

**CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE LA TECNOLOGÍA PóC EN COLOMBIA**



**FERLEY HOYOS MUÑOZ
DIEGO HERNÁN GASCA SEGURA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES
POPAYÁN
2007**

**CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE LA TECNOLOGÍA PoC EN COLOMBIA**



**FERLEY HOYOS MUÑOZ
DIEGO HERNÁN GASCA SEGURA**

Trabajo de Grado Presentado como Requisito para Obtener el Título de
Ingeniero de Electrónica y Telecomunicaciones

**Director
VÍCTOR MANUEL QUINTERO FLOREZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES
POPAYÁN
2007**

Este logro no hubiese sido posible
sin el apoyo y esfuerzo de mis padres,
infinitas gracias a doy a Dios
por contar con su amor

Diego

AGRADECIMIENTOS

A nuestro estimado director de proyecto Ingeniero Victor Manuel Quintero Florez, quien concibió con nosotros este objetivo y que de forma permanente e incondicional compartió sin ningún tipo de egoísmo su experiencia y conocimientos, brindándonos estímulo y orientación durante el desarrollo de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
1 PUSH TO TALK OVER CELLULAR (PoC), CONCEPTOS GENERALES	3
1.1 TIPOS DE COMUNICACIONES EN PoC	4
1.1.1 Comunicación individual, 1-1	5
1.1.2 Comunicación grupal, 1-muchos	5
1.1.2.1 Sesión de grupo predefinido	5
1.1.2.2 Sesiones de grupo Ad-Hoc	6
1.1.2.3 Sesión de grupos de chat	6
1.2 PROCESO DE LLAMADA PoC	6
1.2.1 Establecimiento de una comunicación	6
1.2.2 Asociación a un grupo	6
1.2.3 Transmisión de ráfagas de voz (Talk Burst)	6
1.2.4 Finalización de una sesión	7
1.3 IDENTIFICACIÓN EN PoC	7
1.4 DIFERENCIAS ENTRE PoC Y OTROS SISTEMAS DE VOZ	8
1.5 ARQUITECTURA PoC	10
1.6 ENTIDADES FUNCIONALES INTERNAS DE PoC	11
1.6.1 Cliente PoC	11
1.6.2 Cliente administrador de documentos XML, (XDMC)	11
1.6.3 Servidor PoC	12
1.6.3.1 Funciones de control	14
1.6.3.2 Funciones de participación	14
1.6.3.3 Funcionalidad de presencia	15
1.6.3.4 Funcionalidad de administrador de documentos XML	15
1.6.4 Servidor PoC administrador de documentos XML, (PoC XDMS)	15
1.7 ENTIDADES FUNCIONALES EXTERNAS AL SISTEMA PoC	16
1.7.1 Núcleo de red SIP	16
1.7.2 Servidor administrador de documentos compartidos XML, (Shared XDMS)	16
1.7.3 Proxy de agregación	16
1.7.4 Servidor de presencia	17
1.7.5 Fuente y observador de presencia	17
1.7.6 Entidad de cobro	17
1.7.7 Servidor y cliente de manejo y provisión de dispositivos	17
1.8 PILA DE PROTOCOLOS UTILIZADOS EN PoC	18
1.9 CONTROL DE RÁFAGAS DE VOZ (TALK BURST CONTROL)	20
1.10 SEÑALIZACIÓN PoC	22
1.11 ESTABLECIMIENTO DE UNA LLAMADA 1-1	24
1.12 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE PoC	25

2	ANÁLISIS LEGAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO PoC EN COLOMBIA	27
2.1	APLICACIONES DE VOZ SOBRE IP	28
2.2	DIFERENCIACIÓN ENTRE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y LAS APLICACIONES Y CONTENIDOS	29
2.3	CLASES DE SERVICIOS ESTABLECIDOS EN LA LEGISLACIÓN COLOMBIANA	30
2.4	ÁMBITO DE LOS SERVICIOS BÁSICOS	30
2.5	ÁMBITO DE LOS SERVICIOS TELEMÁTICOS Y SERVICIOS DE VALOR AGREGADO	31
2.6	LA VOZ A TRAVÉS DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES DISTINTOS A LOS TELESERVICIOS	32
2.7	LA RED DE SERVICIOS DE VALOR AGREGADO	32
2.8	LA VOZ A TRAVÉS DE LA RED DE VALOR AGREGADO	34
3	FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL SERVICIO PoC EN REDES GSM Y SU EVOLUCIÓN	36
3.1	PoC SOBRE REDES GPRS	37
3.1.1	Conceptos de portadoras	38
3.1.2	Requerimientos de desempeño	38
3.1.2.1	Retardos en el establecimiento de la comunicación	39
3.1.2.2	Retardos durante la comunicación	39
3.1.3	Desempeño de PoC	40
3.1.4	Señalización PoC	41
3.1.5	Medios de voz PoC	43
3.1.6	Retardos de transporte en GPRS	46
3.1.7	Retardo en el establecimiento del TBF (Temporary Block Flow)	47
3.1.8	Impacto de la movilidad	48
3.2	PoC SOBRE REDES EDGE	50
3.3	PoC SOBRE REDES UMTS	54
3.3.1	SIP y la arquitectura de red UMTS	54
3.3.2	Arquitectura propuesta para PoC	56
3.3.3	Resultados de desempeño	57
4	CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACION DE PoC EN COLOMBIA	60
4.1	ESCENARIO BASICO DE UNA RED CELULAR EN COLOMBIA	60
4.1.1	Descripción de modular de una red GPRS	62
4.1.1.1	SGSN	62
4.1.1.2	GGSN	62
4.1.1.3	BG	62
4.1.1.4	CG	62
4.1.1.5	DNS	62
4.1.1.6	Firewalls	63
4.1.1.7	LIG	64
4.1.1.8	Núcleo de Red	64
4.2	PRINCIPIOS DE EVOLUCION	64

4.3	PUNTOS CRITICOS	64
4.4	CRITERIOS A CONSIDERAR	65
4.4.1	Elementos de red implícitos a PoC	65
4.4.1.1	Cliente PoC	65
4.4.1.2	XDMC	66
4.4.1.3	Servidor PoC	66
4.4.1.4	PoC XDMS	67
4.4.2	Elementos de red externos a PoC involucrados en el proceso de evolución	67
4.4.2.1	Núcleo de Red SIP	68
4.4.2.2	Shared XDMS	68
4.4.2.3	Proxy de Agregación	68
4.4.2.4	Servidor de Presencia	69
4.4.2.5	Fuente y Observador de Presencia	69
4.4.2.6	Servidor y cliente de manejo y provisión de dispositivos	69
4.5	PROCEDIMIENTOS A SEGUIR	69
4.5.1	Modos de adquisición de componentes	69
4.5.2	Estándares y compatibilidad de elementos	71
4.5.3	Soporte de actualizaciones	72
4.5.4	Capacidad y escalabilidad	72
4.5.5	Seguridad y Disponibilidad	74
4.5.6	Administración, monitoreo y generación de información de cobro	75
4.6	SOLUCIÓN RECOMENDADA PARA PoC	76
4.6.1	Cliente PoC, Watcher y Fuente de Presencia	76
4.6.2	Servidor PoC	77
4.6.3	Proxy de Agregación, PoC XDMS, Presence XDMS y Shared XDMS	78
4.6.4	Núcleo de red SIP	79
4.6.5	Servidor de presencia	80
4.6.6	Servidor de aprovisionamiento y administración de dispositivos	80
4.6.7	Cliente de aprovisionamiento y administración de dispositivos	81
4.7	DISTRIBUCIÓN RECOMENDADA DE LOS NODOS	83
4.8	PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA	85
5	SERVICIOS SOPORTADOS POR PoC Y DIFERENCIAS CON RADIO TRUNKING	87
5.1	SERVICIOS SOPORTADOS POR PoC	87
5.1.1	Servicios mínimos soportados por PoC	87
5.1.1.1	Registro y de-registro	87
5.1.1.2	Iniciación, adición y abandono de una sesión PoC	87
5.1.1.3	Establecimiento de sesiones por-demanda	88
5.1.1.4	Manejo de sesiones PoC para comunicaciones 1-1, grupos predefinidos, grupos de chat y grupos Ad-hc	88
5.1.1.5	Recepción de alertas personales instantáneas	88
5.1.1.6	Excluir sesiones entrantes	88
5.1.1.7	Modos de contestación	88
5.1.1.8	Configuración de atributos	88
5.1.2	Servicios PoC opcionales	89

5.1.2.1	Aviso de grupo	89
5.1.2.2	Establecimiento de sesión predefinida	90
5.1.2.3	Manejo de sesiones simultáneas PoC	90
5.1.2.4	Identificación del hablante	91
5.1.2.5	Listas de espera	91
5.1.2.6	Manejo de cronómetros	91
5.1.2.7	Excluir la entrada de alertas personales instantáneas	92
5.1.3	Servicios posteriores a PoC	92
5.2	DEFINICIÓN DEL SISTEMA RADIO TRUNKING	94
5.3	DIFERENCIAS DE PoC CON RADIO TRUNKING	96
5.3.1	Cobertura radio	97
5.3.2	Protección frente a fallas	97
5.3.3	Asignación del canal	98
5.3.4	Capacidad de tráfico y de acceso	99
5.3.5	Tiempos de respuesta	100
5.3.6	Foco de negocio y economías de escala	101
	CONCLUSIONES	103
	BIBLIOGRAFÍA	105
ANEXO A:	DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA PoC	
ANEXO B:	ARQUITECTURA DE QoS EN 3GPP Y 3GPP2	

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Comunicación PoC por medio de una red GPRS y un servidor PoC	4
Figura 2. Llamada bidireccional de CS vs llamada half-duplex de PS PoC	9
Figura 3. Asignación de recursos llamada de CS vs llamada de PS PoC	9
Figura 4. Arquitectura funcional del sistema PoC	10
Figura 5. Relación entre los clientes PoC, las funciones de control y participación del servidor PoC	12
Figura 6. Relación entre los clientes PoC, las funciones de control y participación del servidor PoC en una sesión 1-1 entre diferentes redes	13
Figura 7. Flujo de voz entre las funciones de control PoC y el cliente PoC	13
Figura 8. Flujo de paquetes TBC/TBCP desde el servidor al cliente PoC	14
Figura 9. Pila de protocolos de PoC	19
Figura 10. Flujo de señalización en una sesión PoC con modo de respuesta automática	23
Figura 11. Diagrama de establecimiento de llamada PoC	26
Figura 12. PoC sobre GPRS, Plano de Usuario	38
Figura 13. Diagrama de procesos para una comunicación PoC	40
Figura 14. Retardos para el establecimiento de una sesión SIP PoC	43
Figura 15. Requerimientos de ancho de banda y retardos de paquetes IP con carga útil de voz	45
Figura 16. Retardos previstos de paquetes de voz en GPRS	47
Figura 17. EDGE construido sobre la existente red GSM/GPRS	51
Figura 18. Comparación de desempeño PoC en GPRS/EGPRS	52
Figura 19. Desempeño de Ping vs tamaño de paquete vs separación de tiempo en GPRS y EGPRS	53
Figura 20. Mecanismo de acceso de dos fases para transferencia de paquetes en el UL	54
Figura 21. Arquitectura de red UMTS Release 6	55
Figura 22. a) Arquitectura del sistema PTT, b) Arquitectura del sistema PTT sobre UMTS Release 5/6	56
Figura 23. Flujo de señalización para el registro de un usuario PTT sobre una red UMTS	57
Figura 24: Escenario de red GPRS 2.5G	63
Figura 25: Arquitectura recomendada para el cliente PoC	72
Figura 26: Arquitectura de una solución integral para el manejo de documentos XML	73
Figura 27: Interfaz de usuario Celtius para el Cliente PoC	76
Figura 28: Diagrama detallado de red para la prestación del servicio PoC	82
Figura 29: Distribución de nodos para la prestación del servicio PoC en Colombia	83
Figura 30: Visión de Motorola hacia PTX	93
Figura 31. Modos de operación para condiciones excepcionales en trunking	98
Figura 32. Retardos de PoC vs iDEN	101

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Retardos E2E recomendados para PoC	40
Tabla 2. Ancho de banda requerido para flujos de señalización PoC	41
Tabla 3. Retardos obtenidos en el control de sesión y control del Talk Burst sobre GPRS	43
Tabla 4. Ancho de banda requerido para un flujo de voz PoC según el codec utilizado y el número de muestras de voz por paquete IP	44
Tabla 5. Ganancia obtenida utilizando compresión de encabezados UDP/IP respecto al número de muestras por paquete IP	46
Tabla 6. Retardos de establecimientos de un TBF en GPRS	48
Tabla 7. Tiempos de interrupción del servicio debidos a reelección de celda	49
Tabla 8. Resultados de desempeño de una llamada PTT privada y de grupo en UMTS	58

ACRÓNIMOS

3GPP	Third Generation Partnership Project, Asociación Proyecto Tercera Generación
ACL	Access Control Lists, Listas de Control de Acceso
AF	Application Function, Función de Aplicaciones
AMR	Adaptive Multi-Rate, Adaptación a Multi-Velocidad
API	Application Programming Interface, Interfaz de Programación de Aplicaciones
APN	Access Point Name, Nombre del Punto de Acceso
ARPU	Average Revenue Per User, Ingresos Medios por Usuario
BE	Best Effort, Mejor Esfuerzo
BER	Bit Error Rate, Tasa de Error de Bit
BFC	BFC: Block Flow Context, Contexto de Flujo de Paquetes
BG	Border Gateway, Pasarela de Borde
BGCF	Breakout Gateway Control Function, Función de Control de Pasarela de Borde
BSC	Base Station Controller, Controlador de Estación Base
BSS	Base Station Subsystem, Subsistemas de Estación Base
BTS	Base Transceiver Station, Estación Base Tranceptora
CDMA	Code Division Multiple Access, Acceso Múltiple por División de Código
CDPD	Cellular Digital Packet Data, Paquete de Datos Celular Digital
CG	Charging Gateway, Pasarela de Cobro
CN	Core Network, Núcleo de Red
CN-IMS	Core Network IMS, Núcleo de Red IMS
CN-PS	Core Network Packet Switched, Núcleo de Red de Conmutación de Paquetes
CS	Circuit Switched, Conmutación de Circuitos
CS	Coding Scheme, Esquema de Codificación
CSCF	Call State Control Function, Función de Control de Estado de Llamada
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol, Protocolo de Configuración de Host Dinámico
DiffServ	Differentiated services, Servicios Diferenciados
DL	Down-Link, Enlace de Bajada
DM	Direct Mode, Modo Directo
DM-DW	Dual-Watch Mode, Modo de Operación Observación-Dual
DMO	Direct Mode Operation, Modo de Operación Directo
DM-REP	Direct Mode Repeater, Modo Directo con Repetidor
DNS	Domain Name Service, Servicio de Nombres de Dominios
E2E	End-to-End, Extremo a Extremo
EDACS	Enhanced Digital Access Communication System, Sistema de Comunicación con Acceso Digital Mejorado
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution, Velocidades de Transmisión de Datos Mejoradas para la Evolución de GSM
EGPRS	Enhanced GPRS, GPRS Mejorado
EIR	Equipment Identity Register, Registro de Identidad de Equipos
EV-DO	Evolution-Data Optimized, Evolución Optimizada a Datos

GGSN	Gateway GPRS Support Node, Nodo Pasarela de Soporte GPRS
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying, Modulación por Desplazamiento Gaussiano Mínimo de Frecuencia
GPRS	General Packet Radio Service, Servicio General de Paquetes Radio
GPS	Global Positioning System, Sistema de Posicionamiento Global
GRE	Generic Routing Encapsulation, Encapsulación de Enrutamiento Genérico
GSM	Global System for Mobile communications, Sistema Global para las Comunicaciones Móviles
GSN	GPRS Support Node, Nodo de Soporte GPRS
HARQ	Hybrid Automatic Repeat Request, Solicitud de Repetición Automática Híbrida
HMAC	keyed-Hashing Message Authentication Code, Código de Autenticación de Mensajes basado en Hash
HLR	Home Location Register, Registro de Localización de Usuarios Locales
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access, Acceso a Paquetes a Alta Velocidad en el Enlace de Bajada
HSS	Home Subscriber Server, Servidor de Suscriptores Locales
HTTP	HyperText Transfer Protocol, Protocolo de Transmisión del HiperTexto
IAB	Incoming Alert Barring, Excluir alertas personales instantáneas
I-CSCF	Interrogating CSCF, interrogante CSCF
iDEN	integrated Digital Enhanced Network, Red Mejorada Digital integrada
IETF	Internet Engineering Task Force, Grupo de Trabajo en Ingeniería de la Internet
IM	Internet Multimedia, Servicios Multimedia de Internet
IMS	IP Multimedia Subsystem, Subsistema Multimedia basado en IP
IP	Internet Protocol, Protocolo de Internet
IPsec	Internet Protocol security, Protocolo de Seguridad para Internet
ISB	Incoming Session Barring, Excluir Sesiones Entrantes
ITU	International Telecommunication Union, Unión Internacional de Telecomunicaciones
LA	Link Adaptation, Adaptación de Enlace
LIG	Lawful Interception Gateway, Pasarela de Interceptación Legal
LLC	Logical Link Control, Control de Enlace Lógico
LMDS	Local Multi-point Distribution System, Sistema de Distribución Multipunto Local
LTR	Logic Trunked Radio, Radio Troncalizado Lógico
MCS	Modulation and Coding Scheme, Esquema de Modulación y Codificación
MD5	Message-Digest Algorithm 5, Algoritmo de Resumen del Mensaje 5
MGW	Media Gateway, Pasarela multimedia
MGCF	Media Gateway Control Function, Función de Control de Pasarela Multimedia
MMD	Multi-Media Domain, Dominio Multimedia
MMS	Multimedia Messaging System, Sistema de Mensajería Multimedia
MOS	Mean Opinion Score, Grado Medio de Opinión
MPLS	Multi-Protocol Label Switching, Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo
MPT	Mobile Protocol Trunking, Protocolo del Sistema Trunking de Telefonía Móvil
MS	Mobile Station, Estación Móvil
MSC	Mobile Switching Center, Centro de Conmutación Móvil

MT	Mobile Terminated, Móvil Destino
MT	Mobile Termination, Terminación Móvil
NACC	Network Assisted Cell Change, Cambio de Celda Asistido por la Red
NCCR	Network Controlled Cell Reselection, Reselección de Celda Controlada por la Red
OMA	Open Mobile Alliance, Alianza Móvil Abierta
OSGi	Open Serves Gateway initiative, iniciativa Pasarela para Servicios Abiertos
OSI	Open Systems Interconnection, Sistema de Interconexión Abierta
PCF	Packet Control Function, Función de Control de Paquetes
PCS	Personal Communication Service, Servicio de Comunicación Personal
P-CSCF	Proxy CSCF
PDA	Personal Digital Assistant, Asistente Digital Personal
PDF	Policy Decision Function, Función de Decisión de Política
PDP	Packet Data Protocol, Protocolo de Paquetes de Datos
PFC	Packet Flow Context, Contexto de Flujo de Paquetes
PLMN	Public Land Mobile Network, Red Móvil Pública Terrestre
PoC	Push-to-Talk over Cellular, Presione para Hablar sobre Celular
PPP	Point-to-Point Protocol, Protocolo Punto a Punto
PS	Packet Switched, Conmutación de Paquetes
PSDN	Packet Data Serving Node, Nodo Servidor de Paquetes de Datos
PSK	Phase Shift Keying, Modulación por Desplazamiento de Fase
PTT	Push-to-Talk, Presione para Hablar
PTTAS	PTT Server Application, Servidor de Aplicaciones PTT
PTV	Push-to-Television, Presione para Televisión
PTX	Push-To-Xperience, Presione para Experiencia
QoS	Quality of Service, Calidad de Servicio
RAB	Radio Access Bearer, Portador de Acceso Radio
RADIUS	Remote Authentication Dial-In User Service, Servicio de Usuario de Acceso Telefónico de Autenticación Remota
RAN	Radio Access Network, Red de Acceso Radio
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados
RER	Residual Error Rate, Velocidad Residual de Error
RLC	Radio Link Control, Control de Enlace Radio
RLP	Radio Link Protocol, Protocolo Enlace de Radio
RNC	Radio Network Controller, Controlador de Red de Radio
ROHC	Robust Header Compression, Compresión Robusta de Encabezados
RRM	Radio Resource Management, Administrador de Recursos Radio
RSVP	Resource Reservation Setup Protocol, Protocolo de Reserva de Recursos
RTCP	Real Time Control Protocol, Protocolo de Control en Tiempo Real
RTP	Real Time Protocol, Protocolo de Tiempo Real
RTPBC	Red Telefónica Pública Básica Conmutada
RTPC	Red Telefónica Pública Conmutada
RTS	Right To Speak, Derecho para Hablar
RTT	Round-Trip-Time, Tiempo de Ida y Vuelta
SAP	Service Access Point, Punto de acceso al Servicio

S-CSCF	Server CSCF, Servidor CSCF
SCP	Service Control Point, Punto de Control del Servicio
SDP	Session Description Protocol, Protocolo de Descripción de Sesión
SDU	Service Data Unit, Unidad de Datos de Servicio
SGSN	Serving GPRS Support Node, Nodo Servidor de Soporte GPRS
SIP	Session Initiation Protocol, Protocolo de Iniciación de Sesión
SL	Slot Time, Intervalo de Tiempo
SMS	Short Message Service, Servicio de Mensajes Cortos
SMSC	Short Message Service Center, Centro de Servicio de Mensajes Cortos
SNMP	Simple Network Management Protocol, Protocolo Simple de Administración de Red
SS7	Signaling System No 7, Sistema de Señalización No 7
SSS	Simultaneous Session Support, Soporte de Sesiones Simultáneas
STS	Start To Speak, Inicio para Hablar
SwMI	Switching and Management Infrastructure, Infraestructura de Conmutación y Administración
SyncML	Synchronization Markup Language, Lenguaje de Sincronización de Marcas
TA	Talker Arbitration, Arbitración del Hablante
TCP	Transmission Control Protocol, Protocolo de Control de Transmisión
TBC	Talk Burst Control, Control de las Ráfagas de Voz
TBCP	Talk Burst Control Protocol, Protocolo de Control de las Ráfagas de Voz
TBF	Temporary Block Flow, Bloque de Flujo Temporal
TBF-DL	Temporary Block Flow in Downlink, Bloque de Flujo Temporal en el Enlace de Bajada
TBF-UL	Temporary Block Flow in Uplink, Bloque de Flujo Temporal en el Enlace de Subida
TDMA	Time Division Multiple Access, Acceso Múltiple por División de Tiempo
TE	Terminal Equipment, Equipo Terminal
TFT	Traffic Flow Template, Plantilla de Flujo de Tráfico
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TMC	Telefonía Móvil Celular
TPBC	Telefónica Pública Básica Conmutada
TSL	Transport Layer Security, Seguridad de la Capa de Transporte
UDP	User Datagram Protocol, Protocolo del Datagrama de Usuario
UE	User Equipment, Equipo de Usuario
UL	Up-Link, Enlace de Subida
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System, Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universal
URI	Uniform Resource Identifier, Identificador de Recursos Uniforme
UTRAN	UMTS Radio Access Network, Red de Acceso Radio UMTS
VDT	Voice Delay Time, Tiempo de Retardo de la Voz
VoIP	Voice over IP, Voz sobre IP
WAP	Wireless Application Protocol, Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access, Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha

WCIS	World Cellular Information Service, Servicio de Información Celular Mundial
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access, Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas
WLAN	Wireless Local Area Network, Red de Área Local Inalámbrica
XCAP	XML Configuration Access Protocol, Protocolo de Configuración de Acceso XML
XDMC	XML Document Management Client, Cliente Administrador de Documentos XML
XDMS	XML Document Management Server, Servidor PoC Administrador de Documentos XML
XML	Extensible Markup Language, Lenguaje Extensible de Marcas
WBEM	Web-Based Enterprise Management, Administración Empresarial Basada en Web

INTRODUCCIÓN

El impacto que las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) han tenido en la forma de vida de las sociedades es ineludible. Esto se puede comprobar fácilmente si se analiza con cuidado como ha cambiado la existencia del ser humano en las regiones más desarrolladas del planeta en las últimas cuatro décadas, especialmente a partir de la difusión del computador personal, del internet y últimamente el constante desarrollo de las comunicaciones móviles.

