

PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA

REINGENIERÍA DE LA SOLUCIÓN DE TELEFONÍA INTERNA
EN UNA EMPRESA MULTISITIO, CON ACTUALIZACIÓN DE
TECNOLOGÍA E INCORPORACIÓN DE NUEVOS SERVICIOS

Barnech, Pablo – LU1044199
Ingeniería en Telecomunicaciones

Siris, Martín – LU1044023
Ingeniería en Telecomunicaciones

Tutor:
Rodríguez Duc, Fernando, UADE

Enero 29, 2018



UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS

Agradecimientos.....	4
Resumen.....	5
Abstract.....	6
1. CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN:	8
1.1. Descripción de la problemática	8
1.2. Descripción de la propuesta.....	9
1.3. Objetivos.....	10
1.3.1. Objetivo general.....	10
1.3.2. Objetivos específicos.....	11
1.4. Alcance.....	11
1.5. Análisis de las incumbencias/variables/técnicas.....	12
2. CAPÍTULO II – ANTECEDENTES:	15
2.1. Introducción.....	15
2.1. Historia del arte previo.....	16
3. CAPÍTULO III– MARCO TEÓRICO Y LEGAL:	25
3.1. Marco teórico	25
3.2. Marco legal	36
4. CAPÍTULO IV – DESARROLLO:	38
4.1. Introducción:	38
4.2. Servicios	40
4.3. Plan de numeración unificado	43
4.3.1. Descripción de las llamadas con el antiguo/nuevo <i>Dial Plan</i>	46
4.4. Servicio de contestador automático de llamadas	54
4.5. Servicio de videoconferencia	58
4.6. Recomendaciones de calidad de servicio de la red	60
4.7. Análisis y redimensionamiento de tramas TDM hacia la PSTN	67
4.8. Análisis y redimensionamiento de enlaces MPLS	70
5. CAPÍTULO V – ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO:	74
5.1. Introducción:	74
5.2. Desarrollo:	74
6. CAPÍTULO VI – CONCLUSIONES:	84
6.1. Conclusiones generales	84
Figuras	86



Tablas 87

Bibliografía 88

Agradecimientos

Quiero agradecer especialmente a mi mujer, Georgina, quien me ha animado y ha sido mi sostén en esta decisión de volver a retomar la facultad y me ha facilitado el camino durante todos estos años de estudio.

A mi familia, que siempre me han apoyado, han aportado mucho y me han empujado a decidir retomar los estudios y poder alcanzar esta importante meta en mi vida,

A mi grupo de estudios, sin el cual, hubiese sido un camino mucho más difícil de transitar.

Por último, quiero agradecer a Fernando por aceptar ser nuestro tutor, por guiarnos y desafiarnos a mejorar para lograr presentar un proyecto final completo y profesional.

Pablo Barnech

A Valentina

Martín Siris

Resumen

La descentralización de los puestos jerárquicos, la sinergia cotidiana entre los empleados y la necesidad de estar en contacto con clientes y proveedores en el exterior del país han llevado a un aumento importante en las llamadas entre las sucursales de una misma empresa, y de larga distancia.

Por otro lado, la evolución de las redes de telecomunicaciones, el aumento del ancho de banda y calidad de los enlaces, han permitido pensar en nuevas formas de transmitir la voz, la cual históricamente fue a través de redes independientes conmutada por circuitos y así la telefonía tradicional evolucionó hacia la voz sobre IP y posteriormente hacia la telefonía IP, la cual es transmitida por las redes conmutadas por paquetes que históricamente era para transmisión de datos. Posteriormente hubo una nueva evolución donde se permitió la inclusión de video y que las llamadas incluyan el contacto visual, lo cual hace mucho más rica la comunicación.

Estos cambios se vieron reflejados en las soluciones de telefonía que aparecieron para las empresas. En la actualidad existen muchas empresas que aún mantienen sus centrales telefónicas tradicionales, lo cual en gran parte se debe a las personas a cargo de dichas áreas y no tanto al costo o imposibilidad de acceder a dicha tecnología. De hecho, muchas de ellas están pagando un muy alto costo para poder mantener un sistema obsoleto.

El presente proyecto pretende desarrollar la reingeniería de una empresa migrando el sistema actual de telefonía a una solución de telefonía IP, con el agregado de nuevos servicios. Para ello tomaremos una empresa real (utilizando nombre de fantasía) como ejemplo.

Abstract

The decentralization of hierarchical positions, daily synergy between employees and the need to be in contact with customers and suppliers abroad, have led to a significant increase of calls between branches of the same company, and long distance calls.

On the other hand, the evolution of communication networks, the growth of bandwidth and quality of links, have allowed us to think about new ways of transmitting voice, which historically have been through circuit switched networks. In this way, traditional telephony evolved into voice over IP and then into IP telephony, which is transmitted onto packet switching networks that historically have been used for data transmissions. After that there was a new evolution on calls which allowed video and had included eye contact calls, making a richer communication.

These changes were reflected in telephony solutions for enterprises. Nowadays a lot of enterprises still keep their traditional telephone systems, mainly because of managers of these areas and not because of cost or inability to access this technology.

This project intends to work out the reengineering of an enterprise migrating their actual telephony system into a solution of IP telephony, including new services. To do this we decided to use a real company (changing its name) as an example.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1. CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN:

1.1. Descripción de la problemática

El director de tecnología y telecomunicaciones de la empresa Baks (nombre de fantasía de la empresa) requiere una reingeniería de su red de telefonía y desea una actualización tecnológica de la misma.

Actualmente la empresa cuenta con una solución descentralizada con una PABX¹ por sucursal sin intercomunicación directa por lo que las llamadas entre las mismas se realizan a través de la PSTN². Esto significa que podría representarse a dicha empresa, en cuanto a la telefonía, como 10 empresas completamente independientes.

El único servicio adicional al de telefonía que los usuarios poseen actualmente es el de buzón de mensajes de voz, el cual sólo está disponible para los usuarios de casa central.

La empresa tiene proveedores ubicados en Brasil y Estados Unidos, y periódicamente realizan comunicaciones con los mismos, las cuales tienen costo de llamadas internacionales.

Por otra parte, una vez por semana realizan conferencias telefónicas entre el gerente general y los responsables de cada sucursal, las cuales pueden tener una duración de 30 – 60 minutos.

Debido al incremento de tráfico entre las sucursales están buscando alguna solución que les permita reducir el costo de las llamadas. Además algunas de las centrales existentes ya se encuentran sin soporte por parte del proveedor, por lo que deben ser actualizadas o reemplazadas.

Otro inconveniente es que no cuentan con personal técnico en cada una de las sucursales por lo que tienen contratado un servicio de terceros para la resolución de conflictos menores, como ser cambio en las cruzadas, mudanzas de internos entre escritorios, etc. Y para inconvenientes mayores viaja el personal de casa central, con el problema de tiempos/gastos que esto conlleva.

¹PABX: Central Telefónica automática, del inglés Private Automatic Branch Exchange

²PSTN: red pública de telefonía, del inglés Public Switch Telephony Network

Por otro lado, existen diversos contratos de soporte de las centrales, ya que cuentan con centrales de diferentes marcas y los costos de servicio de mantenimiento son muy elevados, en gran parte debido a que los equipos ya están en período de obsolescencia.

A continuación se formularán algunas preguntas que buscan afrontar la problemática planteada y que el PFI propuesto intentará responder:

- ¿Existe alguna tecnología moderna que reemplace a la telefonía tradicional (PABX)?
- ¿Tendría algún beneficio migrar a dicha tecnología?
- ¿Cuál sería el esfuerzo económico para la empresa de cambiar a esta tecnología?
- ¿Existen nuevos servicios que pudiesen generar algún valor agregado a la empresa?

1.2.Descripción de la propuesta

La propuesta intenta atacar todas estas problemáticas con la migración de todo el sistema de PABXs en un único sistema centralizado de telefonía IP.

De esta forma todas las llamadas internas de la empresa se cursarán a través de los enlaces de datos existentes y se eliminará el gasto existente de comunicaciones entre sucursales a través de la PSTN.

También permitirá tener una gestión única y centralizada de la solución, reduciendo los tiempos de resolución de problemas y el costo operativo y de contratos de soporte de mantener diez centrales telefónicas diferentes, como se detallará luego en el capítulo de análisis económico.

Por otro lado, este proceso significa un cambio de tecnología que permitirá incluir nuevos servicios, como ser el de videoconferencias, con lo que se podrá reemplazar las conferencias de audio realizadas semanalmente por videoconferencias a través de la red interna, mejorando la experiencia de usuario no sólo al poder ver al resto de los participantes, sino también brindándole la posibilidad de compartir presentaciones y/o archivos durante la misma.

Se incluirá con este cambio tecnológico la posibilidad de realizar comunicaciones de voz/video a través de internet permitiendo comunicarse con los

proveedores del extranjero reduciendo/eliminando el gasto de las llamadas internacionales a través de la PSTN.

Se implementará *URI-Dialing*³ y se hará público el dominio. Esto permite que los distintos empleados puedan ser alcanzados a través de su número mediante las llamadas provenientes de la PSTN y a través de su dirección de email (nombre.apellido@dominio.com.ar) a través de llamadas provenientes de internet. Del mismo modo internamente un empleado puede llamar a otro marcando su interno o su URI, compuesto por “nombre.apellido”, lo cual permite no tener que saber los internos de los diferentes usuarios sino que conociendo el nombre y el apellido se podrá localizarlo.

Actualmente las redes de telefonía y datos en las oficinas van por cables separados, lo cual implica el doble de infraestructura de cableado horizontal. Con la telefonía IP⁴, el Teléfono y la PC comparten el mismo cableado, pudiendo reducir a la mitad el mismo, o duplicar la cantidad de puestos en cada oficina.

Otro servicio de valor agregado será la movilidad, lo cual permite tener el interno en el celular, tener un único número de contacto asociados a línea externas fijas, celulares, etc.; y tener la posibilidad de tener un softphone en la laptop con su interno sin necesidad de tener que estar conectado a la empresa a través de una VPN⁵ sino que la registración del mismo se hará a través de internet.

También se contempla la ampliación de servicio de buzón de mensajes de audio para todos los internos de la compañía con la posibilidad de recibir un mail con el audio o escucharlo desde el teléfono móvil cuando se está fuera de la oficina.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

El objetivo general es brindar la reingeniería del sistema de comunicaciones tradicional de una empresa llevándolo a una solución avanzada con tecnología de última generación y con el agregado de nuevos servicios que les permita enriquecer las comunicaciones, y así ayudar a mejorar la productividad.

³URI-Dialing: marcación por identificador de recursos uniforme, del inglés Uniform Resource Identifier

⁴IP: protocolo de internet, del inglés Internet Protocol

⁵VPN: Red privada virtual, del inglés Private Virtual Network

1.3.2. Objetivos específicos

Algunos de los objetivos específicos son:

- Reducir los costos en llamadas telefónicas.
- Reducir los costos operativos de soporte y mantenimiento de la solución de telefonía interna de la empresa.
- Permitir la realización videollamadas con clientes y proveedores, ubicados en cualquier lugar del mundo, a través de internet a costo 0.
- Permitir una mejor experiencia y productividad en las conferencias realizadas semanalmente a costo 0.
- Aumentar la productividad reduciendo los tiempos en la resolución de problemas originados con la telefonía
- Reducir los tiempos y costos necesarios para abrir una nueva sucursal.
- Reemplazar una tecnología obsoleta por una moderna.
- Cambiar el paradigma de llamadas de audio por el de videollamadas, haciendo que la comunicación sea más rica entre los interlocutores.

1.4. Alcance

Los aspectos que serán contemplados en el presente proyecto, se definen en función de lo descrito en los objetivos precedentes:

- Relevamiento detallado de la solución actual.
- Análisis del ancho de banda requerido en los enlaces WAN⁶ intersucursal para incorporar VOIP⁷ y video.
- Recomendación para la configuración de calidad de servicio (QoS⁸) para los enlaces WAN.
- Recomendación de configuración de los switches de acceso para incorporar telefonía IP.
- Reingeniería de los planes de numeración de internos.

⁶WAN: Red de área amplia del inglés Wide Area Network

⁷VOIP: voz sobre IP, del inglés Voice over IP

⁸QoS: calidad de servicio, del inglés Quality of Service

- Reingeniería de la solución de telefonía IP centralizada con redundancia y alta disponibilidad, con supervivencia local.
- Reingeniería de la solución de mensajería de voz centralizada para proveerle buzón de mensajes de voz a toda la empresa.
- Diseño de una solución de videoconferencias.
- Diseño de la solución de movilidad
- Análisis de la reducción de costos
- Análisis de inversión.
- Elección del equipamiento necesario para la solución justificando dicha elección.

Resulta conveniente enunciar los aspectos que no serán contemplados en este proyecto:

- Diseño de la solución de QoS en la red.
- Diseño de la reingeniería de red, con excepción de recomendaciones antes mencionadas.
- Análisis de Ancho de banda existente de los vínculos MPLS⁹.

1.5. Análisis de las incumbencias/variables/técnicas

Para poder implementar este recambio tecnológico de forma eficiente, es necesario relevar la infraestructura actual para determinar qué equipamiento será útil, y cuál deberá ser reemplazado.

De la misma manera, se realizará un análisis del crecimiento de tráfico de datos que se generará entre sucursales en la red WAN, y hacia internet, para dar una recomendación del ancho de banda mínimo con el que deberán contar los enlaces a contratar (si es que los actuales no cumplen), de forma tal que soporten la incorporada tecnología, sin afectar al resto del tráfico de datos.

En el caso de los switches de piso, para el funcionamiento de los teléfonos IP, será necesario que cada puesto esté conectado a una boca con características PoE¹⁰. Esto permite que la fuente de energía para las terminales viaje por el mismo cable UTP¹¹ donde se transmiten datos.

⁹MPLS: conmutación de etiquetas multiprotocolo, del inglés Multiprotocol Label Switching

¹⁰POE: alimentación a través del cable ethernet, del inglés Power Over Ethernet

¹¹UTP: par trenzado sin blindaje, del inglés Unshielded Twisted Pair

Por su parte, los *routers* de las sucursales, para poder usarlos también como *gateways* de voz, deben contar con placas TDM¹² y procesadores digitales para poder manejar las llamadas hacia la PSTN.

Por último en lo que refiere al hardware se deberá tener en cuenta, luego del análisis de *sizing* de la solución, la cantidad de servidores y los recursos mínimos que éstos deben tener para la instalación que soportará esta tecnología.

En lo que refiere a enlaces, se realizará el análisis de consumo de ancho de banda que supondrá el reemplazo del total de llamadas de larga distancia nacional e internacional, que actualmente se realizan por las redes de telefonía pública, hacia nuestra solución de telefonía IP, que viajará por los enlaces MPLS de las sucursales, y hacia fuera de la empresa por Internet.

Si bien se realizarán recomendaciones para la configuración de QoS en los enlaces MPLS para que no se pierda calidad en la voz y el video, no se deben ver degradados los enlaces, resultando en una latencia considerable para el resto del uso la red. Por ello, como parte de la reingeniería, se le entregará a la empresa un listado con el ancho de banda mínimo que debe tener el enlace de cada una de las sucursales, y el de internet.

¹²TDM:multiplexación por división de tiempo, del inglés Time Division Multiplexing

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES

2. CAPÍTULO II – ANTECEDENTES:

2.1 Introducción

Durante el pasado, e incluso actualmente, en muchas empresas la telefonía era manejada con centrales automáticas de conmutación llamadas PABX, cuya función era permitir que dos personas dentro de la misma empresa pudieran comunicarse telefónicamente directamente a través de un número de interno, y también permitir la conexión con la red telefónica pública conmutada (PSTN por sus siglas en inglés) a través de un número finito y muy inferior de líneas públicas al número de internos (o empleados) que existían en la empresa.

Para la determinación del número óptimo de canales hacia la PSTN se emplean unos cálculos especiales de tráfico telefónico que fueron determinados por el ingeniero danés A. K. Erlang y que llevan su nombre, los cuales explicaremos más en detalle posteriormente. Esto representaba un ahorro de costos para la empresa y la posibilidad de una comunicación mucho más fluida y eficiente entre sus empleados, los cuales no debían moverse de sus escritorios para consultar algo a un compañero de trabajo o llamar a alguien externo a la empresa, ni tampoco requería una línea de la central pública para cada empleado.

Estas centrales eran equipos físicos de diversos tamaños el cual estaba relacionado, entre otros aspectos, por el número de internos y la cantidad y tipo de canales hacia la PSTN que podía manejar. Esto implicaba que a mayor número de internos, mayor sería el tamaño de la PABX y diferente el tipo de enlace hacia la PSTN a utilizar, pudiendo ser conexiones analógicas FXO, las cuales contienen un canal simultaneo por cada FXO instalada (generalmente utilizado en PABX pequeñas); ó troncales digitales T1 ó E1, las cuales contienen, respectivamente, 23 ó 30 canales simultáneamente por cada enlace.

También debía existir una conexión física entre cada teléfono y la central telefónica, razón por la cual las mismas solo podían manejar internos existentes en dicho lugar físico. Para estas conexiones existía una red propia de telefonía, que constaba de un par de cobre entre cada teléfono y la central telefónica.

Incluso posteriormente con la aparición de las redes de computadoras y la necesidad de un cableado estructurado de dos a cuatro pares para las mismas, durante mucho tiempo siguió existiendo una red independiente para la telefonía. Las razones se debían a que

muchas veces la red de telefonía ya existía al hacer el cableado estructurado para las computadoras, y también por una cuestión de costos era impensado armar un cableado de cuatro pares para utilizar sólo un par en el caso de conectar un teléfono.

Llegando más a la actualidad esto fue modificándose y ya no se realizaban dos redes de cableado, sino que sólo se realizaba un cableado horizontal, y de acuerdo a lo que se conectara, se utilizaban uno o más pares. Este cambio no sólo se debió al acercamiento de los costos entre un cableado y otro sino que empezaron a aparecer teléfonos digitales que utilizaban dos pares en lugar de uno y posteriormente teléfonos IP, los cuales utilizan de dos a cuatro pares.

Además, las redes de voz y las redes de datos presentan tecnologías muy disímiles.

Por un lado, la transmisión de voz, con una historia de más de 130 años, se basa en el establecimiento de vínculos permanentes entre dos puntos, diseñados para transmitir un tipo de señal específico: la voz humana, típica señal analógica, de ancho de banda acotado, que debe llegar a destino “inmediatamente” y ser lo más inteligible que se pueda.

Por otro lado, la transmisión de datos, con una historia relativamente reciente, se basa en la transmisión de información digital, utilizando técnicas de conmutación de paquetes, donde las pérdidas y los retardos no producen generalmente consecuencias importantes.

La integración de estas dos tecnologías no era algo sencillo pero las ventajas que producían migrar hacia la voz sobre IP llevaron a la adaptación de las redes de datos y a la creación de protocolos y mecanismos de control, transmisión, codificación y compresión que lo hicieron posible.

2.1 Historia del arte previo

Luego de realizar el relevamiento de la empresa en el que se basará el estudio del presente PFI, se observa que la misma cuenta con una infraestructura obsoleta, sin soporte y sin evolución en lo referente a telefonía. En cambio se observó mayor tecnología en la parte de enlaces y vínculos de datos.

La empresa posee su casa central ubicada en la ciudad autónoma de Buenos Aires y nueve sucursales ubicadas en diferentes localidades de la República Argentina. La cantidad de empleados al momento de relevamiento era de un total de 1330. A continuación se detallan dichos sitios, su ubicación y la cantidad de usuarios en cada uno de ellos.

Sucursal	Ubicación	Cantidad de usuarios
Casa Central	C.A.B.A.	500
Sucursal 01	C.A.B.A.	250
Sucursal 02	Ramos Mejía	150
Sucursal 03	Vicente López	100
Sucursal 04	Mendoza	70
Sucursal 05	Córdoba	80
Sucursal 06	Rosario	70
Sucursal 07	Mar del Plata	50
Sucursal 08	Neuquén	30
Sucursal 09	Paraná	30

Tabla I: Cantidad de usuarios por sucursal

El vínculo de sus sitios es a través de una red WAN MPLS, cuyos enlaces son contratados a Telefónica de Argentina S.A. La salida a internet se realiza a través del enlace ubicado en casa central cuya capacidad es de 40 Mbps¹³.

Sucursal	Ubicación	Enlace MPLS [Mbps]
Casa Central	C.A.B.A.	100
Sucursal 01	C.A.B.A.	100
Sucursal 02	Ramos Mejía	20
Sucursal 03	Vicente López	10
Sucursal 04	Mendoza	4
Sucursal 05	Córdoba	10
Sucursal 06	Rosario	4
Sucursal 07	Mar del Plata	4
Sucursal 08	Neuquén	2
Sucursal 09	Paraná	2

Tabla II: Enlaces WAN por sucursal

¹³Mbps: megabits x segundo.

A continuación se presenta un diagrama actual de la red de conexión de la empresa.

