

# CRT

## El Modelo de Costos de Redes TPBCL (HCMCRFIX)

Regulación y Asesoría

Febrero de 2007



## Tabla de Contenido

<b>TABLA DE CONTENIDO.....</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2. LA HERRAMIENTA DE COSTEO DE REDES DE TPBCL DE LA CRT .....</b>	<b>5</b>
2.1 EL MODELO DE COSTOS DE REDES FIJAS - MCRF V2.0.....	5
2.2 LA INTERCONEXIÓN EN EL MCRF V2.0 .....	9
2.3 PROBLEMÁTICA .....	10
2.4 MODELAMIENTO DE LA INTERCONEXIÓN ENTRE UNA RED TPBCL CON OTRAS REDES .....	11
2.5 COMPONENTES DE UN MODELO DE COSTOS DE INTERCONEXIÓN .....	11
<b>3. LA HERRAMIENTA COMPATIBLE AL MCRF V2.0: CÁLCULO DE LOS COSTOS EXCLUSIVOS DE LA INTERCONEXIÓN.....</b>	<b>14</b>
3.1 ETAPAS DE UNA CENTRAL DE CONMUTACIÓN QUE POSEEN ELEMENTOS DE RED NECESARIOS PARA LA INTERCONEXIÓN.....	15
3.1.1. <i>Etapa de abonado</i> .....	16
3.1.2. <i>Etapa troncal</i> .....	16
3.1.3. <i>Etapa de señalización</i> .....	16
3.1.4. <i>Etapa de control</i> .....	17
3.1.5. <i>Etapa de red de conmutación</i> .....	17
3.1.6. <i>Etapas adscritas</i> .....	18
3.2 DIMENSIONAMIENTO Y COSTEO DE LOS ELEMENTOS DE RED INVOLUCRADOS EN LA INTERCONEXIÓN .	18
3.2.1 <i>Enlaces</i> .....	21
3.2.2 <i>Desborde</i> .....	21
3.2.3 <i>Señalización</i> .....	21
3.2.4 <i>Conclusión del dimensionamiento</i> .....	22
3.3 CÁLCULO DE COSTOS DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (AOM) ASOCIADOS A LA INTERCONEXIÓN.....	22
3.4 CONCLUSIONES SOBRE EL DIMENSIONAMIENTO Y COSTEO .....	27
<b>4. LA HERRAMIENTA COMPATIBLE AL MCRF V2.0: DISTRIBUCIÓN DE COSTOS ENTRE SERVICIOS .....</b>	<b>29</b>
4.1 GENERALIDADES .....	29
4.2 METODOLOGÍA DE COSTOS PONDERADOS .....	30

4.3 CONCLUSIONES SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE COSTOS .....33

**ANEXO 1 – MARCO TEÓRICO PARA EL DESARROLLO DEL MÓDULO DE INTERCONEXIÓN PARA EL MCRF V2.0.....34**

**ANEXO 2 – ANEXO TÉCNICO PARA DEL MÓDULO DE INTERCONEXIÓN PARA EL MCRF V2.0.....47**

**ANEXO 3 – COMPATIBILIDAD DE LOS MÓDULOS DE INTERCONEXIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE COSTOS CON EL MCRF V2.0 .....52**

**ANEXO 4 – FORMATOS PARA EL REPORTE DE INFORMACIÓN POR PARTE DE LOS OPERADORES.....58**

## 1. Introducción

La herramienta computacional para el modelo técnico y económico de costeo de las redes de TPBCL (HCMCRFIX), permite dimensionar eficientemente una red TPBCL, calcula los costos exclusivos del servicio de interconexión, e implementa en el mismo lenguaje de programación la distribución de costos entre servicios. A continuación se presentan las principales características de dicha herramienta computacional. Vale la pena mencionar que la información solicitada a los operadores de TPBCL es indispensable para alimentar el modelo, la cual entregará los costos totales de una red TPBCL, los costos por módulos y en los diferentes niveles de agregación propuestos por el modelo HCMCRFIX.

## 2. La herramienta de costeo de redes de TPBCL de la CRT

Dentro de las actividades principales del proyecto regulatorio "*Revisión Integral de los Cargos de Acceso a Redes Fijas y Móviles en Colombia*", la CRT ha considerado necesario evaluar los costos asociados de forma exclusiva a la interconexión de las redes fijas que prestan el servicio de Telefonía Pública Básica Conmutada Local (TPBCL) con las demás redes de telecomunicaciones, a partir del Modelo de Costos de Redes Fijas (MCRF v2.0).

Por la anterior razón, este capítulo describe de forma sencilla que es el MCRF v2.0, cuál es el cálculo que actualmente realiza esta herramienta, cuál es la forma en que se están determinando los costos de la red local, involucrando el tráfico de interconexión entrante y saliente de otras redes y cuál es la necesidad de modelar los costos exclusivos de la interconexión.

No obstante, es pertinente mencionar que también se identifica una problemática respecto de su funcionamiento con respecto a la interconexión, por lo cual el capítulo concluye mencionando que la forma más adecuada de determinar aquellos costos asociados con la interconexión es **mediante la complementación del modelamiento ya realizado por medio del MCRF v2.0, desarrollando unos módulos compatibles específicos que permitan determinar los costos exclusivos de la interconexión y distribuir los costos resultantes entre el servicio básico de TPBCL y el servicio de interconexión.**

Finalmente, se presenta una breve introducción acerca de la estructura general que debe cumplir un modelo de costos de interconexión que busque estimar el costo de terminación u originación de una llamada en una red TPBCL.

### 2.1 El modelo de costos de redes fijas - MCRF v2.0

El Modelo de Costos de Redes Fijas (MCRF v2.0) es un modelo de costos prospectivos a largo plazo<sup>1</sup> que permite realizar el modelamiento de redes de Telefonía Pública Básica Conmutada Local (TPBCL), teniendo en cuenta las condiciones de las redes existentes en Colombia. A partir

---

<sup>1</sup> Es decir, los costos en los que incurriría un nuevo operador para la instalación, puesta en operación y explotación de una RTPC para la prestación del servicio de TPBCL (con la tecnología disponible en el mercado más eficiente y menos costosa). Para mayor información sobre el concepto de costos prospectivos a largo plazo véase H. Intven et al "Telecommunications Regulation Handbook". Washington D.C. 2000.

de este modelo se obtienen los costos asociados a cada uno de los componentes de la red de forma detallada, determinando cantidades necesarias y costos eficientes de cada uno de los elementos que se requieren para la prestación del servicio de TPBCL en el país.

Esta herramienta fue desarrollada por la Unión Temporal CINTEL – Económica Consultores Ltda.<sup>2</sup>, y es un modelo que estima costos incrementales de largo plazo<sup>3</sup>. En ese sentido, el modelo simula una red, con su valor de reposición a nuevo, a partir de características externas del mercado, tales como el tráfico total, su distribución entre centrales y el número de líneas. Se consideran costos de largo plazo porque ninguno de los factores de dimensionamiento está sujeto a restricciones. Si se aumenta el tráfico o el número de líneas, el modelo estima de nuevo la estructura óptima de costos para atender la nueva demanda.

Las variaciones de una simulación del MCRF v2.0 a otra representan la respuesta de la estructura de costos a incrementos, asumiendo que el operador pudo optimizar la escala sin restricciones de corto plazo. No se consideran, entonces, costos fijos de corto plazo en el sentido tradicional, según el cual algunos factores de producción están disponibles en cantidades fijas. Los incrementos, por su parte, pueden responder a una variación en la demanda del mismo servicio (líneas o tráfico), o en la inclusión de servicios adicionales. De esta forma, el modelo está en capacidad de obtener los costos incrementales a partir del cálculo de la diferencia entre dos escenarios de demanda.

Esta posibilidad se encuentra implementada en el MCRF v2.0 a partir de la selección del tipo de escenario que se pretende simular para una empresa específica, con base en la información reportada por el operador. En el modelo se identifican los tráficos pertenecientes a la red local, diferenciándolos de los tráficos provenientes de otras redes de telecomunicaciones, o que son generados en la red local y cuyo destino es alguna de estas otras redes.

Con el fin de entender de una manera más esquemática el modelo, se describen a continuación los diferentes módulos que hacen parte de este:

- **Módulo de Planta Externa:** Este módulo calcula el total de pares-Km de la red primaria, red secundaria y red directa, y cuantifica los elementos de dispersión y sub-repartición de red, utilizando como variables de entrada las longitudes del bucle para la red directa, red primaria y red secundaria. Este módulo dimensiona la cantidad de

---

<sup>2</sup> [http://www.crt.gov.co/crt\\_2001-2004/modelotpbcl/ModeloCostos.htm](http://www.crt.gov.co/crt_2001-2004/modelotpbcl/ModeloCostos.htm)

<sup>3</sup> Esta metodología se describe brevemente en el numeral 2.4 del capítulo 2.

elementos de una red de planta externa óptima y calcula los costos de inversión de los elementos de red asociados a la misma. También reconoce los costos en los que incurren los operadores que prestan el servicio de telefonía local por medio del acceso fijo inalámbrico.

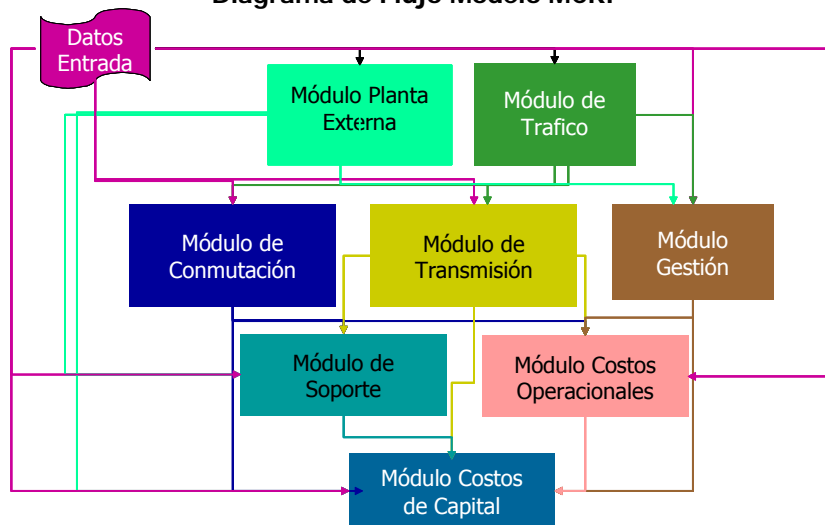
- **Módulo de Tráfico:** Este módulo contiene las funciones matemáticas necesarias para calcular los intentos de llamada en la hora pico por clase de central (locales, combinadas y de tránsito), los tráficos totales por central y por rutas y el total de E1s por central y por rutas, así como el tráfico de señalización. Los cálculos anteriores son datos de entrada de los módulos de Conmutación y Señalización y de Transmisión.
- **Módulo de Conmutación y Señalización:** Modela una central digital según una arquitectura básica definida para costear cada uno de los componentes funcionales de las diferentes centrales de conmutación (de tránsito, combinadas, locales y concentradores remotos) existentes en la red de un operador de TPBCL. Se parte de la información suministrada por los operadores, en particular del número de líneas y el tráfico total de cada una de las centrales, valor éste calculado por el Módulo de Tráfico. El módulo también costea las etapas adscritas a una central telefónica: Distribuidor y Potencia y Refrigeración. Igualmente determina los costos asociados con los edificios que alojan los equipos de conmutación. Este módulo y el módulo de Transmisión permiten incorporar al modelo los costos de instalación y puesta en operación de un sistema de señalización por canal común No. 7 – Norma Nacional.
- **Módulo de Transmisión:** Este módulo tiene por objeto determinar los costos de inversión de la red de transmisión de un operador de TPBCL. Partiendo de los intereses de tráfico y los tráficos totales manejados por las diferentes clases de centrales de conmutación calculados por el Módulo de Tráfico, se dimensiona la capacidad de la red de transmisión requerida para soportar este tráfico, utilizando, bien sea anillos de fibra óptica o enlaces punto a punto. Una vez dimensionada la capacidad de la red, se determinan los costos de inversión de los sistemas de transmisión y de la infraestructura en red externa (medio de transmisión e instalaciones esenciales) asociadas a la red de transmisión. Igualmente, este módulo costea los elementos y soportes lógicos básicos de una red de sincronismo necesaria para el funcionamiento de la red de transmisión.
- **Módulo de Gestión:** Este módulo está conformado por cuatro submódulos: a) Un submódulo de Gestión de Elementos de Red, el cual determina los costos de inversión en equipos y soportes lógicos para la gestión básica de las centrales de conmutación y de los equipos de transmisión existentes en la red de un operador de TPBCL, así como los costos de inversión de un sistema de información geográfico; b) Un submódulo de

Gestión de Red, a través del cual se costean los sistemas de gestión de señalización No.7 y los sistemas de gestión de red de acceso que haya adquirido el operador; c) Un submódulo de Servicio, a través del cual se costea el sistema de facturación y los procesos de facturación y distribución; y por último d) un submódulo de Gestión del Negocio, mediante el cual se costean los sistemas de atención de reclamos y daños así como los sistemas de atención a clientes.

- **Módulo de Soporte:** Determina las inversiones en edificios, plantas, equipos y bienes no usados directamente en la provisión del servicio de TPBCL, pero que se consideran inversiones necesarias para soportar la correcta operación y explotación de la red de un operador de TPBCL.
- **Módulo de Costos de Capital:** incluye los factores de depreciación, tasa de retorno e impuestos y los aplica a las cuentas de inversión para determinar los costos de capital.
- **Módulo de Costos Operativos:** Determina los costos operacionales anuales asociados a la provisión del servicio de TPBCL.

Adicionalmente, el gráfico 2.1 presenta la arquitectura del modelo MCRF v2.0:

**Gráfico 2.1**  
**Diagrama de Flujo Modelo MCRF**



Fuente: Documento Sectorial. CINTEL – Económica Consultores Ltda. 2004

Finalmente, el MCRF v2.0 prevé para su funcionamiento, de unos datos de entrada que son provistos por las siguientes fuentes:

- Operadores de Telefonía Pública Básica Conmutada Local (TPBCL).



- Proveedores de equipos, infraestructura, suministros, y demás componentes de la red telefónica.
- Valores por defecto propuestos por el modelo de costos. Éstos han sido tomados de estándares, recomendaciones y mejores prácticas de ingeniería nacionales o internacionales.

Con respecto a la información que reportan los operadores de TPBCL vale la pena mencionar que se utilizaron varios formatos con una codificación específica de los diferentes campos que conforman las tablas de datos. Esta información solicitada es indispensable para alimentar la herramienta computacional, la cual entrega los costos totales de una red de telefonía local, los costos por módulos y en los diferentes niveles de agregación propuestos por el modelo.

## 2.2 La interconexión en el MCRF v2.0

Como parte del modelamiento realizado dentro del MCRF v2.0 se consideró incluir la posibilidad de modelar la dispersión del tráfico de interconexión dentro de la red local, y de esta forma, evaluar los elementos adicionales y costos asociados requeridos dentro de la red local para cursar el tráfico de interconexión proveniente de otras redes. Para ello, se tuvo en cuenta la interconexión de las redes de TPBCL existente en los nodos de interconexión de las redes modeladas a partir de los tráficos entrante y saliente reportados por los mismos operadores en la matriz de tráfico de la red, la cual incluyó el tráfico de otras redes de telecomunicaciones (TPBCL, TPBCLD, TMC, PCS, etc.).

Dado que el tráfico reportado por los operadores locales es medido y caracterizado en cada una de las rutas y enlaces de interconexión, el cálculo de los costos asociados con la dispersión requiere simular dicho proceso en la red de TPBCL. Para ello, se generó un procedimiento a partir del cual se toman los tráficos entrantes y salientes en cada uno de los nodos de interconexión y se distribuyen en la matriz de tráfico de forma proporcional a como se distribuye el tráfico local entre las diferentes centrales de la red. A partir de este procedimiento se obtiene una matriz de tráfico total, la cual incluye tanto tráfico local como tráfico de interconexión para cada una de las centrales de la red local, y discriminándolo de tal forma que permite modelar la red con o sin tráfico de interconexión.