La palabra comunicación está estrechamente ligada al concepto de comunidad y, por tanto, de organización social y de colaboración. Este tipo de colaboración es evidenciada claramente en los servicios que facilitan la interacción de múltiples entidades como grupos de usuarios, bases de información, sistemas computacionales de búsqueda y cooperación, que en general han sido mejorados gracias a la adición de la movilidad en cada una de sus plataformas.

La era de los servicios móviles ha llegado para quedarse, y con ella, conexiones inalámbricas en todo el mundo han sido desplegadas, convirtiéndose en una necesidad real en todas las sociedades, no únicamente en el ámbito de los negocios, sino también para el entretenimiento, la educación y acceso a la información en las comunidades. Junto a esto, ha surgido un voraz apetito de nuevos servicios y de rápido acceso a información, impulsando el desarrollo de una enorme variedad de servicios que coexisten en una muy compleja y heterogénea infraestructura de red.

Ante este despliegue de servicios de telecomunicaciones y la diversificación de contextos en que éstos han incursionado, es muy importante no relegar la trascendencia que tienen los consumidores, ante cualquier novedoso servicio o dispositivo, ya que son ellos el fin y no los medios para el avance de las tecnologías. Para ello, se han desarrollado estándares de calidad en la prestación de servicios que tienen la intención de lograr una integración transparente de los antes mencionados servicios sobre las redes de comunicaciones, a la vez que proveen la mejor experiencia posible a los consumidores finales. Todos estos esfuerzos por mejorar la calidad de vida y dar respuesta a las necesidades de comunicación de los mercados han cimentado el camino hacia una sociedad de información móvil.

El concepto de colaboración del que se habló anteriormente es el fundamento de los servicios de comunicación grupales como PoC (Push-to-talk over Cellular), el cual es el tema principal de este documento. Éste servicio permite por medio de la utilización de dispositivos móviles y una infraestructura de datos celular establecer sesiones de voz entre múltiples usuarios suscritos al servicio PoC. Este tipo de servicios está enfocado primordialmente a grupos de usuarios (familia, trabajo, seguridad, etc).

El desarrollo de este documento esta enfocado a resolver los inconvenientes a los que se enfrenta un operador móvil celular en Colombia al momento de implementar el servicio PoC, permitiéndole determinar la factibilidad técnica y legal para la prestación de este nuevo servicio, respecto a las infraestructuras de red disponibles por los operadores nacionales y la reglamentación que para tal caso dispone el Ministerio de Comunicaciones. Además de mostrar los criterios que deben considerarse para una adecuada implementación del servicio PoC, respecto al tipo de soluciones disponibles en el mercado. También se incluye una posible solución para PoC y la disposición de los nodos, recomendada para la prestación del servicio en el entorno nacional. Otros aspectos incluidos en este documento permiten especificar el servicio PoC de acuerdo al estándar OMA 1.0 y diferenciarlo de los servicios de radio troncalizado.

El primer capítulo de este documento define de manera general el servicio PoC, describe los tipos de comunicaciones que se pueden llevar a cabo, el proceso para el establecimiento de una llamada y una descripción modular de la arquitectura que define el estándar para PoC. Esto permite dar una clara idea al lector sobre el servicio PoC, que permitirá, en los capítulos dos y tres realizar un análisis de factibilidad legislativa y técnica, respectivamente sobre la prestación de los servicios PoC según la reglamentación vigente y de acuerdo a la infraestructura de red de un operador celular en Colombia.

El capítulo cuatro muestra una guía de cómo realizar el proceso de implementación de PoC en Colombia, basándose en un escenario básico de red celular que representa a cualquier operador nacional. Para la realización de esta guía se describen los puntos críticos y criterios a considerar antes de realizar la implementación del servicio y posteriormente un detalle de los procedimientos técnicos a seguir para la adquisición de los componentes, acompañado de una solución recomendada para la implementación del servicio PoC que incluye la distribución de cada uno de los nodos y los aspectos a tener en cuenta para la puesta a punto del sistema.

Por último, en el capítulo cinco se realiza una descripción de todos los servicios relacionados a PoC y una breve descripción de las tendencias a las que han dado lugar los servicios Push-to (Presione-para); se concluye con una comparación entre los servicios PoC y los PTT (Push-To-Talk, presione para hablar) el servicio Trunking.

1 PUSH TO TALK OVER CELLULAR (PoC), CONCEPTOS GENERALES

PoC es un novedoso servicio que introduce la posibilidad de una comunicación de voz *directa* entre usuarios de redes celulares, por medio de llamadas personales y grupales. La funcionalidad de éste servicio puede compararse con el sistema de comunicaciones por radio teléfonos más conocido en el mercado como “walkie-talkie¹” en donde solo una persona a la vez habla mientras la(s) otra(s) se encuentra(n) escuchando.

El proceso para la comunicación en el servicio PoC es muy simple, sólo es necesario seleccionar en el dispositivo móvil a una persona o grupo con el que se desea establecer una comunicación y luego presionar el botón PTT, lo cual realiza una comunicación instantánea y en donde el receptor puede no requerir ninguna acción para responder (de allí el nombre de comunicación “*directa*”), de acuerdo al modo de contestación en que se encuentra el dispositivo terminal.

En la tecnología PoC, son los servidores quienes tienen el control de la comunicación y son éstos los encargados de gestionar las sesiones entre usuarios. Cada una de las llamadas PoC consta de dos sesiones distintas, una para el usuario transmisor y la otra para el usuario receptor, en donde los terminales con disponibilidad del servicio, deben establecer sus sesiones con el servidor local que les corresponda. La responsabilidad del servidor es comprobar los derechos relacionados con las llamadas y finalmente establecer una conexión entre todos los usuarios que deseen comunicarse. Durante el transcurso de una llamada, es el servidor el encargado de multiplicar y enrutar la voz a cada uno de los destinos.

La Figura 1 muestra como es cursada una comunicación PoC en una red GPRS² (General Packet Radio Service, Servicio General de Paquetes Radio). Una vez es presionado el botón PTT, el terminal transmite paquetes IP (Internet Protocol, Protocolo de Internet), primero de señalización y luego de voz codificada; utilizando el sistema de acceso GPRS los paquetes son encaminados al servidor PoC. El servidor atiende la solicitud hecha por el usuario verificando la validez de éste dentro del servicio, recibe y comprueba cada uno de los paquetes que llegan y los envía a su respectivo destino, en el caso de una comunicación de grupo, el servidor además cumple la tarea de multiplicar y distribuir los paquetes IP a cada uno de los receptores. En posteriores versiones del 3GPP³ (Third Generation

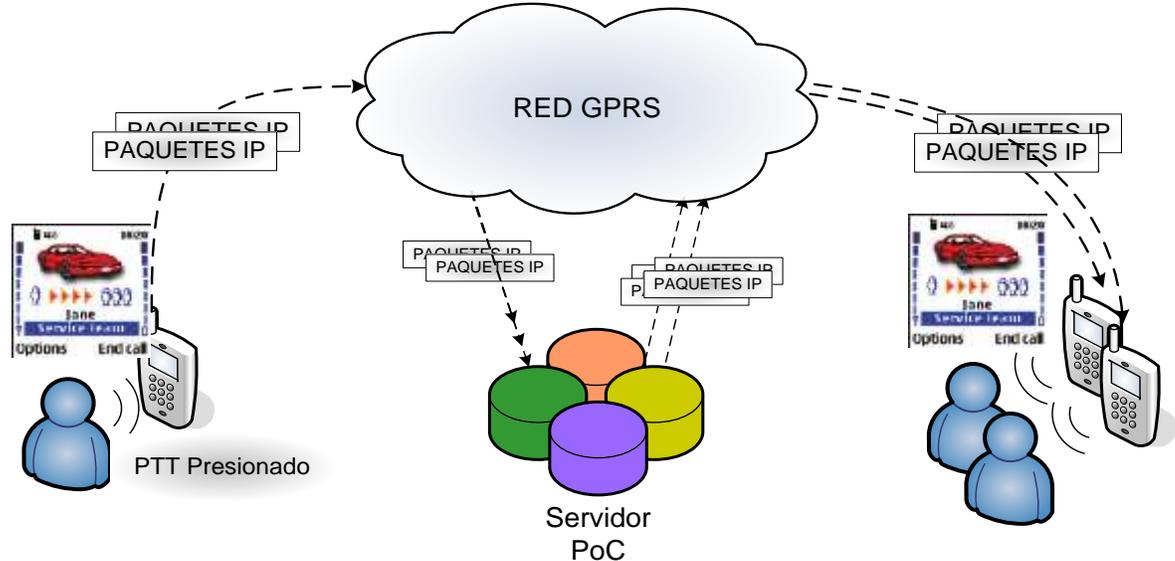
¹ Walkie-Talkie: Es un transmisor-receptor de radio portátil, bidireccional cuyas características incluyen manejo de canales half-duplex y un conmutador push-to-talk que sirve para iniciar la transmisión.

² GPRS: Servicio de comunicaciones que utiliza la tecnología de paquetes de datos para enviar información en una red radio celular, considerada como la generación 2.5 en las redes GSM.

³ 3GPP: Tiene como objetivo principal el cooperar en la producción de especificaciones y reportes técnicos que permitan hacer de GSM y su evolución un sistema globalmente aplicable.

Partnership Project, Asociación Proyecto Tercera Generación) para PoC, las características de multidifusión⁴ podrían ser utilizadas para reducir la cantidad de paquetes enviados.

Figura 1. Comunicación PoC por medio de una red GPRS y un servidor PoC



El sistema de comunicación utilizado por PoC tiene un comportamiento half duplex⁵ por lo cual el acceso a los recursos es competido por los usuarios que desean transmitir paquetes de voz, los cuales deberán realizar una reserva anticipada del canal de comunicaciones antes de empezar a hablar.

1.1 TIPOS DE COMUNICACIONES EN PoC

El servicio PoC permite a los usuarios comunicarse en sesiones personales 1-1 y en comunicaciones grupales en sesiones 1-muchos o 1-muchos-1. El modo en el cual se encuentre configurado el terminal receptor es también un parámetro que influye en el tipo de sesión que ha de establecerse así:

- *Modos de respuesta (definidos por el usuario receptor):*
 - ✓ *Automático:* No se requiere acción alguna para la contestación por parte del usuario llamado.
 - ✓ *Manual:* El usuario llamado recibe una indicación de sesión entrante, con la identificación del usuario llamante. El usuario llamado es quien decide manualmente si acepta o no la sesión.

⁴ Multidifusión (multicast): Es el envío de la información en una red a múltiples destinos simultáneamente, utilizando la estrategia más eficiente para el envío de los mensajes sobre cada enlace de la red sólo una vez y creando copias cuando los enlaces en los destinos se dividen.

⁵ Half-Duplex: Comunicación bidireccional que es capaz de transferir información en una sola dirección simultáneamente.

1.1.1 Comunicación individual, 1-1

Este tipo de comunicación toma lugar cuando dos personas desean establecer una sesión PoC entre ellas. Cada usuario puede tomar (de forma no simultánea) el *Talk Burst*⁶ (derecho par enviar Ráfagas de Voz, de aquí en adelante se utilizará este término para denotar el “Derecho para Hablar”) simplemente con la presión del botón PTT. Este tipo de comunicación puede ocurrir en modo de contestación automático “*llamada directa*” o en modo de contestación manual.

Una variante en las comunicaciones personales PoC 1-1es la función de *llamada de alerta instantánea*, este tipo de comunicación permite a un usuario alertar a otro, por medio de simple timbre, indicando el deseo de comunicarse. Las llamadas de alerta son utilizadas a menudo junto con las llamadas privadas, como una forma cortés de indicar que se desea establecer una comunicación (en lugar de escuchar la voz del llamante inmediatamente después de que se establece la comunicación, para el caso de llamada *directa*). La llamada de alerta en sí misma no establece ninguna comunicación de voz, esto solo sucede cuando va acompañada de una llamada personal 1-1.

1.1.2 Comunicación grupal, 1-muchos

En una comunicación 1-muchos los paquetes de voz son transferidos entre múltiples participantes de una manera half-duplex. Cada participante recibe todos los flujos de voz transmitidos por cualquier otro participante de la misma sesión. De acuerdo a la conformación y configuración de los grupos se encuentran definidas tres categorías, así:

1.1.2.1 Sesión de grupo predefinido: En esta sesión los miembros del grupo fueron definidos con anterioridad por el creador del grupo y únicamente los miembros registrados dentro de éste pueden comunicarse entre sí. La sesión inicia cuando cualquier miembro del grupo invita a otro miembro a unirse a ésta y termina cuando después de un periodo determinado de tiempo no se esté cursando tráfico de voz o cuando todos los miembros del grupo abandonen la sesión.

Una configuración opcional para una sesión de grupo *predefinido*, es el tipo de comunicación *1-muchos-1*, el cual consiste de un participante “Distinguido”, quien actúa como nodo central para un grupo de participantes “Comunes”. En donde todos los participantes “Comunes” reciben los mensajes de voz del participante “Distinguido” pero a diferencia de las comunicaciones grupales *1-muchos*, en las sesiones *1-muchos-1* solamente el participante “Distinguido” recibe los mensajes de voz de cualquier participante “Común”.

⁶ Talk Burst, derecho de enviar Ráfagas de Voz: Es el mecanismo de control que arbitra las solicitudes de los usuarios para el derecho a enviar paquetes de voz (medios). En [PoC RD V1.0] el término “Floor Control” o “Floor” es utilizado de la misma manera como el término “Talk Burst Control” en [OMA PoC AD [3]], [OMA PoC CP] y [OMA PoC UP [8]].

1.1.2.2 Sesiones de grupo Ad-Hoc⁷: Es una sesión en donde un usuario PoC cualquiera puede invitar a otros usuarios a participar en una llamada grupal, sin la necesidad de ser miembro de un grupo predefinido. Este grupo es creado temporalmente (grupo Ad-Hoc) y el tiempo de vida del grupo es el mismo de la sesión establecida.

1.1.2.3 Sesión de grupos de chat: Es una sesión de grupo predefinido, en donde cada usuario puede adicionarse individualmente con el objetivo de participar en la comunicación. En este tipo de sesión, si un usuario se adiciona (siendo el primero en ingresar) a la sesión de chat, esto no implica que sea enviada una invitación a los demás miembros del grupo, por lo que en general, las sesiones de chat son utilizadas cuando los miembros del grupo han fijado con anterioridad una hora de encuentro para la conversación. El acceso a los grupos de chat puede ser restringido o no restringido.

1.2 PROCESO DE LLAMADA PoC

1.2.1 Establecimiento de una comunicación

El establecimiento de una comunicación PoC es la fase donde la parte llamante informa al servidor PoC acerca de su deseo de establecer una sesión con otra persona o grupo y el servidor atiende su petición comprobando sus derechos de usuario y negociando los parámetros más importantes dentro de la comunicación (direcciones IP, puertos y codificadores). Desde el punto de vista de la parte llamada, el establecimiento es la fase donde el servidor PoC informa al usuario llamado (una instancia del servidor PoC individualmente para cada usuario llamado en un grupo) acerca del ingreso de una llamada y donde se negocian igualmente los parámetros de la comunicación.

1.2.2 Asociación a un grupo

Asociarse a un grupo solo puede ser visto desde el punto de vista del usuario que inicia la sesión, dado que se requiere de la acción específica de éste para integrarse a una sesión ya existente. Para ejecutar la asociación a un grupo, el usuario puede seleccionar la dirección PoC o el nickname⁸ (ver sección 1.3) que se le ha asignado al grupo, en la interfaz de usuario del terminal. Durante el procedimiento de asociación a un grupo específico se comprueban los derechos del usuario y se negocian los parámetros de la comunicación entre el usuario y el servidor.

1.2.3 Transmisión de ráfagas de voz (Talk Burst)

Una vez se ha establecido una llamada PoC o un miembro de un grupo se ha asociado satisfactoriamente a una sesión en curso, los usuarios mostrarán interés de transmitir ráfagas de voz por medio de la presión del botón PTT o la utilización de su tecla equivalente en su dispositivo, de acuerdo a la versión del terminal móvil.

⁷ Ad-hoc: Expresión latina que significa literalmente "para esto", en este caso, un *grupo Ad-Hoc* es un grupo creado específicamente para una determinada ocasión o situación, temporalmente. En sentido amplio, podría traducirse *ad hoc* como algo que es adecuado solo para un determinado fin.

⁸ Nickname: Es un nombre de usuario-amigable que puede ser asociado a un usuario o a un grupo PoC.

Solo a un usuario se le permite hablar simultáneamente en una llamada PoC personal o grupal, por tal motivo, el servidor PoC deberá encargarse de realizar esta arbitración, para que, cuando en un instante de tiempo dado, en que diferentes usuarios deseen repetidamente transmitir ráfagas de voz dentro de la misma sesión grupal, la asignación del derecho para hablar se realice de forma coherente a la jerarquía (si la hay) y al orden de solicitud del Talk Burst. Dado el caso de más de una transmisión simultánea (debida a retardos inesperados en la comunicación), únicamente una de ellas podrá ser enviada a los receptores. Los usuarios recibirán una indicación de “mensaje denegado” en el caso de que sus ráfagas de voz no fuesen transmitidas al grupo.

A los usuarios dentro de una sesión PoC se les indica constantemente el estado del Talk Burst, así, cuando un usuario está enviando ráfagas de voz, a los demás usuarios dentro de la misma sesión se les mostrará el nickname de éste y cuando el Talk Burst es liberado, se envía un mensaje de disponibilidad del Talk Burst para que cualquiera pueda utilizarlo para hablar (en el caso de haber *lista de espera*⁹ para la solicitud del Talk Burst, éste será asignado de acuerdo al orden de la lista y a la jerarquía preestablecida). Cuando a un usuario le es asignado el Talk Burst, éste recibirá una notificación para que presione el botón PTT e inicie hablar, manteniendo el botón presionado durante el tiempo que esté hablando, al momento de liberar el PTT, el Talk Burst pasará a estado libre.

1.2.4 Finalización de una sesión

Cualquier participante en una sesión PoC personal o grupal puede abandonar la sesión cuando lo desee. Si el iniciador de una sesión PoC abandona ésta sesión, la sesión PoC puede o no finalizarse, de acuerdo a las políticas sujetas a dicha sesión. Pero si todos los participantes de una sesión abandonan, entonces el servidor PoC finalizará la sesión automáticamente y liberará los recursos utilizados, igualmente ocurrirá si durante un tiempo (predeterminado por la red), ninguno de los participantes de la sesión interviene en la comunicación.

1.3 IDENTIFICACIÓN EN PoC

Una identificación PoC puede ser utilizada por cualquier usuario PoC para solicitar una comunicación con otro usuario, cada usuario puede tener una o más identificaciones PoC, éstas identificaciones pueden estar dadas en el formato SIP¹⁰ (Session Initiation Protocol,

⁹ Lista de espera (Queue): En PoC, es una línea o secuencia de solicitudes del Talk Burst, en espera de ser atendidos por el servidor PoC, esto significa que otros usuarios pueden realizar la solicitud del Talk Burst aunque éste ya se encuentre asignado creándose así una lista de espera la cual establecerá el orden en que se concederá el Talk Burst.

¹⁰ SIP: Un protocolo desarrollado por la IETF (Internet Engineering Task Force, Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet) con la intención de ser el estándar para la iniciación, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuario donde intervienen elementos multimedia como el video, voz, mensajería instantánea, juegos online y realidad virtual.

Protocolo de Iniciación de Sesión) URI¹¹ (Uniform Resource Identifier, Identificador Uniforme de Recursos) [1], TEL URI [2], nickname o una combinación de SIP URI + nickname y donde al menos una identificación estará dada en formato SIP URI. Las identificaciones PoC pueden ser utilizadas también para otros servicios basados en SIP.

Algunos ejemplos de direcciones PoC son:

- sip:joe.doe@operator.net;
- sip:buss2.city@operator.net;
- sip:buss2.city@poc.operator.net;
- tel:+16195551212;
- tel:5551212; phone-context = pbx.net.

1.4 DIFERENCIAS ENTRE PoC Y OTROS SISTEMAS DE VOZ

Los actuales servicios de comunicaciones de voz están estrechamente relacionados a portadoras sobre CS (Circuit Switched, Conmutación de Circuitos), con este método de comunicación los recursos son establecidos y mantenidos durante todo el tiempo de duración de la llamada y solo son liberados hasta cuando ésta ha finalizado (comunicación full-dúplex¹² de CS).

Las comunicaciones full-duplex son muy estrictas en cuanto a los retardos soportados, en orden de lograr una muy buena percepción por parte del usuario final. El máximo valor de retardo razonable E2E (End-to-End, Extremo a Extremo) para llamadas de voz es de 250ms.

De acuerdo a las características del servicio PoC (su naturaleza half-duplex) es recomendable el uso de portadoras de paquetes de datos PS (Packet Switched, Conmutación de Paquetes), las cuales optimizan considerablemente la eficiencia espectral, además de que presentan retardos tolerables por este tipo de comunicaciones. En estas portadoras, los recursos no son reservados en ambas direcciones, en lugar de ello, solo se reserva los recursos en una dirección y solo cuando se requiere la transmisión de datos (voz empaquetada), en otras palabras PoC se basa en la actividad de la voz.

Cuando se utiliza el servicio PoC, los usuarios solo ocupan el canal de comunicaciones al mantener presionado el botón PTT. La Figura 2 muestra una comparación del uso de recursos y tiempo al aire entre una llamada full-duplex GSM¹³ (Global System for Mobile

¹¹ URI: También se utiliza URL. Texto corto que identifica unívocamente cualquier recurso (servicio, página, documento, dirección de correo electrónico, enciclopedia, etc.) accesible en una red.

