

Capítulo 2. Planificación de las Redes

2. 1. Diferenciación en la Planta de Telecomunicaciones

Una red de telecomunicaciones de acuerdo a su funcionalidad operativa, se establece diferenciada en Planta Interna, de Bienes Raíces y de Planta Exterior.

La Planta Interna, en sus Oficinas Centrales, comprende tanto a los equipos de conmutación, de señalización, de registros, de transmisión y de fuerza (alimentación eléctrica). Así también los equipos internos en las casas de los abonados, como ser los aparatos y las centralitas privadas PBX. Éstas podrán ser particulares en su operación pero se deberá efectuar siempre su supervisión.

La planta de Bienes Raíces está constituida por los terrenos e edificios operativos y los no operativos, es decir, los correspondientes a centrales de conmutación y a los destinados a la obradores de construcción, depósitos, etc.

La Planta Externa (o de Planteo Exterior), es el conjunto de medios que enlazan la central telefónica con los clientes y a los medios que enlazan las centrales entre ellas. Dentro de la Planta Exterior se distinguen tres grandes grupos: la Planta Exterior Local (o urbana), la Interurbana y la Internacional. Estas últimas son denominadas de red de larga distancia y comprenden cableados de fibra óptica, antenas y equipos para los radioenlaces terrestres o satelitales.

La Planta Exterior Local a su vez se diferencia en la Red de Acceso (o bucle de abonado) que vincula los domicilios de los abonados con sus centrales de conmutación y en la Red de Enlace que vincula entre estas oficinas centrales locales y ellas con los centros interurbanos e internacionales.

Esta división de la Planta Exterior se origina esencialmente en los distintos tratamientos específicos del diseño de la óptima construcción e instalación, de su registro, de la operación y de mantenimiento, que cada una de estas etapas requieren (Fig. 1).

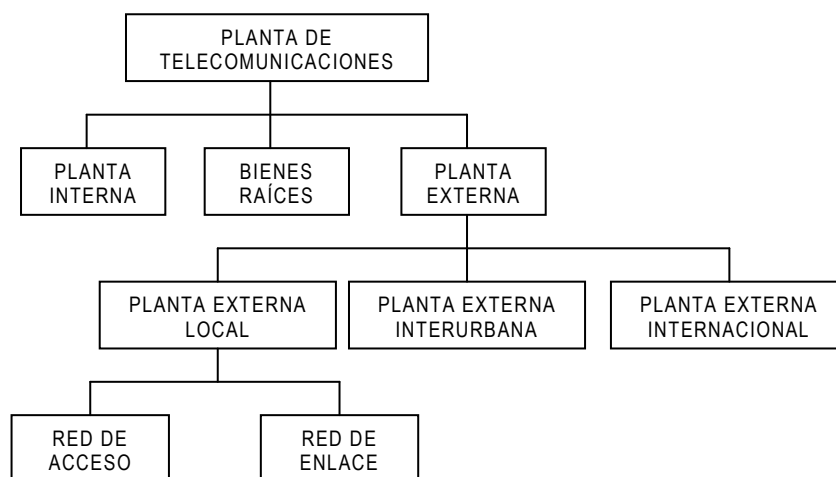


Fig. 1 - Organigrama de la planta de telecomunicaciones

La Planta Externa está delimitada en el extremo de la Oficina Central, por la parte externa del Repartidor Principal MDF (Main Distribution Frame), nexo de unión entre la planta interna y la planta externa, y en el otro extremo, por las instalaciones en la casa del cliente.

Un Punto de Terminación de Red (PTR) o un Armario Subrepartidor del cableado interno, seccionan la red externa de la red interna del abonado. El primer caso atañe cuando la cantidad es igual o menor a 6 abonados, mientras que el segundo caso, cuando se supera tal cantidad de abonados.

La administración de la Planta Externa comprende el estudio del Planeamiento y de la Programación de las redes, su Ingeniería para el tendido de redes, su administración, gestión y control de Mantenimiento y Conservación.

2. 2. Flujo de elaboración del diseño de red

La tarea de diseñar una red para telecomunicaciones, proponiendo la mejor de las condiciones, no es tarea simple. Se deberán poseer los conocimientos básicos de las distintas alternativas de la propia red, pero, además, y esencialmente conocimientos de su aspecto económico de su planificación, de su construcción, operación y mantenimiento. Asimismo, otros aspectos como serán los de transmisión, conmutación e informática.

El Departamento de Ingeniería de Planta Externa está centralizado dentro de la organización de una empresa operadora del servicio de telecomunicaciones ubicándola en el corazón de la misma.

El diseño de la planta externa se centra principalmente en este Departamento de Ingeniería donde se confecciona la Ingeniería de Detalle. Este departamento recibe la información enviada principalmente por los Departamentos de Planificación Fundamental y de Desarrollo de los Planes A su vez este departamento es alimentado por la información elaborada por el Departamento Comercial, como Estudios de Prospección de la Demanda y Estudios de Tráfico.

Básicamente sus planes se elaboran bajo las metas políticas formuladas por la empresa y según la normativa vigente emitida por los organismos internacionales. La documentación elaborada es asiento de los trabajos a realizar por los Departamentos de Desarrollo a Corto Plazo, de Programación de las Obras y de Ingeniería de Detalle (Fig. 2).

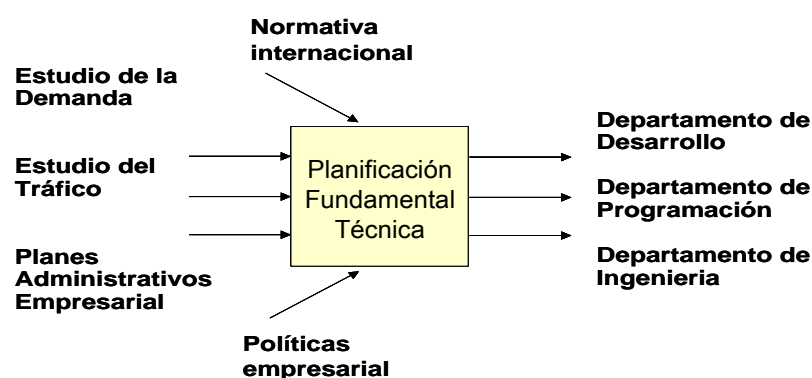


Fig. 2 - Flujo de la información que involucra a la planificación

A su vez el Departamento de Ingeniería, es nutrido por esta documentación más la elaborada por el Departamento de Desarrollo, de Programación, de Comercial, a la que se le suma la documentación elaborada por las Oficinas de Asignaciones de Pares y Equipos. Se tiene en cuenta asimismo las normas de la empresa y estándares de materiales y de mano de obra. Los Departamento de Construcciones y de Mantenimiento aportan los informes del estado del plantel existente.

Una vez concluido los proyectos por el Departamento de Ingeniería se remiten a lo Departamento de Construcción para su ejecución, manteniendo la coordinación con el Departamento de Ingeniería.

Posteriormente a la ejecución y aprobación de la obra toma vigencia la acción de los Departamentos de Operación y de Mantenimiento (Fig. 3).

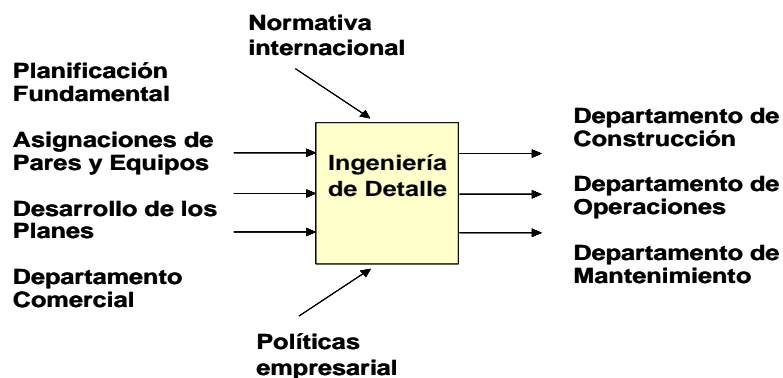


Fig. 3 - Flujo de la información que involucra la elaboración del diseño

2. 3. Tratamiento secuencial del diseño de la red

Con el fin del diseño de la planta exterior y poder llevar a cabo la concreción de los proyectos y su correcta operación, dentro del organigrama de una empresa se deberán seguir un orden secuencial del proceso de los trabajos, en los pasos de: Definición, Elaboración, Ingeniería, Construcción y Mantenimiento.

Definición: Se entiende por definición la obtención de los datos necesarios a la determinación de las necesidades reales del servicio. Comprende obtener, los Estudios de la Demanda Potencial Estimada, Estudios de los Tráficos del Servicio, Presupuestos económicos - financieros, Políticas comerciales de la empresa. Políticas comerciales de la competencia, Políticas nacionales, provinciales y municipales.

Elaboración: Radica en la preparación de los distintos Planes Fundamentales Técnicos a Largo Plazo, generalmente de 15 á 20 años, los Planes de Desarrollo, de 1 á 3 años y los Planes de Obras de Construcción o Relevos, de pronta aplicación.

Ingeniería: Llevar a cabo los Planes de Obras, manteniendo las pautas de los Planes Fundamentales. Concretamente se realizan los proyectos definitivos de detalle para la construcción, instalación, ampliación o reestructuración por mantenimiento de la red.

Construcción: Se concreta la instalación o construcción de las obras del proyecto de Ingeniería. Se realizan las construcciones de infraestructura de obra civil, como ser canalizaciones, edificaciones, rutas de postes o antenas. Se ejecuta la instalación de los cables de acceso o de transporte de los servicios, en pasaje de cañerías, aéreo o enterrado.

Mantenimiento: consiste en vigilar la correcta operación y su calidad del servicio.

El cumplimiento de un correcto cronograma de un proyecto, lleva implícito, la administración, el control, la economía y las finanzas de cada segmento del organismo y el seguimiento centralizado de su coordinación.

2. 4. Calidad del diseño

En la finalidad de lograr un diseño eficiente y económico, es necesario considerar ciertas premisas para la obtención de una obra que mantenga un servicio óptimo a largo plazo:

- a) Respetar los valores de resistencia ohmica y atenuación admisibles, estipulada en las normas internacionales recomendadas por la ITU-T.
- b) Evaluar la alternativa más económica, sin perjuicio de su correcta funcionalidad.
- c) Disponer un buen grado de seguridad al abonado, operarios y a terceras empresas de servicios. Se respetarán las distancias límites de separación con líneas de energía eléctrica de distribución, de media y de alta tensión, vías peatonales y vehiculares.
- d) Se cuidará evitar la incidencia de rayos seleccionando áreas y proveyendo elementos de protección adecuados a las mismas. Seleccionar los materiales a utilizar de alta calidad y la apropiada operatividad de los elementos de construcción.
- e) Facilitar las tareas de construcción, evitando obstáculos de instalaciones propias y de terceros o del terreno, como ser: canalizaciones, ríos, desniveles, cerros, puentes, ferrocarriles, terrenos pantanosos o arenosos, alto tráfico vehicular, etc.
- f) Considerar las vías de acceso y las servidumbres de paso, requeridas a las tareas.
- g) Tener en cuenta las condiciones climáticas y atmosféricas estacionales para la elección del período de las obras, como en la selección de los métodos constructivos empleados. Evitar épocas de lluvias o temporadas agrícolas que dificulten las tareas.
- h) Considerar la incidencia de futuras instalaciones, sean estas propias o de terceros, como ser obras o ampliaciones de canalizaciones, carreteras, puentes, edificios, etc. Se tendrá en cuenta los planes de nuevas urbanizaciones y de los desarrollos de las obras públicas y privadas.
- i) Prever las ampliaciones y simplificar las tareas de su operación y mantenimiento, escogiendo la metodología más económica.
- j) Adoptar las técnicas de construcción, operativas y de mantenimiento, que logren mayor eficiencia de trabajo y economía, con la mejor calidad de servicio.
- k) Reaprovechar las instalaciones existentes, evaluando su estado operativo, con el fin de disminuir los costos del proyecto.

En cuanto al personal de proyectistas, deberá poseer una base de conocimientos en electrónica, informática y de obras civiles, y amplia experiencias teórica práctica sobre los sistemas de telecomunicaciones.

2. 5. Prognosis de la demanda

El objetivo de los estudios de las demandas pronosticadas, es logra una planificación del crecimiento futuro del servicio de las telecomunicaciones en la manera de evitar inversiones antieconómicas, determinando los tiempos y lugares apropiados en prioridad de servicio, así como delimitar las capacidades de los desarrollos.

La demanda está fuertemente ligada a la población existente, su crecimiento, formación grupal, nivel ocupacional y evolución económica del país, en particular de la región estudiada.

En general se relaciona con el movimiento de las actividades económicas - sociales. Depende de la expectativa de vida, del crecimiento vegetativo poblacional, las migraciones, de la economía del país y de las tarifas de los servicios. Por otra parte, las tarifas deben ser fijadas contemplando los costos del servicio, la expansión requerida y la operatividad empresarial.

Las migraciones sociales cumplen siempre cambios de estados naturales. En general pasan de un estatus agrícola a una actividad fabril/ comercial, para por último cambiar a fabricaciones especializadas de alta tecnología y con un mayor nivel cultural (Fig. 4).

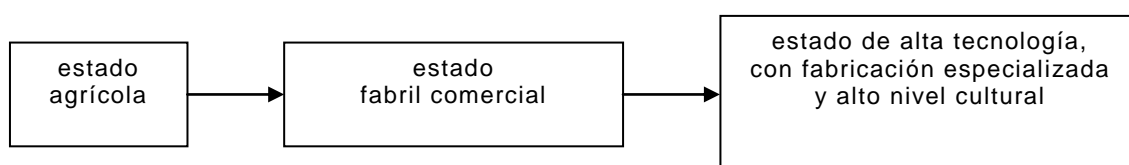


Fig. 4 - Demanda con movilidad social

La densidad de servicio de telecomunicaciones se indica en aparatos telefónicos por cada 100 habitantes. Actualmente se tiene en cuenta el número de y de aparatos de facsímil, de TV y de PC con Internet en uso. Se tipifican las categorías, residenciales, comerciales, profesionales y el grado de importancia del futuro cliente.

2. 5. 1. Curvas de crecimiento

Para los estudios en donde se requieren cifras extrapoladas, se podrán emplean curvas de la evolución de la demanda acaecida, representativas de funciones matemáticas particulares que caracteriza a la misma. Estas funciones podrán corresponder a un crecimiento lineal, exponencial o logístico.

La extrapolación lineal se emplea prolongando una línea recta, representativa del crecimiento observado hasta el presente. La extrapolación no lineal se aplica cuando el desarrollo en el pasado no ha seguido un proceso de trayectoria lineal.

La traza exponencial corresponderá a una situación particular de estado anterior, por ejemplo a una etapa posterior donde se ha restringido satisfacer nuevas líneas, por diferentes circunstancia económicas de la empresa o del país.

La extrapolación logística se realiza sobre una curva cuya expresión matemática representa ese desarrollo. La misma tiene la particularidad que el punto de inflexión se encuentra en el punto medio entre el valor mínimo y el valor máximo, es decir, es una curva de traza simétrica. La misma interpreta el comportamiento habitual del desarrollo de la demanda de los servicios respecto al tiempo (Fig. 5).

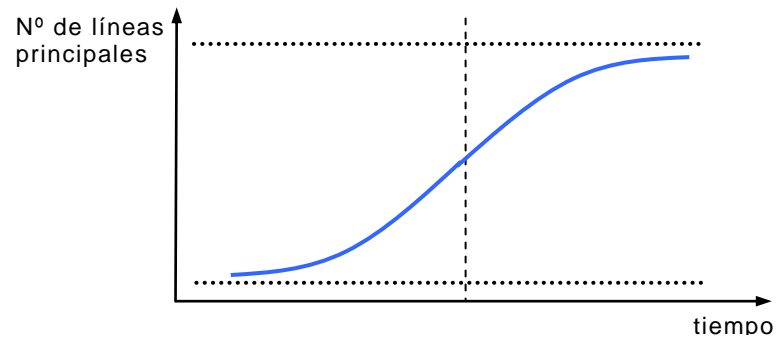


Fig. 5 - Curva logística

También se utilizan para estos estudios las curvas denominadas de Gompertz. Su expresión matemática representa una curva que tiene la particularidad a diferencia de la curva logística, que el punto de inflexión no se encuentra en el punto medio entre el valor mínimo y el máximo, luego ésta es asimétrica. La misma se acerca más al comportamiento del desarrollo de la demanda de los servicios respecto al tiempo (Fig. 6).

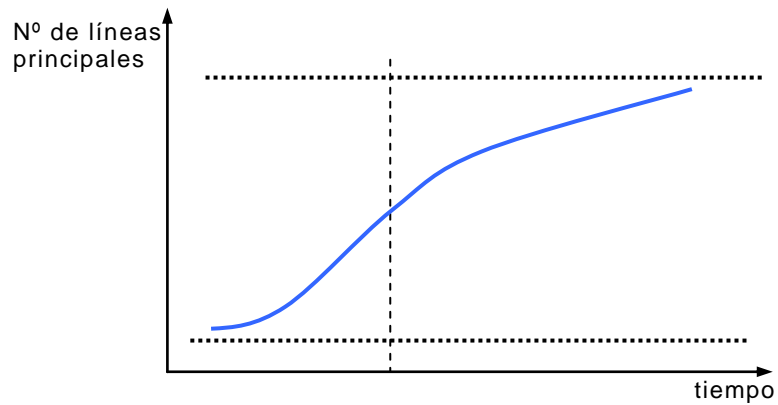


Fig. 6 - Curva de Gompertz

Tomando como ejemplo estas trayectorias, las mismas se pueden dividir en tres etapas bien diferenciadas del crecimiento: 1º) fase inicial ó de arranque, 2º) fase de crecimiento rápido ó de desarrollo y 3º) fase de saturación (Fig. 7).

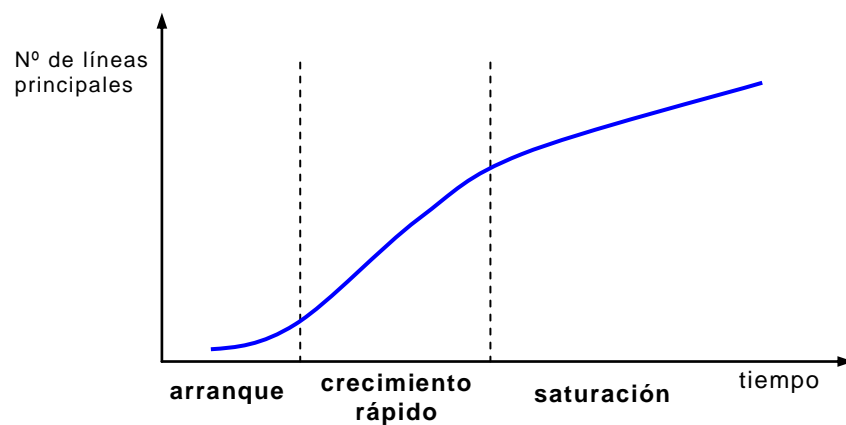


Fig. 7 - Etapas del crecimiento

La etapa inicial presenta un crecimiento de arranque lento, hasta que por necesidad, envidia o rivalidad, los usuarios se adhieren al servicio. En los casos que hubiera existido un período de servicio no satisfecho, se ha producido un efecto de embalse y en cuanto se ofrezca el nuevo servicio se produce un salto inicial del crecimiento.

Para la etapa de desarrollo, que es la que nos interesa para el estudio de la red a diseñar, se deberá conocer la pendiente de la curva del crecimiento. En lo que respecta al área definida como de saturación, raramente se cumple esta, ya que siempre reaparece un nuevo servicio, con lo que la saturación siempre se desplaza en el tiempo. El problema a solventar como proyectistas, consiste en establecer primeramente en cuales de estas etapas realmente se encuentra el área a analizar.

La duración de cada una de estas tres etapas, puede ser muy distinta de un país a otro. La Fig. 8 muestra algunos casos posibles de la evolución del número de abonados en función del tiempo.

La Curva 1 es característica de un país industrializado, donde las dos primeras fases ya se han cumplido y se encuentra con una densidad de abonados elevada y con un crecimiento de progresión lenta.

La Curva 2 es característica de un país que está completando su desarrollo y en un estado próximo a satisfacer la demanda presentada.

La Curva 3 es característica de un país que inicia el desarrollo de sus redes de telecomunicaciones y en un estado anterior al de crecimiento acelerado de la demanda.

La Curva 4 es característica de un país con recursos insuficientes y donde su desarrollo de las redes de telecomunicaciones continuará en un crecimiento muy lento.

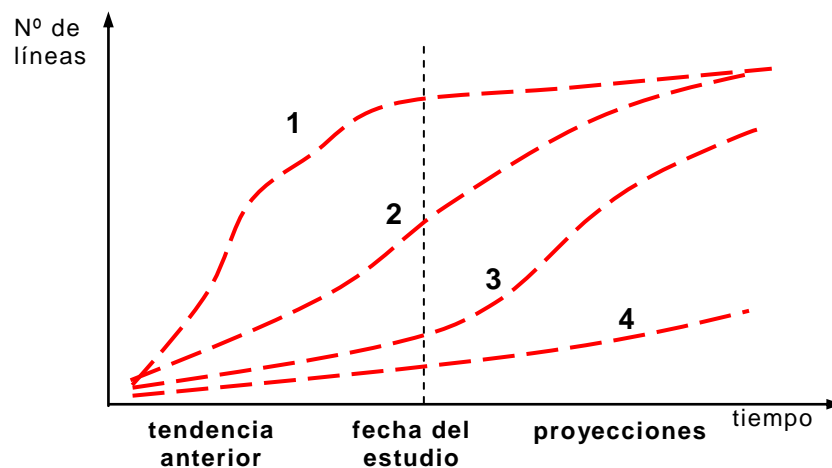


Fig. 8 - Evolución diferenciada según características de países

Por otra parte, existe una cierta relación entre países en la relación de la densidad de servicio, medido en aparatos por 100 habitantes y el valor del producto interno (PBI) por habitante.

Aunque el valor de este producto interno bruto, no refleja el verdadero costo de vida y con ello el bienestar de los habitantes de un país y dos países con igual valor del PBI, podrán tener una tasa de crecimiento de los servicios muy diferente, esta correlación permite tener una idea comparativa de la situación del país en estudio.

2. 5. 2. Diferenciación de la aplicación de los métodos

Los estudios pueden ser referidos a una zona barrial, una ciudad, una provincia, una región o un país, como así a un conjunto de éstos o parte de los mismos. También el estudio podrá referirse a una o varias áreas de subrepartición, áreas de centrales de conmutación o rutas de cableados en particular. Podremos decir que se efectúan estudios de desarrollo en proyecciones generales o por zonas localizadas.

Para efectuar los estudios en proyección generales se aplicarán básicamente los métodos estadísticos, mientras que para los estudios localizados se utilizarán casi con exclusividad el método catastral.

La elección del método a emplear dependerá de los elementos de análisis disponibles, asimismo se recomienda como conveniente valerse de los dos métodos, en aplicación paralela, reforzando y corroborando un resultado con otro definido.

Los estudios en esquema general permiten tomar decisiones para:

- a) Fijar las jerarquías de los centros de conmutación.
- b) Dimensionar las áreas de las centrales y centros de conmutación.
- c) Analizar las variaciones posibles de sus límites.
- d) Dimensionar los edificios de las Oficinas Centrales de Conmutación.
- e) Dimensionar los ámbitos operativos de construcción y mantenimiento.
- f) Determinar las necesidades de equipos de conmutación.
- g) Fijar las fechas de establecimiento de los equipos de conmutación.
- h) Fijar las fechas de habilitación de las plantas externas existentes y nuevas

Los estudios localizados se aplican para la confección de las redes de acceso. En particular permiten tomar decisiones para:

- a) Hallar la ubicación de las Oficinas Centrales.
- b) Bosquejar el trazado de los cableados primarios de la red de acceso.
- c) Dimensionar los cableados del acceso.
- d) Determinar la ubicación de los subrepartidores.
- e) Dimensionar las áreas de subrepartición.
- f) Bosquejar el trazado de los cableados de la red secundaria de acceso.
- g) Determinar cantidad y ubicación de equipos electrónicos y de radio de red.

Los métodos de las previsiones dependen de su aplicación específica y ella a un horizonte y tiempo escogido:

Previsión a corto plazo. Una programación a un año exige información precisa, que tenga en cuenta variables coyunturales al presente, como ser listas de solicitudes en espera y las variables económicas actuales. Para efectuar su análisis, se emplea el método de los estudios localizados

Previsión a mediano plazo. Para la programación de las inversiones (cableados, equipos de conmutación o de transmisión) a 3 ó 5 años, se requieren los análisis mediante la utilización de curvas de crecimiento en el método de extrapolación.

Por ejemplo de las tasas de penetración. Se emplean esencialmente los métodos estadísticos, con apoyo de estudios localizados.

Previsión a largo plazo. Para la planificación de las obras en grandes inversiones, en previsiones para 10 o más años, se requiere el empleo de métodos prospectivos, esencialmente dados en comparaciones de directrices internacionales. Su análisis se realiza básicamente por métodos estadísticos.

2. 5. 3. Métodos globales

Para los estudios con enfoque general, donde se utilizan los métodos estadísticos, podremos nombrar a los: Método de las Tendencias, también denominado de los Factores Económicos, Método de Extrapolación, Método Causal, Método Normativo y Método por Comparación.

Método de las Tendencias

El Método de las Tendencias ó de los Factores Económicos, se basa en la obtención de las tendencias originadas por la evolución de la situación económica general, de una región o de la nación en cuestión. Se determinan los factores económicos que definen la correlación con el desarrollo de las telecomunicaciones, se establece las curvas de interrelación implicadas.

Los factores económicos intervinientes podrán ser: el Ingreso Nacional "per cápita", la distribución del ingreso, o el porcentaje de la población dedicada a la industria, el comercio transporte y/o comunicaciones.

Presenta la ventaja de no depender exclusivamente del crecimiento anterior de la demanda. Se podrán implicar la utilización de los procesos estocásticos como ser el modelo de saturación.

Método de la Extrapolación

El Método de la Extrapolación, consiste en un procedimiento de aplicación general, no solo para las redes de acceso, sino también en los niveles más amplios de la planificación. Puede emplearse si la zona examinada cuenta con un número de abonados suficiente grande y el desarrollo ha sido relativamente regular sin fluctuaciones en el tiempo o el espacio.

