

El backbone IP para los servicios telefónicos

Autores: Donato Fratianni, Sonia Lalli, Pasquale Lamberti, Alberto Maria Langellotti, Federico Tito Moretti, Paolo Scrimatore

Este texto es una versión traducida y editada del artículo “Il BackBone IP per i servizi telefonici” publicado en el *Notiziario Tecnico Telecom Italia*, Anno 13, n. 1, giugno 2004. La Redacción Técnica de esta publicación, a través del grupo de Asistencia Técnica de ETECSA, nos ha cedido los derechos para traducir y utilizar un grupo de artículos en la revista *Tono*. Se escogió este tema por su importancia actual en la Empresa.

Los últimos años se han caracterizado por un crecimiento sorprendente del tráfico de datos, debido a la clientela empresa presente en esta área de manera tradicional y, sobre todo, a los clientes residenciales que con Internet y la banda ancha se han adjudicado la mayor parte de los volúmenes de tráfico. El desarrollo de la banda ancha y de los servicios afines conllevará siempre al mayor crecimiento de banda en la red. Con este escenario surgen nuevas oportunidades para los operadores de telecomunicaciones, tanto desde el punto de vista del desarrollo del mercado y de los servicios, como de las infraestructuras de red que pueden ser optimizadas para transportar, de forma integrada, voz y datos y, por consiguiente, la reducción de los costos.

El proyecto *Backbone* Nacional —BBN— nace en este contexto con el objetivo de recoger los beneficios derivados de la utilización de recursos comunes para los servicios de voz y datos en un segmento de la red, un *backbone*, cuyas soluciones tecnológicas están maduras y son más fáciles de utilizar.

En este artículo se describen los principales motivos que condujeron a tomar las decisiones asumidas en materia de arquitectura y tecnología, las soluciones adoptadas en el ámbito de los equipos de red, las fases en las que se ha articulado el desarrollo de la plataforma de la red,

las reacciones de los operadores con esta decisión de Telecom Italia y sus iniciativas en el tema.

Introducción

Durante los años 1999 y 2000 fue anunciada la inminencia del **sobrepaso** del tráfico de datos en relación con el telefónico, y aunque la fecha del sobrepaso fue objeto de discusión y de numerosas actualizaciones, todos coincidían en el hecho: en poco tiempo los volúmenes de tráfico en la red darían un vuelco a favor de los datos, y el tráfico telefónico estaba destinado a disminuir su porcentaje en comparación con el de datos.

Este suceso ha generado nuevas oportunidades para los operadores, pues las redes de datos, necesarias para enfrentar los crecientes volúmenes de tráfico, podrían ponerse como un factor común con la de los servicios telefónicos, con las optimizaciones y beneficios de inversiones y costos.

El BBN sustituye la red de tránsito telefónico de Telecom Italia que comenzaba a mostrarse obsoleta. El cambio tecnológico no es debido tanto a la posibilidad de suministrar al cliente telefónico tradicional nuevos servicios —aunque constituye la premisa—, sino a la idea de recaudar los beneficios derivados de las sinergias en el transporte entre los servicios de datos y voz. La prueba de campo de la plataforma BBN ha exigido gran compromiso, que implica a las funciones empre-

sariales y a los constructores que han suministrado los nodos, precisamente porque ha sido una de las primeras implementaciones en el campo de las soluciones NGN —*Next Generation Network*—. Sin embargo, desde su completamiento este año, ha representado para Telecom Italia una solución de vanguardia que permitirá dejar en **casa** la recuperación de los costos que ha justificado su realización.

Objetivos y driver

La evolución del tráfico en la red del *backbone* voz y datos de Telecom Italia vio el sobrepaso del tráfico de datos durante el año 2002 (Figura 1) con el tráfico telefónico sustancialmente cons-

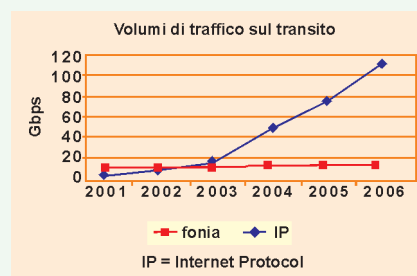


Figura 1 Evolución del tráfico telefónico y de datos en la red de Telecom Italia

tante por años y el de datos con un fuerte crecimiento.

Sobre esta base se decidió la realización de la plataforma BBN, para que el tráfico telefónico entre distritos se transporte en paquetes por el *Backbone* IP OPB —*Optical Packet Backbone*—.

Esta plataforma aprovecha las sinergias en el transporte, y permite obtener objetivos como la reducción Opex, la reducción Capex, la habilitación del desarrollo de servicios telefónicos IP (VoIP) y la interconexión con los de la red telefónica tradicional.

El primer objetivo es la consecuencia del empleo de una red integrada para voz y datos. La reducción del Opex es evidente al examinar la arquitectura de

tránsito de los SGT —*Stadio di Gruppo di Transito / Estado del Grupo de Tránsito*— (Figura 2) y la nueva del BBN (Figura 3).

La red telefónica organizada en 33 áreas *gateway*, estaba constituida por 66 nodos de tránsito SGT —dos nodos para cada una de las áreas—, todos los SGU —*Stadio di Gruppo Urbano / Estado del Grupo Urbano*— de un área *gateway* estaban conectados a ambos SGT por confiabilidad. Los SGT

estaban conectados a una red con tipología de malla completa —con pocas excepciones—.

Esta solución implicaba un elevadísimo número de enlaces entre los nodos de tránsito —2000 aproximadamente— y de flujos de transmisión —alrededor de 8000— con costos operativos considerables.

La plataforma BBN simplifica notablemente la arquitectura de red porque al compartir la red de transporte IP con los servicios de datos, se reducen los costos operativos.

El peso del tráfico telefónico en el *backbone* en el año 2004, representa el 23 % del total y como se reduce considerablemente devendrá el 10 % en el 2006, con tendencia al descenso en los próximos años. Desde el punto de vista de los Opex, esto significa que la cuota parte de los costos del *backbone* IP atribuibles al BBN, relevante sólo en los primeros años; después, el empleo de recursos del OPB y la cuota Opex resultan insignificantes.

El segundo objetivo de la red BBN está representado por la reducción de los Capex que son gastos anuales por la evolución de los servicios telefónicos, que conllevan al desarrollo no sólo de los SGU, sino también del nivel de tránsito, como la portabilidad del número