¹² Full-Duplex: Se denomina así al sistema que es capaz de mantener una comunicación bidireccional, enviando y recibiendo mensajes de forma simultánea.

¹³ GSM: Formalmente conocida como "Group Special Mobile, Grupo Especial Móvil) es un estándar mundial para telefonía móvil celular digital.

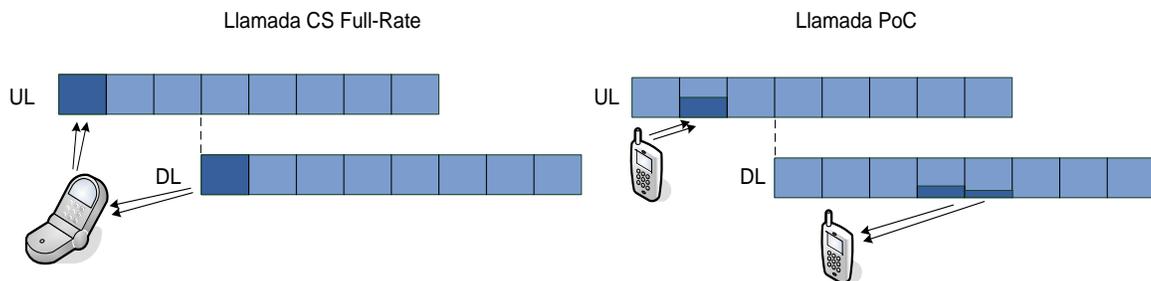
Communications, Sistema Global para las Comunicaciones Móviles) y una llamada PoC de PS.

Figura 2. Llamada bidireccional de CS vs llamada half-duplex de PS PoC



La Figura 3 muestra las diferencias entre una llamada CS y una llamada PoC de acuerdo al uso que se le da al *intervalo de tiempo*¹⁴ para el caso de una red GPRS. Como se observa, mientras en una comunicación de CS un *intervalo de tiempo* (o medio dependiendo del uso de un codificador full-rate¹⁵ o half-rate¹⁶) es reservado en el UL (Up-Link, enlace de subida) y DL (Down-Link, enlace de bajada) durante toda la comunicación, con el servicio PoC de PS, cuando se utiliza LA¹⁷ (Link Adaptation, Adaptación de Enlace) un *intervalo de tiempo* puede llegar a ser compartido por varios usuarios, y éste solo se reserva en una dirección y cuando hay datos de usuario para transmitir, lo que incrementa notablemente la eficiencia en la utilización de los recursos.

Figura 3. Asignación de recursos llamada de CS vs llamada de PS PoC



¹⁴ Intervalo de tiempo (Time-slot): Franja o rango elemental de tiempo utilizado para acceso múltiple de usuarios compartiendo el mismo canal de transmisión.

¹⁵ Full Rate: Primer codificador estándar utilizado en GSM, con una tasa de bit de 13 kbps. ampliamente utilizado en redes en todo el mundo, presenta un buen compromiso entre complejidad y calidad.

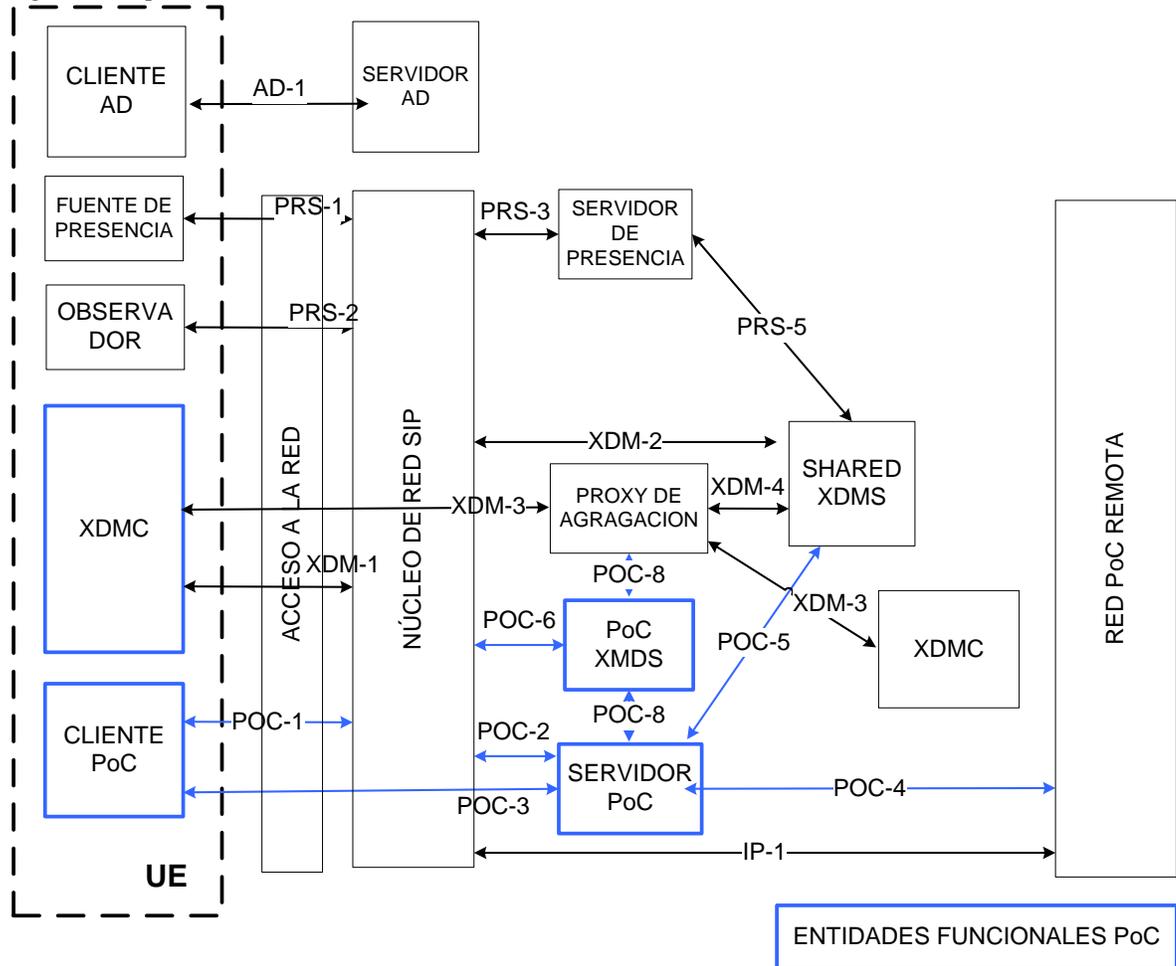
¹⁶ Half Rate: Es un codificador utilizado en GSM que opera a 5.6 kbps, requiere la mitad del ancho de banda que un codificador Full-Rate, doblando la capacidad de la red a expensas de la calidad de audio.

¹⁷ LA: Proceso que denota la agrupación de la modulación, codificación, parámetros de señal y protocolos para la adecuada adaptación de la transmisión a las condiciones del radio enlace.

1.5 ARQUITECTURA PoC

En esta sección se describe la arquitectura funcional de PoC según el estándar de OMA¹⁸ (Open Mobile Alliance, Alianza Móvil Abierta). Esta solución plantea una arquitectura con dos puntos terminales: el servidor PoC en un extremo y el terminal de usuario en el otro extremo. Toda la información, tanto la voz como la señalización fluye entre estas dos entidades. La Figura 4 muestra la arquitectura funcional acorde a [3], donde se muestran las relaciones y entidades que interactúan en cada uno de los módulos del sistema PoC.

Figura 4. Arquitectura funcional del sistema PoC



La definición de cada una de las interfaces para la comunicación de los módulos de la arquitectura PoC son mostrados en el ANEXO A.

¹⁸ OMA: Es un cuerpo de estandarización para la industria móvil, el cual desarrolló la primera definición del estándar PoC.

1.6 ENTIDADES FUNCIONALES INTERNAS DE PoC

1.6.1 Cliente PoC

El cliente PoC reside en el terminal móvil y es utilizado para acceder al servicio PoC.

El cliente debe encargarse de [3]:

- Permitir el inicio, la participación y la liberación de sesiones PoC, por medio del protocolo SIP.
- Iniciar el proceso de registro de los usuarios con el núcleo de red SIP.
- Autenticar al usuario PoC con el núcleo de red SIP.
- Generar y enviar ráfagas de voz por medio de la grabación y codificación del audio generado por el usuario.
- Recibir ráfagas de voz y generar audio por medio de la decodificación de éstas.
- Soportar los procedimientos TBC (Talk Burst Control, Control de las Ráfagas de Voz) y la negociación del TBCP (Talk Burst Control Protocol, Protocolo de Control de Ráfagas de Voz).
- Incorporar la configuración de los datos previstos por el XDMC (XML¹⁹ Document Management Client, Cliente Administrador de Documentos XML).
- Soportar los diferentes modos de respuesta (manual o automática), sesiones en modo dominante y alertas en modo dominante.
- Soportar los procedimientos de adaptación del plano de usuario, si estos son iniciados por el servidor.
- Soportar la recepción de alertas personales instantáneas.

El cliente PoC podrá adicionalmente:

- Soportar el envío de alertas personales instantáneas.
- Proveer anuncio de grupo.
- Soportar múltiples TBCP.
- Soportar *lista de espera* de solicitudes del Talk Burst Control.
- Soportar sesiones predefinidas.
- Soportar sesiones simultáneas.
- Soportar procedimientos de sesiones en espera.
- Solicitar privacidad para su propia identificación de usuario.

1.6.2 Cliente administrador de documentos XML, (XDMC)

En PoC los documentos XML permiten almacenar información como: identidad de grupo, nombre del grupo, listas de miembros, miembros invitados, número máximo de miembros, reglas para las políticas seguridad y demás parámetros que caracterizan en sí misma una

¹⁹ XML (Extensible Markup Language, Lenguaje Extensible de Marcas): Es la versión más simple del SGML (Standard Generalized Markup Language, Lenguaje Estándar Genérico por Etiquetas) para la creación y diseño de documentos HTML. Por medio de este tipo de documentos PoC almacena información de listas de contactos, grupos, etc.

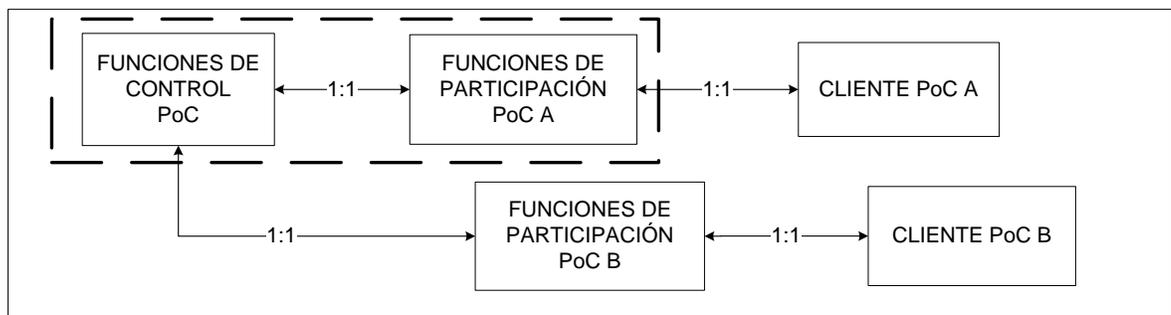
comunicación PoC; entonces el *Cliente Administrador de Documentos XML* (XDMC) es quien desde el terminal del cliente desempeña las funciones de creación, modificación, recuperación y borrado de documentos XML almacenados bien sea en el *PoC XDMS* (PoC XML Document Management Server, Servidor PoC Administrador de Documentos XML) o en el *Shared XDMS* (Shared XML Document Management Server, Servidor Administrador de Documentos compartidos XML). El XDMC también está habilitado para recibir información de cambios realizados en los documentos XML almacenados en la red. Una descripción completa del XDMC puede encontrarse en [4].

1.6.3 Servidor PoC

El servidor PoC implementa las funcionalidades de red a nivel de aplicación para el servicio PoC. El servidor puede desempeñar funciones tanto de participación como de control, asignándole diferentes roles según el cargo que desempeñe.

La Figura 5 muestra los flujos de tráfico de señalización, tráfico de voz RTP (Real Time Protocol, Protocolo de Tiempo Real) y tráfico de señalización de voz que tienen lugar en la interacción del servidor PoC con el cliente PoC cuando se encuentra ejecutando las funciones de participación o de control, para cursar una sesión PoC 1-1 en una única red. Se puede observar que un mismo servidor puede ejecutar funciones de control y señalización simultáneamente (de acuerdo a la ubicación de los usuarios que intervienen en la comunicación).

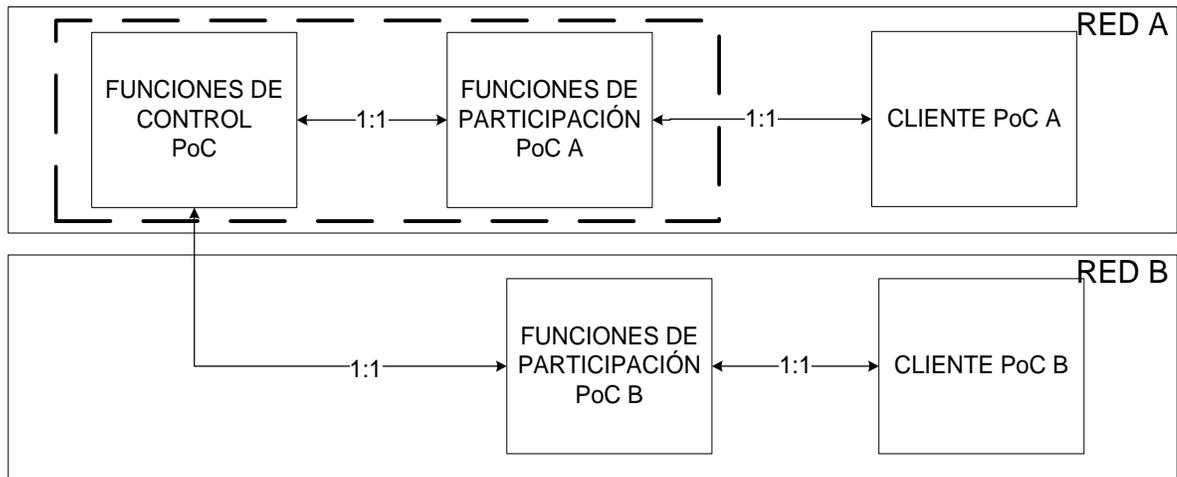
Figura 5. Relación entre los clientes PoC, las funciones de control y participación del servidor PoC



La asignación del rol del servidor PoC (funciones de control o participación) toma lugar desde el establecimiento de la sesión PoC y durante la duración de la misma. En el caso de una sesión PoC personal o de grupo Ad-Hoc, al servidor del usuario llamante le corresponde ejecutar las funciones de control (servidor de control). En el caso de sesiones de grupos predefinidos o de chat, el servidor propietario de la identidad de grupo ejecutará las funciones de control.

En cada sesión PoC solamente un servidor ejecutará las funciones de control, pero puede haber más de un servidor ejecutando las funciones de participación (servidor de participación), un ejemplo se muestra en la Figura 6 en donde se ilustra la distribución de funciones en una sesión PoC 1-1 en un entorno de múltiples redes.

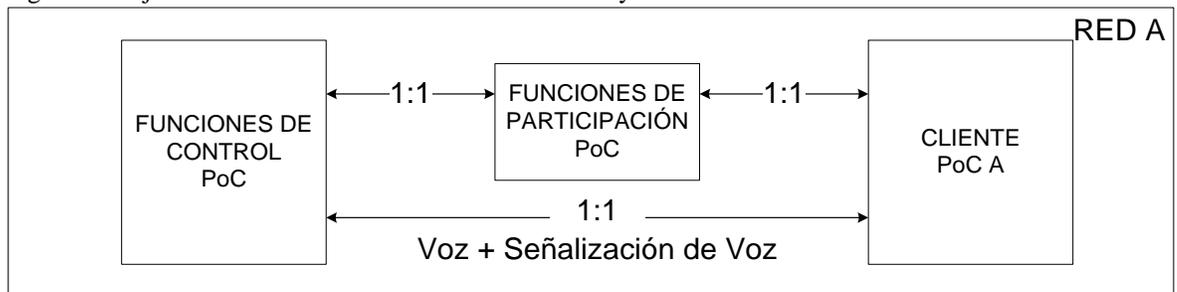
Figura 6. Relación entre los clientes PoC, las funciones de control y participación del servidor PoC en una sesión 1-1 entre diferentes redes



El servidor de control tiene N sesiones ejecutándose simultáneamente durante una sesión grupal PoC, en donde N es el número de participantes en dicha sesión. Éste servidor generalmente no tiene conexión directa con los usuarios PoC, en lugar de ello, interactúa con los clientes PoC por medio de servidores que desempeñan las funciones de participación.

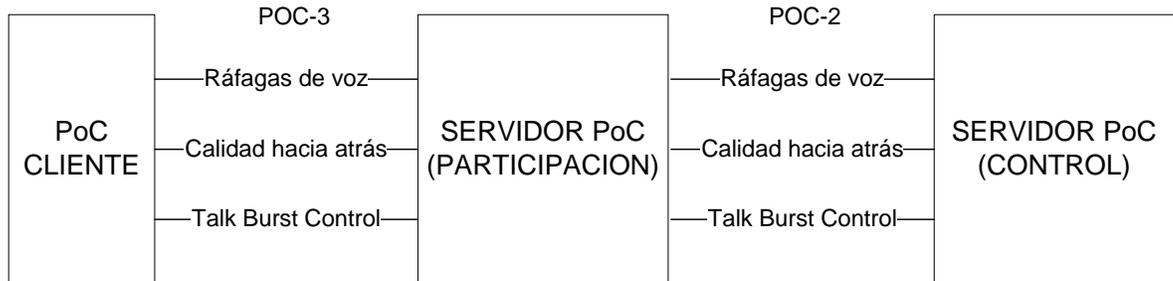
El servidor de control normalmente enruta la señalización y los flujos de voz RTP, además de los mensajes TBC al cliente PoC por medio del servidor de participación, sin embargo como se observa en la Figura 7, eventualmente puede existir un camino directo para la señalización y flujo de voz RTP siempre y cuando las políticas locales lo permitan. El servidor de participación siempre tiene disponible un camino de comunicación con el cliente y el servidor de control.

Figura 7. Flujo de voz entre las funciones de control PoC y el cliente PoC



La Figura 8 muestra las entidades del plano de usuario activas dentro de una sesión PoC y las interfaces relevantes entre estas entidades. Todos los paquetes de voz RTP, RTCP (Real Time Control Protocol, Protocolo de Control de Tiempo Real) y mensajes TBC fluyen a través del servidor de participación (siempre que se encuentre dentro del camino de transporte) y son recibidas por el servidor de control.

Figura 8. Flujo de paquetes TBC/TBCP desde el servidor al cliente PoC



1.6.3.1 Funciones de control: Como parte de las funciones de control PoC, el servidor de control necesita ejecutar una serie de tareas que permiten soportar y mantener una sesión PoC, éste también realiza un seguimiento permanente de todos los procedimientos de señalización, sincronización y manejo de usuarios, proveyendo [3]:

- Manejo centralizado de la sesión PoC.
- Distribución centralizada de flujo de medios de voz RTP.
- Arbitración centralizada del Talk Burst incluyendo identificación de quien habla.
- Manejo de señalización SIP, tales como la iniciación, liberación entre otras.
- Políticas aplicables a la participación en sesiones PoC grupales.
- Información de los participantes en las sesiones en curso.
- Reporte centralizado de cobro.
- Soporte a procedimientos para la adaptación del plano de usuario.
- Opcionalmente la conversión entre diferentes codificadores.
- Soporte para la negociación del TBCP.
- Privacidad de las direcciones de los participantes en una sesión.
- Almacenamiento de información centralizada de la calidad del flujo de medios de voz RTP.

1.6.3.2 Funciones de participación: El servidor de participación PoC debe ejecutar las funciones para manejo de las conexiones en el plano de usuario, tales como: control de sesión, control de acceso, cobro, etc. Para lo cual el servidor de participación provee [3]:

- Manejo de la sesión PoC.
- Soporte de procedimientos para la adaptación del plano del usuario.
- Funciones de transferencia de mensajes TBC para manejar la funcionalidades entre el cliente PoC y el servidor de control.
- Manejo de la sesión SIP, en representación del cliente PoC.
- Políticas para sesiones entrantes (control de acceso, excepciones, estado de disponibilidad, modo de llamada dominante, etc.).
- Reportes de cobro a los participantes.
- Negociación del protocolo TBCP.
- Almacenamiento del actual modo de respuesta y preferencias de los modos de llamada dominante y excepciones en una sesión PoC entrante.
- Soporte de privacidad de las direcciones de los usuarios llamantes en el establecimiento de sesión, en la red PoC del usuario destino.

1.6.3.3 Funcionalidad de presencia: El servidor PoC ejecutando las funciones de participación puede actuar como *Fuente u Observador de Presencia* hacia el *Servidor de Presencia* representando al cliente PoC. El manejo de la presencia es ejecutada por medio de los puntos de referencia POC-2 y PRS-3 (ver Figura 4) a través del núcleo SIP de la red.

Cuando el servidor PoC asume el rol de *Fuente de Presencia*, éste realiza el mapeo de la información de estado del cliente dentro de los atributos de presencia, revelando la disponibilidad del usuario para comunicarse vía el servicio PoC, además de publicar dicha información de presencia al servicio de presencia (a nombre del cliente). Cuando el servidor PoC toma el rol de *Observador*, éste adquiere o solicita información de presencia para la aplicación de políticas en el establecimiento de una sesión PoC (por ejemplo: estado de cliente PoC “no alcanzable”, con respecto a clientes PoC que manualmente actualizaron la información de presencia, el cliente aparecerá “offline”). Más detalles acerca de las funcionalidades de presencia en [5].

1.6.3.4 Funcionalidad de administrador de documentos XML: El servidor PoC también soporta las siguientes funciones [4]:

- Recuperación de documentos PoC XML específicos del *PoC XDMS*.
- Recuperación de listas URI (por ejemplo listas de contactos) del *Shared XDMS*.
- Actualizaciones de las modificaciones de los documentos XML almacenados en el *PoC XDMS* y el *Shared XDMS*.

1.6.4 Servidor PoC administrador de documentos XML, (PoC XDMS)

El *PoC XDMS* es un servidor que administra documentos XML que son específicos al servicio PoC. Algunas funciones del PoC XDMS incluyen operaciones de creación, modificación, recuperación y borrado de documentos XML. El *PoC XDMS* también está habilitado para aceptar suscripciones y notificar al *Observador* de cambios almacenados en documentos específicos a PoC.