Se predice la demanda potencial estimada, suponiendo que tendrá un desarrollo similar al correspondiente al período previo. El número de abonados futuros se determina siguiendo el crecimiento anual del pasado, presumiendo que el desarrollo del área en estudio mantiene sus condiciones invariables.

Según la naturaleza de la función de extrapolación se emplea una extrapolación lineal, exponencial, logarítmica. Se podrán usar las curvas logísticas o las de Gompertz, que ya hemos tratado.

Método Causal

Este procedimiento tiene en cuenta los factores causa que podrán influir en la futura densidad de abonados. Las previsiones cuantitativas pueden expresarse en modelos función del tiempo, que revelan una tendencia determinista entre los factores y las predicciones. Los modelos causales pueden ser lineales, aplicados a la planificación a corto plazo o no lineales apropiados a largo plazo.

La prospección se emplea tanto en zonas pequeñas, como en regiones o países de gran extensión.

Método Normativo

El Método Normativo, se emplea para obtener los valores de densidad de abonados de las redes de acceso, a partir de los valores medios nacionales. Para aplicar este método, se clasifican las localidades según una regla determinada en grupos apropiados y se asigna a cada grupo un valor dado de densidad del servicio analizado.

La principal desventaja reside en la posibilidad de adjudicarse los errores de la previsión nacional, al área en estudio. En el diagrama puede verse la estructura lógica del procedimiento (Fig. 9).

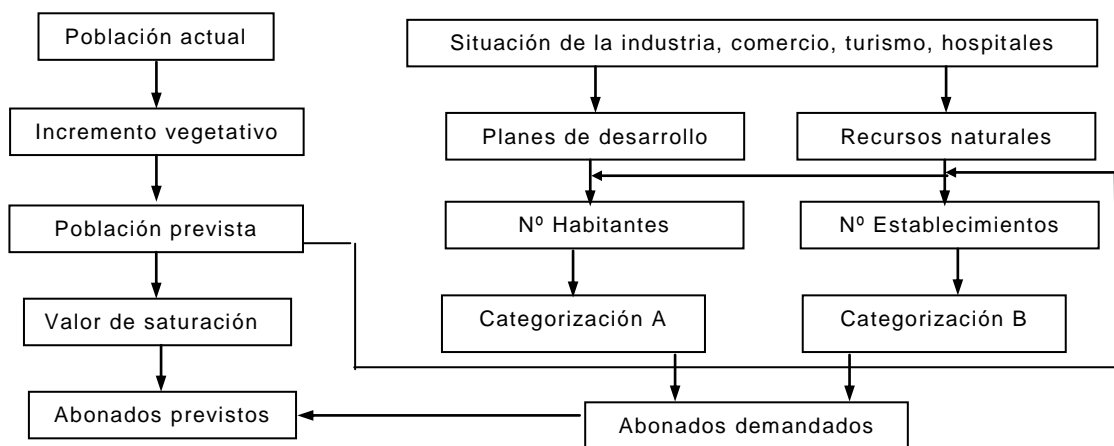


Fig. 9 - Diagrama del proceso lógico del método normativo

Método por Comparación

Si no se dispone de los valores estadísticos históricos pueden realizarse comparaciones con la evolución acaecida en otras regiones o países de características similares, los que hayan pasado por esas fases de desarrollo y de las que puedan efectuar extrapolaciones de sus valores (Fig. 10).

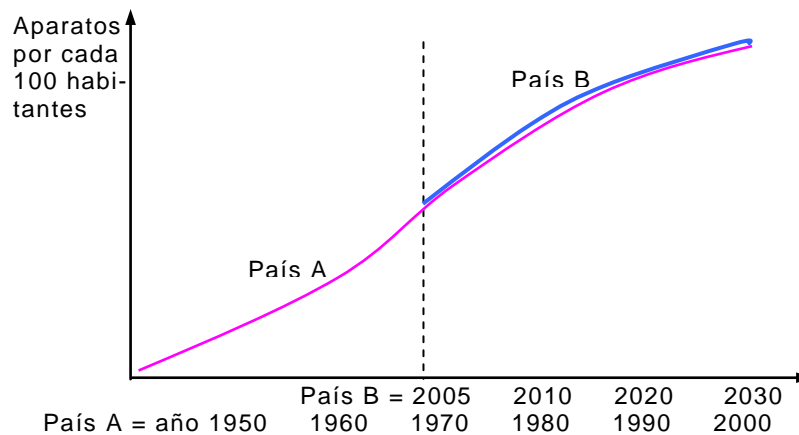


Fig. 10 - Método por Comparación

También podrá emplearse este método para efectuar verificaciones, una vez aplicados dos métodos. En la utilización de dos métodos estadísticos simultáneos, o de uno estadístico y otro localizado, los resultados podrán arrojar diferencias.

En términos generales podrá aceptarse esta metodología, si estas diferencias no exceden del 20%, en caso contrario convendrá verificar los cálculos, empleando otros métodos de prospección.

2. 5. 4. Métodos Catastrales

Este método entra dentro de la categoría de los estudios localizados. Para su realización se requiere contar con la ubicación de los abonados existentes y de las solicitudes pendientes, lote por lote por cada una de las manzanas del área en estudio.

De cada uno de estos datos se deben efectuar su categorización, por vivienda, comercio, fábrica, oficina y calificar la calidad del servicio existente y a solicitar.

Para ello se emplean los catastros de edificación municipal, así como efectuar muestreos en el mismo campo de estudio. Se obtienen coeficientes de inherentes en cada servicio, por categoría de viviendas (A, B, C, etc) y por cada una de las distintas zonas analizadas. Este índice se aplica en cada vivienda o lote sin edificar, obteniendo los abonados potenciales actuales y futuros.

Se debe consultar los planes de desarrollo municipal, provincial y nacional, los que permitan establecer los valores de crecimiento edilicio, la expansión industrial y comercial, observando el nivel social y el grado de requerimientos y pendientes potenciales de servicio.

Mediante los recorridos efectuados en el terreno se actualizan los planos, modificando las topologías, nombres de calles y direcciones.

Este estudio catastral servirá al trazado de la red y dimensionamiento de la planta de acceso a diseñar, en ampliaciones o construcciones nuevas, estudios de la ubicación de subrepartidores y de centrales, establecer límites de áreas de servicio y de central, en períodos de fecha inmediata, como de cualquiera de los Planes de Desarrollo.

También a los fines idénticos pero al porvenir distante, como así de cualquiera de los Planes Fundamentales. Es decir, que cada uno de los análisis descriptos como de otros paralelos, se dirige a objetivos y finalidades determinadas, por lo cual se verán procesar de forma diferenciada. En general esta diferencia radica en la aplicación de un índice distinto del interés en los servicios. Tal índice o coeficiente de penetración, tendrá a su vez una metodología para hallarlo diferente.

Indicamos como índice de interés en los servicios, por el variado ofrecimiento de estos actualmente, desde el teléfono, la PC, o la combinación de ambos, con todas sus aplicaciones. Por ello quizá tendríamos que hablar del interés en una línea de acceso, indicando solo a que velocidad digital (ancho de banda) se requiere. Ello ya con esta línea de acceso se podrá disponer cualquiera de los servicios propuestos.

Aplicación de los Métodos Catastrales

Esta metodología se ha empleado en distintos países Latinoamericanos, por ejemplo en la República Argentina y en la República de Honduras.

Hemos visto que el diseño de las Ingenierías de Detalle, apoyándose en los Métodos de Demanda Localizada, exige se contemple cabalmente la totalidad del parque edilicio, partiendo de la unidad habitacional. Es necesario, por ello que la estimación de la demanda parta del análisis de cada inmueble, en la consideración de zonas de construcción homogéneas. Para obtener los resultados requeridos, manteniendo la mayor validez y con el menor esfuerzo, puede tratarse los estudios sobre planos catastrales de relevamiento foto aérea.

En zonas residenciales, siempre tomando áreas de construcción homogénea, en las que solo hay una familia por casa, la estimación puede realizarse por encuestas personales, optando por un tratamiento de muestreo.

Igual procedimiento se podrá realizar en los inmuebles de varios pisos y/o de uso comercial, con varios locales u oficinas. La estimación se debe hacer por cada inmueble y unidad individual, aunque en la presencia de categorías homogéneas, la estimación se realizará por muestreo.

Estas estimaciones solamente pueden hacerse sobre el terreno y exigen una gran experiencia. Los criterios que se pueden utilizar son: el ingreso del ocupante o familia residente del inmueble, en su caso importe del alquiler, gastos de electricidad, etc. Otros datos de más rápida obtención son: aspectos y dimensiones del inmueble, comodidades e instalaciones del mismo, profesión del ocupante, etc.

Este método se aplica tanto para los estudios de ampliaciones de la red, como para confeccionar los planes de desarrollo, la planificación de áreas y rutas de cables de acceso. Se destina tanto a estudios de Planes Fundamentales o a las Ingenierías de Detalle, es decir para los proyectos de largo plazo, como para los de aplicación inmediata. También es base de extrapolación de la tendencia obtenida, para ser utilizado en estimaciones a largo plazo como complemento de otros métodos globales.

Será del mayor cuidado el tratamiento del cálculo para hallar el coeficiente del interés en telecomunicaciones, por ello su procedimiento y tratamiento de análisis será efectuado sin ahorrar esfuerzos, personal y tiempo. Debe hallarse un índice por cada categoría de vivienda, dentro de un grupo homogéneo determinado, valedero solo para este conjunto.

Procedimiento

Para la realización de un Estudio Localizado de Demanda se requiere, en su primera etapa, contar con el listado de abonados y solicitudes pendientes, correspondientes a la central que sirve al área objeto del estudio. Luego se procede a registrarlos sobre cada uno de los planos de manzana, en sus correspondientes domicilios.

Posteriormente, se hace la clasificación de las viviendas por categoría en el total del área analizada, de acuerdo a un concepto preestablecido a tal efecto, llegándose a conocer por este medio el total de viviendas, locales y la cantidad que existe de los mismos sin servicio telefónico. Los domicilios con servicio y los sin servicio, se someten a un muestreo para poder mediante encuestas determinar el actual grado de necesidad de servicio de telecomunicaciones imperante en la zona. En la encuesta se incluirá la información dirigida a los terrenos sin edificación, considerando a los mismos en similitud de características a los edificios existentes linderos.

Debe de definirse tanto los índices para la construcción actual como para la construcción futura. Se emplea la planilla Determinación del Índice de Interés Actual, la que se muestra más adelante.

Aunque es de la mayor importancia el valor del coeficiente para el interés actual del proyecto, es de aun mayor importancia el índice para la construcción futura. Por ello el equipo de encuestadores deberá tener conciencia de su utilidad y significado, para poder definir la red y los costos que ello involucra con la mayor certeza.

Obtenido el coeficiente que corresponde a cada categoría de viviendas, comercio, etc, denominado Coeficiente del Interés Actual de servicios (CIA), éste se aplica sobre el total existente en el área de estudio. Su resultado reflejará la cantidad de abonados potenciales, que sumada a los abonados funcionando y pendientes nos da la demanda real del área analizada. El índice para la demanda futura se aplica tanto a la calificación actual como futura.

Los valores hallados indican las pautas que sirven para evaluar en que medida ha de desarrollarse el servicio de telecomunicaciones. Estos valores corresponden a la cantidad de viviendas y locales, sus índices, así como los datos históricos que se obtengan, la información requerida a las fuerzas vivas del lugar o a entes estatales, nacionales o provinciales, la verificación de fuentes de trabajo, del nivel social de la población y su crecimiento. Estos datos permiten conjeturar los proyectos a desarrollar, que satisfará el crecimiento edilicio o la expansión industrial.

Es competencia del personal afectado al estudio, la actualización de los planos sobre el terreno, asentando en los mismos cualquier modificación que surja como consecuencia de apertura o cierre de calles o el trazado de manzanas resultado de nuevos loteos, como así también de cualquier cambio de nombre que se observe. Para ésta labor se requiere tener cierta práctica en la confección de planos, ya que no siempre se pueden obtener los que correspondan al lugar, que faciliten la tarea de modificar el plano matriz, esto hace que en algunos casos el tiempo que se emplea en la realización del estudio sea mayor al previsto.

Este estudio constituye la base para el diseño y dimensionamiento de la planta externa, de una ciudad, ubicación y tamaño de las futuras centrales y límites de áreas de la misma. En el transcurso del primer quinquenio, el estudio debe someterse a revisión, circunstancia ésta que permitirá el ajuste de cifras en aquellos lugares donde los hechos imprevistos hagan variar los pronósticos originales.

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE INTERÉS ACTUAL

Manzana	145			146			147			148			Resumen			
	si	no	total	si	no	total	si	no	total	si	no	total	si	no	total	%
A	18	3	21	3	10	13	22	2	24	29	12	41	72	27	99	0.7
B	2	14	16	13	6	19	7	7	14	9	15	24	31	42	73	0.2
C	8		8	-	-	-	-	3	3	9	-	9	17	3	20	0.9
Total	-	-	45	-	-	32	-	-	41	-	-	74	-	-	192	-

Orden de las tareas

En el procedimiento de las tareas se seguirá un orden aconsejable:

A) Vuelco a las correspondientes manzanas, desde la lista de abonados funcionando y de las solicitudes pendientes.

B) Luego se comisiona personal al campo, que tendrá a su cargo dentro del área asignada, las tareas de investigación del coeficiente, índice de interés de servicios.

Esta operación se realiza según la planilla siguiente, en el procedimiento siguiente:

b1 - Para el total del área a estudiar se debe clasificar las viviendas por categoría. Tomando una cierta categoría, se indica el número de unidades de viviendas a muestrear.

b2 - Efectuar el muestreo mediante consultas aisladas por viviendas y lotes de cada manzana del área en estudio.

b3 - Hallar los índices de interés (actual y para dentro de los primeros cinco años), que se obtiene como relación de los valores de adhesión al total encuestado. Se indican estos datos manzana por manzana y se integra en un resumen de una planilla que denominaremos Planilla N° 1.

b4 - Dejar indicado en cada manzana las unidades de viviendas (2V, 4V, etc), locales, oficinas y su cantidad de plantas (PB, 2P, etc), por lote de la misma. Consignar la cantidad de edificios en construcción y de nuevos edificios que se estime podrían ser construidos en los primeros cinco años, con sus respectivos datos (Fig. 11).

b5 - Estimar el promedio de unidades de vivienda para los nuevos edificios.

b6 - Dejar asentado en las manzanas cualquier otra información que se estime de interés para el mejor pronóstico de la demanda, como por ejemplo, terreno baldío (T/B), edificio en construcción (E/C), domicilio sin número (S/N°), etc.

ESPINOSA				
1890	1P/2V	S/N°	T/B	1887
1880	1P/2V	1P/2V	T/B	2P/4V
1862	3 P/3V			1879
1852	1P/4V	6P/12V		1871
1844	1P/2V	1P/2V	E/C	1857
1832	1P/2V	1P/2V		1849
1820	1P/2V	1P/2V	1P/2V	1837
1812	1P/2V	1P/2V	E/C	1825
1802	T/B°			1P/2V
		E/C	3 P/3Of	18190
				1805

MADRID

37	38	39
49	50	51
60	61	62

SAN MARTÍN

Fig. 11 - Loteo de la Manzana 145, Módulo 50, Central Miraflores

Con los valores encuestados referidos a la construcción futura y al interés en solicitudes de nuevos servicios para un futuro próximo, se halla el Coeficiente del Interés Futuro de servicios (CIF).

Este coeficiente se aplica en el total del área estudiada de construcción homogénea. Para ello se vale de la Planilla para el Análisis del Desarrollo:

Planilla para el Análisis del Desarrollo

Cada Hoja de la Planilla para el Análisis del Desarrollo, corresponde a una manzana. Consta de columnas numeradas, las que indican:

1. Tipo de Vivienda (TV), se clasifica por su categoría: dimensión, valor económico, estado de conservación, servicio agregados, etc. Esta clasificación nos indica indirectamente el tipo de servicio de telecomunicaciones que potencialmente podrá solicitar.
2. Cantidad de Viviendas Existentes (CVE), en la manzana del análisis.
3. Abonados existentes (Ab).
4. Pendientes registradas (Pe).
5. Suma de abonados (3) más pendientes (4) (Ab+Pe).
6. Viviendas Sin Servicio (VSS). Estimación diferencia entre las viviendas totales (2) y los servicios potencialmente asistidos, abonados más pendientes registradas (5).
7. Coeficiente del Interés Actual de servicios (CIA). Corresponde al resultado de cálculo de la Planilla I.
8. Demanda Pronosticada para las viviendas sin servicio (DP). Se obtiene en base a aplicar el coeficiente de (7) sobre el valor hallado en (6).
9. Demanda Real (DR), como suma de abonados y las pendientes registradas (5) más la demanda pronosticada para las viviendas sin servicio (8).
10. Viviendas Nuevas Estimadas para los primeros 5 años siguientes (VNE). Se obtiene de multiplicar el número de nuevos edificios que se estima se construirán por el promedio de unidades de viviendas estimado para los edificios.
11. Viviendas Sin Servicio Pronosticadas a 5 años (VSSP). Se obtiene sumando las viviendas actuales sin servicio (6) y las sin servicio a 5 años (10).
12. Coeficiente del Interés Futuro de servicios (CIF). Valor hallado en procedimiento de la Planilla I, pero aplicado a las futuras viviendas estimadas, dentro de los próximos 5 años. Se toma el mismo coeficiente de interés actual.
13. Demanda Estimada a los Futuros primeros 5 años (DEF). Se obtiene multiplicando el total de las viviendas sin servicio estimadas a los 5 años (11) por el coeficiente hallado para ese período (12).
14. Demanda Total (DT). Corresponde a la suma de abonados y pendientes registrados actualmente (5), más la demanda estimada a los primeros 5 años (13).

ANÁLISIS DE LA ENCUESTA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TV	CVE	Ab	Pe	Ab+Pe	VSS	CIA	DP	DR	VNE	VSSP	CoF	DEF	DT
				(3+4)	(2-5)		(6x7)	(5+8)		(6+10)		(11+12)	(5+13)
A	77	5	10	15	62	0.7	42	57	64	126	0.7	88	103
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	77	5	10	15	62	0.7	42	57	64	126	0.7	88	103

Se ha considerado para el ejemplo, una manzana con cuatro nuevos edificios a construir en cinco años. Se ha calculado un promedio de 16 unidades de viviendas para cada uno de estos edificios. Entonces se obtuvo una estimación de $64 = 4 \times 16$ nuevas viviendas.

Clasificación de Viviendas

Los edificios en casas individuales se clasificarán en cuatro grupos:

Clase A: Edificios de categoría; residencias que, aunque antiguas denotan excelente estado de conservación, y edificios públicos.

Clase B: Edificios de buena construcción y estado de conservación, pero que carecen de detalles de lujo y casas que se encuentren en las mismas condiciones. Por lo general, en este grupo se incluyen aquellas que poseen garaje.

Clase C: Edificios antiguos y casas de mediana categoría.

Clase D: Edificios muy antiguos y en estado de abandono, casas viejas y mal conservadas, galpones o corralones, de construcción precaria.

EDIFICIOS DE DEPARTAMENTOS

Cuando se trate de edificios compuestos por departamentos de distintas comodidades, el total de viviendas será incluido en una misma categoría.

EDIFICIOS DE OFICINAS

Se determina el número de necesidades, que bien puede no ser coincidente con el total de oficinas.

GALERÍAS COMERCIALES

Aunque se puede observar que los locales que la componen, por su ubicación y/o dimensión, señalan distintos niveles de importancia, se tendrá en cuenta para su clasificación una categoría única.

BARRIOS COLECTIVOS

Para determinar la demanda de servicio se aplicará sobre el total de unidades de viviendas, un porcentaje que surgirá de evaluar la categoría de las mismas, la condición económico-social de sus ocupantes y zona donde estén ubicados. Se indicará su estimación en letra E.

MERCADOS

En la manzana y en el correspondiente domicilio se consignará, además de los teléfonos funcionando, la cantidad de puestos, como dato referencial. Mientras que en la planilla que recopila el total de la información se registrarán la cantidad de teléfonos en la categoría F.

EDIFICACIÓN EN CONSTRUCCIÓN

Las nuevas unidades de vivienda que compongan un edificio de más de tres pisos, serán clasificadas como A, ya que la demanda telefónica, en estos casos, está en el orden del 90 al 100 %.

Resumen de las tareas del método

Como ejemplo de aplicación de este método, indicamos lo desarrollado por la Empresa Hondureña de Telecomunicaciones (Hondutel), para sus planes de obras.

Se han efectuado:

- Entrevistas, con las autoridades locales, los responsables del urbanismo y otros organismos de planificación, para obtener información sobre el desarrollo futuro de la zona considerada.
- Entrevistas con compañías inmobiliarias, lotificadoras, empresas constructoras, etc., para conocer los planos de nuevas construcciones y urbanizaciones.
- Estudios detallados de la zona considerada con crecimientos, tendencias previstas y previsiones del desarrollo de las líneas de abonados.
- Comparación de las previsiones resultantes de las entrevistas y de los estudios hechos en la zona considerada. Realización de eventuales correcciones.
- Registros en los planos de la zona considerada de datos relativos de la magnitud y localización de la demanda potencial prevista, en periodos de 5, 10, 15 y 20 años.
- Redacción de un informe del estudio con la evaluación económico-social de cada zona y con la información básica necesaria que justifique las previsiones halladas.

Metodología y documentación

El flujo de actividades correspondió a un esquema general (Fig. 12).

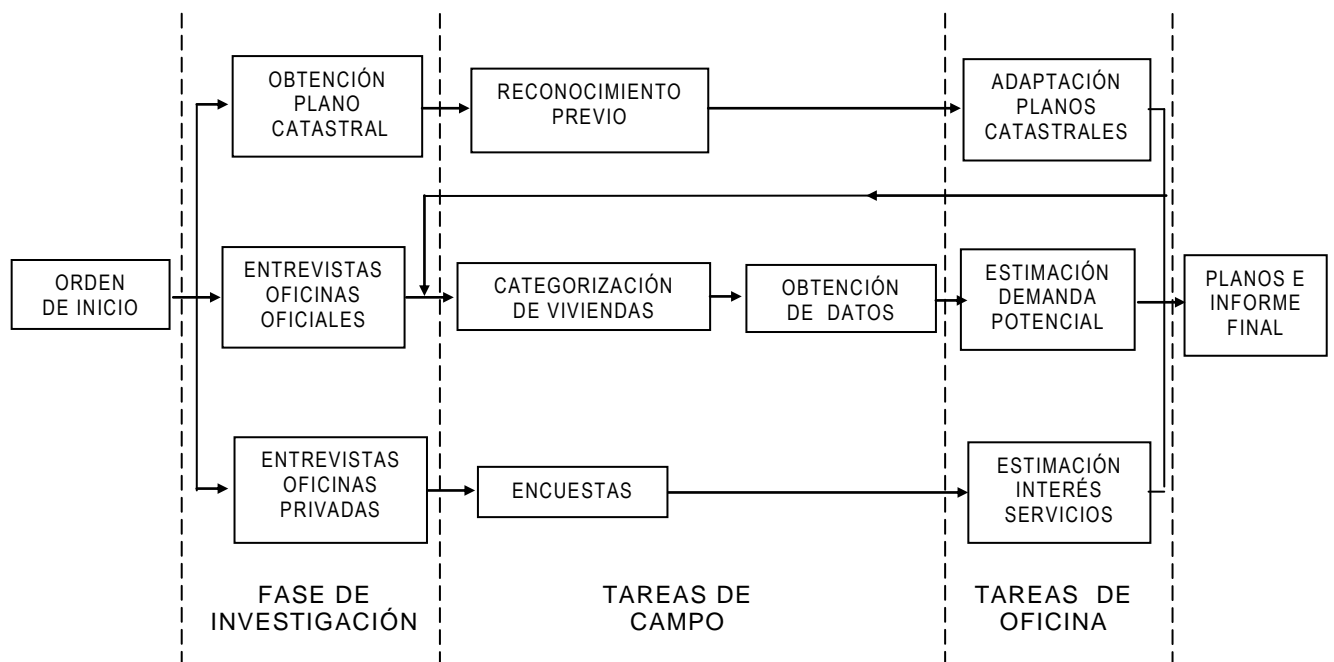


Fig. 12 - Flujo de actividades para el estudio de la demanda

Las tareas para efectuar este estudio se llevaron a cabo, realizándolo según las siguientes etapas:

a) Investigación

Se obtuvieron en las municipalidades respectivas los Planos Catastrales, los que fueron trasladados a una escala conveniente de fácil manejo y cuyos tamaños cumpliera con las Normas de Diseño. Entre las oficinas gubernamentales que proporcionarían información, se indican:

- Dirección General de Censos y Estadísticas. La misma brindó datos estadísticos a cerca del tipo y número de viviendas, ingreso per cápita de cada zona estudiada, etc.

- Metroplan, Plan Director de Ordenamiento Metropolitano. El mismo tiene como objetivo la zonificación del medio urbano de acuerdo a un equipamiento social y recreativo, brindando a la vez la formación técnica y su investigación. Este Plan cubre el periodo 1975-2000, delimitando las áreas de expansión y programando su incorporación en el tiempo. Estratifica cuatro distintos tipos de viviendas unifamiliar y multifamiliar, áreas comerciales e industriales.

- INVA, Instituto Nacional de la Vivienda. Este Organismo regula la construcción de nuevas viviendas como así implanta programas de viviendas a corto y largo plazos, para personas de bajo y medio ingreso. Plan de Desarrollo 1974-1978.

- Estudios Urbanos de la Dirección General de Urbanismos. También se investigó y recopiló datos sobre construcción de viviendas residenciales y comerciales en todas las inmobiliarias y constructoras de real importancia, con el fin de obtener información adicional sobre el crecimiento de la vivienda a corto y mediano plazo.

b) Trabajo de Campo

A los efectos de encarar los estudios de demanda y detectar sus crecimientos, se efectuó un reconocimiento total sobre el terreno de toda el área, donde se realizaría el análisis. Se determinó la topología del terreno, facilidades de construcción de viviendas y facilidades del tipo vial. Los estudios se realizaron en función de dos sistemas básicos:

- 1) Clasificación de la zona a través de una categorización de la vivienda.