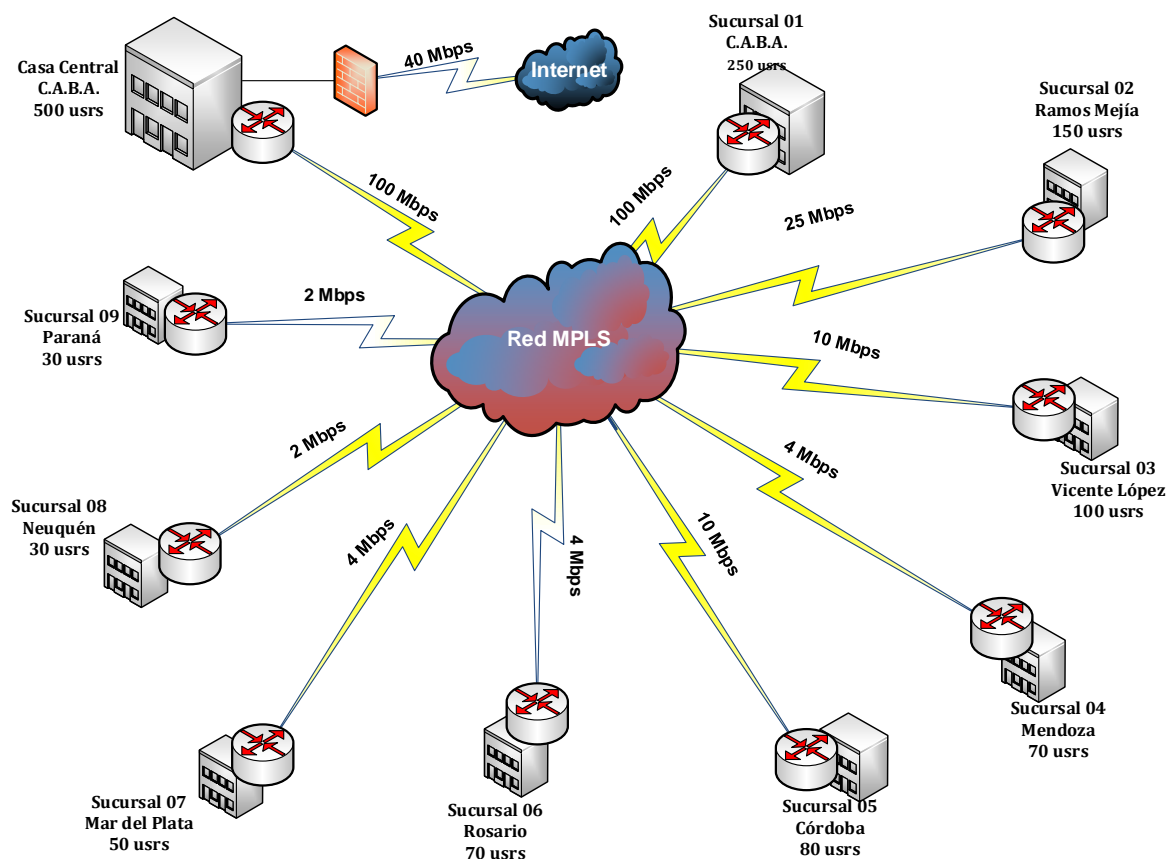


Figura 1: Diagrama actual de la red de conexión MPLS de la empresa

En cuanto a la conexión hacia la PSTN la mayoría de las sucursales poseen tramas digitales (NxEl¹⁴), con excepción de dos de ellas que poseen líneas analógicas (NxFXO¹⁵). Estos enlaces también son contratados a Telefónica de Argentina, incluso en aquellas sucursales del norte del país donde tradicionalmente opera Telecom Argentina.

Sucursal	Ubicación	Tramas E1
Casa Central	C.A.B.A. ¹⁶	5
Sucursal 01	C.A.B.A.	3

¹⁴E1: formato de transmisión digital, su nombre fue dado por la administración de la (CEPT). Es una implementación de la portadora-E

¹⁵FXO: interfaz analógica utilizada en las conexiones hacia la PSTN, las siglas provienen del inglés Foreign Exchange Office.

¹⁶C.A.B.A.: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Sucursal 02	Ramos Mejía	2
Sucursal 03	Vicente López	2
Sucursal 04	Mendoza	1
Sucursal 05	Córdoba	1
Sucursal 06	Rosario	1
Sucursal 07	Mar del Plata	0,5
Sucursal 08	Neuquén	4 analógicas
Sucursal 09	Paraná	4 analógicas

Tabla III: Enlaces hacia la PSTN

La red de telefonía no se encuentra interconectada, sino que cada sucursal posee una PABX local y enlaces hacia la PSTN independiente. Las llamadas entre personal de diferentes sucursales se realiza a través de la red de telefonía pública.

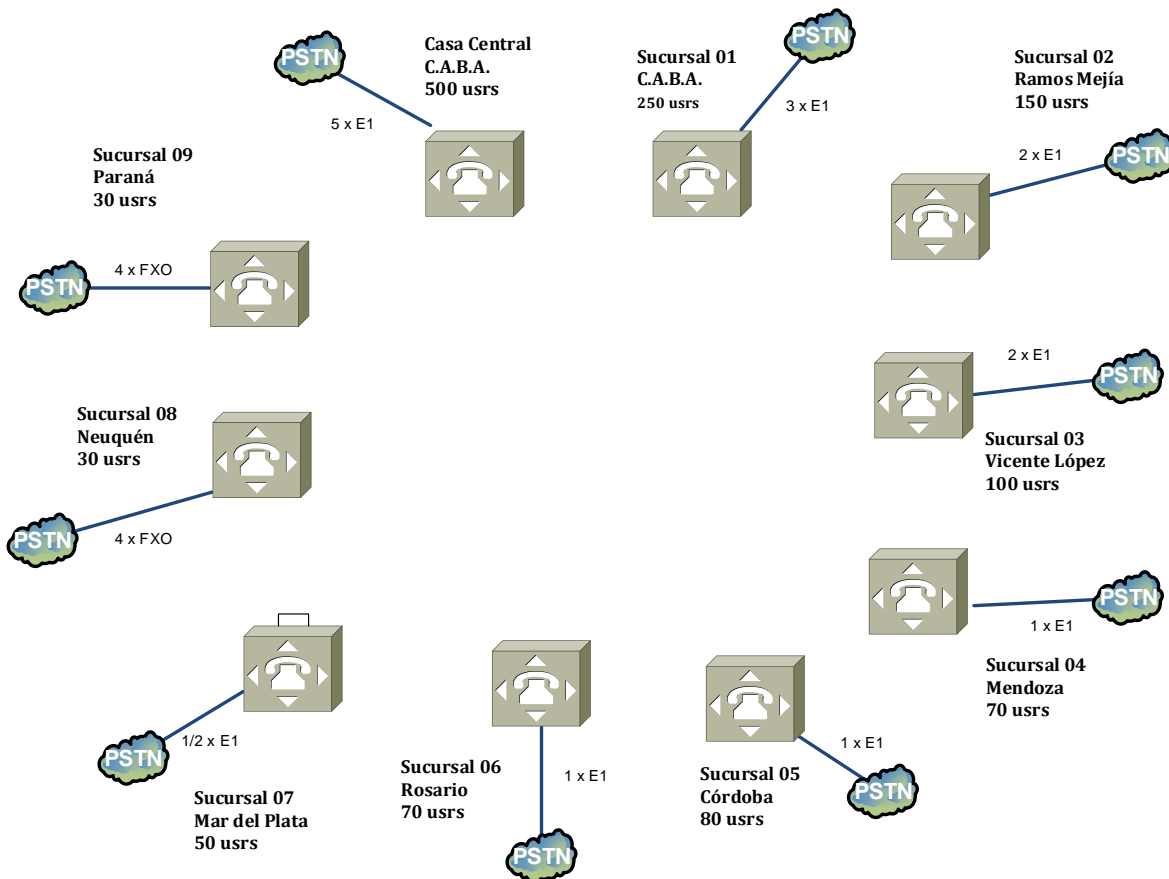
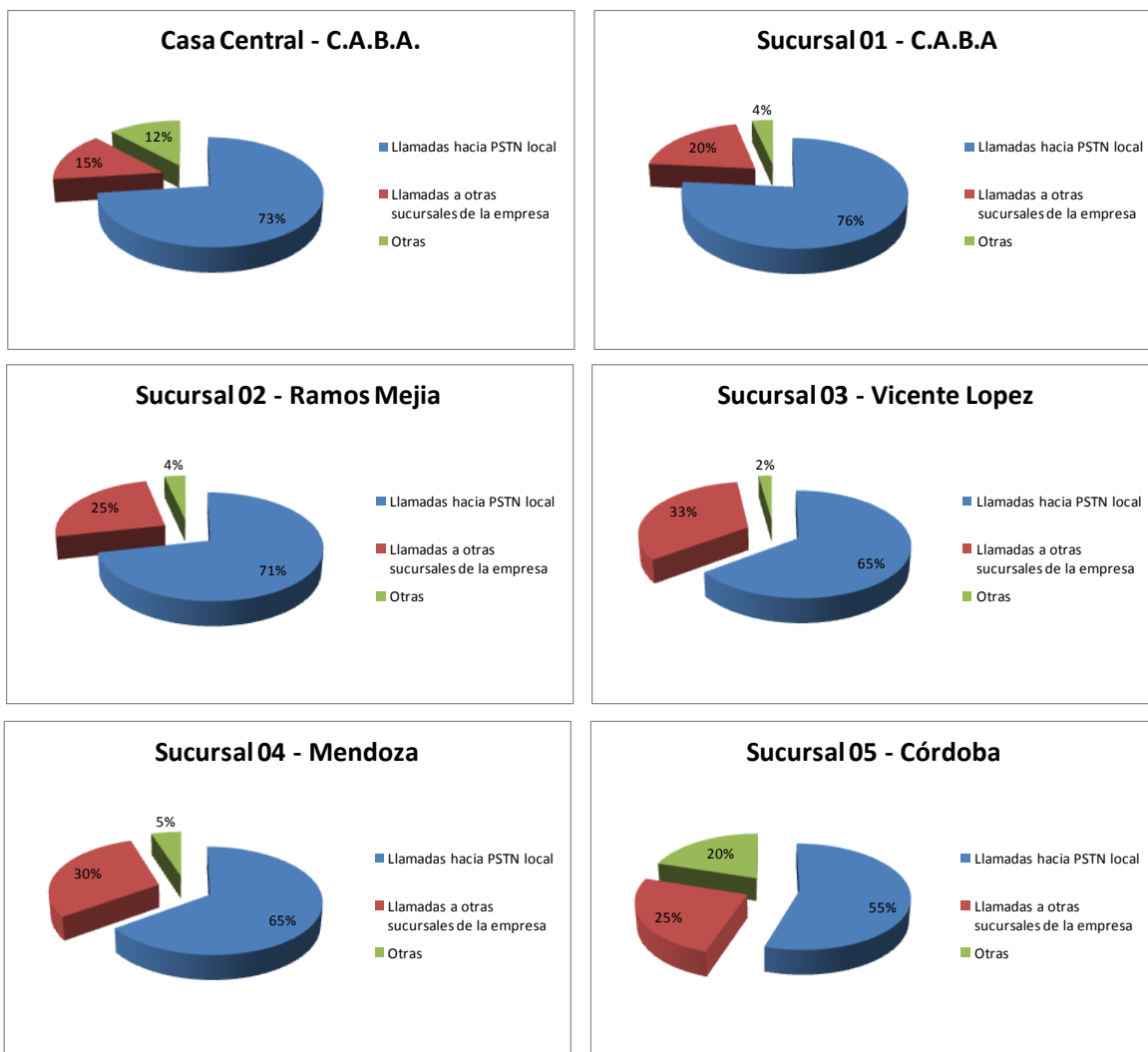


Figura 2: Diagrama actual de la red de conexión hacia la PSTN

Al momento del relevamiento también se solicitó un detalle de llamadas de los últimos 3 meses de cada central telefónica para poder identificar los destinos de las llamadas y los mismos arrojaron los siguientes resultados que expresaremos gráficamente para una mejor comprensión.



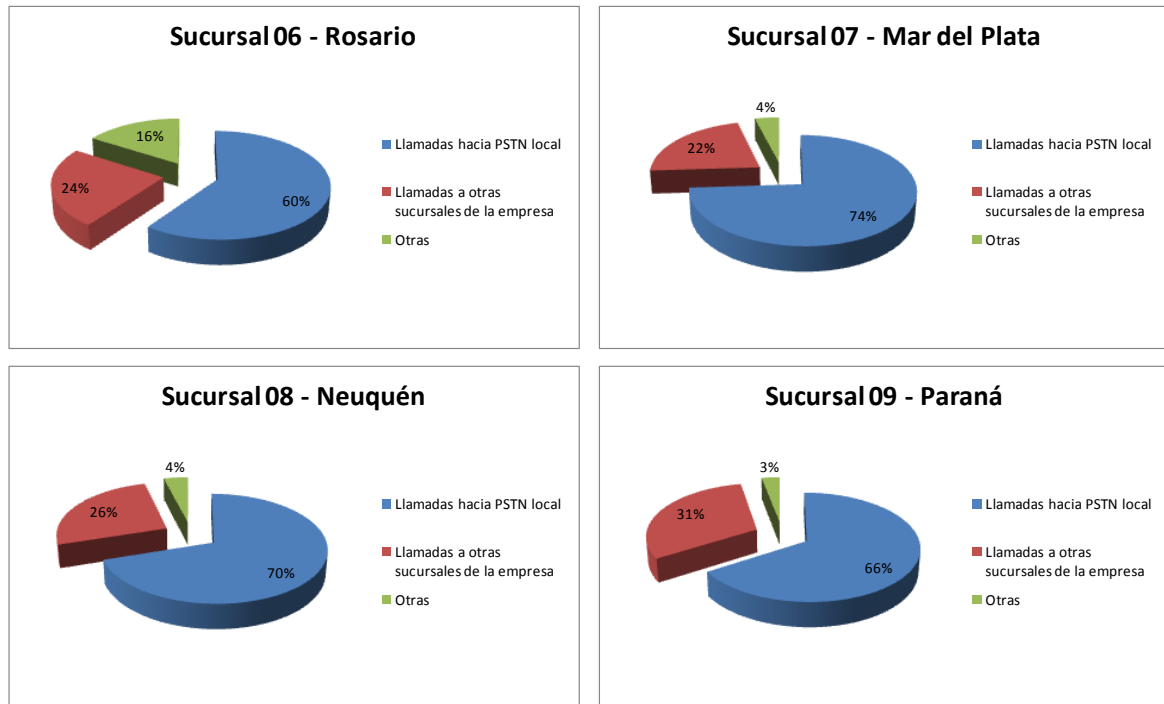


Figura 3: Gráficos de distribución de llamadas de cada sitio hacia la PSTN

Como podemos observaren todos los sitios se tiene aproximadamente un 65-70% de llamadas hacia la PSTN local, entre un 25-30% de llamadas a otras sucursales y un porcentaje menor de otro tipo de llamadas.

En ese grupo denominado “Otras”, que en casa central representa el 12% de las llamadas, encontramos que el 71% de las mismas eran llamadas internacionales a Brasil y Estados Unidos a sus proveedores. Estas llamadas, en general, tenían una duración promedio de 6 minutos.

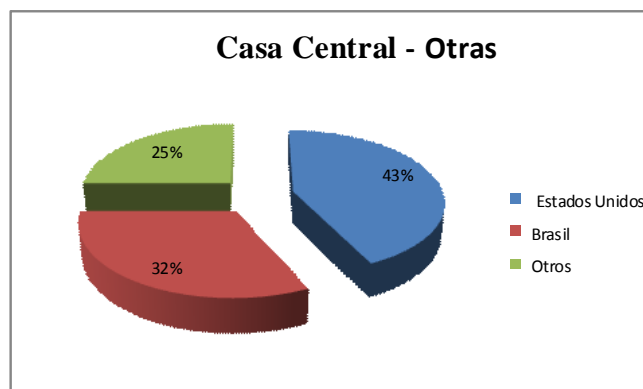


Figura 4: Gráfico de distribución de “otras” llamadas de Casa Central

Por otro lado, en el resto de las sucursales notamos que del grupo “Otras” existe un porcentaje de llamadas que son hacia la PSTN de AMBA¹⁷. Este porcentaje es aproximadamente del 50-60% (5% del total de llamadas) en la mayoría de los casos.

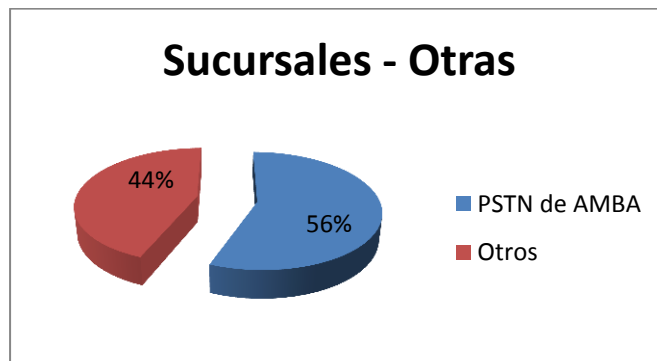


Figura 5: Gráfico de distribución de “otras” llamadas de las sucursales

Por último analizamos dentro del grupo denominado “Llamadas a otras sucursales” y encontramos entre el 80-90% de las mismas son hacia Casa Central.

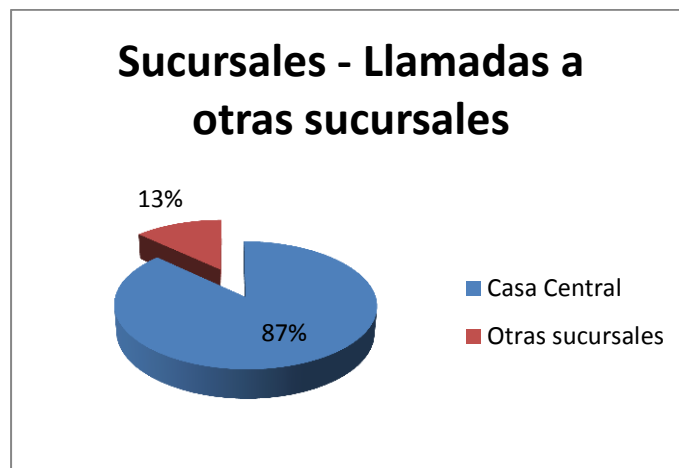


Figura 6: Gráfico de distribución de “llamadas a otras sucursales” de las sucursales

También se relevó que de las diez centrales telefónicas, dos no tienen soporte y otras cuatro ya no tienen soporte por parte del fabricante sino que el mismo se los

¹⁷AMBA: Área Metropolitana de Buenos Aires

está dando el proveedor por lo que se está pagando un alto precio por el mismo. Al final, como las centrales de AMBA y las del interior son de diferentes marcas poseen contratos con diferentes proveedores.

En cuanto a la infraestructura de red, los routers son modernos ya que recientemente actualizaron su red WAN con enlaces MPLS. Son todos equipos Cisco de la línea 2900/3900.

En cuanto a los *switches*, poseen gran diversidad de los mismos de diferentes marcas: HP, 3COM, Cisco, incluso algunos más modernos con POE debido a la implementación reciente de la red de WiFi¹⁸.

En cuanto al cableado, todos los sitios poseen cableado estructurado.

Por otra parte se solicitó el plan de numeración de cada una de las sucursales y su numeración hacia la PSTN (Tramas). A continuación se expone un resumen del mismo

Sucursal	Ubicación	Tramas					Numeración de internos
Casa Central	C.A.B.A.	1143235100	1143235200	1143235300	1143235400	1143235500	5100 - 5599
Sucursal 01	C.A.B.A.	1141326100	1141326300	1141326300			6100 - 6399
Sucursal 02	Ramos Mejía	1146533500	1146533600				3500 - 3699
Sucursal 03	Vicente López	1147921300	1147921400				1300 - 1499
Sucursal 04	Mendoza	2614381100					1100 - 1199
Sucursal 05	Córdoba	3514258200					8200 - 8299
Sucursal 06	Rosario	3414482200					2200 - 2299
Sucursal 07	Mar del Plata	2234931000					1000 - 1099
Sucursal 08	Neuquén	2994471350	2994471351	2994471352	2994471355		1350 - 1399
Sucursal 09	Paraná	3434223400	3434223455	3434223456	3434223589		3400 - 3450

Tabla IV: Numeración interna actual y de tramas de cada sucursal

¹⁸WiFi: mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica. Nombre proveniente de la marca Wi-Fi Alliance

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO Y LEGAL

3. CAPÍTULO III– MARCO TEÓRICO Y LEGAL:

3.1. Marco teórico

A continuación realizaremos una descripción de los conceptos que utilizaremos en este proyecto para poder comprender en forma más clara su funcionamiento.

Canal telefónico:

Los sonidos audibles por el hombre desde el punto de vista de la frecuencia, se encuentran entre los 20 y 20.000 Hz.. Para que un canal que transmita sonido sea de "alta fidelidad" debería tener un "ancho" (denominado ancho de banda) que permitiera transmitir todas las frecuencias sin recortarlas.

Pero para que una persona pudiese comunicarse con otra, reconocerla y entenderla, no es necesario un rango de frecuencias tan grande, por lo se buscó un ancho de banda que cumpla con dichas características y así nace el canal telefónico, el cual sólo permite frecuencias entre 300 y 3.400 Hz.

Por lo tanto quedan recortadas todas frecuencias inferiores a los 300 Hz. y superiores a los 3.400 Hz., se puede decir que el canal nominal telefónico ocupa la banda de 0 a 4 KHz, aunque en realidad su ancho es de 3.100 Hz.

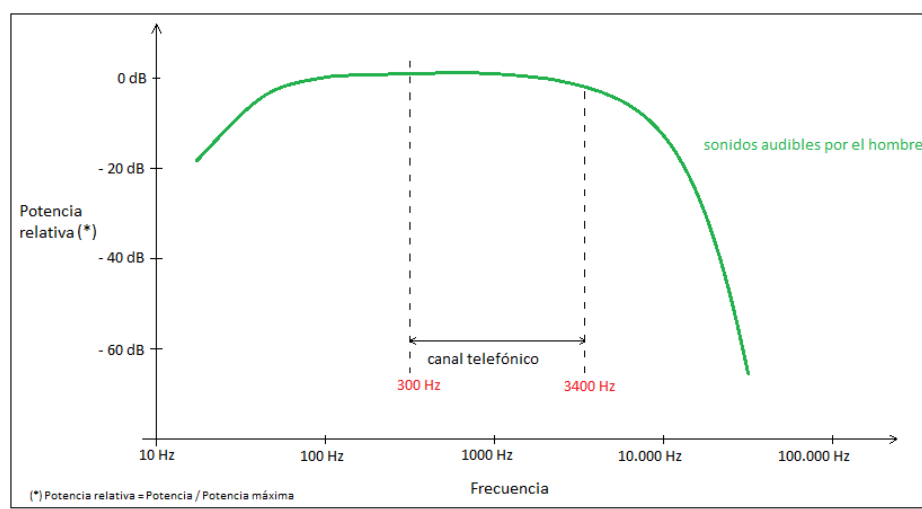


Figura 7: Ancho de bando del canal telefónico

Análisis de tráfico telefónico – Erlang

El Erlang es una unidad adimensional utilizada en telefonía como una medida estadística del volumen de tráfico. Recibe el nombre del ingeniero danés A. K. Erlang, pionero de la teoría de colas y en el desarrollo de la teoría de teletráfico.