El *PoC XDMS* soporta las siguientes funciones [4]:

- Autorización de solicitudes SIP entrantes.
- Manejo de documentos XML que son específicos para habilitar el servicio PoC.
- Hará posible suscripciones individuales, las cuales modificarán múltiples documentos almacenados en el *PoC XDMS*.
- Notificar a los suscriptores de cambios en documentos específicos a PoC almacenados en la red.

Aparte de las ya mencionadas entidades que conforman el sistema PoC, existen otras entidades externas que tienen como objetivo proveer soporte para el manejo de usuarios, cobro y permanencia de los grupos, además de colaborar con el sistema PoC para la ejecución de las funciones descritas anteriormente.

1.7 ENTIDADES FUNCIONALES EXTERNAS AL SISTEMA PoC

1.7.1 Núcleo de red SIP

El núcleo de red SIP incluye un número de proxies²⁰ SIP y registradores SIP los cuales son necesarios para el manejo de la sesión. El núcleo de red SIP/IP desempeña las siguientes funciones, las cuales son necesarias para soportar el servicio:

- Enrutar la señalización SIP entre el cliente PoC y el servidor PoC.
- Proveer servicios de descubrimiento y resolución de direcciones.
- Soportar compresión SIP.
- Ejecutar autenticación y autorización de los usuarios basado en el perfil de servicio del usuario.
- Mantener el estado de registro.
- Proveer soporte para privacidad de identidad en el plano de control.
- Proveer información de cobro.
- Proveer capacidades de interceptación legal.

Una descripción completa del núcleo de red SIP/IP se encuentra en [6] IMS (IP Multimedia Subsystem, Subsistema Multimedia basado en IP) para una red GSM, y en [7] MMD (Multi-Media Domain, Dominio Multimedia) para una red CDMA2000²¹.

1.7.2 Servidor administrador de documentos compartidos XML, (Shared XDMS)

El *Shared XDMS* es un servidor que administra documentos XML (por ejemplo listas de contactos) que son necesarios para el servicio PoC, y que pueden ser compartidos con otros habilitadores del servicio (servicio de presencia). Las características de administración incluyen operaciones como creación, modificación, recuperación y eliminación. El *Shared XDMS* está también habilitado para aceptar suscripciones y notificar a observadores de cambios en los documentos compartidos almacenados.

Más detalles acerca de las funcionalidades del Shared XDMS en [4].

1.7.3 Proxy de agregación

El proxy de agregación actúa como único punto de contacto para el *XDMC*. El *Proxy de Agregación* ejecuta autenticación del *XDMC*, y enruta solicitudes individuales XCAP (XML Configuration Access Protocol, Protocolo de Configuración de Acceso XML) al

²⁰ Proxy: Hace referencia a un programa o dispositivo que realiza una acción en representación de otro, un servidor proxy es utilizado generalmente para permitir el acceso a Internet a un grupo de equipos cuando solo se puede disponer de un único equipo conectado.

²¹ CDMA2000: Es una familia de estándares en telecomunicaciones móviles que utilizan CDMA, un esquema de acceso múltiple para redes digitales, para enviar voz, datos, y señalización entre teléfonos celulares y estaciones base. Ésta es la segunda generación de la telefonía celular digital CDMA.

XDMS correcto. Opcionalmente soporta cobro y compresión de documentos XML sobre la interfaz radio [4].

1.7.4 Servidor de presencia

El Servidor de Presencia es la entidad que acepta, almacena y distribuye información de presencia acerca de clientes PoC. La información de presencia puede ser publicada por la *Fuente de Presencia* en el UE (User Equipment, Equipo de Usuario) o por el servidor PoC a nombre del cliente. Las funciones del Servidor de Presencia son [5]:

- Mantener el estado de presencia de los usuarios PoC.
- Soportar la publicación por parte de los usuarios de la información de presencia de otros usuarios.
- Soportar la visualización y búsqueda de la información de presencia de los usuarios PoC para otros clientes.
- Permitir a los servidores PoC, en representación del cliente, ver y buscar información de presencia.
- Soportar la autorización de suscripciones de listas de presencia.
- Soportar el respaldo para las suscripciones de listas de presencia conteniendo miembros en otros dominios.
- Soportar la observación y búsqueda de información de presencia de otros servidores de presencia (listas de presencia).

1.7.5 Fuente y observador de presencia

La *Fuente de Presencia* es la entidad que provee (publica) información de presencia al servicio de presencia. El *Observador* es la entidad que solicita información de presencia acerca de la “presencia”, de otros usuarios, al servicio de presencia [5].

1.7.6 Entidad de cobro

Esta es una entidad externa, la cual puede residir en el dominio del operador. Esta entidad toma varios roles para obtener los diferentes datos y perfiles de los usuarios cuando el operador y/o proveedor del servicio necesita ejecutar actividades de cobro.

La arquitectura de cobro soporta el cobro basado en suscripción y en tráfico. Para el cobro basado en suscripción, los eventos de suscripción, como: tiempo de activación del servicio y perfil del suscriptor PoC son suministrados a la infraestructura de cobro. Para el cobro basado en tráfico, los datos son suministrados a la infraestructura de cobro instantáneamente para soportar los modelos prepago y pospago; la cantidad a pagar es directamente proporcional a la cantidad de datos transmitidos por el usuario.

1.7.7 Servidor y cliente de manejo y provisión de dispositivos

El servidor de manejo y provisión de dispositivos es el encargado de controlar la interacción entre los diferentes dispositivos y servidores PoC, y mantener la compatibilidad entre terminales. Entre sus principales funciones tiene:

- Inicializar y actualizar todos los parámetros de configuración necesarios para el cliente PoC.
- Soportar actualizaciones de software para las aplicaciones actualizables en los equipos terminales.

El cliente de manejo y provisión de dispositivos está habilitado para:

- Recibir los parámetros iniciales necesarios para el servicio PoC enviados por el proveedor del servicio por medio del uso de mecanismos especificados en [8] o [9].
- Actualizar los parámetros necesarios para el servicio enviados por el proveedor del servicio, utilizando [9].

El proveedor del servicio PoC deberá ser capaz de establecer remotamente las características de una comunicación PoC en el dispositivo terminal, utilizando el mecanismo de manejo de dispositivo. El proveedor del servicio PoC también será capaz de actualizar las características de configuración de una comunicación PoC remotamente en el terminal. El dispositivo terminal PoC deberá ser capaz de recibir los contenidos enviados por el proveedor de servicio.

1.8 PILA DE PROTOCOLOS UTILIZADOS EN PoC

El servicio PoC ha adoptado una pila de protocolos basados en los protocolos RTP/RTCP para el plano de usuario y SIP/SDP para el plano de control [8]. En la Figura 9 se muestran los protocolos utilizados a partir del nivel de transporte para el servicio PoC.

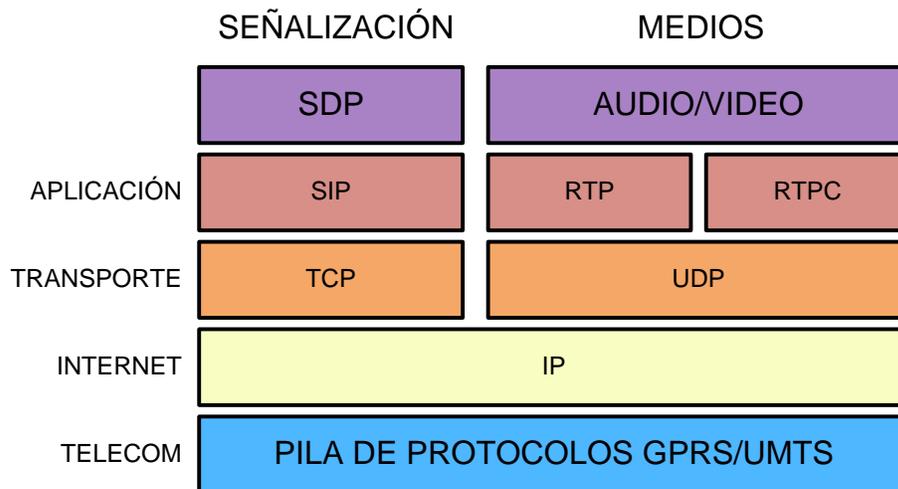
- *SIP (Session Initiation Protocol, Protocolo de Iniciación de Sesión)* [1]: Es el protocolo que se encarga de la señalización entre el cliente y el servidor para controlar la entrega de los datos. SIP es utilizado para el registro, establecimiento, mantenimiento, negociación y liberación de sesiones multimedia. No transporta las ráfagas voz. La señalización del protocolo SIP puede ser comprimida en la interfaz radio de acuerdo a [10] y [11].
- *SDP (Session Description Protocol, Protocolo de Descripción de Sesión)* [12]: Entrega información de la capacidad de medios de voz del cliente PoC. SDP incluye información durante la negociación SIP acerca de la codificación de la voz y del número de puertos utilizados por los medios de voz.
- *RTP (Real Time Protocol, Protocolo de Tiempo Real)* [13]: Es utilizado para el transporte de paquetes de voz con requerimientos de tiempo real sobre UDP²² (User

²² UDP: Protocolo del nivel de transporte que permite el envío de datagramas sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su encabezado. Su uso principal es para la transmisión de audio y vídeo en tiempo real, ya que no implementa confirmación ni control de flujo.

Datagram Protocol, Protocolo del Datagrama del Usuario). Los paquetes RTP pueden ser comprimidos con la utilización de un esquema robusto de compresión de encabezados ROHC²³ (Robust Header Compression, Compresión Robusta de Encabezados). El datagrama RTP contiene un campo de carga útil para transmitir muestras de voz por medio de la utilización de un codificador AMR²⁴ (Adaptive Multi-Rate, Adaptativo a Multi-Velocidad).

- *RTCP (Real Time Control Protocol, Protocolo de Control en Tiempo Real)*: Tanto el cliente como los servidores de control y participación soportarán este protocolo cuya función es entregar información de participantes y monitorear la calidad de la sesión RTP (re-alimentación de calidad).
- *UDP (User Datagram Protocol, Protocolo del Datagrama de Usuario)*: Es utilizado en las interfaces POC-3 y POC-4 (ver Figura 4), este protocolo no necesita una conexión entre origen y destino, opera en el nivel 4 del modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnect, Sistema de Interconexión Abierta) y no provee garantía en la entrega de los paquetes [14].

Figura 9. Pila de protocolos de PoC



El servicio PoC hace uso de codificadores de voz AMR con el objetivo de realizar una codificación eficiente de la voz. Los terminales soportarán AMR 5.15 como codificador por defecto (según estándar GSM), pero es aconsejable que se cuente también con soporte de AMR 4.75. Durante la fase de establecimiento de la llamada (establecimiento SIP), tanto

²³ ROHC: Es un método estandarizado de compresión de encabezados de paquetes de Internet IP, UDP, RTP y TCP. Muy útil sobre enlaces que presentan altas tasas de pérdidas de paquetes.

²⁴ AMR: Es un esquema de compresión de datos de audio optimizado para la codificación de voz. Éste utiliza LA para seleccionar una de las ocho diferentes velocidades de bits (12.2, 10.2, 7.95, 7.40, 6.70, 5.90, 5.15 y 4.75 kbps) basado en las condiciones del enlace. AMR fue adoptado por el 3GPP en 1988 y es ampliamente utilizado en GSM.

los terminales como los servidores deben ser capaces de negociar el codificador a utilizar, de acuerdo a las configuraciones del operador. El modo de adaptación de codificación también es soportado por el servicio PoC, aunque esto no se puede realizar durante la transmisión de las ráfagas de voz (Talk Burst). Las tramas codificadas con AMR son empaquetadas dentro de paquetes RTP siguiendo un formato estándar de carga útil (Payload²⁵).

Es recomendable que el servicio PoC use paralelamente dos contextos PDP²⁶ (Packet Data Protocol, Protocolo de Paquetes de Datos) de acuerdo a el siguiente criterio: si la red soporta clasificación de tráfico, entonces se recomienda el uso de un contexto PDP interactivo para el control de la señalización (SIP y XCAP) y un contexto PDP continuo para el flujo de medios de voz (RTP y RTCP). Si no está disponible la clasificación de flujos de tráfico, entonces suelen ser utilizados dos contextos PDP interactivos, uno para la señalización y otro para los medios de voz RTP; o un simple contexto PDP interactivo, para señalización y paquetes de voz.

El contexto PDP es establecido cuando los usuarios se conectan al servicio PoC o cualquier otro servicio de datos GPRS. Por consiguiente, es recomendado mantener un contexto PDP siempre activo, es decir una conexión always-on (siempre en línea) para optimizar el tiempo de establecimiento de una sesión PoC y evitar que cada vez que el botón PTT sea presionado, el usuario tenga que esperar mientras se realiza el establecimiento del nuevo contexto PDP.

1.9 CONTROL DE RÁFAGAS DE VOZ (TALK BURST CONTROL)

La naturaleza half-duplex del servicio PoC requiere que antes de que un cliente pueda enviar ráfagas de voz, deba negociar este permiso.

El servidor de control PoC realiza la arbitración entre clientes así:

- El cliente envía una solicitud para transmitir ráfagas de voz al servidor PoC.
- El servidor PoC acepta la solicitud si no hay otro cliente que tenga el Talk Burst (derecho de hablar), o la rechaza si las políticas del servidor PoC así lo indican.
- El servidor PoC puede rechazar la solicitud si otro cliente PoC ya tiene el Talk Burst y el servidor o el cliente no soportan *lista de espera*; pero si ambos soportan

²⁵ Payload (Carga útil): En un bloque de datos, la carga útil es la parte que representa la información de usuario, excluyéndola de la información del sistema para el procesamiento o el transporte de los datos.

²⁶ Contexto PDP: Define el contexto para una llamada de datos, incluyendo características de la conexión como: APN (Access Point Name, Nombre del Punto de Acceso), QoS, direcciones, prioridad radio, información de enrutamiento, seguridad, cobro, etc. Se necesita crear un contexto PDP antes que cualquier transacción de datos sea ejecutada, y múltiples contextos PDP pueden ser creados simultáneamente por un móvil. A menos que el móvil se encuentre en modo “always-on”, cada vez que se requiera una nueva transacción de datos GPRS, se incurrirá en retardos adicionales por la creación de un contexto PDP.

lista de espera, el servidor puede ubicar la solicitud en la *lista* (dependiendo de la prioridad), además limitar el número de posiciones en la *lista*.

- Los niveles de prioridad son determinados por el servidor PoC y pueden estar sujetos a solicitudes de prioridad recibidas por el cliente PoC.
- El servidor PoC debe soportar un número de posiciones en la *lista de espera* (por sesión) al menos igual al número de participantes en la sesión.
- El servidor PoC supervisa la duración de las ráfagas de voz y revocará el permiso para hablar, si la duración excede el máximo tiempo permitido.

El cliente y el servidor PoC soportan las siguientes solicitudes/respuestas/indicaciones:

- ✓ *Talk Burst request (solicitud del Talk Burst)*: Enviada por el cliente al servidor PoC para solicitar permiso para enviar un Talk Burst. Puede incluir prioridad.
- ✓ *Talk Burst Confirm response (respuesta de Confirmación del Talk Burst)*: Enviada por el servidor al cliente PoC para notificarle que ha obtenido el permiso de enviar un Talk Burst.
- ✓ *Talk Burst Reject response (respuesta de Rechazo del Talk Burst)*: Enviado por el servidor al cliente PoC para informarle el rechazo de su solicitud. Puede incluir la posible razón de rechazo.
- ✓ *Talk Burst Completed indication (indicación de Final del Talk Burst)*: Enviada por el cliente al servidor PoC para indicarle que el envío de ráfagas de voz ha terminado.
- ✓ *No Talk Burst indication (indicación de que el Talk Burst está Libre)*: Enviada por el servidor a todos los clientes PoC para informar que no hay solicitudes del Talk Burst en el momento. Si la *lista de espera* es soportada, este mensaje sirve para informar que no hay ninguna solicitud en la *lista*.
- ✓ *Receiving Talk Burst indication (indicación Recepción Talk Burst)*: Enviada por el servidor a todos los clientes PoC (con excepción del cliente que tiene el Talk Burst) en una sesión para informar que otro cliente tiene el Talk Burst y para que se preparen para recibir ráfagas de voz. Puede incluir la identidad del cliente que tiene el Talk Burst.
- ✓ *Stop Talk Burst indication (indicación suspender Talk Burst)*: Enviada por el servidor al cliente PoC que tiene el Talk Burst para revocar el permiso de hablar. Puede incluir la posible razón por la cual se envía el mensaje.
- ✓ *Talk Burst Acknowledgement (Talk Burst Aceptado)*: Enviada por el cliente al servidor como respuesta del mensaje “*Receiving Talk Burst*”, utilizado por ejemplo, como indicación de sesión PoC entrante.

Si el servidor y el cliente PoC soportan el manejo de *lista de espera* de solicitudes Talk Burst, adicionalmente a los mensajes de control ya mencionados, también soportan:

- ✓ *Talk Burst queue position request (solicitud de posición en la lista de espera del Talk Burst)*: Enviada por el cliente al servidor PoC para leer la posición en la *lista*.
- ✓ *Talk Burst request queue position status message (mensaje de estado de la lista de espera del Talk Burst)*: Enviado por el servidor al cliente PoC para indicarle que la

solicitud del Talk Burst fue puesta en *lista de espera* o para informar de cambios en el estado de la solicitud. Puede incluir posición en la *lista* e indicación de prioridad.

1.10 SEÑALIZACIÓN PoC

Esta sección muestra un ejemplo de la secuencia de señalización para el establecimiento de una sesión PoC por demanda personal 1-1 o grupal Ad-Hoc desde el punto de vista del cliente que origina la llamada PoC. Como un prerrequisito para una sesión por demanda, es necesario que el cliente PoC este registrado al servicio. La Figura 10 muestra la secuencia de señalización para el caso de respuesta automática.

Los diferentes pasos que se llevan a cabo para establecer esta comunicación son indicados en la figura y son descritos con más detalle a continuación (por simplicidad, los mensajes SIP Trying²⁷ y SIP Session Progress²⁸ no son mostrados).

- 1-7. El usuario A invita al usuario B a una sesión PoC por medio de la presión del botón PTT. Esto provoca que el equipo de usuario A envíe un mensaje SIP INVITE que incluye la dirección URI del usuario B y las características de los medios de voz. El mensaje es enrutado al servidor A por medio del núcleo IMS A. El mensaje INVITE es seguidamente enrutado al servidor PoC de la red local del usuario B a través del núcleo IMS B. El servidor PoC B envía este mensaje INVITE al usuario B.
8. Luego de que recibe el mensaje #8 (Talk Burst Confirm), el servidor B envía un mensaje de indicación de inicio a hablar al usuario A. El usuario A ahora puede iniciar a hablar (mensaje #10) aunque aún no esté establecido el camino de medios de voz E2E. El servidor PoC debe almacenar los datos de voz hasta que la sesión E2E sea establecida.
- 11-15. Cuando el cliente B acepta la invitación, un mensaje OK es enviado al usuario A a través del núcleo de red SIP incluyendo el servidor A y B.
- 16-17. El servidor de control A envía un mensaje *Talk Burst Receiving* al servidor de participación B. Este indica el estado del *Talk Burst* y alerta al usuario B que se prevé la llegada de ráfagas de voz.
- 18-19. Las ráfagas de voz PoC son transportadas sobre el medio RTP establecido entre el usuario A y B a través del servidor PoC A y el servidor PoC B.
- 20-23. Cuando el usuario A termina de hablar y suelta el botón PTT, el cliente A envía un mensaje *Talk Burst Completed* al servidor A para notificar al usuario B acerca del estado libre del *Talk Burst*. Esto indica que el *Talk Burst* está disponible para ser tomado por otro usuario.
- 24-28. El usuario B envía un mensaje *Talk Burst Request* por medio de la presión del botón PTT. Este mensaje es enviado al servidor de control A. el servidor entonces envía

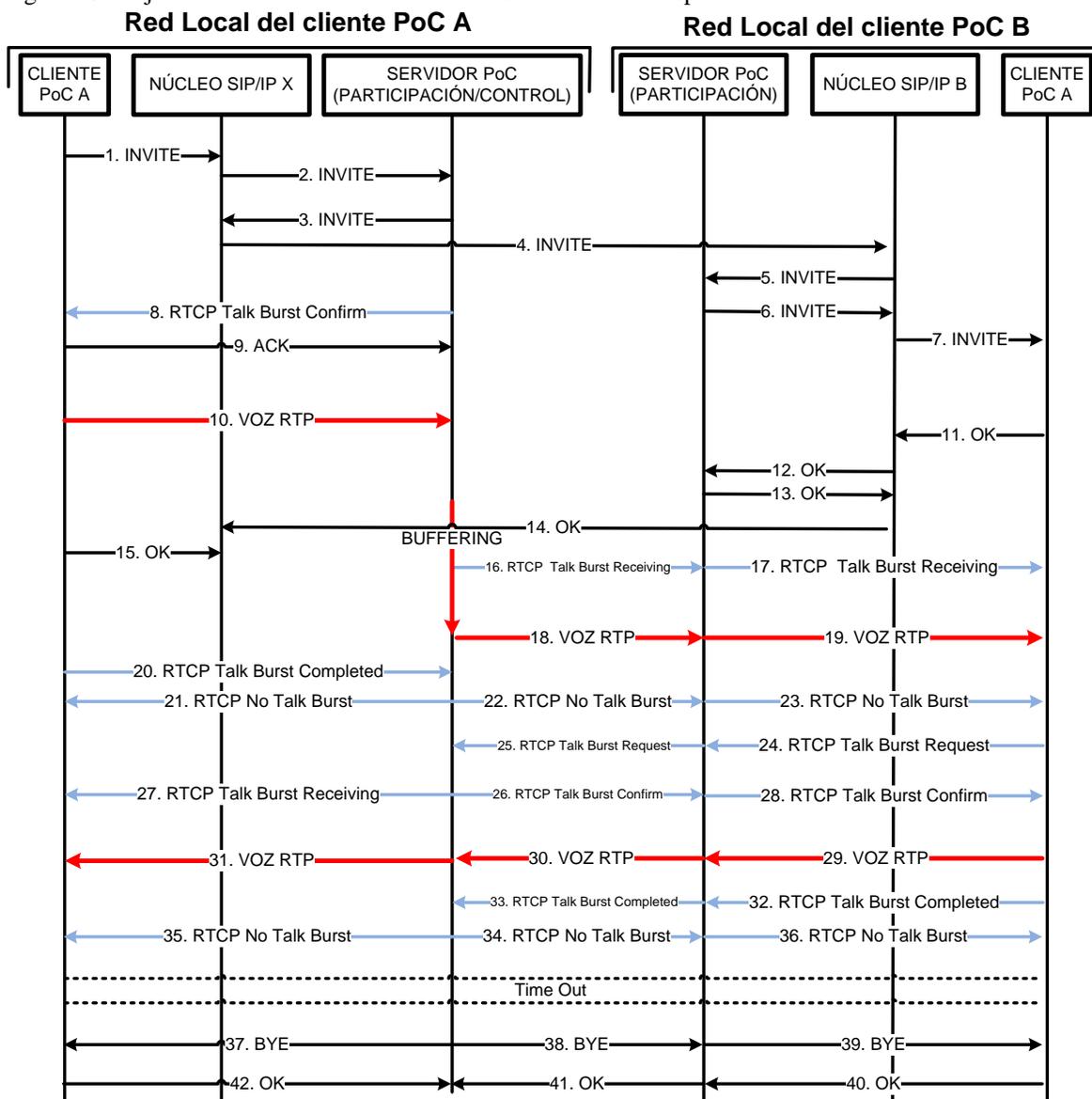
²⁷ SIP Trying (Intentando): Mensaje definido en SIP como “100. Trying” y utilizado como respuesta provisional del servidor cuando éste recibe una solicitud INVITE.