En vista a lo difícil de obtener datos como ser: Ingresos del ocupante de la vivienda, el importe del alquiler, etc. ésta se realizó según su aspecto exterior, las dimensiones de la vivienda y en sus comodidades (por ejemplo carro, televisor, etc.). Además, se tubo en cuenta la situación de la edificación, y el grado de urbanización de la colonia, barrio o zona.

- 2) Realización en cada sector homogéneo representativo de la colonia de encuestas a fin de determinar el interés actual y 5 años en la tenencia del servicio.

- 3) El personal de campo, realizó un reconocimiento total de las colonias y barrios involucrados en el estudio, verificando el número de la vivienda o lote, número y tipo de vivienda, tipo de comercio, etc. información que fue recopilada en los planos de trabajo.

- 4) Se destacó personal para verificar la ubicación geográfica de los abonados existentes y de solicitudes pendientes, información que fue obtenida de los Libros de Abonados, del Departamento de Asignaciones de Hondutel. La misma se recopiló en los planos confeccionados del manzanamiento.

c) Trabajo en Oficina

Esta fase se llevó a cabo paralelamente con las fases anteriores. Se inició con los planos catastrales, de los cuales en primer término, se obtuvo el Plano de Referencia del Área, sirviendo de Plano Índice. En él se muestran las distintas urbanizaciones divididas en cuadrículas, numeradas correlativamente a fin de ubicar los distintos planos de investigación del área de servicio.

Para el Área Múltiple Tegucigalpa se adoptó la escala 1:10000. Los planos para la investigación del Área de Servicio, fueron confeccionados en tamaño A2 de 594 mm x 420 mm, de acuerdo al ISO. Serie "A", en tamaño de papel, y con escala 1:1000 para el Área Múltiple Tegucigalpa..

Obteniendo los datos de campo, se procedió a la estimación de la demanda potencial inmediata. En ésta estimación, se analizó cada zona en particular, tomando en cuenta la condición de la zona y estado de la vivienda.

Para la estimación del interés telefónico a mediano (5 años) y a largo plazo (10 años) se han considerado los teléfonos en servicio solicitudes a la fecha, demanda potencial corregidas con proyecciones de demanda elaboradas sobre el terreno. Se fundamentaron dichas proyecciones en informaciones estadísticas disponibles y estudios de diferentes clases elaborados para las ciudades en cuestión tales como las estadísticas oficiales de las construcciones, programa de desarrollo como así toda aquella información existente elaborada por entes privados.

De ésta información se llegó a la obtención de un criterio general sobre la demanda futura a determinar, siendo el trabajo de campo lo que determinó las demandas básicas actuales y posibilidad de su extrapolación. Finalizadas las etapas de investigación, campo y oficina se procedió a la formulación de los informes finales.

2. 6. Estudios de Tráfico

Con el objeto de dimensionar los equipos de conmutación y las líneas de enlace urbanas, interurbanas e internacionales, es necesario contar con la disponibilidad de los valores de intensidad media de tráfico a cursar, entre las respectivas centrales y centros, realizados durante un período dado. Así mismo es necesario contar con ello, la calidad de servicio a obtener.

Para ello, se efectúa el estudio de tráfico cursado entre centrales existentes, considerando el total de los nodos de conmutación proyectadas según el Plan Fundamental Técnico correspondiente.

2. 6. 1. Expresiones descriptoras

CALIDAD DE SERVICIO

El punto óptimo de inversión en el diseño de una red se obtiene hallando el dimensionamiento correcto de los circuitos y elementos de los equipos de conmutación.

A un sobredimensionamiento, le corresponde un sobregasto que incidirá sobre las tarifas, mientras que un subdimensionamiento del mismo, provoca pérdidas en unidades de llamadas no prestadas y por lo tanto pérdidas de ingresos. En consecuencia la calidad de servicio radica en controlar la cantidad, duración y distribución de las llamadas sobre las secciones de la red y en el tiempo.

HORA PICO

La hora pico de tráfico está definido como la hora u horas, de valor máximo en la entrega de tráfico de los servicios, para el transcurso del día. A fin de controlar la calidad de servicio que se presta a los usuarios, se hace necesario conocer la cantidad y distribución de las llamadas a lo largo de un día.

Para ello se hace preciso el análisis del tráfico en las horas pico, según registros dados en curvas (Fig. 13).

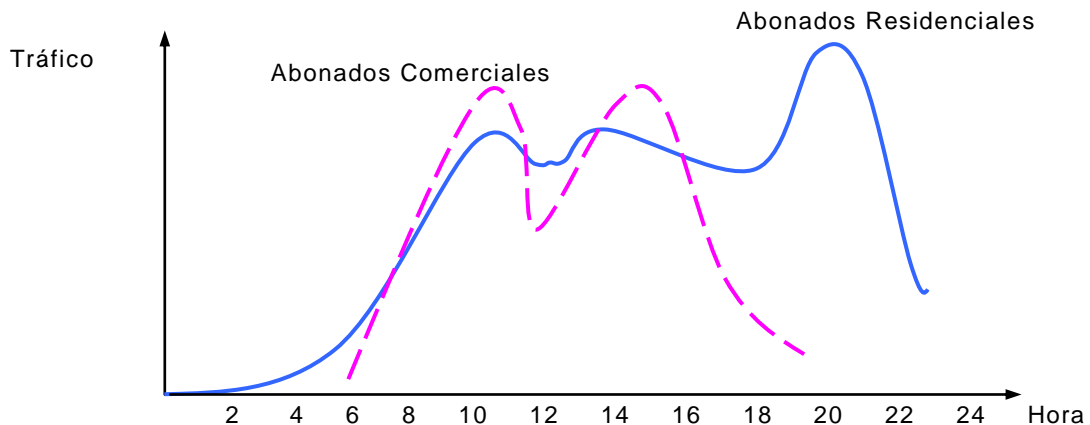


Fig. 13 - Tráfico en la hora cargada "pico"

El intervalo preciso en que se presenta esta ocupación podrá depender de varios factores, particulares para cada central o enlace. Se tiene por ejemplo, los lapsos máximos para las llamadas comerciales, financieras, residenciales o bancarias, cada una con su distinta hora activa mayor.

Las horas pico de movimientos financieros o bancarios se presentan al cierre de las operaciones, las comerciales podrán presentarse a finales de la mañana, ambas para las áreas céntricas, mientras que para las residenciales, se presentan por la noche, como áreas habitacionales llamadas del tipo dormitorio.

La alta influencia actual del tráfico originado por Internet, define en mayor grado los valores de tráfico y de las horas de máximo consumo y duración de las llamadas.

Debido a los diversos factores intervinientes en un tráfico de telecomunicaciones, se indica que el mismo se realiza al azar, por lo que lo define como del tipo casual.

Sería antieconómico dimensionar los enlaces para el instante de mayor tráfico, dentro de un período dado, pues el resto del tiempo resultará con bajo uso. Un estudio minuto a minuto es oneroso, por ello se optó por el estudio de hora cargada u hora pico. Asimismo se incluirá el comportamiento horario y estacional de área. Una zona veraniega, ciudad universitaria o parque ferial tendrán distintas características.

INTENSIDAD DE TRÁFICO

La duración media de una comunicación, define a la intensidad de tráfico. Se determina como el cociente entre la suma de los tiempos acumulados ó volumen de tráfico (V) y la cantidad de llamadas efectuadas (C), en ese tiempo V. Por ejemplo, 60 min. / 20 llamadas = 3 min.

INTENSIDAD MEDIA DE TRÁFICO

La UIT-T ha definido "Intensidad Media a la intensidad de tráfico cursado por un grupo de circuitos u órganos de conmutación durante un período T, es la suma de las duraciones de ocupación dividida por T". Resulta de esta definición que el tráfico se expresa en un valor adimensional.

También se lo podrá individualizar como el valor medio de la cantidad de circuitos ocupados durante un tiempo considerado. Esto indica al diseño, la importancia de la cantidad de llamadas efectuadas, del tiempo que se realizan y de su duración.

UNIDAD DE TRÁFICO

La UIT-T ha definido "Unidad de Tráfico al equivalente al tráfico que fluye por un circuito que está continuamente ocupado durante un período T considerado". Se considera un valor de 60 minutos o sea una hora al del período T. La unidad de tráfico se la expresa en valores de Erlang, en honor del matemático A. K. Erlang, quien publicó en 1909, una serie de teoremas sobre el Calculo de Probabilidades, los que tiene aplicación directa al tráfico de los servicios de telecomunicaciones.

A modo de ejemplo, supongamos que durante un periodo T, igual a una hora (60 minutos), por un circuito se cursaron 15 llamadas (N), de 3 minutos de duración media (DM), resultando 0.15 Erlang.

$$A = \frac{N \times DM}{60} = \frac{15 \times 3}{60} = 0.75 \text{ Erlang}$$

Los elementos de los equipos de conmutación son, hasta el momento, dimensionados mediante las tablas de tráfico de Erlang, considerando un cierto grado de servicio deseado, pérdidas por intentos de llamadas. De esta forma se diseñaron las capacidades de las líneas de enlace, de las centrales locales y de las centrales de tránsito interurbanas.

El problema actual radica en que estas tablas son empíricas, basadas en el tráfico telefónico con duración promedio de algunos minutos. El tráfico de datos de la red Internet puede en una sola sección Web insumir varias horas de conectado. Los circuitos en modo conexión ocupan todo el tiempo todo el ancho de banda. La voz paquetizada de la Web también se ocupa en modo conexión, luego la ventaja de la conmutación en paquetes no está aprovechada en los sistemas preexistentes.

GRADO DE SERVICIO

El número de circuitos de enlace y de elementos de equipos de conmutación, se diseña teniendo en cuenta el grado de servicio global, en la hora pico, adoptado por cada Administración.

El grado de servicio se determina por la probabilidad de pérdida o demora en el establecimiento de una conexión. Por ejemplo se podrá admitir un grado de servicio de 0.001 á 0.01. La pérdida total, es aproximadamente igual a la suma de las pérdidas parciales, en las sucesivas etapas de conmutación o enrutamiento para el establecimiento de la conexión.

La distribución óptima, de las pérdidas totales entre las diferentes partes del conexionado, está con relación al valor del cargo anual de las respectivas secciones.

ACCESIBILIDAD

Se define como accesibilidad a la cantidad de líneas de salida de un grupo que puede alcanzarse desde una línea de entrada, a través de la red de conmutación contemplada. Se podrá tener Accesibilidad Constante en todo momento, independiente del tiempo de ocupación de la línea, en caso contrario será de Accesibilidad Variable.

Si la accesibilidad es constante y su valor numérico igual al número de líneas de salida se dice que es de accesibilidad completa, en caso contrario de accesibilidad limitada.

2. 6. 2. Sistema a la Pérdida o a la Espera

Fuese la situación de una llamada que se presenta mientras los circuitos están ocupados, el sistema podrá operar de dos formas distintas, rechazar la llamada o hacer esperar al abonado.

Si se rechaza invitando al abonado que intente una nueva llamada, diremos que la llamada se ha perdido, estando en un sistema a la pérdida. En este caso, la calidad de servicio se caracteriza por una probabilidad de pérdida. Si por el contrario el sistema conserva la llamada pero en espera, hasta que el circuito quede libre estamos ante un sistema a la espera. En este caso, la calidad de servicio se caracteriza por una probabilidad de espera.

Según las circunstancias, se diseñan los equipos con uno u otro sistema. Un sistema a la espera le da a los abonados más probabilidades de encontrar un circuito libre antes que obligarlo a reiniciar el pedido. Mientras el sistema a la pérdida tiene la ventaja de bloquear menos el servicio.

Una aplicación racional de estos principios se reflejará en diseños mixtos, integrando sistemas a la espera /a la pérdida. En estos casos habrá órganos que trabajan a la espera y otros que lo hace a la pérdida.

2. 6. 3. Tipos de tráfico

Salvo que se prevea la misma cantidad de líneas que las de las fuentes de llamada, siempre hay un riesgo de encontrar a todos los circuitos ocupados cuando se presenta la llamada.

En consecuencia, sobre la totalidad de tráfico presentado, llamado *tráfico ofrecido*, solo una parte podrá ser evacuado al instante de presentarse, ese será llamado *tráfico cursado*, el resto si se trata de un sistema a la espera, será llamado *tráfico en espera*, o bien si se trata de un sistema de pérdida, será llamado *tráfico perdido*.

Si la calidad de servicio es buena, el tráfico cursado será casi igual al ofrecido, es decir, el tráfico a la espera o perdido será mínimo. Del total del tráfico cursado por un haz de líneas de enlace, algunas llamadas logran alcanzar al abonado deseado comunicándose, a este se le denomina *tráfico eficaz*, es decir, se trata del tráfico realmente recaudado.

La diferencia entre el tráfico cursado y el eficaz, es el llamado *tráfico ineficaz*, es decir, es aquel producido por todos los intentos de llamadas no satisfechas en comunicarse.

Este tráfico ineficaz, se puede deber a varias causas, atribuibles algunas al abonado llamador (como ser abandonar la llamada antes de obtener una respuesta), otras al abonado llamado (como ser estar ocupado o no responder), y por último atribuibles a la red o a los equipos (como ser congestión de alguno de sus elemento de conmutación o de red de enlace) (Fig. 14).

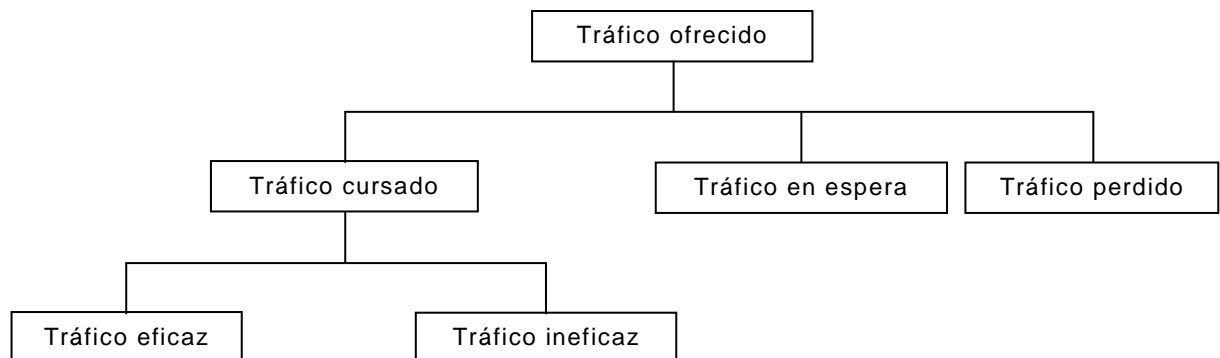


Fig. 14 - Clasificación de los tipos de tráfico

Si en un área de varias centrales, es necesario prever la creación de nuevas centrales, o la modificación de los límites de estas áreas, es necesario calcular la nueva distribución del tráfico entre el nuevo total de las centrales.

En este caso se realiza un cálculo matricial, mediante una matriz de tráfico actual, y extrapolando sus valores a una matriz de tráfico futuro.

2. 6. 4. Cálculo de troncos y elementos de conmutación

Existen ciertas relaciones matemáticas, basadas en investigación estadística y leyes de probabilidad, que ha permitido confeccionar tabulaciones y ábacos, para facilitar el cálculo de la determinación del número de troncos, o sea, la capacidad de circuitos de enlace y/o elementos de las distintas fases de los equipos de enrutamiento y de conmutación.

Para el uso y la elección de estas tablas y ábacos tendremos primero que ubicarnos en el problema a resolver. Debemos observar si se trata de un sistema que trabaja a la espera o a la pérdida, además, cual es la distribución de los tiempos de ocupación, si la cantidad de fuentes es grande o no, si la accesibilidad es completa o limitada, etc.

Respecto a la cantidad de fuentes, en la aplicación no es lo mismo un Erlang originado por dos abonados que hablan mucho, respecto a 100 abonados que hablan poco. La cantidad de líneas a proveer deberá ser distinta, será mayor para el caso de los 100 abonados pues es mayor la probabilidad de llamadas simultáneas.

Otro caso es el de los abonados con alto uso de Internet, su simultaneidad y duración de las llamadas podrán saturar el tráfico de una central e incluso de una región (por ejemplo lo acaecido en California).

Un tipo de tablas corresponde a facilitar la determinación del número de los troncos sobre la base de las unidades de llamadas (valores Erlang), para cada caso, en función del grado de servicio y el tipo de tráfico cursado.

CAPACIDAD DE TRONCOS POR UNIDAD DE LLAMADAS

Nº de troncos	$\rho =$ grado de servicio									
	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
1	.4	.7	1.1	1.5	1.9	2.2	2.6	3.0	3.4	3.8
2	5.4	7.9	9.7	11.3	12.9	14.2	15.6	16.8	18.0	19.1
3	15.7	20.4	24.0	26.9	29.4	31.7	33.9	35.9	37.8	39.6
4	29.6	36.7	41.6	45.7	49.1	52.0	55.0	56.0	60.0	66.0
5	46.1	55.8	61.6	66.6	70.9	75.0	78.0	81.0	85.0	88.0
6	64.4	76.0	82.8	89.3	94.1	99.0	103	107	110	113
25	451	495	522	545	563					

2. 7. Planificación Fundamental

Las inversiones para las redes de telecomunicaciones entrañan importantes medios financieros y operativos, los que condicionan por varios años los desarrollos futuros.

Una Administración con planificación en función de las decisiones del momento, sin contar con un plan a largo plazo, puede llevarle a cometer graves errores de estrategia económica.

Es necesario contar con un plan anticipado, con suficiente tiempo como para poder escoger las decisiones cardinales óptimas.

El objetivo de una buena planificación es obtener la mayor eficiencia en tiempos y capital, con el mínimo dispendio de los recursos disponibles.

Los fines principales de la planificación consisten en asegurar:

- Atender la demanda de los diferentes servicios, al ritmo de los requerimientos del mercado, de los recursos y de la política adoptada por la Administración.
- Proporcionar alta calidad de los servicios, con rápida entrega y atención eficaz a los usuarios.
- Suministrar un desarrollo armónico y flexible de las redes, con la perspectiva de cubrir todos los servicios ofrecidos por el mercado.
- Establecer el marco técnico más adecuado a un desarrollo coherente, estable y firme, que proporcione continuidad de las inversiones, con la mejor utilización de las utilidades técnicas, económicas y financieras.
- Disponer del personal técnico y administrativo idóneo, en cantidad, calidad y en los tiempos precisos requeridos.

Entonces deberá disponer la Administración, la realización de Planes Técnicos y Planes Administrativos, a largo plazo, base de los posteriores Planes de Desarrollo.

En general, tendremos los Planes Fundamentales, así como los Planes y Programas de Desarrollo. Estos nos definen el "dónde" y también el "cuándo" realizar su tratamiento. El "donde" nos habla del planeamiento; mientras que el "cuándo" nos habla de la programación.

El planeamiento entiende todo lo referente a la determinación de las necesidades presentes y futuras, así como la forma de satisfacerlas. Mientras que la programación determina sus prioridades en el tiempo, para satisfacer los requerimientos de las necesidades halladas en el planeamiento.

La correcta programación evitará el reemplazo repetitivo de equipos y obras, antes o después de haber cumplido su período de vida útil, permitiendo una explotación económica del sistema, sirviendo al mismo tiempo, de control a su cumplimiento.

2. 7. 1. Planes Fundamentales Técnicos

Los Planes Fundamentales Técnicos, comprenden a la planificación de la red interurbana, que tiene características de aplicación nacional y a la planificación urbana, con características de áreas de acceso.

La planificación interurbana incluye las definiciones de las áreas urbanas.

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones establecía que se podría analizar esencialmente los siguiente Planes Fundamentales Técnicos Interurbanos:

- Plan de Encaminamiento
- Plan de Conmutación
- Plan de Señalización
- Plan de Transmisión
- Plan de Numeración
- Plan de Tarificación
- Plan de Sincronización
- Plan de Control de la Calidad
 - Plan de Disponibilidad
 - Plan de Seguridad de los servicios

Plan de Encaminamiento

El Plan de Encaminamiento define las rutas jerárquicas, directas y alternativas del tráfico ascendente y descendente, para formar la red.

Las rutas intermedias podrán tener el carácter de tomar un enlace directo con posibilidad de desborde hacia un enlace de uso final alternativo, o también no disponer de esta posibilidad de desborde. Siempre habrá un encaminamiento jerárquico.

El plan definirá la cantidad de etapas en el encaminamiento jerárquico y los caracteres de cada enlace, dados por el grado de servicio fijado para cada caso. Se podrá definir: centros de jerarquía terciaria, secundaria, primaria, tributaria y las centrales locales.

Se corresponde a estos nodos sus respectivas áreas de influencia, las que toman las mismas denominaciones jerárquicas (Fig. 15).

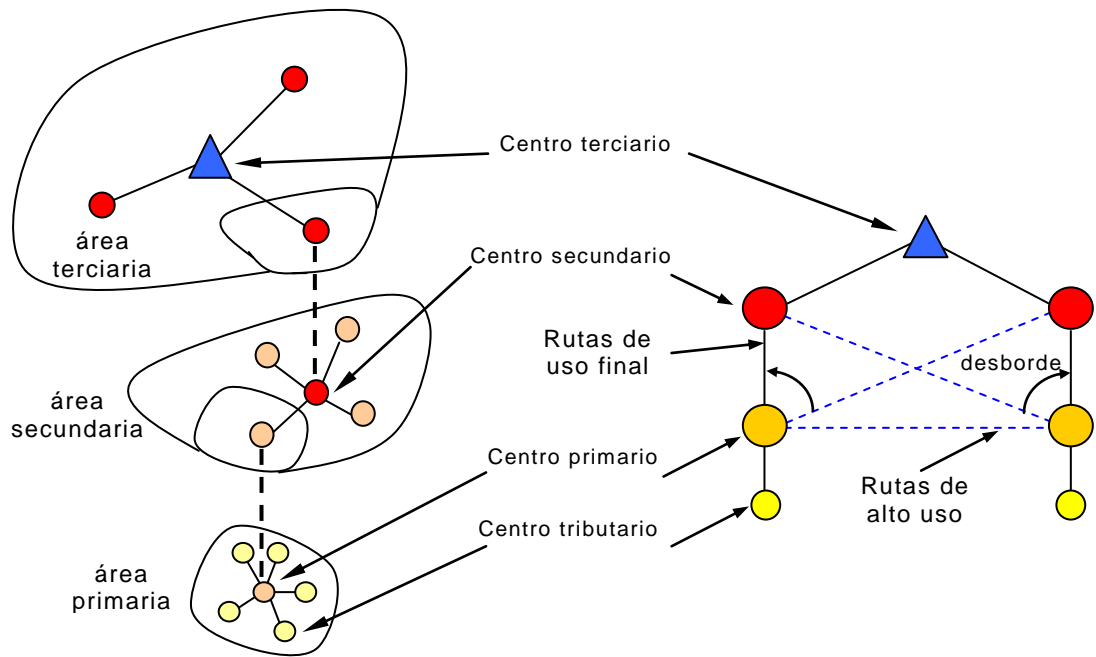


Fig.15 - Plan de encaminamiento jerárquico

Plan de Conmutación

El Plan de Conmutación establece las cualidades para cada categoría de centro de conmutación, desde el nodo de la red más distantes y pequeños (concentradores, URA, enrutadores), hasta los grandes centros conmutadores de tránsito.

Al definir el Plan de Encaminamiento los métodos de enrutamiento, directas y alternativas y las etapas de conmutación se conforma el Plan de Conmutación. El mismo define el grado de servicio a fijar, o sean las pérdidas en equipos y troncos. Estos valores resultan de tablas, aplicadas de acuerdo a la calidad de servicio adoptado por el plan.

Los centros de conmutación se pueden dividir en centrales terminales o centros de tránsito. Las primeras se refieren a las centrales con redes de acceso a los abonados, mientras que los segundos tienen la particularidad de no necesita conocer el número del abonado sino solo la información de ruteo entre nodos intermedio.

Plan de Señalización

El Plan de Señalización origina las acciones para el establecimiento y el control de las señales de operación para la conmutación, el enrutamiento y otros fines de administración de la red, como ser la tarificación, procedimientos para los servicios, etc.

Pueden clasificarse los sistemas de señalización, considerando distintos tipos de señales, como las:

- Señales de línea, inherentes de las redes y los equipos de transmisión.
- Señales entre registros, relativas a la operación de los equipos de conmutación.

Otras señales utilizadas se refieren a la transmisión dentro de banda, por código de impulsos, multifrecuencia, o por canal común. Se adopta el método acorde a los equipos empleados, respetando los objetivos de este plan.

Plan de Transmisión

El Plan de Transmisión define los objetivos de calidad de transmisión, que la red física y de radio debe satisfacer y los modos de su aplicación. El objetivo es aplicar un equivalente de referencia acorde, que cancele degradaciones tales como, distorsión por atenuación y de fase, retardos, eco, diafonía, ruidos, etc.

El equivalente de referencia mínimo queda limitado por los fenómenos de degradación y deberá asegurar la estabilidad correcta de la transmisión. La UIT-T, ha fijado los correspondientes valores de resistencia ohmica admisibles, según las características de extensión del país, por ejemplo 1500 Ω . También la distribución de los valores del equivalente de referencia.

En una red digitalizada, generalmente todos sus enlaces de transporte (entre nodos urbanos e interurbanos), serán en red óptica y con un equivalente total de 0 dB.

En una red analógica sin embargo, se tendrá que balancear la distribución entre la red de acceso y la red de transporte (Fig. 16).

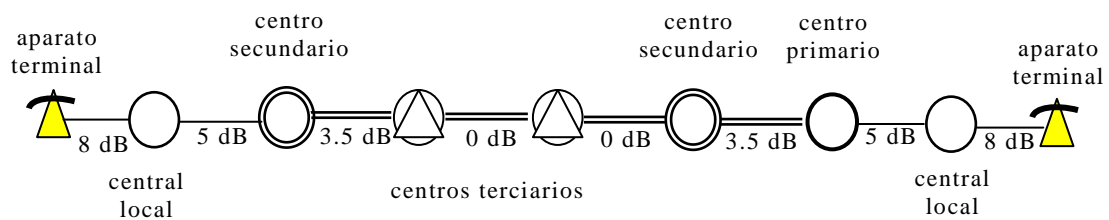


Fig. 16 - Distribución Nacional del Equivalente de Referencia

Plan de Numeración

El Plan de Numeración implementa el método por el cual se asegura que la identificación del abonado para su conexión se realice sin riesgo de confusión. Su objetivo es dotar al abonado un número exclusivo para el establecimiento automático de la comunicación.

