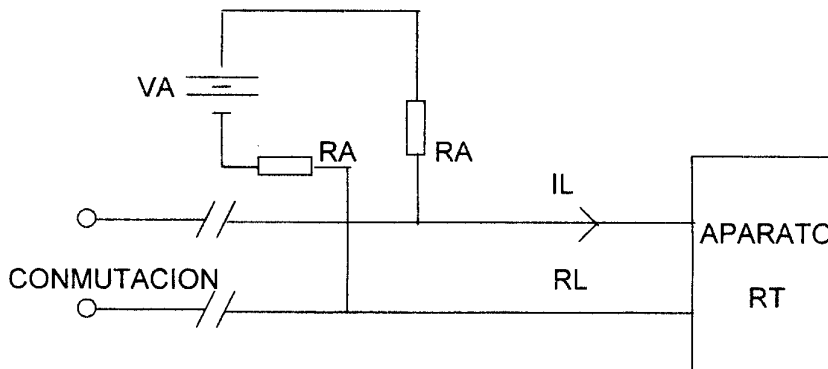
A efectos del cálculo del equivalente de referencia asociado al teléfono interesa pues conocer la resistencia que introduce en la línea y su respuesta según la intensidad de alimentación en continua que recibe;

éste último valor, expresado como una atenuación en dB, recibe el nombre de equivalente de referencia del teléfono con bucle cero.

Para calcular el equivalente y apoyándonos en las gráficas de dimensionado de bucles de abonado, calculamos el equivalente de referencia del aparato telefónico.

También se puede utilizar la tabla siguiente:

Corriente de Línea (mA)	Equivalente dB
86	1.60
74	1.35
64	1.15
56	0.95
50	0.90
46	0.80
41	0.75
38	0.70
36	0.65
33	0.60
31	0.60
28	0.60
27	0.70
26	0.90
25	1.30
23	2,00



**Fig. 9,** Cálculo de la corriente de línea

$$\text{Corriente de línea } IL = \frac{VA}{R_T + R_L + 2R_A}$$

$R_T$ = RESISTENCIA APARATO TELEFONICO (APROX. 110 ohm)

$R_L$ = RESISTENCIA DE LINEA

$R_A$ = RESISTENCIA PUENTE ALIMENTACION (APROX. 220 ohm)

VA= TENSION DE ALIMENTACION

- 48 V EN CENTRALES AUTOMATICAS
- 24 V EN BCS
- 48 V + 33 V EN P.B.A.

## 9. ATENUACIÓN DEL BUCLE DEL ABONADO

La línea de abonado se caracteriza por su atenuación imagen por unidad de longitud, que presenta la atenuación de la línea cuyos extremos terminan en su impedancia imagen; el valor nominal se indica generalmente a 800 6 1000 Hz. Para obtener la atenuación de la línea del abonado se hará uso de la atenuación por unidad de longitud (dB/Km) que presenta cada cable o circuito, multiplicando por su longitud o la atenuación total será la suma de las correspondientes a los distintos tipos de cables, hilos y acometidas que formen la línea de abonado, en cada caso.

En la tabla adjunta se relacionan las impedancias, atenuaciones y resistencias de diversos tipos de cables, hilos y acometidas.

En el caso de los empalmes entre conductores de distinto calibre, las líneas dejan de terminarse en su impedancia característica (imagen). Por lo que se introduce en estos puntos una atenuación suplementaria debida a reflexiones de señal provocada por la discontinuidad. Dicha atenuación viene expresada en dB por:

$$dB = 20 \log \frac{Z_1 + Z_2}{2\sqrt{(Z_1 + Z_2)}}$$

Siendo  $Z_1$  y  $Z_2$  las impedancias de los elementos conectados.

## 10. VALORES MAXIMOS DE LA RESISTENCIA DEL BUCLE DE ABONADO

Los valores máximos de resistencia del bucle de abonado que puede conectarse a cada tipo de central deben ser tenidos en cuenta, pues si éstos son superados las funciones de señalización del bucle por cortocircuito (descolgados, marcaje y colgado) dejan de producirse 6 se producen con irregularidades.

En general esta limitación es menos exigente para el bucle de abonado que el equivalente de referencia asignado, aunque en ciertos casos puede ser fundamental.