²⁸ SIP Session Progress (Sesión en Progreso): Mensaje definido en SIP como “183. Session Progress” y utilizado como respuesta provisional del servidor durante el establecimiento de una comunicación.

un mensaje de estado al usuario A (*Talk Burst Receiving*) y al usuario B (*Talk Burst Confirm*).

- 29-31. El usuario B inicia a hablar y los medios de voz RTP son transportados al usuario B a través de los servidores.
- 32-36. Cuando el usuario B termina de hablar, el *Talk Burst* es liberado y un mensaje de estado del *Talk Burst* es enviado a los otros usuarios.
- 37-42. La terminación de la sesión es iniciada por el servidor de control después de un predefinido periodo de tiempo de inactividad por medio del envío de un mensaje BYE. Los participantes de la sesión notifican al servidor de la recepción del mensaje de finalización de la sesión por medio del mensaje OK.

Figura 10. Flujo de señalización en una sesión PoC con modo de respuesta automática



1.11 ESTABLECIMIENTO DE UNA LLAMADA 1-1

Cuando un usuario suscrito al servicio PoC desea establecer una comunicación individual 1-1, este debe inicialmente encender su TE (Terminal Equipment, Equipo Terminal) o activar el servicio PoC (en caso de tenerlo desactivado), estableciendo un contexto PDP con la red GPRS, dicho contexto permite establecer la configuración del APN (Access Point Name, Nombre del Punto de Acceso), dirección PDP, clases de QoS (Quality of Service, Calidad de Servicio), enrutamiento y demás parámetros para la conexión de datos GPRS. Luego de que el usuario haya ingresado al servicio, el cliente PoC en el TE y el servidor PoC en el núcleo de red intercambian documentos XML con información relacionada a las listas y estado de contactos (en línea, ocupado o desconectado) para el XDMC e información de configuración del servicio (Ej: Modo de respuesta, Excluir sesiones entrantes o Excluir alertas personales instantáneas, Ver sección 2.1.1.8) para el servidor local de presencia. Así, con esta información, la interfaz de usuario PoC en el TE puede mostrar un estado actualizado de los contactos y permitirá al usuario elegir con quien desea establecer la comunicación.

Al elegir un contacto y presionar el botón PTT, el TE establece un TBF²⁹-UL (Temporary Block Flow, Bloque de Flujo Temporal) entre la MS (Mobile Station, Estación Móvil) y el BSC (Base Station Controller, Controlador de Estación Base) que permite la creación de un enlace temporal de radio para el envío de paquetes de datos. El establecimiento de un TBF tanto en el UL como en el DL es necesario cada vez que la MS o el BSC requieran transferir datos entre sí, por lo cual, el establecimiento de un TBF se requerirá cada vez que el usuario presione el botón PTT, es decir, para el establecimiento de la comunicación y para la transmisión de cada ráfaga de voz. Teniendo en cuenta que este proceso representa una importante porción de los retardos en una comunicación PoC, en la sección 3.1.7 se mostrará más a fondo este proceso y los métodos desarrollados para la reducción de su efecto.

Dejando de lado el proceso de comunicación a nivel de radio, el proceso de comunicación continúa de acuerdo al ejemplo descrito en la sección 1.10.

Cuando se utiliza el modo de respuesta automático, es el servidor de participación PoC (del usuario llamado) quien acepta la llamada, permitiendo que los retardos en la búsqueda del terminal receptor, establecimiento del TBF-DL y tiempo de reacción humana de contestación ocurran paralelamente a los procesos de notificación de contestación de llamada al usuario llamante, reacción humana de inicio a hablar, codificación, empaquetamiento y transferencia de la voz; y no posteriormente como ocurriría en el caso de una comunicación con modo de respuesta manual.

²⁹ TBF: La transferencia de datos en GPRS es realizada a través de TBF, una conexión temporal entre el MS y el PCU (Packet Control Unit, Unidad de Control de Paquetes) para transmitir información en una dirección específica. Los TBFs para la transmisión en el UL y DL son independientes, aunque ambos pueden coexistir al mismo tiempo. Todos los TBFs son liberados cuando la transferencia de datos en el nivel LLC finaliza, y necesitan ser creados de nuevamente cuando llegan nuevos datos.

La notificación de aceptación de llamada ocurre generalmente por medio de un tono audible, el cual indica al usuario llamante que se le ha concedido el permiso de iniciar la transmisión de voz (*Talk Busrt Confirm*). Después de cierto tiempo de reacción humana, el usuario llamante inicia a hablar e inmediatamente la voz es codificada conformando tramas que son empaquetadas y transmitidas en el UL; como se mencionó, paralelamente a estos procesos en el UL, el servidor PoC ejecuta funciones de búsqueda del terminal receptor (por medio del servicio de presencia), realiza la señalización en el DL y demás procesos requeridos por la red para el establecimiento de la comunicación.

Dado que generalmente los procesos en el DL toman un tiempo mayor que en el UL, entonces los paquetes de voz transmitidos por el usuario llamante son almacenados temporalmente en el servidor de control PoC (el cual posteriormente procederá a entregarlos al usuario destino), mientras la comunicación con el usuario llamado se establece. En el evento que el usuario llamado se encuentre inalcanzable, los paquetes de voz ya enviados son descartados y se notificará al usuario llamante para detener la transmisión de ráfagas de voz.

El procedimiento paso a paso para el establecimiento de una comunicación PoC desde el punto de vista del origen de la llamada, se muestra en la Figura 11.

Los procesos, entidades, interfaces y retardos relacionados al establecimiento de una llamada y a la transmisión de voz en una red de datos con soporte PoC, serán descritos en el capítulo II, para realizar un análisis de desempeño de la red como soporte a los servicios PoC.

1.12 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE PoC

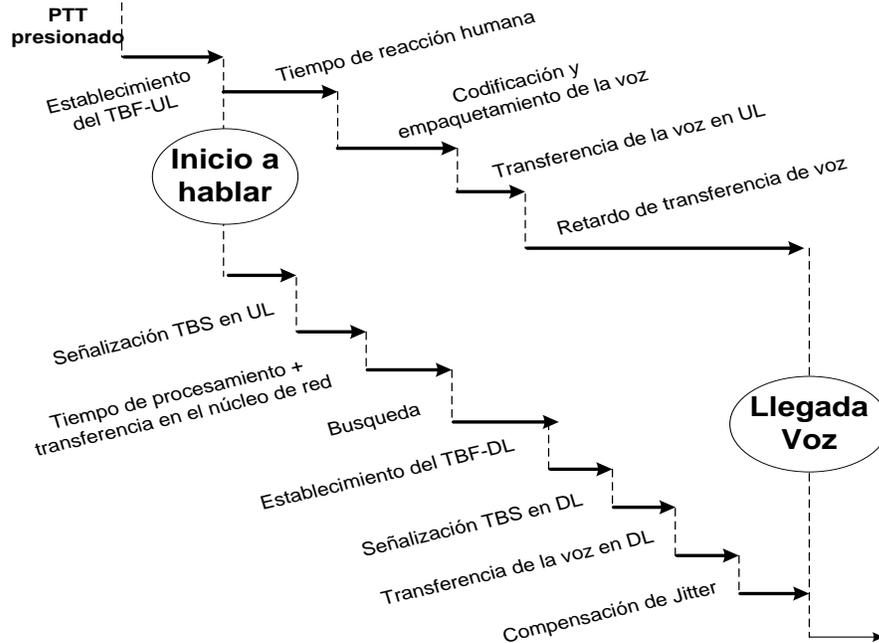
El servicio PoC es especialmente sensible a los retardos y son estos la principal medida de calidad del servicio. Pero en general, puede ser implementado sobre una gran variedad de redes de acceso, incluyendo GPRS de acuerdo con el 3GPP Rel 97/98, EDGE³⁰ (Enhanced Data Rates for GSM Evolution, Velocidades de transmisión de Datos Mejoradas para la evolución de GSM) acorde con el 3GPP Rel 99 o posteriores versiones.

Para estas redes, la implementación de PoC debe seguir las siguientes recomendaciones [15]:

- La implementación de PoC debe operar en una red de acceso que entregue una velocidad de transmisión de datos efectiva de 7.2 Kbps o más.

³⁰EDGE ó EGPRS (Enhanced GPRS, GPRS Mejorado): Es una versión mejorada del sistema GSM/GPRS que por medio de la adición de 8PSK (8 Phase Shift Keying, 8 Modulación por Desplazamiento de Fase) en su esquema de modulación puede conseguir triplicar la velocidad de transmisión de datos.

Figura 11. Diagrama de establecimiento de llamada PoC



- Los parámetros del perfil de QoS deben ser fijados tales que el subnivel RLC (Radio Link Control, Control de Enlace Radio) utilice un aceptado modo de operación.
- Si es soportada la clasificación de tráfico por el acceso de red (tráfico de voz y de señalización), PoC debe utilizar esta clasificación para intercambiar datos RTP/RTCP.

Aunque PoC puede utilizar un codificador diferente al típico AMR 5.15 de las redes GSM de CS, debido a que realiza negociación de medios de voz E2E entre TEs, el usuario final debe percibir una calidad e inteligibilidad de voz aceptable. Para hacer esta cuantificación, se ha establecido que se requiere de un $MOS^{31} = 3$ y $BER^{32} < 2\%$.

Hasta el momento se ha descrito el funcionamiento del sistema PoC principalmente desde el punto de vista del estándar, sus especificaciones, requerimientos y tipos de comunicación. Un análisis más detallado de los servicios soportados por PoC se expondrá en el capítulo 5.

³¹ MOS (Mean Opinion Score, Grado Medio de Opinión): Provee una indicación numérica de la calidad percibida de un medio (audio, voz telefónica o video) después de la compresión y/o transmisión. El MOS es expresado como un simple número en el rango de 1 a 5, donde 1 es la más baja calidad percibida.

³² BER (Bit Error Rate, Tasa de Error de Bit): Esta variable indica el porcentaje de bits recibidos con errores durante la transmisión, en relación con el número total de bits recibidos.

2 ANÁLISIS LEGAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO PoC EN COLOMBIA

En Colombia, a partir de la expedición de la ley 72 de 1989³³, y bajo el marco de la Constitución Política de 1991, en el sector de las telecomunicaciones se dio un cambio trascendental que permitió el establecimiento de nuevos operadores y servicios, con la finalidad de que las telecomunicaciones sean “utilizadas como instrumentos para impulsar el desarrollo político, económico y social del país, con el objeto de elevar el nivel y la calidad de vida de los habitantes.” (Decreto 1900 de 1990³⁴, Artículo 3°). En el ordenamiento jurídico colombiano los servicios de telecomunicaciones tienen la naturaleza de servicios públicos, los cuales, de conformidad con el artículo 365 de la Constitución Política, “son inherentes a la finalidad social del Estado” y es deber del Estado “asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional”.

Al Gobierno Nacional le corresponde, a través del Ministerio de Comunicaciones ejercer las funciones de planeación, regulación y control de las telecomunicaciones. El libre acceso al uso de los servicios de telecomunicaciones es una manifestación del derecho a la información consagrado como derecho fundamental en el Artículo 20 de la Constitución Política y es deber del Gobierno Nacional, de conformidad con el Artículo 6° del Decreto 1900 de 1990, promover “la cobertura nacional de los servicios de telecomunicaciones y su modernización”.

El desarrollo tecnológico ha sido determinante para la expansión de los servicios de telecomunicaciones y se constituye en un reto para el ordenamiento jurídico en cuanto que surge la necesidad que este no se convierta en una barrera para el aprovechamiento de las nuevas tecnologías por parte de los usuarios. El uso de los terminales y de las redes de telecomunicaciones existentes es un derecho de todos los usuarios, cuyo efectivo ejercicio es cada vez más posible gracias al desarrollo tecnológico. El ejercicio de ese derecho debe ser perfectamente compatible con el alcance de las autorizaciones y concesiones que el Estado les otorga a los operadores de telecomunicaciones.

Hoy en día, gracias a los desarrollos reglamentarios que propiciaron el establecimiento de operadores de servicios portadores, servicios de valor agregado y de servicios telemáticos, Colombia cuenta con una infraestructura de telecomunicaciones y una provisión de servicios, mucho más diversificada y robusta, comparada con la existente hace apenas diez años. Sin embargo, frente a las necesidades de desarrollo humano y de aumentar

³³ Ley 72 de 1989: Por la cual se definen nuevos conceptos y principios sobre la organización de las telecomunicaciones en Colombia y sobre el régimen de concesión de los servicios y se confieren unas facultades extraordinarias al Presidente de la República.

³⁴ Decreto 1900 de 1990: Por el cual se reforman las normas y estatutos que regulan las actividades y servicios de telecomunicaciones y afines.

permanentemente los índices de penetración y cobertura de los servicios de telecomunicaciones, son muchas las tareas que le corresponden al Estado Colombiano para posesionarse de manera firme y decidida en la sociedad global de la información. Por tal razón, las actuales políticas deben hacer énfasis en el establecimiento de un ordenamiento jurídico que cobije los nuevos servicios que las actuales tecnologías de telecomunicaciones están dispuestas a proveer como es el caso de los servicios de voz sobre tecnologías IP VoIP (Voice over IP, Voz sobre IP) y demás servicios de valor agregado en redes móviles.

De acuerdo a lo anterior, el Ministerio de Comunicaciones debe considerar la importancia del alcance que tiene el uso de nuevas tecnologías, tanto en redes como en terminales, frente al régimen jurídico aplicable a los servicios y a las redes de telecomunicaciones, de tal manera que el país asegure la incorporación de nuevas tecnologías en las comunicaciones y que ellas pueden ofrecerse a precios cada vez más asequibles a los usuarios, en consonancia con las recomendaciones de la ITU³⁵ (International Telecommunication Union, Unión Internacional de Telecomunicaciones), las cuales son un valioso instrumento para la actualización normativa respecto de las redes y servicios de telecomunicaciones de conformidad con el Artículo 12 del Decreto 1900 de 1990.

Bajo el convencimiento de que el ordenamiento jurídico no puede limitar el acceso a los nuevos desarrollos tecnológicos del sector de telecomunicaciones, sino, por el contrario, propiciarlos, en este capítulo se analizará el servicio PoC, dentro del marco jurídico que el Ministerio de Comunicaciones tiene respecto a los servicios de voz que utilizan tecnologías de VoIP, para determinar si un operador de telefonía móvil celular en Colombia está facultado o restringido para la prestación de dicho servicio.

Con el objetivo de analizar profundamente las características del servicio PoC y la red en la cual está soportado, se partirá del estudio de las aplicaciones VoIP, se establecerán los límites entre los servicios de telecomunicaciones, las aplicaciones y contenidos; posteriormente se expondrán los tipos de servicio que define el Ministerio de Comunicaciones para así enmarcar el servicio PoC en dichas definiciones, y de acuerdo a esto, mostrar cómo este tipo de servicios que aunque llegasen a tener cierta similitud con los servicios tradicionales de voz, requieren un tratamiento diferenciado.

2.1 APLICACIONES DE VOZ SOBRE IP

Las novedosas aplicaciones en redes de datos, el avance en el desarrollo de los protocolos IP y la mejora en las capacidades, calidades y niveles de servicio de la Internet y las redes de paquetes móviles, han permitido gradualmente que sobre ellas puedan transmitirse

³⁵ ITU: Es el organismo especializado de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones, a nivel internacional, entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

satisfactoriamente contenidos sensibles al retardo y a otros fenómenos como el Jitter³⁶, (por ejemplo, voz o imágenes en movimiento en tiempo real).

Frente a esta realidad técnica uno de los temas que más discusión han generado en el sector de telecomunicaciones es el alcance de la Voz sobre IP respecto de los servicios de telecomunicaciones tradicionales. Para dilucidar este asunto es necesario analizar los conceptos técnicos que, de conformidad con las normas jurídicas, permiten determinar que mediante el uso del protocolo IP, es posible la transmisión de voz a través de servicios distintos a los telefónicos tradicionales.

2.2 DIFERENCIACIÓN ENTRE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y LAS APLICACIONES Y CONTENIDOS

La VoIP puede darse en varios contextos uno de los cuales es su uso en Internet, o en general una red IP (caso particular de PoC); lo cual en sí mismo no caracteriza un determinado servicio de telecomunicaciones, tal como se analizará más adelante.

Las telecomunicaciones en sentido estricto se encuentran en el ámbito de los procesos de emisión, transmisión o recepción de información, por ello, es necesario establecer en el caso de la VoIP, un límite técnico que permita saber si su alcance está ligado a los elementos físicos y lógicos de las telecomunicaciones o a los procesos de aplicaciones y contenidos propios de la informática. Utilizando el modelo de referencia OSI, la VoIP se categoriza en el contexto de las aplicaciones y de contenido (capa de aplicación), por encima de las funciones estrictas de telecomunicaciones que llegan, en internet o las redes de paquetes de datos, hasta los protocolos de red (Protocolo IP) y las funciones de transporte (Protocolos TCP³⁷ y UDP).

Ahora bien, cuando la voz se identifica como un contenido propio de una aplicación, aun cuando ella supla una necesidad de comunicación que también pueden satisfacer los servicios telefónicos tradicionales, como es el caso de la voz, es claro que en el contexto de internet y en el caso particular de las redes móviles celulares basadas en IP, como se explicará a continuación, éste no corresponde a los servicios telefónicos tradicionales y por tanto no puede ser considerado como tal.

³⁶ Jitter: Es una variación en el retardo de tránsito de los paquetes a través de la red, causada por la contención de los paquetes principalmente en momentos de congestión.

³⁷ TCP (Transmission Control Protocol, Protocolo de Control de Transmisión): Es uno de los protocolos fundamentales en Internet. TCP es orientado a conexión, lo que garantiza que los datos serán entregados en su destino sin errores y en el mismo orden en que se transmitieron.

2.3 CLASES DE SERVICIOS ESTABLECIDOS EN LA LEGISLACIÓN COLOMBIANA

Los servicios de telecomunicaciones de acuerdo al Estado Colombiano³⁸ y con base a la clasificación de RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) están categorizados así:

- Servicios Básicos (portadores y teleservicios).
- Servicios de Difusión.
- Servicios de Valor Agregado.
- Servicios Telemáticos.
- Servicios Auxiliares de Ayuda.
- Servicios Especiales.

2.4 ÁMBITO DE LOS SERVICIOS BÁSICOS

Los servicios básicos fueron aquellos que aparecieron primero en el desarrollo de las telecomunicaciones, razón por la cual bajo su concepto no podrían estar incluidos nuevos servicios que no existían entonces, lo cual fue precisamente reconocido en la legislación colombiana al definir los servicios de valor agregado y los servicios telemáticos.

Los servicios básicos, de acuerdo con la ITU³⁹, son aquellos de tipo fundamental, o servicios más comúnmente suministrados en las redes de telecomunicaciones y, por tanto, corresponden, (i) A la capacidad de esas redes (servicio portador) y, (ii) A la utilidad de proveer comunicación entre abonados de esas redes (teleservicios). Estas prestaciones en la legislación colombiana caracterizan a los servicios de telecomunicaciones, así:

“Servicios portadores son aquellos que proporcionan la capacidad necesaria para la transmisión de señales entre dos o más puntos definidos de la red de telecomunicaciones. Estos comprenden los servicios que se hacen a través de redes conmutadas de circuitos o de paquetes y los que se hacen a través de redes no conmutadas”⁴⁰.

“Los teleservicios son aquellos que proporcionan en sí mismos la capacidad completa para la comunicación entre usuarios, incluidas las funciones del equipo terminal. Forman parte de éstos, entre otros, los servicios de telefonía tanto fija como móvil y **móvil-celular**, la telegrafía y el telex”⁴⁰.

³⁸ Decreto ley 1900 de 1990, artículo 27: Clasificación de los servicios de telecomunicaciones.

³⁹ Recomendación ITU Q.9 Recomendaciones Generales Sobre la Conmutación y la Señalización Telefónicas.

⁴⁰ Decreto 1900 de 1990 Artículo 28: Los servicios básicos comprenden los servicios portadores y los teleservicios.

De acuerdo a esto, los servicios de datos para redes GSM, como lo son GPRS/EDGE estarían clasificados dentro de los servicios básicos portadores, dado que ellos brindan las capacidades de comunicación necesarias para la transmisión de paquetes de datos, entre usuarios de la misma red y en especial para el acceso a redes IP.

2.5 ÁMBITO DE LOS SERVICIOS TELEMÁTICOS Y SERVICIOS DE VALOR AGREGADO

La evolución tecnológica ha permitido otras formas de comunicación con características distintas a las básicas de los servicios tradicionales, que originaron categorías adicionales de servicios de telecomunicaciones. En la legislación colombiana tales categorías fueron denominadas servicios de valor agregado y servicios telemáticos, así⁴¹:

“Servicios telemáticos son aquellos que, **utilizando como soporte servicios básicos**, permiten el intercambio de información entre terminales **con protocolos establecidos para sistemas de interconexión abiertos**”.

“Servicios de valor agregado son aquellos que **utilizan como soporte servicios básicos, telemáticos, de difusión, o cualquier combinación de éstos**, y con ellos proporcionan la capacidad completa para el envío o intercambio de información, agregando otras facilidades al servicio soporte o satisfaciendo nuevas necesidades específicas de telecomunicaciones.

Forman parte de estos servicios, entre otros, el acceso, envío, tratamiento, depósito y recuperación de información almacenada, la transferencia electrónica de fondos, el videotexto, el teletexto y el correo electrónico.

Sólo se considerarán servicios de valor agregado **aquellos que se puedan diferenciar de los servicios básicos**”.

En cuanto a los servicios de valor agregado, estos se diferencian de los servicios básicos, si cumplen cualquiera de los siguientes requisitos: (i) Se soportan en servicios básicos y se diferencian de estos porque suplen nuevas facilidades o satisfacen nuevas necesidades en relación al servicio básico que usen como soporte, o (ii) Se soportan en servicios telemáticos o de difusión, caso en el cual se cumple el requisito de diferenciación toda vez que –por definición– su soporte es un servicio distinto al servicio básico.