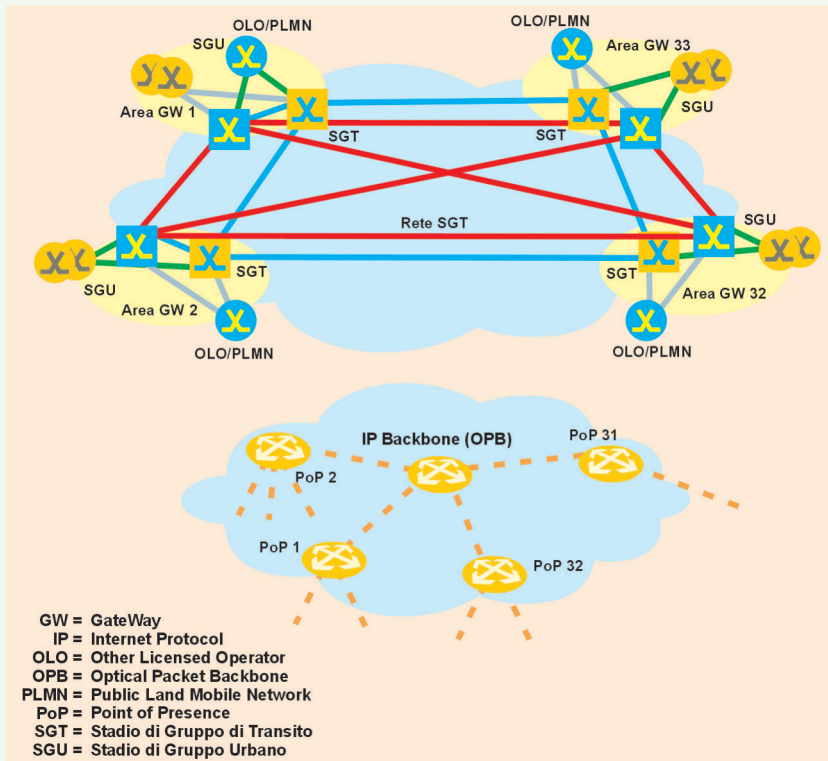


Figura 2 Arquitectura de la vieja red SGT

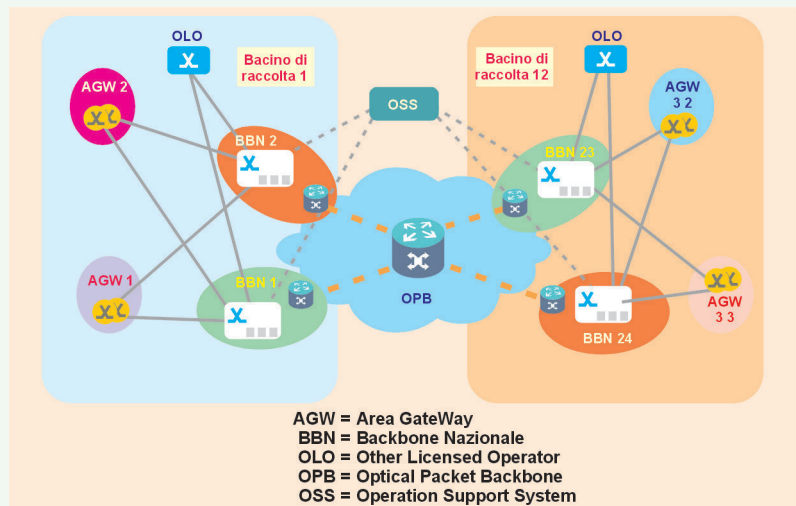


Figura 3 Arquitectura de la nueva red BBN

telefónico de red móvil MNP —*Mobile Number Portability*—. El progreso de estos servicios en la red SGT —realizada con tecnologías de tres proveedores: Italtel, Ericsson y Alcatel—, habría implicado una multiplicación de los Capex, a diferencia del BBN que por ser un sólo proveedor requiere un único desarrollo.

El último objetivo sólo por orden de presentación, pero de tanta importancia como los anteriores, se refiere al desarrollo de los servicios telefónicos VoIP generados por terminales IP o mediante *gateway* en sede cliente y la interconexión con la red telefónica tradicional, en este caso ocurren funcionalidades *gateway* que realizan el trabajo entre las dos redes.

El BBN no es indispensable con este fin, antes de que se implementara, los servicios de telefonía IP eran suministrados a las empresas con banda ancha, por ejemplo *Hyperway Multimedia*, con la posibilidad de llamadas hacia clientes conectados a la red telefónica tradicional —llamada *off net*— mediante *gateway* dedicados. Esta solución podría utilizarse también para los servicios VoIP pero no resultaría óptima, fundamentalmente en la fase inicial, como consecuencia de los bajos volúmenes de tráfico generados por el reducido número de clientes. El BBN, por el contrario, está presente en todo el territorio nacional y, por lo tanto, permite tener las funcionalidades *gateway* suficientemente distribuidas y optimizadas con el aumento del tráfico telefónico IP, y el tráfico de tránsito en la red PSTN/ISDN disminuye.

El empleo del BBN optimiza también los recursos de transmisión y de conmutación de la red telefónica, pues desde él se

alcanzan directamente los SGU, con el empleo mínimo de recursos para conectar a los clientes en las dos redes.

La arquitectura de la plataforma BBN

La arquitectura de la plataforma BBN se basa en 24 PoP —*Point of Presence*—, en 23 sedes, y está notablemente más concentrada con relación a la red de SGT, basada en 66 nodos.

Los 24 PoP son organizados en pares y constituyen 12 áreas de recogida. En la definición de las áreas de recogida han sido considerados los criterios técnicos administrativos: la doble conexión geográfica de los SGU, el mantenimiento de las actuales áreas de *gateway*, y el respeto de los límites administrativos de las estructuras operativas territoriales RO —*Regional Operation*—.

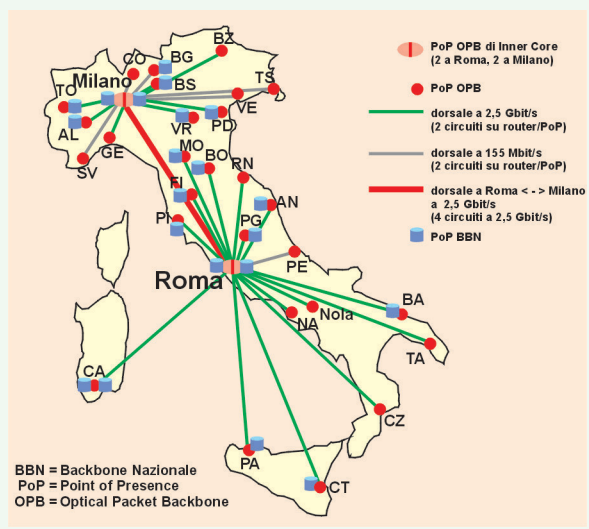
Para mantener el nivel de confiabilidad de la solución anterior, cada SGU es conectado a dos PoP BBN, ubicados en sedes diferentes —excepto Cagliari que hospeda dos PoP en la misma sede—. Los SGU que pertenecen a la misma área *gateway* son conectados al mismo par de PoP BBN, por lo que cada una de las áreas puede conectar una o más áreas *gateway* que permiten la actual repartición. Las áreas *gateway* conectadas al mismo par de PoP BBN pertenecen a la misma *Regional Operation*, con el propósito de facilitar la gestión técnico administrativa de la red.

El tráfico de distritos entre los SGU, que pertenecen al área genérica del BBN, es conmutado por circuito en el PoP BBN; mientras que el tráfico de distritos *long distance*, entre las áreas, se envía en paquetes desde los MG —*Media Gateway*— del PoP BBN y es transportado en el *backbone* IP.

Las sedes de los PoP BBN coinciden con las de la red IP del *backbone* OPB (Figura 4) que son sedes NTT-R —Nodos de Transmisión de Tránsito Regional— en los que convergen los anillos SDH de la red de transmisión regional y representan los puntos desde los cuales los SGU son alcanzables con el empleo de menos recursos de transmisión.

La plataforma BBN se beneficia por la sencillez de la arquitectura a doble estrella de la red OPB —centrada en 4 PoP de Roma a Milán—, cada PoP BBN es conectado a los *routers* del PoP OPB colocado, y estos, a su vez, son conectados a los centros estrellas. Otra ventaja que se deriva de esta arquitectura, en la que la red OPB se pone como factor común para el transporte de la telefonía y los datos, es que pueden utilizarse conexiones

Figura 4 Redes BBN Y OPB



IP de gran capacidad, con el empleo de sistemas de transmisión DWDM —*Dense Wavelength Division Multiplexing*— que reducen notablemente las inversiones y los costos unitarios.