El Plan de Numeración Nacional considera la distribución geográfica jerárquica de los números, y que satisfagan a todos los servicios de telecomunicaciones.

Se puede optar básicamente sobre dos tipos de sistemas de numeración. Se tomará áreas grandes y formación de números largos, o por el contrario crear áreas de numeración pequeñas y números cortos. En el primer caso, es mayor el tiempo de ocupación para la selección y el control, mientras que en el segundo caso reporta menor tiempo de ocupación.

Plan de Tarificación

El Plan de Tarificación suministra la estructura tarifaria y la política de aplicación de sus componentes. Constituye el método para determinar las tarifas apropiadas de los distintos servicios prestados y a prestar.

Se podrán adoptar diferentes métodos:

- Tarifas en función solamente del número de llamadas.
- Tarifa dependiente de las llamadas, del tiempo insumido y/o de la distancia.
- Tarifa plana, independiente de la cantidad de llamadas, tiempo insumido en la conversación y/o de la distancia dentro de una zona local, provincial o nacional.

La aplicación de estos métodos se podrá establecer, para las líneas urbanas y/o las líneas interurbanas. La política tarifaria redundará directamente en el tráfico originado y en la demanda de servicio.

Plan de Sincronización

El Plan de Sincronización establece los métodos de control de las tasas máximas de deslizamiento en la señalización y en la temporización de las tramas.

La característica principal radica en que distintos servicio requerirá diferentes tolerancias de deslizamiento. Los servicios de datos son tolerantes a los retardos de las señales pues en su sistema intervienen equipos de almacenamiento de la información que memorizan los datos retransmitiéndolos en fracciones de segundo, sin perjuicio de su contenido, no así la transmisión de voz y de video que se realiza en tiempo real. En este plan se definía el sistema de reloj patrón empleado y la exactitud requerida.

Plan de Control de la Calidad

El Plan de Control de la Calidad tiene como finalidad asegurar la calidad de servicio ofrecida al usuario. Comprende al Plan de Disponibilidad y al Plan de Seguridad de los servicios.

El Plan de Disponibilidad se refiere al tiempo que los dispositivos de la red están disponibles para su utilización. El Plan de Seguridad se refiere a la posibilidad que la llamadas alcancen su destino, comprende a los sistema alternativos de reserva.

2. 7. 2. Planificación Fundamental Urbana

La UIT establecía que se podría analizar la Planificación Fundamental Urbana con los procedimientos que trataran la:

- Determinación de las áreas de los centros, monocentrales y áreas múltiples
- Ubicación de los nodos: centros y centrales
- Estudios de anillos y troncos
- Dimensionamiento de espacios operativos y no operativos
- Definición de rutas fundamentales
- Capacidad y ubicación de las canalizaciones fundamentales

La determinación de las áreas de los centros, monocentrales y de las áreas múltiples, como así de las ubicaciones de los nodos son definidas en los Planes Fundamentales Técnicos, sin embargo en la Planificación Urbana se definirá con precisión los límites entre centrales urbanas, la ubicación concreta de sus edificios y si se hace conveniente la formación de áreas múltiples.

Del mismo modo en estos planes se halla el dimensionamiento óptimo de los espacios operativos y no operativos, la definición de las rutas fundamentales urbanas y la capacidad y ubicación de las canalizaciones fundamentales urbanas.

Límites de áreas de centrales

Las delimitaciones de las áreas de las centrales y su distribución en áreas múltiples o en conjuntos de monoáreas se realiza considerando períodos a largo plazo, por ejemplo de veinte o más años. Se consideran para ello los costos:

- a) Combinación de la red de acceso y de la red de enlace.
- b) De terrenos y edificios.
- c) De equipos de fuerza y los de conmutación.
- d) De la red existente y su estado de conservación.
- e) De adaptación de la red existente.
- f) De los planos fundamentales involucrados.

El primer punto, remite al estudio, en referencia a los costos combinados de ambas redes, de acceso y de enlace, en un área múltiple. En esta área múltiple se debe considerar las distintas alternativas de costos, resultado de las diferentes combinaciones de costos, que insume la red de acceso, más los costos de la red de enlace, en la variación del número de centrales intervinientes.

Consideremos un ejemplo simple de un área múltiple formada por la composición de dos grandes áreas de centrales, o la alternativa de formar un conjunto de cuatro áreas de menor extensión. El primer caso insume mayor costo para la red de acceso, por su extensión exagerada, mientras un costo menor para el vínculo entre ambas centrales ya que consta de un solo enlace. El segundo caso tendrá un costo menor para las redes de acceso, pero insume tanto como seis cables de enlace, con un costo mucho mayor al del primer ejemplo. Se debe de contemplar los límites naturales, ríos, montañas, bosques, arenales, etc. y los límites artificiales, avenidas, autopistas, viaductos, parques industriales, etc.

Se podrá confeccionar un costo total, con varias alternativas donde variamos en cada alternativa el número de las centrales. De este calculo resultará un grafico con el trazado de curvas de costos, lo que forjará la determinación del número de centrales que arroje la combinación de costos totales de valor menor (Fig. 17).

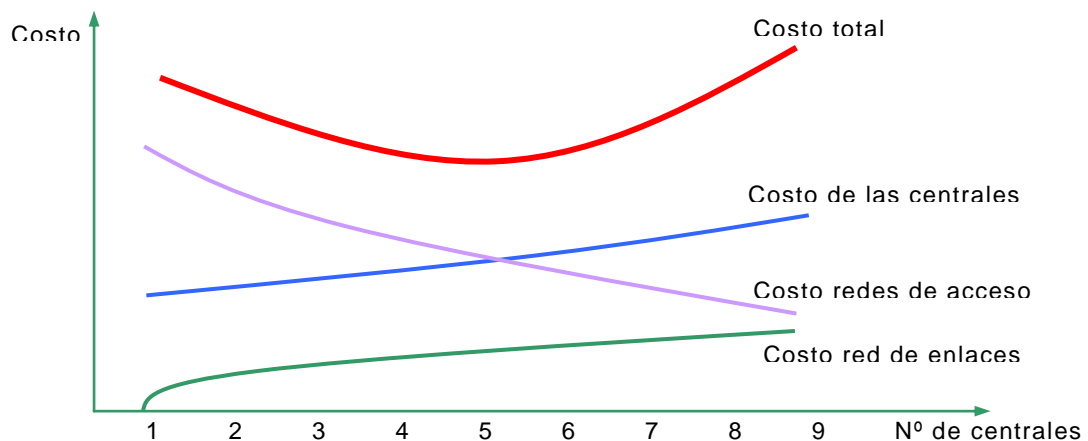


Fig. 17 - Costo mínimo para un área múltiple

Premisas a considerar en el diseño

Al diseñar se debe respetar ciertas premisas fundamentales:

- a) Las distancias máximas, según los calibres de los conductores más económicos.
- b) Calibres a una pérdida máxima admisible de 8 dB á 800 Hz y 35 dB á 80 KHz.
- c) Las condiciones del uso de combinación de calibres.
- d) La norma de no emplear pares multiplados.
- e) Separaciones, protecciones y blindajes suficientes.
- f) Completas y estrictas pruebas de recepción de cables y dispositivos.
- g) Las disposiciones comunales, comerciales, urbanísticas.

Se analizará la alternativa de utilizar fibra óptica, en FTTZ, FTTC, FTTB y FTTH. En los estudios se examinará la incidencia de concentradores y/o las URA.

COMBINACIÓN DE CALIBRES

Respecto a la combinación de calibres, el Plan de Transmisión indica que, a fin de cumplir las condiciones de calidad de transmisión manteniendo las condiciones técnico -económicas, los planificadores y diseñadores de la red de acceso consideran los requisitos de:

- 1) En la red primaria efectuar solo un cambio de calibre, si esto fuese necesario.
- 2) Se podrá efectuar solo cambio de calibre de 0.40 á 0.60, y de 0.60 á 0.90 mm.
- 3) En la red secundaria no se admiten cambios de calibre.

Se emplean conductores de cobre electrolítico recocido de distintos calibres (diámetros). Según la norma AWG de USA (American Wire Gauge) los calibres comúnmente utilizados son 26, 24, 22 y 19, respectivamente 0.405, 0.511, 0.644 y 0.912 mm. Distintos operadores han normalizado estos calibres en su correspondencia decimal, ajustando a 0.40, 0.50, 0.65 y 0.90 mm.

Los calibres comúnmente utilizados son 0.40, 0.60 y 0.90 mm. El método correcto es salir de la central llegando a los abonados más alejados con pares de mayor diámetro (0.90), los de longitudes medias con menor diámetro (0.60) y los más cercanos a la central de valor menor (0.40 mm).

Utilizando un par de calibre 0.40 mm se puede cubrir una distancia máxima de 4 Km, mientras que en calibre 0.50 mm de hasta 5.5 Km. Con calibre superiores se alcanza longitudes mayores a los 6 Km, aunque actualmente se evita instalar planteles a tal distancia (Fig. 18).

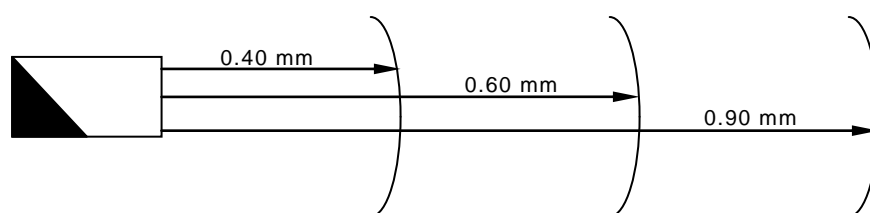


Fig. 18 - Selección de calibres según las distancias límites

Si salimos de la central siempre con calibres 0.40 mm y combinamos en el trayecto con 0.60 y 0.90 mm, se obtenían ahorros substanciales en costos. En distintos países y Administraciones se emplea esta combinación de calibres al extender las líneas de acceso.

Empero, la combinación de los calibres en el trayecto, produce reflexiones por desadaptación de las impedancias de la línea, lo que degrada el transporte de las señales analógicas y aún más los pulsos para una red digital (Fig. 19).

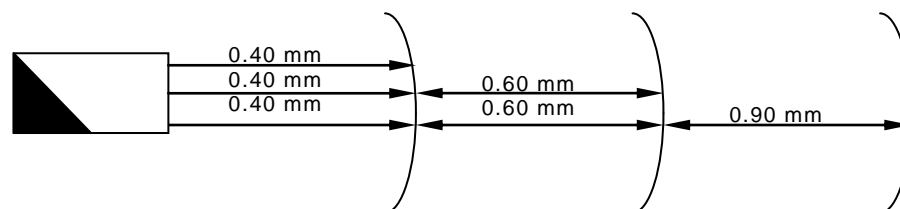


Fig. 19 - Combinación de calibres

Aun sin emplear el método de combinar calibres en la planta externa de acceso, existe una desigualdad de los diámetros de los conductores en la red empleados en su recorrido total, desde el equipo de conmutación hasta el aparato de abonado.

En el mejor de los casos, cambia en su recorrido de 0.50 mm, para el cableado de la planta interna de la central y las cruzadas, a 0.40 mm en la red externa, luego al alambre de acometida de 0.60 mm y por último los alambres internos de 0.40 ó 0.50 mm.

Estas discontinuidades de Impedancia, provocan reflexiones luego distorsiones y atenuaciones en la señal de 800 Hz. Efectos considerables se obtienen a frecuencias mayores.

Se toma normalmente mediciones a 800 Hz y 80 KHz, con valores admisibles de pérdida máxima hasta 8 dB á 800 Hz y hasta 35 dB para 80 KHz.

En el Plan de Transmisión se especifican los parámetros primarios y secundarios mínimos a satisfacer. También se podrá expresar la variación de atenuación en dB/Km, para distintos calibres:

ATENUACIÓN SEGÚN CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

Calibre mm	Atenuación dB/Km		Alcance máximo Km	
	800 Hz	80 KHz	800 Hz	80 KHz
0.40	1.8	10	4.4	3.5
0.50	1.5	6.7	5.3	5.2
0.65	1.2	5.1	6.6	6.8
0.90	0.8	3.3	10	10.6

Analizando los valores de la tabla, se desprende que es más restrictiva la medición a los 80 KHz para los calibres 0.40 y 0.50 mm, mientras que el método a 800 Hz lo es para los calibres 0.65 y 0.90 mm.

Por lo tanto, si consideramos el calibre 0.40 mm, cuando sobrepasemos las longitudes de 3.5 Km se debe pasar al calibre inmediato superior, considerando el criterio de 35 dB/Km, aun cuando el Plan Fundamental de Transmisión indique que para 800 Hz no lo requiera.

CONEXIONADOS EN MÚLTIPLE

Se desecha la práctica de usar pares conexiados en múltiple. Esto se debe a que al momento de adoptar la transmisión digital para la red de acceso, se deben de restringir los factores de generación de atenuación, diafonías y reflexiones. También la producción de faltas, como así se obtiene la disminución de los costos por mantenimiento.

Ubicación de nodos de conmutación

Para ubicar una central, un centro o cualquier nodo de conmutación o enrutamiento, se deberá como regla general practicar un procedimiento estipulado.

Se deberá estudiar siempre la ubicación del llamado "centro ideal", lugar óptimo de la central, para el área correspondiente a la que dará servicio. Esta ubicación representa el gasto mínimo, para tender la red de acceso.

Los pasos a seguir son (Fig. 20):

1. Trazar en el plano del área establecida, de escala conveniente, un reticulado de cuadrados iguales y apropiados (por ejemplo que abarquen cuatro manzanas).
2. Distribuir las cifras de demanda pronosticada de servicios, por cada retícula.
3. Efectuar sumatoria de cifras de la demanda, por columna y por fila del reticulado.
4. Efectuar la suma acumulativa de las cifras totales por columnas y por filas.
5. Trazar una recta vertical sobre la columna que asuma la mitad de la cifra de demanda total acumulada.
6. Otra recta horizontal sobre la fila que asuma la mitad de la cifra de la demanda.
7. El punto intersección de ambas rectas, corresponderá al centro teórico de ubicación, según los costos para desarrollar la red de acceso.

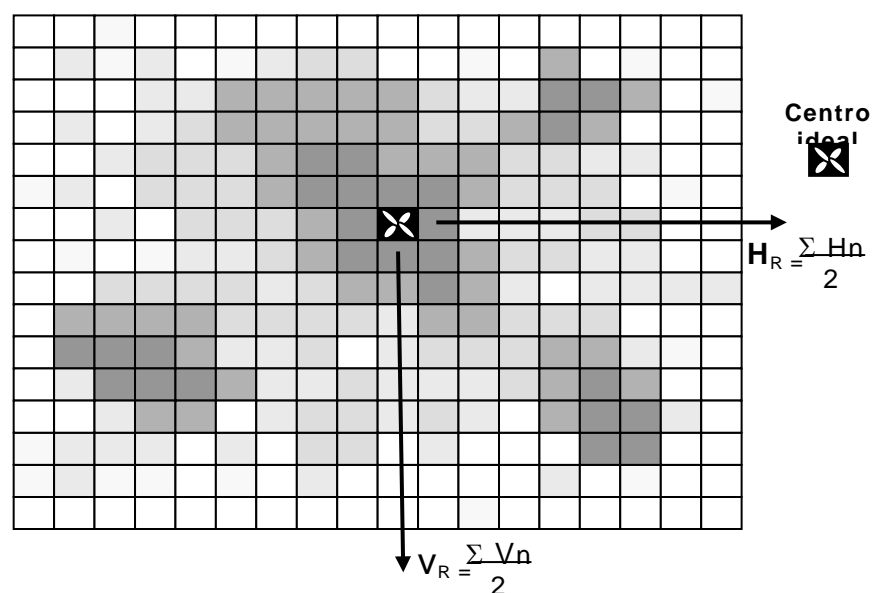


Fig. 20 - Método para hallar la ubicación del centro ideal

La ubicación óptima no coincide necesariamente con la hallada teórica, pues debe de desplazarse la misma, en la relación de costos que insume las líneas de enlace y en la combinación con las direcciones de sus trazas. Esta nueva ubicación se le denomina "centro alámbrico".

Por otra parte, como normalmente la distribución no se presenta en disposición homogénea, sino que es irregular por zonas, es necesario tomar como centro al baricentro de la demanda en el área. Este baricentro se calcula como:

$$X = \frac{\sum x_i \times d_1}{D}$$

Donde

X = Distancia del eje baricentro al eje del centro ideal

x_i = Distancia de la manzana i al centro ideal

d_1 = Demanda de la manzana i

D = Demanda total

El par kilómetro, es el promedio del total de los pares, por cada una de sus longitudes expresadas en kilómetro (longitud de cable por su cantidad de pares). El "par-Km" necesario para asistir a todos los abonados de esa central, será mínimo en esa ubicación.

Esta ubicación es más real a los costos, aunque la definitiva estará definida teniendo en cuenta la disponibilidad de terrenos a adquirir, sus precios ofertados, reglamentación urbanística, planta existente, trazas de las rutas de enlace con otros nodos y los accidentes artificiales y topológicos del área.

Para la elección apropiada se deberá determinar un área del apartamento admisible de la ubicación hallada como ideal, en sentido que minimice el valor del par-Km, ya que el mismo podrá tomar rápidamente valores elevados en un sentido, o crecimiento lento en el sentido contrario. Este diagnóstico se denomina sensibilidad de desplazamiento.

En la aplicación computarizada se podrá emplear la composición vectorial, totalizadora de los valores verticales y horizontales del reticulado de demanda. La ubicación será dada por la intersección de las resultantes funiculares en cada una de estas direcciones.

Habilitación de una nueva Oficina Central

Una vez determinada la ubicación de la central deberemos establecer en que fecha se habilitará. Con esta fecha se definirá cuando comenzar sus estudios de diseño constructivo y la construcción edilicia.

En el análisis de un área múltiple, la habilitación sucesiva de varias centrales, complica el estudio. Se parte de una cantidad ya definida de centrales, con diferentes alternativas de fechas de habilitación, en comparaciones hipotéticas de las inversiones y los cargos anuales involucrados en el conjunto, donde intervienen los edificios, las redes de acceso y las redes de enlace, para un período definido entre 10 y 20 o más años.

También podrán intervenir en el cálculo, varias centrales en la categoría de proyectadas y existentes, con las alternativas de adoptar cada una de ellas diferentes capacidades.

Como resultado se crea una metodología de cálculo muy compleja. Como base del cálculo, se debe tener en cuenta que la fecha de instauración de una nueva central, para un área de una central existente, se debe realiza en el momento, que los cargos anuales correspondiente a la misma, se igualen a los costos suplementarios que entraña la conexión de los nuevos abonados a la central actual.

Los cargos anuales citados incluirá, los costos que insumen la adquisición del terreno, el proyecto y construcción del edificio, de las redes involucradas, de la instalación de los equipos de fuerza y de conmutación, así también los costos de explotación y de mantenimiento, para el periodo considerado. En la consideración de redes existentes, se evaluará su estado de conservación y eventualmente los costos de su rehabilitación.

Capacidad de los edificios para centrales

El período de los estudios de previsión para la determinación de la capacidad de las oficinas centrales, recomendado por la UIT-T, es de 30 á 40 años.

Puesto que los valores hallados en los estudios de la demanda corresponden a períodos menores de 15 á 20, los mismos se deberán extrapolarse hasta aquellos valores, según el crecimiento anual estimado.

Al valor a 40 años lo denominaremos, valor referencial. Para implementar las etapas de ampliación del edificio de la Oficina Central, se podrán establecer etapas intermedias (Fig. 21).

Estas etapas de la obra civil, parten de la coordinación, con los planes de instalación y/o ampliación de la planta interna y de la construcción de la planta exterior.

La determinación de los espacios operativos necesarios se efectúa de acuerdo a los requerimientos operacionales de la conmutación, equipos de fuerza, movimiento comercial, de las pruebas, del mantenimiento, para la presurización, al ingreso de los cables de la planta externa, etc. También de los espacios no operativos como ser, circulación del personal, baños, salas de descanso, etc.

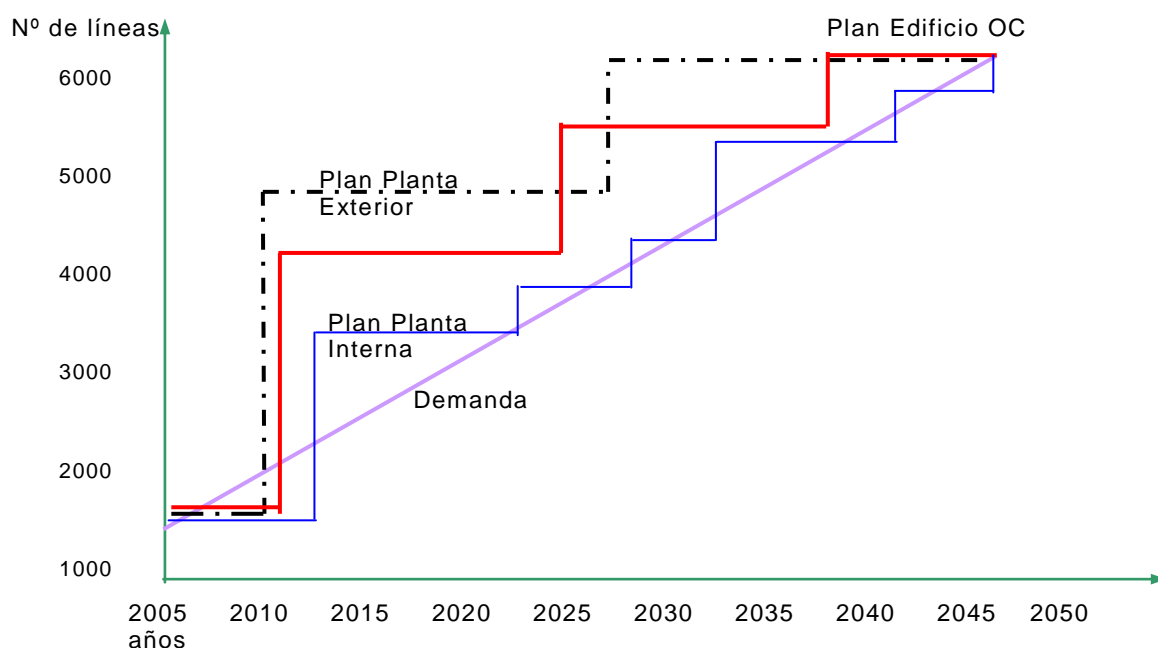


Fig. 21 - Coordinación de la planificación

Estudio de anillos y troncos

Se denomina estudio de anillos y troncos, al caso de mínimos costos circunscriptos al tratado conjunto de los costos de la red de acceso, denominada aquí como anillos de abonados y a la red de enlace entre oficinas centrales, denominada ahora como red troncal. En este estudio se refieren ambas variaciones de costos, con las pérdidas en dB, según el Plan Fundamental de Transmisión (Fig. 22).

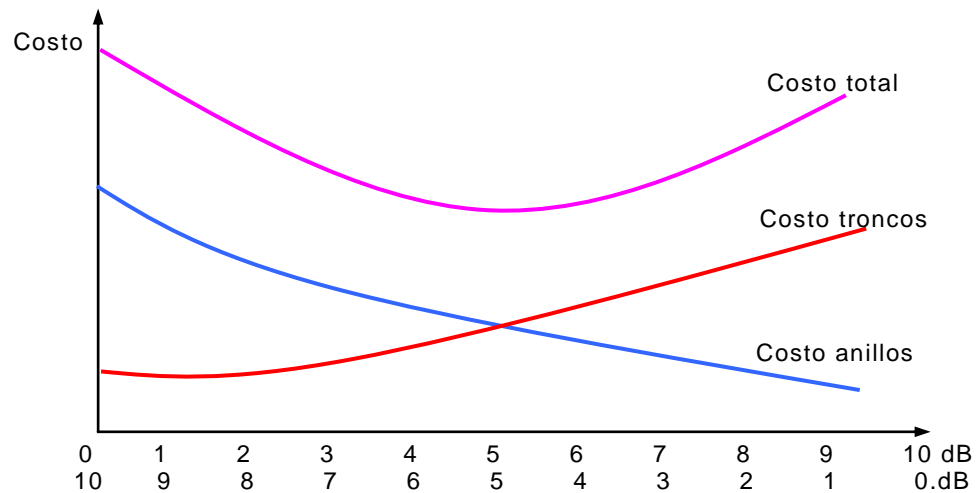


Fig. 22 - Costo del conjunto acceso y enlaces

En una red analógica, prevalece en estos costos la influencia de los calibres de los pares de ambas redes. En las nuevas redes digitales, con preeminencia de cables de fibra óptica, este factor desaparece, sin embargo, es interesante examinar este análisis.

El mismo se realiza para hallar el mínimo costo del conjunto de redes, acceso y enlaces, considerando las pérdidas admisibles de atenuación, prefijadas en la planificación, expresadas en decibel (dB).

Para ello, se traza una curva en la relación costos y atenuación, para la red de acceso. A valores de menores pérdidas, el costo será mayor.

Igual procedimiento se realiza para las líneas de enlace. Se rebate sobre sí esta última, haciendo coincidir sus valores en dB, y se compara con la curva trazada en primer término. La intersección de ambas curvas nos determina el valor de costo mínimo del conjunto de redes.

Áreas Múltiples

En cuanto una ciudad toma un carácter de importancia, es necesario satisfacer los servicios de telecomunicaciones, mediante las instalaciones de varios nodos de conmutación. Estos nodos representarán los servicios de telefonía, de datos y de televisión. Se formarán en consecuencia centros cabecera para cada una de estas prestaciones.

También se crearán centros de llamadas (Call Center) y centros de datos (Data Center). Los primeros, prestan el servicio de apoyo a los abonados y de comercialización de productos del operador principal u operadores en competencia. Los segundos, constituyen grandes centros de almacenamiento y procesamiento de información, con contenidos del operador principal u otros operadores en competencia.