A partir de los resultados obtenidos, se puede estimar el costo incremental que se genera en la red local debido al tráfico de interconexión, reflejado en un costo mayor para cada uno de los elementos de red modelados, aunque se debe anotar que en muchos casos, los elementos de la

red necesarios para cursar todo el tráfico de la red, incluyendo el de interconexión, no resultan ser más costosos debido a este tráfico, principalmente debido a la modularidad de los mismos, o a que no se ven afectados por un incremento en el tráfico.

Debido a lo anterior, CINTEL-Económica Consultores Ltda. determinó que los costos de la red local debían ser clasificados en costos exclusivos, costos comunes y costos conjuntos, de tal forma que se puedan asignar a cada servicio aplicando criterios de distribución de costos. Para llevar a cabo dicha distribución se diseñaron modelos de distribución que fueron implementados en Microsoft Excel y que, aunque son alimentados con los resultados del MCRF v2.0, requieren de la interacción directa con la base de datos del modelo, por lo que su uso puede generar dificultades al usuario.

## 2.3 Problemática

Aún cuando es posible determinar los costos asociados de cada servicio (TPBCL e interconexión) a partir del MCRF v2.0 y de los modelos de distribución de costos, este no contempla el modelamiento de la infraestructura y procesos asociados directamente con la interconexión en los nodos de interconexión de la red local, ya que no modela los elementos de red requeridos ni los costos de administración, operación y mantenimiento (AOM) necesarios para proveer la interconexión a otros operadores.

Por esta razón, se previó la realización de un software adicional que permitiera estimar estos costos, modelando la interconexión de las diferentes redes locales, de las cuales se había obtenido los costos a partir del MCRF v2.0, haciendo uso de un módulo adicional que fuera compatible con éste.

Adicionalmente, dado que los modelos de distribución de costos se encuentran implementados en Microsoft Excel, se decidió complementar el módulo de interconexión con un módulo de distribución de costos que permitiera distribuir los costos calculados para la red local y los costos adicionales de la interconexión que aún no han sido estimados, para tener así la totalidad de costos con base en los cuales se pueda determinar el valor eficiente de los cargos de acceso a la red local.

## 2.4 Modelamiento de la interconexión entre una red TPBCL con otras redes

Teniendo en cuenta que es necesario crear una herramienta que solucione la problemática descrita anteriormente, se debe analizar de manera preliminar la forma en que la red local se interconecta con las demás redes, determinando las características técnicas de dichas interconexiones y los elementos de red involucrados en las mismas.

Para ello, se analizan los diferentes tipos de interconexiones y casos que puede presentar una red de TPBCL. En los casos en que el operador local sea el que solicita el acceso, éste deberá incurrir en los costos de transmisión hacia los nodos de interconexión del otro operador. Sin embargo, ya que la determinación de los cargos de acceso únicamente hace referencia a los costos asociados con el acceso a la red local, no se deben considerar los costos adicionales por concepto de la transmisión, los cuales son definidos y acordados de forma particular en cada uno de los contratos de interconexión entre operadores. Por tal razón, el análisis se debe realizar teniendo en cuenta, únicamente, los elementos al interior de la red local asociados con la interconexión, ya sea que el operador de dicha red esté solicitando acceso a otra red de telecomunicaciones, o proveyendo acceso a su red.

Con base en lo anterior, se puede estimar el costo de la interconexión de una red TPBCL con cualquier otra red de telecomunicaciones por terminar u originar una llamada telefónica. En la totalidad de los casos de interconexión, los recursos utilizados por el operador local desde el nodo de interconexión al interior de su red son los mismos. De acuerdo con esto, en el análisis de costos en cuanto a los cargos de acceso, se deben considerar solamente los elementos de red, tanto de conmutación como de transmisión, desde el nodo de interconexión al interior de la red local. Este criterio debe ser aplicado en las siguientes interconexiones: TPBCL – TPBCL, TPBCL – TPBCLE, TPBCL – TPBCLD, TPBCL – TMC y PCS, TPBCL – TMR.

## 2.5 Componentes de un modelo de costos de interconexión

Una vez analizados los diversos tipos de interconexión que un operador TPBCL puede tener y teniendo en cuenta que el modelo MCRF v2.0 requiere de la implementación de un módulo que permita costos exclusivos de la interconexión, se considera necesario dar una breve introducción acerca de la estructura general que debe tener un modelo de costos que busque estimar el costo de terminación u originación de una llamada en una red TPBCL.

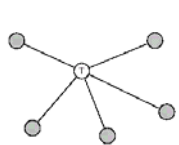
Una red de telecomunicaciones puede tipificarse por tres elementos: conmutación, transmisión y señalización, asociadas a tres tipos de centrales: tandem (o de tránsito), combinadas y locales<sup>4</sup>. En este sentido la realización de un modelo de costos de interconexión principalmente busca la estimación de los costos correspondientes a dichos elementos y aquellos correspondientes a la administración, operación y mantenimiento (AOM) relacionados con la interconexión. Los costos de señalización son generalmente estimados como una proporción de la inversión total en conmutación.

Por su parte los costos de conmutación se encuentran asociados a la estimación de la inversión realizada en cada uno de los diferentes tipos de centrales, los cuales consideran las cargas cursadas de tráfico, así como el número de líneas que deben ser atendidas por cada central.

Por otro lado los costos de transmisión corresponden a los distintos medios de comunicación (físicos e inalámbricos) establecidos entre las diferentes centrales que conforman la red TPBCL. Para tales efectos es importante distinguir el tipo de topología que conforman dichas centrales. Como se puede apreciar en el gráfico 2.2, existen sistemas alternativos para la configuración de una red, según las necesidades de comunicación entre los diferentes nodos y la capacidad de tráfico que debe ser atendida.

**Gráfico 2.2**  
**Tipos de diseño de red**

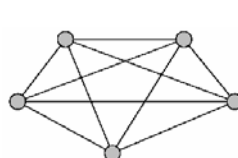
Red en estrella



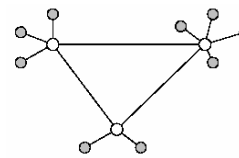
Red en doble estrella



Red en malla



Red en estrella y malla



Fuente: UIT. "Planitu, Doc-16-s –Estructura y Diseño de Redes"

<sup>4</sup> Una central de tránsito o tandem es una central con funciones de tránsito a la cual se conectan las centrales locales. Dentro de esta clase de centrales pueden existir diferentes jerarquías, siendo la de mayor jerarquía aquella a la cual se conectan otras centrales de tránsito. Una central combinada es una central local con funciones de tránsito y una central local es la central de conmutación a la cual se conectan directamente los abonados de la red.

En ese sentido, una vez identificada la topología de red, la estimación de los costos de transmisión está asociada con la estimación del tamaño y del dimensionamiento de cada una de las agrupaciones existentes (a nivel tandem – cabecera y a nivel cabecera – remota).

En resumen, una red TPBCL posee unos componentes y elementos exclusivos y pertinentes para la prestación del servicio de terminación u originación de llamadas, los cuales deben ser costeados con el fin de definir el nuevo esquema de cargos de acceso en Colombia. Para esto, los siguientes dos capítulos describen los módulos adicionales que deben considerarse para complementar el MCRF v2.0.

### 3. La herramienta compatible al MCRF v2.0: Cálculo de los costos exclusivos de la interconexión

En la medida en que el modelo MCRF v2.0 no cuenta con un módulo que permita calcular los costos exclusivos del servicio de interconexión y con base en las generalidades expresadas en el capítulo anterior, en especial aquellas del numeral 2.5, la CRT contrató la *Consultoría para la implementación del módulo de interconexión para el Modelo de Costos de Redes Fijas – MCRF v2.0*, la cual generó una nueva herramienta computacional llamada el Modelo HCMCRFIX.

Tomando como base que el modelamiento de los costos de interconexión del nodo de interconexión al interior de la red del operador TPBCL debe ser el mismo sin importar el tipo de red interconectada<sup>5</sup>, la consultoría en mención tuvo dos objetivos principales: diseñar una herramienta computacional para calcular éstos costos entre una red de TPBCL y otras redes en Colombia y determinar su distribución entre los servicios de telefonía local e interconexión, con base en los criterios iniciales que sean adoptados por la CRT en el establecimiento de las políticas del nuevo régimen tarifario para el servicio de TPBCL.

Este capítulo presenta los principios, lineamientos, criterios técnicos y supuestos para alcanzar el primero de los objetivos antes mencionados: el diseño y modelamiento de la configuración óptima de la interconexión de una red de TPBCL con otras redes de telecomunicaciones, determinando los elementos de red necesarios para la interconexión, el dimensionamiento de ésta y su costeo.

Para esto es necesario tener en cuenta lo expresado en el Anexo 1 del presente documento, el cual establece las bases teóricas para el desarrollo de la *Consultoría*, se explican las recomendaciones para la determinación de tráfico con el cual se debe dimensionar la interconexión, se realiza un análisis de las partes que componen una central de conmutación y se determinan aquellas que son partícipes de la interconexión. Adicionalmente se describen las metodologías más comunes para el cálculo del tráfico de desborde.

---

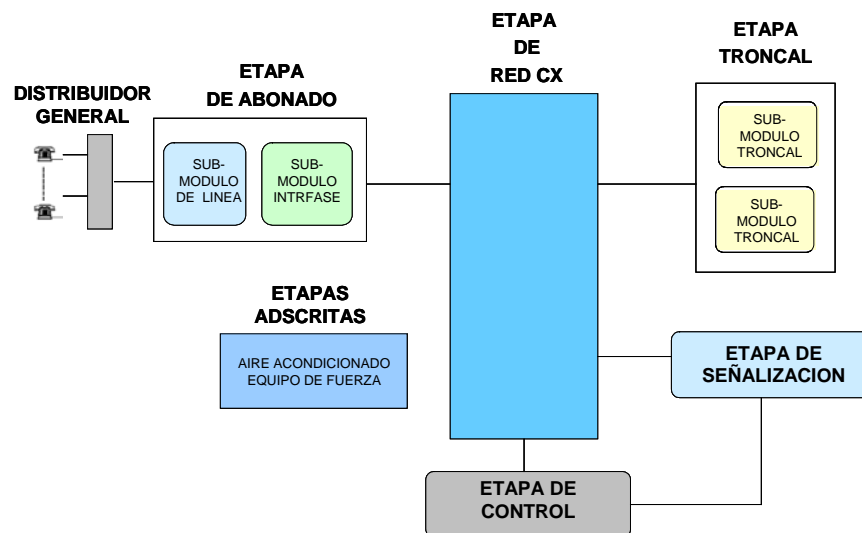
<sup>5</sup> A excepción de la interconexión con los operadores de valor agregado .

### 3.1 Etapas de una central de conmutación que poseen elementos de red necesarios para la Interconexión

Una vez se establecen las bases teóricas, es necesario identificar los elementos de una red de TPBCL que son necesarios para la interconexión con otras redes y deben ser costeados. De esta forma se identifica que los recursos adicionales o aquellos que pueden sufrir modificaciones debido a la interconexión con otras redes, corresponden de forma exclusiva a componentes de las centrales de conmutación que cumplen la función de nodos de interconexión dentro de la red.

Para ello, se ha considerado la misma estructura de la central de conmutación planteada por CINTEL- Económica Consultores Ltda., y la cual sirvió de base para el modelamiento de las centrales de conmutación de la red local en el MCRF v2.0. Esta estructura se presenta en el gráfico 3.1.

**Gráfico 3.1: Estructura de una central de conmutación**



Fuente: Documento Sectorial. CINTEL – Económica Consultores Ltda. 2004

De acuerdo con esta arquitectura, las etapas que tiene una central de conmutación son:

- Etapa de Abonado
- Etapa troncal
- Etapa de señalización
- Etapa de control

- Etapa de red de conmutación
- Etapas adscritas

A continuación se describen brevemente estas etapas con el fin de definir las modificaciones requeridas en la red local y los costos asociados con las mismas dentro del desarrollo del módulo de interconexión que debe ser compatible con el MCRF v2.0.

### 3.1.1. Etapa de abonado

Es la etapa que selecciona, conecta y desconecta los caminos de voz a través de la línea de conmutación. Esta etapa agrupa a los abonados y los conecta al selector de grupo o etapa de red de conmutación. Esta no se considera dentro del módulo a desarrollar, ya que no tiene modificaciones debidas a la interconexión con otras redes, y en algunos casos, no hace parte de las centrales donde se implementa dicha interconexión.

### 3.1.2. Etapa troncal

Esta etapa consta de diferentes componentes que realizan diversas funciones en la central de conmutación, tales como:

- *El sistema de anuncios:* es usado para la grabación y posterior envío de mensajes a los abonados que forman parte de la central. Este puede consistir en tonos o mensajes de voz.
- *El receptor y el emisor de códigos digitales:* envía y recibe las señales de multifrecuencia
- *Los terminales de circuitos:* son los elementos que se encargan de proveer la interfase entre las troncales digitales y el selector de grupo.

El elemento involucrado en el módulo a desarrollar, que pertenece a esta etapa es el sistema de terminales de circuitos, ya que está directamente relacionado con la interconexión, pues son los circuitos troncales los que se deben utilizar para que sea posible la comunicación entre dos redes de TPBC. Por esta razón, su dimensionamiento es parte necesaria en el diseño de la interconexión.

### 3.1.3. Etapa de señalización



Esta etapa se basa en los estándares de señalización establecidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), o en el caso de Colombia, la SS7 Norma colombiana. Esta permite que un gran número de circuitos de voz sean controlados por un solo enlace de señalización y, al igual que la etapa troncal, es indispensable para la interconexión con el fin que la información de cada llamada sea interpretada correctamente por las dos redes interconectadas.

#### 3.1.4. Etapa de control

Esta etapa consta de varios sistemas:

- *Sistema de operación y mantenimiento:* contiene las funciones para operar y mantener el sistema, con tareas de supervisión de tráfico, pruebas de transmisión, diagnóstico y localización de fallas de las troncales.
- *Sistema de procesamiento:* contiene los programas de ejecución y funciones para la carga, cambios y mantenimiento de la central. El tipo de procesamiento varía de acuerdo con la marca del equipo, y puede ser distribuido o centralizado.

Dado que estos sistemas constituyen una parte importante de las centrales de conmutación en el curso de cada una de las llamadas, ya sea por tráfico local o de interconexión, esta etapa debe ser considerada para el cálculo de los costos totales. Sin embargo, el dimensionamiento de la etapa de control se realiza con base en el tráfico cursado por la central y es realizado por el MCRF v2.0, de tal forma que su modelamiento está incluido dentro de los costos ya calculados por el modelo existente.

#### 3.1.5. Etapa de red de conmutación

Esta etapa realiza la función principal en una central de conmutación. Se encarga de realizar la conexión y desconexión de los caminos necesarios para cursar y enrutar las llamadas mediante la conmutación dentro de la central. Esta etapa podría implicar inversiones mayores o menores, según el proveedor<sup>6</sup>, incluso en la ampliación de una sola troncal.

Los efectos de esta etapa en la interconexión, dependerán de la cantidad de enlaces que se necesiten en la interconexión, que de acuerdo al fabricante, requerirá o no un incremento en la capacidad en la red de conmutación. Para determinar estos costos se utilizarán los cálculos ya establecidos en el MCRF v2.0, sin embargo se tendrá en consideración, antes de involucrar este

cálculo, si la central de conmutación está en capacidad de soportar enlaces adicionales sin necesidad de colocar módulos de la red de conmutación.

### 3.1.6. Etapas adscritas

Se refieren a etapas que no son parte de la central de conmutación, pero que son necesarias para su funcionamiento, como es el caso del aire acondicionado, el sistema de alimentación de energía y el banco de baterías. El impacto de estos elementos en el dimensionamiento, y más precisamente en los costos de interconexión son marginales, ya que estos elementos son necesarios para toda la central teniendo o no enlaces de interconexión, y se dimensionan para toda la central. Estos elementos tendrían algún impacto en el dimensionamiento de la interconexión si este implica una cantidad elevada de enlaces, que requerirían colocar nuevos gabinetes y en consecuencia un mayor espacio en la central, con mayores consumos de energía y aire acondicionado.