El tráfico de un Erlang corresponde a un recurso (circuito, canal, etc.) utilizado de forma continua, o dos recursos utilizados al 50%, y así sucesivamente. Por ejemplo, si una oficina tiene dos operadores de teléfonos y ambos están ocupados durante todo el tiempo, esto representa 2 Erlangs de tráfico, o si un canal de radio está ocupado durante treinta minutos en una hora se dice que soporta un tráfico de 0.5 Erlangs.

De forma alternativa, un Erlang puede ser considerado como "multiplicador de utilización" por unidad de tiempo, así un uso del 100% corresponde a 1 Erlang, una utilización de 200% son 2 Erlangs, y así sucesivamente. Por ejemplo, si el uso total del móvil en un área por hora es de 180 minutos, esto representa $180/60 = 3$ Erlangs. En general, si la tasa de llamadas entrantes es de λ por unidad de tiempo y la duración media de una llamada es h , entonces el tráfico A en Erlangs es:

$$A = \lambda * h$$

Esto puede ser usado para determinar si un sistema está sobredimensionado o se queda corto (tiene demasiados o muy pocos recursos asignados). Por ejemplo, el tráfico medido sobre muchas horas de ocupación puede ser usado para una EI para determinar cuántas líneas (troncales) debieran de utilizarse durante las horas de mayor ocupación.

Existen diversas fórmulas para diferentes escenarios, enunciaremos la Erlang-B y Erlang-B extendida, que son las que utilizaremos en el presente PFI.

Erlang-B, también conocida como la fórmula de pérdida de Erlang, deriva de la probabilidad de bloqueo de la distribución de Erlang para describir la probabilidad de pérdida de llamada en un grupo de circuitos (en una red de circuitos conmutados, o equivalente). Por ejemplo, se usa en la planificación de las redes telefónicas. La fórmula fue deducida por Agner Krarup Erlang y no se limita a las redes telefónicas, ya que describe una probabilidad en un sistema de colas (aunque se trata de un caso especial con un número de servidores, pero sin espacios de búfer para las llamadas entrantes que esperan a que un

servidor quede libre). Por lo tanto, también se utiliza la fórmula en ciertos sistemas de inventario con ventas perdidas.

La fórmula se aplica bajo la condición de que una llamada sin éxito, debido a que la línea está ocupada, no se pone en cola o se vuelve a intentar, se pierde para siempre.

Erlang-B extendido se utiliza cuando las llamadas que encuentran a los servidores ocupados no se pierden, si no que se reintentan. Es un cálculo iterativo, en lugar de una fórmula, que agrega un parámetro adicional: el factor de repetición, que define la proporción de rellamadas.

Digitalización de la voz:

El proceso de digitalización de la voz es el paso previo a poder empaquetarla en paquetes IP. La modulación por impulsos codificados (MIC o PCM por las siglas en inglés de *Pulse Code Modulation*) es un procedimiento de modulación utilizado para transformar una señal analógica en una señal digital. Este proceso consta de tres etapas: muestreo, cuantificación y codificación.

Muestreo: Es el proceso que consiste en tomar muestras (medidas) del valor de la señal, n veces por segundo. Para un canal telefónico de voz, es suficiente tomar 8.000 muestras por segundo, es decir, una muestra cada 125 μ s, ya que según el teorema de muestreo, al tomar muestras de una señal eléctrica con una frecuencia que sea el doble de la frecuencia máxima de la señal, dichas muestras contendrán toda la información necesaria para reconstruir la señal original. Como en este caso, la frecuencia de muestreo es de 8 KHz, sería posible transmitir hasta 4 KHz, suficientes por tanto para el canal telefónico de voz, donde la frecuencia más alta transmitida es de 3,4 KHz.

Cuantificación: Es el proceso mediante el cual se asigna un determinado valor discreto a cada uno de los niveles de tensión obtenidos en el muestreo. En el muestreo de conversaciones telefónicas, las muestras pueden tener un infinito número de valores en la gama de intensidad de la voz, gama que en un canal telefónico es de aproximadamente 60 dB. Con el fin de simplificar el proceso, lo que se hace es aproximar al valor más cercano de una serie de valores predeterminados.

Codificación: En la codificación, a cada nivel de cuantificación se le asigna un código binario distinto. En telefonía, la señal analógica vocal con un ancho de banda de 4 KHz se convierte en una señal digital de 64 Kbps, cifra que se obtiene multiplicando la frecuencia de muestreo ($2 \times 4\text{KHz}$) por 8 bits de los que consta cada muestra.

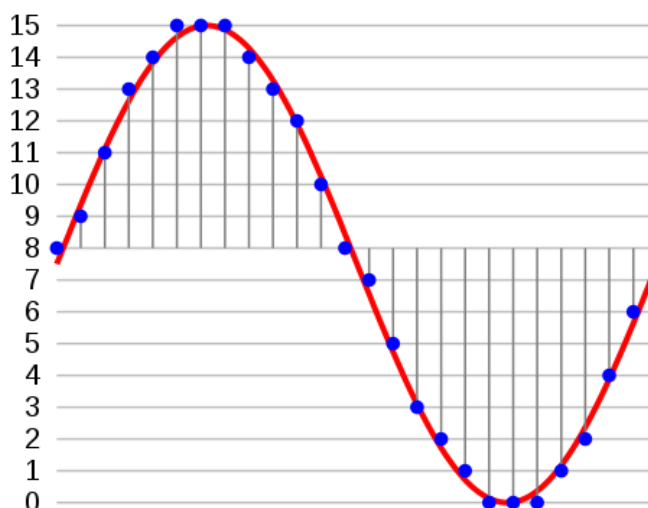


Figura 8¹⁹: digitalización de la voz

Voz sobre IP:

VoIP (siglas en inglés de *voice over IP*: ‘voz por IP’), es un conjunto de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de una red empleando el protocolo IP (Protocolo de Internet). Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital encapsulada en paquetes de datos; en lugar de enviarla en forma digital mediante circuitos TDM²⁰ ó en forma analógica a través de circuitos dedicados para telefonía convencional.

Telefonía IP:

Algunos diferencian la Voz sobre IP de la Telefonía IP refiriéndose a la primera como el conjunto de normas, protocolos, etc. mientras que a ésta última la definen

¹⁹ https://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_por_impulsos_codificados#/media/File:Pcm.svg

²⁰TDM: multiplexación por división de tiempo, del inglés: Time Division Multiplexing.

como el servicio disponible al público. Para nosotros, de existir esta diferenciación, tiene que ver exclusivamente con la ubicación del Gateway²¹ analógico-IP. Si la conversión se realiza en el teléfono y toda la transmisión se realiza en IP hablaremos de Telefonía IP mientras que si del teléfono la transmisión se realiza en forma analógica y luego existe un Gateway en el medio del camino que hace la conversión sólo para transportarla en IP, hablaremos de Voz sobre IP.

Protocolo de señalización:

A diferencia de las redes telefónicas tradicionales, la tecnología VoIP realmente no transmite la voz en tiempo real. Lo que sucede cuando hacemos una llamada por voz IP es una transmisión de paquetes de datos entre dos direcciones IP a través de un canal de comunicación. Las ondas de sonido que transmitimos a través del terminal no se transmiten directamente por la red, sino que necesitan de un protocolo de VoIP que las convierta en paquetes de datos que puedan transportarse por la red.

Los protocolos difieren en sus características por la calidad de sus mecanismos de transmisión, su arquitectura, su disponibilidad y su grado de seguridad. Algunos de ellos son:

SIP: significa “*Session Initiation Protocol*” (protocolo de inicio de sesiones) y permite establecer sesiones multimedia entre usuario cliente y servidor para transmisión de voz o vídeo. Se intercambian peticiones o respuestas entre agentes de usuario a través de un servidor proxy o redirector. La sintaxis que usa es parecida a la HTTP²² y la SMTP²³, que es lo que se usa en sitios web y servicios de correo electrónico.

En este PFI nos centraremos en este protocolo pero igual queremos enumerar algunos otros que también existen y son utilizados.

IAX2: son las siglas de “*Inter-Asterisk Exchange Protocol*” y es un código abierto. Es decir, podemos cambiarlo y modificarlo según nuestra conveniencia. Resulta más eficaz que SIP porque los metadatos se transmiten *in-band*²⁴, o sea, que se pueden oír por diferentes canales a la vez.

²¹Gateway: dispositivo de telecomunicaciones que actúa de frontera entre dos tipos de redes

²²HTTP: protocolo de transferencia de hipertexto, del inglés HyperText Transfer Protocol

²³SMTP: protocolo de transferencia simple de correo, del inglés Simple Mail Transfer Protocol

²⁴In-band: en banda, la señalización se envía dentro del canal utilizado para el audio y no por uno dedicado.

H.323: es uno de los protocolos de ITU-T²⁵ (*International Telecommunication Union*). Originalmente se hizo para transportar aplicaciones multimedia en redes LAN²⁶, pero también ha venido a usarse para voz IP.

MGCP: quiere decir “*Media Gateway Control Protocol*”. Se caracteriza por utilizar un MGC²⁷ como intermediario entre cliente y servidor. Su topología incluye tres componentes, lo que implica que la voz pasa por un controlador antes de transmitirse la señalización. Actualmente ha sido sustituido por el estándar H.248.

Session Initiation Protocol (SIP o Protocolo de Inicio de Sesiones):

Es un protocolo de señalización de voz. Fue diseñado por el IETF²⁸ (*Internet Engineering Task Force*) con el concepto de "caja de herramientas", es decir, el protocolo SIP se vale de las funciones aportadas por otros protocolos, que da por hechas y no vuelve a desarrollar. Debido a este concepto, SIP funciona en colaboración con otros muchos protocolos.

El protocolo SIP se concentra en el establecimiento, modificación y terminación de las sesiones, y se complementa entre otros con el SDP²⁹, que describe el contenido multimedia de la sesión, por ejemplo qué direcciones IP, puertos y códecs³⁰ se usarán durante la comunicación.

Es un protocolo de señalización. Se complementa con el RTP (*Real-time Transport Protocol*), portador del contenido de voz y vídeo que intercambian los participantes en una sesión establecida por SIP.

Otro concepto importante en su diseño es el de extensibilidad. Esto significa que las funciones básicas del protocolo, definidas en la RFC 3261 pueden ser extendidas mediante otras RFC (*Requests for Comments*) dotando al protocolo de funciones más potentes.

Las funciones básicas del protocolo incluyen:

- Determinar la ubicación de los usuarios, aportando movilidad.

²⁵SMTP: protocolo de transferencia simple de correo, del inglés Simple Mail Transfer Protocol

²⁶LAN: red de área local, del inglés Local Area Network

²⁷ITU-T: sector de normalización de las Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. <https://www.itu.int/es/ITU-T/Pages/default.aspx>

²⁸IETF: Grupo de trabajo de ingeniería de internet. <https://www.ietf.org/>

²⁹SDP: protocolo de descripción de la sesión, del inglés Session Description Protocol

³⁰códec: codificador/decodificador

- Establecer, modificar y terminar sesiones multipartitas entre usuarios.

El protocolo SIP adopta el modelo cliente-servidor y es transaccional. El cliente realiza peticiones (*requests*) que el servidor atiende y genera una o más respuestas (dependiendo de la naturaleza, método de la petición). Por ejemplo para iniciar una sesión el cliente realiza una petición con el método INVITE en donde indica con qué usuario (o recurso) quiere establecer la sesión. El servidor responde ya sea rechazando o aceptado esa petición en una serie de respuestas. Las respuestas llevan un código de estado que brindan información acerca de si las peticiones fueron resueltas con éxito o si se produjo un error. La petición inicial y todas sus respuestas constituyen una transacción.

Los servidores, por defecto, utilizan el puerto 5060 en TCP (*Transmission Control Protocol*) y UDP (*User Datagram Protocol*) para recibir las peticiones de los clientes SIP. En caso de mandar la señalización encriptada, SIP usa el puerto 5061.

SIP es similar a HTTP y comparte con él algunos de sus principios de diseño: es legible en texto plano y sigue una estructura de petición-respuesta. Además, comparte muchos códigos de estado de HTTP, como el familiar '404 no encontrado' (*404 not found*). SIP no se limita a comunicaciones de voz y pueden mediar en cualquier tipo de sesión comunicativa desde voz hasta vídeo o futuras aplicaciones todavía sin realizar.

Aunque existen muchos otros protocolos de señalización para VoIP, SIP se caracteriza porque sus promotores tienen sus raíces en la comunidad IP y no en la industria de las telecomunicaciones.

El protocolo SIP posee diferentes componentes:

Agentes de usuario: Los agentes de usuario se comportan como clientes (*UAC: User Agent Clients*) y como servidores (*UAS: User Agent Servers*). Son UAC cuando realizan una petición y son UAS cuando la reciben. Por esto los agentes de usuario deben implementar un UAC y un UAS.

Servidor de registro o Registrar: El protocolo SIP permite establecer la ubicación física de un usuario determinado, esto es, en qué punto de la red está conectado. Para ello se vale del mecanismo de registro.

Servidor Proxy³¹ y de redirección: Para encaminar un mensaje entre un agente de usuario cliente y un agente de usuario servidor cuando no coinciden los tipos de medios, o falta un tipo de medio considerado vital, en la arquitectura de SIP normalmente se recurre a un tipo específico de servidores. Éstos pueden actuar de dos maneras: como Proxy donde encaminan el mensaje hacia destino; o como Redirector (*Redirect*) generando una respuesta que indica al que inicia la petición la dirección del destino o de otro servidor que lo acerque al destino. La principal diferencia es que el servidor proxy queda formando parte del camino entre el UAC y el (o los) UAS, mientras que el servidor de redirección una vez que indica al UAC cómo encaminar el mensaje ya no interviene más.

Servidor de localización: Un servidor de localización, simplemente da información acerca de dónde puede estar el cliente al que se quiere llamar para así poder localizarlo.

A continuación explicaremos el flujo de establecimiento de una sesión:

El flujo habitual del establecimiento de una sesión mediante el protocolo SIP es el siguiente (en este ejemplo todos los servidores actúan como proxy):

Un usuario ingresa la dirección lógica de la persona con la que quiere comunicarse, puede indicar al terminal también la característica de la sesión que quiere establecer (voz, voz y video, etc.), o estas pueden estar implícitas por el tipo de terminal del que se trate. El agente de usuario SIP que reside en el terminal, actuando como UAC envía la petición (en este caso con el método INVITE) al servidor que tiene configurado (F1). Este servidor se vale del sistema DNS³² para determinar la dirección del servidor SIP del dominio del destinatario. El dominio lo conoce pues es parte de la dirección lógica del destinatario. Una vez obtenida la dirección del servidor del dominio destino, encamina hacia allí la petición (F2). El servidor del dominio destino establece que la petición es para un usuario de su dominio y entonces se vale de la información de registro de dicho usuario para establecer su ubicación física. Si la encuentra, entonces encamina la petición hacia dicha dirección. El agente de usuario destino si se encuentra desocupado comenzará a alertar al usuario destino y envía una respuesta hacia el usuario origen con un código de estado que indica esta situación (F5, 180 en este caso). La respuesta sigue el camino inverso hacia el usuario origen (F6).

³¹Proxy: Servidor que hace de intermediario en las peticiones que un cliente le hace a otro servidor

³²DNS: Servidor de nombres de dominio, del inglés Domain Name Server

Cuando el usuario destino finalmente acepta la invitación, se genera una respuesta con un código de estado (el 200) que indica que la petición fue aceptada (F7). La recepción de la respuesta final es confirmada por el UAC origen mediante una petición con el método ACK (de *Acknowledgement*. F10), esta petición no genera respuestas y completa la transacción de establecimiento de la sesión.

Normalmente la petición con el método INVITE lleva un cuerpo donde viaja una descripción de la sesión que quiere establecer, esta descripción es realizada con el protocolo SDP. En ella se indica el tipo de contenido a intercambiar (voz, video, etc.) y sus características (códecs, direcciones, puertos donde se espera recibirlos, velocidades de transmisión, etc.). Esto se conoce como "oferta de sesión SDP". La respuesta a esta oferta viaja, en este caso, en el cuerpo de la respuesta definitiva a la petición con el método INVITE. La misma contiene la descripción de la sesión desde el punto de vista del destinatario. Si las descripciones fueran incompatibles, la sesión debe terminarse (mediante una petición con el método BYE).

Al terminar la sesión, que lo puede hacer cualquiera de las partes, el agente de usuario de la parte que terminó la sesión, actuando como UAC, envía hacia la otra una petición con el método BYE (F11). Cuando lo recibe el UAS genera la respuesta con el código de estado correspondiente (F14).

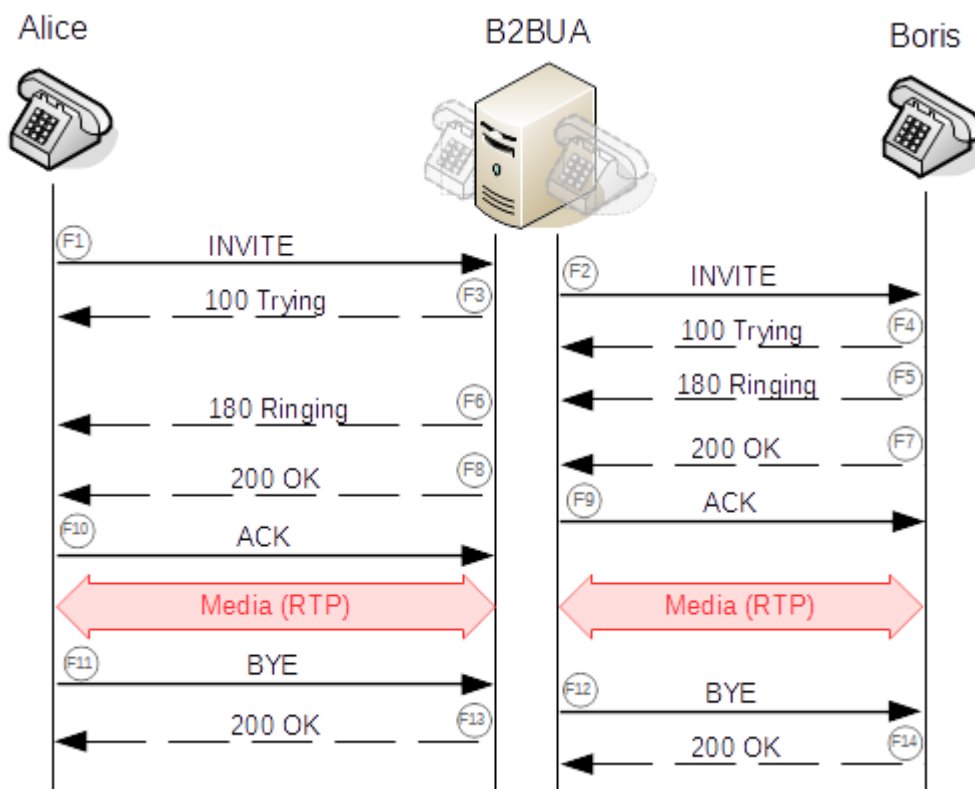


Figura 9: Flujo de mensajes en una sesión SIP

Códec:

Un códec es un programa o dispositivo hardware capaz de codificar o decodificar una señal o flujo de datos digitales.

Un códec de audio/video es un tipo de códec que incluye un conjunto de algoritmos que permiten codificar y decodificar los datos auditivos/visuales, lo cual significa reducir la cantidad de bits que ocupa dicho flujo. El objetivo es que ocupen el menor espacio posible, consiguiendo una buena calidad final. Se implementa en software, hardware o una combinación de ambos.

A continuación se presentan algunos de los códecs de audio más utilizados y el consumo de ancho de banda en una red Ethernet.

VOIP-SIP.ORG Codec and Bit Rate	Sample Size (Bytes)	Sample rate (ms)	MOS Quality	Voice Payload Size (Bytes)	Voice Payload Size (ms)	Packets Per Second (PPS)	Bandwidth Ethernet (Kbps)
G.711 (64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4.3	160 Bytes	20 ms	50	87.2 Kbps
G.729 (8 Kbps)	10 Bytes	10 ms	3.7	20 Bytes	20 ms	50	31.2 Kbps
G.723.1 (6.3 Kbps)	24 Bytes	30 ms	3.9	24 Bytes	30 ms	33.3	21.9 Kbps
G.723.1 (5.3 Kbps)	20 Bytes	30 ms	3.8	20 Bytes	30 ms	33.3	20.8 Kbps
G.726 (32 Kbps)	20 Bytes	5 ms	3.85	80 Bytes	20 ms	50	55.2 Kbps
G.726 (24 Kbps)	15 Bytes	5 ms	---	60 Bytes	20 ms	50	47.2 Kbps
G.728 (16 Kbps)	10 Bytes	5 ms	3.61	60 Bytes	30 ms	33.3	31.5 Kbps
G.722 (64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4.13	160 Bytes	20 ms	50	87.2 Kbps
iLBC (15.2Kbps)	38 Bytes	20 ms	4.14	38 Bytes	20 ms	50	38.4Kbps
iLBC (13.33Kbps)	50 Bytes	30 ms	---	50 Bytes	30 ms	33.3	28.8 Kbps

Tabla V: Códecs de audio más utilizados y consumo en una red Ethernet

En cuanto a los códecs de video, algunos de los más conocidos son MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.264.

Mensajería instantánea:

La mensajería instantánea (también conocida en inglés como IM) es una forma de comunicación en tiempo real entre dos o más personas basada en texto. Los protocolos más utilizados para mensajería instantánea son SIP/SIMPLE y XMPP.

La mayoría de los clientes actuales, tanto masivos como para uso empresarial agregan otras funcionalidades además de la comunicación a través de mensajes de texto como ser presencia de los contactos, envío de archivos, escalar a una llamada de voz/video, etc.