El servicio de comunicación de voz PoC es un ejemplo de servicio de valor agregado, pues, cumple con los supuestos de utilizar servicios básicos (portadores, específicamente GPRS/EDGE) y con ellos proporcionan la capacidad completa para el intercambio de información (paquetes de voz), satisfaciendo nuevas necesidades específicas de

⁴¹ Decreto 1900 de 1990 Artículos 30 y 31: Definición servicios telemáticos y de valor agregado.

telecomunicaciones, en este caso, el de proveer servicios de voz de acceso inmediato con grupos privados y de chat (clara diferenciación de los servicios básicos de voz); cumpliendo a cabalidad los supuestos de diseño a los que se refiere la definición legal arriba transcrita.

2.6 LA VOZ A TRAVÉS DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES DISTINTOS A LOS TELESERVICIOS

Mediante la utilización de servicios portadores como GPRS/EDGE es posible cursar comunicaciones de voz, como PoC, sin que por ello se configure la prestación de un teleservicio, en particular el tradicional servicio de una RTPBC (Red Telefónica Pública Básica Conmutada).

Como se analizó atrás, en un servicio de datos la existencia de un protocolo abierto como IP, permite que mediante el uso de terminales se configuren aplicaciones que provean la comunicación de cualquier tipo de contenidos, incluida la voz. Es aquí donde PoC aprovecha las características del protocolo abierto IP para transmitir ráfagas de voz RTP, de tal forma que este tipo de contenido es tratado por la red de la misma manera que un SMS⁴² (Short Message Service, Servicio de Mensajes Cortos) o un paquete de datos de Internet WAP⁴³ (Wireless Application Protocol, Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas); aun cuando el usuario final percibe una comunicación transparente de voz, esta no puede ser catalogada como un servicio básico de voz de TPBC (Telefónica Pública Básica Conmutada).

Los teleservicios, como ya se vio, están relacionados con la funcionalidad original respecto del tipo de comunicación específica que caracteriza el servicio, de acuerdo con la red que la soporta. Así, por ejemplo, la TPBC se soporta en una red cuya funcionalidad, diseño, dimensionamiento y protocolos están enfocados primordialmente a la transmisión de voz. La provisión de cualquier otra clase de contenidos en los teleservicios requiere de la adición de equipos y funcionalidades que, mediante la utilización de un teleservicio como soporte, agregan nuevas facilidades, que son, precisamente, las que corresponden a los servicios de valor agregado y telemáticos.

2.7 LA RED DE SERVICIOS DE VALOR AGREGADO

La existencia de un protocolo abierto y demás características adicionales propias de los servicios de valor agregado y telemáticos, conforman una red distinta de la del teleservicio,

⁴² SMS: Servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos de texto. Fue diseñado originariamente como parte del estándar de telefonía móvil digital GSM, pero en la actualidad está disponible en una amplia variedad de redes, incluyendo las redes 3G.

⁴³ WAP: Es un estándar abierto internacional para aplicaciones que utilizan comunicaciones inalámbricas, como acceso a servicios de Internet desde un teléfono móvil.

aún cuando utilicen un determinado teleservicio como soporte o compartan algún elemento común con las redes de los teleservicios como pueden ser los medios de transmisión (servicio portador).

Precisamente, ese es el fundamento del concepto de Red de Valor Agregado que actualmente se encuentra previsto en el Decreto 3055 de 2003, Artículo 1°, así:

“Red de Valor Agregado. Es una red especializada de telecomunicaciones a través de la cual se prestan al público principalmente servicios Telemáticos y de Valor Agregado. Para que una red sea considerada de Valor Agregado, debe ofrecer características técnicas para la transmisión de la información, que permitan diferenciarla de las redes de Telefonía Pública Básica Conmutada (TPBC)”.

Debe reiterarse que, la red que soporta servicios telemáticos y de valor agregado, puede servirse de las capacidades de una RTPBC siempre que ellas sean utilizadas como soporte y sobre estas capacidades se adicionen funcionalidades y características, propias de los servicios telemáticos o de valor agregado. Adicionalmente de conformidad con la ley 37 de 1993⁴⁴:

“La red que soporta los servicios de TMC (Telefonía Móvil Celular) es, o bien una extensión de la fija que a su vez es parte de la RTPC (Red Telefónica Pública Conmutada) o bien, una categoría distinta a la fija pero **en todo caso parte de la RTPC**, siendo esta situación análoga a la de los servicios PCS⁴⁵ (Personal Communications Service, Servicio de Comunicación Personal), de acuerdo con las definiciones de la ley 555 de 2000 y del decreto 555 de 2002”.

En la legislación nacional a las redes móviles se les ha dado una identidad y alcance distinto al de las redes fijas, pues, reciben el tratamiento de redes nacionales con servicios que incluso interactúan separadamente y no como parte de la red fija, a las cuales se les atribuyó numeración no geográfica de redes, distinta a la establecida para redes de TPBC. Así dentro de los dos casos previstos en las Recomendaciones de la ITU, en Colombia se determinó que las redes móviles son una categoría distinta de las redes fijas, aunque ambas **son parte de la RTPC**.

Dicho esto, en el caso de la red de valor agregado que soporta los servicios PoC, ésta se servirá de las capacidades básicas de una RTPC, ya sea celular o PCS, para sobre ella adicionar funcionalidades y características propias del servicio PoC, en su caso particular la adición del servidor PoC, XDMS y un núcleo de red SIP, entre otros (Figura 4); conformando así, según la definición, una red de valor agregado para el soporte de PoC.

⁴⁴ Ley 37 de 1993: Por la cual se regula la prestación del servicio de telefonía móvil celular, la celebración de contratos de sociedad y de asociación en el ámbito de telecomunicaciones y se dictan otras disposiciones.

⁴⁵ PCS: Es el nombre dado para los servicios de telefonía móvil digital en varios países y que operan en las bandas de radio de 1800 o 1900 MHz, En Colombia “Tigo” (anteriormente Ola) es un operador móvil PCS.

2.8 LA VOZ A TRAVÉS DE LA RED DE VALOR AGREGADO

La voz que se origina o termina en un abonado de una Red de Valor Agregado, no es nada diferente a uno de los muchos contenidos que puede proveerse un usuario libremente a través de los servicios de valor agregado y telemáticos, cuyo concepto comprende “todos aquellos servicios que cumplan con las características de los servicios de Valor Agregado y Telemáticos”, tal como se prevé en el artículo 3° del Decreto 600 de 2003.

En ejercicio del derecho a la información y la inviolabilidad de las comunicaciones protegido por la Constitución Política, el asunto de los contenidos y la forma como el usuario decida utilizar los terminales, las redes y los servicios de telecomunicaciones, es de su órbita exclusiva y no puede ser interferido por el Estado, siempre y cuando no se transgredan derechos en cabeza de terceros u otros derechos constitucionales de mayor jerarquía. En ese orden de ideas, a través de internet, u otras redes de valor agregado basadas en IP, y frente a las diversas formas de utilización de los servicios de valor agregado y telemáticos, no es posible restringir el uso que de ellos hagan los usuarios, así esto implique la satisfacción de necesidades de comunicación, de manera más o menos similar a como lo hacen los teleservicios.

Es importante tener en cuenta que, siempre que dicha comunicación se origine o termine en un abonado de la red de valor agregado, se está brindando un servicio de valor agregado o telemático y que éste debe ser provisto al usuario por un operador de servicios de valor agregado y telemáticos debidamente habilitado.

En solicitud realizada al Ministerio de Comunicaciones con número de radicación 123748 mediante la cual se requiere información sobre la reglamentación vigente de la red de datos GPRS y EDGE, la Directora de la Dirección Administración de Recursos de Comunicaciones, María Del Pilar Cuellar Santos, en atención a la solicitud manifiesta lo siguiente:

“El Ministerio de Comunicaciones reglamenta servicios y no tecnologías, en esa medida no existe ninguna normatividad referente a la red de datos GPRS y EDGE.

Con referencia a la transmisión de datos, los operadores de telefonía móvil celular se amparan en una licencia de valor agregado, en el caso del servicio PCS en contrato de concesión conlleva el uso de estas tecnologías y de las que el operador desee implementar”.

Al definirse y clasificarse el servicio PoC dentro de los servicios de valor agregado, y teniendo en cuenta que las redes celulares y PCS's hacen parte de la RTPC, es posible aplicar el ordenamiento jurídico que para tal caso comprende a los servicios de valor agregado según está definido en el Decreto 3055 y 600 de 2003 , los cuales no restringen en ninguno de sus artículos la prestación de servicios de voz empaquetada en redes de valor agregado; y de acuerdo a la respuesta obtenida por el Ministerio de Comunicaciones, según

lo cual, los concesionarios de telefonía móvil celular amparados en sus licencias y concesiones pueden ofrecer servicios de datos (como PoC) en sus redes libremente, se puede concluir que:

En el Estado Colombiano es totalmente legítima la prestación de servicios PoC por parte de los concesionarios de telefonía móvil celular, aunque es necesario contar con previa autorización por parte del Ministerio de Comunicaciones de acuerdo al Artículo 18 del Decreto 0741 de 1993⁴⁶ y cumplir con todos los requisitos que para este tipo de servicio establezcan las normas vigentes⁴⁷.

Este tipo de autorizaciones, como ya se mencionó, no implica licencias o concesiones adicionales para los concesionarios de telefonía móvil celular, en lugar de ello esta autorización cumple una función principalmente informativa.

⁴⁶ Decreto 0741 de 1993, Artículo 18: La Prestación de servicios telemáticos y de valor agregado por operadores del servicio de telefonía móvil celular.

⁴⁷ Decreto 600 de 2003: Por medio del cual se expiden normas sobre los servicios de Valor Agregado y Telemáticos y se reglamenta el Decreto-ley 1900 de 1990.

3 FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL SERVICIO PoC EN REDES GSM Y SU EVOLUCIÓN

Cuando se desea verificar el desempeño de una red o sistema de telecomunicaciones, deben considerarse los diversos factores técnicos que conforman la tecnología en cuestión, de acuerdo a las métricas de desempeño que se pretenda alcanzar por esta red y a los requerimientos específicos a dicha tecnología. En el caso de las redes de datos celulares, y en específico de la red PoC, el desempeño de éstas no es garantizado únicamente por la infraestructura celular adquirida por el operador, sino que también depende en gran medida de la configuración del acceso radio, del modo de conformación de los paquetes de voz y de métodos de adaptación del sistema a los efectos de la variación del tráfico en la red. Este conjunto de características hacen necesaria una dinámica labor de ingeniería para alcanzar un desempeño óptimo del sistema.

Esta sección presenta un estudio de desempeño de las tecnologías PoC sobre las posibles plataformas de redes de datos móviles en GSM. Es importante recalcar que este análisis está basado en diversos estudios realizados por diferentes actores en redes comerciales móviles de múltiples tecnologías implementadas alrededor del mundo, haciendo difícil la evaluación del desempeño de éstas en igualdad de condiciones. Así, estas limitaciones deben ser tomadas en cuenta al momento de comparar los resultados, y se considera que aunque las medidas fuesen repetidas muchas veces, en orden de minimizar los errores estadísticos, éstas únicamente cubren unas pocas localizaciones específicas en diferentes redes; Por consiguiente, estos resultados no podrán ser considerados como una prueba final del desempeño de cada tecnología. Debe notarse que la calidad de radio de cada prueba también puede variar dependiendo de las características propias del acceso y las condiciones del medio y que el estado de evolución de la red de cada operador es variable (optimización de parámetros, manufactura de equipo y versiones hardware y software). No obstante, los resultados obtenidos en cada condición buscan proveer una vista general del “rango real de desempeño” que se puede obtener de la red en la cual se implemente PoC, así como también muestra las más comunes interacciones entre las capacidades radio del sistema y las medidas de desempeño para el usuario final.

Para la evaluación del desempeño de PoC, se analizará el desempeño de este servicio sobre redes de datos móviles (GPRS/EDGE/UMTS), teniendo en cuenta principalmente las velocidades de transmisión propias de cada red, la forma como opera y su comportamiento en cuanto a los retardos para la transmisión de ráfagas de paquetes RTP.

Las aplicaciones PTT están disponibles hace ya varios años, pero típicamente están basadas en tecnologías de radio analógico y su principal limitante es el área de cobertura; en contraparte PoC, utilizando la amplia cobertura de las redes de telefonía móvil celular en

el mundo, puede llegar a convertirse en un servicio muy popular dentro del mercado de las telecomunicaciones móviles, siempre y cuando estas cumplan las expectativas de calidad de voz que esperan los usuarios. Este servicio tiene gran potencial para los operadores móviles, además, los servicios basados en IP prometen la utilización eficiente de las capacidades de red de datos móviles cuyo presente y futuro está soportado en el IMS.

Así pues, la implementación de PoC de acuerdo a sus requerimientos de calidad y desempeño E2E en las redes 2.5G actuales, es un verdadero desafío; desde la aparición de los servicios SMS en las redes de datos CDPD⁴⁸ (Cellular Digital Packet Data, Paquete de Datos Celular Digital), las redes inalámbricas móviles al igual que las alambreadas han evolucionado para soportar novedosas aplicaciones que cada vez exigen mayores prestaciones de la red; así, en este proceso evolutivo de las aplicaciones, éstas fueron enfocadas inicialmente al uso de buscadores web y descarga de archivos, para lo cual las redes GPRS (Rel.97 más comercialmente utilizada) han logrado satisfacer esta necesidad en el mercado latinoamericano, pero cuando lo que se desea es incursionar en los servicios diferenciados y de datos en tiempo real soportados en IMS, el objetivo a seguir es UMTS⁴⁹ (Universal Mobile Telecommunications System, Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universal).

3.1 PoC SOBRE REDES GPRS

Para el estudio de las redes GPRS, los criterios más importantes para la transferencia de paquetes RTP y señalización SIP utilizados en PoC, son: ancho de banda garantizado y máximos retardos permitidos para el transporte de paquetes IP E2E, no están asegurados. En esta sección se mostrará cuáles son los niveles de servicios aceptables para la prestación de servicios PoC según la definición del estándar y que parámetros son predominantes para incrementar al máximo la QoS soportados sobre medidas obtenidas en una red PoC de prueba.

En orden de asegurar la interoperabilidad entre las soluciones PoC de los diferentes vendedores, se ha llevado a cabo un proceso de estandarización por parte de OMA y el 3GPP, lo que ha logrado una primera definición del servicio PoC, su arquitectura, interfaces y protocolos [17]. La calidad y el desempeño de los servicios PTT en redes de paquetes de datos son significativamente impactados por el comportamiento de la red de acceso GPRS o EDGE (ver Figura 12).

⁴⁸ CDPD: Tecnología de transmisión de datos en terminales AMPS (Advanced Mobile Phone System, Sistema Telefónico Móvil Avanzado) de primera generación, poseía para la época un excelente desempeño inalámbrico, compresión de paquetes y corrección de errores.

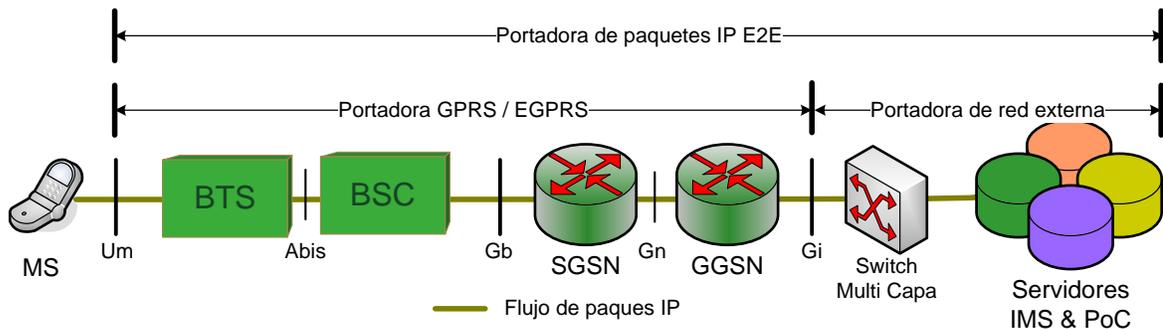
⁴⁹ UMTS: Es el sistema de telecomunicaciones móviles de tercera generación, que evoluciona a partir de GSM - GPRS/EDGE. Con una tasa de transferencia de datos de hasta 2 Mbps utilizando WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access, Acceso Múltiple por División de Códigos de Banda Ancha), se espera tenga un papel principal en las telecomunicaciones multimedia inalámbricas de alta calidad con más de 2000 millones de usuarios en todo el mundo para el año 2010.

Dado que todos los flujos de datos de las aplicaciones PoC (manejo de sesión, Talk Burst Control, medios de voz RTP) están atravesando la red de acceso GPRS como tráfico del plano de usuario, se considerarán los elementos del plano de usuario que tienen un mayor impacto en el desempeño de PoC.

3.1.1 Conceptos de portadoras

Para el análisis de desempeño, se asume que la red GPRS provee soporte de QoS de acuerdo con el Release 3GPP 97/98 [16] como se mencionó anteriormente y que el terminal móvil está siempre conectado a la red GPRS (Always-on). También se asume que un contexto PDP es establecido para el intercambio mensajes en las sesiones PoC, manejo del *Talk Burst Control* y de los paquetes de voz. Es importante considerar el requerimiento básico en el cual, un flujo PoC no consuma más de la capacidad del enlace radio de un *intervalo de tiempo* en orden de permitir el uso de terminales móviles simples, que no requieran el soporte de múltiples *intervalos de tiempo* en dirección estación móvil a estación base(UL). La utilización de portadoras separadas para señalización y voz RTP con diferentes parámetros de QoS son posibles, pero esto no modificará en esencia los resultados del análisis de desempeño.

Figura 12. PoC sobre GPRS, Plano de Usuario



- MS: Mobile Station, Estación Móvil.
- BTS: Base Transceiver Station, Estación Base Tranceptora.
- BSC: Base Station Controller, Controlador de Estación Base.
- SGSN: Serving GPRS Support Node, Nodo Servidor de Soporte GPRS.
- GGSN: Gateway GPRS Support Node, Nodo Pasarela de Soporte GPRS.
- Um: Interfaz de acceso radio entre la MS y la red GPRS.
- Abis: Interfaz que define las operaciones entre el BTS y BSC utilizando PCM-30 y LAPD.
- Gb: Interfaz portadora de tráfico y señalización GPRS entre la red GSM y el SGSN.
- Gn: Interfaz portadora de tráfico y señalización entre nodos GPRS dentro de la misma red.
- Gi: Interfaz para la conexión de la red GPRS con redes de datos externas.

3.1.2 Requerimientos de desempeño

Desde la percepción del usuario, la calidad de la voz y el retardo son los dos requerimientos principales del servicio PoC, pero en general el retardo puede ser considerado como el más importante, por lo tanto, es primordial controlar las diferentes fuentes de retardo que afectan la comunicación en PoC.

Hay dos tipos principales de retardos para ser considerados, dependiendo de la parte de la comunicación PoC que es afectada. Retardos durante el establecimiento de la comunicación los cuales son afectados por la iniciación de una llamada y retardos durante la comunicación el cual afecta la latencia que el receptor final notará en la comunicación, como se describen a continuación:

3.1.2.1 Retardos en el establecimiento de la comunicación:

- a. **RTS (Right-To-Speak, Retardo del Derecho para Hablar):** Se define como el tiempo entre el instante en que un suscriptor inicia una sesión PoC y cuando él recibe una indicación de derecho para hablar (*RTS*).
- b. **STS (Start-To-Speak, Retardo de Inicio para Hablar):** Se define como el tiempo entre el instante en que un participante PoC inicia una solicitud del Talk Burst en una sesión en curso, y cuando él recibe una indicación de inicio para hablar (*STS*).

3.1.2.2 Retardos durante la comunicación:

- c. **VDT (Voice Delay Time, Tiempo de retardo de la voz):** Se define como el tiempo desde que el mensaje de voz es pronunciado por la parte llamante hasta que éste es escuchado por la parte llamada invitada.
- d. **RTT (Round-Trip-Time, Tiempo de Ida y Vuelta):** Se define como el tiempo desde que un mensaje es enviado desde la parte llamante, hasta que una respuesta es recibida del punto final remoto.

La Figura 13 muestra los diferentes procesos que toman lugar durante una PoC. Basándose en la definición del estándar OMA [17, 18] las medidas básicas de desempeño, en términos del retardo, que deben ser cumplidos a cabalidad por una comunicación PoC en orden de proveer un nivel aceptable de servicio para todos los participantes, se exponen en la Tabla 1.

En la tabla, el tiempo para una “Respuesta Inmediata” es un interesante parámetro para medir la sensibilidad de esta aplicación, pero se debe tener en cuenta que este parámetro no es una medida exacta del desempeño del sistema, puesto que ello incluye el tiempo de reacción humana, en adición a los retardos causados por la liberación del Talk Burst, la solicitud del Talk Burst y por la subsiguiente transferencia de voz. Todas las otras medidas deben ser estrictamente consideradas como límites máximos a la hora de implementar el servicio PoC.

Adicionalmente a los requerimientos ya mencionados, el diseño de PoC debe asegurar una calidad de voz que se compare a la calidad de voz proporcionada en las llamadas tradicionales de CS en GSM. El estándar PoC recomienda una tasa de pérdidas de paquetes $BER \leq 2\%$ y un MOS ≥ 3 para la percepción de calidad de voz.