## 3.2 Dimensionamiento y costeo de los elementos de red involucrados en la interconexión

Una vez establecidas las etapas que están involucradas en la interconexión, se procede a realizar el modelamiento para determinar los costos de los elementos involucrados en la interconexión: los circuitos troncales, los enlaces de señalización y los módulos de la central de red. Los costos de estos elementos dependen de cada uno de los diferentes fabricantes.

En el cuadro 3.1 se presentan la información de entrada requerida para el dimensionamiento de la interconexión.

---

<sup>6</sup> Los principales proveedores de equipos de telecomunicaciones en Colombia son Ericsson, Siemens, NEC, Fujitsu, Alcatel, entre otros.

**Cuadro 3.1**  
**Información de entrada para el dimensionamiento de la interconexión**

Base de Datos	Fuente	Contenido
Información de las centrales	Operador de TPBCL	Tipo de central, número de enlaces por cada ruta , y número total de rutas
Tráfico	Operador de TPBCL	Tráfico pico mensual del último año, expresado en erlangs Tráfico mensual entrante y saliente por ruta, expresado en minutos
Rutas	Operador de TPBCL	Número de rutas con cada uno de los operadores con los que se conecta.
Grado de servicio	Parámetro	Fijado por el usuario.
Tabla de Precios Unitarios	Proveedor	Costos unitarios para elementos de Red

Fuente: Consultoría para la implementación del módulo de interconexión para el Modelo de Costos de Redes Fijas – MCRF v2.0

Esta información se obtiene de los formatos que los operadores reportan para la interconexión de la red local con otras redes que se presentan en el Anexo 4 del presente documento. Se debe tener el número de rutas de cada uno de los nodos, y el tráfico por ruta. De esta manera se dimensiona la interconexión para todas las rutas, para todos los nodos y para todas las interconexiones. El grado de servicio es ajustado por el usuario. Para efectos del módulo a desarrollar este valor debe ser provisto como dato de entrada. En caso que no se tenga un valor se recomienda 0.2%, aunque en la Resolución 087 de 1997 se propone un valor del 1%. Es de anotar que en el sector, se manejan valores que están entre el 0.1% y el 0.2%<sup>7</sup>.

Se pretende modelar los circuitos troncales que pertenecen a la etapa troncal, los señalizadores que se encuentran en la etapa de señalización y una parte del selector de grupo que se encuentra en la etapa de conmutación de red. Para cada una de estas etapas se utiliza la información de cada proveedor y la información de tráfico a partir de la cual se determina el número de enlaces que se requieren para cada una de las rutas y para cada una de las diferentes interconexiones del operador local con las demás redes de telecomunicaciones.

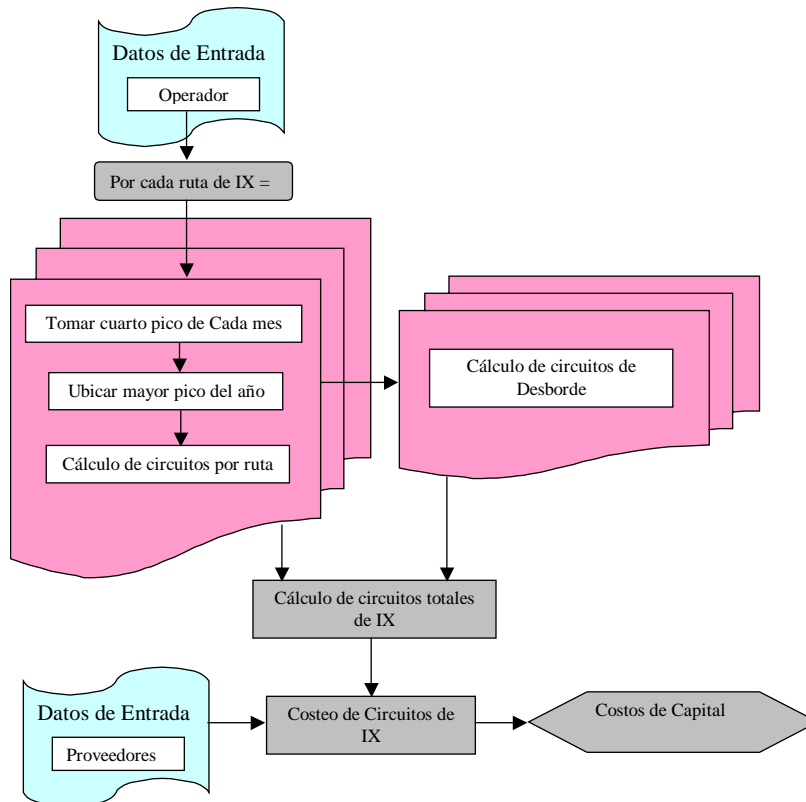
El gráfico 3.2 muestra el procedimiento general para el cálculo del dimensionamiento para cada una de las interconexiones. Se aprecia que para los tráficos picos reportados de los últimos doce meses se aplica la metodología descrita en la Recomendación E.492 de la UIT, y bajo el criterio del valor representativo anual (YRV)<sup>8</sup>, se determinan las cargas normales y elevadas. Una vez realizado este análisis, se procede a determinar el tráfico pico con el cual se realizarán los cálculos, a partir de un grado de servicio deseado. De este modo, se establece el tráfico de interconexión con base en la información suministrada por los operadores, y se realiza el cálculo del número de enlaces necesarios para cursar dicho tráfico.

<sup>7</sup> Ver contratos de interconexión y Servidumbre de acceso y uso de la red. (ETB-Orbitel, ETB LD – Emcali)

<sup>8</sup> YRV (Valor Representativo Anual) es el valor que determina la intensidad de tráfico de carga normal (elevada), calculado respecto de un intervalo de tiempo anual de intensidad de tráfico en condiciones de carga normal (elevada). Ver numeral 2.1 del Anexo 1.

A partir de ese punto se procede a realizar el costeo de cada uno de los elementos de la interconexión. Sobre estos datos de salida, calculados para cada una de las rutas que tiene la interconexión, se realiza el procedimiento para determinar el número de enlaces de desborde de conformidad con la metodología seleccionada, en este caso, el método de Wilkinson<sup>9</sup>.

**Gráfico 3.2**  
**Dimensionamiento de la interconexión**



Fuente: Consultoría para la implementación del módulo de interconexión para el Modelo de Costos de Redes Fijas – MCRF v2.0

Con los datos de entrada de tráfico para cada ruta por cada operador, y utilizando el criterio para la obtención del tráfico pico con el cual se debe dimensionar, se determina el valor de erlangs<sup>10</sup> pico cursados por cada ruta para el dimensionamiento de la interconexión. En este procedimiento se analizan rutas directas, de manera que la interconexión se realiza en todos los nodos de interconexión, es decir, no se toma en consideración el transporte entre los nodos.

<sup>9</sup> El método de Wilkinson es una de las metodologías más comunes para el cálculo del tráfico de desborde. Ver numeral 2.2.3 del Anexo 1.

Todo el tráfico para el dimensionamiento se toma con base en la información suministrada por lo operadores de TPBCL, la cual es analizada con el fin de determinar la tendencia del tráfico. Según las recomendaciones de la UIT, el módulo a desarrollar utiliza el segundo pico elevado cuando la tendencia es creciente y el cuarto pico si la tendencia del tráfico es decreciente.

Es importante tener claro que la interconexión es un sistema dinámico, pero es necesario que el dimensionamiento se fije con los valores tomados en un periodo de tiempo determinado. Es decir, que para cualquier interconexión se debe realizar un análisis periódico, con el fin de determinar la tendencia del tráfico con alguna precisión, y así ajustar los enlaces de la interconexión.

### 3.2.1 Enlaces

La metodología presentada en la *Consultoría* para determinar el tráfico con el cual se debe realizar el cálculo de enlaces se basa en la metodología definida por la UIT en la Recomendación UIT-T E.492 es la fórmula de Erlang B. El procedimiento de cálculo se describe en el numeral 1 del Anexo 2.

En primer lugar, se realiza la selección del pico de tráfico adecuado para el dimensionamiento, de acuerdo con la información reportada por los operadores, como se mencionó anteriormente. El modelo realiza una organización de todos los tráficos. El procedimiento se aplica ruta por ruta, tal como lo hace el modelo MCRF v2.0. Específicamente en este caso, se hace para todas las rutas de interconexión.

### 3.2.2 Desborde

Una vez obtenida la información de la cantidad de enlaces por cada una de las rutas, se determina el cálculo de los circuitos equivalentes para desborde, utilizando el método de Wilkinson. Este procedimiento de cálculo se describe en el numeral 2 del Anexo 2.

### 3.2.3 Señalización

Finalmente para determinar el tráfico de señalización, se parte del tráfico total de la central tomado por el módulo de transmisión para calcular los enlaces de señalización requeridos para

---

<sup>10</sup> Erlangs es una unidad de intensidad de tráfico, cuyo símbolo es E. Un erlang es la intensidad de tráfico en un conjunto de órganos, cuando sólo uno de ellos está ocupado. (UIT-T E.600)

la implantación de la red de señalización por canal común No. 7. Este procedimiento de cálculo se describe en el numeral 3 del Anexo 2.

### 3.2.4 Conclusión del dimensionamiento

Una vez realizado el dimensionamiento de los elementos de red necesarios para la interconexión, se realiza el cálculo de dichos elementos. Para este procedimiento, se utiliza la información de los operadores en cuanto a la marca de las centrales involucradas en la interconexión con la cual se determinan los costos de los elementos multiplicándolo costos unitarios por el número de dispositivos a invertir.

Adicional a este costeo, es necesario determinar los costos exclusivos de administración, operación y mantenimiento (AOM) asociados a la interconexión, procedimiento descrito en el siguiente numeral.

## 3.3 Cálculo de costos de administración, operación y mantenimiento (AOM) asociados a la interconexión

Una vez identificados y costeados los elementos de red que hacen parte de la conmutación, transmisión y señalización es necesario calcular aquellos costos relacionados con la administración, operación y mantenimiento (AOM) asociados a la interconexión.

La metodología desarrollada por la Consultoría antes mencionada estima los costos de operación con base en los drivers identificados en el ejercicio que alimentó el MCRF v2.0: número de usuarios y costo de los activos. De esta forma, a partir de la extrapolación del CAPEX<sup>11</sup> se puede tener un indicador bastante preciso del OPEX<sup>12</sup>, con lo cual se explica de una manera estadísticamente sólida<sup>13</sup> cerca del 85% de los costos del servicio.

El procedimiento para determinar los valores de los costos de administración, operación y mantenimiento (AOM) en cuanto a los valores que se imputan a la interconexión se basa en la información solicitada a los operadores y en el MCRF v2.0. De esta manera, en caso que alguno de los rubros solicitados a los operadores no sea enviado, se realiza un cálculo para determinar este valor a partir de la información disponible.

<sup>11</sup> CAPEX, en el MCRF v2.0 se refiere se refiere a las inversiones de capital

<sup>12</sup> OPEX, en el MCRF v2.0, se refiere a los costos asociados a la operación

Los datos para este proceso tienen como fuente la información a solicitar a los operadores en cuanto a interconexión descrita en el cuadro 3.2 y según el formato presentado en el Anexo 4 del presente documento.

**Cuadro 3.2**  
**Datos de entrada para los costos de AOM de interconexión**

Base de datos	Fuente	Contenido
Mantenimiento y operación Conmutación	Operador de TPBCL	Costos de Mantenimiento y operación de la central de conmutación, imputable sólo a los nodos de interconexión. En caso que no se indique por parte del operador, se calculará proporcional con base en los resultados obtenidos en el MCRF v2.0 como se explica más adelante.
Mantenimiento y operación Gestión	Operador de TPBCL	Costos de mantenimiento del sistema de gestión para interconexión. En caso que no se indique por parte del operador se calculará de acuerdo con los resultados obtenidos en el MCRF v2.0
Nómina Administrativa	Operador de TPBCL	Gastos de nómina administrativa para interconexión. En caso que no se indique por parte del operador se calculará de acuerdo con los resultados obtenidos en el MCRF v2.0
Nómina Operativa	Operador de TPBCL	Gastos de nómina operativa para interconexión. En caso que no se indique por parte del operador se calculará de acuerdo con los resultados obtenidos en el MCRF v2.0

Fuente: Consultoría para la implementación del módulo de interconexión para el Modelo de Costos de Redes Fijas – MCRF v2.0

A continuación se describen las actividades y costos que se involucran con cada uno de los rubros mencionados:

- **Mantenimiento y Operación de Conmutación para interconexión**

Se refiere a los costos exclusivos debidos a la interconexión, en los que incurren los operadores locales en los sitios donde se encuentran los nodos en los cuales se deben realizar labores de mantenimiento. En este rubro se deben incluir los materiales que se requieren en el nodo y exclusivos de la interconexión, como medidores de calidad o funcionamiento del nodo y/o piezas de repuestos que deban tener en stock para cualquier eventualidad. En todo caso, estos valores deben ser proporcionales, ya que la central no tiene exclusivamente destinados sus dispositivos a la interconexión; sino que son normalmente centrales tandem de la red local, que funcionan como nodos de interconexión debido a la estructura de la red de conmutación. En cualquier caso, se deben enviar el procedimiento aplicado en la determinación de estos factores.

- **Mantenimiento y Operación de Gestión de Interconexión**

<sup>13</sup> Ver documento Sectorial (2004)

Se refiere a los equipos, dispositivos, plataformas o sistemas, utilizados por los operadores en la gestión de la operación de la interconexión. Como es bien conocido, la mayoría de operadores, en sus labores de gestión de la red de conmutación, tienen centros NOC para toda la red, y no se tienen NOC especiales solo para la interconexión. Por lo cual se debe aplicar la proporción correspondiente del total de costos de gestión a la actividad de interconexión. En cualquier caso, se deben enviar el procedimiento aplicado en la determinación de estos factores.

- **Nomina Administrativa de Interconexión**

Se refiere a los costos exclusivos de la interconexión en cuanto a nómina administrativa, que tienen que asumir los operadores, en los nodos de interconexión, referente a personal que se encuentra en el nodo de interconexión, o de personal que está involucrado en los nodos de interconexión. En este rubro se involucra el personal de la empresa, que trabaja dentro del mismo nodo, como pueden ser el personal de vigilancia, personal de aseo. En todo caso, estos valores deben ser proporcionales, ya que la central no tiene exclusivamente destinados sus dispositivos a la interconexión, sino que son normalmente centrales tandem de la red local, que funcionan como nodos de interconexión, debido a la estructura de la red de conmutación. En cualquier caso, se deben enviar el procedimiento aplicado en la determinación de estos factores.