La arquitectura de cada PoP BBN (Figura 5) está compuesta por un nodo Italtel iMSS 4040 que contiene las funcionalidades de control y de conmutación TDM, y de un nodo ATM Cisco MGX, que, a su vez, contiene las funcionalidades de *media gateway* para la conversión TDM-IP. Los ADM —*Add Drop Multiplexer*— forman parte también del PoP BBN para la demultiplexación / multiplexación de los flujos STM-1 (155 Mbit/s) en flujos E1 (2 Mbit/s) y un par de *Switch Ethernet Cisco* 6509 para la red local entre el nodo iMSS 4040 y la MGX. La conexión al *backbone* IP del nodo BBN se realiza a través de conexiones del tipo ATM STM-1 para los *media gateway* y de tipo GbE para la visibilidad de las partes de control y señalización del nodo.

Un flujo TDM genérico de un canal a 64 Kbit/s se convierte en paquete IP desde MG, es enviado al interior en una conexión ATM, hacia uno de los dos *Gigarouter* de OPB y, al final, es encaminado estáticamente en uno de los dos túneles MPLS-TE, hacia los GSR del PoP BBN de destino.

La doble conexión en los PoP y el par de túneles configurados permiten una elevada confiabilidad del servicio solicitado al *backbone* OPB.

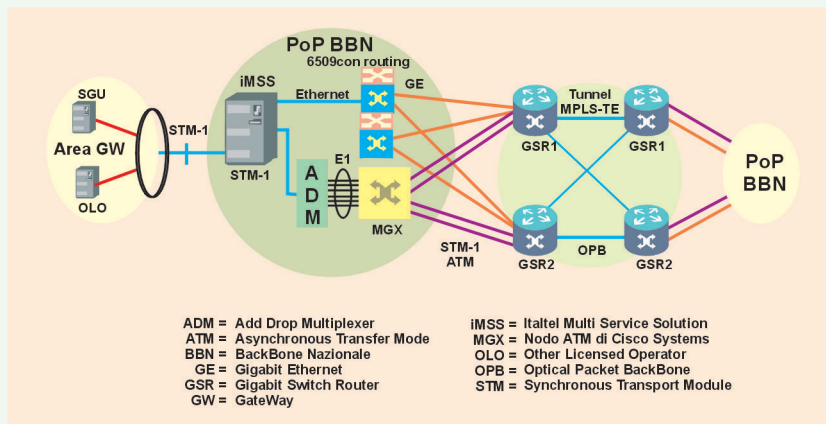


Figura 5 Arquitectura e interconexión del POP BBN

El control de la plataforma BBN se realiza por el iMSS, que desarrolla las funciones de *Softswitch* (SSW) de clase 4 para el control de los componentes TDM y de MGC —*Media Gateway Controller*— para el control de los recursos del *Media Gateway*. La MGC se vincula mediante una interfase al SSW para dialogar con el MG remoto y se dispone a dirigir la asignación, la modificación y la entrega de los recursos necesarios, por ejemplo, los puertos en MG cuando realizan el mapa entre los recursos lógicos y físicos. El MGC utiliza el protocolo MGCP —*Media Gateway Control Protocol*— para el control de los recursos del MG local, mientras que el flujo informativo media se establece *end to end* a través del protocolo ISUP-IVS —*ISUP Inter Virtual Switch*— entre los iSSW implicados en la instauración / entrega de la sesión.

Funciones de los Media Gateway y la calidad del servicio

Funciones de los Media Gateway

El *Media Gateway* realiza la función de adaptación / conversión del formato de los flujos informativos (media) entre la red IP de transporte

(OPB) y la red de conmutación de circuito PSTN/ISDN. Y además completa los circuitos de la red PSTN/ISDN —enlace a 64 kbit/s— y los flujos de datos de la red IP adaptando / codificando entre las dos redes los flujos informativos que ofrecen un servicio bidireccional —*full duplex*—.

La función del *Media Gateway* se realiza en el BBN al interior del equipo Cisco MGX 8250, por el elemento VISM —*Voice Interworking Service Module*— que, a su vez, desempeña las siguientes funciones:

1. Soporta diferentes tipos de CODEC, en el BBN los códigos usados son la G.711 *A law* (64 Kbit/s) y G.729A (8 Kbit/s).

2. Realiza el *up speed* automático desde G.729A a G.711/*clear chanel* en el caso de llamada de fax, módem ó 64 Kbit/s *unrestricted*.

3. Activa de manera automática los canceladores de eco y el reconocimiento / generación de tonos DTMF.

4. Implementa los protocolos RTP —*Real Time Protocol*— y UDP —*User Datagram Protocol*— para la construcción de los paquetes IP-voz y el nivel de adaptación AAL5 —*ATM Adaptation Layer 5*— para el relativo encapsulamiento de los paquetes IP en celdas ATM.

5. Programa el campo ToS —*Type of Service*— del paquete de voz con el valor correspondiente a la máxima prioridad (ToS = 5).

6. Implementa algoritmos para el de *jittering* de los flujos de voz

7. Gestiona la VAD —*Voice Activity Detection*— y el CNG —*Confort Noise Generation*— con umbrales variables —esa función no se usa en el BBN—.

El elemento VISM del MG Cisco MGX 8250 convierte la voz desde TDM en paquetes, mediante los siguientes pasajes que se muestran en las figuras 6 y 7:

- ♦ formar los paquetes con el protocolo RTP

- ♦ encapsularlos en el paquete UDP
- ♦ insertar el paquete UDP en el protocolo IP
- ♦ convertir el paquete IP en celdas ATM con AAL5 para la transmisión al GSR.

Calidad del servicio de telefonía

El transporte del servicio de telefonía en la red OPB ha arrojado la definición de los requisitos de calidad de servicios (QoS), tanto para el MG como para la red OPB.

Para la QoS, en el sentido de la disponibilidad del servicio de telefonía, se ha seleccionado el modelo ETSI TIPPHON como referencia, relacionado con las prestaciones del nivel de transporte publicado.

de medida del tipo subjetivo, basado en pruebas de escucha.

Calidad de la conversación

El concepto de calidad de la conversación es más amplio que el de calidad de la voz. La calidad de la voz, el retraso que reduce la interactividad de la conversación, el eco que representa un factor de interferencia relacionado con la bidireccional de las conversaciones —una persona que está hablando