Sin embargo, la red de acceso siempre se mantiene en la vinculación, desde los domicilios de los abonados y de los puntos de presencia de los usuarios, como ser locutorios y aparatos públicos, hasta las centrales de conmutación telefónica. Recién desde allí parten las líneas de enlace con otras centrales telefónicas de igual categoría local, los centros de larga distancia, y las cabeceras de televisión por cable y los centros proveedores del servicio de Internet ISP (Internet Service Provider).

Luego se forma una red muy compleja, pero que mantiene la importancia de las centrales locales y, por consiguiente, de sus respectivas áreas. Luego en consecuencia, se estructura un Área de Centrales Múltiples, la que apelará a un método particular de diseño.

En la génesis de esta Área Múltiple, se podrá pensar en un proceso que se inicia con una única central. La misma, en su desarrollo crece en cantidad y longitud de líneas. Así se requiere subdividir su área de influencia, creando nuevas centrales con sus respectivas áreas propias.

Para vincular la serie de centrales creadas, teniendo en cuenta los Planes Fundamentales establecidos (de numeración, encaminamiento, transmisión, etc.), se podrá establecer una red tipo malla, enlazando todas las centrales contra todas, o una red tipo radial, que incluya una central concentración, de tráfico de tránsito a la red interurbana.

En estas áreas urbanas, los edificios de las centrales podrán tener una capacidad a valor referencial, desde 10 000 líneas hasta 100 000 líneas, o más. Sin embargo, no es conveniente concentrar sobremanera las líneas de abonados pues congestionan las entradas de los cables a los edificios.

Los cables de fibra óptica invaden la red de acceso, ya llegando hasta una Unidad Remota de Abonado URA, o un distribuidor óptico - eléctrico, abarcado una amplia zona de la red FTTZ (Fiber To The Zone), también, alimentando un sector menor, citado en este caso como fibra al pedestal o a la acera FTTC (Fiber to the Curb).

Podrá asimismo alimentar un gran edificio de clientes calificados FTTB (Fiber to the Building), o directamente al domicilio residencial del abonado, el que requiera un alto ancho de banda FTTH (Fibre to the Home).

Todos estos modos de distribución, conforman una red radial desde la central o podrán satisfacer un racimo de anillos ópticos, los que abrazan varios edificios, generalmente corporativos.

Sin embargo, los cables multipares por muchos años continuarán ofreciendo servicio a los abonados residenciales, aún requiriendo banda ancha, gracias a los módems ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) o VDSL (Very high bit rate Digital Subscriber Line).

El número alto de centrales y la gran variedad de posibilidades de acceso hace necesario emplear programas computarizados. Se hace imprescindible contar con apropiados programas, debido al elevado volumen de información a procesar: costos de las líneas de acceso, de líneas de enlace, terrenos, edificios, canalizaciones, equipos de fuerza, de transmisión y de conmutación, así como, cantidad de datos referentes a la categorización y ubicación de los abonados, personal técnico y administrativo y los cargos anuales por operación y mantenimiento.

Estos programas analizarán las distintas alternativas de áreas y distribuciones de acceso, de las cuales se extraerá la configuración óptima.

Análisis de la red existente

Es primordial conocer el estado de la red existente, para apreciar si es ella aprovechable o no, y en caso afirmativo, poder calcular el costo para establecer su rehabilitación. Entonces, antes de realizar los diseños se debe de encarar ciertas tareas de análisis. No solo se deberá contabilizar la cantidad de elementos recuperables, sino que también es necesario evaluar el estado de deterioro en que se encuentran estos. En tablas confeccionadas a este fin se justipreciará el estado físico y mecánico, eléctrico en su caso.

Se requerirá asimismo, los datos estadísticos del grado de servicio que se presta hasta el presente, la cantidad de faltas acaecidas mensuales, como las fechas de puesta en servicio, para establecer su edad útil.

Las tareas de reconocimiento, se efectúan recorriendo el campo de trabajo, ubicando cada elemento, efectuar su análisis y llevar los datos a planos y planillas. Se deben recabar datos referentes a:

Canalizaciones principales y auxiliares,

- Ubicación, tipo, cantidad y estado de los ductos, por ruta de cañería.
- Ubicación de los ductos en su salida en las cámaras.
- Ubicación y longitudes de las rutas de canalización.
- Ubicación, tipo y estado de las cámaras.
- Distancias de cámaras a postes, fachada y/o armarios.
- Ubicación y estado de la ferretería de las cámaras.

Cables subterráneos principales y sus ramales,

- Identificación de las numeraciones de los cables principales y auxiliares.
- Tipo de fabricación, capacidad en pares y calibres de los pares.
- Estado de los cables principales y auxiliares.
- Posición y estado de los empalmes en cámaras.
- Ubicación de los ductos ocupados e identificación por cable.

Rutas de postes, anclajes y herrajes,

- Altura, tipo y estado de los postes.
- Ubicación, tipo y estado de los anclajes.

Rutas de cables aéreos y de fachada,

- Identificación de las numeraciones de los cables.
- Tipo de fabricación, capacidad en pares y calibres de los pares.
- Estado de los cables aéreos y de fachada.
- Tipo de fabricación, capacidad en pares y estado de las cajas terminales.
- Tipo y estado de las cajas terminales.
- Distancia entre postes y cajas terminales.

Instalaciones de infraestructura en equipos.

- Tipo, capacidad en pares, ubicación y estado, del repartidor general, de los armarios subrepartidores, y de los equipos de transmisión.

2. 7. 3. Requerimientos de diseño de la red de acceso

Para efectuar un diseño de una red de acceso, corresponde adoptar ciertos criterios, considerando los requerimientos a cumplir, tales como:

- a) Económicos y Financieros.
- b) Estructurales y Dimensionales.
- c) De Transmisión y Seguridad Eléctrica.
- d) Constructivos.
- e) Calidad y Seguridad de Funcionamiento.
- f) Estéticos.

Requerimientos Económicos y Financieros

Los requerimientos económicos, se refieren a satisfacer fechas oportunas de instalación, precisar correctos períodos de vida útil de los elementos constitutivos y elegir los apropiados métodos estructurales y métodos dimensionales, en aplicar.

Existen estudios matemáticos que relacionan la metodología estructural y dimensional a adoptar, según los distintos casos constructivos y de lo que resultan economías apreciables de instalación, operación y mantenimiento. En nuestro caso, se pondrán y justificarán éstos, en el desarrollo de los temas de diseño a abordar.

Concretar proyectos que compensen el capital invertido, no realizando instalaciones o modificaciones donde no sea necesario u oportuno. Se satisfará la multiplicidad de servicios, en el mayor rédito y con el menor costo posible. Se procurará complacer a los usuarios con un óptimo servicio dentro de tarifas razonablemente bajas.

Gastos de la inversión

Dentro de los factores intervinientes en la inversión figuran: el costo de instalación inicial, el interés del capital empleado, la vida útil de la planta, la depreciación, costo de reposición, costo de ampliación, costo de recuperación y los ingresos.

Los gastos de inversión, incluyen:

- Compra de solares y servidumbre de paso.
- Capacitación del personal.
- Gastos de ingeniería.
- Gatos en servicios jurídicos, consultivos y/o de negociaciones.
- Costos de los materiales, equipos transporte, almacenamiento.
- Gastos de construcción, instalación, mano de obra, supervisión, pruebas.
- Costos de obras sociales, personal administrativo, impuestos.

Se deberá conocer los costos reales de operación y mantenimiento de la Administración, con estadísticas actualizadas. Se tomarán los valores de inversión de los dineros durante toda la vida útil de los elementos, llevando estos a su valor presente para el cálculo final de las obras y el de sus alternativas (Fig. 23).

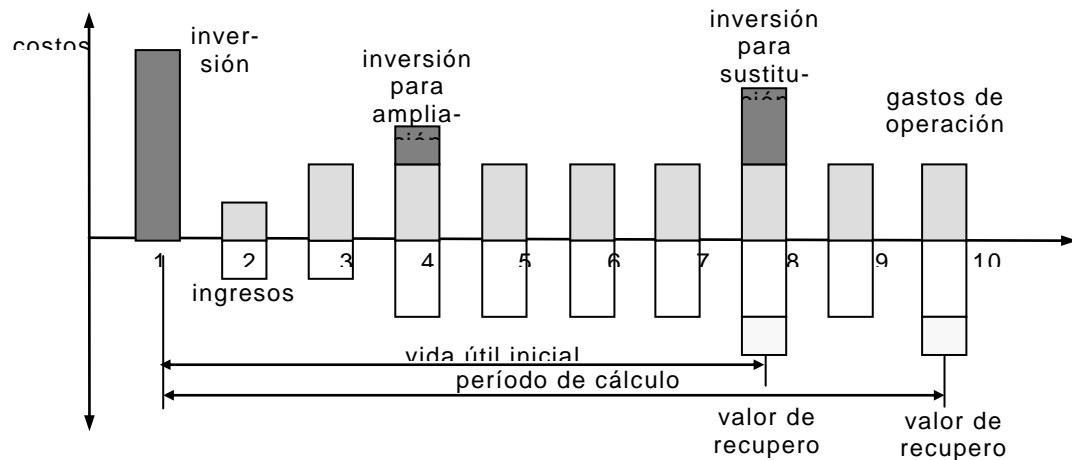


Fig. 23 - Movimiento monetario asociado con la inversión

El incremento del plantel, puede realizarse en dos formas características, adoptando grandes inversiones en grandes intervalos o pequeñas ampliaciones en pequeños intervalos.

También se podrán efectuar ampliaciones, esperando requerimientos del mercado o contingencias de mantenimiento, sin adoptar período programado, criterio no recomendado.

En un ejemplo sencillo de crecimiento anual de una ruta de cables, en 10 pares, se podrá optar por colocar un cable nuevo de 100 pares cada 10 años, un cable de 50 pares cada 5 años, o un cable de 10 pares cada año. Los costos y operatividad serán distintos.

Para un crecimiento anual constante de los servicios, se debería tener iguales períodos de relevo, sin embargo, en cada caso se asumirán etapas óptimas para la instalación y sus relevos.

Análisis de la sensibilidad

La valorización de las inversiones es un proceso continuo, consistente en estudiar que sucesos tendrán lugar en el período de estudio y más allá del mismo. Esta valorización siempre viene asociada a los riesgos inesperados, debido a la incertidumbre de las predicciones de la demanda, de los cambios tecnológicos, de los servicios, de los precios y las variables financieras.

Es consecuencia reducir esta incertidumbre y ser consiente de su influencia en las alternativas de elección, y fundamentalmente el grado de esta influencia sobre ellas, o sea, el grado de sensibilidad incidente.

En parte la incertidumbre y los riesgos pueden cuantificarse. El método para abordar estos factores consiste en identificarlos en forma sistemática para cada alternativa y estimar su importancia, en el sentido de los factores que influyan en ventaja o desventaja, para cada adopción a realizar y como tercién sobre los resultados.

El análisis de la sensibilidad y el cálculo de los valores críticos constituyen un método para abortar las incertidumbres.

Requerimientos estructurales y dimensionales

La red de acceso debe satisfacer ciertas cualidades, las que garantizarán su correcta utilización y funcionamiento:

Suficiente

Indica que la red de acceso, cubra las expectativas de desarrollo, en cada una de sus etapas de relevo en la que ha sido proyectada.

Elástica

Establece que la red de acceso, sea capaz de poder seguir las variantes del desarrollo de la demanda, en los sucesivos períodos con ampliaciones e incrementos, a un gasto mínimo de los elementos a introducir, o sustituciones a realizar.

Flexible

Posibilita que la red de acceso, se adapte a desvíos del desarrollo entre los períodos de relevos, adecuándose y contrarrestando los desequilibrios o anomalías que puedan surgir de las previsiones de la demanda estimada. La flexibilidad de la red de distribución, se hace necesaria para corregir los errores en las previsiones de las demandas.

Esto se puede apreciar mejor con un ejemplo. Supongamos un cable de capacidad X , que se extiende desde la central hasta un punto (a), para alimentar usuarios en las zonas A y B, distantes ambas entre sí y con demanda de Y pares y Z pares, respectivamente (Fig. 24).

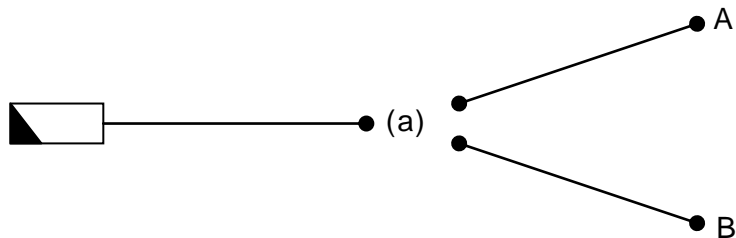


Fig.24 - Flexibilidad ante una demanda real

Si la demanda actual, cumpliera los valores establecidos en los estudios de la demanda, el valor $X = Y + Z$ satisficiera la demanda de los usuarios, conectando directamente cada uno de las zonas con esa capacidad en pares. Sin embargo, en la práctica puede ocurrir que esta demanda pronosticada no se cumpla cabalmente.

Podría ocurrir que si la previsión mayor estaba dada en la zona A, al presente se requiera mayor capacidad en la zona B. Si ya se han conectado los pares según la demanda estimada, se requerirá ahora recurrir a la instalación de nuevos pares desde la central, para salvar tal desacierto. Otra solución sería intervenir los empalmes y rehacer la distribución de los pares. Ambas soluciones, costosas e inconvenientes.

Para evitar esta situación, es necesario implementar en el punto (a) algún mecanismo que flexibilice la distribución de los pares. En tal sentido, se cuenta básicamente con dos métodos de flexibilización de la red de acceso, la de pares multiplicados y la de armarios de subrepartición.

Elección correcta del tipo de distribución

Para el diseño de la red de acceso, se podrán adoptar distintas estructuras de distribución de cableados y de los pares, cada una con un disímil criterio y resultado.

Se podrá nombrar tres principales procedimientos al diseño: una red rígida, con conexión en múltiple, con puntos de subrepartición. De estas estructuras, se deriven muchas otras variaciones empleadas por los distintos países, los que distinguiremos en los análisis a realizar más adelante.

Grado de ocupación

Se define como ocupación a la relación entre el número de pares utilizados sobre el número de pares totales. Se puede considerar grado de ocupación de un equipo, un cable, una ruta de cables, de una zona del área de una central o del área total de una central.

En cualquiera de los casos citados, para obtener un valor de ocupación elevada, se requerirá que se cumpla: ser nula la cantidad de pares inutilizables, ser mínimo el número de pares no utilizables, en el período considerado, evitar los pares muertos, obtener una distribución media racional de pares libres, para poder obtener una rápida y segura ganancia de abonados.

Para interpretar estos requerimientos, deberemos conocer la caracterización nombrada, de los pares:

Pares inutilizables: Pares inactivos como consecuencia de errores relativos a la distribución o dimensionamiento de los cables, al desarrollarse la demanda en el tiempo.

Pares no utilizables: Pares no utilizados en el periodo determinado.

Pares muertos: Pares sin continuidad hacia la central. Podrá posibilitar cierta flexibilidad, a futuros relevos.

Distribución media: Relación entre la longitud real de una red dada, en Km, y el número de abonados al que suministra servicio. Se expresa en Km/ pares

Pares libres: Pares disponibles para su utilización.

En la elección de una estructura de distribución de pares en el acceso que otorgue flexibilidad, elasticidad en el período de estudio, también debe de poseer la mayor simplicidad en la operación, de los registros de pares, y en el mantenimiento de la red.

El diseño de los elementos de red, será función de su ubicación respecto a la central, su velocidad de crecimiento y de la fiabilidad de los datos de la demanda, entre otros.

Requerimientos de Transmisión y Seguridad

Los requerimientos de transmisión se refieren al cumplimiento de las normas establecidas y/o nombradas en el Plan de Transmisión, como así observar las recomendaciones internacionales y las especificaciones de seguridad eléctrica al personal, a los equipos y a terceros.

Proveer los apartamientos suficientes de las líneas de baja, media y alta tensión eléctrica, líneas de ferrocarriles, cruces, tomas de tierra, pararrayos, protectores descargadores gaseoso efectivos, etc.

Requerimientos Constructivos

Los requerimientos constructivos se refieren al cumplimiento de las normas y especificaciones establecidas por la Administración para los materiales, equipos y los métodos constructivos y de mantenimiento normado bajo leyes y recomendaciones, nacional e internacionales, los que considere al personal, al servicio, los equipos y a terceros.

Requerimientos Estéticos

Las consideraciones económicas, técnicas y de servicio, se deben de tomar junto a las procedimientos estéticos. Los Municipios, los arquitectos y/o los propietarios, no permiten el uso de redes aéreas o engrampadas en domicilios o en la vía pública.

El diseño moderno se puede resumir el colocar solo cables subterráneos y en interior de edificios. De este modo se obtiene un paisaje libre de obstáculos visuales. Se dice que la red más elegante es la que no se ve. Aunque se incremente el costo de instalación de la red, se obtiene una red libre de reclamos, con mayor seguridad de funcionamiento, calidad de servicio.

Calidad y Seguridad de Funcionamiento

En los planes, programas y diseños de las ingenierías de detalle, se insiste en estudiar siempre alternativas de obras e instalaciones, adoptando la de menor costo inicial y cargas anuales.

Correspondientemente a estas reglas económicas, se debe resaltar dar prioridad a obtener condiciones de funcionamiento permanente del servicio, puesto que ello significa también satisfacer metas económicas. Para ello el diseño adopta otro criterio, no solo tiene en cuenta los costos y cargas menores, se podrá escoger una alternativa más cara, pero desde el punto de vista del servicio la mejor.

Con este razonamiento se podrá establecer una gradación de riesgo a una contingencia, según la instalación adoptada:

- 1º cable engrampado en manzana
- 2º cable aéreo
- 3º cable subterráneo en canalización
- 4º cable directamente enterrado
- 5º cable en tubería interna de edificios

2. 7. 4. Sistemas de distribución

Vimos que una red de acceso, debe concertar una serie de requerimientos, tales como operar en forma, suficiente, elástica, flexible, con un alto grado de ocupación, y que perduren en sus períodos útiles de trabajo. Por tal razón, su diseño no es cuestión simple.

La primera cuestión, será establecer la apropiada topología de distribución, para el caso que nos ocupe. Distinguimos tres grandes tipos de esquemas de configuración, de los cuales, se derivan otras variantes y sus posibles combinaciones.

Distribución en red rígida

En la red de acceso con distribución en red rígida, los pares de conductores se prolongan desde la central (repartidor general), hasta los puntos de dispersión (cajas terminales), sin que intervengan otro elemento de distribución alguno. De esta procedimiento resulta una conformación radial simple (Fig. 25).

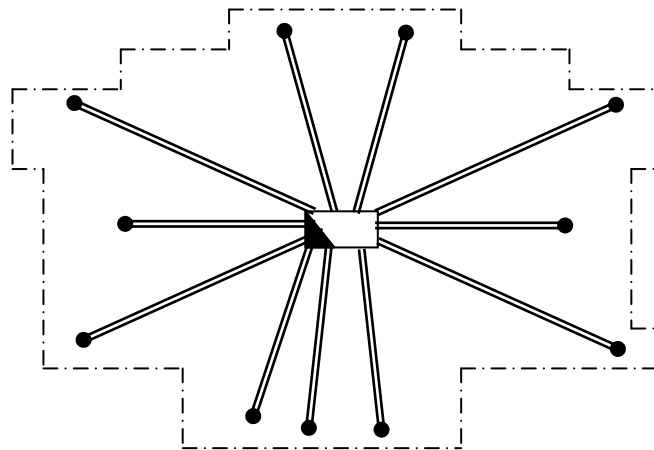


Fig. 25 - Red de acceso con distribución radial rígida

Las redes con esta topología son económicas, para los casos de líneas en una densidad reducida, o de corta longitud, como es en ocurrencia de redes rurales.

Sí para estos casos se aplicase el método de subrepartición, los gastos de instalación de los armarios subrepartidores y su mantenimiento, serían mayores a los ahorros que se obtendrían en cantidad de pares desde la central.

También es aplicable a zonas suburbanas que tengan semejante característica topológica y para áreas que cuente con zonas barriales de edificación residencial o en monobloques, que presenten un padrón edilicio definitivo. En estos casos, al no poderse dimensionar la zona barrial que presenten ampliaciones edilicias, la red se podrá dimensionar con los pares a distribuir considerados a un período amplio y con la capacidad definitiva para ese periodo final.

La elasticidad y flexibilidad requerida se logra otorgando capacidades en pares generosas y en puntos determinados, de posibles requerimientos futuros o por precaución en un buen mantenimiento, proporcionar reservas de pares, acorde al caso.

La ventaja de esta práctica radica en su economía, sobretodo por su sencillez de operación, simplicidad en la documentación y en presentar una baja probabilidad de faltas.

Sus inconvenientes radican principalmente en que toda reorganización de los pares en los empalmes entraña un trabajo considerable, dificultad que se soslaya mediante la salvaguardia en disponer pares de reserva para los mismos.

Con esta distribución no se dispondrá de una garantía absoluta en solventar situaciones imprevistas. Cuan mayor fuese la incertidumbre y la imprecisión de los estudios de la demanda, mayores serán estos inconvenientes.

Distribución con conexionado en múltiple

Según el método con conexionado en múltiple, se conectan derivaciones en paralelo, en un cierto porcentaje de los pares que parten de la central. Estas derivaciones se pueden efectuar en uno o más puntos de su recorrido en la red (Fig. 26).

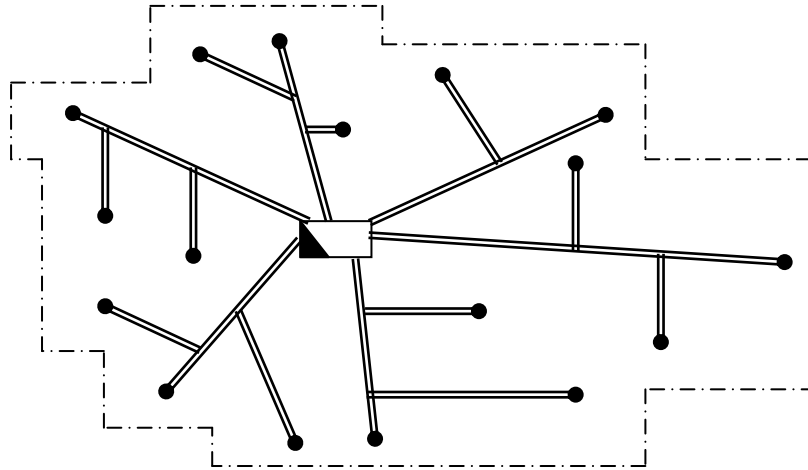


Fig. 26 - Red de acceso con distribución en pares múltiplos

Al disponer varios puntos desde donde dar servicio al abonado, con ello se incrementa la flexibilidad de la red de acceso, ya que si la demanda no se cumple estrictamente en la ubicación planificada, mediante las derivaciones podrán ser ocupadas en otra ubicación alternativa.

Será mayor la posibilidad de dar servicio en distintos lugares, donde efectivamente se solicita el servicio. Este beneficio representa una comodidad para el proyectista, pues asegura la ocupación rápida de los pares que parten desde la central. Mediante la planificación de puntos específicos de relevo, el diseñador podrá programar una continua ocupación, dando una continuidad de flexibilidad a la red.

Sin embargo, es muy posible que los nuevos desarrollos no se cumplan en los puntos asignados previamente como de relevo, con lo que se deberán asignar mayores costos para efectuar las reingenierías de adaptación. La aparente ventaja de la red en múltiple, trae aparejado una serie de inconvenientes en perjuicio de la economía, la operatividad y la calidad del servicio. Estos inconvenientes son, disponer:

1. Mayores gastos de par - kilómetro, sin uso efectivo.
2. Degradaciones en la transmisión.
3. Mayor probabilidad de faltas en los pares.
4. Dificultad en la localización de faltas.
5. Una compleja numeración de los pares.

El mayor gasto en cobre se produce al implementar una o más derivaciones de los pares en la red, usando efectivamente una sola de ellas.

La degradación en la transmisión se produce por atenuación debido a que cada derivación introduce una capacidad mutua adicional. También en cada punto de derivación se producen reflexiones, intolerables para la transmisión digital, de datos o de alta frecuencia como radioemisiones.

La mayor probabilidad de faltas se produce al disponerse tramos en derivación inactivos pero factibles. La dificultad en localización de las fallas, se debe a que las derivaciones crean señales de eco erróneas, en los instrumentos de medición empleados para ello.

La numeración compleja se origina por requerirse las numeraciones redundantes de los pares multiplexados.

Distribución con puntos de subrepartición

La red de abonados en la distribución mediante el uso de puntos de subrepartición se diseña creando tres secciones distintas del cableado de acceso (Fig. 27).

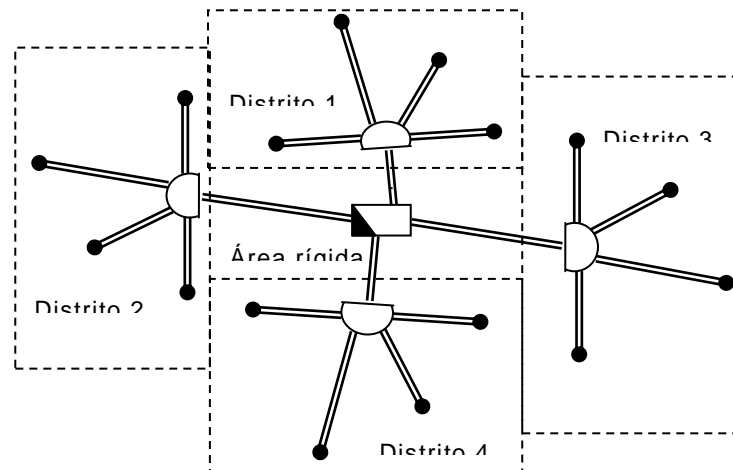


Fig. 27 - Red de acceso con armarios de subrepartición

Una sección se refiere al cable de alimentación que partiendo del repartidor general de la central, llega hasta el punto o armario de subrepartición. Una segunda sección parte desde el armario, y llega hasta la caja terminal de dispersión del abonado. Una tercera sección parte desde esta caja terminal, y llega hasta el domicilio del abonado.

La primera sección de alimentación, se denomina cable primario, la segunda sección de distribución, cable secundario y la tercera sección de dispersión, cable de acometida o alambre de bajada que suministra el servicio a cada abonado.