- **Nomina Operativa de Interconexión**

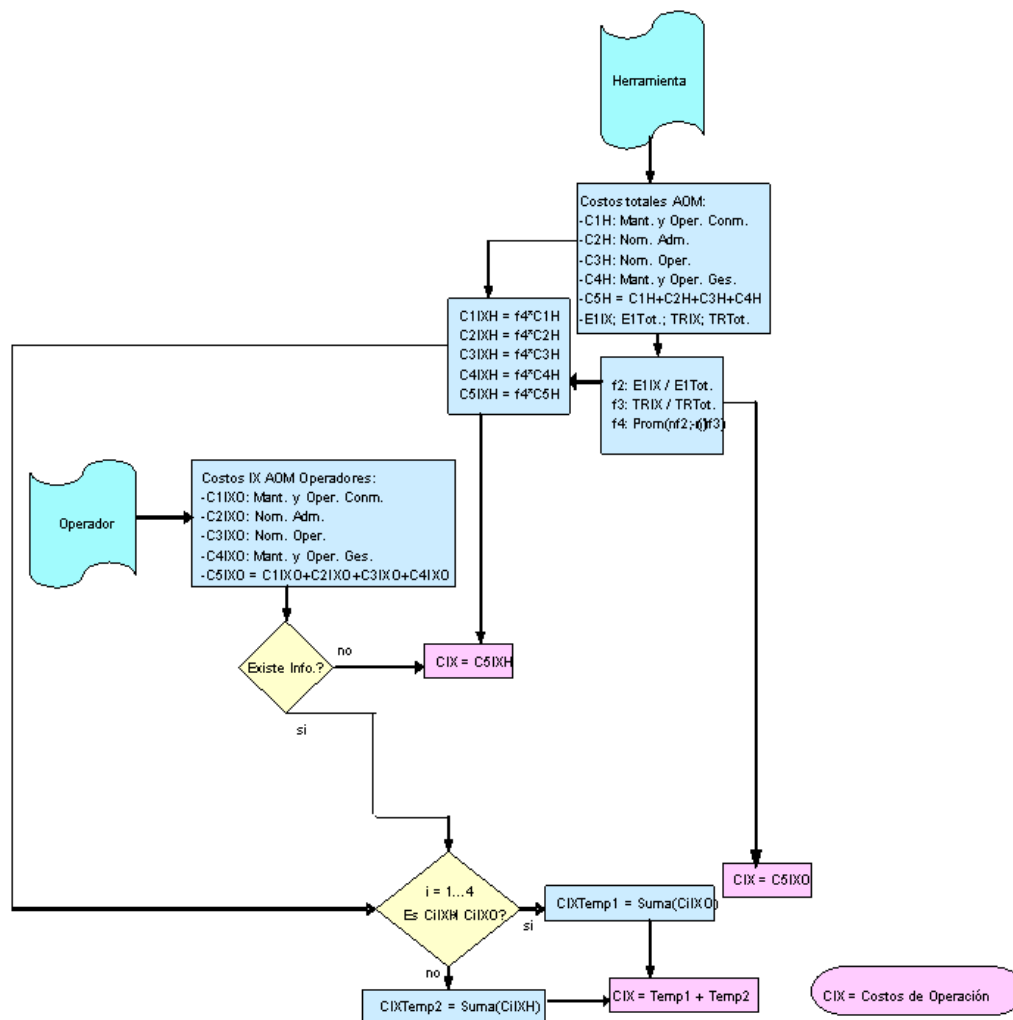
Se refiere al personal que está directamente involucrado en temas de interconexión, como el personal técnico que se encuentra trabajando en los nodos de interconexión, pero calculando la proporción de dedicación a la interconexión, respecto de la central de conmutación. También se encuentra el personal que está involucrado en la interconexión, que hace parte del Comité Mixto de Interconexión (CMI), personal de negociación de las interconexiones, personal que trabaja en las conciliaciones, facturación, informática, entre otros. Es importante tener en consideración que debido a que las empresas en sus diferentes departamentos u oficinas tienen personal que realizan estas funciones, y que no se dedican el cien por ciento de su tiempo a la interconexión, se debe aplicar la proporción del tiempo que se dedican a las funciones con temas de interconexión. En este ítem también se involucra al personal técnico que esta en el NOC, dedicados al monitoreo, atención, y soporte de las diferentes interconexiones. Como este personal está involucrado con toda la red local, se debe calcular la proporción correspondiente a la interconexión. En cualquier caso, se deben enviar el procedimiento aplicado en la determinación de estos factores.



La estructura de costos propuesta se basa en la información suministrada por los operadores y su concordancia con la información que se dispone en el MCRF v2.0, de manera que se mantenga una misma línea en el manejo de la información y para facilitar a los operadores el suministro de los datos.

El gráfico 3.2 muestra el procedimiento general para el cálculo de estos costos exclusivos de interconexión.

**Gráfico 3.2**  
**Procedimiento de cálculo de los costos de administración, operación y mantenimiento asociados a la interconexión**



Fuente: CRT y Consultoría para la implementación del módulo de interconexión para el Modelo de Costos de Redes Fijas – MCRF v2.0

Tal como se aprecia en el anterior gráfico de la herramienta MCRF v2.0 se obtienen los costos totales de AOM, diferenciados en los siguientes rubros para toda la red:

- Mantenimiento y Operación Conmutación (C1H)
- Nómina Administrativa (C2H)
- Nómina Operativa (C3H)
- Mantenimiento y Operación Gestión (C4H)

Al sumar los rubros anteriores, se obtiene el costo total (C5H) de AOM de toda la red. Adicionalmente del MCRF v2.0 se obtiene la información del número total de enlaces E1 de toda la red local, incluyendo los enlaces de centrales locales y de centrales tandem, y tanto el tráfico total como el tráfico debido a interconexión.

A partir de los datos de enlaces E1 totales (E1Tot.) y los de interconexión (E1IX), se determina un factor (f2) que muestra la proporción de enlaces de interconexión respecto a la totalidad de los enlaces E1. Igualmente sucede con el tráfico, se determina un factor (f3) que muestra la proporción de tráfico debido a interconexión respecto al tráfico total (TRIX / TRTot.). Luego de tener estos dos factores, se obtiene un promedio ponderado. Esto con el fin de dar mayor o menor peso al dimensionamiento de enlaces de interconexión dependiendo del tamaño del operador.

$$f4 = nf2 + (1 - n)f3 \quad \text{donde } 0 \leq n \leq 1^{14}$$

A partir del anterior factor y de los costos totales de AOM, es posible hallar un valor aproximado los costos totales AOM asociados a interconexión. También se puede hallar los costos por rubro de acuerdo a la desagregación presentada en el cuadro 3.2. Por ejemplo, los costos nómina administrativa de interconexión serían  $C2IXH = f4 * C2H$  y así sucesivamente con los otros rubros.

Adicionalmente a las aproximaciones de los costos de AOM asociados a la interconexión a partir de los valores agregados de AOM dados por el MCRF v2.0, se obtienen los costos de AOM debido a interconexión reportados por los operadores. Esta información, en lo posible, debe

---

<sup>14</sup> El valor de n es igual a cero para redes pequeñas, ya que normalmente en este tipo de redes la cantidad de tráfico que circula por los enlaces E1 es bajo, por lo tanto la proporción para los cálculos de AOM sería más aproximado usando el factor f3. De otro lado, en empresas grandes, n es igual a 1 ya que es razonable pensar que los enlaces E1,

estar desagregada en los mismos rubros mencionados anteriormente y considerados por el MCRF v2.0. En este sentido y para desglosar la información dada por los operadores, se ejecutan tres etapas.

Inicialmente se determina si la información existe, es decir, si el operador entregó la información que se le solicitó. Si esta información no fue entregada, los costos de operación son aquellos calculados a partir del MCRF v2.0 usando el factor f4 descrito anteriormente. En caso contrario, en el cual el operador si entregó esa información, se pasa a la segunda etapa.

En la segunda etapa, en la cual la información de los costos de operación de interconexión entregados por el operador están detallados en los rubros antes mencionados, se comparan estos rubros con aquellos calculados por el MCRF v2.0 y aproximados mediante el factor f4, escogiendo siempre los costos menores. Al final, los costos de operación considerados por el módulo desarrollado es la suma de los costos de operación por rubros menores.

### 3.4 Conclusiones sobre el dimensionamiento y costeo

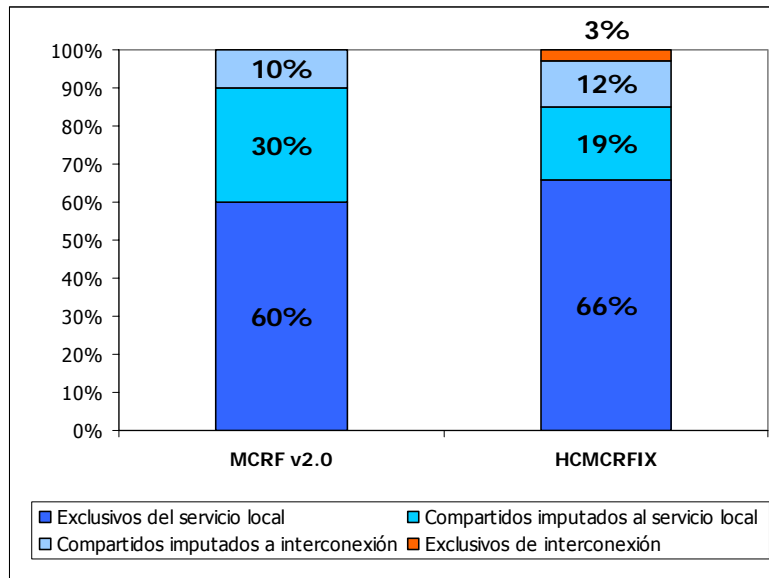
En conclusión, mediante la implementación de este módulo es posible dimensionar de una manera eficiente los elementos de red necesarios para interconectar una red de TPBCL con otras redes de telecomunicaciones y calcular los costos exclusivos de interconexión, así como los costos de administración, operación y mantenimiento asociados a la interconexión.

A partir de lo anterior, el módulo descrito en este capítulo incide en lo siguiente: el MCRF v2.0 en la actualidad determina costos exclusivos del servicio local e imputa unos costos conjuntos y comunes tanto al servicio local como al servicio adicional, en este caso el servicio de interconexión. El gráfico 3.3 presenta un ejemplo de la participación porcentual de estos costos en el total de costos calculados por el MCRF v2.0. Por su parte, el módulo descrito en este capítulo, que cumple con el primer objetivo de la *Consultoría para la implementación del módulo de interconexión para el Modelo de Costos de Redes Fijas – MCRF v2.0*, calcula los costos exclusivos a la interconexión. El mismo gráfico presenta un ejemplo de participación porcentual de los costos en el total calculado por el MCRF v2.0 implementando la herramienta adicional descrita (Modelo HCMCRFIX). La compatibilidad de esta herramienta con el modelo original se presenta en el numeral 1 del Anexo 3 del presente documento.

---

debido a la cantidad de tráfico que manejan, sea utilizados de manera más eficiente para determinar el factor de la proporción para el cálculo de AOM de interconexión. Para empresas medianas se propone un n igual a 0.5.

**Gráfico 3.3**  
**Costos calculados por el MCRF v2.0 antes y después de la implementación de la herramienta compatible**



Fuente: CRT

Teniendo en cuenta que el modelo calcula unos nuevos costos que se adicionan a aquellos calculados por el MCRF v2.0 (CAPEX y OPEX), los costos conjuntos y comunes incluidos en estos nuevos grandes totales se deben distribuir entre elementos y servicios de red, es decir se deben imputar tanto al servicio local como al servicio adicional (interconexión). Cabe recordar que para esto el consorcio CINTEL – Económica Consultores Ltda. formuló una serie de hojas de cálculo que se alimentan directamente de los resultados que arroja el MCRF v2.0 mediante dos metodologías alternativas: costos incrementales y costos ponderados.

Estas hojas se deben actualizar e implementar al MCRF v2.0 por el hecho de desarrollar el módulo de costeo exclusivo de la interconexión. Este fue el segundo objetivo de la *Consultoría* en mención, el cual consta del desarrollo de un módulo de distribución de costos que permita al usuario escoger cualquiera de las metodologías alternativas descritas en el anterior aparte. Este módulo se describe en el siguiente capítulo.

#### 4. La herramienta compatible al MCRF v2.0: Distribución de costos entre servicios

Finalmente, es necesario mencionar de nuevo que la *Consultoría para la implementación del módulo de interconexión para el Modelo de Costos de Redes Fijas – MCRF v2.0* tuvo dos objetivos principales: diseñar una herramienta computacional para calcular éstos costos entre una red de TPBCL y otras redes en Colombia y determinar su distribución entre los servicios de telefonía local e interconexión, con base en los criterios iniciales que sean adoptados por la CRT en el establecimiento de las políticas del nuevo marco tarifario para el servicio de TPBCL.

Tal como se mencionó en el capítulo anterior, una vez dimensionados los elementos de red necesarios para la interconexión y calculado sus costos, es necesario incluirlos tanto en el CAPEX como en el OPEX que calcula el nuevo modelo HCMCRFIX y distribuir los costos conjuntos y comunes entre los servicios mencionados. Este capítulo presenta los procedimientos para alcanzar el segundo de los objetivos anteriormente señalado, describiendo unas generalidades básicas de la distribución de costos actual, usando la metodologías de costos ponderados del módulo desarrollado por la *Consultoría*.

##### 4.1 Generalidades

El modelo HCMCRFIX estima costos incrementales de largo plazo. En ese sentido, el modelo simula una red, con su valor de reposición a nuevo, a partir de características externas del mercado tales como el tráfico total, su distribución entre centrales y el número de líneas. Se considera de largo plazo porque ninguno de los factores de dimensionamiento está sujeto a restricciones. Si se aumenta el tráfico o el número de líneas, el modelo estima de nuevo la estructura óptima de costos para atender la nueva demanda.

Las variaciones de una simulación a otra representan la respuesta de la estructura de costos a incrementos, asumiendo que el operador pudo optimizar la escala sin restricciones de corto plazo. No se consideran, entonces, costos fijos de corto plazo en el sentido tradicional, según el cual algunos factores de producción están disponibles en cantidades fijas. Los incrementos, por su parte, pueden responder a una variación en la demanda del mismo servicio (líneas o tráfico), o en la inclusión de servicios adicionales. De esta forma, el HCMCRFIX está en capacidad de

obtener los costos incrementales a partir del cálculo de la diferencia entre dos escenarios de demanda.

No obstante lo anterior, el proceso de distribución de costos no se puede limitar a restar los resultados del modelo obtenidos con dos escenarios alternativos de demanda. En la práctica existen una serie de costos que son indispensables para prestar los dos servicios simulados pero que no varían al incluir el nuevo servicio. Sería completamente arbitrario imputar todos estos costos al servicio básico, entre otras cosas porque el costo y su tarifa asociada dependerían del orden en que sean simulados los servicios. Por lo anterior, es necesario establecer una serie de criterios que permitan medir un mark-up (margen), para distribuir estos costos comunes no sensibles a la inclusión del servicio adicional, entre los dos servicios.

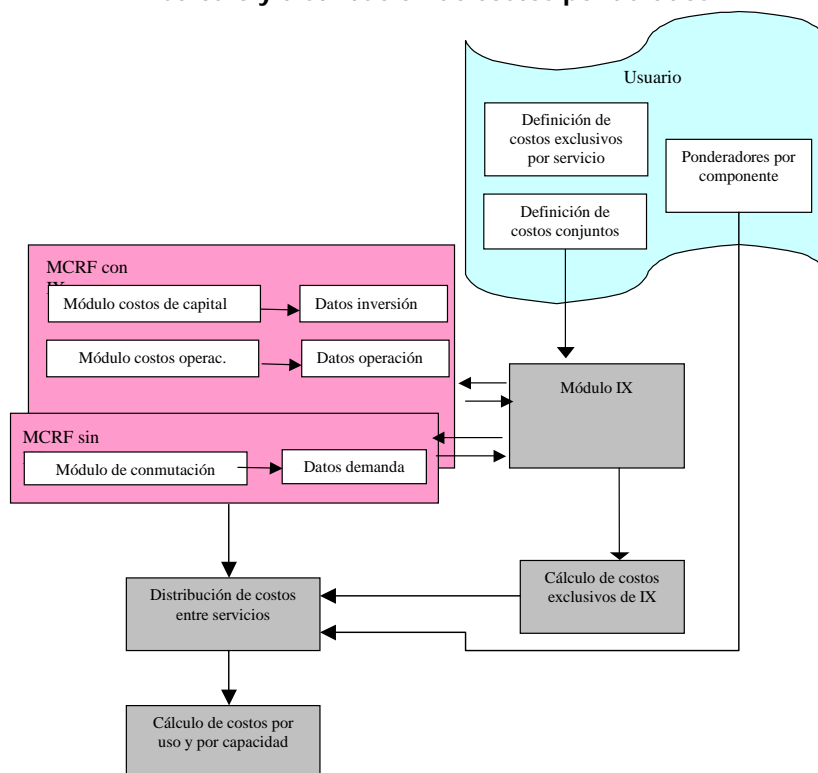
A continuación, se exponen los criterios propuestos por el HCMCRFIX para distribuir costos entre el servicio básico (TPBCL) y el adicional (interconexión), mediante la metodología de costos ponderados.