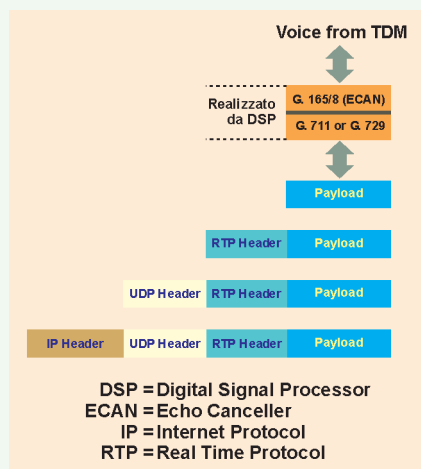


Figura 6 Proceso de empaquetamiento de la voz

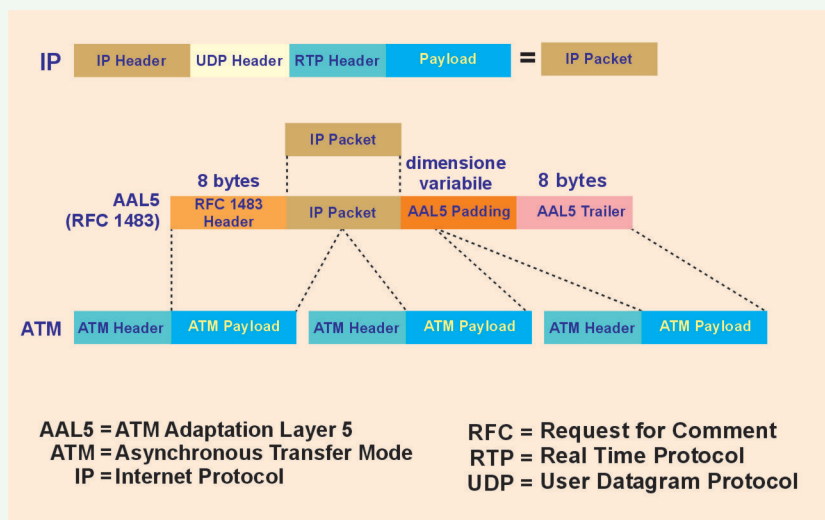


Figura 7 Proceso de encapsulamiento del paquete IP en celda ATM

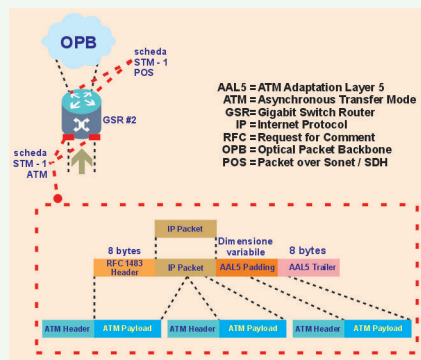


Figura 8 Proceso de encapsulamiento de la red ATM

La calidad del servicio de telefonía está determinada por la calidad de la telefonía —integrada a su vez por tres factores: calidad de la voz, de la conversación y de las señales no vocales—, la calidad de la señalización y la calidad de los servicios.

Calidad de la voz

Calidad de la voz es la calidad de la señal vocal en una óptica monodireccional, sin tener en cuenta los retrasos. Para comprender mejor esta definición se alude, por ejemplo, a una señal vocal grabada en un soporte digital: la calidad de la voz puede ser elevada si también se escucha con algunos días de distancia. Los factores que contribuyen a la reducción de la calidad de la voz son la codificación y compresión de la señal vocal, la supresión del silencio, la pérdida de paquetes, y los fenómenos de *jitter*.

El parámetro considerado con el propósito de evaluar la calidad de la voz es el MOS —*Mean Opinion Score*— relacionado con un método

es simultáneamente una persona que escucha—; influyen en la reducción de la calidad de la conversación.

El retraso y el eco son monitoreados respectivamente mediante los parámetros *one way* y *round trip delay*, y TELR y T eco. En función del MOS y del retraso *one way* son individualizados tres tipos de servicios, como se muestra en la tabla 1, que deben ser entendidos al servicio *end to end*.

Cuando se produce una degradación de la QoS, para la que no se respeta el requisito clase aceptable, se declara el servicio telefónico no disponible.

Este concepto de disponibilidad del servicio telefónico conduce a la definición de una función de SA —*Service Availability*— propuesta en el ámbito internacional desde

Telecom Italia y publicada en la ETSI TS 102 024-12 V4 (2003-11), coherentemente con lo especificado en ITU-T Recommendation 1.380 (Y.1540) (Ver Bibliografía).

La calidad de la conversación puede estar condicionada a nivel de MG y de la red de transporte OPB.

El retraso *one way, end to end (delay)*; la variación del retraso (*jitter*); la pérdida de los paquetes (*packet loss*), son los factores condicionados en el plan de transporte.

Por su parte el Codec, el tiempo de empaquetamiento, el *buffer* del *dejitter*, y el VAD —*Voice Activity Detection*— son los relevantes para la calidad de la conversación, a nivel de MG.

Estos parámetros son configurables en VISM y constituyen un elemento importante en la definición de la QoS *end to end*. Además, el valor que asume el retraso *end to end —one way delay—* puede depender del retraso de la codificación, el retraso de la serie, el retraso del *buffer* / paquetes, la compensación del *jitter (dejittering)* y la decodificación, y el encaminamiento en red —debido al retraso de propagación, retraso de los encaminadores, la longitud del link de transmisión y el número del encaminador atravesado—.

Calidad de las señales no vocales

En las redes telefónicas, las conexiones no se limitan sólo al transporte de la voz, por ejemplo, en los tonos DTMF y en las comunicaciones fax y módem que utilizan protocolos de señalización en banda telefónica. Una red basada en tecnología IP debe garantizar que estas señales, para algunos aspectos aún muy delicados de la voz, sean transportadas sin alteraciones. En los *Media Gateway* se encuentran dispositivos que están en grado de reconocerlas para ejecutar los mecanismos necesarios.

Las señales no vocales se dividen en DTMF y señales fax / módem. Para evaluar el transporte adecuado deben medirse la frecuencia, atenuación y duración (DTMF), y el BER —*Bit Error Rate*—, *throughput* y SNR —*Signal Noise Ratio*—, fax y módem.

Calidad de la señalización

La calidad de la señalización está determinada por la velocidad de propagación de los mensajes de señalización en la red y el tiempo de caída e instauración de las conexiones entre dos terminales. En el BBN estos dos factores dependen de la capacidad de elaboración de los PoP y del transporte de la señalización.

Los usuarios perciben la calidad de la señalización y debe ser controlada en la red.

Clase	MOS	Ritardo one - way (ms)
High	> 4,2	< 100
Medium	> 3,6	< 150
Acceptable	> 2,6	< 400

Tabla 1 Clasificación de servicio de voz en función de MOS

Calidad de los servicios

La calidad de los servicios de un sistema de conmutación se evalúa sobre la base de la capacidad de la ingeniería que es el tráfico máximo, en términos de BHC —*Busy Hour Call*— equilibrados, que el sistema logra gestionar con pérdidas inferiores a los 10^{-4} ; y la estabilidad, es decir, un sistema se define estable cuando está listo para agilizar correctamente un tráfico nominal balanceado prolongado en un largo período.

Este aspecto en el BBN resulta delicado, pues son necesarias las prestaciones de una red *Carrier*

Class en cada una de las condiciones de cargas.

Descripción del nodo

Cada uno de los nodos BBN combinan funciones de conmutación y control, que garantizan la compatibilidad con los SGU de Telecom Italia, los OLO —*Other Licensed Operator*— interconectados, los nodos de RI —Red Inteligente— con los nodos de servicios y los sistemas de gestión. El PoP BBN está constituido por cuatro elementos esenciales, siempre presentes, que caracterizan la arquitectura: sistemas iMSS 4040 —sistemas que integran funciones TDM y de *Media Gateway Controller*—; MGX 8250 equipado con las tarjetas VISM; ADM para la de multiplexación / multiplexación de los flujos STM-1 en E1; una pareja de *Ethernet Switch Catalyst 6509* para la realización de la infraestructura de red local entre los módulos del sistema iMSS 4040 y para la señalización MGCP entre OPM —*Optical Peripheral Module*— y tarjetas VISM.

iMSS 4040 es un sistema modular constituido por elementos básicos como el módulo de conmutación por circuitos OPM de 8000 circuitos equivalentes a 64 Kbit/s, el módulo de conmutación por circuitos ISM —*Interconnection and Switching Matrix*—, el módulo de operación y mantenimiento OMS —*Operation and Maintenance Server*—.