La continuidad desde los conductores primarios a secundarios se realiza mediante alambres puentes (cruzadas), similares a la realizada en el repartidor general de la central. Estas cruzadas permiten hacer la selección de pares independiente en primario o secundario, lo que establece una alta flexibilidad de red.

Sus inconvenientes radican en el establecimiento de los armarios en la vía pública, muchas veces de reducido espacio, daños por vandalismo y en el costo extra que insume la instalación y el mantenimiento de estos armarios de subrepartición.

Sin embargo, tal desventaja es eliminada con un diseño acorde, donde los costos ahorrados en el cable primario compensen a este sobregasto. Este ahorro en el cable primario, se refiere a la adopción de una alta ocupación en el cable y en período muy corto.

Por ejemplo una ocupación del 90% para un período de 3 á 5 años, según la estabilidad económica del mercado. Con ocupación del cable, nos referimos a la relación entre los pares ocupados y los pares totales del mismo.

El ahorro económico por eficiencia en el uso de los pares primarios, será tanto mayor cuanto mayor sea la longitud del cable primario. La longitud del cable primario esta definida como dijimos, donde los costos ahorrados en el cable primario compensen al sobregasto del propio armario y de su instalación.

Entonces esta longitud nos define la ubicación de los primeros armarios y con ello un área de distribución directa sin armarios. Esta área se denomina en consecuencia Área Rígida que rodea a la central.

Para posibilitar proveer relevos tan cortos es necesario colocarlos en cañerías subterráneas. Ello encarece a la red, pero concede a su vez una alta protección al cable, lo que redundará en la disminución de los costos por mantenimiento.

Al disminuir la incidencia de las faltas, mejora la calidad del servicio, lo que incrementa la solicitud de servicios, otra ventaja indirecta.

Podremos enumerar varias otras ventajas del método de distribución por subrepartición:

- 1) El disponer la red en tres secciones independientes, permite ampliaciones independientes lo que faculta hacer frente a imprevistos de la demanda.
- 2) Permite efectuar pruebas de las secciones por separado, y realizar reparaciones rápidas sin afectar el servicio, solo con simples cambios de cruzadas.
- 3) Reducir el tiempo de habilitación de un nuevo abonado.
- 4) Satisfacer con facilidad solicitudes de servicio especiales.
- 5) Numerar cables secundarios desde el armario, sin intervenir en el repartidor general, evitando faltas en el mismo.
- 6) Renumerar desde el armario en caso de cables primarios cortados, sin necesidad de hacerlo desde las cajas terminales colocadas en azoteas o postes, de difícil acceso.
- 7) Cancelar reclamos de faltas en tiempos reducidos, sin trabas de permisos rehusados.
- 8) Ampliar el espacio útil en la sala del repartidor principal y el túnel de cables, al disminuir los pares primarios, por mayor ocupación de sus cables.
- 9) Disponer de un punto natural para bloqueos y toma de presión para presurizar los cables primarios y eventualmente los secundarios.
- 10) Permite programar el paso de un área de subrepartición, desde una central a otra, en caso de ampliaciones de una de ellas y saturación de la otra.
- 11) Se permite una mayor flexibilidad de diseño, al poder emplearse calibres de conductores diferenciados, en cualquiera de las secciones primarias o secundarias.

2. 7. 5. Diseños con punto de subrepartición

Varios son los ejemplos de aplicación, creando puntos de subrepartición.

En distintos países y en distintas zonas, se emplean disímiles técnicas de la distribución con armarios de subrepartición. Cada una propuesta, con un propósito y con características particulares, que aportan sus virtudes y sus desventajas.

Cada técnica usada dispondrá de diferentes topologías, estructuras y capacidades, cada una con la adopción diversa de valores de ocupación y de períodos de uso.

Como ejemplos didácticos, pasamos revista a algunos de los procedimientos más característicos.

Distribución con un solo paso de subrepartición

La técnica usada más común, es emplear armarios de pedestal colocados en las aceras y en un solo paso de subrepartición, esquema mostrado precedentemente. (Fig. 28).

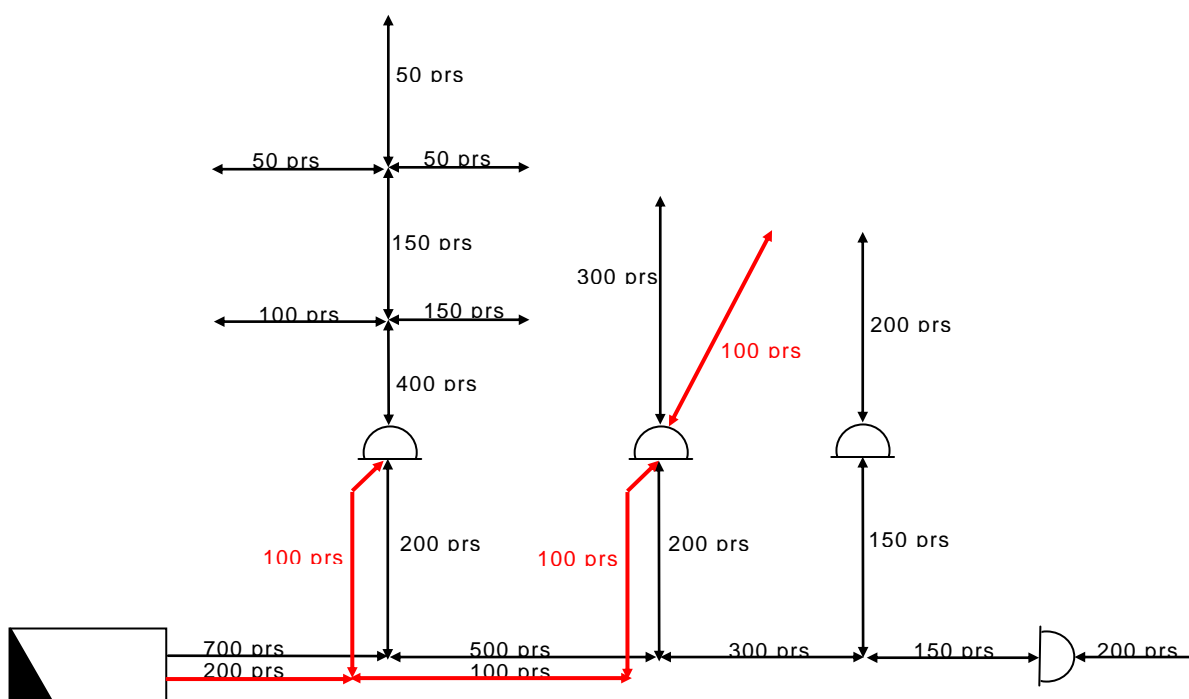


Fig. 28 - Distribución en un solo paso de subrepartición

Su capacidad en pares para zonas de baja densidad como se presenta en suburbios, es de 300 pares (100 prs primarios y 200 prs secundarios), para zonas más densas es de 700 pares (300 primarios y 400 secundarios) y para zonas céntricas se emplean armarios con doble puerta, adelante u posterior, en 1400 pares (600 primarios y 800 secundarios).

En Suecia y áreas de México o Polonia, se sigue la técnica de Ericsson, empleando casi exclusivamente armarios de 700 prs. En Argentina y Perú se usan la variedad apuntada antes, mientras que en Venezuela se han empleado enormes roperos colocados en las veredas de hasta 4000 prs.

Los armarios de baja capacidad se podrán montar en postes o fachadas, instalados a cierta altura (2 á 2.60 m), evitando intentos de intromisión o vandalismo (Uruguay).

La ocupación en primario es alta (90% á 95%), cifra máxima calculada para periodos cortos (1 á 3 años), mientras que la red secundaria, para logra la flexibilidad en el tiempo, se le dotar de una ocupación baja máximo del 70% calculada para periodos largos (10 á 15 años), con áreas de subrepartición (distrito) a periodos mayores (15 á 20 años).

Distribución con pilares

El sistema de distribución con pilares, tiene la ventaja de disponer una alta accesibilidad, ya que cada pilar consta de una bornera vertical, protegida por un estuche de doble cubierta en acero y cemento. Se colocan en acera y su capacidad es de 100 prs primarios, conectando inicialmente 50 prs, con secundarios de 200 prs.

En este modelo, la red primaria principal se compone de cables de 300 y 800 prs, referidos a 10 años, con ramales desde 50 á 200 prs. Esta técnica se emplea en Australia (Fig. 29).

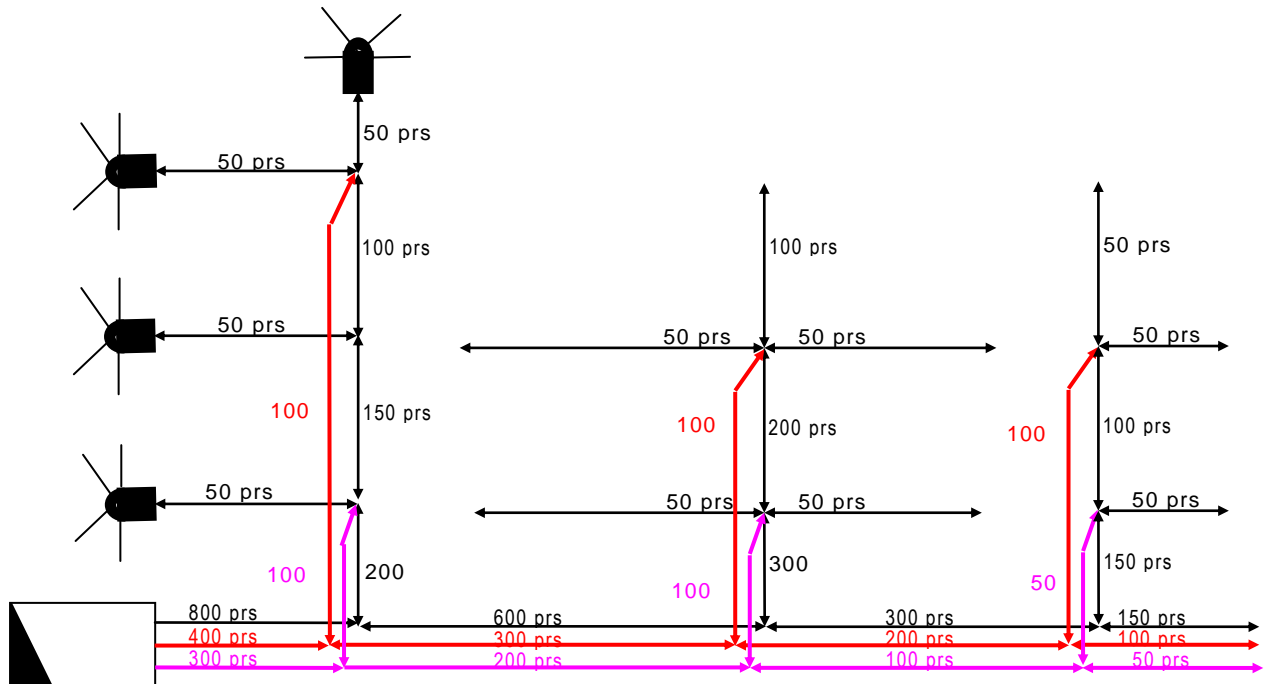


Fig. 29 - Distribución con pilares

Subrepartición con circuitos transversales

En la subrepartición con circuitos transversales, se establecen circuitos específicos entre diferentes puntos de la red primaria y/o de la red secundaria. Estos circuitos permiten adicionar una cierta flexibilización a estas redes.

Así en el caso de producirse una alta ocupación de los cables en su recorrido normal, puede derivarse a los pares de un cable transversal (Fig. 30).

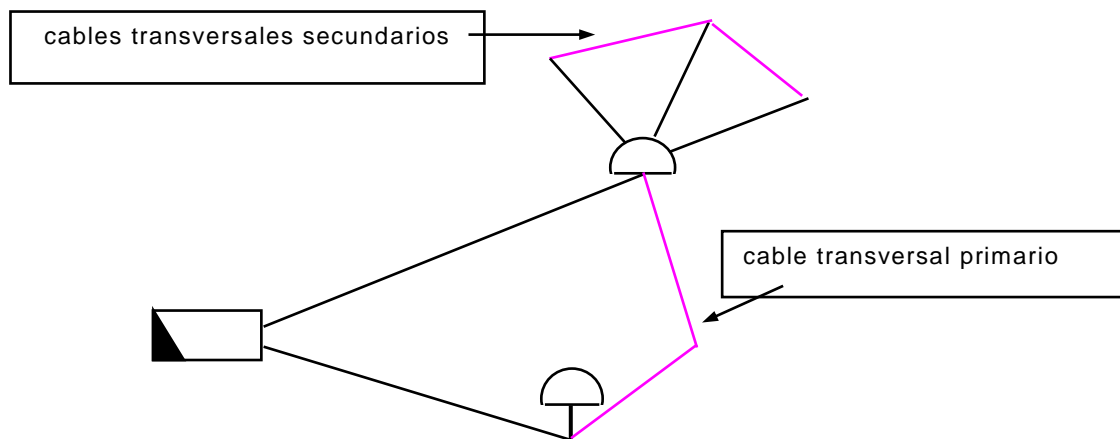


Fig. 30 - Red primaria y secundaria con vínculos transversales

La ventaja que ofrece esta disposición es mejorar la ocupación media de los pares. Pueden implementarse líneas compartidas y circuitos especiales, los que no requerirán pasar por el repartidor general, permitiendo liberar espacio en el mismo

Tiene el inconveniente de requerir implementar otro juego de alambres de cruzadas en los armarios complicando su operatividad y haciendo más compleja la documentación. La mejora en la ocupación media de los pares, no compensa los gastos suplementarios que introduce la instalación de los cables transversales.

Distribución con doble paso de subrepartición

Se emplea una distribución con doble punto de subrepartición, agrupando varios armarios de subrepartición en un nuevo punto de subrepartición, donde se ubica allí otro armario pero de mayor tamaño, y desde allí se llega hasta la central (Fig. 31).

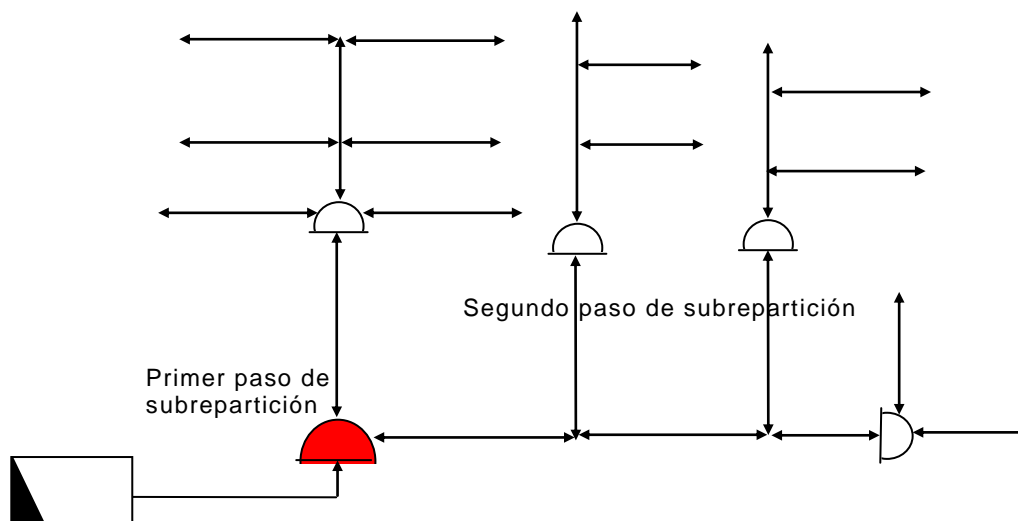


Fig. 31 - Distribución con doble paso de subrepartición

Como ejemplo de aplicación, será diseñar una red para un barrio muy alejado, implementando para el mismo una serie de armarios y este conjunto concentrarlo en otro armario que los vinculará a la central. El resto de la red podrá tener su área rígida y una red de diseño habitual con armarios.

Distribución con empalme auxiliar

La distribución con empalme auxiliar, consiste en unir los pares alimentadores que se estiman de aplicación efectiva en un empalme principal, derivando el resto de los pares a un empalme auxiliar. En este empalme auxiliar se efectúan los trabajos necesarios para lograr una ocupación más elevada y equilibrada en la red. Esta técnica, junto con otros sistemas, se emplea en Inglaterra (Figs. 32 y 33).

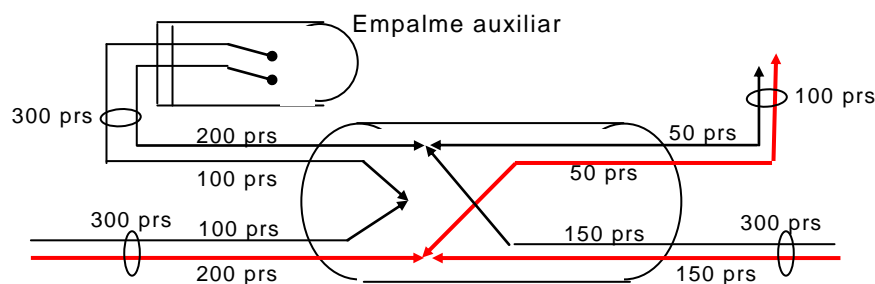


Fig. 32 - Empalme principal con muñón auxiliar

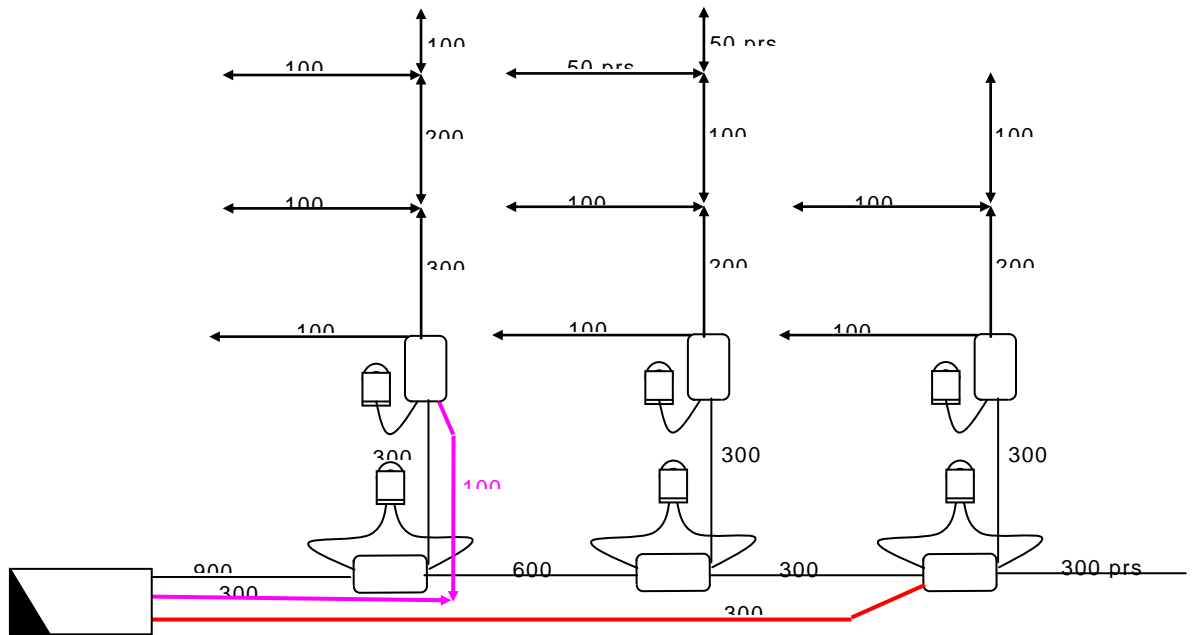


Fig. 33 - Distribución con empalme auxiliar

Armario tapón

La estructura de distribución denominada de armario tapón, tiene el fin de retardar el mayor tiempo posible la colocación de periódicos cables de ampliación. Ello se obtiene mediante la mejor utilización de los pares de los cables primarios.

Veamos un ejemplo, supongamos un trabajo inicial con cables primarios de 100 prs en armarios de 300/400 prs. A medida que se incorporan nuevos abonados a los armarios, cada uno de estos cables se acercará con distinta velocidad a la saturación.

En el caso de no utilizarse un armario del tipo tapón, la ampliación se efectúa colocando un nuevo cable, desde la central hasta el armario saturado o próximo a la saturación. Costo que resulta alto por la distancia deberá cubrir el nuevo cable. Asimismo en cuanto otro armario esté próximo a la saturación, se deberá repetir la misma operación (Fig. 34).

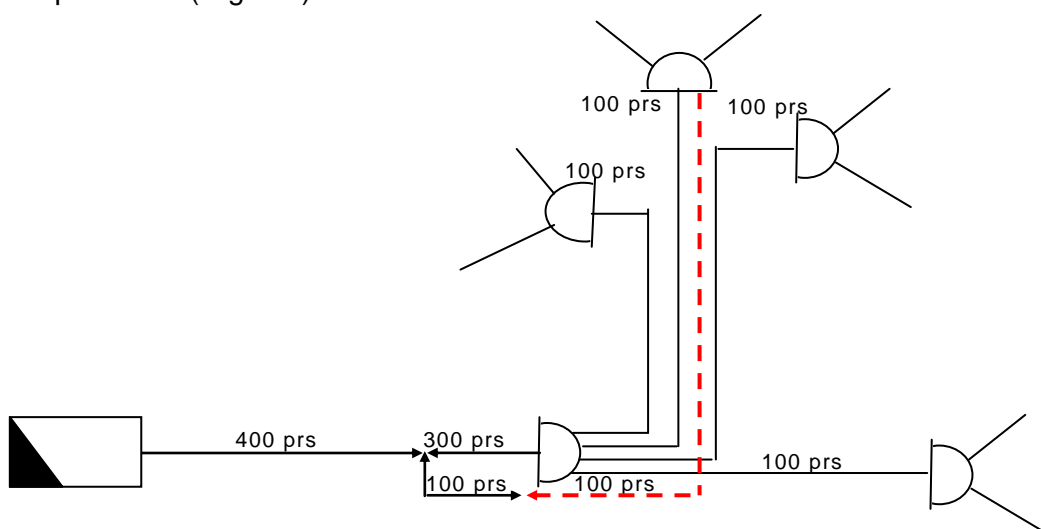


Fig. 34 - Empleo de armario tapón

En cuanto el cable alimentador, de 300 prs, esté próximo a la saturación, se conecta el cable de reserva al armario que tenga el mayor valor de ocupación, transfiriendo el total de sus abonados, con lo cual el 300 prs queda nuevamente con pares disponibles.

Recién cuando complete nuevamente el 300 prs se deberá efectuar su relevo. se podrá colocar otro cable de 300 prs, conectando 100 prs al armario más necesitado y dejando 200 prs de reserva como al comienzo.

Distribución HT Ericsson

Para la distribución Ericsson HT, desde un empalme en múltiple (a), se alimenta un armario, el que cuenta en su red secundaria cajas terminales vinculadas en la denominada conexión en compensación (Fig. 35).

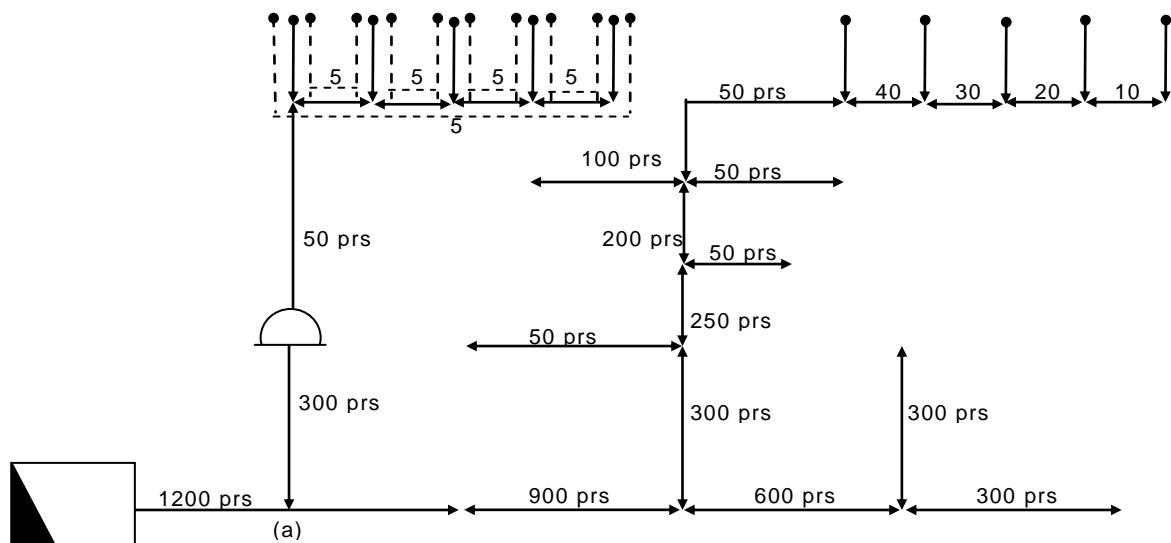


Fig. 35 - Distribución HT Ericsson

Las características de esta distribución son:

- Empleo de pares de equilibrio entre cajas de 20 prs, se conectan 10 prs directamente a las mismas y 10 prs compartidos con las cajas laterales.
- Alimentación del 80% de la red, en preferencia la zona más cercana a la central, en red directa, con el 20% restante en uso de este armario.
- Reducción de la capacidad del armario a utilizar y alargamiento de su zona de distribución (distrito).

Tal disposición permite, compensar la falta de uniformidad de la ocupación de las cajas en el tiempo (velocidad de ocupación). Al disponer solo el 20% de flexibilidad, a este método se le denomina de flexibilidad reducida.

Concepto de Área de Servicio

Una de las características que se presenta en USA, es que prevalece un alto grado de movilidad de sus habitantes, generado más bien por los cambios de empleos en sitios distantes.

Esa particularidad, en la red de acceso, ocasiona cambios en la demanda de los servicios, y con ello la necesidad de efectuar re-arreglos constantes de la red, con sus consiguientes altos gastos de operación y conservación. Esto llevó a desarrollar un nuevo sistema de distribución. Este concepto de distribución, lleva entonces implícito obtener un mínimo costo por operación y por mantenimiento. A este sistema se le ha denominado SAC (Service Areas Concept) Concepto de Áreas de Servicio.