Figura 13. Diagrama de procesos para una comunicación PoC

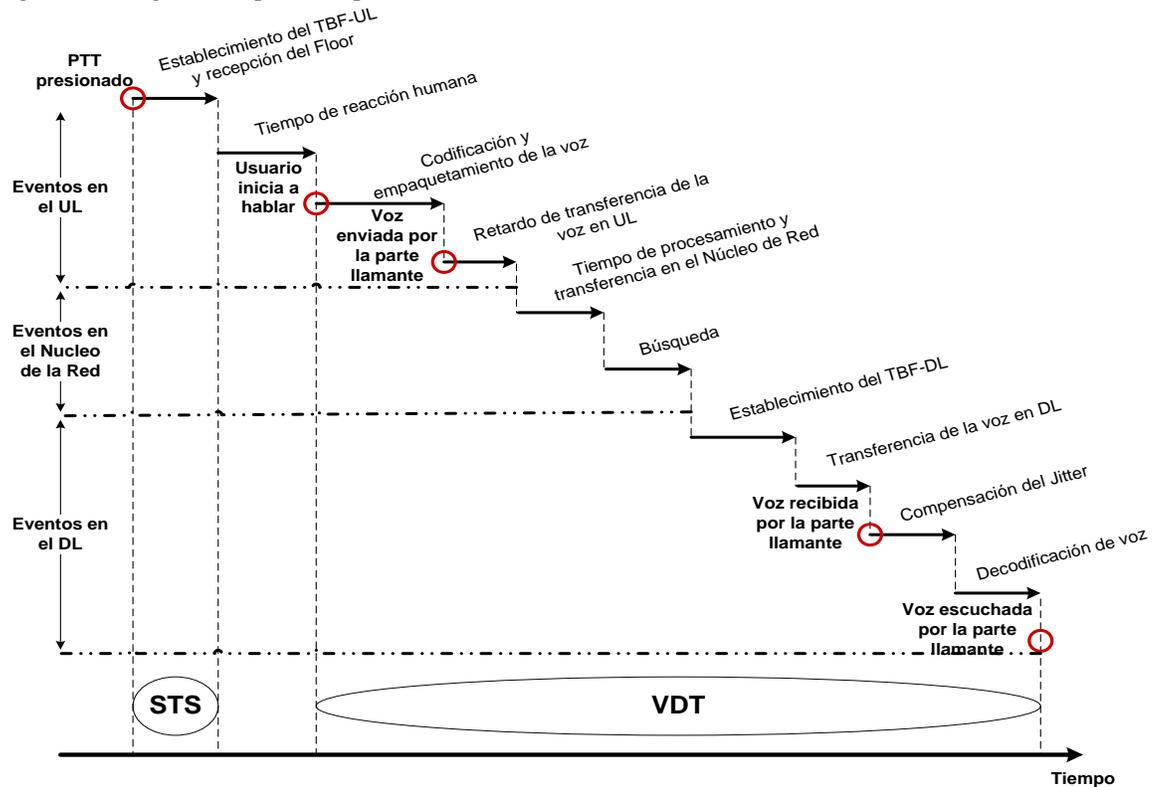


Tabla 1. Retardos E2E recomendados para PoC

Flujo de mensajes PoC		Retardo E2E (seg)
Control de sesión	Establecimiento de sesión, medios predefinidos ⁵⁰	2.0
	Establecimiento de sesión, sesión predefinida	2.0
	Establecimiento de sesión, medios no predefinidos	4.0
	Adicionándose a una sesión	4.0
	Abandono de una sesión	4.0
Control del Talk Burst	Solicitud del Talk Burst	1.6
	Liberación del Talk Burst	0.8
Plano de usuario	Trasferencia de voz (en una dirección)	1.6
	Respuesta inmediata	4.0

3.1.3 Desempeño de PoC

Es la tarea de ingeniería el identificar aquellos medios para que las aplicaciones PoC y el acceso a la red, que en suma tienen la capacidad de asegurar la calidad y los objetivos de

⁵⁰ Medios predefinidos (Early Media): En [17], hace referencia a cuando el Talk Burst es dado al usuario invitante antes de que el usuario invitado sea alcanzado, este procedimiento es similar a iniciar una sesión predefinida y con modo de contestación automático según [3].

desempeño definidos para el servicio PoC, proporcionen el desempeño esperado utilizando el portador GPRS. Entre los diferentes aspectos que el ingeniero puede tomar en cuenta para alcanzar el desempeño requerido por PoC, pueden destacarse: la optimización del flujo de mensajes de señalización y control PoC, la adecuación de las configuraciones del contexto PDP, el ajuste del establecimiento del TBF tanto en el UL como en el DL y la elección del apropiado perfil de QoS, además de la elección de los correctos valores en los parámetros que dimensionan y configuran la red GPRS.

3.1.4 Señalización PoC

El estándar PoC utiliza señalización basada en SIP para propósitos de control de sesión [19]. Dado que SIP es un protocolo extenso respecto a cantidad de bytes, al utilizarse sin modificaciones en la red de acceso radio, se conlleva a sesiones con inaceptables retardos, o al incremento significativo del ancho de banda requerido. La Tabla 2 indica el ancho de banda requerido por un flujo de señalización PoC en dirección de UL y DL para un usuario PoC dado, con el propósito de satisfacer los requerimientos de la especificación OMA [17].

En la columna 4 de la Tabla 2 los valores de los retardos para el establecimiento de una sesión PoC con medios predefinidos (Early Media), muestran como el incremento de la compresión de señalización disminuye los retardos de forma significativa. Los siguientes resultados son consecuencia de un detallado análisis de retardos en los flujos de señalización de una sesión PoC utilizando mediciones en una red GPRS con elementos de red siemens BR7.0, GR2.0⁵¹. Según un estudio realizado por el grupo Siemens I&C Mobile, de Alemania [20].

Tabla 2. Ancho de banda requerido para flujos de señalización PoC

Flujo de señalización PoC	Dirección	Ancho de Banda (Kbps)	Retardo E2E (ms)	Índice de compresión
Control de sesión	UL/DL	22.44	3.040	SIP, 0%
		11.22	2.012	SIP, 50%
		6.73	1.570	SIP, 70%
		4.49	1.340	SIP, 80%
Control del Talk Burst	UL	0.28	n.a.	RTCP, 0%
	DL	0.60	n.a.	RTCP, 0%

Como se observa en la columna 3 de la Tabla 2, el hecho de utilizar únicamente un *intervalo de tiempo* por comunicación PoC puede conseguirse si los mensajes SIP utilizados en el establecimiento de una sesión PoC son comprimidos utilizando SigComp [10] con una relación de compresión de alrededor del 65-70 %, dependiendo del mensaje SIP a comprimir y del histograma de compresión; para que así el ancho de banda requerido por los mensajes SIP no supere el que puede proporcionar un *intervalo de tiempo* utilizando

⁵¹ BR7.0, GR2.0: Versiones de equipos Siemens para BSS (Base Station Subsystem, Subsistemas de Estación Base) con soporte para GPRS/EDGE.

un esquema de codificación de 11.2 Kbps CS2⁵² [21] como se explicará más adelante. Con este porcentaje de compresión de mensajes SIP se pueden satisfacer los retardos máximos especificados para un enlace E2E según la Tabla 1. Dado que no se requiere mucha capacidad del enlace radio para los mensajes RTCP utilizados para el control del Talk Burst, su compresión no es necesaria o sugerida.

Para realizar un análisis más detallado de los retardos en una sesión PoC, generados por cada uno de los mensajes de señalización SIP para el establecimiento de una llamada instantánea personal con medios predefinidos (Ver sección 1.10), la Figura 14 expande el estudio de los retardos en el paso a paso del establecimiento de la comunicación PoC para el retardo STR.

Los retardos para el establecimiento de una sesión, se caracterizan porque hasta un (20 - 30%) de la latencia E2E es causada por el establecimiento de los TBFs de los canales de datos en el UL y en el DL sobre el radio enlace, antes de que sean transmitidos los mensajes SIP. La transferencia de mensajes SIP sobre un radio enlace establecido (contexto PDP ya establecido) consume un 40% del tiempo adicional de todos los retardos. El tiempo restante es requerido para el transporte GPRS, el transporte en la IMS, el procesamiento de los mensajes en la IMS (ej. La compresión y descompresión de SIP SigComp) y en el servidor PoC.

En la Tabla 3 se incluyen los resultados de los retardos para los diferentes procesos en una comunicación PoC. En el caso particular del establecimiento de una sesión con modo de respuesta manual se puede observar que el retardo es significativamente mayor que el procedimiento con modo de respuesta automática. Esto sucede porque en este escenario la indicación de inicio para hablar es únicamente dada después de que el usuario receptor ha aceptado la solicitud.

Los retardos de ingreso a una sesión en curso son muy similares a los retardos de establecimiento de una comunicación utilizando el modo de respuesta automática. En ambos procedimientos no se necesita ejecutar una comunicación punto a punto entre el UE-A (llamante) y el UE-B (llamado). Los retardos de liberación de sesión son pequeños comparados con los retardos de ingreso a una sesión. Esto es debido al hecho de que los mensajes SIP en este procedimiento son mucho más cortos.

Una vez que se utilizan los mensajes RTCP para el control del Talk Burst en PoC, los procedimientos de control son cortos y simples (hasta 100 bytes), incluso resultados más bajos que los mostrados en la Tabla 3 pueden ser obtenidos cuando hay disponibilidad de canales de radio activos (TBFs) en el momento de la solicitud.

⁵² CS (Coding Scheme, Esquema de Codificación): Es el grupo de características de una señal que permiten hacerla más adecuada a una aplicación y características del medio específicas; como optimización de la señal para la transmisión, mejoramiento de la calidad de transmisión y fidelidad, modificación del espectro de la señal, incremento del contenido de información, proveyendo detección y/o corrección de errores y seguridad de los datos. GPRS utiliza CS 1-4 donde el CS1 presenta el menor ancho de banda pero la mayor robustez ante el decremento de las condiciones del enlace radio.

Figura 14. Retardos para el establecimiento de una sesión SIP PoC

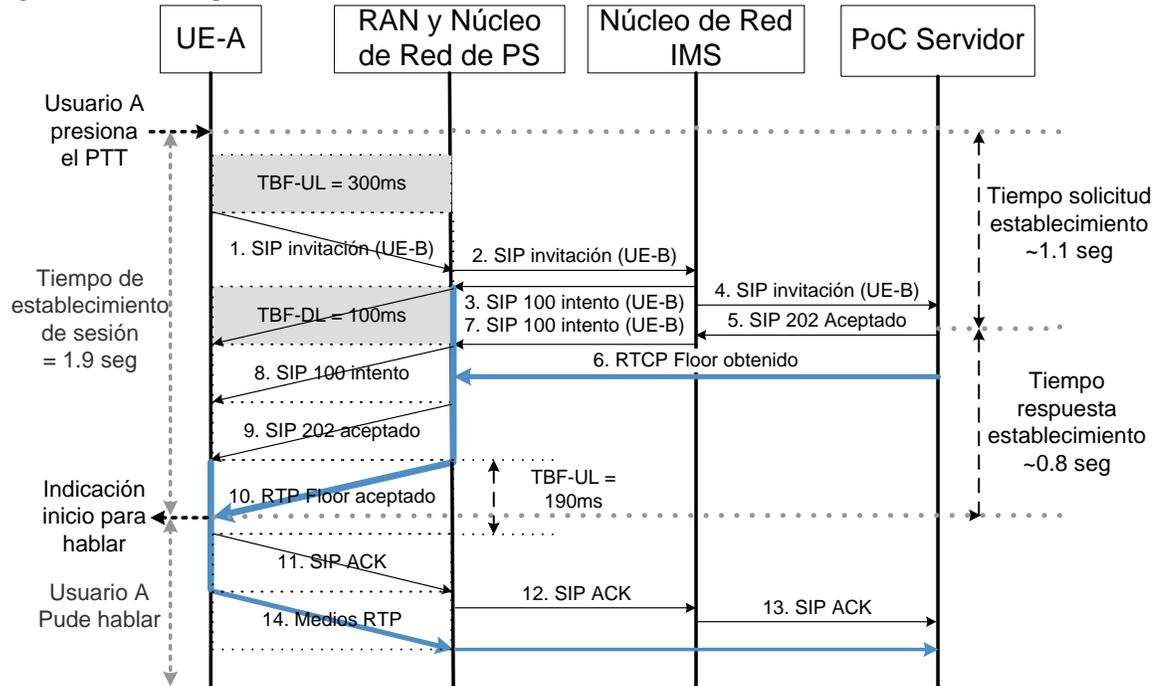


Tabla 3. Retardos obtenidos en el control de sesión y control del Talk Burst sobre GPRS

Flujo de señalización PoC		Resultados (seg)
Registro	IMS/PoC Registro	2.6
Control de sesión	Establecimiento de sesión (respuesta automática)	1.9
	Establecimiento de sesión (respuesta manual)	3.5
	Ingresar a una sesión en curso	1.9
	Liberación de una sesión	1.5
Control del Talk Burst	Solicitud del Talk Burst	0.7
	Liberación del Talk Burst	0.6

3.1.5 Medios de voz PoC

De acuerdo al estándar PoC, los flujos de voz (flujo de medios) son portados por la red GPRS como una secuencia de paquetes RTP con una velocidad constante de bits, donde la voz es codificada con un codec⁵³ de banda estrecha AMR. Los encabezados RTP/UDP/IP de estos paquetes representan una porción significativa de toda la longitud del paquete. Este

⁵³ Codec (Codificador-Decodificador): Describe una especificación implementada en software, hardware o una combinación de ambos, capaz de transformar una señal (Voz) a menudo para la transmisión, almacenamiento, cifrado o compresión de información y recuperarlo de modo inverso en recepción para la reproducción o la manipulación en un formato más apropiado.

sobre encabezamiento puede llegar a tener una longitud varias veces mayor que la carga útil de voz, cuando se utiliza un codec AMR de baja tasa de bit. Si no se toma alguna medida para reducir este sobre encabezamiento el consumo de la capacidad de radio de PoC podría ser inaceptablemente elevada. Debido a la naturaleza half-duplex de la comunicación PoC, se hacen aceptables grandes retardos E2E (refiérase a la Tabla 1), haciendo posible el empaquetamiento de más de una trama de voz dentro de un paquete IP ayudando a reducir el sobre encabezamiento de protocolos RTP/UDP/IP. La Tabla 4 muestra algunos ejemplos del uso de la capacidad que podría ser necesaria para portar flujos de voz PoC sobre GPRS dependiendo del codec AMR utilizado y del número de muestras de voz en un paquete IP.

Tabla 4. Ancho de banda requerido para un flujo de voz PoC según el codec utilizado y el número de muestras de voz por paquete IP

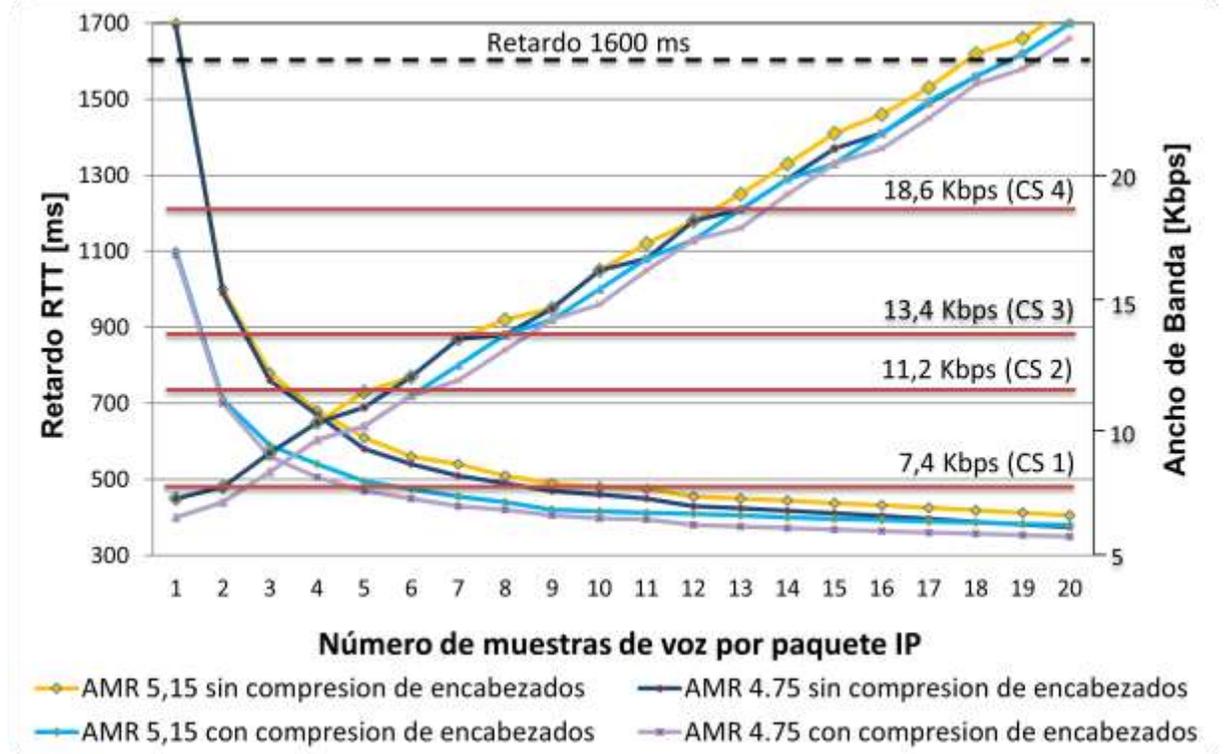
Flujo de voz PoC	Dirección	Ancho de banda requerido (Kbps) de acuerdo al número de muestras de voz por paquete IP				
		1	2	4	8	10
RTP, AMR 4.75	UL/DL	25.6	15.4	10.3	7.8	7.2
RTP, AMR 5.15	UL/DL	26.0	15.8	10.7	8.2	7.6
RTP, AMR 12.2	UL/DL	34.2	23.8	18.6	16.0	15.4

Como se observa en la Tabla 4, el uso de solamente un *intervalo de tiempo* para comunicaciones PoC puede lograrse si se elige un codec AMR de baja tasa de bit (AMR 4.75 o AMR 5.15) y el número de muestras de voz por paquete IP es grande (típicamente ≥ 8). Como se mencionó anteriormente, utilizar un sólo *intervalo de tiempo* para cada comunicación de voz PoC facilita la compatibilidad de los dispositivos móviles para el acceso a GPRS, además, que bajo estas circunstancias se está tomando en consideración el mínimo ancho de banda brindado a un usuario con un esquema de codificación típico como lo es el CS2.

Los rangos posibles y aceptables a los que se adapta la transferencia de paquetes IP con carga útil de voz se pueden observar en la Figura 15, donde se muestran los límites del número de muestras de voz (n) por paquete IP, dependiendo del codec AMR utilizado y de las condiciones de recepción de radio (esquemas de codificación CS utilizados) en la actual radio celda del usuario PoC.

Para realizar una correcta interpretación de la figura, se recomienda partir del hecho de que se busca primordialmente mantener los retardos de transmisión de los paquetes de voz en niveles inferiores a los exigidos por el estándar (menos de 1600ms), según la Tabla 1. Una explicación concisa, para determinar el rango posible de número de muestras de voz por paquete IP (n) de acuerdo a la Figura 15, consiste en: tomar el límite inferior de (n) del intercepto de la curva con pendiente negativa de interés (de acuerdo al códec) con la recta de CS a utilizar (de acuerdo a las condiciones del radio enlace); y el límite superior de (n) del intercepto de la misma curva ahora con pendiente positiva, con la recta de 1600 ms.

Figura 15. Requerimientos de ancho de banda y retardos de paquetes IP con carga útil de voz



Así, por ejemplo, si se toma el esquema de codificación CS2, asumiendo condiciones de recepción típicas del radio enlace, y el codec que por defecto utiliza PoC, AMR 5.15, el número de muestras de voz que pueden ser empaquetadas en un paquete IP se encuentra entre 5 y 17 ($5 \leq n \leq 17$). Generando así como consecuencia, retardos de transmisión en una dirección (one-way), dentro del rango de 650-1520 ms, para el flujo de voz, lo que permite la correcta ubicación dentro de los requerimientos dados por el estándar (ver Tabla 1).

Si las condiciones del radio enlace se deterioran por alguna razón y es necesario utilizar un esquema de codificación más robusto, con mayor relación C/I (Carrier/Interference, Portadora/Interferencia) sobre el radio enlace como el CS1, y si se utiliza el mismo codec AMR 5.15, entonces el rango posible de número de muestras de voz por paquete IP se reduce a $12 \leq n \leq 17$, lo cual incrementará los retardos en un intervalo de $1200 \leq t \leq 1520$ ms; sin embargo, por ejemplo, si se utiliza en combinación el CS1 y el codec AMR 4.75, será posible un número más pequeño de muestras de voz por paquete IP ($10 \leq n \leq 17$) y se disminuirá el margen de retardo mínimo E2E a 980 ms.

En adición a las estrategias de adaptación del plano de usuario implementadas por la aplicación PoC, vistas anteriormente, mecanismos de compresión también pueden ser aplicados a los flujos IP siempre y cuando los subniveles de red GPRS lo soporten. El impacto de la compresión de encabezados UDP/IP [22] sobre el uso del ancho de banda y los retardos de transferencia de voz E2E pueden también ser vistos en la Tabla 5. El

impacto también depende del número de muestras de voz por paquete IP, lo cual determina la proporción de bytes referente a encabezados o a carga útil dentro del paquete IP.

Tabla 5. Ganancia obtenida utilizando compresión de encabezados UDP/IP respecto al número de muestras por paquete IP

Compresión UDP/IP	Número de muestras de voz por paquete IP, retardo en el UL* [ms]				
	1	2	4	8	10
Si	253.9	254.5	335.7	458.0	499.1
No	294.5	335.1	376.2	498.6	537.7
Ganancia** [%]	13.8	24.0	10.8	8.1	7.5
Compresión UDP/IP	Número de muestras de voz por paquete IP, ancho de banda* [Kbps]				
	1	2	4	8	10
Si	16.8	11.0	8.1	6.6	4.4
No	25.6	15.4	10.3	7.8	7.2
Ganancia** [%]	34.4	28.6	21.4	15.4	11.1

* Voz RTP y codec AMR 4.75

Ganancia. Ej. **13.8 = $100 - (253.9 * 100 / 294.5)$

La Tabla 5 muestra el impacto de la compresión de encabezados sobre el retardo de transporte en GPRS (entre las interfaces Um y Gi, ver Figura 12) para algunos valores seleccionados. La ganancia de tiempo es mayor si un pequeño número de muestras de voz son empaquetadas dentro de un paquete IP; esto disminuye cuando el número de muestras de voz por paquete se incrementa. La compresión de encabezados también incrementa la eficiencia de la capacidad de uso del enlace radio de la misma forma que disminuye los retardos en relación con el número de muestras por paquete IP como se ve en la parte inferior de la Tabla 5.

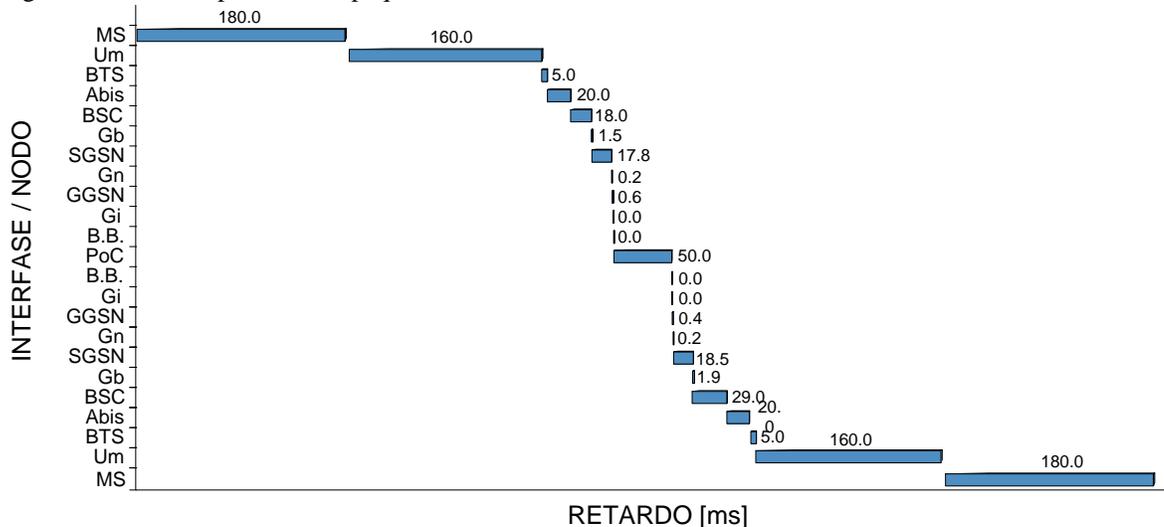
Aunque la eficiencia ganada, tanto en términos del ancho de banda del radio enlace (>11%) como en términos de retardo de transporte GPRS (>7.5%) permanezcan significativamente iguales con numerosas tramas por paquete IP, la compresión de los encabezados UDP/IP podrá ser utilizada siempre que el terminal móvil y el SGSN (Serving GPRS Support Node, Nodo Servidor de Soporte GPRS) del núcleo de red GPRS lo soporten.