## 4.2 Metodología de costos ponderados

Para esta modalidad, la CRT propone partir de una única simulación de la empresa incluyendo tanto los costos del servicio básico como aquellos del servicio adicional. Se establece de antemano, qué componentes de la red y del OPEX se deben asignar al servicio adicional y los ponderadores que se deben aplicar para llevar a cabo esa distribución. Por defecto, el modelo utiliza como ponderador la participación en el tráfico de cada uno de los servicios.

Este método general abarca uno más específico, correspondiente al costo medio o costo distribuido. El modelo está en capacidad de establecer costos unitarios (por minuto) de cada elemento de red. Un mark up sobre este costo permite distribuir todos los costos distintos al capital en cada elemento utilizando como ponderadores la participación de cada elemento en el CAPEX del servicio. Para tal efecto, el ponderador asociado al servicio adicional es igual a 1. El gráfico 4.3 presenta la distribución de costos ponderados en el módulo propuesto.

**Gráfico 4.3**  
**Cálculo y distribución de costos ponderados**



Fuente: Consultoría para la implementación del módulo de interconexión para el Modelo de Costos de Redes Fijas – MCRF v2.0

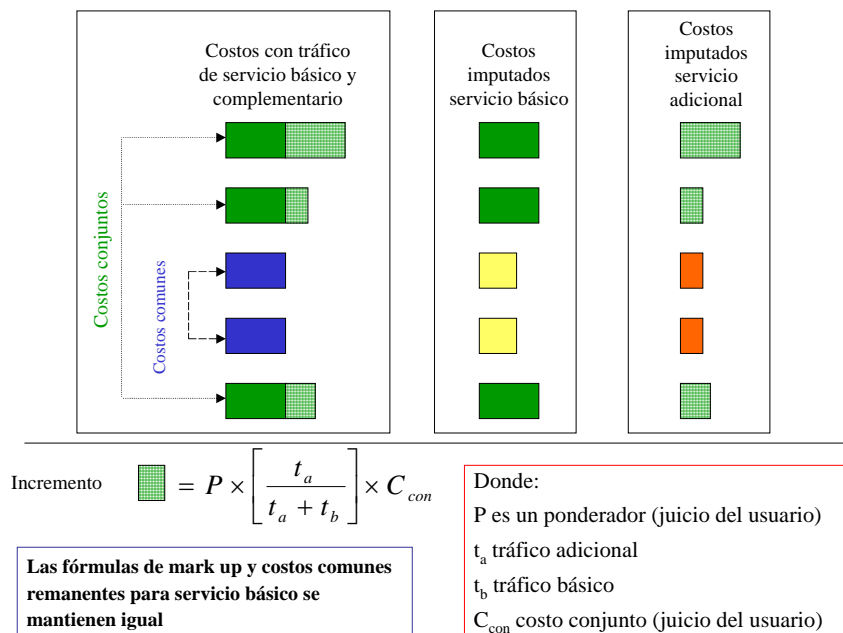
Según el anterior gráfico, en este caso se realiza una única corrida en el modelo con el tráfico del servicio básico y de interconexión. Los costos exclusivos del servicio básico se determinan en la misma forma en que se hace en la metodología de costos incrementales.

Una vez se obtienen los costos, previo a la simulación se establecen los criterios de asignación de costos:

- Componentes de la red que se comparten entre el servicio básico e interconexión y los que deben ser recuperados sólo por el servicio básico y solo por interconexión
- Los ponderadores para determinar con qué criterio se asignan los costos distribuibles. Si el ponderador es 1, los costos se distribuyen entre el servicio básico y el servicio de interconexión en proporción a los respectivos tráficos.

En el gráfico 4.4 ilustra la descomposición de costos bajo esta metodología.

**Gráfico 4.4**  
**Asignación de costos entre servicios - Metodología costos ponderados**



Fuente: CINTEL – ECONOMICA

El usuario del modelo establece un ponderador que distribuye costos entre el servicio básico y el servicio de interconexión y determina cuáles costos se ven alterados por la inclusión de este último.

Con base en estos parámetros se determina el costo de los incrementos en cada uno de los costos que varían y de esta manera se aplica la fórmula del mark up. La asignación de costos sigue los mismos criterios de los costos incrementales. Para el servicio básico se asignan los costos conjuntos netos del incremento y los comunes netos del mark up. El servicio de interconexión cubre los incrementos, el mark up de los costos comunes y sus costos exclusivos.

Conviene recordar que si el ponderador se establece en uno (1) el método de costos ponderados equivale al de costo medio en el sentido en que todos los costos conjuntos se distribuyen en función del tráfico de cada servicio y esa misma estructura se traslada a los costos comunes.

El mark up y la asignación de costos entre servicios se lleva a cabo en la misma forma que en la metodología de costos incrementales.



### 4.3 Conclusiones sobre la distribución de costos

En conclusión, mediante la implementación del módulo descrito en este capítulo, que cumple con el segundo objetivo de la *Consultoría para la implementación del módulo de interconexión para el Modelo de Costos de Redes Fijas – MCRF v2.0* permite distribuir los costos entre los servicios de TPBCL e interconexión directamente en el modelo teniendo en cuenta que se incluyen los resultados calculados a partir de un nuevo módulo que calcula los costos exclusivos de la interconexión, elimina el uso de hojas de cálculo externas al modelo y facilita la generación de escenarios escogiendo o bien la metodología de costos incrementales o la metodología de costos ponderados mediante el uso eficiente de los recursos del modelo. Por último, la compatibilidad de esta herramienta con el modelo original se presenta en el numeral 2 del Anexo 3 del presente documento.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se presentan las principales características del modelo HCMCRFIX. Cumpliendo con la normatividad vigente y mediante el uso de un modelo de costos de redes fijas actualizado que permita calcular tanto los costos exclusivos del servicio de TPBCL y del servicio de interconexión como los costos conjuntos y comunes que pueden ser distribuidos, es decir imputados a ambos servicios de una manera eficiente, la CRT tiene las herramientas necesarias para el desarrollo de la nueva propuesta de cargos de acceso a redes fijas (TPBCL) en Colombia.

## ANEXO 1 – Marco teórico para el desarrollo del módulo de interconexión para el MCRF v2.0

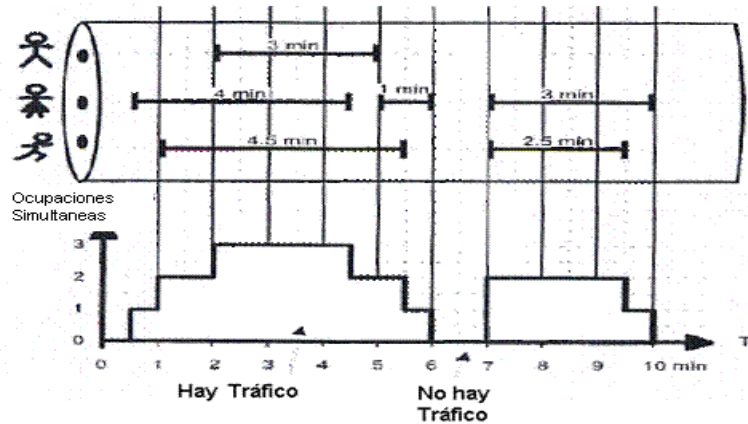
En el presente anexo se establecen las bases teóricas para el desarrollo de la *Consultoría para la implementación del módulo de interconexión para el Modelo de Costos de Redes Fijas – MCRF v2.0*. Se explican las recomendaciones para la determinación de tráfico con el cual se debe dimensionar la interconexión, se realiza un análisis de las partes que componen una central de conmutación y se determinan aquellas que son partícipes de la interconexión. Adicionalmente se describen las metodologías más comunes para el cálculo del tráfico de desborde.

### 1. Tráfico, central de conmutación y señalización

Como primera medida, dentro de los componentes de una central de conmutación, se encuentran los circuitos, que sirven de enlaces con otras centrales. Estos circuitos son ocupados cuando se realizan las llamadas. Con el fin de medir estas ocupaciones, el científico Agner Krarup (1878 – 1929) creó aplicaciones de métodos estadísticos, para el dimensionamiento y medidas de las redes telefónicas, que son la base fundamental de la teoría de tráfico. El propósito de aquellos estudios era hacer medible el tráfico cursado y tener unidades de medida, en este caso ERLANGS, así como hallar relaciones entre la calidad del servicio y la capacidad del sistema.

En el gráfico 1 de este anexo se aprecia que la medición del tráfico muestra tres dispositivos en un sistema. En la medida que pasa el tiempo y los dispositivos se van ocupando, la intensidad de tráfico se incrementa o disminuye. Es así como a partir de los dos minutos, se tienen los tres dispositivos ocupados. La curva que se va generando es la denominada intensidad de tráfico que varía a lo largo del tiempo. El tráfico depende del número de ocupaciones y de la duración de estas ocupaciones.

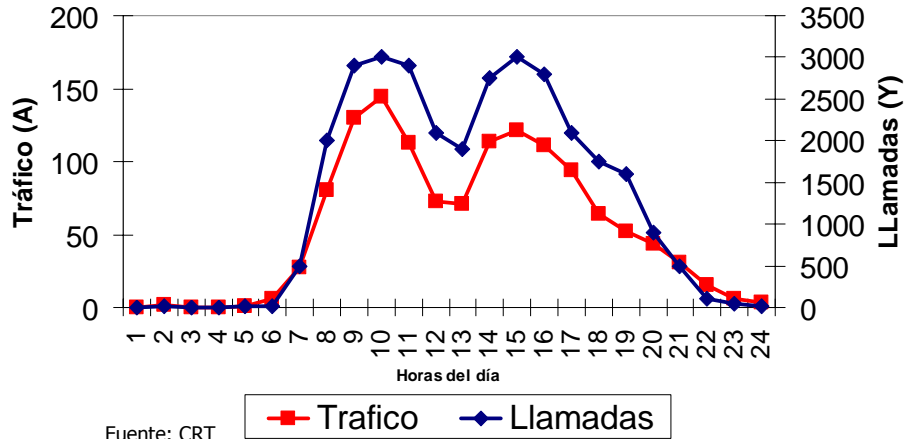
**Gráfico 1**  
**Perfil de Tráfico**



Fuente: LKI

De esta manera, cuando se pretende establecer el comportamiento de los usuarios en una red dada durante un periodo de tiempo, con base en el análisis anterior, se puede establecer el perfil o comportamiento del tráfico en un día normal, cuyo resultado se aprecia en el gráfico 2 del presente anexo.

**Gráfico 2**  
**Perfil del Tráfico de voz durante el día**



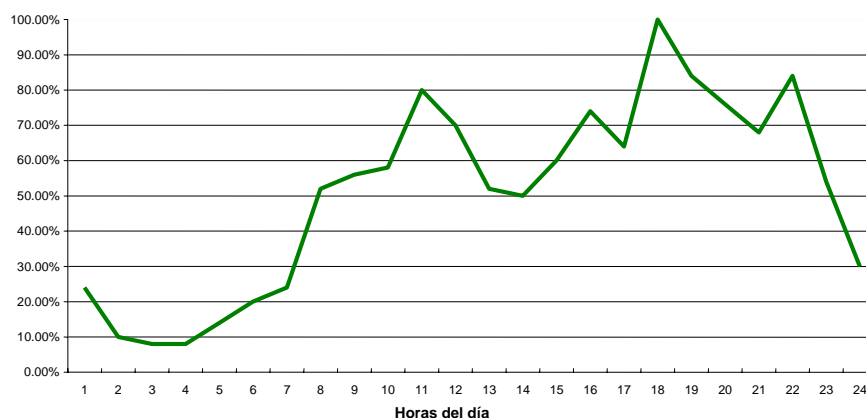
Fuente: CRT

La gráfica del perfil de tráfico muestra el comportamiento típico durante un periodo de un día. En ella se aprecian dos picos, uno mayor normalmente ubicado entre las 10 AM y 11 AM, y otro más bajo entre las 3 PM y 4 PM. Hay que tener en cuenta que este perfil se refiere exclusivamente al tráfico de voz, pues en los casos de tráfico de Internet, usando la línea telefónica, el perfil es diferente pues en estos casos el pico se encuentra hacia el final del día.

Esto se puede apreciar en el gráfico 3 del presente anexo que muestra el tráfico de perfil de Internet.

Las diferencias entre el perfil de tráfico de voz y de Internet se presentan principalmente por los hábitos de navegación de los usuarios. Mientras que los picos en el tráfico de voz se deben primordialmente a la actividad laboral y comercial de las empresas, los picos en el tráfico de Internet suelen presentarse en horarios no laborales en que la gente puede navegar con más comodidad.

**Gráfico 3**  
**Perfil del Tráfico de Internet**



Fuente: CRT

Con base en el comportamiento del tráfico el cual depende del número de intentos, número de llamadas por un periodo de tiempo y del tiempo medio de la conversación se tiene que:

$$A \equiv Y \times S$$

Donde:

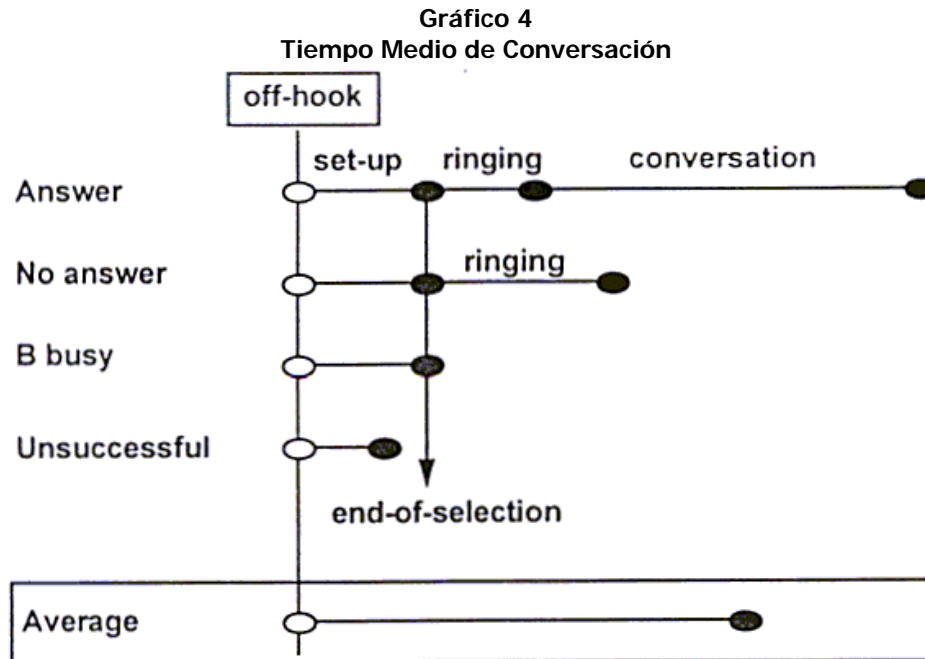
A es tráfico medido en erlangs

Y es intensidad

S es tiempo medio de conversación

## 1.1 Tiempo Medio de Conversación

Para determinar dentro de la fórmula de tráfico el tiempo medio de conversación se debe acudir a estadísticas de llamadas exitosas dentro del conjunto de intentos de llamadas. La medida del tiempo medio en una llamada exitosa incluye el tiempo de descuelgue, el de marcación, el tiempo de repique y finalmente el tiempo que existe cuando hay una conversación entre los dos extremos. El tiempo medio es usado en dimensionamiento y debe incluir todas las llamadas, incluyendo las que no son exitosas. El gráfico 4 del presente anexo muestra los tiempos que se utilizan para este cálculo.