La particularidad principal del mismo es la de subdividir el área a servir en zonas homogéneas de 300 á 600 unidades domiciliarias, según su densidad edilicia. Esta área es operada con la exclusividad de un armario subrepartidor, desde parte una red de distribución que se instala totalmente enterrada. La misma cuenta con puntos de acceso en pequeños pedestales, para el conexionado y la operación, desde donde se llega a cada uno de los domicilios. A cada vivienda se le provee de una línea permanente y por lo menos de otro par adicional, para ser usado como segunda línea telefónica, para Internet u otro servicio, como ser alarmas antirrobo (Fig. 36).

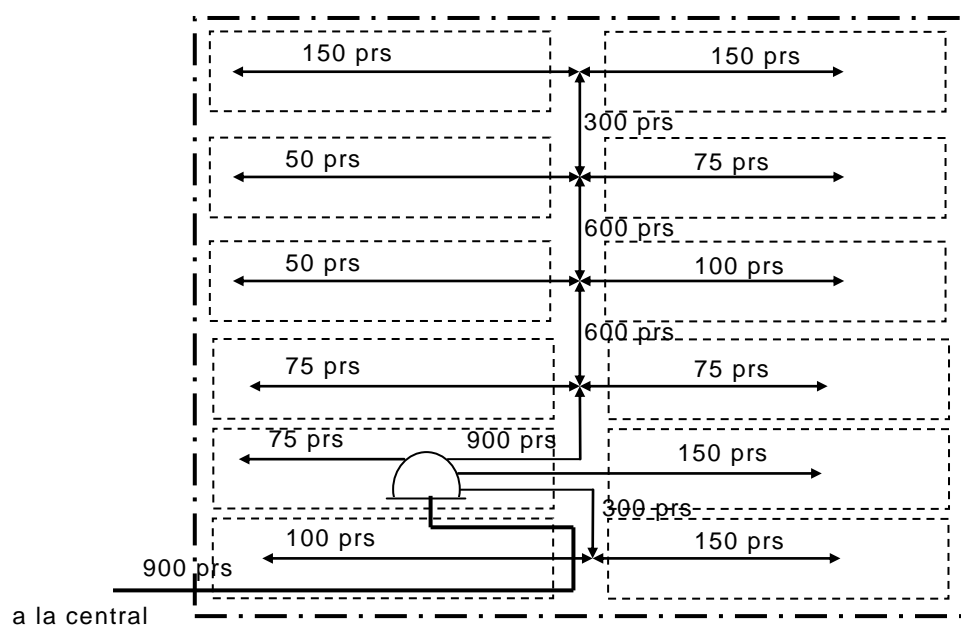


Fig. 36 - Área de Servicio

El procedimiento para el diseño se basa en ciertas premisas. Aunque el área no esté totalmente desarrollada se consideran las capacidades según los requerimientos finales de servicios. Cada armario cuenta con un cable alimentador calculado de 3 á 7 años, según el índice de crecimiento del área. En el ejemplo se distribuyen 1200 prs efectivos y se aprovisiona un alimentador de 900 prs, lo que le confiere un alto grado de flexibilización.

2. 7. 6. Nodos suplementarios de concentración

Un grupo urbano alejado de la central de conmutación, como ser un centro barrial de alto valor comercial o industrial, podrá tomar una alta demanda con aumento del tráfico de las comunicaciones en esa dirección.

Este área se podrá constituir en zona periférica de la central local, lo que obliga a inversiones excesivas. La solución será concentrar estas líneas en un elemento de distribución con líneas de enlace en cantidad mucho menor que el número de abonados de esa zona.

Otra cuestión significa la necesidad de reducir las áreas de servicio de las centrales, a un radio entre 3 y 4 Km, con el fin de cumplir los valores de atenuación máxima admisible para una red digital.

El módem ADSL, tiene en la actualidad teóricamente, un alcance de 5.4 Km, con velocidades de 8 Mb/s descendente y 600 Kb/s ascendente, mientras que el módem VDSL solo de 500 m, pero alcanza una velocidad digital de 25 Mb/s descendente y 15 Mb/s ascendente. Esto según especificaciones y mediante una red con muy buen mantenimiento.

El reducir las longitudes máximas de alcance, crea la necesidad de limitar las capacidades máximas de las centrales. Se deberán adoptar capacidades máximas entre 30 000 y 50 000 líneas de equipos de conmutación, según la densidad de abonados por superficie.

Otra forma de reducir estas pérdidas en la red de acceso, podrá ser utilizando cables de Categoría 5, como los empleados en cableados estructurados de edificios, para las redes de datos de alta velocidad. Esto se está realizando en algunas ciudades de USA, pero su inconveniente radica en el alto costo que insume la reestructuración de las redes.

Como indicamos antes, la solución más asequible es creando áreas dedicadas periféricas, dentro de la misma área de la central. Esto será distinguiendo zonas alejadas de la central que tengan como características una constitución homogénea, para la demanda de los servicios. Se podrá elegir, barrios cerrados, urbanizaciones, countries, conglomerados de empresas fabriles o bancarias, etc.

Básicamente se pueden diferenciar dos tipos de tecnologías para implementar la distribución de los servicios, mediante equipos concentradores que implementen funciones de conmutación como el caso de las *Unidades Remotas de Abonados URA*, o mediante equipos que solo realizar las funciones de concentración, como el caso de emplear equipos *portadores de anillo digital DLC* (Digital Loop Carrier), o en la utilización de equipos multiplexores (Fig. 37).

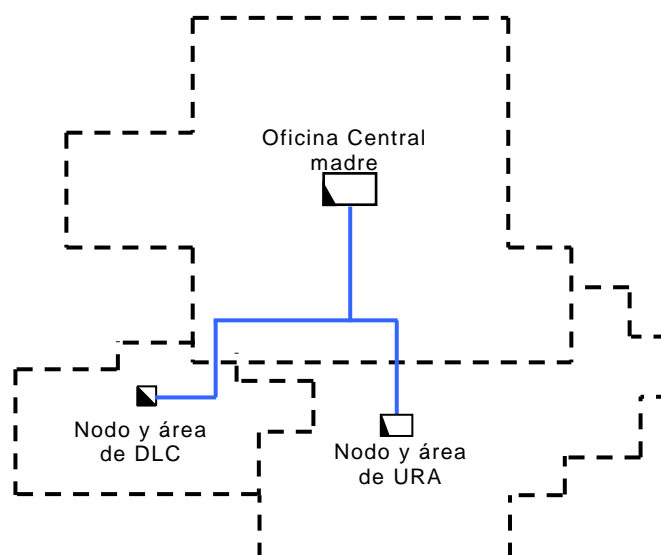


Fig. 37 - Área de OC y áreas de URA y de DLC

En ciertos equipos, la provisión de los servicios podrá disponer funciones de conmutación, como lo representa una URA, pasando a la función solo de concentración, en el caso de fallas en las líneas de alimentación desde la central madre.

Un caso particular es caracterizado por el empleo de nodos equipados con convertidores óptico/ eléctricos, alimentados por cables de fibra óptica y continuando la distribución en pares de cobre.

Otro caso es representado por las centrales satélites, diferenciado de las URA, en lo que se refiere a que su área no comprender necesariamente al de la central local madre, formando un área contiguas a la misma, sino que podrá estar separada de ella.

Unidad remota de abonado URA

La unidad de conmutación remota URA, cumple la función de concentración, al igual que los sistemas DLC, un multiplexor o un nodo opto-eléctrico, pero además, incluye un equipo de conmutación destinado a cursar solo las comunicaciones entre los usuarios de esa área conectados a la unidad. Ello permite incrementar la capacidad de tráfico en su ruta de enlace con la central del área, al sustraer parte de su tráfico.

Las URA, por lo tanto dependen de los equipos de conmutación de la central local, para las comunicaciones de entrada y salida a otras centrales. En las URA los equipos de conmutación están constituidos por parte de la numeración de la central madre. Operan en la última fase de selección de abonados.

Se podrá emplear tanto URA, como miniURA. Ambas prestan en general, tanto servicios de telefonía pública POTS (Plain Old Telephone Service) y accesos básicos ISDN (2B+D), como servicios privados de valor agregado.

Su instalación es habitualmente preparada para instalaciones en interior de edificios, aunque se podrá disponer en contenedores prefabricados, para situarlos en exteriores.

Para el análisis de las alternativas de tecnología a utilizar, deberán valorizarse sus factores intrínsecos:

- Madurez de la tecnología. La tecnología de las URA contará con un grado de madurez igual a la de la central de conmutación de la cual depende.
- Tiempo de instalación medio. Se deberá considerar además del tiempo de instalación de estos equipos, que es relativamente corto, los tiempos de construcción de la red de distribución, generalmente no tan reducidos.
- Costo inicial e incremental. Las URA, permiten instalar inicialmente unidades base para luego ir agregando placas de abonado, a medida que lo requiera la demanda, obteniéndose un costo inicial moderado.
- Calidad. Por tratarse de enlaces digitales la calidad de servicio es alta. Será función del tipo de enlace utilizado, pares trenzados, radioenlace o fibra óptica.
- Confiabilidad. Emplea equipos muy confiables, permitiendo usar medios de transmisión duplicados. El mantenimiento y control podrá ser por software.
- Seguridad. Al ser el tramo de enlace digital, se impide el robo de servicios o escucha, por lo que es de alta seguridad en ese sentido. En caso de enlace en cable de fibra óptica, se suprime el riesgo de robo de cables, en este tramo.
- Capacidad. La capacidad a implementar, está dada por su espacio físico. Se proveen capacidades máximas de 500 ó de 1000 líneas.

- Flexibilidad. Por utilizar equipos modulares dispone de alta flexibilidad, restringida solo por la técnica de distribución, pares trenzados, coaxial o fibra óptica.
- Reutilización. Emplea equipos reutilizables para otros emplazamientos.
- Vida útil. Se calculan los equipos para un periodo de vida útil de 20 años, pudiéndose implementar etapas intermedias.
- Mantenimiento. El sistema de gestión permite determinar el estado del mantenimiento, en forma remota.
- Gestión. Los equipos integran las funciones remotas del servicio, supervisión de alarmas, localización de fallas, inventario y pruebas de líneas.
- Estandarización. Las URA cuentan en general con estándares propietarios, es decir dados por los fabricantes de sus equipos.
- Capacitación. Al tratarse de equipos similares al de la central la capacitación es mínima.
- Limitación por regulación. No tiene limitación en su empleo por regulación.
- Alimentación. La alimentación podrá ser tanto en 220 VCA como de 48 VCC. Su autonomía está calculada en 8 horas. Aunque la URA se encuentre ubicada alejada del centro de mantenimiento, al definirse en forma remota el tipo de falla, se conoce anticipadamente que tipo de repuesto y falla a operar, lo que reduce los tiempos de reparación.

Como ejemplo se podrán señalar: en Asunción, Paraguay, se han formado áreas de URA, anticipando la instalación postergada de nuevas centrales planificada. En Cuba, para algunas provincias con muy baja demanda de servicio, se han creado áreas de central con varias URA, avanzando la programación de otras centrales, según el desarrollo de la demanda. En Argentina, son varias las áreas de centrales de los suburbios de Buenos Aires, donde se crearon sub-áreas con el uso de URA.

Concentrador digital

El concentrador de líneas digitales DLC, lleva a cabo una alta concentración del tráfico, procedente de un gran número de usuarios de alrededor de 500 conexiones básicas, en un número pequeño de enlaces con la central, con equipos de 2 Mb/s.

Los concentradores, utilizan básicamente la conmutación de la central madre, en forma total o parcial, e incluso en forma transitoria desde otra central. Las funciones para su gestión son totalmente integradas, como en una URA. Se emplean esencialmente equipos estandarizados, a diferencia de las URA que podrán emplear equipos propietarios.

Según el proveedor y la generación de los equipos pueden contar con distintas facilidades. Los servicios posibles son:

- POTS. Sobre tramas E1, empleando sus interfaces, ofrece telefonía básica.
- xDSL. Soportan accesos tanto velocidades medias como velocidades altas.
- Video. Mediante enlaces de fibra óptica, podrán actuar como nodo óptico.
- Datos. Con acceso E1 podrán brindar servicios de datos punto a punto, a distintas velocidades, como así funciones Centrex.

Las líneas de transmisión podrán estar conformadas tanto, por cables de pares trenzados, como de fibra óptica, o también por radioenlace. La red de distribución podrá ser implementada en pares trenzados o cables coaxiales.

Su instalación podrá ser dada en gabinetes tipo estanco para intemperie o con modelos, en racks, para instalación en interior de edificios. En los diseños se podrá utilizar unidades de DLC, con capacidades entre 30 y 480 líneas troncales.

Centrales satélites

El origen de creación de una central satélite corresponde a otra problemática, casi siempre originada en poder servir una zona de relativa alta demanda de servicio, ubicada fuera del alcance admisible para un área de central. Es decir, que ninguna de las centrales vecinas pueden integrarla en su área (Fig. 38).

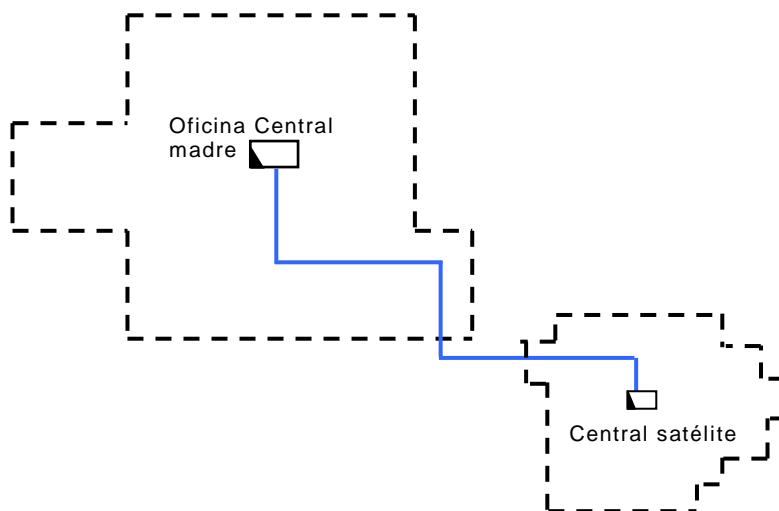


Fig. 38 - Área de central satélite

Se creará entonces un área de central satélite dependiente de la central local madre, la que servirá un área no forzosamente contigua a la misma, sino que podrá estar separada de ella. Generalmente será el origen de una nueva central, pero todavía no cuenta con el número de abonados apropiado a su implementación.

La central satélite, podrá disponer de la característica de acceso a un enlace de salida a la central madre, incluso antes de marcar los primeros dígitos, es decir, antes de saber si es una llamada local o saliente. El abonado queda unido al registro de la central satélite y también al de la central madre.

Cuando el registro de la central local recibe las cifras marcadas y determina que la comunicación es local recién libera el enlace, en caso contrario se libera el registro local encaminándose la comunicación hacia la central madre.

De esta forma, los registros analizan menos cifras, este procedimiento se denomina de ocupación preventiva.

2. 8. Planificación de Desarrollo

La Planificación de Desarrollo se realiza a un período de corto plazo, generalmente de tres años. Tiene la finalidad primordial de disponer una programación que sirva para preparar las Ingenierías de Detalle. Las Ingenierías de Detalle constituyen el Plan de Obras.

2. 8. 1. Flujograma de un proyecto

Independiente del método de distribución y la política económica de la empresa, siempre habrá pasos esenciales a realizar:

- Estudios Preliminares,
- Adopción de Normas y Especificaciones,
- Planes Fundamentales,
- Planes de Desarrollo,
- Evaluación de Presupuestos,
- Programación,
- Ingeniería de Detalle.
- Preparación del Presupuesto Específico.
- Gestiones de compras,
- Construcción, Instalación, Pruebas.

Departamento de Planificación

A grandes rasgos, las primeras tareas una vez definidas las políticas económicas financiera de la empresa a encarar, serán realizar los estudios preliminares de la demanda y del tráfico y ubicar sus datos, juntamente a los recopilados externos, como ser planes de urbanizaciones, políticas de desarrollo nacional y provinciales, en la planimetría existente actualizada (Fig. 39).

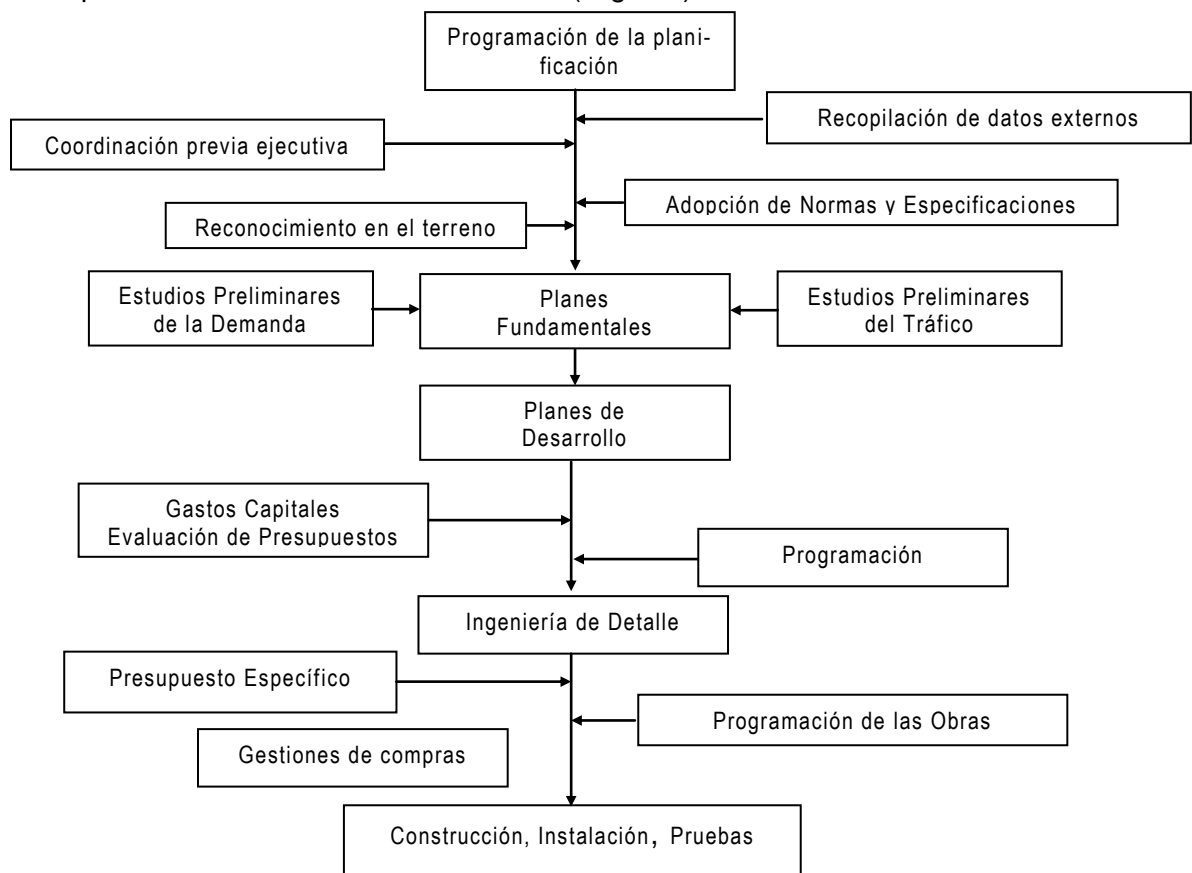


Fig. 39 - Flujo del procedimiento general del diseño

Con las normas constructivas y las especificaciones de los servicios, equipos y materiales a manejar y sobre las bases definidas en Planes Fundamentales Técnicos, se hallan las áreas de las centrales y la ubicación de las nuevas centrales; los trazados de las líneas de enlace entre centrales y las ruta principales alimentadoras de la red de acceso.

Los abonados existentes, se suman a las solicitudes pendientes y a los abonados potenciales. Las nuevas obras estarán coordinadas con las instalaciones existentes y su valoración de reutilización. El diseño de una red de acceso podrá comprender:

- a) La renovación parcial de una red existente.
- b) La renovación total de una red existente.
- c) La totalidad de una red nueva.

En el caso de una renovación parcial, podrá abarcar parte de un cable, un cable, una ruta o varias rutas de cables.

Como indicamos anteriormente, los estudios para una planificación fundamental podrán corresponder a un período de 40, 20 ó 15 años, según su naturaleza. Estos períodos tan amplios requieren de revisiones regulares a períodos más limitados.

Por ejemplo ejecutando planes a mediano plazo de 10 años, para algunos y a corto plazo de 3 á 5 años, para otros. Estos últimos se designan como Planes de Desarrollo, los que podrán involucrar la reserva de requerimientos financieros a intervalos anuales. Estos constituyen la base de los presupuestos para la realización de los proyectos a encarar en los primeros años.

Departamento de Desarrollo de Redes

El segundo paso importante, es la confección de los anteproyectos o ingenierías conceptuales. La ingeniería conceptual delinea las áreas rígidas y de armarios, las rutas alimentadoras para cada área de central y se precisan las ubicaciones de los armarios y los trazados de las canalizaciones. De cables y cañerías se determinan además de sus trazados las capacidades requeridas.

Del anteproyecto se hallan los costos estimados a presupuestar, para trazar la programación y fijar un orden de prioridades

Departamento de Ingeniería de Redes

Las ingenierías de detalle definitivas, incluyen para cada proyecto de red de acceso de cada central, los trazados de los ramales distribuidores por cada distrito de sub-repartición. Las asignaciones de los ductos ocupados, numeraciones de cables y cuentas de pares, diseño de ocupación y herrajes del túnel de cables y del distribuidor general.

De la ingeniería de detalle se obtienen los metrados definitivos, de los tipos y cantidades de materiales y mano de obra a emplear. Se indican, para cada proyecto por central, todos los detalles constructivos a realizar, sus costos parciales total.

Departamento de Construcciones de Redes

Mediante la documentación completa de planos, detalles de la mano de obra y memorias descriptivas, se elaboran la programación de las obras, tramitación de los permisos de servidumbre de paso y permisos municipales.

Por ultimo se realiza la construcción de la obra civil, rutas de postes, canalizaciones, se instalan los equipos y se lleva a cabo la construcción de los ramales de cableados aéreos, subterráneos y de manzana.

2. 8. 2. Cálculo de las líneas troncales

Aunque en nuestro desarrollo se trata en particular el diseño de la red de acceso local, se especifica como referencia el método de cálculo de las líneas y/o canales de enlace entre centrales.

Existe una diferencia radical entre el diseño de una red de acceso y un enlace, ya sea local o de larga distancia, interurbana o internacional. Esta diferenciación, se corresponde a que para el diseño de la red de abonados se requiere conocer la ubicación de los clientes actuales y el lugar y tiempo de aparición de una nueva solicitud de servicio y su categoría. Mientras que para el diseño de los enlaces, se requiere conocer los valores de tráfico de entrada y de salida entre ellos, y su clasificación diferencial.

Para determinar el número óptimo de circuitos troncales entre dos centrales o centros de conmutación, se debe tener esencialmente como dato el tráfico (en Erlang) entre las mismas, el tipo y el grado de servicio a brindar. El tráfico y grado de servicio se calcula aplicando las fórmulas de Erlang. La UIT, mediante sus recomendaciones en apartado Q, ha estandarizado los valores de tráfico en tablas, las cuales sirven al dimensionamiento de los troncales, para los diferentes grados de servicios.

2. 8. 3. Procedimiento previo al proyecto

Supongamos el proyecto de una central nueva. Se ha definido en la planificación la extensión del área de la misma. Se convino la eficacia de adoptar un radio de hasta 4 Km. Si se tratase de un conjunto de áreas de centrales dentro de un área múltiple, describirán un diagrama lo más aproximado a un panal de abejas. Luego se han definido las ubicaciones de las centrales, por algún método computarizado que determina el baricentro del conjunto de densidades dado por los abonados pronosticados a servir a argo plazo. Ya determinadas las áreas, sus límites y las ubicaciones de las centrales, se aborda los diseños particulares de cada ingeniería de detalles.

De los estudios de los Planes Fundamentales se han definido las áreas de monocentral y de áreas múltiples, sus límites y trazas principales de las redes. Sin embargo, es conveniente que el Departamento de Ingeniería de Redes, efectúe una actualización de los datos de pronósis y verifique en campo, cada nueva área de central a encarar. Se debe recabar la documentación actual de los planes de desarrollo nacionales y municipales, proyectos de urbanizaciones, estadísticas y estimaciones futuras poblacionales, etc.

Cuando se detecte cambios estructurales de trazados de calles, innovaciones edilicias o situaciones topológicas distintas a las indicadas por los planificadores, deberá comunicar esta situación a los mismos y actualizar los datos. El proyectista debe disponer de los datos y de una planimetría de base completa, como antecedente desde donde obtener la información referida a:

- Los equipos de conmutación existente.
- La cantidad de pares de abonados existentes salientes de la central.
- La cantidad de abonados estimados probables a dar servicio.
- El área de tarifa básica.

Se debe calcular la relación entre la cantidad de pares salientes del Repartidor General, correspondiente a la red primaria y a la red de distribución directa (existente y pronosticada), y la cantidad de líneas de equipo de conmutación instalada y a instalar en este proyecto. Esta relación debe verificarse que cumpla ser menor a 1,4.

Se define como Área de Tarifas Básicas (ATB), la estimada como de costos sustentable por mantenimiento de la red. Se parte inicialmente de un área definida con un radio desde la central de 1299 m. Fuera de la misma la Administración podrá determinar el cobro de un sobrecargo por mantenimiento e incluso el costo de instalación de la red de acceso, que sobrepase esa área.

También la Administración podrá, al incrementarse la densidad poblacional de éste área, extender los 1299 m con una mayor longitud. Generalmente se refiere a áreas alejadas de la central de baja densidad de clientes, lo que represente a la Administración un costo alto de mantenimiento sin rédito compensatorio.

Esta longitud de 1299 m para el trazado del ATB, en sus orígenes, indicaba hasta donde llegaba un cable y su última caja terminal, y desde donde se extendían las rutas de alambres desnudos. Posteriormente se toma para el trazado del ATB, a la que se corresponda con una densidad suficientemente alta de abonados probables a dar servicio, que justifique los gastos de instalación y del mantenimiento de la red.