### 10.1. Ejemplos de aplicación Ejemplo 1

Supongamos una línea de abonado dependiente de una Central local de compuesto por los siguientes tramos:

- 1600 m de cable de pares, aislamiento de pulpa, calibre 0,51
- 3000 m de cable de pares, aislamiento de plástico, calibre 0,64
- 1600 m de cable de pares, aislamiento de plástico, calibre 0,405

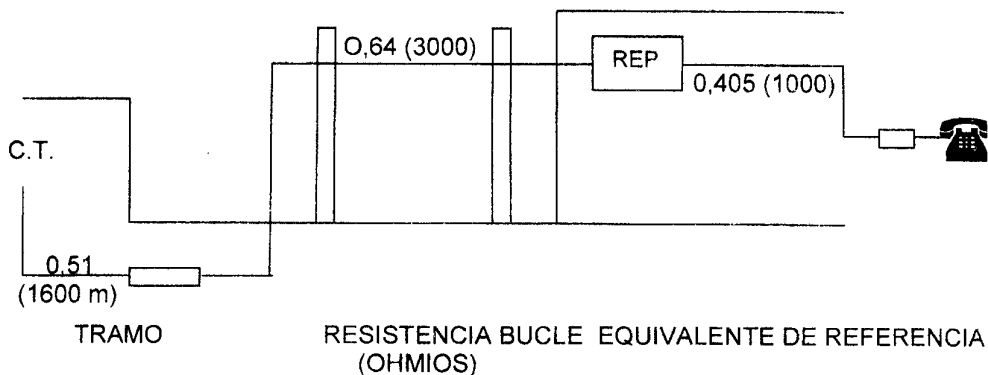


Fig. 10



1600 mts (0,51)	1,6 x 182, = 291	1,6 x 1,30 = 2,08 dB
3000 mts (0,64)	3 x 116, = 348	3 x 1,04 = 3,12 dB
1000 mts (0,405)	1 x 294, = 294	2 x 1,64 = 1,64 dB
<b>TOTAL</b>	<b>933 ohm</b>	<b>6,84 dB</b>

Atenuación debida a la reflexión en los cambios de calibre

0,51            0,64            0,2 dB

0,64            0,405            0,3 dB

TOTAL = 0,4 dB

Resistencia total del bucle = 933 ohmios + resistencia del aparato telefónico = 933 + 110 = 1043 ohmios

Resistencia del puente de alimentación = 440 ohmios 48 V

$$\text{Corriente de alimentación : } \frac{48V}{1043 + 440} = 32mA$$

(con esta corriente entro en tabla de equivalentes de referencia)

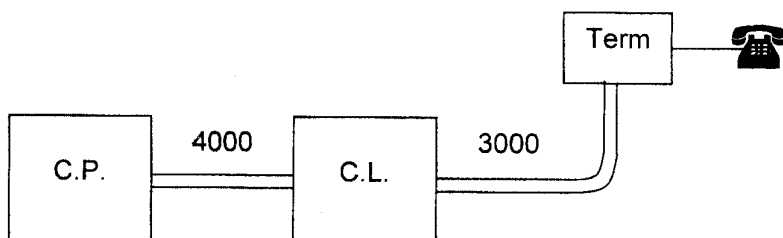
Equivalente del teléfono en bucle cero = 0,60 dB

Equivalente de referencia total = 6,84 + 0,4 + 0,6 = 7,84 dB

Una vez calculado el equivalente se ve si encaja por el Plan de Transmisión. En este caso se supera el límite impuesto por el Plan de Transmisión de 7 dB, no obstante permite en ciertos casos sobrepasarlo, si no fuera así habría que replantearse el problema y utilizar ó bien en algún tramo cable de mayor calibre 6 bien cargar alguno de los tramos.

Normalmente el problema a resolver suele ser el inverso, es decir se parte de:

- Equivalentes máximos de referencia admitidos por el Plan de Transmisión.
- Distancias que se necesita cubrir y se dimensiona el tipo de calibre de cable en diferentes tramos.



**Fig. 11**

Partimos de las limitaciones del Plan de Transmisión.

-El equivalente de referencia entre el aparato telefónico y la Central Primaria no superará 11 dB (incluido el aparato).

-La pérdida al paso por la Central Local es de 1 dB.

-El equivalente de referencia entre el aparato telefónico y la Central Local (incluido el aparato telefónico) no superará 7 dB.

Y de las distancias que hay según la figura.

Planta Exterior Interurbana nos comunica que el Cable de Enlace es un cable de pares sin carga de calibre 0,64 mm y que introduce una atenuación de 4,16 dB y una resistencia de 464 ohmios.

Por lo tanto nos queda para el Equivalente de referencia máximo entre el aparato del abonado y la central local (incluido el aparato telefónico) de

$$11 - (1 + 4,16) = 5,84 \text{ dB.}$$

Luego:

5,84 = Equivalente Referencia (C.L. - Caja Terminal) + Equivalente Referencia (Caja Terminal - Aparato telefónico) + Equivalente Referencia del Aparato telefónico.