En el interior del nodo iMSS 4040 las funcionalidades del *Virtual Switch* están constituidas por los módulos OPM que pueden operar como unidades distribuidas desde un mismo nodo, comparten el plan de encaminamiento y las reglas para la documentación de las llamadas, hacen que el nodo, en su conjunto, sea equivalente a una central con un *Point Code* —o más

PCs distribuidas en más niveles de la red—, y pueden ser distribuidas en uno o más PoP.

La configuración del BBN es *Multi Virtual Switch*, es decir, cada uno de los PoP resulta ser un simple SSW con un *Point Code* propio —como mínimo— con los objetivos de la red de señalización CCS7 —*Common Channel Signaling No.7*— y un elemento de gestión OMS. Esto implica que el MG controlado es siempre local al OPM que cumple la función de MGC.

Una representación de la plataforma BBN, que evidencia diferentes topologías de llamadas, los bloques lógicos, los recorridos y los dominios interesados se muestra en la figura 9.

Módulo óptico periférico

Los OPM —*Optical Peripheral Module*— desarrollan en la plataforma iMSS 4040 el papel de módulo telefónico TDM superior y pone a disposición la terminación de los enlaces numéricos en interfaces SDH, la conmutación de las llamadas que se reducen en el dominio TDM, y la conmutación de las llamadas hacia los MG controlados que asume el papel de *Media Gateway Controller*.

La funcionalidad de *Media Gateway Controller*, integrada con el *Call Handling*, habilita el OPM para el tratamiento de llamadas TDM-IP e IP-TDM. La funcionalidad MGC está basada en la utilización del protocolo MGCP definido por el IETF en la RFC 2705.

El OPM dispone de una interfase de línea SDH del tipo STM-1 a 155 Mbit/s para el transporte de los tributarios plesincronos PCM a 2 Mbit/s —cada uno de los flujos STM-1 transporta hasta 63— en general 8000 canales a 64 Kbit/s. El OPM puede hospedar hasta 5 interfaces STM-1, de las cuales una está en redundancia cálida. Para la conexión hacia los MG

que, por el contrario, disponen de interfases a 2 Mbit/s, es necesario un ADM para extraer los flujos a 2 Mbit/s transportados en STM-1, a conectar a las VISM del nodo MGX.

Desde el punto de vista constructivo y de instalación, los módulos OPM se realizan en un *shelf* asignado a bastidores denominados BCA —*Basic Cabinet*— en un bastidor son provistos hasta de 4 OPM.

La red de comunicación interna a la plataforma iMSS está basada en LAN *Ethernet*, el OPM dispone de 2 interfaces *Ethernet* a 10 Mbit/s redundantes, utilizados esencialmente para cumplir los siguientes objetivos:

- ◆ Comunicación entre los OPM
- ◆ Comunicación entre los OPM y OMS
- ◆ Comunicación entre los OPM y MG

Están, además, disponibles interfaces para alarmas externas y para la recepción de señales de sincronismo. El OPM dialoga con el mundo telefónico mediante dos tipos de señalización entre los 24 nodos iMSS. Esta última, denominada ISUP IVS, es enriquecida por las informaciones para la construcción de la conexión en el segmento IP de la red y es

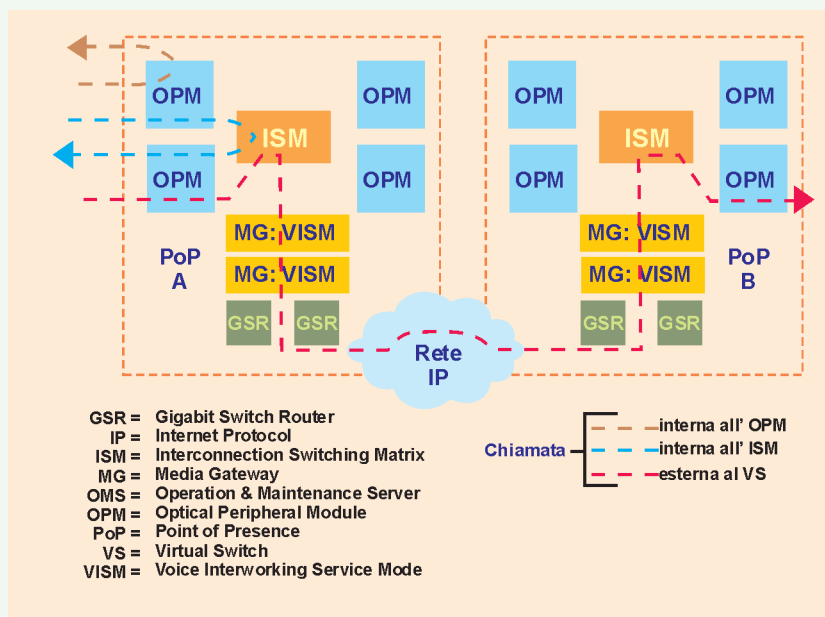


Figura 9 Escenarios de las llamadas

intercambiada entre los nodos iMSS mediante los STP —*Signaling Transfer Point*— de la red CCS7 de Telecom Italia.

La propuesta seguida ha sido la de llevar la voz en la red IP que mantiene, sin embargo, la señalización y el transporte de las informaciones necesarias para el control de las llamadas en la infraestructura TDM.

Entre los servicios CCS7 disponibles por OPM se evidencia el de *Multi Point Code*; con estas prestaciones un nodo BBN puede presentarse hacia diferentes destinos con *Point Code* diferentes, como nodos diferentes.

El OPM suministra las prestaciones necesarias para el tratamiento de las llamadas, más las citadas sobre la señalización. A continuación son descritas las del encaminamiento, documentación y acceso a los nodos de red inteligente:

El encaminamiento de las llamadas es una de las prestaciones mayormente influenciadas por la necesidad de encaminar llamadas en escenarios mixtos TDM-IP y viceversa.

El objeto lógico típico del encaminamiento TDM es un “haz de enlaces”, que está constituido por un conjunto de enlaces a 64 Kbit/s —canales DSO— bien identificados, caracterizados por un identificador unívoco por el tipo de señalización y de la dirección del tráfico —entrante, saliente, bidireccional—.

El “haz de enlaces” así como se ha referido anteriormente al BBN, no es más que el único objeto lógico de referencia en los árboles de análisis en el que se basa el encaminamiento, aparece de hecho un nuevo objeto: el “haz virtual”. El “haz virtual” representa el *end point* de los MG utilizados llamada por llamada para instaurar la conectividad IP entre dos *Virtual Switch* de la red.

En la lógica del encaminamiento de cada una de las llamadas con el “haz virtual” el recurso distribuido es de tipo lógico CIC —*Call Instant Code*— y no directamente el único canal físico DSO.

Los servicios de documentación suministrados por OPM, en una plataforma de tipo *Class 4*, son los utilizados con el propósito de la facturación del tráfico en las relaciones entre los operadores interconectados, o bien para las llamadas que prevén el acceso a los servicios de RI.

El OPM está en grado de acceder a los servicios de RI mediante el

protocolo estándar de Telecom Italia ASE-RI, el cual garantiza la *legacy* con los servicios de red como la *Number Portability*.