2. 8. 4. Previsiones de la demanda

El establecimiento de un plan de inversiones destinadas a las infraestructuras, tiene por objeto la realización económica de esas instalaciones para acceder a la demanda de servicio, en el momento y lugar en que esta demanda se manifieste. Sin una previsión fidedigna de las necesidades de los usuarios, todo proyecto eficaz es imposible.

Los estudios de las zonas y de demanda, están basados en datos obtenidos por las respectivas áreas comerciales o en su defecto por relevamientos efectuados en sitio por el proyectista.

La preparación del pronóstico para potenciales líneas de zonas de alta densidad requiere métodos completos e información con todos los detalles. Para ello cooperan todos los organismos de la Administración, para lo cual se debe tener en cuenta:

- Situación geográfica del área a estudiar
- Últimos Censos de la Población
- Actividades Económicas

El proyectista debe realizar un verificado en el terreno en todos los casos, a fin de analizar la potencialidad en líneas de la zona a corto y largo plazo, confirmando la tasa de penetración estimada en los Planes Fundamentales. Se recabarán, las previsiones a corto plazo, tomada a 3 años, lo que determinará en el diseño la puesta en servicio de los nuevos circuitos. Las previsiones a largo plazo, a 10 y 15 años, definen principalmente los requerimientos de nuevos edificios para centrales, de las áreas de subrepartición y las trazas de canalizaciones principales.

Las previsiones a corto plazo, se toman del potencial de líneas actual, como suma de las unidades de viviendas existentes y /o en construcción, baldíos, profesionales, comercios y establecimientos fabriles, etc., estimado al período de 3 años, afectados por un coeficiente de equipamiento, el que debe estar en función de la tasa de penetración según nivel socio-económico.

El coeficiente de equipamiento actual a utilizar, generalmente no depende del nivel socio económico de la zona que se encuentra instalado. A modo orientativo se indican los coeficientes a tener en cuenta para los cálculos:

COEFICIENTE DE EQUIPAMIENTO ACTUAL

Nivel socio-económico	Vivienda	Comercio	Establecimientos Fabriles
Bajo	0.4	0.5	5
Medio	0.6	1.3	5
Alto	1.2	1.6	5

Las previsiones a largo plazo, o potencial de líneas a futuro, se toman como suma de baldíos, unidades de viviendas existentes y /o en construcción, clasificadas en residenciales, profesionales, comercios, establecimientos fabriles, etc., estimados a un período de 10 años, afectados por un coeficiente de equipamiento, el que debe estar en función de la tasa de penetración según nivel socio-económico.

El procedimiento práctico, es utilizar el valor hallado del potencial de líneas actual y afectarlo de un coeficiente derivado de la tasa de penetración, según el nivel socio económico de la manzana o del área homogénea seleccionada.

Fuese hallar, el valor potencial futuro de líneas de un valor potencial actual, por ejemplo de valor 2, y tener en esa ubicación un coeficiente de potencial futuro en 0.3, se determina el valor de $2 + (2 \times 0.3) = 2.6$.

TASA DE PENETRACIÓN

Nivel socio-económico	Vivienda
Bajo	0.3
Medio	0.5
Alto	1

PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE LA PROGNOSIS

Se procederá a hacer una división del área en estudio en zonas homogéneas, que tengan condiciones uniformes de desarrollo edilicio e iguales características socioeconómicas. La cantidad de manzanas que tiene que contener cada zona debe ser determinada según la definición de homogeneidad.

Se debe tomar en cada una de las zonas, manzanas tipo, en la cantidad que se considere necesaria, para lo cual se hace una clasificación de acuerdo al tipo de edificación existente. Se estima, según lugares estratégicos, posibilidades de ampliar la edificación por demolición o por construcción sobre terrenos baldíos, como así también realizar una clasificación por comercios, profesionales, edificios de departamentos, etc.

Se aplican los factores a asignar a cada clase, indicados anteriormente para el potencial de líneas actual y para el potencial futuro. Se obtienen así, las previsiones potenciales a corto plazo y de líneas a largo plazo, para las manzanas tipo para una zona homogénea. Una vez determinado esto, se hace extensivo al total de las manzanas de la zona considerada.

En cada manzana se indicará una relación, con el valor de abonados actuales (3), abonados más pendientes estimadas (8), potencial a 3 años (14), potencial futuro a 10 años (19) y potencial futuro a 15 años (24).

La sumatoria de estos valores, según la aplicación del período correspondiente, nos determinará por ejemplo, el dimensionamiento de los cables de subida a manzana, las áreas de subrepartición, los cables alimentadores y las canalizaciones (Fig. 40).

3
8
14
19
24

Fig. 40 - Cifras de demanda pronosticada

2. 8. 5. Adopción de red flexible

Vimos que, la posibilidad para utilizar en una red de acceso el par de salida de la central en diversos puntos, con el fin de ofrecer una mayor probabilidad de satisfacer solicitudes de servicio, corrigiendo los inevitables errores de las previsiones, se le ha denominado elasticidad. Los criterios que se han seguido para obtener una correcta elasticidad son primariamente, el seccionamiento de la red y la multiplicación de pares.

En nuestro desarrollo excluimos el método de multiplicación de pares, debido a las limitaciones que presenta en ofrecer servicios cuyas exigencias de transmisión y mantenimiento son superiores. Se ha adoptado en exclusividad el seccionamiento de la red con uso de subrepartidores y en caso técnico-económico aconsejable, la red de distribución directa. En este último caso, la flexibilidad se logra asumiendo en la red un valor muy bajo de ocupación.

2. 8. 6. Red de distribución directa

Veamos primero, el caso de una red de distribución directa. En centrales donde la generalidad de los abonados potenciales se encuentran en un radio próximo a la central, y el resto es de ubicación dispersa, no será económicamente conveniente prever la instalación de subrepartidores, siendo conveniente en estos casos definir el área total de la central como de área de distribución directa.

Tomando un ejemplo simple de urbanización reticulada ortogonal homogénea y sin accidentes naturales ni artificiales, resultará un trazado de rutas alimentadoras también muy simple. La premisa será trazar rutas lo más cortas posibles, en caminos directos sin recorridos sobre sí (contra oficina), que impliquen recorridos redundantes de los pares.

Normalmente se presentaran cuatro rutas alimentadoras que parten desde la central, lo que generan cuatro zonas a alimentar. Para obtener esto, lo más sencillo será trazar dos líneas rectas en diagonal que pasen sobre la ubicación de la central, las que determinarán cuatro zonas. Las rutas alimentadoras principales, deberán trazarse como líneas bisectrices que dividan las cuatro zonas antes determinadas.

Tratándose de una red reducida, desde estas rutas alimentadoras parten los ramales distribuidores. Para la diagramación de las rutas distribuidoras se seguirá la metodología empleada para una red secundaria, que veremos más adelante (Fig. 41).

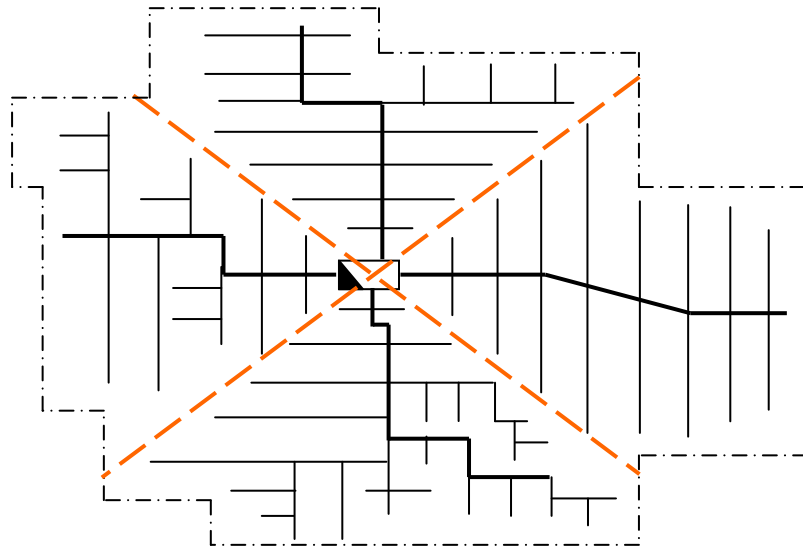


Fig. 41 - Rutas alimentadoras y distribuidoras

En un caso concreto habitual, se presentarán en el terreno inhomogeneidades edilicias, calles cortadas y obstáculos como ser quebradas, ríos, cerros, etc. Entonces nos encontramos con que las diagonales trazadas y el desarrollo de las rutas alimentadoras serán interceptadas, debiendo idear soluciones alternativas.

Fuese en particular, disponer para nuestro trazado de una ruta alimentadora, de una carretera y de tropezar con un río transversal con un puente, el procedimiento es trazar nuevamente diagonales. Pero ahora en este caso, se trazan las diagonales partiendo y tomando como referencia al mismo puente, puesto que indefectiblemente tendremos que pasar por él la ruta alimentadora (Fig. 42).

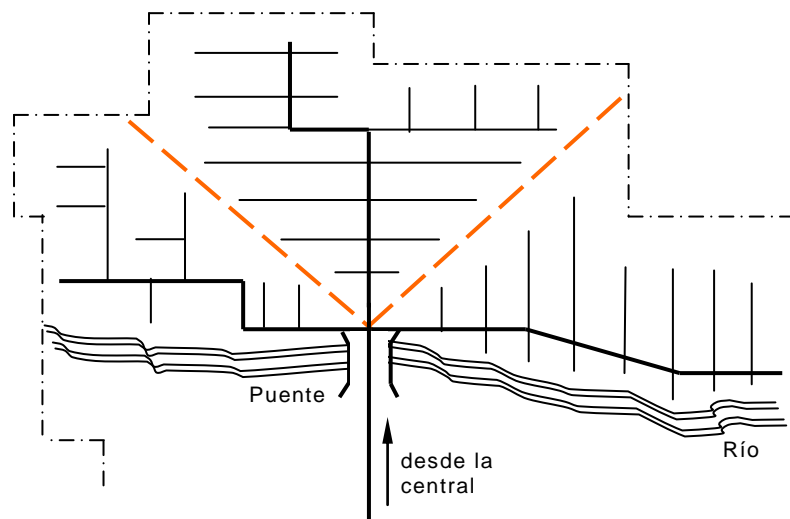


Fig. 42 - Ruta alimentadora seccionada

2. 8. 7. Red con subrepartidores

En áreas mayores que requieran incluir distritos de armarios, estas rutas alimentadoras constituirán la red primaria de suministro a los armarios. Los tramos de rectas diagonales, serán utilizados como guía para la selección de los límites de las zonas de los distritos.

Es conveniente que tales límites coincidan con trazas de obstáculos físicos naturales, como ríos, cerros, lagos, quebradas, bosques, o trazas artificiales como carreteras, vías férreas, líneas de alta tensión, hipódromos, canchas de golf, gasoductos, cementerios, parques, viveros, o límites urbanísticos de barrios, distritos municipales, etc. En terrenos accidentados no homogéneos y de alta densidad, se requerirá la subdivisión de rutas y zonas subalimentadoras. Es conveniente que cada zona subalimentadora, comprenda varias áreas de subrepartición (distritos), con el objeto que constituya el requerimiento de una canalización de red primaria.

Reticulado

En caso real donde el área en estudio no tenga una distribución homogénea, sus calles no sean ortogonales, y presentes varios obstáculos naturales y/o artificiales, nos podremos ayudar para hallar estas trazas de rutas, un gráfico similar al que hemos mostrado con el reticulado presentado cuando tratamos el método de ubicación de una central.

Este reticulado coloreado en grados de tonos, según la densidad de abonados pronosticados, ayudará a la visualización donde se encuentra las zonas de mayor densidad y como hallar las mejores trazas de las rutas alimentadoras para acometer ellas. Por ejemplo, se podrán reticular cuadrados de 250 m por lado y establecer 6 gamas de tonos, en pasos de 100 abonados por tono, es decir, que la densidad mayor será del cuadrado más oscuro y con una densidad entre 501 y 600 abonados.

Red lindera a la central

La red que rodea a la central será diseñada en distribución directa. En la misma los pares de abonados están conectados directamente a la central, sin pasar por ningún punto de subrepartición.

Para definir la extensión de esta red directa, se deberá compara el costo de la instalación de un armario de subrepartición, con el ahorro en cable primario por instalarse hasta le primer armario. El punto donde el ahorro en primario comienza a ser superior al costo de instalación del subrepartidor, marca el límite de la zona directa.

A modo referencial y basándose en la experiencia, se destaca que la distancia desde la central al límite que abarca la zona directa, no superará los 500 m.

Puntos de subrepartición

En el método de distribución mediante subrepartidores, el área de la central considerada resulta dividida en tantas zonas como puntos de subrepartición, por cuanto estos últimos serán los puntos a cuyo alrededor se desarrollará, a través del tiempo, las redes de distribución y la red de dispersión. Este sistema de red flexible se basa en utilizar tales elementos de seccionamiento, los que dividen a la red en dos secciones bien definidas, la red primaria y la red secundaria.

La red primaria es la que se desarrolla entre la oficina central y el subrepartidor. Esta sección permite obtener un mayor grado de utilización, mediante una mayor ocupación y reduciendo sus períodos de relevo.

La red secundaria es la que se desarrolla entre el armario subrepartidor y las cajas terminales de distribución. Los cables secundarios de menor longitud y grado de utilización, disponen una mayor capacidad total respecto a la red primaria, lo que permite obtener una mayor flexibilidad en la red de acceso.

Cada subrepartidor define un área propia secundaria, las que constituyen con la zona de distribución directa, el total del área de esa central.

La red de dispersión, comprende desde el punto de distribución o caja terminal, hasta el domicilio del abonado. Esta red aporta el mayor gasto de conservación del plantel exterior, por constituir un elemento unitario por abonado y de ligera estructura. Por ello debe concebirse en mínima longitud.

El estudio de las capacidades finales de las zonas de los distritos de armarios, define sus límites y de éstas su correspondencia a los recorridos de los cables alimentadores.

2. 8. 8. Zonas de subrepartición

Es conveniente que los distritos tengan la forma de un rectángulo y que se oriente con su eje mayor en dirección a la central o al cable primario principal. Para determinar los límites de los distritos, se debe tener en cuenta los límites naturales, calles, avenidas, rutas, vías férreas, ríos, rutas de alta y media tensión, etc.

En el caso de que el sistema de acometida a emplear sea mediante cable aéreo se podrá utilizar la mitad de las manzanas como límite de las áreas de subrepartición. Partiendo por la periferia del área de la central, se esbozan las zonas de subrepartición (distritos), indagando siempre del trazado de las rutas alimentadoras principales en el camino más corto. Se debe tener en cuenta en todos los casos, el aprovechamiento del plantel existente.

Se analizará como se irán volcando las capacidades de cada distrito determinado, sobre esas rutas principales, e ir creando los límites de esas zonas. Se ubican en cada una la posición del armario y determina su facilidad de conexión con la ruta principal, considerando como resultarán proyectadas las redes secundarias, para un resultado económico óptimo

Es muy importante en el diseño de estas redes, considerar los trazados de las redes de energía eléctrica de alta y media tensión, existentes y futuras, a fin de evitar sus proximidades según las normas de protección eléctrica.

Al partir desde la periferia hacia la central, se irán generando las áreas de subrepartición, al acercarnos a la misma, los límites de los distritos deben coincidir con el límite de la zona de distribución directa definida anteriormente.

Se suman las demandas de cada manzana, hasta logra las capacidades requeridas para un distrito. Se toman las cifras pronosticadas a 10 años. En caso de considerar urbanizaciones estables se podrán adoptar periodos superiores.

La Administraciones usualmente han adoptado la utilización de armarios subrepartidores del tipo 1400 prs (600 prs primario y 800 prs secundario), 700 prs (300 prs primario y 400 prs secundario), y de 300 prs (100 prs primario, 200 prs secundario). Se adoptarán en cada situación, según la densidad de clientes pronosticados por manzana y la conformación del área en cuestión. El criterio general será:

En zonas de gran densidad (urbanas) se adopta subrepartidores de 1400 prs.

En zonas de mediana densidad (suburbanas) se adopta subrepartidores de 700 prs.

En zonas de baja densidad (rurales) se adopta subrepartidores de 300 prs.

La zona de subrepartición, debe ser diseñada considerando el potencial de la demanda a 10, 15 ó 20 años, según se estime su grado de crecimiento. Se fija su capacidad de área total igual al 90% de la capacidad máxima del primario del armario. No se adoptan armarios de mayores capacidades pues ocasionan gastos mayores por mantenimiento.

Por ejemplo si se diseña la zona de subrepartición para un armario de 700 prs (300/400) se toma dicha área con un valor de 270 futuros clientes (90% de 300 pares), siendo éste el potencial de saturación a los 10 años.

OCUPACIÓN FINAL DEL PRIMARIO

Subrepartidor	Bloques primarios	90%
1400 prs (600/800)	600 prs	540 prs
700 prs (300/400)	300 prs	270 prs
300 prs (100/200)	100 prs	90 prs

La capacidad elegida de la red primaria debe cumplir como mínimo con las necesidades del servicio previstas en el término mínimo de tres años (cuando la alimentación se hace con cable subterráneo primario) y de 5 ó 6 años (cuando la alimentación se efectúa con cable enterrado primario), estando determinadas en general por la densidad de los clientes por manzana.

La capacidad máxima total que tendrá él o los cables primarios que entran en cada uno de los subrepartidores será de 600 pares.

La saturación del subrepartidor se produce cuando los pares primarios alcanzan el 90 % de la capacidad de los bloques primarios. Esta situación estará prevista en la planificación, donde se establecerá para una etapa futura, la apertura de una nueva área de subrepartición.

3. 5. 9. Ubicación de los subrepartidores

Al diseñar los distritos, se debe tener en cuenta el tipo de equipamiento definido en el Plan Fundamental ya que el mismo define un estudio previo de capacidad y ubicación probable de los armarios.

Los subrepartidores de 1400 prs y 700 prs son del tipo pedestal, mientras que los de 300 prs son provistos para colocar en postes. Se considerará la posibilidad de ubicar los de 300 prs y 700 prs en fachada. Se tiene la premisa de poder utilizar los armarios subequipados para etapas iniciales y la posibilidad de crear subdivisión de zonas para habilitar en dos períodos sucesivos.

La ubicación del subrepartidor debe procurar referirse hacia la línea limítrofe de la zona de subrepartición más cercana a la central. Ello tiene en cuenta que las instalaciones del cable primario deben recorrer el menor y más directo camino hacia la central. De esta forma también se generarán menores rutas secundarias en recorriendo contra oficina.

Se puede enunciar distintas expresiones matemáticas que nos definan el forma teórica la ubicación del armario en función de los costos por par metro en la red primaria y en la red secundaria, afectado de los grados de utilización medio de la red primaria y de la red secundaria.

Se toma como área de subrepartición, un rectángulo con su eje mayor ubicado en la dirección paralela hacia la central. Las deducciones teóricas nos indican que se logran los menores costos al establecer como criterio, ubicar el armario de subrepartición, entre la tercera y cuarta parte del eje mayor del rectángulo límite del distrito de armario.

La ubicación definitiva del subrepartidor se puede fijar para cada caso dependiendo de la disposición edilicia de la zona y de otras condiciones que influyen sobre el método más adecuado para el tendido de los cables.

Con relación a esto, se debe hacer notar, que de alta influencia los costos de las rutas de cañería, en la medida en que éstos aumentan cuando el subrepartidor se desplaza en el distrito, alejándolo desde la central (Fig. 43).

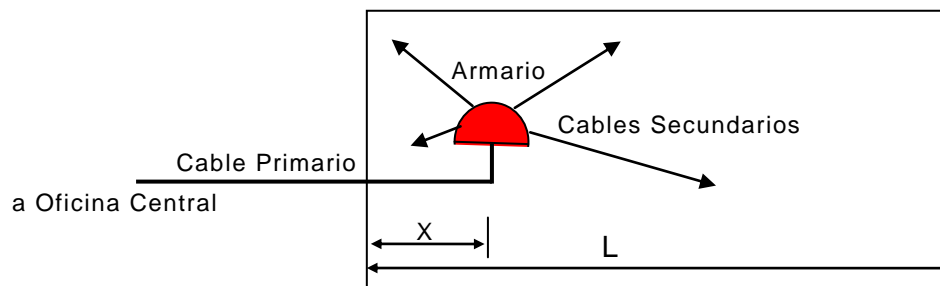


Fig. 43 - Ubicación óptima del armario de subrepartición

2. 8. 9. Oportunidad de subdividir un distrito

Es necesario considerar las características de crecimiento de cada zona, con el objeto de evitar inversiones en aquellos lugares en donde no se les dará a la zona de subrepartición la utilización más conveniente en la primera etapa. Se examinará la calificación de zona estable y de zona inestable.

Zona estable

Zona estable es aquella, donde existe poca probabilidad de que se produzca un crecimiento importante de su planta urbana. Generalmente la penetración del servicio es alta en los primeros años del estudio.

Estas zonas las podemos encontrar en centrales del tipo urbana, donde generalmente la penetración del servicio es alta en los primeros años del estudio, barrios de planes habitacionales, parques industriales, etc. En estos casos no es necesario subdividir las áreas de subrepartición.

Zona inestable

Una zona se puede definir como inestable cuando presente un tipo de construcción discontinua no densa. En tal zona existe cierta posibilidad de que se produzca, dentro del período de estudio de 10 años, un crecimiento significativo de la demanda.

Por lo tanto, una zona considerada como inestable debe ser satisfecha con una estructura de la red planificada en etapas, que debe desarrollarse a medida que crece el requerimiento de líneas y en el sentido por lo general desde la central y hacia la periferia. Para ello se podrá, en la primera etapa, unificar dos o más distritos instalando un único armario, para en las sucesivas etapas ser independizadas en sus respectivos distritos.

Los motivos que pueden provocar la subdivisión del distrito podrán ser:

- Cambios previstos del área de la central en el Plan Director de Infraestructura.
- Construcciones futuras de autopistas, grandes avenidas, etc.

Trazar límites en zonas edilicias de muy baja densidad facilita la distribución centralizada de los cables secundarios. En el caso de descampados en los que no se prevé desarrollos futuros por mucho tiempo, permitirá en futuros relevos crear nuevas áreas de armarios, por lo cual se estudiará su probable trazado.

Si el área de la central se encuentra atendida por una red de pares multiplicados (red no estructurada), y se verifica la conveniencia de estructurarla total o parcialmente (según estudio económico y de factibilidad), se deben crear zonas de subrepartición en las áreas seleccionadas.

2. 8. 10. Dimensionamiento de la red secundaria

El dimensionamiento de la red secundaria debe diseñarse teniendo en cuenta el potencial demandado a mediano plazo de 10 años. Para una zona urbana céntrica o de nivel alto, se adopta un porcentaje de ocupación del 60 % al finalizar la obra.

Si la zona es periférica, o de nivel medio o bajo, se dimensionara con un porcentaje de ocupación del 70% al finalizar la obra. En todos los casos el proyectista debe corroborar todos los datos, con un verificado en el terreno.

Es conveniente si se hace necesario, utilizar en esta red cajas terminales de 5 pares a fin de disminuir la longitud de las bajadas dado que allí es donde se encuentran la mayoría de las fallas que afectan a la calidad del servicio, como así también tener una tasa de ocupación aceptable.

Se debe reducir la longitud de la red secundaria a un máximo de 500 metros.

No se debe proyectar la instalación de un cable secundario partiendo de un subrepartidor con una capacidad inferior a 50 prs. En caso de que dicho cable esté destinado a alimentar una demanda puntual inferior a la capacidad mencionada, se dejará la reserva resultante donde estratégicamente lo indique el plano de demanda o el relevamiento efectuado en el terreno.

Reserva estratégica es aquella destinada a cubrir un objetivo predeterminado. Debe estar justificada en cada caso, por ejemplo cuando se deja una reserva de pares con la finalidad de alimentar un futuro edificio, galería comercial, industria, etc.

2. 8. 11. Dimensionamiento de la red primaria

Una vez definido el dimensionamiento total del área secundaria, se estudia la red primaria. Se podrá optar por varias alternativas constructivas en rutas aéreas, subterráneas o enterradas, cada una con particular período de previsión y porcentaje de ocupación.

Dimensionamiento de red aérea o en cañería

Para zonas urbanas o de nivel alto, la red primaria aérea o en cañería, se dimensiona a un período de previsión de 3 años y con un porcentaje de ocupación del 70 % al finalizar la obra,

Para zonas periféricas o de nivel medio o bajo, se adopta un período de ocupación del 80% al finalizar la obra.

Dimensionamiento mediante cable enterrado

La red primaria en cable enterrado, se dimensiona a un período de previsión de 5 años y con un porcentaje de ocupación del 50 % al terminar la obra.

2. 8. 12. Cable de ingreso a edificios

Para dar servicio telefónico a un inmueble, se llega con un cable de capacidad de acuerdo a su potencial máximo de líneas. Este cable se conecta a un armario interior (caja de cruzadas), el que actuará como punto de subrepartición a la red interna.

En estos casos, se utilizarán cables presurizados con bloqueo en el armario del edificio.

Para el dimensionamiento del cableado de edificios de viviendas familiares, se debe:

- Calcular el potencial de saturación según la cantidad de unidades habitacionales por un coeficiente de equipamiento de 1.2.
- Este potencial de saturación debe significar ser un 90% de la capacidad del cable de alimentación al edificio, relación que se toma para su cálculo.

Por ejemplo:

Cantidad de unidades habitacionales = 35

Potencial de saturación = $35 \times 1.2 = 42$

Capacidad del cable = $42/0.9 = 46,66$ prs

En este caso se colocaría un cable de 50 prs, siendo esta la capacidad catalogada inmediata superior a la calculada.

2. 8. 13. Reserva técnica

Se denomina reserva técnica, a la reserva obligada que deriva de la capacidad en pares normalizada de los cables según catálogo.

Puede darse el caso de asignársele a una reserva técnica un objetivo dado, con lo cual se transforma en una reserva estratégica.

Las reservas técnicas ocasionan pares muertos los que se deben evitar debido al lucro cesante que estos ocasionan. Una forma de reducirlos es agotando todas las posibilidades de combinación de capacidades de los cables y si, aún así, no fuera posible reducirlos o evitarlos, se tratará de utilizarlos en la próxima etapa de la planificación.

Con el objeto de tener plena ocupación de los cables, se deben limitar las reservas de cualquier tipo, tanto fueran técnicas o estratégicas.

---ooo0ooo---