POE (Powerover Ethernet):

La Alimentación a través de Ethernet (o PoE por sus siglas en inglés: *Power over Ethernet*) se denomina a la tecnología que permite la transmisión de energía eléctrica a dispositivos de red, sobre el mismo cable Ethernet por el cual se transmiten datos.

De esta forma, se pueden alimentar cámaras IP, *Access Point* para redes WiFi, y en nuestro caso teléfonos IP, permitiendo prescindir de tomas eléctricos para energizarlos.

Los estándares IEEE 802.3af y 802.3at describen esta tecnología, en la cual se pueden proveer hasta 15,4 y 25,5 Watts respectivamente. Además se está trabajando en la versión 802.3bt que incrementará la potencia hasta 55 Watts.

3.2. Marco legal

Si bien esta tecnología se utiliza actualmente en varias empresas, para poder implementarla debemos asegurar que no estemos incumpliendo alguna ley, normativa o regulación en el tema.

Puntualmente en el diseño realizado hay dos soluciones que podrían estar incumpliendo alguna ley o normativa, las mismas son: el realizar llamadas internacionales a través de internet y transportar las llamadas de voz por la red MPLS desde las sucursales hasta C.A.B.A. y sacar la llamada a la PSTN a través de esta última.

En particular, la ley 27.078 Argentina Digital establece en sus art.56 y 57:

ARTÍCULO 56. — Neutralidad de red. Se garantiza a cada usuario el derecho a acceder, utilizar, enviar, recibir u ofrecer cualquier contenido, aplicación, servicio o protocolo a través de Internet sin ningún tipo de restricción, discriminación, distinción, bloqueo, interferencia, entorpecimiento o degradación.

ARTÍCULO 57. — Neutralidad de red. Prohibiciones. Los prestadores de Servicios de TIC no podrán:

a) Bloquear, interferir, discriminar, entorpecer, degradar o restringir la utilización, envío, recepción, ofrecimiento o acceso a cualquier contenido, aplicación, servicio o protocolo salvo orden judicial o expresa solicitud del usuario.

b) Fijar el precio de acceso a Internet en virtud de los contenidos, servicios, protocolos o aplicaciones que vayan a ser utilizados u ofrecidos a través de los respectivos contratos.

c) Limitar arbitrariamente el derecho de un usuario a utilizar cualquier hardware o software para acceder a Internet, siempre que los mismos no dañen o perjudiquen la red.

Luego de analizar la legislación vigente en el país, entendemos que no existe impedimento en el uso de los enlaces y/o internet para la transmisión de voz y video para uso de la empresa (diferente es el caso si se está vendiendo un servicio de telefonía).

CAPÍTULO IV

DESARROLLO

4. CAPÍTULO IV – DESARROLLO:

4.1. Introducción:

Para dar solución a las problemáticas desarrolladas en los capítulos anteriores se plantea una reingeniería de la red de telefonía de la empresa llevándola a una solución IP que reemplace el sistema y la tecnología actual, y que permita la incorporación de nuevos servicios.

La nueva arquitectura de red propuesta unifica las redes de datos y de telefonía en una única red, específicamente monta la red de telefonía sobre la red de datos ya existente para la registración de los teléfonos, las comunicaciones internas de la empresa y para llamadas hacia la PSTN de Buenos Aires desde las distintas sucursales, como explicaremos posteriormente.

Para lograrlo reemplazaremos todas las PABX independientes y distribuidas por una Central Telefónica IP centralizada, ubicada en el Datacenter de la casa central. Por simplicidad llamamos Central Telefónica IP a una solución mucho más compleja que consta de diversos servicios los cuales servirán, no sólo para reemplazar las funcionalidades de telefonía que brindaban las PABX sino también para el agregado de nuevos servicios. Los mismos serán detallados posteriormente.

También implementaremos servicios locales en cada sucursal, para supervivencia local en caso de un corte del enlace WAN, esto es para que el servicio de telefonía siga funcionando aunque se haya perdido contacto entre la central telefónica IP y los teléfonos de la sucursal. Dicho servicio es un software que se ejecuta en los routers existentes actualmente, aunque podría ser un equipo independiente.

Por otro lado se agregarán placas TDM (E1 y FXO) y DSPs³³ en los routers actuales de MPLS para convertirlos también en los gateways de conexión con la PSTN local.

³³DSP: procesador digital de señales, del inglés Digital Signal Processor

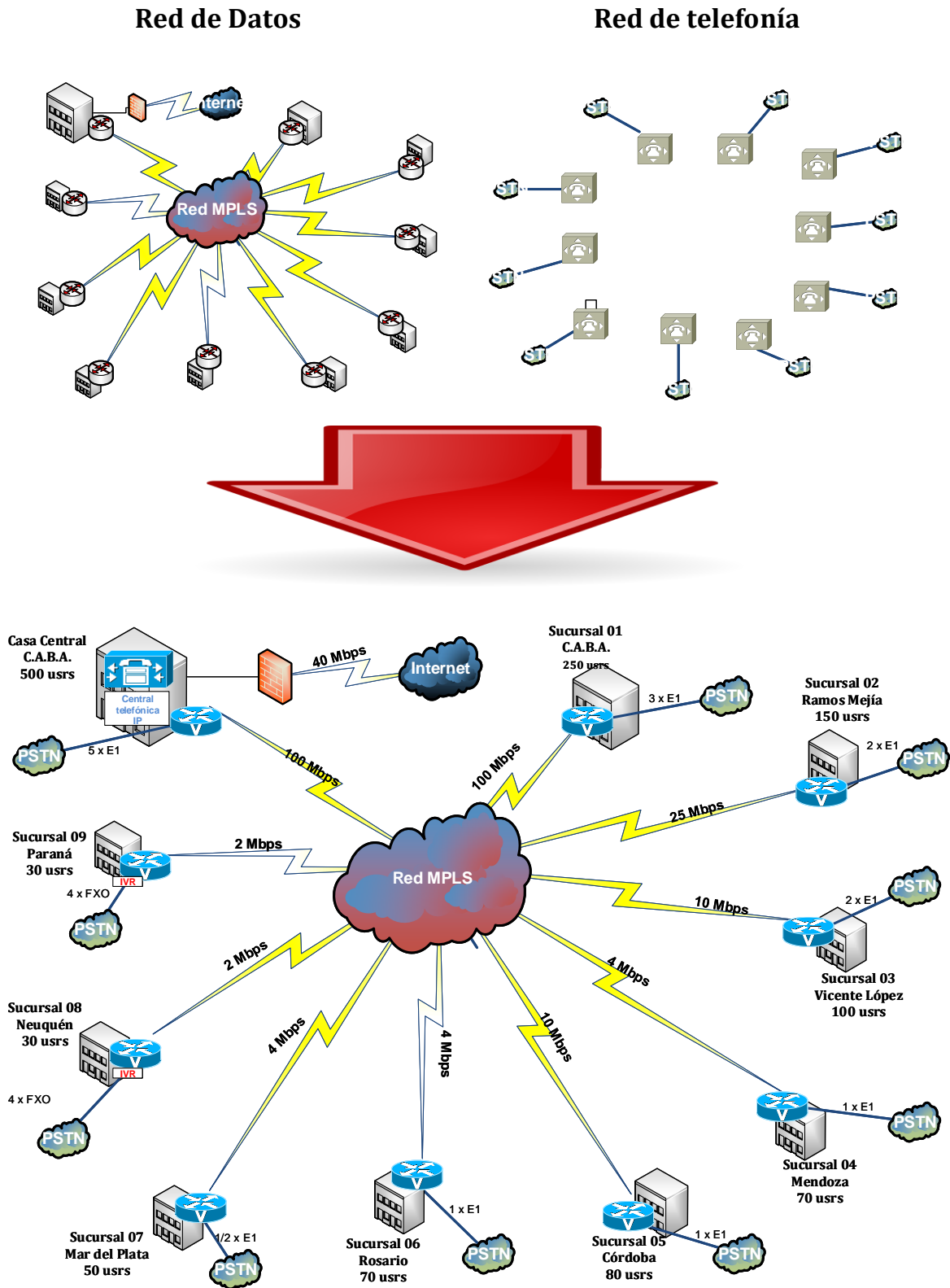


Figura 10: convergencia propuesta de las redes de datos y telefonía

Al centralizar la solución, también centralizaremos su administración y tendremos un plan de numeración único para toda la empresa simplificando las llamadas entre empleados de la misma, y sin afectar la numeración existente de los internos o de las llamadas externas a los mismos.

Utilizaremos una solución de aplicaciones basadas en software por lo que no se requerirá adquirir hardware en base al relevamiento realizado en el datacenter de la empresa, exceptuando las placas TDM y DSPs antes mencionados

Como la idea es sumar nuevos servicios, se agregaran varias aplicaciones/roles para poder incorporar mensajería instantánea, presencia, videollamadas, videoconferencias, cliente *softphone* en el celular, llamadas a otras compañías a través de internet, etc. Los mismos serán detallados y descriptos posteriormente.

Se instalarán teléfonos IP con visor para todos los empleados permitiendo, entre otros beneficios, contar con identificador de llamadas por número para personas externas a la compañía y por nombre y apellido para empleados.

4.2.Servicios

A continuación detallaremos los diferentes servicios y sus funciones, que forman parte de la solución y que hasta el momento a muchos de ellos los habíamos agrupado como Central Telefónica IP.

Servicio de manejo y control de llamadas:

Dicho servicio es la central telefónica IP propiamente dicha encargada de registrar los teléfonos y realizar todo el control, enrutamiento y manejo de llamadas. Es el corazón de la solución y es el que toma todas las decisiones al recibirse una llamada. Controla tanto los teléfonos, como los gateways y troncales hacia otras plataformas. Si bien puede manejar diversos protocolos de señalización para la presente reingeniería utilizaremos SIP.

Servicio de directorio:

Dicho servicio, es una base de datos de usuarios, que puede ser cargada localmente o puede estar integrada con algún servicio de directorio externo, como un *Active Directory*, a través del protocolo LDAP. Esta última opción permite que los usuarios utilicen el mismo usuario y contraseña que utilizan en su computadora para otras aplicaciones.

Este servicio permitirá tanto el inicio de sesión de los usuarios a las aplicaciones como la búsqueda de otro empleado en un directorio corporativo para poder llamarlo.

Servicio de buzón de voz:

Es el servicio encargado de recibir y almacenar los mensajes de voz pertenecientes a los diferentes usuarios. Cuenta con una base de datos propia para almacenamiento pero también permite reenviar los mensajes al correo del destinatario a través de una conexión SMTP.

Las llamadas son recibidas desde el servicio de manejo de llamadas cuando el destinatario está ocupado o no contestó en un tiempo determinado. La conexión entre ambos es a través de una troncal SIP.

Servicio de mensajería instantánea y presencia:

Es el servicio que maneja las comunicaciones entre los clientes a través de mensajes texto. También informa el estado del teléfono (disponible, ocupado, etc.) de los usuarios. Maneja tanto XMPP como SIP/SIMPLE pero para la solución ofrecida utilizaremos clientes SIP/SIMPLE.

Los usuarios los sincronizan desde el servicio de directorio y se comunica con el servicio de la Central Telefónica IP a través de un troncal SIP para intercambiar, entre otras cosas, el estado de presencia de los teléfonos.

Servicio de gateway:

En la actual solución podríamos definirlo como la frontera entre el mundo IP y el mundo TDM. Este equipo es el que posee las placas para conectarse hacia la PSTN (TDM), pudiendo ser las mismas E1, FXO, etc., y hacia el otro lado se comunica con alguno de los protocolos de señalización IP, que en nuestro caso será SIP.

Si bien podría ser un dispositivo específico también puede ser software en un *router* que cuente con dicha funcionalidad, como es el caso de la solución propuesta en este PFI.

Debido a las características relevadas de los equipos fue necesario agregarles memoria RAM³⁴ para los DSP y los módulos con placas E1 y FXO según correspondía por el tipo de enlace que ya poseían.

Dentro de este servicio también se encuentran los adaptadores de teléfonos analógicos, pero cuando nos refiramos a éstos los llamaremos ATAs (adaptador de telefonía analógica) en lugar de gateways.

Servicio de supervivencia local:

Es un servicio que podría instalarse en un dispositivo independiente o como en la solución ofrecida puede ser un software ejecutándose en el Gateway local de la sucursal. Dicho software se comunica periódicamente con la Central Telefónica IP y ante la falla de conexión entre ambos, adopta la funcionalidad de la misma permitiendo que los teléfonos se registren en él y puedan seguir comunicándose localmente y hacia la PSTN.

³⁴RAM: memoria de acceso aleatorio, del inglés Random Access Memory

Servicio de *firewall traversal*:

Es un servicio que consta de dos componentes, un servidor ubicado en la DMZ³⁵ y con visibilidad desde/hacia internet; y un cliente ubicado en la red local, el cual inicia un túnel encriptado hacia el servidor manteniéndolo activo y permitiendo que el servidor envíe por dicho túnel todo el flujo de señalización y audio/video proveniente desde los clientes que se encuentran fuera de la red de la empresa. Su función es permitir atravesar el firewall de una manera segura por ejemplo para apps instaladas en el celular o en la PC que posean el número interno del usuario.

De la misma manera este servicio es utilizado por las comunicaciones entre empresas a través de internet.

Servicio de multiplexación de audio y video:

Este servicio se utiliza al momento de realizar una conferencia. Su función es la de recibir un flujo de audio del participante que se encuentra hablando y reenviarlo a todos los participantes presentes en la conferencia. De forma semejante es tratado el video.

Servicio de movilidad de la extensión:

Dicho servicio permite que un empleado, utilizando su usuario y un PIN³⁶ inicie sesión en cualquier teléfono de la empresa y al mismo se le descargue un perfil con su número de interno, permisos, marcados rápidos, contactos, etc.

4.3. Plan de numeración unificado

Lo primero que se debe realizar al modificar un plan de numeración existente para crear un plan de numeración unificado es minimizar el impacto para el usuario final, por

³⁵DMZ: zona desmilitarizada, del inglés DeMilitarized Zone

³⁶PIN: número de identificación personal, del inglés Personal Identification Number

ello es que se ha diseñado un plan de numeración que no modifica los internos de los usuarios ni la forma de llamar a sus compañeros de sucursal.

Esto es posible debido a que, aunque la nueva central telefónica es única y contempla todos los internos de la empresa, podemos tratarla como pequeñas centrales con numeración independiente permitiendo que todos mantengan su interno incluso si hay repetidos en distintas sucursales.

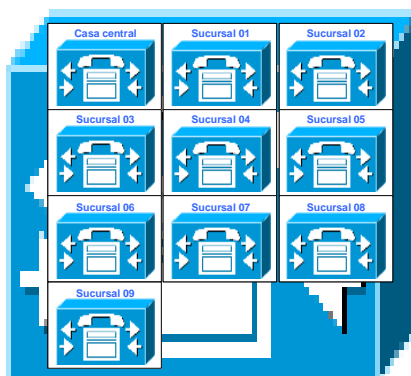


Figura 11: Central única como múltiples centrales independientes

En el relevamiento del plan de numeración de cada una de las sucursales encontramos que no hay internos que comiencen con 4, 7 o 9 ni con 0 que es el código utilizado en toda la empresa para tomar una línea de salida hacia la PSTN. Por esta razón se ha decidido que se utilizará el 7 como código de llamadas intersucursal.

Por lo tanto el nuevo plan de numeración unificado queda de la siguiente manera:

XXXX	Llamada a otro interno de la sucursal propia
0!	Código de salida hacia la PSTN
7YYXXXX	Llamada a un interno de otra sucursal

Tabla VI: Plan de numeración unificado

Donde la X representa un único dígito de 0-9, por lo tanto XXXX es un número de 4 dígitos cualesquiera, aunque en realidad en cada sucursal la primer X estará

reemplazada por el número de inicio de los internos de la misma. Por ejemplo para Mar del Plata será 1XXX.

Por otro lado el signo ! representa cualquier cantidad de cualquier dígito concentrando todas las posibles longitudes y dígitos que se enviarán a la PSTN para una llamada externa.

En cuanto al código para las llamadas intersucursales, el 7 es el código elegido para identificar dicho tipo de llamadas, luego le siguen YY que representa el número de sucursal, comenzando por el 00 que es el código para casa central (en la tabla que se muestra a continuación se detalla cada código) y posteriormente XXXX es el número de interno al que se desea llamar dentro de dicha sucursal

Sucursal	Ubicación	Código de sucursal (YY)
Casa Central	C.A.B.A.	00
Sucursal 01	C.A.B.A.	01
Sucursal 02	Ramos Mejía	02
Sucursal 03	Vicente López	03
Sucursal 04	Mendoza	04
Sucursal 05	Córdoba	05
Sucursal 06	Rosario	06
Sucursal 07	Mar del Plata	07
Sucursal 08	Neuquén	08
Sucursal 09	Paraná	09

Tabla VII: Código de sucursales

Si bien actualmente sólo posee 10 sitios diferentes y se podría haber resuelto con un único dígito para identificarlos, se utilizaron 2 dígitos para contemplar un posible crecimiento.

En el resto del documento cuando hagamos referencia al número de 7 dígitos formado por 7YYXXX lo llamaremos “interno completo” mientras que cuando hablemos del XXXX diremos simplemente “interno”.

También incluiremos en este plan de numeración la posibilidad de llamar o ser llamados a través de su dirección URI, o sea que los internos posean una o varias direcciones

SIP además de su número de interno propiamente dicho. En este tipo de llamadas se permite incluir video en la misma.

Esta dirección SIP tiene un formato parecido al del email, de la forma <usuario>@<dominio>, donde la parte de usuario puede ser alfanumérico y el dominio suele ser el de la propia empresa. Para la solución actual cada usuario tendrá dos direcciones SIP definidas para su interno que serán <interno_completo>@baks.com.ar y <nombre>.<apellido>@baks.com.ar, de esta forma un empleado podría llamar a otro simplemente conociendo su nombre y apellido y también cada empleado podría ser llamado desde el exterior de la empresa a través de internet marcando de alguna de las formas antes descriptas.

Por otra parte cualquier empleado podría llamar a otras empresas que también tengan el servicio de llamado por URI a través de internet marcando <usuario>@<dominio> y dichas llamadas tendrán costo 0 por no ir por la PSTN.

A continuación daremos algunos ejemplos de cómo realiza actualmente la marcación un usuario y como debería realizarla con el nuevo plan, evidenciando que en ningún caso se le dificulta la misma, sino que en el caso de llamada intersucursal se la simplifica, y más aún en aquellas sucursales que tienen líneas analógicas donde las llamadas son atendidas por una operadora quien luego transfiere la llamada al interno solicitado.

4.3.1. Descripción de las llamadas con el antiguo/nuevo *Dial Plan*

Llamada dentro de la misma sucursal:

Como ya hemos explicado la llamada dentro de la misma sucursal no se modifica y se podrá seguir llamando con los 4 números que forman el interno, por ejemplo 5001, además de agregar la posibilidad del llamado por URI marcando juan.perez@baks.com.ar

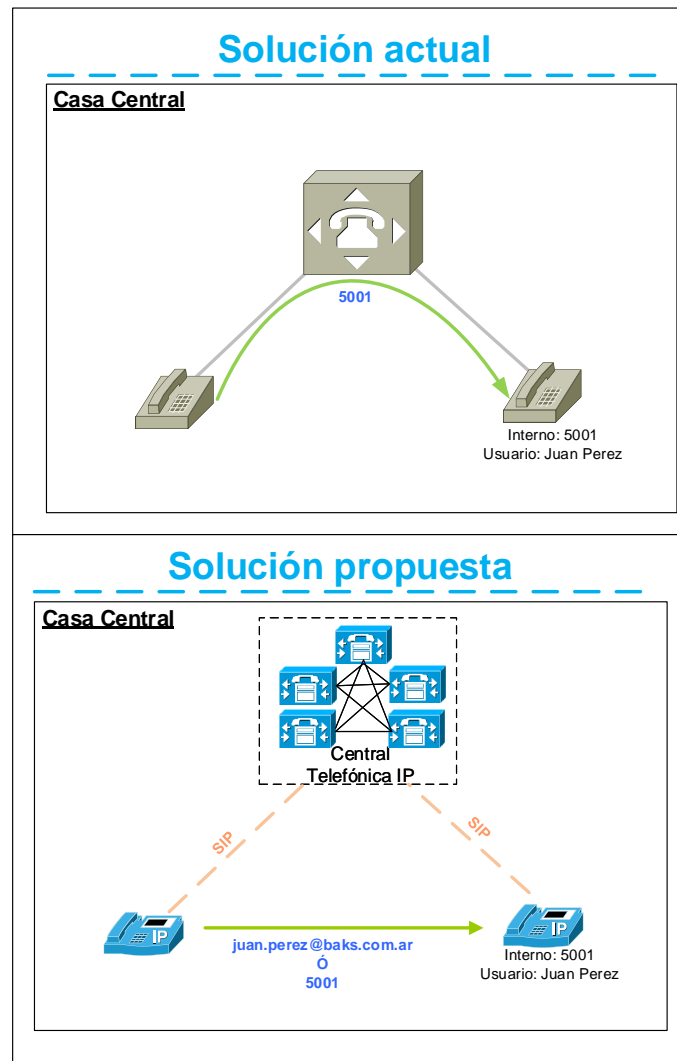


Figura 12: Llamadas dentro de la misma sucursal

Llamada desde casa central a la PSTN:

Las llamadas hacia la PSTN mantienen su formato anterior, el cual es 0 + número a alcanzar, por ejemplo 40007600.

En la solución propuesta agregamos un circuito de backup para el caso de que las E1 de la sucursal que llama (en este caso Casa Central) estén saturadas o fuera de servicio, la llamada igualmente se cursará en lugar de darle tono de ocupado al usuario, ya que serán enrutadas hacia la PSTN a través de la red MPLS con la Sucursal 01, ubicada también en CABA.