Recientemente la plataforma iMSS 4040 ha sido también empleada para la realización de la presentación MNP —*Mobile Number Portability*— en la modalidad *direct routing* que prevé el acceso a la base de datos centralizada GMPS —*Gateway Mobile Portability Solver*— mediante protocolo del tipo MAP —*Mobile Application Part*—. Este protocolo está disponible en la red de Telecom Italia sólo a nivel de tránsito; en el BBN constituye una peculiaridad adjunta de las prestaciones de señalización de OPM.

Interconnection Switching Matrix (ISM)

El módulo ISM constituye una red de conmutación para la comunicación inter OPM y está presente en los PoP del BBN, y están formados por más de un OPM.

La red ISM permite, mediante la matriz de conmutación, la interconexión TDM entre más módulos OPM —máximo 32—, realiza la distribución de la sincronización entre los módulos constituyentes del PoP y está compuesta por las topologías de subsistemas CSI —*Circuit Switching Interconnection*— y STI —*Synchronization and Timing Interconnection*—.

El módulo CSI está constituido por 4 elementos de interconexión que cada uno conforma una matriz de conmutación *narrowband* por 16000x 16000 *time slot* de 64 Kbit/s. De este modo la capacidad total del CSI es equivalente a 64000x 64000 *time slot*.

La red ISM puede hospedar hasta 4 módulos CSI que constituyen una matriz de conmutación extensible hasta 256000 *time slot*, equipa 2 ó 4 módulos CSI y es

posible realizar un *Virtual Switch* respectivamente por 16 ó 32 OPM.

La red ISM suministra, mediante el subsistema STI, la generación y la distribución de las señales de sincronización interna a los módulos que constituyen el PoP del BBN. Este subsistema está formado por dos tarjetas que suministran una señal de sincronismo de precisión; y puede ser sincronizado por una señal de referencia externa —hoy se prevé la utilización de señales tomadas por SASE (*Stand Alone Synchronization Equipment*)— un elemento externo de sincronización en grado de suministrar señales conforme a la recomendación G703.13.

Las funcionalidades de ISM son intrínsecamente redundantes.

Operation and Maintenance Server (OMS)

El OMS es una unidad centralizada para los PoP BBN y suministra todas las funcionalidades de elaboración y memorización relacionadas con el funcionamiento y el mantenimiento. Las funciones suministradas se sintetizan en interfaz con operadores locales, interfaz con el sistema de gestión superior MSEM —*Multi Service Network Element Manager*—, gestión fecha-hora, carga de los MCP —*Module Control Processor*— y de las tarjetas periféricas, funciones de ejecución —recogida de los datos de *accounting* y medidas de tráfico—, actividad de mantenimiento —alarmas, controles, diagnósticos e iniciación—, recarga de nuevas versiones de software, y copia diaria automática de la base de datos.

La comunicación entre los OMS y los módulos OPM está basada en un protocolo TCP/IP —*Transport Control Protocol / IP*— y utiliza una infraestructura LAN prevista en cada uno de los PoP. El OMS constituye el punto de acceso para la gestión del MSEM del *Virtual Switch*.

Con relación a las características *Carrier Grade*, la arquitectura OMS está completamente rebosada y los datos valiosos son protegidos mediante la duplicación física y lógica de los discos duros y de las áreas de memoria destinadas para contenerlos.

Ethernet Switch Catalyst 6509

El *Catalyst 6509*, utilizado en los PoP del BBN, está dotado de funciones de nivel 3, o sea, de encaminamiento IP. La presencia de una funcionalidad de encaminamiento en el interior de la red local entre los módulos del sistema iMSS es necesaria por dos motivos: el primero está relacionado con una peculiaridad de la central iMSS, cuyos módulos periódicamente ejecutan pruebas para el correcto funcionamiento de sus puertos de red a través de la verificación de accesibilidad del encaminador; el segundo, más general, está vinculado con el funcionamiento de las redes basadas en el *stack* protocolar TCP/IP en el momento en el que un paquete IP, generado por un nodo de otra red, tiene como destino un nodo de otra red y es necesario que transite a través de un encaminador.

Los nodos del sistema iMSS son los *Media Gateway Controller* (OPM), los *Media Gateway* —tarjetas VISM—, el OMS y los *Element Manager*. Además la función de encaminamiento es necesaria para vincular mediante una interfaz la red de servicio de Telecom Italia (Dacon) para el tráfico O y M —Operación y Mantenimiento— desde y hacia MSEM.

MGX 8250

Para interconectar los PoP que utiliza la red IP para el servicio de voz, está presente en cada sitio del BBN el Sistema Cisco MGX 8250, equipado con la tarjeta VISM que cumple las funciones de *Media Gateway*.

El sistema está compuesto por los módulos *Processor Switch Module* PXM1 (1+ 1 módulos) que provee las funciones de control del sistema, suministra las funciones de *switch* ATM con capacidades de 1,2 Gbit/s y dispone de una interfase ATM a un alto *throughput* hacia los encaminadores del *backbone* IP, y *Service Module* (SM), máximo 24 que suministran las funciones solicitadas por las diferentes interfases que el sistema soporta.

El MGX 8250 puede hospedar hasta 24 SM constituidos por tarjetas VISM que implementan las funciones de MG descritas con anterioridad. Cada tarjeta VISM está conectada a 8 interfases E1 a un módulo OPM de un PoP que, en calidad de MGC, la controla. La conexión tiene lugar mediante un ADM que vincula, a través de una interfaz, el puerto STM-1 disponible en OPM con las E1 presentes en las tarjetas VISM.

Dimensionamiento y metodologías de la variación del tráfico

Aquí se describen los criterios de dimensionamiento de la red BBN en los diferentes componentes estructurales y las metodologías actuales para la transferencia del tráfico telefónico de la red TDM a la de IP.

Dimensionamiento del tráfico del BBN y pronósticos

El dimensionamiento de la red BBN, en relación con sus componentes de estructura, ha sido efectuado sobre la base de la individualización y valorización de los flujos de tráfico que le interesan a la red. La primera actividad de análisis del tráfico ha sido desarrollada en función de las diferentes estructuras de la plataforma BBN vinculada con la de los SGT. El paso de 33 áreas *gateway* a 12 áreas BBN conforma la reducción de tráfico ínter PoP que fluía en la red nacional de la SGT. Viceversa, el tráfico de la relación entre las diferentes áreas *gateway*, y que pertenecen a áreas BBN diferentes se convierte en IP del nodo BBN origen y ofrecido a la red OPB.

El dimensionamiento de la red se ha efectuado con la utilización de metodologías consolidadas en Telecom Italia sobre la base de la serie histórica de la medida “*erlang – métrica*” y de las previsiones del tráfico transportado por completamiento de la migración en el 2004.

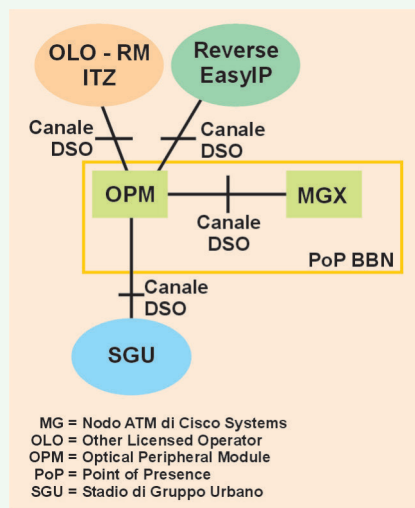


Figura 10 Cantidad de canales DSO dimensionados en el POP BBN

El dimensionamiento de los PoP BBN ha sido subdividido en función de las diferentes tipologías de interfases internas y externas de cada PoP (Figura 10). Los canales están dimensionados por separado a 64 Kbit/s (DS0) relacionados con SGU-PoP BBN, PoP BBN —redes de otros operadores interconectados (OLO de red fija, OLO móviles, internacional)—, PoP BBN para el tráfico *dial up* para el acceso a Internet terminado en numeración OLO (*reverse*) y su numeración Telecom Italia (E@sy.IP), OPM-MGX —internas al nodo—.