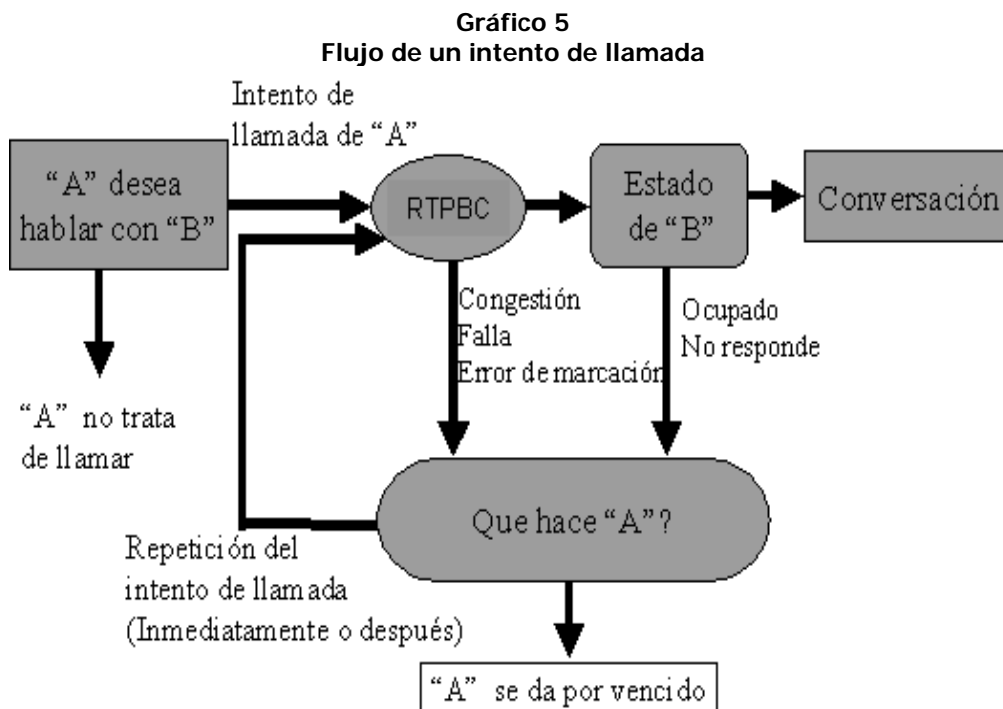


Fuente: Ericsson Telecom AB, Business Training. Dimensionamiento de plantas

El tiempo promedio de una llamada incluye todos los intentos de llamada en los que, a pesar de no haberse completado la llamada, se han ocupado dispositivos impidiendo que otra llamada sea cursada. Por ello es importante considerar todos los intentos de llamada. Adicionalmente, las centrales de conmutación tienen en sus bases de datos esta información que es utilizada para conocer el estado de la red y el porcentaje de las llamadas completadas, de modo que se puedan determinar las posibles fallas en la red, en la central o por errores en la marcación.

El tiempo medio de conversación está relacionado con el concepto de eficiencia de la red, que indica cuántos de los intentos de llamadas tienen un final exitoso dentro de una central telefónica en el proceso de realización de llamadas, es decir, los intentos de llamadas que efectivamente tienen la capacidad de establecer una conversación. En el gráfico 5 de este

anexo se pueden apreciar los posibles resultados de un intento de llamada desde el instante que el abonado llamante descuelga el teléfono.

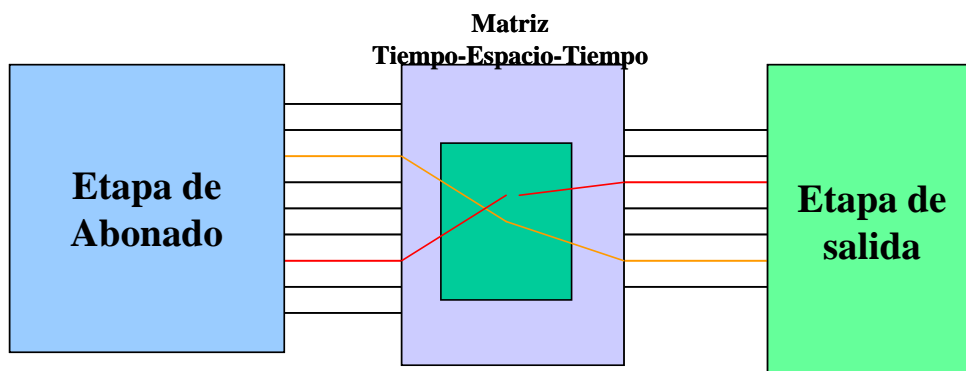


Fuente: Ericsson Telecom AB, Business Training. Dimensionamiento de plantas

## 1.2 Central de conmutación

Teniendo en cuenta que la teoría de tráfico se aplica en el dimensionamiento de la central de conmutación, cabe destacar que ésta se puede dividir en tres diferentes partes: la entrada, la conmutación y la salida. La entrada recibe la comunicación de los usuarios, la etapa de conmutación es la que realiza la conexión entre los diferentes orígenes y destinos, y la salida enruta la comunicación hacia su destino. El gráfico 5 muestra cada una de estas etapas.

**Gráfico 6**  
**Central de Conmutación**



Fuente: Consultoría para la implementación del módulo de interconexión para el Modelo de Costos de Redes Fijas – MCRF v2.0

A partir de este punto se pueden definir dos tipos de dispositivos que se dimensionan en las centrales de conmutación.

La primera clase de dispositivos son aquellos que sólo son usados por un periodo corto de tiempo, luego del cual el dispositivo es liberado. Para colocar un ejemplo, desde que se descuelga el teléfono para realizar una llamada, se recibe el tono que se entiende como una señal de invitación a marcar, la marcación es recibida en un dispositivo que la almacena hasta que la llamada se enruta a su destino; es decir, que este dispositivo solo maneja esta información temporalmente. De este modo, se libera rápidamente y puede atender una nueva solicitud. Por consiguiente, si se requiere otra solicitud al mismo tiempo, ésta es colocada en espera, hasta que uno de los dispositivos sea liberado.

Para dimensionar estos dispositivos se utiliza el sistema de dimensionamiento con retardo (DELAY SYSTEM), de manera que en un intento de llamada, si alguno de los órganos o dispositivos de la central están ocupados, la llamada se coloca en espera hasta que uno de estos órganos o dispositivos se libere. En este sistema, el criterio para el grado de servicio es la probabilidad de tener que esperar más de un valor específico (tiempo máximo de espera). Por ejemplo, un criterio de calidad, puede ser: la probabilidad de esperar más de 1 segundo debe ser menor del 1%. Ejemplo de estos son los dispositivos que envían el tono al usuario (DTMF).

De otra parte, se encuentran los dispositivos que permanecen ocupados durante la conversación. Es decir, son dispositivos necesarios desde el inicio de la llamada hasta su terminación. Si todos estos dispositivos se encuentran ocupados, en el evento que se presente una llamada, la llamada no podrá ser cursada, ya que no se tiene la posibilidad de colocarla en

espera. Para el dimensionamiento de estos dispositivos se utiliza el sistema de Dimensionamiento con Pérdida (LOSS SYSTEM).

La explicación básica para utilizar un dimensionamiento con pérdida es que cuando todos los dispositivos están ocupados, su tiempo de utilización es demasiado largo como para pensar en la posibilidad de que el resto del sistema pueda esperar a que un dispositivo se desocupe. Este es el sistema a modelar en las comunicaciones telefónicas, y es el utilizado para el dimensionamiento de los enlaces entre las centrales, los cuales deben mantenerse ocupados en la medida que duren las llamadas. Ejemplo de estos dispositivos, son los circuitos troncales.

Los dispositivos que utilizan dimensionamiento con retardo se pueden reutilizar con una frecuencia y una eficiencia mucho mayor a los dispositivos que utilizan dimensionamiento con pérdida. Estos últimos, al permanecer ocupados durante la llamada, son los responsables de la congestión del sistema cuando se sobrepasa su capacidad. Por esta razón, el dimensionamiento de enlaces se realiza con el sistema de dimensionamiento con Pérdida.

### 1.3 Señalización por canal común

Continuando con los elementos que hacen parte de la central de conmutación, específicamente aquellos relacionados con el dimensionamiento de la central y de los enlaces de interconexión, se encuentran los dispositivos que se encargan de la señalización.

Existen dos tipos de señalización: por canal asociado y por canal común. En la señalización por canal asociado, los datos de señalización van por el mismo enlace que las conexiones de voz, mientras que en la señalización por canal común, se utiliza un enlace adicional que agrupa toda la señalización.

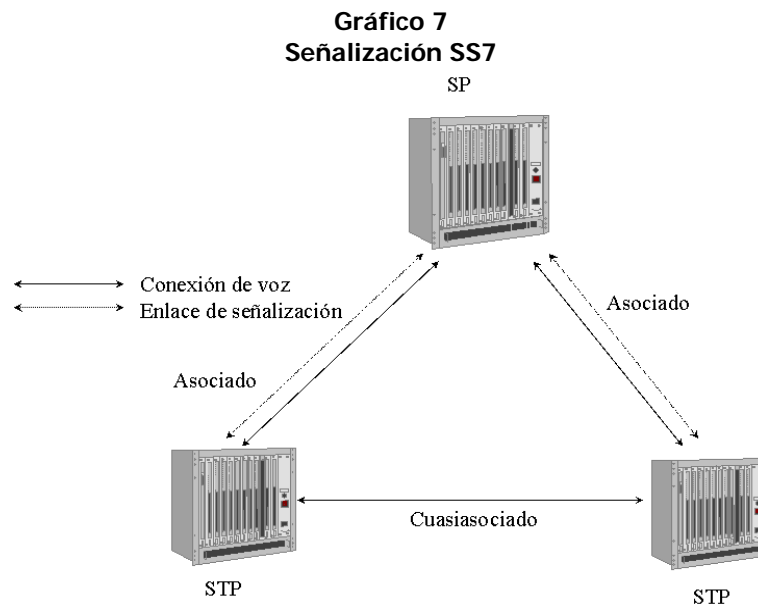
Las diferencias más apreciables entre la señalización por canal asociado y señalización por canal común son:

- Señalización por canal asociado:
- La voz y las señales utilizan el mismo canal de transmisión.  
Se presentan algunas variantes:
- Señales enviadas en un rango de frecuencia diferente.



- Dentro de los enlaces de conexión, es decir los E1, se utiliza uno de los 32 canales que compone el E1, para el envío de la señalización, normalmente es el canal 16 el utilizado para este evento.
- Señalización por canal común:  
Las señales separadas de la voz y enviadas sobre un enlace diferente  
Se presentan algunas ventajas:
  - Gran capacidad.
  - Tiempo de establecimiento más corto.
  - Tamaño de equipos se reduce.
  - Alta confiabilidad.
  - Los tonos de ocupado y congestión se envían más rápido.

En las redes de señalización, cualquiera de los dos métodos puede ser utilizado. Dependerá de las políticas de los operadores y de los acuerdos entre ellos, determinar que tipo de señalización se utilizará. Sin embargo, para la interconexión entre dos redes de TPBC, el sistema de señalización para los operadores se definió por la CRT según la Resolución CRT 087 de 1997<sup>15</sup>. Según dicha Resolución, el sistema de señalización que debe usarse es el Sistema de señalización por canal común No. 7. La forma de funcionamiento de este tipo de señalización se muestra en el gráfico.



Fuente: Ericsson, 1997. Principios de Señalización.

<sup>15</sup> Artículo 4.2.2.9. Señalización para redes de TPBC, TMC y PCS

En este tipo de señalización se puede tener una red de señalización independiente de las conexiones directas de voz.

## 2. Dimensionamiento

Con los conceptos de tráfico ya explicados, se realiza el correspondiente dimensionamiento de la central, que es parte integral en el dimensionamiento de la interconexión en una red de TPBCL. A partir de este punto se determinarán los aspectos que se deben considerar para establecer los datos de entrada necesarios para el cálculo de los enlaces.

### 2.1 Determinación del tráfico y grado de servicio

Para determinar el tráfico con el cual se va a realizar el dimensionamiento en una interconexión de una red local con otros operadores, se utilizan los criterios y obligaciones establecidas en la normatividad vigente, las recomendaciones de los organismos internacionales como la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y la experiencia adquirida en la CRT.

La metodología utilizada normalmente para el dimensionamiento de la interconexión es la mencionada en la Recomendación E.500 de la UIT-T. Dicha metodología se usa para determinar el tráfico con el cual se debe dimensionar, y está basado en el denominado valor representativo anual (YRV, yearly representative value).

Con el método basado en un valor representativo anual (YRV) observado, se anotan las intensidades de tráfico de carga normal y elevada de todos los meses del año. La carga normal (elevada) YRV de cada año es la intensidad de tráfico de carga normal (elevada) más alta o la segunda más alta de dicho año. Si la intensidad de tráfico tiende a ser bastante homogénea a lo largo de los meses, se recomienda tomar el segundo valor más elevado, lo que ayudaría a evitar valores atípicos. Sin embargo, cuando no hay mucha homogeneidad (por ejemplo, cuando uno o dos meses tienden a generar las cargas pico) se recomienda utilizar el primer valor pico.

Una vez establecido el tráfico con el cual se va a realizar el dimensionamiento, se debe establecer el grado de servicio (GOS) a utilizar. Este valor, así como los relativos a congestión, tiempo de espera y factores de avería, suelen aumentar al crecer la carga.

La finalidad de la identificación de la carga normal o elevada, así como el día y periodo de lectura, es conservar y analizar la característica supervisada del grado de servicio y comparar los valores supervisados con los valores objetivos del grado de servicio para las cargas normal y elevada. Las mediciones de GOS utilizadas son las recogidas el día y el periodo de lectura en los cuales tiene lugar una carga normal y una carga alta de la red. Debe tenerse presente que para diferentes tipos de componentes de la red pueden producirse diferentes periodos de tiempo con carga normal y elevada. En síntesis, el uso de este procedimiento para el cálculo del tráfico, se basa sobre información histórica de la red.

## 2.2 Metodologías para desborde

A continuación se realiza una descripción teórica del tráfico de desbordamiento, es decir, el tráfico que se desborda desde un grupo de disponibilidad total. Esta descripción teórica se adapta al comportamiento de la mayoría de conmutadores, preparados para permitir que las llamadas encuentren un circuito libre entre un número de grupos de circuitos. En este caso se consideran tres grupos:

- Grupo No. 1: aceptará llamadas mientras haya un circuito libre.
- Grupo No. 2: recibirá llamadas cuando el grupo No.1 esté completamente ocupado, siempre que haya algún circuito libre.
- Grupo No. 3: recibirá llamadas cuando los grupos 1 y 2 estén ambos completamente ocupados, siempre que tenga algún circuito libre.

Si las llamadas se intentan en un orden definido, es evidente que el primer grupo se usará más que los siguientes en la cadena; en otras palabras, el primer grupo será el más utilizado de todos los circuitos. El segundo grupo sólo se intentará cuando el grupo de primera elección esté completamente ocupado y, por supuesto, el tercer grupo se intentará sólo cuando los dos grupos previos estén ambos completamente ocupados. Si no hay circuitos libres en ninguno de los grupos que capture la llamada, ésta se pierde (sistema de pérdida).

Por otro lado, los métodos de cálculo del tráfico de desbordamiento más comunes son:

- Ecuaciones de aproximaciones de estado;
- Peso entre límites conocidos;

- Métodos de equivalencia, es decir, determinación de un grupo de disponibilidad total, que tenga algunas características iguales a aquéllas existentes para el arreglo de agrupación actual;
- Simulaciones.

Las ecuaciones de métodos de estado son generalmente poco prácticas para arreglos de agrupación de tamaño normal, porque el número de estados posibles resulta ser muy grande. Algunos métodos de peso son fáciles de usar en la práctica, pero pueden no ser siempre tan exactos.

Los métodos de equivalencia han probado ser hasta ahora los más precisos y el método de Wilkinson parece ser el preferido en la actualidad. Éste se basa en la caracterización del tráfico de desbordamiento con su media y su varianza. Las medias y las varianzas para los respectivos grupos de primera elección se suman y el tráfico de desbordamiento resultante es caracterizado por un grupo de disponibilidad total equivalente, que provee un tráfico de desbordamiento con la misma media y varianza que las sumas calculadas.

También se ha usado la idea de describir un tráfico de desbordamiento como un proceso interrumpido por un conmutador aleatorio, según el Proceso de Poisson Interrumpido (Kuczura, 1973). Mientras el método de Wilkinson usa dos parámetros para la descripción del tráfico de desbordamiento, el método de Kuczura usa tres parámetros, haciendo más complicada su implementación.