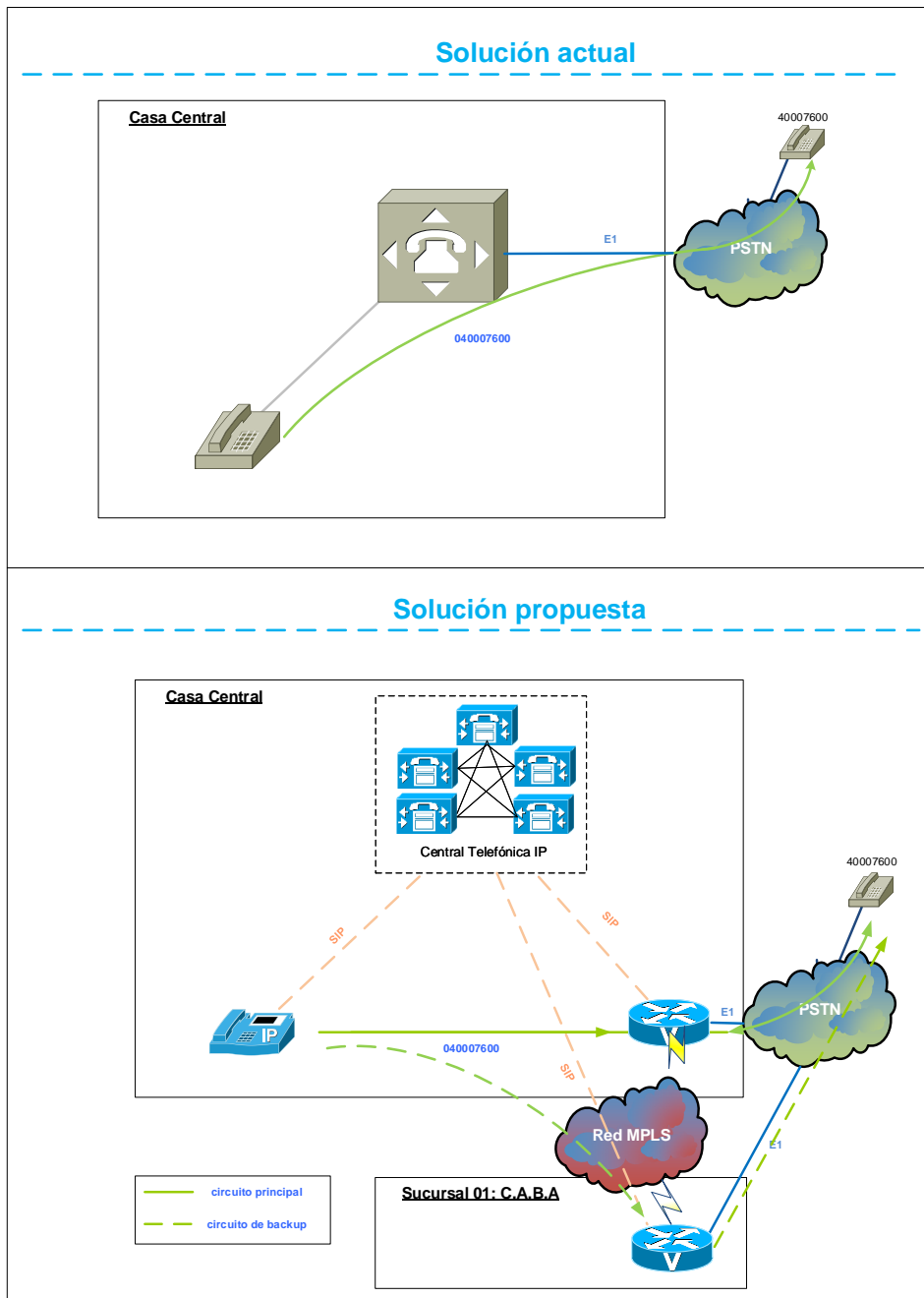


Figura 13: Llamadas desde casa central a la PSTN

Llamada hacia sucursales con líneas TDM digitales (E1) desde otra sucursal:

Al ser centrales completamente separadas, las llamadas entre sucursales se cursaban a través de la PSTN como cualquier número externo marcando 0 + el número, en este ejemplo un usuario de Mendoza que llamaba a Luis Suarez de la sucursal 06 ubicada en Rosario, cuyo interno es 2221, marcaba 03414482221.

En la solución propuesta la llamada será, cursada por red MPLS de la empresa, evitando el costo de la misma, y el usuario deberá marcar utilizando el formato armado para llamadas intersucursales, en este caso 7062221 (7: llamada intersucursal, 06: sucursal Rosario, 2221: interno) o luis.suarez@baks.com.ar.

Como en el caso anterior existe un circuito automático de backup por el cual si la llamada falla por una caída en el enlace MPLS la llamada se cursará automáticamente por la PSTN.

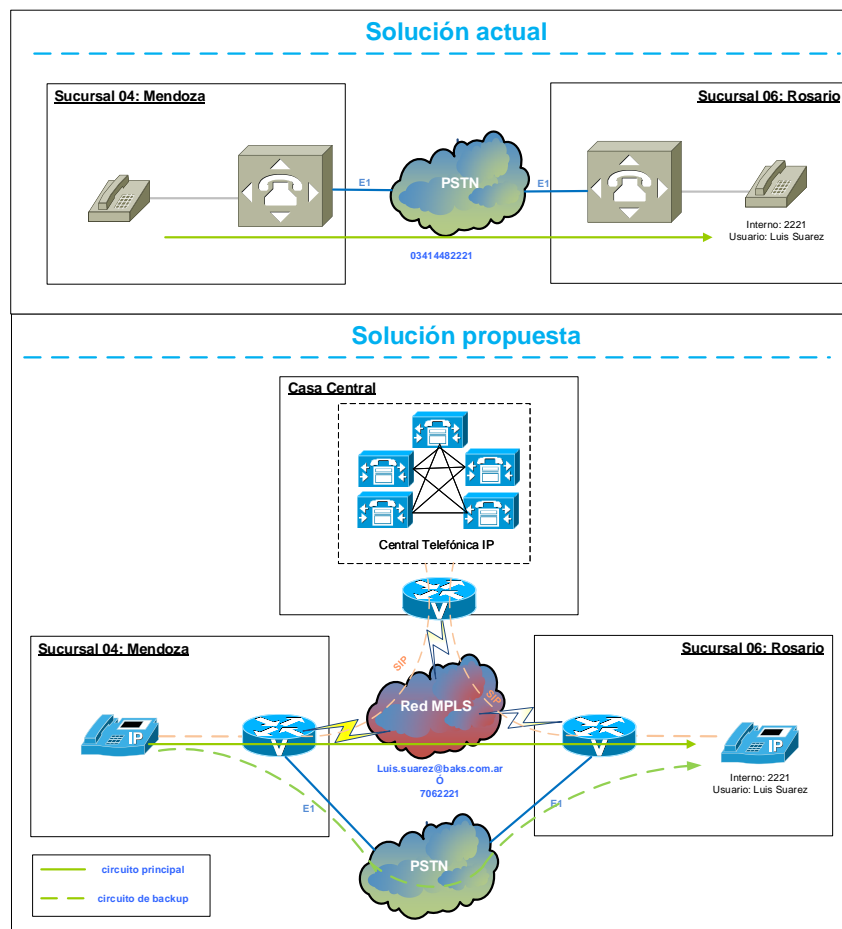


Figura 14: Llamada hacia sucursales con líneas TDM digitales (E1) desde otra sucursal

Llamada hacia sucursales con líneas TDM analógicas (FXO) desde otra sucursal:

De igual forma que el ejemplo explicado anteriormente actualmente las llamadas entre sucursales debía realizarse por la PSTN, con la diferencia que cuando la sucursal receptora posee líneas analógicas hacia la PSTN la llamada no puede ir directo hacía el interno que se desea alcanzar, lo cual en nuestro ejemplo es el 1005. Lo que se debe hacer es llamar a los números de las líneas analógicas, que serían derivados a la operadora/recepcionista de la sucursal y ésta debía encargarse de reenviar la llamada al interno indicado.

Con la solución propuesta, como la llamada es ruteada a través de la red MPLS, la llamada a un interno de dicha sucursal es semejante al ejemplo anterior, simplemente se deberá marcar el interno completo, por ejemplo 7081005 para alcanzar el interno 1005 de la sucursal 08 ubicada en Neuquén.

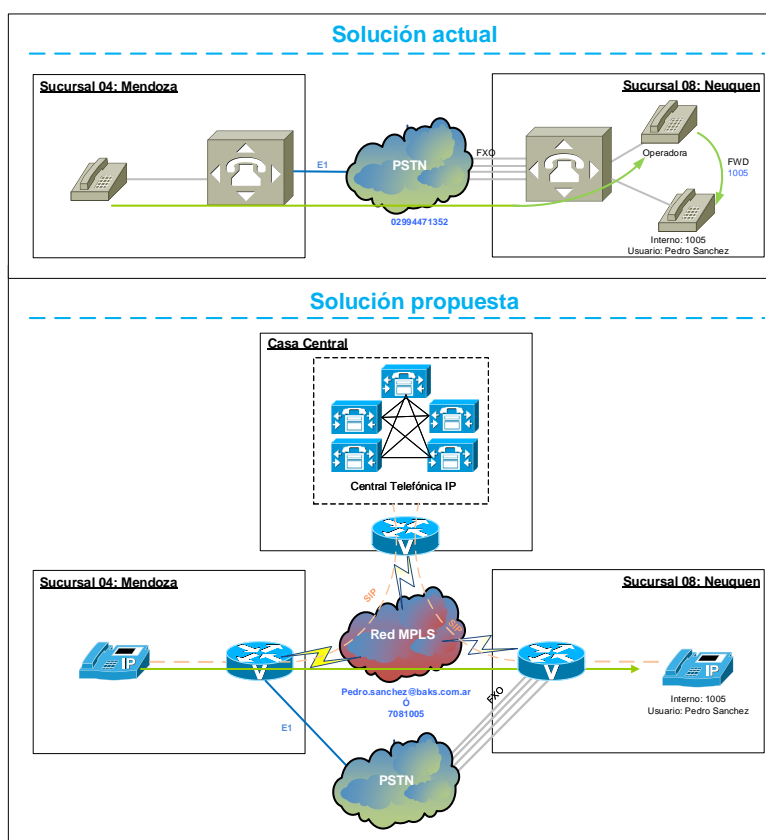


Figura 15: Llamada hacia sucursales con líneas TDM analógicas (FXO) desde otra sucursal

Llamada hacia un proveedor ubicado en Estados Unidos:

Actualmente las llamadas hacia los proveedores se realizan a través de la PSTN incursionando en los gastos existentes para llamadas internacionales. Para ello se marca 0 para toma de línea, luego 00 para llamada internacional y posteriormente el número completo con código de país, en este caso: 19723032222.

Cada vez son más las empresas que poseen conexiones hacia internet por la que pueden cursar y recibir llamadas de audio/video. La propuesta actual contempla colocar los servicios necesarios para conectar la empresa a internet y tener dicha posibilidad permitiendo poder realizar las llamadas a los proveedores internacionales a costo 0. Esto permitirá seguir haciendo la llamada a través de la PSTN como se realiza actualmente pero también llamarlo por internet marcando su URI, en este caso ben.burk@ibm.com o 2222@ibm.com.

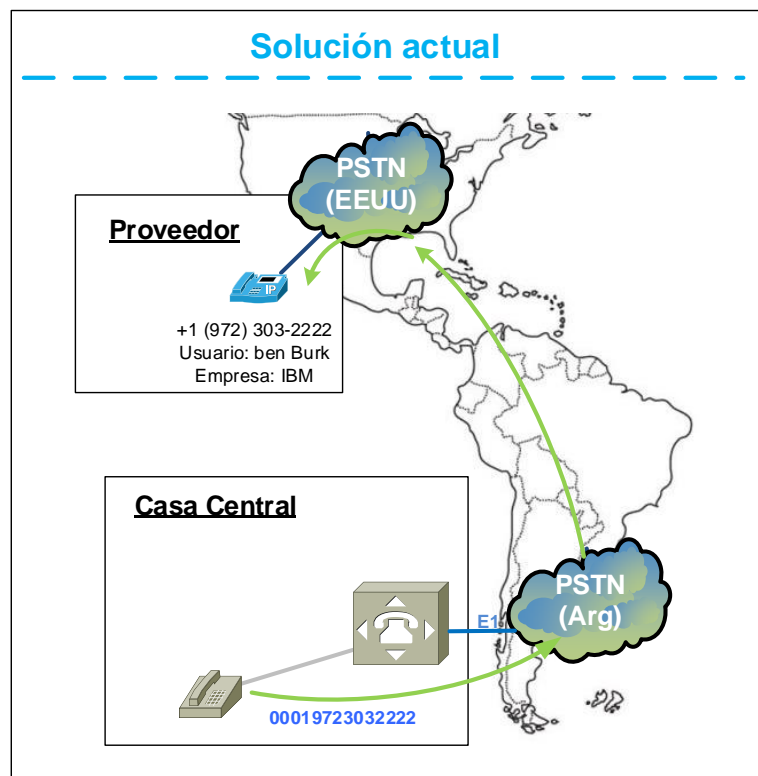


Figura 16: Llamada hacia un proveedor ubicado en Estados Unidos. Situación actual.

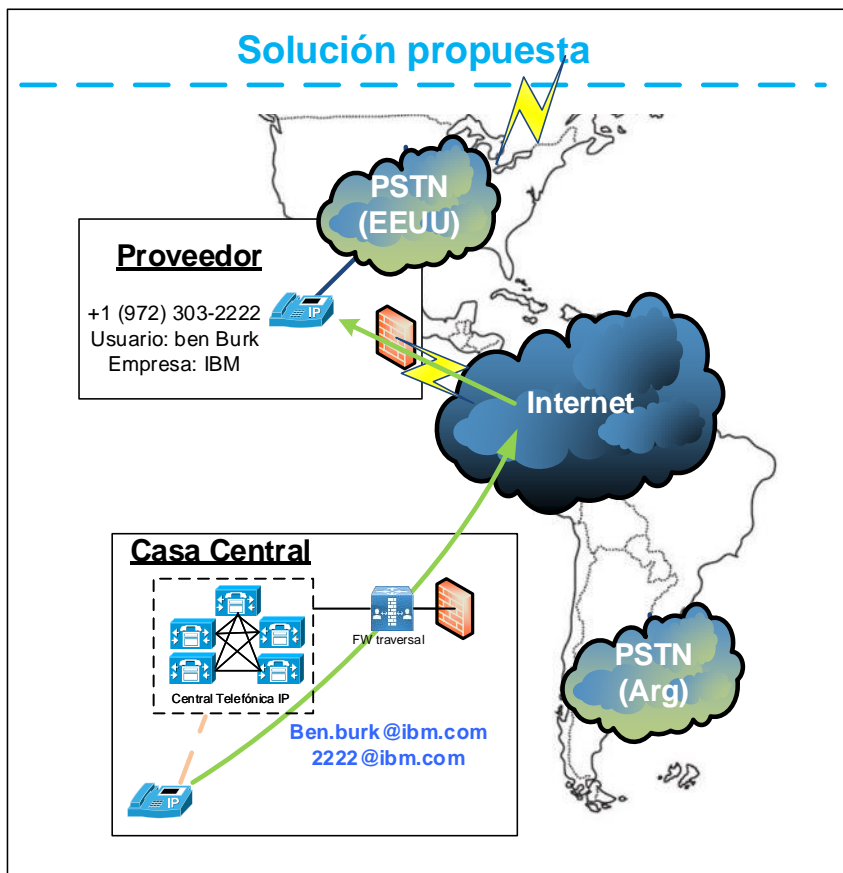


Figura 17: Llamada hacia un proveedor ubicado en Estados Unidos. Solución propuesta.

Llamada entrante:

Actualmente las llamadas entrantes se realizan marcando directamente el discado directo entrante del usuario, el cual está formado por el por el número de trama + el interno (en el ejemplo es 43235101); con la excepción de aquellas sucursales que no tienen tramas digitales donde todas las llamadas desde la PSTN son enviadas hacia la operadora para luego ser reenviada al usuario.

La solución propuesta mantiene el discado directo entrante pero también agrega el URI para ser alcanzado desde internet, el cual en forma general es el interno completo o nombre.apellido seguido del dominio. En el ejemplo es 7005101@baks.com.ar o juan.perez@baks.com.ar, respectivamente.

Para las sucursales con líneas analógicas se propone la implementación de servicio de contestador automático básico que atienda la llamada y consulte cual es interno que se desea alcanzar o en su defecto reenviarla a la operadora. Esto permitirá quitarle carga

de trabajo a la recepcionista/operadora y agilizar el acceso a los internos, ya que al poseer cuatro líneas hacia la PSTN el contestador podría atender más de una llamada en forma simultánea, mientras que la operadora debería cortar/transferir una para poder atender la siguiente.

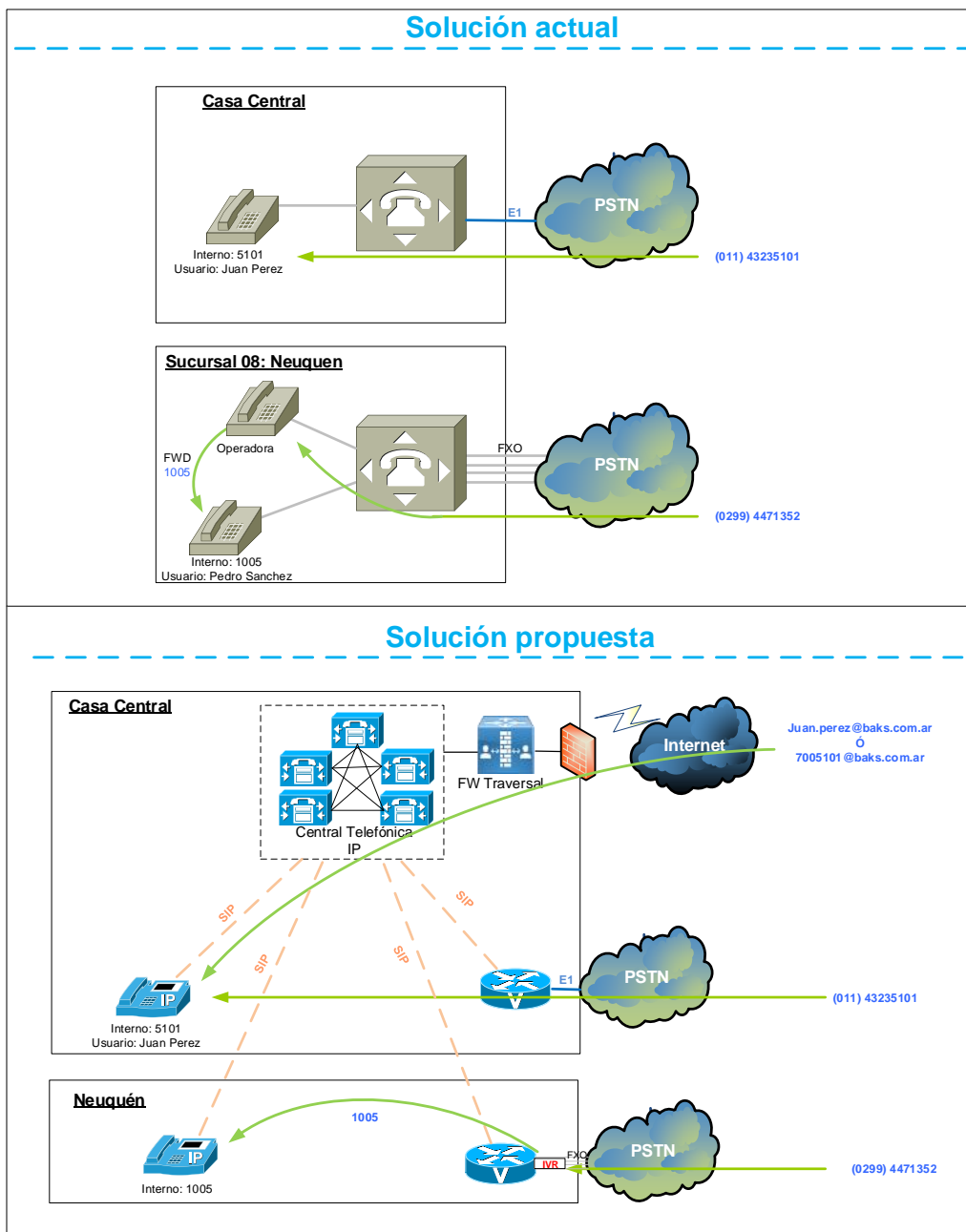


Figura 18: Llamada entrante

Queremos agregar también, que si bien no forma parte del plan de numeración propiamente dicho, se incorporó el servicio de directorio, donde una de sus funcionalidades es la de un directorio telefónico corporativo en el teléfono IP con visor, donde el usuario podría buscar al empleado que quiere llamar en el mismo y una vez ubicado, presionar la tecla “Marcar” y la llamada se realizará a dicho empleado. El directorio telefónico tendrá guardadas todas las extensiones con el formato 7YYXXX (interno completo), por lo que al presionar “Marcar” el directorio le indicará al teléfono que llame a dicho número, los cuales pueden ser alcanzados desde cualquier sucursal, incluso desde la propia.

A continuación presentamos un ejemplo donde se buscó a Juan Perez en el directorio corporativo:



Figura 19: Directorio Corporativo

4.4. Servicio de contestador automático de llamadas

Para las sucursales 08 y 09 que poseen líneas analógicas y no pueden ser reemplazadas se implementará un servicio de IVR³⁷. El mismo fue desarrollado en lenguaje TCL³⁸ y se ejecuta como un script en los routers de las sucursales.