Y según repartamos los 5,84 dB nos resultará un tipo u otro de cable. Como caso particular supondremos:

Caja Terminal - Central Local : cable sin carga de 0,51 mm

Caja Terminal - Abonado: hilo desnudo de 2 mm

### **-Hilo desnudo**

Equivalente de referencia =  $2,5 \times 0,075 = 0,2 \text{ dB}$

Resistencia =  $2,5 \times 5,5 = 14 \text{ ohmios}$

-Cable de 0,51

Equivalente de referencia =  $3 \times 1,30 = 3,90 \text{ dB}$

Resistencia =  $3 \times 294 = 546 \text{ ohmios}$

-Equivalente de aparato telefónico

$$\text{Corriente alimentación} = \frac{48}{440 + 14 + 546 + 110} = 43 \text{ mA}$$

Para 43 mA, Equivalente de referencia = 0,76 dB

-Atenuación por reflexión = 0 dB

Luego el Equivalente del bucle de abonado nos queda:

$$0,2 + 3,90 + 0,75 = 4,85 \text{ dB}$$

que nos supera los 5,84 dB de que disponíamos. Por lo tanto esta solución es válida. No obstante aparte de dimensionar la red para que cumpla el Plan de Transmisión hay que tener en cuenta el capítulo económico que puede hacer más viable una solución u otra.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Manual Práctico de Plantel Exterior - Ing. Edgardo J.A. Borghiani

Plantel Exterior Telefónico – Ing. Marcelo Olivero

Plantel Exterior – Ing. Juan A. Reta

Normas ITU-T

Telecommunication System Engineering – Roger L. Freeman



**EQUIVALENTE DE REFERENCIA. IMPEDANCIA CARACTERISTICA A 800 Hz Y RESISTENCIA EN CONTINUA DEL BUCLE SIN INCLUIR EL TELEFONO**

a.- Cables de pares sin cargar. Aislamiento de pulpa.

Calibre (mm)	Z <sub>0</sub> (ohmios)	Equivalente (dB/Km)	Resistencia del bucle (Ohmios/Km) a 20° C
0,405	1026 (-44,6°)	1,6	294
0,51	800 (-44,3°)	1,30	182
0,64	645 (-44°)	1,0	116
0,91	460 (-43°)	0,74	58,4

b.- Cables de pares cargados. Aislamiento de pulpa. Carga H-66

Calibre (mm)	Z <sub>0</sub> (ohmios)	Equivalente (dB/Km)	Resistencia del bucle (Ohmios/Km) a 20° C
0,405	1130 (-28°)	1,21	290
0,51	996 (-21°)	0,96	184
0,64	920 (-15°)	0,61	118
0,91	875 (-8°)	0,38	58,5

c.- Cables de pares sin carga. Aislamiento de Plástico.

Calibre (mm)	Z <sub>0</sub> (ohmios)	Equivalente (dB/Km)	Resistencia del bucle (Ohmios/Km) a 20° C
0,405	1012 (-44,7°)	1,6	294
0,51	800 (-44,5°)	1,30	182
0,64	640 (-44°)	1,0	116
0,91	455 (-43°)	0,74	58,4

d.- Cables de pares cargados. Aislamiento de Plástico. Carga H-66.

Calibre (mm)	Z <sub>0</sub> (ohmios)	Equivalente (dB/Km)	Resistencia del bucle (Ohmios/Km) a 20° C
0,405	1130 (-28°)	1,2	290
0,51	996 (-21°)	0,91	184
0,64	920 (-15°)	0,6	118
0,91	875 (-8°)	0,33	58,5

e.- Hilos desnudos

Naturaleza	Calibre	Circuito físico		Circuito fantasma		Z <sub>0</sub> Cto. físico
		Equivalente	Resistencia	Atenuación	Resistencia	
Bronce	1,15	0,166	34			
Cobre	2	0,075	11	0,063	5,5	820 (0°)
Cobre	3	0,037	5	0,032	2,5	600 (0°)

f.- Hilo Acometida urbana. Calibre 0,5 mm.

Equivalente: 1,35 dB/Km.  
Resistencia: 170 ohmios/Km.  
Impedancia Característica: 790 (-42,3°)

g.- Acometida Bimetálica. Calibre 0,7 mm.

Equivalente: 1,37 dB/Km.  
Resistencia: 140 ohmios/Km.  
Impedancia Característica: 640 (-42°)  
a 800 Hz.