Los criterios de dimensionamiento utilizados en la fase de planificación para cada una de las tipologías de interfases son link

SGU-BBN dimensionados con rendimiento del haz par equivalente a un 85 %, link OPM-MGX —*End Point*— dimensionados con un rendimiento igual a 85%, link MGX-GSR con la codificación G.729 A, y banda IP de la red OPB evaluada a 30 Kbit/s para canales OPM-MGX.

Las cantidades dimensionales obtenidas en la fase de planificación han sido sucesivamente utilizadas como entradas a los procesos de instalación. Los recursos OPM-MGX dimensionados para el tráfico de punta de cada una de las relaciones —*End Point* internos del nodo— son gestionados en “*pool*” para las relaciones de tráfico que le interesan a todos mediante las prestaciones CIC virtuales —*Call Instante Code*— introducidas con la nueva tecnología iMSS en los PoP BBN.

Con estas prestaciones es posible tramitar alrededor del 30% de tráfico extra para una específica relación cuando estén aún disponibles en los *End Point*. Esta situación se presenta cuando el tráfico de otras relaciones correspondientes al nodo es inferior a las condiciones nominales en ausencia de picos de tráfico de manera contemporánea.

En la aplicación de las metodologías de dimensionamiento, las tipologías de tráfico de interés han sido individualizadas para cada uno de los segmentos de la red. Los datos de previsión del tráfico han sido agregados / eliminados por la tipología a través de un proceso de “composición” de los flujos generales sobre diferentes segmentos de red.

Desarrollo de la red BBN: las metodologías de variación del tráfico

La planificación y el dimensionamiento de la red BBN han constituido actividades complejas y articuladas, propedéuticas a las

sucesivas fases de construcción de la red y su desarrollo.

La necesidad de asegurar la continuidad del servicio, mantener en las fases de migración los elevados estándares de confiabilidad para el transporte del tráfico y contener los costos operativos, requiere de la individualización de la estrategia adecuada de migración, integrada con las actividades de desarrollo dimensional de la red BBN. En primer lugar, ha sido definida la segmentación de las principales topologías de tráfico a migrar en la red BBN, que son de orden temporal.

Fase 1: fijo-fijo entre distritos de Telecom Italia

Fase 2: fijo-móvil y móvil-fijo transportado e intercambiado en la interconexión con los OLO móviles

Fase 3: fijo-fijo transportado e intercambiado con los OLO de la red fija

Para la fase 1 ha sido definida una estrategia de encaminamiento selectivo del tráfico entre distritos SGU-PoP BBN, que consiste en la realización de una red mínima de conexión de los SGU en los nodos BBN —dos flujos desde cada uno de los SGU— y de los relativos cables entre SGT y PoP BBN —el tráfico entre distritos es transportado vía IP en la red SGT—. De forma progresiva migra en el PoP BBN el tráfico entre distritos intra-PoP conmutado en TDM con el incremento de la consistencia de los vínculos SGU-PoP y, sucesivamente, el tráfico fijo-fijo entre distritos de larga distancia entre las diferentes áreas del BBN. El encaminamiento selectivo de este tráfico en el PoP BBN es realizado a nivel del SGU con modificaciones en las configuraciones de los encaminamientos, en función del avance de la actividad. La modificación de los encaminamientos está predispuesta de manera preventiva en los SGU involucrados. La migración progresiva del

tráfico en el BBN está desarrollada con el soporte de análisis suministrado por NTM —*Network Traffic Management*— a través del monitoreo del tráfico que fluye en los link SGU-PoP BBN y en los cables; permite recuperar en los link SGU-SGT y sobre la red SGT-SGT.

En las sucesivas fases 2 y 3, que utilizan la misma estrategia de *deployment* para el incremento dimensional de las fases SGU-BBN, migran a los PoP BBN las conexiones de los link hacia una red internacional, hasta la completa migración del tráfico en la red BBN y al cierre de las SGT.

Desarrollo del BBN: el plan de migración

Las actividades de traspaso del tráfico en la red BBN se han realizado en los siguientes plazos: Agosto de 2002: primer traspaso del tráfico entre distritos fijo-fijo de Telecom Italia entre las áreas de Roma y Milán (fase 1).

Septiembre de 2003: puesta en marcha el traspaso del tráfico e interconexión con OLO móviles (fase 2).

Octubre de 2003: completamiento del traspaso del tráfico fijo-fijo entre distritos Telecom Italia entre las 12 áreas de la BBN (culmina la fase 1).

Noviembre de 2003: puesta en marcha del tráfico e interconexión con OLO fijos (fase 3).

Diciembre de 2003: completamiento de la implementación de la prestación de *Mobile Number Portability* solicitado por *Authority* para la resolución de los números móviles puestos.

Febrero de 2004: completamiento de la fase 2 y radiación de los primeros 4 SGT.

Agosto de 2004: se concluyó la fase 3 y la radiación completa de la red SGT.

Las actividades desarrolladas a finales de 2003 y que se prevé completar en agosto de 2004, son

realizadas con el objetivo de acelerar el proceso de radiación de los SGT para reducir progresivamente el costo de ejecución y mantenimiento de las instalaciones.

Migración del tráfico entre distritos fijo-fijo Telecom Italia

El plan de desarrollo de la plataforma BBN ha estado precedido por una intensa actividad de planificación que ha obtenido como resultados, primero, la definición del plan de realización de los flujos SGU-BBN incrementados en el 2003 para cada una de las instalaciones SGU de las 12 áreas BBN, programado mensualmente —para la fase 1— con el objetivo de limitar los picos concentrados en algunos meses del período; y, segundo, la definición del escenario de migración de las relaciones de tráfico fijo-fijo entre distritos de Telecom Italia entre áreas BBN coherente con el plan.

Para cada instalación SGU y para las áreas BBN ha sido definido el plan de ejecución mensual de los flujos SGU-BBN incrementados, en función del dimensionamiento de referencia. Con este propósito ha sido implementada una herramienta automática, de ayuda para la definición del plan, que ha producido la cantidad a realizar, sobre la base de los requisitos trazados para el plan de desarrollo.

Para cada uno de los meses, el instrumento adquiere como entrada la cantidad SGU-BBN para todas las áreas relativas en el mes anterior, calculado según lo definido por el plan. En el mes examinado, le permite al planificador verificar, en cada una de las áreas, las realizaciones de tráfico intra e inter área del BBN que pueden migrar a la nueva red, en función de las coexistencias SGU-BBN de los pares de áreas interesadas, realizado en el mes anterior.

La definición del desarrollo ha sido realizada con la obtención del balance de la carga operativa mensual en las áreas BBN, en términos de número de relaciones migradas, de modo compatible con los tiempos de disponibilidad de los nodos BBN y el término temporal de la migración.