A continuación presentamos el diagrama de flujo, la transcripción de los audios utilizados y el código del preatendedor desarrollado:

³⁷IVR: Contestador automático interactivo, del inglés Interactive Voice Response

³⁸TCL: Lenguaje de herramientas de comando, del inglés Tool Command Language

Diagrama de flujo

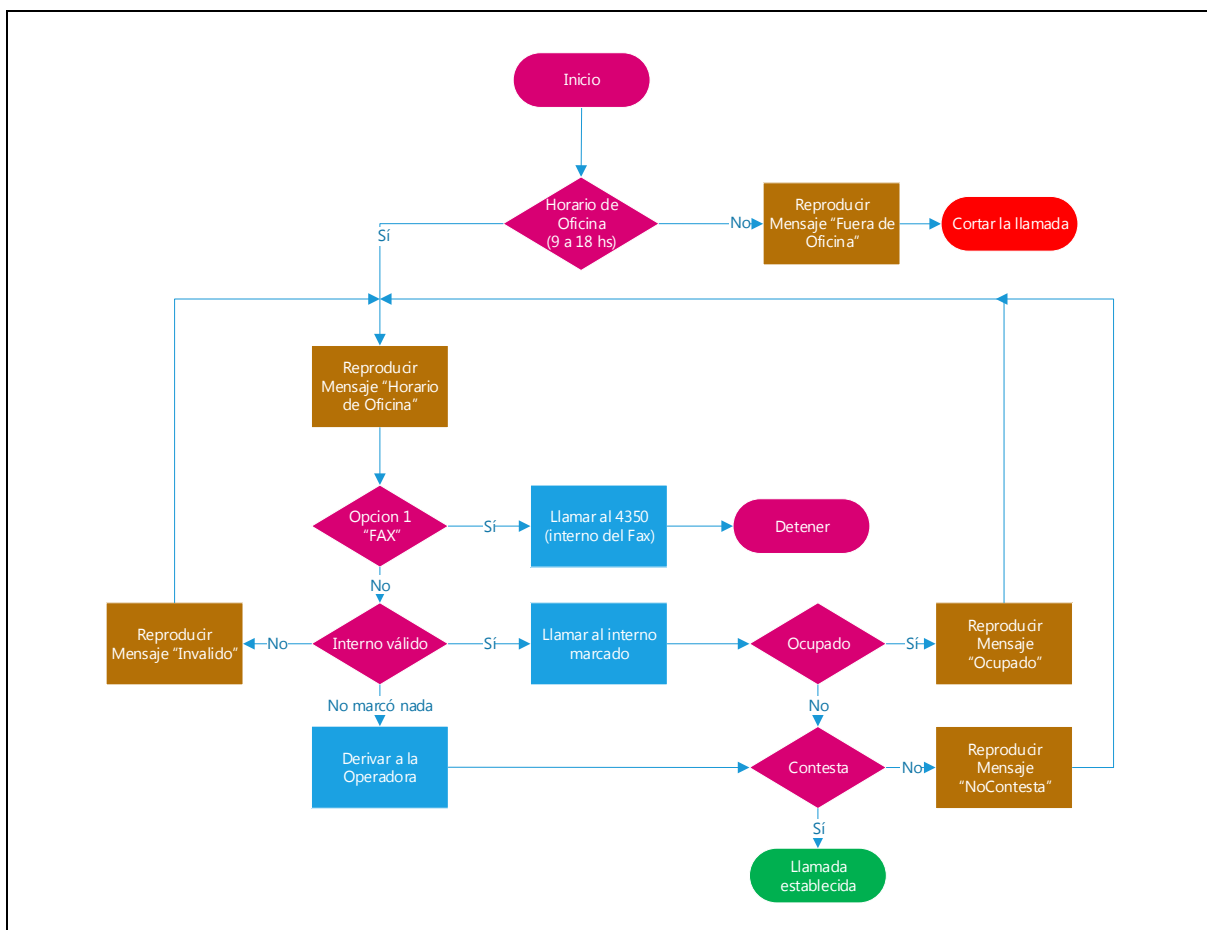


Figura 20: Diagrama de flujo del preatendedor

Transcripción de los audios:

Mensaje Horario de oficina: “Gracias por comunicarse con Baks, si conoce el número de interno, márcuelo ahora: si desea enviar un fax presione 1 o aguarde y será atendido por nuestra operadora”

Mensaje Fuera de oficina: “Gracias por comunicarse con Baks, nuestro horario de atención es de lunes a viernes de 9 a 18 hs. Hasta Luego”

Mensaje Inválido: “El número ingresado es incorrecto”

Mensaje Ocupado: “El interno con el que usted intenta comunicarse se encuentra ocupado en este momento”

Mensaje No Contesta: “El interno con el que usted intenta comunicarse no se encuentra disponible en este momento. Inténtelo mas tarde por favor. Gracias”

Código TCL del preatendedor:

```
#-----  
#Preatendedor sucursal 08  
#-----  
  
procinit { } {  
    globaldest  
    globalparam  
    global operadora  
    global fax  
    globalcallInfo  
    global opciones  
  
    set operadora(1) "3401"  
    set fax(1) "3450"  
    set opciones(1) "1*"  
    set param(interruptPrompt) true  
    set param(abortKey) *  
    set param(initialDigitTimeout) 5  
    set param(interDigitTimeout) 5  
    set param(terminationKey) #  
    set param(ignoreInitialTermKey) true  
    set param(dialPlan) true  
    set callInfo(alertTime) 12  
    infotag set med_language 1  
    puts "\ninit:"  
}  
procact_Cleanup { } {  
    puts "\nact_Cleanup"  
    call close  
}  
procact_Setup { } {  
    globalparam  
    globalopciones  
  
    puts "\nact_Setup: "  
    legsetupackleg_incoming  
    leg proceeding leg_incoming  
    legcollectdigitsleg_incomingparamopciones  
    infotag set med_language 1  
    set Hora [clock format [clock seconds] -format "%H"]  
    setMinutos [clock format [clock seconds] -format "%M"]  
    setDia [clock format [clock seconds] -format "%a"]  
    puts "\nDia=$Dia Hora= $Hora:$Minutos"  
    if { $Dia == "Sat" || $Dia == "Sun" || $Hora < "09" || $Hora > 18 } {  
        puts "\nFuera de Horario"  
        mediaplay l_FueraDeOficina.wav  
        call close  
    } else {  
        puts "\nHorario de Oficina"    }  
}
```



```

        mediaplayleg_incoming _Bienvenida.wav
    }
}
procact_GotDest { } {
    globalparam
    global fax
    globalbancapyme
    globalbancapersonas
    global operadora
    globalopciones
    globalcallInfo

    set status [infotag get evt_status]
    puts "\nact_GotDest: $status"
    if { $status == "cd_004" || $status == "cd_005" } {
        puts "\nact_GotDest: Disco opcioncorrecta (FAX o INTERNO)"
        setdest [infotag get evt_dcdigits]
        if { $dest == "1" } {
            leg setup fax callInfoleg_incoming
        } else {
            leg setup $destcallInfoleg_incoming
        }
    } elseif { $status == "cd_001" } {
        puts "\nact_GotDest: no disco nada"
        leg setup operadoracallInfoleg_incoming
    } elseif { $status == "cd_002" } {
        puts "\nact_GotDest: abort key, corto"
        call close
    } elseif { $status == "cd_006" } {
        puts "\nact_GotDest: no matcheoopciones"
        infotag set med_language 1
        media play leg_incoming _OpcionInvalida.wav _Bienvenida.wav
        legcollectdigitsleg_incomingparamopciones
        fsmsetstate GETDEST
    } else {
        puts "\nact_GotDestfallo con $status"
        call close
    }
}
procact_CallSetupDone { } {
    globalparam
    globalopciones

    set status [infotag get evt_status]
    if { $status == "ls_000" } {
        puts "\nLlamada realizada correctamente"
    } elseif { $status == "ls_002" } {
        puts "\n act_CallSetupDone: No contesta"
        infotag set med_language 1
        media play leg_incoming _NoContesta.wav _Bienvenida.wav
        legcollectdigitsleg_incomingparamopciones
        fsmsetstate GETDEST
    } elseif { $status == "ls_004" } {
        puts "\n act_CallSetupDone: Numeroinvalido"
        infotag set med_language 1
    }
}

```

```

        media play leg_incoming_Invalido.wav _Bienvenida.wav
        legcollectdigitsleg_incomingparamopciones
        fsmsetstate GETDEST
    } elseif{ $status == "Is_007" } {
        puts "\n act_CallSetupDone: Numeroocupado"
        infotag set med_language 1
        media play leg_incoming_Ocupado.wav _Bienvenida.wav
        legcollectdigitsleg_incomingparamopciones
        fsmsetstate GETDEST
    } else {
        puts "\nLLmada [infotag get con_all] fallo con $status"
        infotag set med_language 1
        media play leg_incoming_ErrorEnLaLlamada.wav
        call close
    }
}

init
#-----
# State Machine
#-----
Set fsm(any_state,ev_disconnected)          "act_Cleanup,same_state"
Set fsm(CALL_INIT,ev_setup_indication)      "act_Setup,GETDEST"
Set fsm(GETDEST,ev_collectdigits_done)      "act_GotDest,PLACECALL"
Set fsm(PLACECALL,ev_setup_done)            "act_CallSetupDone,CALLACTIVE"
Set fsm(CALLACTIVE,ev_disconnected)         "act_Cleanup,CALLDISCONNECTED"
Set fsm(CALLDISCONNECTED,ev_disconnected)   "act_Cleanup,same_state"
Set fsm(CALLDISCONNECTED,ev_disconnect_done) "act_Cleanup,same_state"

fsm define fsm CALL_INIT
#-----
#-----

```

4.5.Servicio de videoconferencia

Uno de los servicios de valor agregado propuestos para mejorar la calidad de las comunicaciones semanales que realizan el gerente general con los gerentes de cada sucursal, es reemplazar las conferencias de audio por videoconferencias.

La solución propuesta contempla diferentes tipos de videoconferencias, las cuales detallaremos a continuación:

Salas virtuales: Esta categoría de videoconferencias hace referencia a un tipo de salas que están activas todo el tiempo, y a las cuales sólo es necesario llamar desde un dispositivo con video a un número (o URI) destinado para dicho servicio y colocar el PIN de la sala. En este

tipo el PIN es fijo hasta que el administrador lo modifique, por lo que podría suceder que alguien que conoce el PIN ingrese a una videoconferencia a la cual no estaba invitado.

Videoconferencias agendadas: Estas videoconferencias se pueden agendar desde un portal web, un plugin en el cliente de correo o solicitándose a un administrador. En la misma reserva se pueden definir los recursos para la cantidad de participantes, para la fecha y hora indicados en el agendamiento. El número a marcar (dentro de un rango definido) y el PIN para este tipo de videoconferencias se genera en el momento por lo cual no podría haber alguien que ingrese por error como en el caso de las salas virtuales. Al momento de agendarlas también es posible agregar dispositivos de video para que sean llamados e incluirlos a la reunión en el horario programado, lo cual evita al usuario tener que saber el número que debe marcar, etc. Este tipo de videoconferencias es el que se propone para utilizar en las reuniones periódicas a realizar por los gerentes, donde la misma será previamente agendada reservando los recursos y, al momento de la misma, los gerentes solo deberán acercarse hasta sus terminales de video y presionar el botón “entrar”, ya que las mismas serán automáticamente agregadas en la videoconferencia.

Escalamiento de llamadas de video punto a punto a conferencia: Este tipo de videoconferencias se producen cuando se está en una llamada de video entre dos personas y se decide agregar a un tercero, cuarto, etc.

Sin importar el tipo de videoconferencia realizada, una vez establecida la misma en todas ellas será posible compartir contenido entre los participantes, como por ejemplo presentaciones, etc. Esto es posible gracias a un protocolo compatible con SIP llamado *BinaryFloor Control Protocol (BFCP)*.

Si bien el objetivo principal es mejorar las reuniones gerenciales semanales, la solución propuesta contempla la realización de cualquier tipo de videoconferencia, incluyendo también dispositivos externos a la compañía en lo que se denominan llamadas B2B³⁹, los cuales deberán ingresar a través del servicio de *Firewall Traversal* explicado anteriormente.

La solución propuesta está formada por un servicio denominado *Multipoint Control Unit (MCU)* que se integra con el servicio de control de llamadas a través de un troncal SIP para permitir el ingreso/egreso de las llamadas. Este dispositivo tiene la función

³⁹B2B: Negocio a negocio, del inglés Business to Business

de recibir un flujo de audio/video de cada uno de los participantes de una videoconferencia y redistribuirlo al resto permitiendo que todos puedan verse y hablar con todos.

Por otro lado, este servicio también se comunica con otro que se encarga del agendamiento, ya sea a través de un servicio web o de una integración contra el servidor de correo de la empresa.

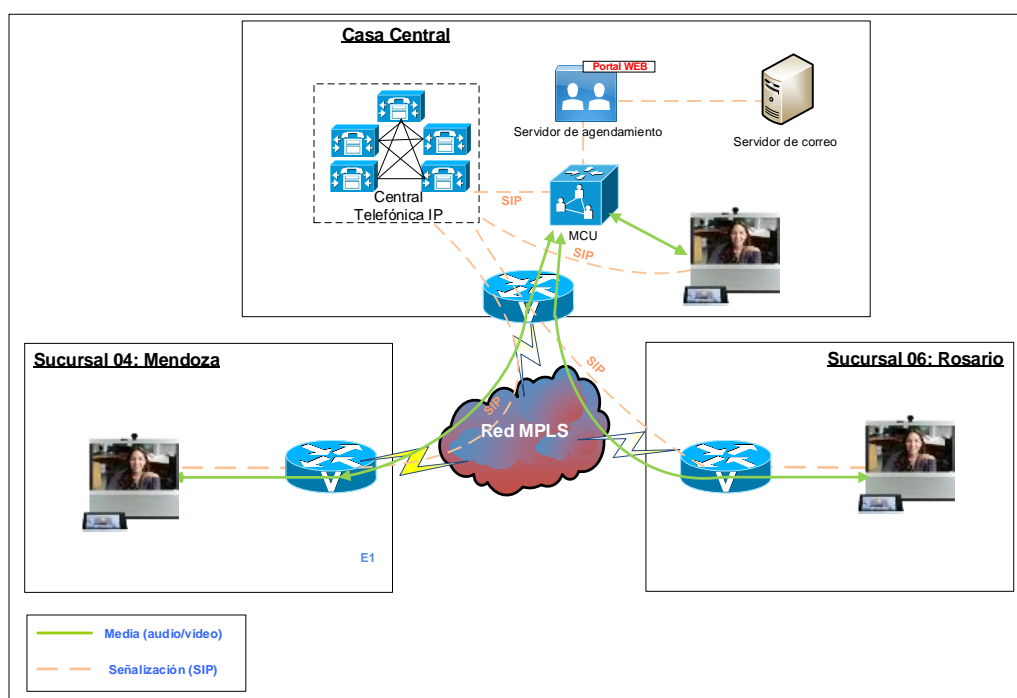


Figura 21: Infraestructura de Videoconferencias

4.6.Recomendaciones de calidad de servicio de la red

Debido a que la solución propuesta implica la convivencia de la voz y el video con los datos, los cuales tienen requerimientos completamente diferentes, es necesario aplicar algún mecanismo que garantice que se cumplan las necesidades de cada uno. Por ejemplo, los datos en general tienen mecanismos de retransmisión ante la pérdida de algún paquete lo cual garantiza que la información llegue completa sin que tenga tanta importancia si se genera algún tipo de demora por ello. También hay mecanismos de reordenamiento de los paquetes, cuando llegan en un orden diferente al que fueron enviados. Este tipo de soluciones no son posibles para la voz y el video, ya que un paquete fuera de orden o perdido

generan problemas por las características del contenido que se está enviando. Incluso para la voz y el video, el delay y el jitter (variación del delay) también son un inconveniente, ya que al intentar recomponer la señal original se producirán errores.

Los requerimientos mínimos para la voz y el video son:

- Pérdida de paquetes < 1%
- Delay en un sentido < 150 ms
- Jitter en un sentido < 30 ms

Existen 2 enfoques respecto a los mecanismos de calidad de servicio:

- Los servicios integrados (“IntServ”) implementa el modelo parametrizado. En este modelo las aplicaciones usan el protocolo de reservación de recurso para solicitar y reservar recursos a lo largo de la red.
- Los Servicios diferenciados (“DiffServ”) implementa el modelo priorizado. Éste marca paquetes de acuerdo al tipo de servicio que desean. En respuesta a estas marcas los *routers* y *switches* usan varias estrategias de *queueing* (hacer cola) para adaptar el rendimiento a las expectativas

En el presente PFI no realizaremos un diseño de calidad de servicios, simplemente haremos una breve explicación y algunas recomendaciones. Las mismas están orientadas al enfoque de DiffServ. Dicho estándar está definido en los RFC 2474⁴⁰ y 2475⁴¹. Si bien también es posible realizar calidad de servicio (QoS) a nivel MAC (de capa 2) mediante el estándar IEEE 802.1p, las recomendaciones estarán basadas en QoS a nivel IP (capa 3).

El encabezado IPv4 tiene un campo denominado DiffServ (antes llamado ToS⁴²) en el cual se marcan los paquetes según la prioridad que se les quiera dar. Luego, esta marca será utilizada por los *routers* para colocar el paquete en diferentes clases y poder priorizarlas según esté definido.

⁴⁰RFC2474: <https://tools.ietf.org/html/rfc2474>

⁴¹RFC2475: <https://tools.ietf.org/html/rfc2475>

⁴²TOS: Tipo de Servicio, del inglés Type of Service

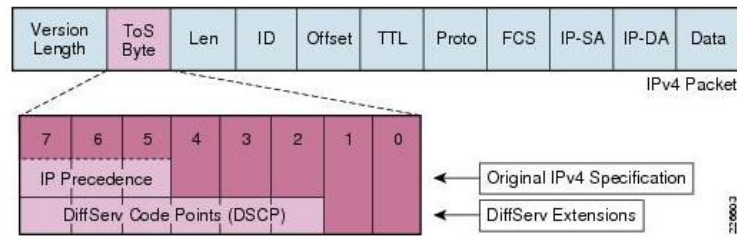


Figura 22: Campo ToS del encabezado IP⁴³

Este es un campo de 8 bits, en donde los 6 más significativos son los utilizados y se denominan Punto de Código de Servicios Diferenciados (DSCP). Los últimos 2 bits se utilizan como bits de notificación de congestión (ECN).

Dentro de los 6 bits de DSCP, los 3 primeros indican el grupo al que pertenece el paquete, mientras que los 2 siguientes indican la precedencia de descarte ante una congestión en la red. Paquetes con precedencia de dropeo mayor serán descartados previamente.

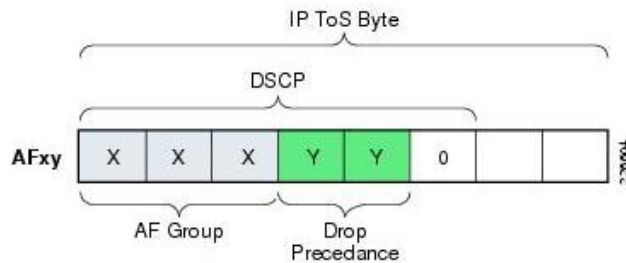


Figura 23: Campo DSCP dentro del Byte de ToS⁴⁴

A continuación se presentan las recomendaciones realizadas en los RFC 2474 y 2597 de la IETF de los grupos de clasificación de QoS, aunque estos podrían ser modificados al momento de marcar los mismos:

⁴³https://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/i/200001-300000/220001-230000/226001-227000/226603.eps/_jcr_content/renditions/226603.jpg

⁴⁴https://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/i/200001-300000/220001-230000/226001-227000/226604.eps/_jcr_content/renditions/226604.jpg

Application	Layer 3 Classification		
	IPP	PHB	DSCP
IP Routing	6	CS6	48
Voice	5	EF	46
Interactive Video	4	AF41	34
Streaming-Video	4	CS4	32
Locally-Defined Mission-Critical Data (see note below)	3	–	25
Call-Signaling (see note below)	3	AF31/CS3	26/24
Transactional Data	2	AF21	18
Network Management	2	CS2	16
Bulk Data	1	AF11	10
Scavenger	1	CS1	8
Best Effort	0	0	0

Figura 24: Recomendación para los grupos de clasificación de QoS⁴⁵

El valor DSCP está formado por los 6 bits mas significativos del byte de IP TOS (46 = 10011000), mientras que las siglas PHB⁴⁶ es el nombre con el que se conoce a cada clase.

El marcado de los paquetes se recomienda que se realice lo más cercano al origen posible y que luego los equipos intermedios confíen en dicha marca y actúen en consecuencia. Hacemos referencia a esto porque cualquier equipo en la red podría remarcar los paquetes colocándole otra marca.

En lo que respecta a telefonía, los teléfonos IP marcan los paquetes antes de introducirlos en la red y siguiendo la tabla anterior, la marca que realizan es la siguiente:

Paquetes de voz: DSCP 46 (PHB EF)

Paquetes de señalización de voz: DSCP 40 (PHB CS5)

Paquetes de datos provenientes de la PC conectado al teléfono: DSCP 0 (PHB 0)

Por otro lado los equipos de video marcarán el video con DSCP 34 (PHB AF41).

⁴⁵https://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/i/200001-300000/220001-230000/224001-225000/224550.eps/_jcr_content/renditions/224550.jpg

⁴⁶PHB: Comportamiento por salto, del inglés Per-Hop Behavior

Por lo tanto estaríamos cumpliendo con marcarlos lo más cercano al origen posible. Luego a los datos podrían clasificarlos en diferentes clases utilizando diversos mecanismos, pero nosotros nos centraremos en lo que respecta a los paquetes de telefonía.

Una vez marcados los paquetes debemos confiar en dicha marca en nuestra red y con el primer equipo que nos encontraremos es con el *switch* a donde están conectados. En general en los switches suele separarse el tráfico de voz y datos en diferentes vlans⁴⁷ para luego poder darles diferentes tratamientos si fuese necesario. Y por otro lado, configuraremos el switch para que confíe en los paquetes marcados desde el teléfono.