Otra metodología empírica utilizada por algunos operadores, es el enrutamiento alternativo, en la cual las redes interconectadas utilizan las mismas rutas directas entre los nodos de interconexión y es usado de manera temporal en casos específicos cuando el tráfico sobre la ruta normal sea más alto al dimensionado, y se desborda por rutas alternas, principalmente en caso de daño en la ruta normal, mantenimiento o fuerza mayor, entre otros.

A continuación se realiza una breve descripción de los métodos mencionados anteriormente.

### 2.2.1 Método del proceso de Poisson interrumpido (IPP)

Desde un punto de vista teórico se puede decir que, cuando se tienen varios grupos de circuitos recibiendo llamadas al primer grupo se le ofrece siempre un tráfico aleatorio. Al segundo se le ofrece tráfico aleatorio, sólo cuando el primer grupo está ocupado. Esto sucede

esporádicamente cuando la frecuencia y duración dependen de cuán frecuente el primer grupo está congestionado y cuánto tiempo durará este estado de congestión. El tercer grupo también está abierto al tráfico aleatorio cuando los grupos 1 y 2 están congestionados al mismo tiempo. Esto es importante porque nos permite comprender el tráfico de desborde como un proceso aleatorio interrumpido.

El método IPP es un proceso de Poisson interrumpido por un conmutador aleatorio que se cierra para permitir el paso de llamadas solo cuando los grupos anteriores están congestionados. El tráfico que desborda de un haz de circuitos puede aproximarse con exactitud mediante un IPP, porque este proceso puede representar las características globales del tráfico de desbordamiento. Sin embargo su implementación matemática es demasiado compleja y su costo computacional demasiado alto para ser utilizada en un modelo ingenieril como lo es el MCRF v2.0.

### 2.2.2 Método de la capacidad equivalente

El método de la capacidad equivalente no utiliza los momentos del tráfico, sino el comportamiento transitorio del tráfico primario, introduciendo una cierta función de la capacidad equivalente del tráfico de desbordamiento parcial. Al igual que en el caso del IPP, su formulación matemática se complica al basarse en estados transitorios y no estacionarios del tráfico. Por esta razón no es muy utilizado.

### 2.2.3 Método de Wilkinson

Para calcular el número de circuitos requeridos en esquemas de encaminamiento alternativo, casi todas las administraciones y fabricantes usan hoy el método de Wilkinson, o aplicaciones más desarrolladas basadas en este método.

Este es un método de equivalencia, donde un grupo de disponibilidad total equivalente se define por la media y la varianza de su tráfico de desbordamiento. Estos parámetros deben igualar las sumas de las medias y las varianzas de los tráficos de desbordamiento ofrecidos al grupo secundario. La gran aceptación de este método se debe a que modela el tráfico de desborde, no aleatorio por naturaleza, como un tráfico equivalente aleatorio, lo cual simplifica notablemente la formulación matemática y la implementación computacional correspondiente.

Esta es la metodología más adecuada a adoptar para su implementación. Adicionalmente, es la metodología utilizada dentro del modelo MCRF v2.0 para dimensionamiento dentro de la red local. Aunque se podría tener una metodología de desborde diferente para la interconexión, no es recomendable si se quiere mantener una compatibilidad y una coherencia con respecto a los resultados que arroja actualmente la herramienta.

## ANEXO 2 – Anexo técnico para del módulo de interconexión para el MCRF v2.0

Para dar una mayor claridad acerca del módulo de interconexión realizado por la *Consultoría para la implementación del módulo de interconexión para el Modelo de Costos de Redes Fijas – MCRF v2.0* se presentan de una manera formal el cálculo del dimensionamiento de enlaces de interconexión, el dimensionamiento del desborde y el dimensionamiento de la señalización.

### 1. Dimensionamiento de enlaces de interconexión

Para el dimensionamiento de los enlaces de interconexión, se consideran “i” rutas, cada una con picos de tráfico  $Aim1$ ,  $Aim2$ ,  $Aim3$  y  $Aim4$ , donde:

$$m = \text{mes del año de análisis.}$$

Es decir, cada  $Aim$  es el tráfico de cada ruta de cada interconexión de cada mes, esta información se ordena con los 4 picos de cada mes de mayor a menor, de manera que para cada ruta en el mes “m” se obtiene:

$$Aim1 > Aim2 > Aim3 > Aim4$$

Luego se analiza la tendencia del tráfico del periodo analizado. Dependiendo del resultado de esta tendencia, en caso de ser creciente se toma el cuarto pico de cada mes, en caso de ser decreciente se toma el segundo pico de cada mes.

$$Aimx = \max(Aim1, Aim2, Aim3, Aim4) = Aim4(Aim2)$$

Una vez ordenado el tráfico de acuerdo al procedimiento de la UIT, se determinan los valores del segundo y cuarto pico de cada mes de cada ruta.

Con base en lo anterior, se tienen organizados todos los picos, tanto el segundo como el cuarto de cada mes del periodo analizado, que de acuerdo al YRV<sup>16</sup> es de doce meses o en caso que el operador haya reportado un periodo menor se utiliza la información disponible. Debido a que el

dimensionamiento se realiza sobre un solo tráfico, éste se determina de acuerdo a la tendencia del tráfico. Si el tráfico es creciente se toma de la muestra de los cuartos picos mas altos del periodo analizado, el pico mas alto. Por el contrario, si la tendencia es decreciente se toma de todos los segundos picos de la muestra, el pico mas alto de este grupo:

$$A_{i \max} = A_{i \text{my}} \mid \forall A_{i \text{mx}} \rightarrow A_{i \text{mx}} < A_{i \text{my}}$$

A partir del pico de tráfico por ruta y el grado de servicio deseado, con la fórmula de Erlang B se obtiene el número de circuitos necesarios.

$$E_1(n, A) = \frac{A^n}{n!} \bigg/ \sum_{i=0}^n \frac{A^i}{i!}$$

Donde

- E: Grado de servicio
- n: Número de circuitos
- A: Tráfico Ofrecido

De esta fórmula se obtiene el número de circuitos, ya sea utilizando las tablas de Erlang o realizando un procedimiento algorítmico. En el presente caso se utiliza esta última opción ya que es la opción usada por el modelo MCRF v2.0 y por tanto ya se dispone de las rutinas necesarias en la herramienta asociada.

Éste es el resultado del número de circuitos, para cada una de las rutas de cada uno de los nodos de interconexión. Con base en ello a continuación se realiza el cálculo de los enlaces para cada una de las rutas:

$$NumEnlaces = RedondeoSuperior(NumCircuitos / 30)$$

En algunos casos, se realiza la división por 31, en lugar de 30. Sin embargo, para mantener la compatibilidad con el modelo MCRF v2.0, se utiliza 30 por ser el número utilizado en los cálculos de la herramienta actual.

<sup>16</sup> YRV: Yearly Representative Value



Finalmente, se suman la cantidad total de enlaces para una interconexión y para cada una de las interconexiones, es decir el valor total de los enlaces para una interconexión a partir de los enlaces calculados para cada una de las rutas de la misma:

$$E_{total} = \sum_i E_{li}$$

De esta manera, en este punto se obtiene la cantidad de enlaces de una interconexión. Este procedimiento se realiza con las interconexiones de los demás operadores y se va almacenado en la base de datos, ya que después de realizar el cálculo del dimensionamiento para cada una de las rutas se debe determinar la cantidad total de enlaces de la interconexión.

## 2. Dimensionamiento de desborde

Para este caso se considera un sistema de "i" rutas, cada una con "Ni" circuitos, tráfico ofrecido Ai y probabilidad de pérdida Pp. Las "i" rutas del sistema tienen un tráfico de desborde de valor medio "Mi" y una varianza "Vi", que converge sobre una ruta de desborde.

$$M_i = P_p \times A_i$$

$$V_i = M_i \times \left( 1 - M_i + \frac{A_i}{1 + M_i + N_i - A_i} \right)$$

La suma de la media de los tráficos de desborde Me, está dada por:

$$M_e = \sum M_i$$

La suma de las varianzas de los tráficos de desborde se expresa como Ve:

$$V_e = \sum V_i$$

La relación Varianza a Media define el Factor Pico Pe, igual a:

$$P_e = \frac{V_e}{M_e}$$

El Tráfico ( $A_e$ ) equivalente al ofrecido al sistema por las rutas "i", se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$A_e = V_e + 3P_e(P_e - 1)$$

El número de circuitos equivalentes a los circuitos de las rutas "i" está dado por:

$$N_e = \frac{A_e}{q} - (M_e + 1)$$

$$q = 1 - \frac{1}{(M_e + P_e)}$$

Se suman los circuitos obtenidos en el numeral 1 del presente anexo con los circuitos equivalentes de desborde. De esta forma, se tiene el número de circuitos totales por interconexión, que es el dato de entrada para el cálculo de los costos de cada elemento.

De acuerdo al resultado, tanto del cálculo de enlaces como aquel calculado por la fórmula de desborde de Wilkinson, se determina el valor de cada enlace de acuerdo con los costos de cada fabricante.

### 3. Dimensionamiento de canales de señalización

Finalmente, para calcular el tráfico de señalización  $A_s$ , se parte del tráfico total de la central de acuerdo a la siguiente expresión recomendada por la norma nacional colombiana:

$$A_s = \frac{A \times M_s \times L_m}{2T_d \times 64000}$$

Donde:

A = Tráfico total de la central

$M_s$  = Número de MSUs (Mensajes de señalización) por llamada = 5

$L_m$  = Longitud promedio del Mensajes = 184 bits

$T_d$  = Tiempo promedio de duración de la llamada.

Velocidad del enlace = 64000.

Este valor es tomado por el módulo de transmisión para calcular los enlaces de señalización requeridos para la implantación de la red de señalización por canal común No. 7.

## ANEXO 3 – Compatibilidad de los módulos de interconexión y distribución de costos con el MCRF v2.0

Para mantener la compatibilidad del modelo MCRF v2.0 con la herramienta computacional desarrollada en la *Consultoría para la implementación del módulo de interconexión para el Modelo de Costos de Redes Fijas – MCRF v2.0*, se incluyeron los siguientes cambios al modelo:

- Módulo de importación de datos de operadores modificado, específicamente en los formatos de tráfico y enrutamiento, para incluir la captura de datos necesarios para el dimensionamiento de la interconexión.
- Módulo de cargue de información modificado, con el fin de soportar los nuevos datos mencionados en el punto anterior. Es importante recordar que en la herramienta computacional MCRF v2.0, la importación y el cargue de datos son dos procesos diferentes.
- Módulo de dimensionamiento y costeo de la interconexión, que a partir de los datos reportados por los operadores y proveedores, y los parámetros configurados por el usuario, determina los costos de inversión y los costos operacionales exclusivos de la interconexión.
- Módulo de informes modificado, para incluir un informe adicional, correspondiente a los resultados arrojados por el nuevo módulo de interconexión.
- Módulo de distribución de costos, que es la implementación del modelo de costos incrementales y el modelo de costos ponderados definidos por CINTEL-ECONOMICA, directamente dentro de la herramienta.

Los módulos descritos comprenden adiciones y/o modificaciones en tres niveles:

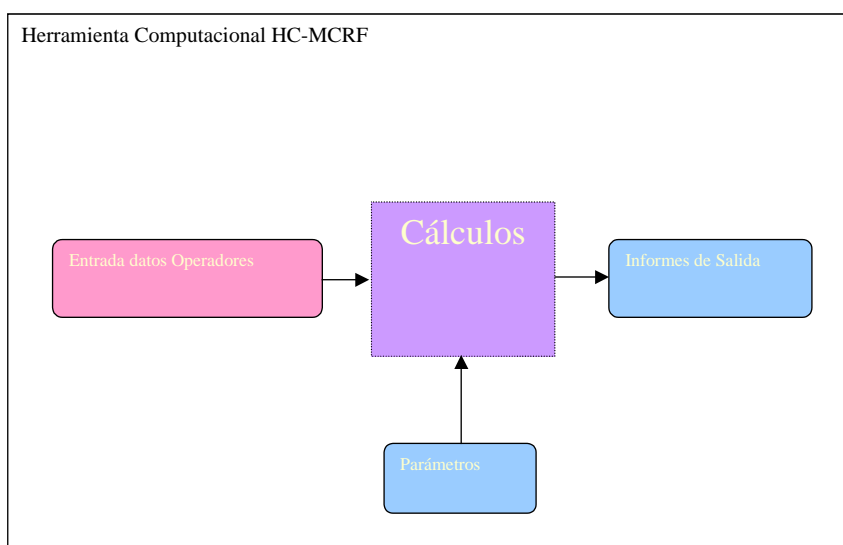
- Base de datos:
  - Inclusión de los nuevos datos reportados por los operadores en los formatos de tráfico y enrutamiento.
  - Inclusión de los parámetros adicionales que se requieran para los cálculos del módulo de Interconexión.
- Reglas de Negocio: Creación del código para implementar los cálculos de interconexión y la distribución de costos dentro de la herramienta.

- Interfaz de Usuario: Creación de nuevas ventanas y modificación de las existentes para permitir la ejecución de las nuevas funcionalidades y el despliegue de los nuevos resultados.

## 1. Compatibilidad del módulo de interconexión con el MCRF v2.0

El gráfico 1 del presente anexo muestra la arquitectura básica de la herramienta computacional original MCRF v2.0.

**Gráfico 1: Arquitectura de la herramienta MCRF v2.0**

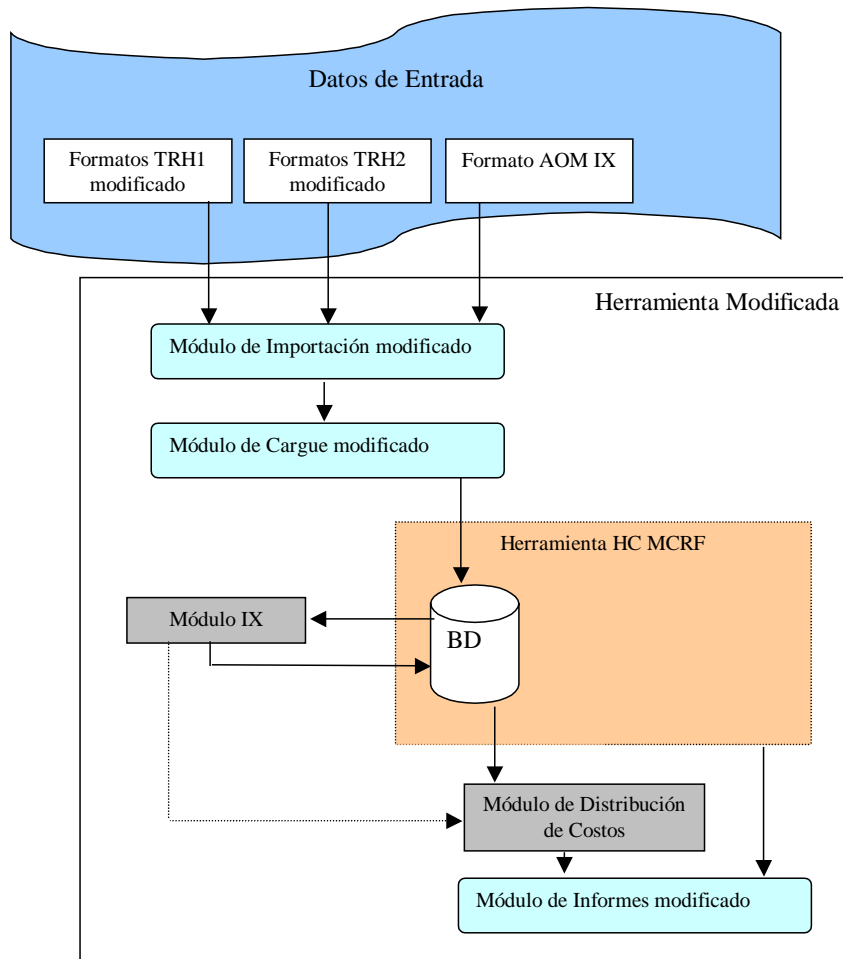


Fuente: Consultoría para la implementación del módulo de interconexión para el Modelo de Costos de Redes Fijas – MCRF v2.0

Se modificaron y utilizaron los módulos auxiliares de la herramienta: entrada, parámetros y salida, dejando intacto el núcleo de la misma, el cual realiza todos los cálculos y el cálculo de los escenarios para el dimensionamiento y costeo.