La migración progresiva y repetida de flujos de tráfico entre las plataformas SGT y la BBN ha sido efectuada de modo que garantice el correcto dimensionamiento de los recursos de la red de acceso al *backbone* de transporte —haces SGU-SGT y SGU-BBN—, adecuado al transporte de los volúmenes de tráfico de transmisión de las dos redes. Esta exigencia se ha conjugado con la de mantener constante en SGU el número general de interfases a 2 Mbit/s de manera contemporánea con un tráfico hacia dos redes —salvo la utilización temporal de las reservas de la instalación—. De este modo ha sido asegurado el requisito fundamental de

no efectuar inversiones adjuntas para perderse, con el propósito de su utilización temporal en los SGU. La ejecución de la actividad de desarrollo conlleva a la ejecución contemporánea y sincronizada de incrementos dimensionales en los haces SGU-BBN, con interrupción en los haces SGU-SGT. Estas interrupciones son necesarias tanto para reinvertirlas en la construcción de la red BBN, como para liberar puntos en los SGT para la construcción de cordones BBN-SGT, constituidos transitoriamente durante el desarrollo del BBN.

Para la mejor comprensión de la fase 1 de migración del tráfico entre distritos fijos de Telecom Italia, en la figura 11 se muestra el comportamiento de las relaciones de tráfico migradas en el período de enero a octubre de 2003.

En la figura 12 puede observarse el comportamiento del tráfico medido, generalmente, en los haces SGU-BBN y comparado con el obtenido por la herramienta de apoyo.

La interconexión con los OLO

La introducción de la plataforma BBN para sustituir la anterior red SGT, se ha realizado con la seguridad de no variar la estructura de interconexión hacia los OLO. La arquitectura de la red de tránsito mantiene los 66 puntos de interconexión, gestionados funcionalmente por 24 PoP BBN.

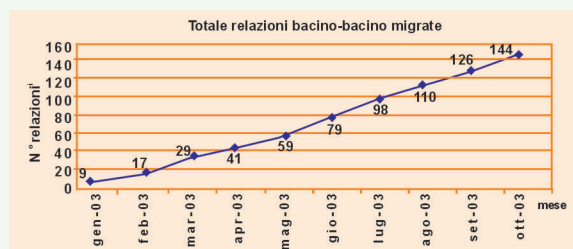


Figura 11 Relaciones del tráfico migrante al BBN

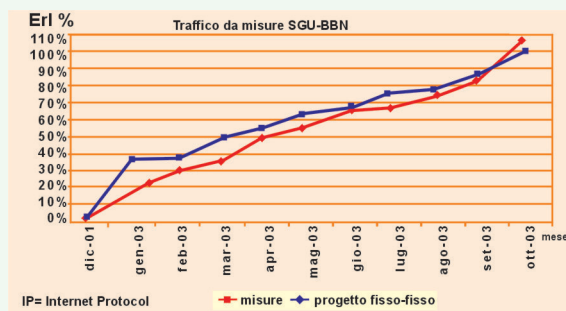


Figura 12 Relación de migración en el BBN

El apagado y radiación de las instalaciones SGT

Posteriores actividades de migración son necesarias para todos los servicios que han sido implementados en la infraestructura de la red SGT, como los servicios avanzados de telefonía en el Nodo de Servicio —*Service Node*—; y en Red Inteligente, los servicios de emergencia. Estos servicios han requerido, más allá de la definición de planes y procedimientos de migración, actividades específicas de adaptación de los proyectos originales para ser traspasados en la red BBN.

Las actividades aquí descritas han necesitado de cooperación **transversal** y **vertical** de las funciones centrales y de territorio para el control y la sincronización de las actividades, desde la planificación hasta la ejecución, la vigilancia, monitoreo operativo. En esta fase ha sido fundamental el trabajo en equipo y la capacidad organizativa y profesional puesta a prueba para lograr el objetivo del cambio tecnológico de la plataforma del *Backbone* Nacional de Telecom Italia.

Las principales fortalezas que evidencian las cantidades transmitidas a la red y la actividad desempeñada son:

Tráfico fijo-fijo en la red inter BBN: 16,6 millares de minutos de los cuales 9,4 inter PoP y 7,2 intra PoP.

En el mes de marzo de 2004 se realizó el traspaso de los operadores móviles y fijos para las instalaciones SGT apagados, el tráfico inter PoP presente en la red BBN es igual a 10 millares de minutos.

El ancho de banda de transmisión en la red OPB es equivalente a 6 Gbit/s en el período de punta.

Activación de 21400 flujos a 2 Mbit/s desde SGU/SGT a SGU-BBN —desde julio de 2002 hasta mayo de 2004—.

Activación de 6700 flujos a 2 Mbit/s de interconexión para los OLO móviles —desde septiembre de 2003 hasta marzo de 2004—.

Activación de 9500 flujos a 2 Mbit/s de interconexión para OLO de red fija —desde enero de 2004 hasta julio de 2004—.

Configuración de 2300 túneles MPLS en OPB —desde julio de 2002 hasta septiembre de 2003—.


Apagado de los primeros SGT en febrero de 2004, después 11 SGT en marzo de 2004 y el completamiento —67 instalaciones—, planificado para agosto de 2004.

Conclusiones

La plataforma BBN puede considerarse pionera en el campo de desarrollo de las redes NGN. Fue concebida y planificada aún cuando los beneficios que podían derivarse de este tipo de soluciones eran inciertos. Hoy, es una realidad aunque muchos operadores dominantes se preguntan sobre las soluciones para hacerle frente al problema de la obsolescencia de la red telefónica, se debate entre la confiabilidad de las redes TDM y la prospectiva de soluciones tecnológicamente más novedosas.

El papel de pionero es muy difícil y el BBN no ha tenido descuentos en este sentido. Se ha desplegado un gran trabajo en estos últimos años desde la proyección, a la materialización de las definiciones de la arquitectura de red, el desarrollo de nuevos sistemas y procedimientos de gestión, desde el *deployment* de la plataforma, la definición de estándares de calidad.

Hoy existe una red de vanguardia que, además de haber resuelto el problema de la obsolescencia de la red de los SGT, permite recoger beneficios tanto en términos económicos como en el desarrollo de nuevos servicios. Este éxito ha contribuido a las apreciaciones de los otros operadores que, después

del anuncio en la prensa plana de esta nueva plataforma, han querido conocer los aspectos técnicos de la solución y las ventajas económicas que han sugerido la introducción en red, de manera más detallada y profunda. 

Bibliografía

ETSI TS 102 024-2 V4.1.1 (2003-09) Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) Release 4; End-to-end Quality Service in TIPHON Systems; Part 2: Definition of Speech Quality of Service (QoS) Classes.

ETSI TS 102 024-12 V4.1.1 (2003-11) Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) Release 4; End-to-end Quality Service in TIPHON Systems; Part 12: IP Telephony Service Availability.

ETSI TS 102 024-9 V4.1.1 Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) Release 4; End-to-end Quality Service in TIPHON Systems; Part 9: Call Performance Classification (Voice).

ETSI TS 102 024-7 V4.1.1 Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) Release 4; End-to-end Quality Service in TIPHON Systems; Part 7: Design Guide for Elements of a TIPHON Connection from an end-to-end Speech Transmission Performance Point of View.

IETF RFC 1889 A Transport Protocol for Real-Time Applications.

ITU-T P.800 Methods for Subjective Determination of Transmission Quality.

ITU-T Recommendation I.380 (Y.1540) Internet Protocol Data Communication Service – IP Packet.

ITU-T Recommendation G.165 Echo Cancellers.

Traducción:

Lic. Elda Jeny Báez Álvarez