A continuación mostramos un ejemplo de configuración y su explicación para un switch Cisco 3750:

```
interface GigabitEthernet1/0/1
switchportaccessvlan 10 ->Vlan asignada a los paquetes provenientes de la PC
switchportvoicevlan 20 ->Vlan asignada a los paquetes provenientes del teléfono
switchportmodeaccess
mls qos trust dscp -> Comando que indica que confiaremos en la marca DSCP de los paquetes
end
```

Como dijimos que nos centraríamos en la calidad de servicio en la capa 3, lo que nos interesa es qué debemos hacer en los equipos de dicha capa, como son los routers. Estos son los dispositivos que nos conectan hacia la red MPLS y que suelen tener los anchos de banda más pequeños, por lo que es importante clasificar correctamente el tráfico en los mismos antes de enviarlo a dichos enlaces.

Para realizar dicha clasificación utilizaremos un mecanismo denominado *Low Latency Queuing* (LLQ), el cual fue desarrollado por Cisco y debido a que el cliente posee routers de dicha marca podremos aplicarlo sin inconvenientes.

Este mecanismo combina una cola prioritaria (PQ) con un conjunto de colas con diferentes pesos basados en las clases a las que pertenecen los paquetes (CBWFQ).

CBWFQ es un mecanismo que clasificará los paquetes en diferentes colas, y cada una tendrá un peso, posteriormente hay un *scheduler* o planificador que se encargará de enviar un porcentaje de paquetes de cada cola según el peso. Por ejemplo si tenemos 4 colas con pesos 4,3,2,1 respectivamente, cada 10 paquetes transmitidos se enviarán 4 de la cola A,

⁴⁷Vlan: Red de área local virtual, del inglés Virtual Local Area Network

3 de la cola B, 2 de la cola C y solo 1 de la cola D. Esto permite que siempre se envíen paquetes de todas las colas pero con preferencias para las clases más importantes.

Estas clasificaciones se aplican en caso de que todas las clases estuvieran llenas, en cambio si por ejemplo solo hubiese paquetes de la clase 4, se transmitirán todos los paquetes de dicha clase a la velocidad de transmisión del enlace. La elección de qué aplicaciones irán a cada clase depende de cada empresa y para lo que se refiere a la parte de telefonía es indistinto por lo que no ahondaremos más acerca de CBWFQ, excepto una explicación posterior referente al video.

La clase prioritaria asignada a la voz funciona diferente debido los requerimientos especiales, ya explicados, asociados a la misma, y no podría esperar a que se envíen 3 paquetes de una clase, 2 de otra, etc. Por ello la clase denominada PQ es una clase que, en cuanto llega un paquete, se envía dicho paquete sin importar si hay otros paquetes en las colas CBWFQ que llegaron antes. Por esta razón, para que no se produzca inanición de las clases de datos, la clase PQ se la configura con un ancho de banda máximo que debería estar acorde a la cantidad de llamadas soportadas por dicho enlace y al ancho de banda total del enlace.

Por su parte el video tiene características particulares debido a que el mismo no consume un ancho de banda fijo según el códec, sino que es variable según los cambios que se producen en la imagen, por dicha razón no se suele ubicar al video en una clase PQ sino que se lo coloca en una de las clases de CWBFQ, específicamente en la clase AF41. Para calcular el ancho de banda asociado a dicha clase se calcula el mismo en base al códec a utilizar, y luego se le suma un 20%, así por ejemplo si suponemos que el video consumirá 750 kbps, a la clase de video se configurará un ancho de banda de 900 kbps.

A continuación se presenta el modelo de funcionamiento de LLQ, donde se observa que la clase PQ tiene prioridad absoluta y debe ser restringida por un *policer* para evitar la inanición de las clases de CBWFQ.

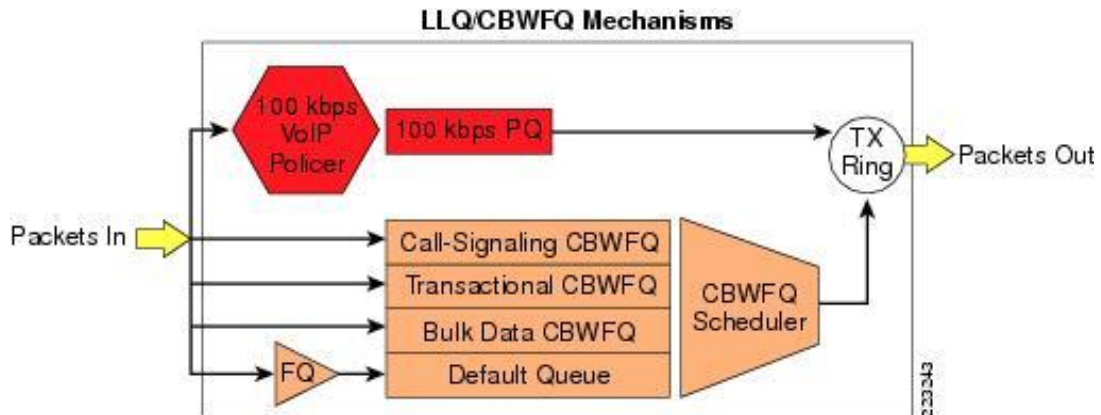


Figura 25: Modelo de funcionamiento de LLQ⁴⁸

De esta forma si suponemos que cada llamada consumirá 34,4Kbps, y se espera que por dicho enlace cursen 5 llamadas simultaneas, la clase PQ deberá configurarse con un ancho de banda de 172 Kbps. El consumo de ancho de banda de la señalización es mínimo, del orden de los 0,5 kbps por llamada y la misma se recomienda que sea asignada a la cola CS3.

A continuación se muestra un ejemplo de configuración de un router Cisco 2900, que es uno de los modelos que posee el cliente, suponiendo un enlace de 2 Mbps:

```
class-map match-any voice
matchipdscp EF
!
class-map match-any signaling
matchipdscp CS3
!
class-map match-any video
matchipdscp AF41
!
policy map LLQ
class voice
priority 172 ->clase PQ donde se asignaron 172 kbps
class signaling
bandwidth 5-> clases CWBFQ donde se asignaron 5 kbps
class video
```

⁴⁸https://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/i/200001-300000/220001-230000/223001-224000/223243.eps/_jcr_content/renditions/223243.jpg

```
bandwidth 900
```

```
class class1
```

```
bandwidth 500
```

```
class class2
```

```
bandwidth 200
```

```
classclass-default-> La clase default tendrá asignado lo que sobra del BW del enlace, en este caso 271 kbps
```

```
fair-queue
```

```
interface S0/0/0
```

```
bandwidth 2048
```

```
service-policy output LLQ
```

Por último debemos remarcar que además de seguir las recomendaciones indicadas de marcado y clasificación es necesario que contraten calidad de servicio en los enlaces de MPLS contratados al proveedor, para que ellos también confíen en las marcas realizadas en los paquetes y actúen en consecuencia, debido a que si esto no se realiza podría suceder que dentro de la empresa los paquetes se marquen y clasifiquen correctamente, incluso se los envíe hacia la red MPLS utilizando los mecanismos de LLQ, pero al ingresar en la red del proveedor éste nos remarque todo a PHB 0, y todo el tráfico pase a tratarse como Best Effort, pudiendo generar inconvenientes en la calidad de la voz y el vídeo.

4.7. Análisis y redimensionamiento de tramas TDM hacia la PSTN

Para analizar el dimensionamiento de los enlaces utilizaremos un dato estadístico que se usa para este tipo de empresas, el cual indica que el consumo de tráfico es de 0,2E por usuario en horas picos.

Por otro lado, para las sucursales supondremos como aceptable una probabilidad de bloqueo del 2% y utilizaremos una calculadora de Erlang B, ya que en nuestro diseño las llamadas que no se pueden realizar por estar las líneas bloqueadas utilizarán como backup la salida a la PSTN de Casa Central, por lo que en lo que concierne al cálculo de tráfico de dichos canales se perderán y no volverán.

En cambio para casa central utilizaremos una probabilidad de bloqueo casi nula (1‰), y utilizaremos una calculadora de Erlang B extendido, considerando que el 50% de las llamadas que se pierden por estar todas las líneas ocupadas intentaran nuevamente en forma inmediata.

Esto sucede porque Casa Central no tendrá Backup de llamadas por falta de canales disponibles (tendrá backup a través de la sucursal 01 por razones de contingencia pero no para el cálculo de canales) sino que será sobredimensionada para soportar ser el backup del resto, y también recibirá las llamadas de la sucursal hacia la PSTN de AMBA, que representan aproximadamente el 5% de las llamadas de cada sucursal.

Con dicha información calculamos la cantidad de canales necesarios y obtuvimos la siguiente información para cada sucursal:

Sucursal	Usuarios	Erlangs	Cantidad de canales	Cantidad de E1s
Casa Central	500	100	128	4 ½
Sucursal 01	250	50	61	2
Sucursal 02	150	30	39	1 ½
Sucursal 03	100	20	28	1
Sucursal 04	70	14	21	1
Sucursal 05	80	16	24	1
Sucursal 06	70	14	21	1
Sucursal 07	50	10	17	½
Sucursal 08	30	6	12	½
Sucursal 09	30	6	12	½

Tabla VIII: Cantidad de canales/E1s necesarios por sucursal

Ejemplos de cálculo:

Para realizar los cálculos se utilizó una calculadora de Erlangs que permite seleccionar el tipo de tabla a utilizar. A continuación se presentan 2 ejemplos de cálculo de cantidad de canales necesarios, uno para Casa Central utilizando la tabla Erlang B extendida y el otro para la sucursal 04 utilizando la tabla de Erlang B.

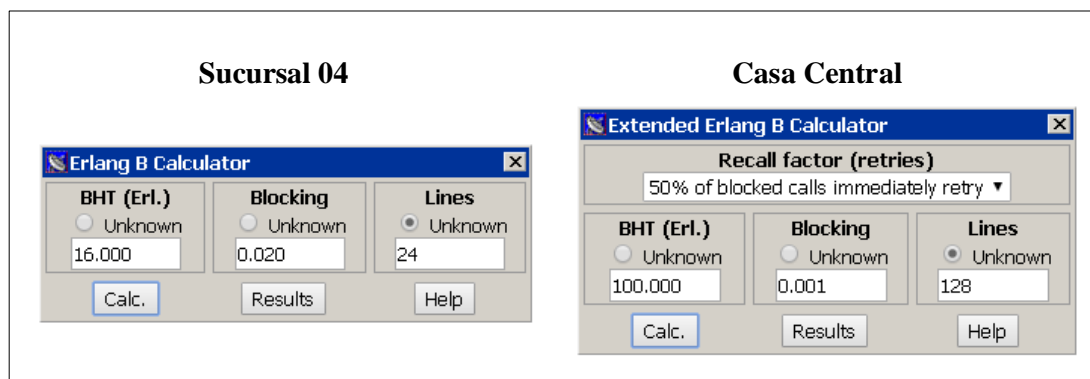


Figura 26: Calculadora de Erlang⁴⁹

Del relevamiento también obtuvimos la cantidad de llamadas de cada sucursal que son hacia otra sucursal y la cantidad que son efectivamente a la PSTN. Corrigiendo la cantidad de canales/E1 en base a dicho porcentaje nos queda la siguiente información:

Sucursal	Cantidad de canales	llamadas a la PSTN (%)	Cantidad de canales a la PSTN	Cantidad de canales a la red MPLS
Casa Central	128	85 %	109	53*
Sucursal 01	61	80 %	49	12
Sucursal 02	39	75 %	29	10
Sucursal 03	28	67 %	19	9
Sucursal 04	21	70 %	15	6
Sucursal 05	24	75 %	18	6
Sucursal 06	21	76 %	16	5
Sucursal 07	17	78 %	13	4
Sucursal 08	12	74 %	9	3
Sucursal 09	12	69 %	8	4

Tabla IX: Cantidad de canales/E1s corregidos

*El 90% de las llamadas desde las sucursales a otras sucursales van a casa central, por lo que la cantidad de canales MPLS de casa central deben incrementarse en el 90% de la suma de los canales del resto de las sucursales y no en el 15% de las llamadas a internos que ellos realizan. Comparando dichos resultados con la cantidad de E1 que poseen en cada sucursal obtenemos el siguiente resultado:

⁴⁹<http://www.erlang.com/calculator/exeb/>

Sucursal	Ubicación	Tramas (canales existentes)	Tramas (Canales calculados)
Casa Central	C.A.B.A.	5 (150)	5 (109)**
Sucursal 01	C.A.B.A.	3 (90)	2 (49)
Sucursal 02	Ramos Mejía	2 (60)	1 (29)
Sucursal 03	Vicente López	2 (60)	1 (19)
Sucursal 04	Mendoza	1 (30)	½ (15)
Sucursal 05	Córdoba	1 (30)	1 (18)
Sucursal 06	Rosario	1 (30)	½ (16)*
Sucursal 07	Mar del Plata	½ (15)	½ (13)
Sucursal 08	Neuquén	0 (4 analógicas)	0 (8 analógicas)*
Sucursal 09	Paraná	0 (4 analógicas)	0 (8 analógicas)

Tabla X: Canales existentes vs Canales necesarios según cálculo

*Se subió la probabilidad de bloqueo a 2,2% para bajar en 1 la cantidad de canales necesarios y quedarnos en ½ E1.

**En casa central los cálculos indican que se requerirían 4 E1 pero se mantienen las 5 E1s y de esta manera quedan libres 41 canales para funcionar como backup del resto de las sucursales y para cursar las llamadas del resto de las sucursales a la PSTN de Casa Central. Incluso si estos no fueran suficientes con 2 E1 en la sucursal 01 quedan otros 11 canales libres y podríamos utilizar dicha sucursal como segundo backup, estando las dos en C.A.B.A.

Por dicha razón podremos reducir 1 E1 en las sucursales 01, 02 y 03 y ½ E1 en las sucursales 04 y 06, mientras que en las sucursales 08 y 09 deberían contratarse 4 líneas analógicas más en cada sucursal. Esto es debido a que ~~no~~ el proveedor no tiene tramas digitales para entregarle, sino la recomendación sería reemplazar las líneas analógicas por tramas digitales.

4.8. Análisis y redimensionamiento de enlaces MPLS

Al realizar la corrección de los canales TDM necesarios también obtuvimos la cantidad de canales que se cursarán por la red MPLS y que representarán un incremento de tráfico en los enlaces.

Entre sucursales se utilizará como códec G.729, el cual tiene muy buena relación compresión/MOS⁵⁰ para conversaciones humanas. El mismo tiene un consumo de ancho de banda de 34,4 Kbps por llamada (considerando los encabezados RTP/UDP/IP/MPLS/Ethernet).

Calculo de ancho de banda por llamada:

Tamaño del paquete (bytes) = RTP (12 bytes) + IP (20 bytes) + UDP (8 bytes) + MPLS (8 bytes) + Ethernet (18 bytes) + Voice Payload (20 bytes) = 86 bytes

Tamaño del paquete (bits) = 86 bytes * 8 bits/byte = 688 bits

Paquetes Por Segundo (pps) = Codec bit rate (8 kbps) * Voice Payload en bits (160 bits) = 50 pps

Ancho de banda por llamada = Tamaño del paquete (688 bits/paquete) * Paquetes Por Segundo (50 paquetes/segundo) = **34.400 bps**

También agregaremos 750 kbps para las llamadas de video que se realizaran entre los gerentes más un *overhead* del 20% como explicamos anteriormente, esto nos da un total de 900 kbps.

En principio consideraremos 1 llamada por cada sucursal, excepto casa central que recibirá 9, ya que ahí es donde se ubica la MCU de video.

Con estos datos obtenemos la siguiente información, que nos indica el ancho de banda necesario en cada enlace para soportar la migración:

Sucursal	Cantidad de canales a la red MPLS	Ancho de banda para audio	Ancho de banda para video	Ancho de banda total necesario
Casa Central	53	1823,2 kbps	4608 kbps	9923,2 kbps
Sucursal 01	12	412,8 kbps	900 kbps	1312,8 kbps
Sucursal 02	10	344 kbps	900 kbps	1244 kbps
Sucursal 03	9	309,6 kbps	900 kbps	1209,6 kbps
Sucursal 04	6	206,4 kbps	900 kbps	1106,4 kbps
Sucursal 05	6	206,4 Kbps	900 kbps	1072 kbps
Sucursal 06	5	172 Kbps	900 kbps	1072 kbps

⁵⁰MOS: mecanismo utilizado como métrica para medir la calidad de la Experiencia, del inglés Mean Opinion Score

Sucursal 07	4	137,6 Kbps	900 kbps	1037,6 kbps
Sucursal 08	3	103,2 Kbps	900 kbps	1003,2 kbps
Sucursal 09	4	137,6 Kbps	900 kbps	1037,6 kbps

Tabla XI: Ancho de banda necesario para cada sucursal

Considerando dicha información se deberá evaluar el consumo de ancho de banda actual para determinar cuáles enlaces deben ser ampliados. Dicho análisis queda fuera del alcance del presente PFI, por lo que luego, para el cálculo de costos, consideraremos que todos los enlaces deben ser ampliados según los cálculos expresados recientemente.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

5. CAPÍTULO V – ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO:

5.1.Introducción:

Si bien el objetivo del presente PFI no es realizar un análisis económico financiero, consideramos que resulta útil incluir un pequeño desarrollo ya que una de las preguntas realizadas en el presente PFI es cuál sería el esfuerzo económico de cambiar de tecnología. Para responderla realizamos un análisis de los gastos que se reducirán por mes luego de la reingeniería, evaluamos cual es la inversión necesaria para el cambio de tecnología para poder identificar si habrá un retorno de inversión y en qué cantidad de tiempo se producirá el mismo.

5.2.Desarrollo:

Lo primero que evaluaremos serán los gastos actuales que se podría reducir.

Gastos de soporte de PABX:

El primero y más importante es el gasto de soporte de las diferentes PABXs. Algunos contratos están unificados, por ejemplo el de Harris pero se lo ha dividido para poder imputar un determinado gasto a cada sucursal.

Sucursal	Ubicación	Marca/Modelo	Gasto mensual (pesos)
Casa Central	C.A.B.A.	Harris LX	98.000
Sucursal 01	C.A.B.A.	Harris LH	78.000
Sucursal 02	Ramos Mejía	Nortel Meridian Op61c	56.000
Sucursal 03	Vicente López	Harris M2	65.000
Sucursal 04	Mendoza	Siemens HiCom300	Sin soporte
Sucursal 05	Córdoba	Nortel Meridian Op11c	34.000
Sucursal 06	Rosario	Nortel Meridian Op11c	34.000
Sucursal 07	Mar del Plata	Lucent	Sin soporte
Sucursal 08	Neuquén	Panasonic KX-TD500	9.000
Sucursal 09	Paraná	Panasonic KX-TD500	9.000

Tabla XII: Gasto de soporte de PABXs

Gastos de viajes y/o personal externo:

Existe un gasto asociado a la falta de personal en sitio y a la necesidad de contratar personal externo y/o viajar para solucionar determinados inconvenientes. Para dichos incidentes cuentan con un presupuesto reservado de \$5.000 por mes.

Gasto de tramas E1 hacia la PSTN:

Existe otro gasto asociado a las E1, que podríamos ahorrarnos disminuyendo la cantidad, en base a lo analizado en el capítulo anterior debido al pasaje de las llamadas entre internos por la red MPLS, en lugar de hacerlo a través de la PSTN. En total podríamos reducir 4 E1, lo cual representa un gasto de \$16.000 por mes (\$4.000 x E1). A esto le restamos \$1.000 de las 8 líneas analógicas a agregar en las sucursales 08 y 09, nos quedaría un ahorro de \$15.000 mensuales.

Gasto de llamadas internacionales:

Tendremos la reducción de gastos en llamadas internacionales a los proveedores. Respecto a éste tipo de llamadas obtuvimos la siguiente información:

Destino	Cant. De llamados (x mes)	Duración promedio x llamada (min)	Costo x Minuto	Gasto mensual (pesos)
Brasil	25	6	2,5	375
USA	15	6	1,5	175

Tabla XIII: Gasto de llamadas internacionales

Gasto de llamadas entre sucursales:

Respecto al gasto de llamadas entre sucursales, las cuales hoy se cursan por la PSTN, la información obtenida es el siguiente:

Tipo de llamada	Cant. De llamados (x mes)	Duración promedio x llamada (min)	Costo x Minuto	Gasto mensual (pesos)
Reuniones gerenciales	40	30	0,22*	264

Llamadas normales	29.250**	2	0,22*	12.870
--------------------------	----------	---	-------	--------

Tabla XIV: Gasto de llamadas entre sucursales

*Para el cálculo del costo por minuto se realizó un estimativo ya que el costo varía según la distancia del destino a llamar según las siguientes tablas:

Tarifa urbana	\$0,27 / ficha
Tarifa interurbana	\$0,57 / ficha

Distancia	Segundos / ficha
Urbana	120
de 30/55 Km	113
de 30/110 Km	113
de 110/170 Km	60
de 170/240 Km	48
Más de 240 Km	31,5

Tabla XV: Costo de llamadas locales urbanas e interurbanas⁵¹

** El detalle de llamadas de los tres meses analizados arrojó un total de 97.500 llamadas por mes a la PSTN de las cuales el 30% aproximadamente son hacia otras sucursales, con algunas variaciones dependiendo de la sucursal.

Gasto de llamadas interurbanas a AMBA:

También podemos agregar las llamadas que son realizadas desde las distintas sucursales hacia la PSTN de AMBA, las cuales hoy se pagan como llamadas de larga distancia nacional mientras que si las cursáramos por la red MPLS como se propone y se las saca a la PSTN desde la casa central las mismas serían llamadas locales.

Las mismas representan el 5% de las llamadas aproximadamente y si tomamos como costo de LDN \$0,22 mientras que las llamadas locales tienen un costo de \$0,135 obtenemos un gasto mayor por minuto de \$0,085, por lo que nos queda el siguiente cuadro:

⁵¹<http://www.telefonica.com.ar/atencion-al-cliente/pagos-y-facturacion/tarifas/tarifarios>

Tipo de llamada	Cant. De llamados (x mes)	Duración promedio x llamada (min)	Diferencia x minuto	Gasto mensual (pesos)
PTSN AMBA	4875	2	0,085	414

Tabla XVI: Gasto de llamadas interurbanas a PSTN de AMBA

Gasto de energía eléctrica:

Tenemos el ahorro en consumo eléctrico de las PABX que dejarán de estar conectadas. Las mismas tienen el siguiente consumo, según la información proporcionada por el cliente y las hojas de datos de las centrales telefónicas.