En el gráfico 2 de este anexo se presenta el diagrama correspondiente a la herramienta modificada HCMCRFIX. Se pueden apreciar los módulos explicados anteriormente y que son la base de las modificaciones de la herramienta.

Gráfico 2: Diagrama flujo Herramienta Modificada



Fuente: Consultoría para la implementación del módulo de interconexión para el Modelo de Costos de Redes Fijas – MCRF v2.0

Es importante resaltar que la adición del módulo de interconexión a un modelo ya existente impone una serie de restricciones y limitaciones tanto a nivel de modelamiento como a nivel de implementación a saber:

- Se utiliza la metodología de Wilkinson para el dimensionamiento del desborde, debido a que dicha metodología es la utilizada por el modelo actual.
- Se adopta la misma arquitectura de Central de Conmutación utilizada en el modelo MCRF v2.0, dado que es la única forma de relacionar los costos de inversión y operación del nuevo módulo de interconexión con la arquitectura de componentes, subcomponentes y líneas de insumo ya definidas.

La propuesta de una herramienta modificada pretende, adicionalmente:

- Dejar intacta la herramienta actual, con el fin de no afectar el soporte y el mantenimiento por parte del proveedor original de la herramienta, así como no entorpecer su utilización actual.
- Adecuar la interfaz de usuario de la herramienta a las nuevas funcionalidades.
- Mejorar el desempeño de la herramienta completa, uniendo los componentes cliente y servidor en un solo aplicativo, y prescindiendo de la capa middleware (capa media de la arquitectura de la herramienta), que como ya fue demostrado por la propia consultoría CINTEL-ECONOMICA en las utilidades de importación, no es indispensable para el funcionamiento de la herramienta, y por el contrario, hace excesivamente lenta su ejecución.
- Resolver algunos problemas encontrados actualmente en la herramienta, como son algunos botones de cerrado de ventanas que no funcionan, ayuda en línea no habilitada en algunas funcionalidades, entre otros.

## **2. Implementación de los módulos de distribución de costos al MCRF v2.0**

A continuación se presenta un breve resumen de la manera como se implementaron los módulos de distribución de costos desarrollados por CINTEL-ECONOMICA, dentro de la herramienta computacional HCMCRFIX.

Para el modelo de distribución de costos ponderados:

- Se crea una nueva opción en el menú principal para acceder a la funcionalidad de distribución de costos ponderados.
- Se eliminan tres hojas del libro de Excel que no son necesarias dado que al hacer la implementación dentro de la herramienta, los datos pueden ser sacados directamente de la base de datos, específicamente de las tablas InfoCA, InfoOPEX e InfoCX.
- Se crea una ventana correspondiente a la funcionalidad de la hoja de "jerarquía", en la que el usuario pueda indicar los elementos cuyo costo es exclusivo del servicio Local,

tanto para los costos de inversión como para los costos operacionales, así como los elementos cuyo costo es conjunto con el servicio de interconexión.

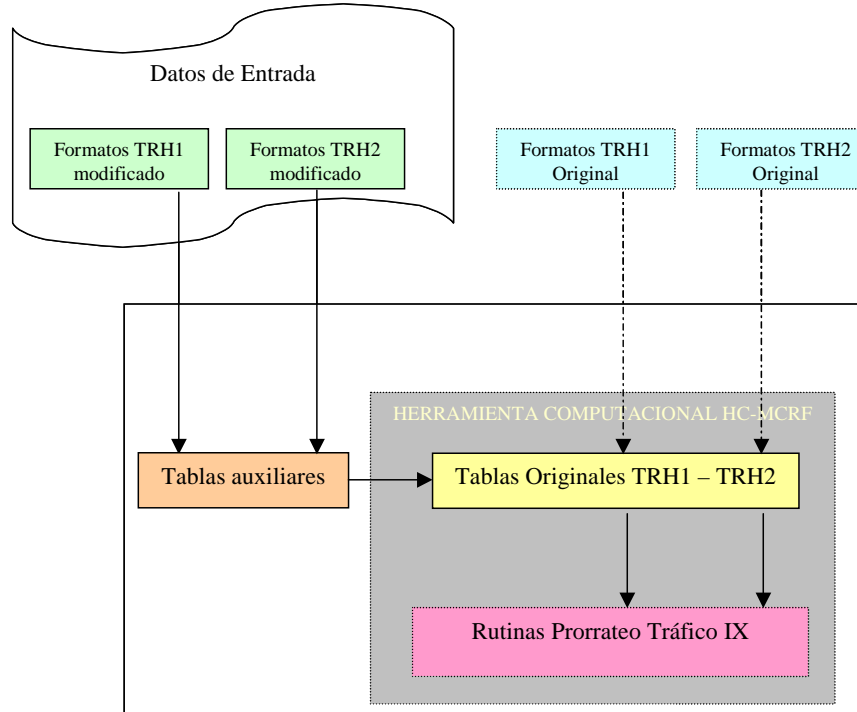
- Se crea una ventana de configuración de ponderadores para cada componente, que corresponda a la hoja "ponderadores" en el libro de Excel.
- Se crea una ventana de resultados correspondiente a la funcionalidad de la hoja "incrementales", que muestre los resultados en forma de tabla, tal como se hace actualmente en Excel.
- Se crea una ventana de resumen correspondiente a la funcionalidad de la hoja "incrementales", que muestre los resultados en forma de tabla, tal como se hace actualmente en Excel.

### **3. Reemplazo del tráfico de interconexión para prorrateo al interior de la red local**

Adicional a los procesos mencionados anteriormente, se reemplazó el tráfico de interconexión en las tablas de entrada de la herramienta para aplicar los nuevos datos disponibles en los cálculos llevados a cabo actualmente para tener en cuenta el aumento de capacidad al interior de la red debido al tráfico de interconexión. Dicho reemplazo se lleva a cabo utilizando tablas auxiliares que reciban los datos de los nuevos formatos y haciendo una consolidación de los datos de dichas tablas hacia las tablas originales de la herramienta, tal como se aprecia en el gráfico 3 del presente anexo.



**Gráfico 3: Reemplazo del tráfico de interconexión en el MCRF v2.0**



Fuente: Consultoría para la implementación del módulo de interconexión para el Modelo de Costos de Redes Fijas – MCRF v2.0

## ANEXO 4 – Formatos para el reporte de información por parte de los operadores

A los operadores de TPBCL se les solicitó información en los formatos que utiliza el MCRF v2.0, con algunas adiciones de campos, los cuales se describen a continuación. Se incluyen todos los campos originales para permitir la correcta realización de los cálculos que actualmente realiza el modelo en el caso del tráfico local.

**Cuadro 1. Formato TR-h1 HCMCRFIX**

TR-h1 HCMCRFIX VARIABLE	Tráfico DESCRIPCION	TIPO	TAMAÑO
idOperador	Código del Operador (ver Tabla No.1-Operadores, Anexo)	Numérico	4
idLocalidad	Codificación de la localidad del operador que reporta la información (ver Tabla No.2-Localidades, Anexo)	Numérico	5
idOperadorOrigen	Código del Operador que posee la central de origen. (ver Tabla No.1-Operadores, Anexo)	Numérico	4
idCentralOrigen	Código de la central de origen.	Alfanumérico	10
idLocalidadOrigen	Codificación de la localidad donde se ubica la central origen (ver Tabla No.2-Localidades, Anexo Word)	Numérico	5
idOperadorDestino	Código del Operador que posee la central de destino (ver Tabla No.1-Operadores, Anexo)	Numérico	4
idCentralDestino	Código de la central de destino.	Alfanumérico	10
idLocalidadDestino	Codificación de la localidad donde se ubica la central destino (ver Tabla No.2-Localidades, Anexo)	Numérico	5
Servicio	Valores posibles: IX = Interconexión, ISP = Internet. TPBCL = Telefonía Pública Básica Conmutada Local.	Alfanumérico	5
CantTráfico	Tráfico en erlangs, para las rutas de la red local Tipo de tráfico (L: Local-Local; LE: Local-Local Extendido; LD: Local-Larga Distania; MOVIL: Local-TMC,PCSyTrunking; ISP: Local-Internet)	Numérico	40
TipoTráfico		Alfanumérico	5
pico101	tráfico pico 1 en erlangs mes 1, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico201	tráfico pico 2 en erlangs mes 1, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico301	tráfico pico 3 en erlangs mes 1, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico401	tráfico pico 4 en erlangs mes 1, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico102	tráfico pico 1 en erlangs mes 2, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico202	tráfico pico 2 en erlangs mes 2, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico302	tráfico pico 3 en erlangs mes 2, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico402	tráfico pico 4 en erlangs mes 2, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico103	tráfico pico 1 en erlangs mes 3, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico203	tráfico pico 2 en erlangs mes 3, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico303	tráfico pico 3 en erlangs mes 3, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico403	tráfico pico 4 en erlangs mes 3, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico104	tráfico pico 1 en erlangs mes 4, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico204	tráfico pico 2 en erlangs mes 4, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico304	tráfico pico 3 en erlangs mes 4, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico404	tráfico pico 4 en erlangs mes 4, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico105	tráfico pico 1 en erlangs mes 5, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico205	tráfico pico 2 en erlangs mes 5, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico305	tráfico pico 3 en erlangs mes 5, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico405	tráfico pico 4 en erlangs mes 5, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico106	tráfico pico 1 en erlangs mes 6, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico206	tráfico pico 2 en erlangs mes 6, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico306	tráfico pico 3 en erlangs mes 6, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico406	tráfico pico 4 en erlangs mes 6, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico107	tráfico pico 1 en erlangs mes 7, para rutas de interconexión	Numérico	10.3

pico207	tráfico pico 2 en erlangs mes 7, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico307	tráfico pico 3 en erlangs mes 7, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico407	tráfico pico 4 en erlangs mes 7, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico108	tráfico pico 1 en erlangs mes 8, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico208	tráfico pico 2 en erlangs mes 8, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico308	tráfico pico 3 en erlangs mes 8, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico408	tráfico pico 4 en erlangs mes 8, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico109	tráfico pico 1 en erlangs mes 9, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico209	tráfico pico 2 en erlangs mes 9, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico309	tráfico pico 3 en erlangs mes 9, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico409	tráfico pico 4 en erlangs mes 9, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico110	tráfico pico 1 en erlangs mes 10, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico210	tráfico pico 2 en erlangs mes 10, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico310	tráfico pico 3 en erlangs mes 10, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico410	tráfico pico 4 en erlangs mes 10, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico111	tráfico pico 1 en erlangs mes 11, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico211	tráfico pico 2 en erlangs mes 11, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico311	tráfico pico 3 en erlangs mes 11, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico411	tráfico pico 4 en erlangs mes 11, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico112	tráfico pico 1 en erlangs mes 12, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico212	tráfico pico 2 en erlangs mes 12, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico312	tráfico pico 3 en erlangs mes 12, para rutas de interconexión	Numérico	10.3
pico412	tráfico pico 4 en erlangs mes 12, para rutas de interconexión	Numérico	10.3

Cuadro 2. Formato TR-h2 HCMCRFIX

TR-h2 HCMCRFIX VARIABLE	Enrutamiento DESCRIPCIÓN	TIPO	TAMAÑO
idOperador	Código del Operador (ver Tabla No.1-Operadores, Anexo)	Numérico	4
idLocalidad	Codificación de la localidad del operador que reporta la información (ver Tabla No.2-Localidades, Anexo)	Numérico	5
idOperadorOrigen	Código del Operador que posee la central de origen. (ver Tabla No.1-Operadores, Anexo)	Numérico	4
idCentralOrigen	Código de la central de origen.	Alfanumérico	10
idLocalidadOrigen	Codificación de la localidad donde se ubica la central origen (ver Tabla No.2-Localidades, Anexo)	Numérico	5
idOperadorDestino	Código del Operador que posee la central de destino (ver Tabla No.1-Operadores, Anexo)	Numérico	4
idCentralDestino	Código de la central de destino.	Alfanumérico	10
idLocalidadDestino	Codificación de la localidad donde se ubica la central destino (ver Tabla No.2-Localidades, Anexo)	Numérico	5
TipoRuta	Tipo de la ruta que se esta enviando (D, T, H o I)	Numérico	
Tipotráfico	Tipo de tráfico (L: Local-Local; LE: Local-Local Extendido; LD: Local-Larga Distancia; MOVIL: Local-TMC,PCSyTrunking; ISP: Local-Internet)	Alfanumérico	5
E1activos	Cantidad de enlaces E1 en funcionamiento (tráfico entrante y saliente)	Numérico	4
Trafmin01in	Cantidad de tráfico en minutos entrante mes 1	Numérico	10.3
Trafmin01out	Cantidad de tráfico en minutos saliente mes 1	Numérico	10.3
Trafmin02in	Cantidad de tráfico en minutos saliente mes 2	Numérico	10.3
Trafmin02out	Cantidad de tráfico en minutos saliente mes 2	Numérico	10.3
Trafmin03in	cantidad de tráfico en minutos entrante mes 3	Numérico	10.3
Trafmin03out	cantidad de tráfico en minutos saliente mes 3	Numérico	10.3
Trafmin04in	cantidad de tráfico en minutos entrante mes 4	Numérico	10.3
Trafmin04out	cantidad de tráfico en minutos saliente mes 4	Numérico	10.3
Trafmin05in	cantidad de tráfico en minutos entrante mes 5	Numérico	10.3
Trafmin05out	cantidad de tráfico en minutos saliente mes 5	Numérico	10.3
Trafmin06in	cantidad de tráfico en minutos entrante mes 6	Numérico	10.3
Trafmin06out	cantidad de tráfico en minutos saliente mes 6	Numérico	10.3
Trafmin07in	cantidad de tráfico en minutos entrante mes 7	Numérico	10.3
Trafmin07out	cantidad de tráfico en minutos saliente mes 7	Numérico	10.3
Trafmin08in	cantidad de tráfico en minutos entrante mes 8	Numérico	10.3
Trafmin08out	cantidad de tráfico en minutos saliente mes 8	Numérico	10.3
Trafmin09in	cantidad de tráfico en minutos entrante mes 9	Numérico	10.3
Trafmin09out	cantidad de tráfico en minutos saliente mes 9	Numérico	10.3
Trafmin10in	cantidad de tráfico en minutos entrante mes 10	Numérico	10.3
Trafmin10out	cantidad de tráfico en minutos saliente mes 10	Numérico	10.3
Trafmin11in	cantidad de tráfico en minutos entrante mes 11	Numérico	10.3
Trafmin11out	cantidad de tráfico en minutos saliente mes 11	Numérico	10.3
Trafmin12in	cantidad de tráfico en minutos entrante mes 12	Numérico	10.3
Trafmin12out	cantidad de tráfico en minutos saliente mes 12	Numérico	10.3

Cuadro 3. Formato AOM Ix-h1

AOM Ix-h1 Variable	AOM INTERCONEXION Descripción	Tipo	Tamaño
idOperador	Código del Operador (ver Tabla No.1-Operadores, Anexo Word)	Numérico	4
idLocalidad	Codificación de la localidad del operador que reporta la información (ver Tabla No.2-Localidades, Anexo Word)	Numérico	5
Mantenimiento y operación Conmutación Ix	Valor del costo anual del mantenimiento y operación de las centrales de conmutación, refiriéndose a los nodos de interconexión.	Numérico	40
Nómina Administrativa Ix	Valor del costo anual de la nomina administrativa que esta involucrada con la interconexión.	Numérico	40
Nómina Operativa Ix	Valor del costo anual de la nomina operativa asociada a la interconexión.	Numérico	40
Mantenimiento y operación Gestión Ix	Valor del costo anual del mantenimiento y operación de la gestión de las centrales de conmutación, refiriéndose a los nodos de interconexión	Numérico	40