Marca/Modelo	Cant. De módulos	Consumo por módulo	Consumo total
Harris LX	5	500 W	2,50 kW
Harris LH	3	440 W	1,32 kW
Nortel Meridian Op61c	2	460 W	0,92 kW
Harris M2	2	500 W	1,00 kW
Siemens HiCom310E	2	420 W	0,84 kW
Nortel Meridian Op11c	1	500 W	0,50 kW
Nortel Meridian Op11c	1	500 W	0,50 kW
Lucent	1	350 W	0,35 kW
Panasonic KX-TD500	1	300 W	0,30 kW
Panasonic KX-TD500	1	300 W	0,30 kW
Total			8,53 kW

Tabla XVII: Gasto de energía eléctrica de las PABXs

Por otro lado, incorporaremos teléfonos IP que utilizan POE (poweroverEthernet), los cuales consumen un máximo de 3,84W y en reposo unos 2,6W cada uno. Supondremos que durante las 8 horas de trabaja se utilizan un 50% y el resto del tiempo están en reposo, por lo que estarán 4 horas consumiendo 3,84W y 20 horas consumiendo 2,6. Esto nos da un consumo ponderado de 2,8W por teléfono. Por su parte supondremos que el viejo switch y el nuevo tienen el mismo consumo cuando no se utiliza el POE, lo cual no es del todo correcto ya que los switches más modernos consumen un poco menos pero es suficiente para el análisis a realizar.

Teniendo en cuenta dichas aproximaciones, calcularemos un incremento en el consumo de energía debido a los teléfonos IP de aproximadamente 3,64 kW (1300 dispositivos * 2,8 W/disp).

Restando dicho incremento al ahorro de apagar las PABX nos da una reducción de 4,89 kW (8,53 kW – 3,64 kW) y tomando como dato según el tarifario de Edesur que el kWh tiene un costo de \$1,225, estaríamos obteniendo una reducción en los gastos mensuales por mes de \$4.312 (1,225 \$/kWh * 4,89 kW * 24 hs/día * 30 días/mes)

Si le restamos un 7,5 % para los equipos de video que no fueron contemplados y para las máquinas virtuales que existirán en el Datacenter, las cuales generar un incremento en el consumo de energía del mismo, nos quedaría una reducción del orden de los \$4.000 por mes en energía eléctrica.

Teniendo en cuenta esta información podríamos expresar el ahorro de gastos de la siguiente manera:

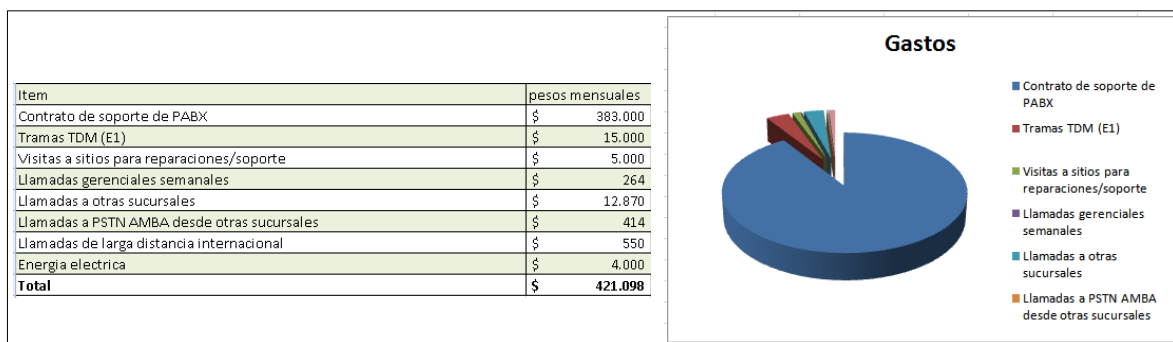


Figura 27: Distribución del ahorro de gastos

Podemos observar en el gráfico que el gasto de los contratos de soporte de las PABX es muy grande y representan el 90% de los gastos a reducir mientras que la influencia de las llamadas internacionales, las reuniones gerenciales semanales o las llamadas de otras sucursales a la PSTN de AMBA tienen una influencia mínima en el ahorro.

A continuación realizaremos el análisis de contrato de soporte de la nueva solución, realizaremos una estimación de la inversión a realizar para la implementación y calcularemos en cuanto tiempo se recuperará la inversión.

Para la estimación se solicitó una cotización a un Partner de Cisco para poder tener una referencia. Si bien, quizás no es la solución más barata del mercado cumple con todos los requerimientos que solicitamos y nos será útil para nuestro análisis.

A continuación detallaremos los costos de la solución:

Teléfonos IP

Item	Cantidad	Precio Unitario (dólares)	Total
Cisco UC Phone 7821	1040	180	187.200
Cisco Unified SIP Phone 3905	260	70	18.200
TOTAL			205.400

Tabla XVIII: Cotización de teléfonos IP

Licencias

Item	Cantidad	Precio Unitario (dólares)	Total
CUWL Standard (para 2 dispositivos + VM + Acceso al SW)	10	97,5	975
Basic (para Phone 7821)	1030	37,5	38.625
Essential (para Phone 3905)	260	12	3120
Voicemail (VM)	1290	22	28380
Llamadas por internet simultaneas	3	450	1350
TOTAL			72.450

Tabla XIX: Cotización de licencias

Videoconferencia

Item	Cantidad	Precio Unitario (dólares)	Total
Equipo Cisco DX70	10	1950	19.500
Licencias para conferencias simultaneas (10 participantes)	2	3600	3600
Licencia para solución de agendamiento	1	3600	3600
TOTAL			26.700

Tabla XX: Cotización de dispositivos y licencias para videoconferencia

Switches

Item	Cantidad	Precio Unitario (dólares)	Total
Catalyst 2960-X 48 GigE PoE 370W, 4 x 1G SFP+ LAN Base	31	2595	80.445

Tabla XXI: Cotización de switches

Placas y memoria para los routers

Item	Cantidad	Precio Unitario (dólares)	Total
Placa con 4 puertos E1	1	2060	2060
Placa con 2 puertos E1	1	1030	1030
Placa con 1 puertos E1	7	545	3815
Placa con 4 FXO	4	190	760
PVDM 128 DSP	1	2600	2600
PVDM 64 DSP	1	1300	1300
PVDM 32 DSP	4	600	2400
PVDM-16 DSP	5	300	1500
TOTAL			15.465

Tabla XXII: Cotización de placas y DSPs para los routers

Implementación

Item	Cantidad	Precio Unitario (dólares)	Total
Servicios de instalación de switches y teléfonos	1	43.235	43.235

Tabla XXIII: Cotización de servicios de instalación de equipos

Todo esto nos da un total de una inversión inicial de 443.695 dólares.
Tomando un dólar de referencia de \$17,50 nos da un total de \$7.764.662.

Soporte y mantenimiento

Por otro lado en esta solución tenemos un costo de servicio asociado al soporte y mantenimiento de la solución de 5377 dólares mensuales que incluye tanto las licencias, soportes de hardware (8x5xNBD), visitas técnicas, configuración y mantenimiento

de la plataforma. Nuevamente tomando un dólar de referencia de \$17,50 nos da un total de \$94.096.

Ampliación de los enlaces WAN

También sumaremos el incremento del costo de ampliación de los enlaces WAN suponiendo que todos deben ser ampliados. El costo de ampliación de cada enlace es el siguiente, ya que varía de acuerdo a la ubicación (consideramos que la ampliación puede hacerse en múltiplos de 1 Mbps)

Sucursal	Ubicación	Ancho de banda total necesario	Precio unitario (\$/1 Mbps)	Precio total (\$)
Casa Central	C.A.B.A.	9923,2 kbps	31,5	315
Sucursal 01	C.A.B.A.	1312,8 kbps	31,5	63
Sucursal 02	Ramos Mejía	1244 kbps	48	96
Sucursal 03	Vicente López	1209,6 kbps	90	180
Sucursal 04	Mendoza	1106,4 kbps	180	180
Sucursal 05	Córdoba	1072 kbps	120	120*
Sucursal 06	Rosario	1072 kbps	240	240*
Sucursal 07	Mar del Plata	1037,6 kbps	240	240*
Sucursal 08	Neuquén	1003,2 kbps	360	360*
Sucursal 09	Paraná	1037,6 kbps	360	360*
Total				2154

Tabla XXIV: Incremento del gasto mensual por enlace WAN

*Se considera suficiente ampliar en 1 Mbps el enlace

Sumando ambos valores tenemos que tendremos un gasto mensual total de \$96250. Si le restamos dicho valor al ahorro total mensual calculado anteriormente nos que el ahorro por mes será de \$324.848.

De esta manera, teniendo en cuenta la inversión inicial obtenemos que el retorno de la inversión lo obtendremos en aproximadamente 24 meses

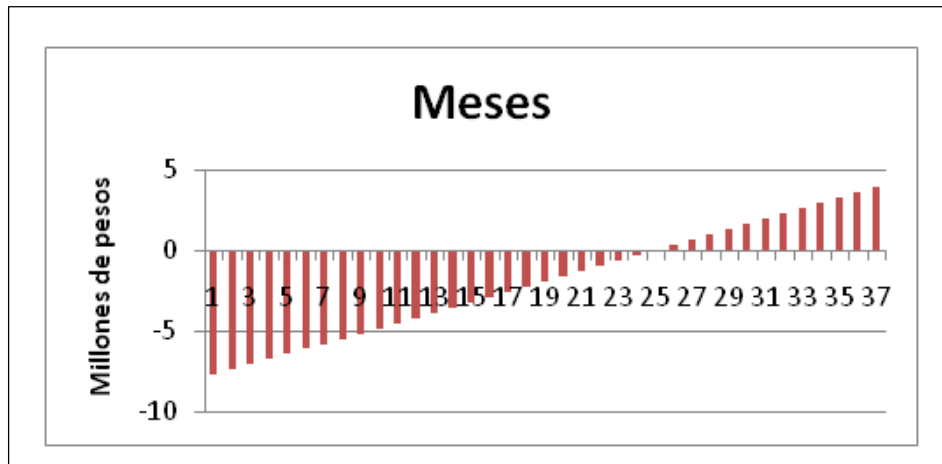


Figura 28: Retorno de la inversión

Si deseamos ver una comparación del gasto acumulado mes a mes manteniendo la solución actual o implementando la solución propuesta, la misma quedaría de la siguiente manera:

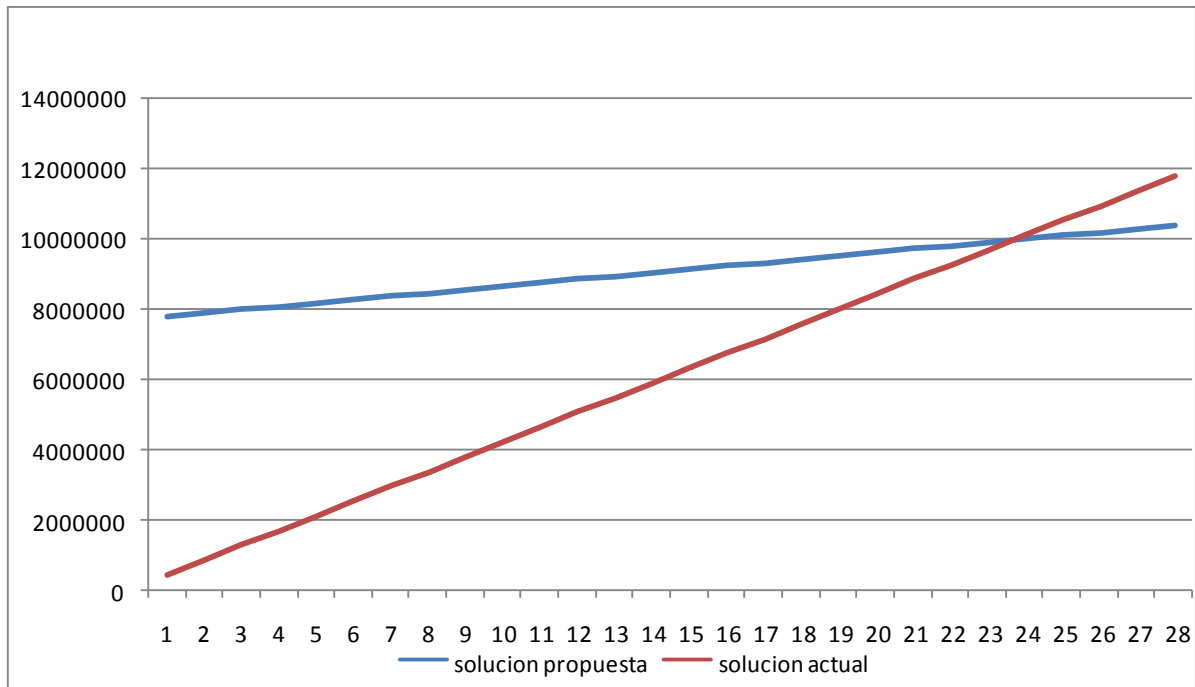


Figura 29: Comparación de gasto acumulado mes a mes de ambas soluciones

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

6. CAPÍTULO VI – CONCLUSIONES:

6.1. Conclusiones generales

Comenzaremos tratando de responder algunas de las preguntas planteadas en el presente PFI:

- En primer lugar debemos concluir que existe la tecnología para realizar la reingeniería propuesta y que la misma ya ha sido adoptada por muchas empresas indicando que es el reemplazo natural de las redes de PABXs.
- Una de las ventajas de la migración a telefonía IP, además del salto tecnológico, tiene que ver con los servicios de valor agregado que se incorporan para los usuarios de la empresa como ser la posibilidad de tener el interno en el celular o en la PC tanto dentro como fuera de la empresa, la posibilidad de tener *callerid* para la mayoría de los usuarios, buzón de voz para todos los empleados, servicio de chat entre los empleados y con personas externas de la compañía, directorio corporativo de toda la empresa, visibilidad de presencia del resto de los internos (disponible, en una llamada, etc.), alta disponibilidad de tramas hacia la PSTN, minimizando la posibilidad de no poder realizar llamadas, etc.
- La creación de un plan de numeración unificado facilita mucho las llamadas entre sucursales además de integrar a la empresa en lo referente a telefonía. Puntualmente en las sucursales con líneas analógicas, el agregado de un sistema de preatención automática reduce mucho el trabajo de las recepcionistas, que hoy actúan como operadoras de la sucursal y hace más sencilla la ubicación de los empleados por personal externo a la compañía.
- Otra ventaja, en este caso para los administradores, es la centralización de la administración tanto a nivel de contratos como operativo. En el nuevo escenario, todos los cambios se realizan en un único punto lo cual mejora y acelera mucho los tiempos de respuesta ante incidentes, ya que la mayoría de las modificaciones/arreglos se realizan en forma remota con excepción de problemas físicos en los equipos, e incluso ante la posibilidad de abrir nuevas sucursales, ya que en este caso la configuración se realiza en Casa Central mientras que en el nuevo sitio sólo se requiere la instalación física de equipos, lo cual implica enviar otro tipo de personal al sitio.

- Al realizar el análisis de gastos, a diferencia de lo que creíamos en un principio, nos encontramos que las llamadas semanales de los gerentes representan un gasto marginal en comparación con otros gastos, como por ejemplo el de soporte de las PABXs. De todas maneras la migración permitirá que las llamadas entre los gerentes se hagan con video mejorando la calidad de la comunicación.
- Lo mismo sucede con las llamadas internacionales, el ahorro que se producirá por utilizar el servicio de llamadas a través de internet no representará un gran beneficio en el corto plazo debido a que la cantidad de llamadas de ese tipo actualmente es muy baja pero conecta a la empresa a una nueva modalidad de comunicación, que son las llamadas B2B a través de internet que son a costo 0 y que además permiten el video, una gran falencia que tiene actualmente la PSTN de nuestro país. Salvo que exista un cambio en la legislación referido a la neutralidad de la red en internet, creemos que las llamadas entre las empresas comenzarán a realizarse a través de internet, por lo que en este caso la empresa estaría siendo pionera con la utilización de dicho servicio.
- Agregado a esto último, la incorporación del URI Dialing le da a la empresa una herramienta de uso que suponemos será la evolución del número telefónico, tal como hoy lo utilizamos. Lo normal debería ser que sabiendo el nombre y apellido del empleado y la empresa a la que pertenece, uno pueda comunicarse sin necesidad de acordarse un número de teléfono que en Argentina puede ser de entre 6 a 10 dígitos y sin ningún tipo de asociación con el usuario. En empresas muy grandes, donde existe la posibilidad de nombres repetidos podría resolverse con la dirección de mail y que este dato sea único para correo, mensajería, llamadas telefónicas o videollamadas.
- El análisis financiero demuestra que en un período relativamente corto (aproximadamente 24 meses) para el cambio tecnológico a realizar se produce el retorno de la inversión realizada utilizando una cotización de una empresa cara del mercado, lo cual demuestra que económicamente es una gran ventaja la migración, al margen de los otros beneficios ya enunciados.

Figuras

Figura 1: Diagrama actual de la red de conexión MPLS de la empresa	18
Figura 2: Diagrama actual de la red de conexión hacia la PSTN.....	19
Figura 3: Gráficos de distribución de llamadas de cada sitio hacia la PSTN.....	21
Figura 4: Gráfico de distribución de “otras” llamadas de Casa Central.....	21
Figura 5: Gráfico de distribución de “otras” llamadas de las sucursales	22
Figura 6: Gráfico de distribución de “llamadas a otras sucursales” de las sucursales	22
Figura 7: Ancho de bando del canal telefónico	25
Figura 8: digitalización de la voz	28
Figura 9: Flujo de mensajes en una sesión SIP	34
Figura 10: convergencia propuesta de las redes de datos y telefonía.....	39
Figura 11: Central única como múltiples centrales independientes	44
Figura 12: Llamadas dentro de la misma sucursal	47
Figura 13: Llamadas desde casa central a la PSTN.....	48
Figura 14: Llamada hacia sucursales con líneas TDM digitales (E1) desde otra sucursal.....	49
Figura 15: Llamada hacia sucursales con líneas TDM analógicas (FXO) desde otra sucursal	50
Figura 16: Llamada hacia un proveedor ubicado en Estados Unidos. Situación actual.....	51
Figura 17: Llamada hacia un proveedor ubicado en Estados Unidos. Solución propuesta.....	52
Figura 18: Llamada entrante.....	53
Figura 19: Directorio Corporativo.....	54
Figura 20: Diagrama de flujo del preatendedor.....	55
Figura 21: Infraestructura de Videoconferencias	60
Figura 22: Campo ToS del encabezado IP	62
Figura 23: Campo DSCP dentro del Byte de ToS	62
Figura 24: Recomendación para los grupos de clasificación de QoS	63
Figura 25: Modelo de funcionamiento de LLQ.....	66
Figura 26: Calculadora de Erlang.....	69
Figura 27: Distribución del ahorro de gastos	78
Figura 28: Retorno de la inversión	82
Figura 29: Comparación de gasto acumulado mes a mes de ambas soluciones.....	82

Tablas

Tabla I: Cantidad de usuarios por sucursal	17
Tabla II: Enlaces WAN por sucursal.....	17
Tabla III: Enlaces hacia la PSTN	19
Tabla IV: Numeración interna actual y de tramas de cada sucursal	23
Tabla V: Códecs de audio más utilizados y consumo en una red ethernet	35
Tabla VI: Plan de numeración unificado.....	44
Tabla VII: Código de sucursales	45
Tabla VIII: Cantidad de canales/EIs necesarios por sucursal.....	68
Tabla IX: Cantidad de canales/EIs corregidos.....	69
Tabla X: Canales existentes vs Canales necesarios según cálculo.....	70
Tabla XI: Ancho de banda necesario para cada sucursal	72
Tabla XII: Gasto de soporte de PABXs	74
Tabla XIII: Gasto de llamadas internacionales	75
Tabla XIV: Gasto de llamadas entre sucursales	76
Tabla XV: Costo de llamadas locales urbanas e interurbanas.....	76
Tabla XVI: Gasto de llamadas interurbanas a PSTN de AMBA	77
Tabla XVII: Gasto de energía eléctrica de las PABXs	77
Tabla XVIII: Cotización de teléfonos IP.....	79
Tabla XIX: Cotización de licencias.....	79
Tabla XX: Cotización de dispositivos y licencias para videoconferencia	79
Tabla XXI: Cotización de switches.....	80
Tabla XXII: Cotización de placas y DSPs para los routers.....	80
Tabla XXIII: Cotización de servicios de instalación de equipos	80
Tabla XXIV: Incremento del gasto mensual por enlace WAN.....	81

Bibliografía

Libros

HUIDOBRO MOYA, José Miguel. Tecnología VOIP y Telefonía IP: La telefonía por internet, 2006.

JOHNSON, Alan B. SIP: Understanding the Session Initiation Protocol, 2009.

BLAIR, Raymond. Tcl Scripting for Cisco IOS, 2010.

SZIGETI, Cristina. End-to-End QoS Network Design: Quality of Service for Rich-Media & Cloud Networks, 2nd Edition, 2013.

DAVIDSON, Jonathan. Voice over IP Fundamentals, 2006.

Sitios Web:

IETF (*Internal Engineer Task force*)

<https://tools.ietf.org/>

ITU-T (The International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector)

<https://www.itu.int/es/ITU-T/publications/Pages/recs.aspx>

ENACOM (*Ente Nacional de Comunicaciones*)

<https://www.enacom.gob.ar>

CISCO SYSTEMS

<https://www.cisco.com>

ASTERISK

<https://www.asterisk.org/>

AVAYA

<https://www.avaya.com/en/>

WESTBAY ENGINEERS

<http://www.erlang.com/>

TELEFONICA DE ARGENTINA

<http://www.telefonica.com.ar/>

EDENOR

www.edenor.com.ar