3.1.6 Retardos de transporte en GPRS

Un análisis detallado de los retardos del transporte previstos en GPRS, revelan que una significativa porción de todos los retardos son contribuidos por la sección radio. La Figura 16 muestra la distribución de los retardos de los paquetes IP con carga útil de voz sobre GPRS. Como se observa, el retardo previsto en el acceso radio GPRS (interfaces Um-Gb) comprende el 91.8% de todos los retardos del transporte previstos en (Um-Gi) para una comunicación en una dirección UL_{origen}+DL_{destino} de la transmisión de paquetes de voz. El mayor componente de los retardos previstos en la red de acceso, es el retardo de transporte

que se encuentra sobre la interfaz Um, el cual es causado principalmente por el escaso ancho de banda del enlace cuando se utiliza un sólo *intervalo de tiempo* GPRS.

Figura 16. Retardos previstos de paquetes de voz en GPRS



El retardo de transporte en la interfaz Um puede ser explicado por el número de bloques de radio RLC necesarios para portar los paquetes IP (la transmisión de encabezados comprimidos de paquetes IP con una carga útil dada, requiere 7 bloques de radio RLC). El retardo resultante de un camino sobre la interfaz Um (160 ms) puede verse en la Figura 16.

3.1.7 Retardo en el establecimiento del TBF (Temporary Block Flow)

En el análisis de retardos E2E del flujo de paquetes en PoC, se ha asumido que un canal de radio con la capacidad necesaria se encuentra disponible antes de que los paquetes IP comiencen a ser transmitidos, sin embargo en la práctica, no siempre es el caso de las redes GPRS.

Cuando el primer paquete IP (para una comunicación de datos GPRS de cualquier tipo) de una trama LLC (Logical Link Control, Control de Enlace Lógico) se dispone a ser transmitido, un canal de radio con un TBF se establece. Así, un retardo adicional por el establecimiento de dicho TBF es sumado al retardo “neto” del transporte de paquetes IP. El tiempo típico para el establecimiento de un TBF en la red de acceso radio GPRS es mostrado en la Tabla 6, las filas en la tabla representan las diferentes circunstancias en las que éstos pueden ocurrir. El establecimiento de los TBFs también depende de la relación de sincronismo en el flujo de los mensajes PoC (como se ve en la Figura 14).

Para el diseño y evaluación del desempeño de PoC es importante tener en cuenta este retardo, por ejemplo, en la transferencia de ráfagas de voz, la variación del retardo de una comunicación, causada en el acceso a la red GPRS, debe ser suavizada con el uso de un buffer para jitter (usuario llamado), el cual recibe las ráfagas de voz y las almacena temporalmente, dando lugar a que lleguen las demás ráfagas para así organizarlas y reproducirlas. El tamaño de este buffer de jitter puede ser suficientemente grande para

almacenar las muestras de voz digitalizadas durante al menos el tiempo de establecimiento de un TBF, sin embargo la longitud del buffer para jitter es una componente constante de retardo E2E y debería mantenerse en un nivel bajo.

Tabla 6. Retardos de establecimientos de un TBF en GPRS

Establecimiento de un TBF	Circunstancia	Retardo típico [ms]
Control de sesión	El canal no está activo	300
	No hay presente un TBF-DL	250
	Hay presencia de un TBF-UL	150
Control del Talk Burst	El canal no está activo	230
	No hay presente un TBF-DL	160
	Hay presencia de un TBF-UL	100

Siempre que la red GPRS soporte la característica extendida del TBF-UL [23], el TBF podría mantenerse activo durante toda la ráfaga, evitando que el buffer para jitter tenga que asegurar las variaciones de retardo causadas por el establecimiento repetitivo de TBFs, reduciendo significativamente los retardos de las ráfagas de voz.

Debe considerarse también que aunque un TBF pueda ser mantenido durante todo el flujo de mensajes PoC, esto no garantiza a la red GPRS que el ancho de banda necesario por el flujo PoC permanezca disponible. La congestión en la radio celda o la degradación de las condiciones de radio recibidas se deben principalmente a la reducción de la capacidad asignada al radio enlace para el determinado TBF. Esto puede causar prolongados retardos en los flujos de control PoC, además de generar una notable disminución de la calidad de voz, debido a las altas tasas de pérdida de paquetes IP durante la transmisión de ráfagas de voz.

3.1.8 Impacto de la movilidad

Otro problema para el desempeño y calidad de las aplicaciones PoC es causado por la falta de soporte de un soft handover⁵⁴ en el dominio de conmutación de paquetes para el tráfico GPRS. La Tabla 7 resume los valores típicos de retardos debidos a la reelección de celda causada por el movimiento de un usuario PoC entre diferentes celdas.

La interrupción del servicio por largos periodos de tiempo, causa pérdida de paquetes IP (tramas LLC) en el instante de la reelección de la celda GPRS. Los paquetes perdidos durante este periodo de cambio, afectarán principalmente la transmisión de mensajes de

⁵⁴ Soft handover (Traspaso): Se denomina traspaso al sistema utilizado en comunicaciones móviles celulares con el objetivo de transferir el servicio de una estación base a otra a medida que el usuario se desplaza de una zona de cobertura a otra. En el caso del Soft Handover, durante el proceso de traspaso el móvil estará conectado mediante un canal a la estación base origen y mediante otro canal a la estación base destino. Durante dicho proceso, la transmisión se realiza en paralelo por los dos canales, es decir, no se produce interrupción del enlace. Este es el sistema utilizado por UMTS.

señalización SIP en PoC, causando un significativo incremento de los retardos E2E, y con ello definitivamente se exceden los retardos propuestos en el estándar para PoC.

Tabla 7. Tiempos de interrupción del servicio debidos a reelección de celda

Funciones de movilidad	Área de localización, área de enrutamiento	Tiempo de interrupción del servicio	Características EGPP
Control de sesión	Iguals LAC/RAC	4.5 - 5.0	EGPP Release 97/98
	Diferentes LAC/RAC	6.5 – 7.0	EGPP Release 97/98
NCCR ⁵⁵		Sin mejoras	3GPP Release 99
NACC ⁵⁶		1.0	3GPP Release 6

La pérdida de paquetes IP tiene un fuerte impacto en la calidad de la voz, debido a que el tiempo de interrupción del servicio causado por cambios de celda, es comparable a la duración de las ráfagas de voz (6-10 segundos). En el peor de los casos, una frase completa puede perderse, y como el hablante no tiene la capacidad de percibir que alguno de los escuchas no están recibiendo las frases de voz completamente, los escuchas tendrán que preguntar al emisor que repita la oración que no logró entender (solicitando nuevamente el Talk Burst).

Debido a que los mecanismos de adaptación del plano de usuario para ajustar la codificación y empaquetamiento de voz, no pueden distinguir entre los paquetes perdidos por una reelección de celda y una condición de recepción deficiente en la celda, ocasionan que el proceso de re-selección de celda dispare una inapropiada adaptación para el tráfico de voz (de CS2 a CS1, ver Figura 15). Este análisis muestra que deben ser necesarios más esfuerzos para la adaptación de tráfico de voz PoC en condiciones variantes del radio enlace con el fin de asegurar la calidad de voz en las celdas GPRS.

Al tomar en cuenta las consideraciones de compresión de señalización SIP utilizando SigComp de alrededor del 65-70%, como se vio en la Tabla 2, es posible obtener el ancho de banda que soporta un intervalo de tiempo GPRS utilizando CS2 (11.2 Kbps) y al mismo tiempo obtener unos retardos inferiores a los de la recomendación (ver Tabla 1) según se observó en la Tabla 3, esto al referirse al proceso de registro, establecimiento de la comunicación, y control del Talk Burst.

Al momento de realizar la transmisión de voz, el uso de métodos de codificación AMR 4.75 o 5.15 con simultáneas muestras de voz por paquete IP (≥ 8) se consigue nuevamente el ancho de banda soportado por un CS2 o incluso por un CS1(7.4 Kbps), variando el número de muestras de voz por paquete IP y manteniéndose siempre por debajo del límite de retardos especificados por el estándar (1600 ms), adicionalmente a esto, el uso de compresión de encabezados UDP/IP proporciona una ganancia adicional tanto en los

⁵⁵ NCCR (Network Controlled Cell Reselection, Reselección de Celda Controlada por la Red).

⁵⁶ NACC (Network Assisted Cell Change, Cambio de Celda Asistido por la Red).

retardos como en el ancho de banda, por lo cual, puede concluirse que **una red GPRS que cuente con las características ya mencionadas puede soportar el servicio PoC** y que la capacidad y calidad del servicio está determinada por la variación de los parámetros aquí descritos.

3.2 PoC SOBRE REDES EDGE

EGPRS (Enhanced GPRS, GPRS Mejorado), la parte de conmutación de paquetes de EDGE, es una ampliación del sistema GSM/GPRS que incrementa la capacidad brindando una mayor calidad y velocidad. El más importante cambio que incorpora EDGE es el tipo de modulación utilizada, de GMSK⁵⁷ (Gaussian Minimum Shift Keying, Modulación Desplazamiento Gaussiano Mínimo de Frecuencia) a 8PSK⁵⁸ (Phase Shift Keying, Modulación por Desplazamiento de Fase), que triplica la velocidad de transferencia de datos en la interfaz aire. Otras mejoras, no menos importantes que incorpora EGPRS son:

- ✓ Una nueva colección de esquemas de codificación (MCS1-9⁵⁹), que por medio de un algoritmo de adaptación selecciona en cualquier momento el codec más adecuado a utilizar, dependiendo de las nuevas condiciones de transmisión.
- ✓ IR (Incremental Redundancy, Redundancia Incremental), que es un procedimiento HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request, Solicitud de Repetición Automática Híbrida) que puede ser aplicado para retransmitir bloques radio con el objeto de aumentar la probabilidad de una correcta recepción, y.
- ✓ Una ventana de transmisión RLC más grande, la cual reduce la probabilidad de congestión.

El objetivo principal de EDGE es el incremento de la capacidad de la red y las velocidades de transmisión de datos, obteniendo el mayor provecho de la infraestructura de red GSM/GPRS existente.

La red EGPRS es muy similar a la red GPRS. La Figura 17 muestra en qué módulos e interfaces es necesario realizar actualizaciones para soportar la nueva modulación y el incremento de las velocidades de transmisión de datos. Los transmisores pueden soportar los terminales móviles actuales que utilizan modulación GSM (esquemas de modulación CS1-4), así como también los nuevos equipos de usuario que proveerán servicios mejorados de datos haciendo uso del nuevo tipo de modulación.

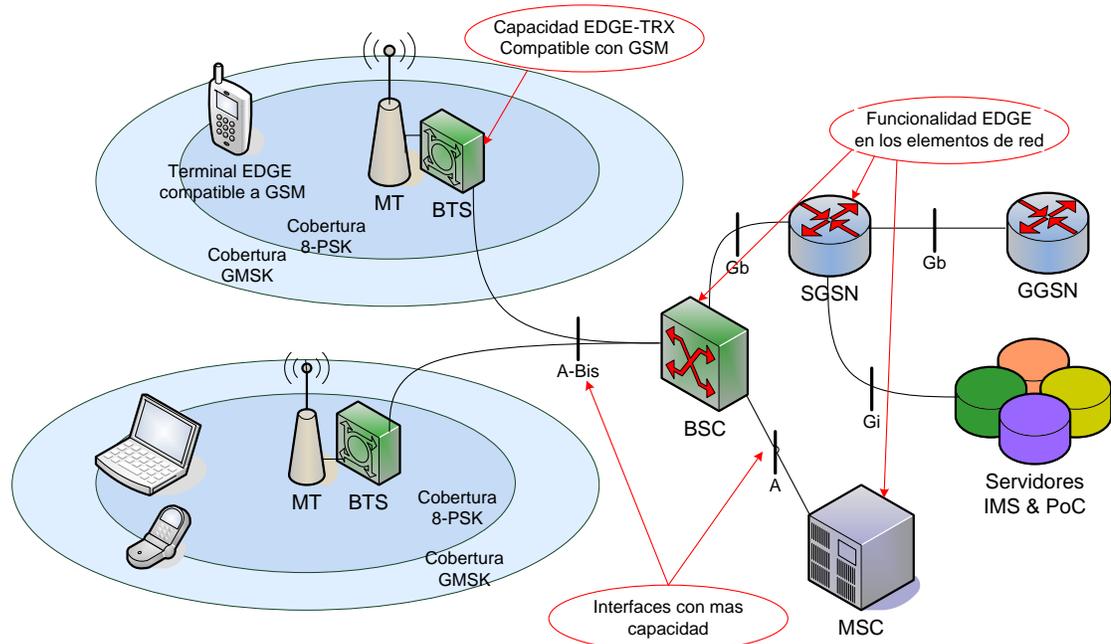
⁵⁷ GMSK: Es un tipo de modulación en banda base FSK, utilizada por GSM.

⁵⁸ PSK: Forma de modulación digital angular que consiste en variar la fase de la portadora entre un número de valores discretos (8 en el caso de 8PSK).

⁵⁹ MCS1-9 (Modulation and Coding Scheme, Esquema de Modulación y Codificación): Utilizados por EGPRS, al igual que los CS, éstos permiten ajustar las características de la señal y de transmisión de acuerdo a las condiciones del canal. Los MCS se dividen en dos grupos: los MCS1-4 iguales a CS1-4 de GSM/GPRS (en velocidad y modulación GMSK) y los nuevos MCS5-9 con modulación 8PSK y velocidades de hasta 59.2 Kbps por *ranura de tiempo*.

Las áreas de cobertura GSM/EDGE y GSM serán iguales, siempre que EDGE use modulación GMSK (MCS1-4), hasta el momento, el área de cobertura para el manejo de las más altas velocidades de transferencia de datos de EDGE con 8PSK cuenta con limitaciones respecto a la de GSM, debido a las características propias de propagación de este tipo de modulación [24].

Figura 17. EDGE construido sobre la existente red GSM/GPRS



- MT: Mobile Termination, Terminación Móvil.
- MSC: Mobile Switching Center, Centro de Conmutación Móvil
- A: Interfaz entre el BSC y el MSC para el transporte de señalización, utiliza SS7

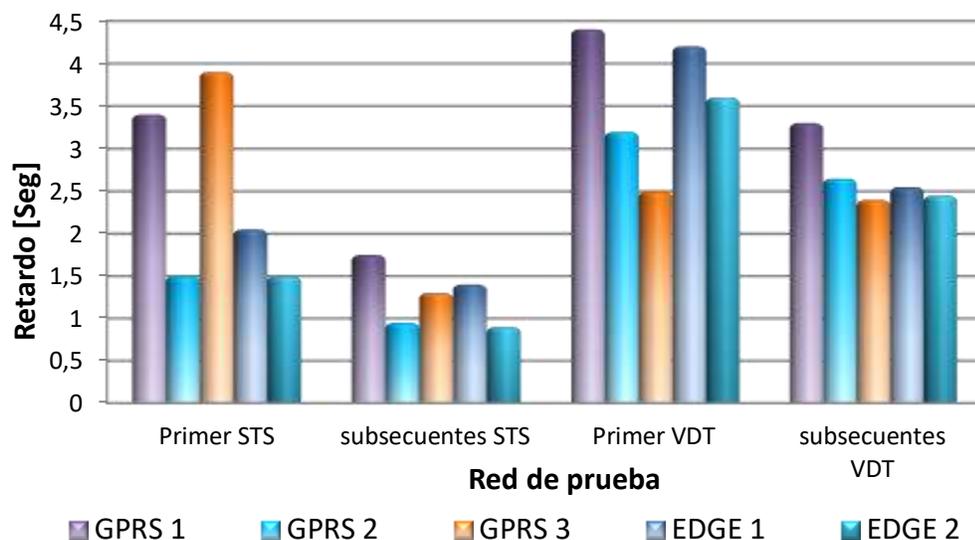
La Figura 18 muestra una comparación del desempeño de algunos indicadores claves de este servicio, como son los dos principales retardos ocurridos durante una sesión PoC, los cuales se definieron anteriormente como: tiempo desde la presión del botón PTT hasta la llegada de la indicación sonora de *Talk Burst Confirm* (STS), y tiempo desde cuando el usuario inicia a hablar hasta que el escucha recibe la voz en su auricular (VDT) (Ver sección 3.1.2). Estas medidas fueron ejecutadas en diversas redes GPRS/EDGE operantes, para diferentes operadores (diferentes soluciones de vendedores) que estaban probando sus sistemas. Por tal motivo, los valores aquí proporcionados son considerados únicamente como una referencia [25].

Para los dos parámetros STS y VTD, éstos toman distintos valores de acuerdo a si es o no, la primera vez que el usuario accede al sistema después de un periodo largo de inactividad. Según esto, el primer acceso tiene mayores retardos, pero de acuerdo a las diferentes implementaciones en las cuales se realizó la prueba, las diferencias entre el primer y el subsiguiente acceso pueden ser mayores o menores; por ejemplo, para un caso particular, podría intentarse mantener el TBF establecido durante la sesión PoC, disminuyendo así los

retardos para los subsiguientes accesos. El uso de un adecuado mapeo de tráfico y cómo los recursos de radio son mantenidos durante una sesión, hacen más pequeños los retardos de PoC sobre EGPRS o GPRS (Figura 19).

Para este análisis, en principio, si los TBFs tienen que ser establecidos, GPRS proveerá retardos más cortos para el primero y subsiguientes STSs. Sin embargo, el hecho de comparar diferentes sistemas (diferentes proveedores) hace difícil la correlación de estos valores. Para los retardos VDT, la velocidad de transmisión de EGPRS se ve reflejada en la disminución de los retardos en relación a GPRS. La Figura 18 no es muy clara mostrando este comportamiento, pero para el caso de una prueba utilizando primero móviles EGPRS y luego móviles GPRS con el mismo sistema PoC, EGPRS provee una reducción en los retardos de alrededor de 200 ms.

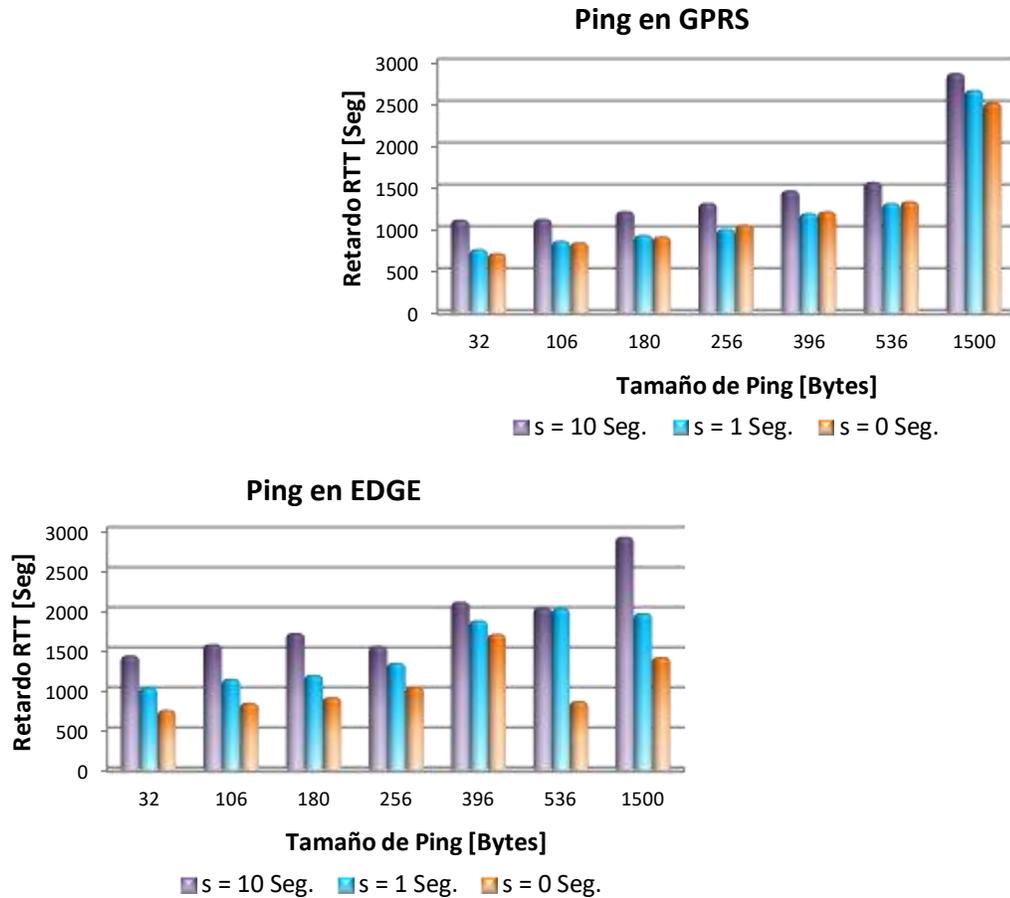
Figura 18. Comparación de desempeño PoC en GPRS/EGPRS



En general, EGPRS provee retardos más cortos que GPRS debido a que su velocidad de transmisión es mayor. Pero se debe tener en cuenta que aunque EGPRS haya mejorado sus esquemas de codificación, esta ventaja solo se hace evidente en la transmisión de paquetes de gran tamaño, como se observa en la Figura 19. En la que se muestra una prueba de solicitud de ping⁶⁰ para EGPRS y GPRS, en donde los resultados muestran que los retardos RTT son menores en EGPRS a partir de un tamaño de paquete de 1500 bytes en donde el parámetro “s” representa los intervalos de tiempo entre solicitudes de ping; esto se debe a que EGPRS necesita más tiempo en el establecimiento de un TBF de acuerdo al mecanismo de acceso en dos fases que éste utiliza (Ver Figura 20), en donde se realiza una doble solicitud del canal de datos (Packet Channel Request) [26], lo que resulta en un retardo de ida y vuelta RTT adicional.

⁶⁰ Ping (Packet InterNet Gopher): Utilidad del protocolo TCP/IP que envía paquetes de información a un servidor de la red para verificar que una dirección dada es accesible y para medir el retardo entre el envío de un datagrama y su recepción de vuelta. Este tiempo es conocido como RTT. Para realizar un ping con diferentes tamaños de bytes se utiliza el comando: “ping -l número_de_bytes Nombre_del_host”.

Figura 19. Desempeño de Ping vs tamaño de paquete vs separación de tiempo en GPRS y EGPRS

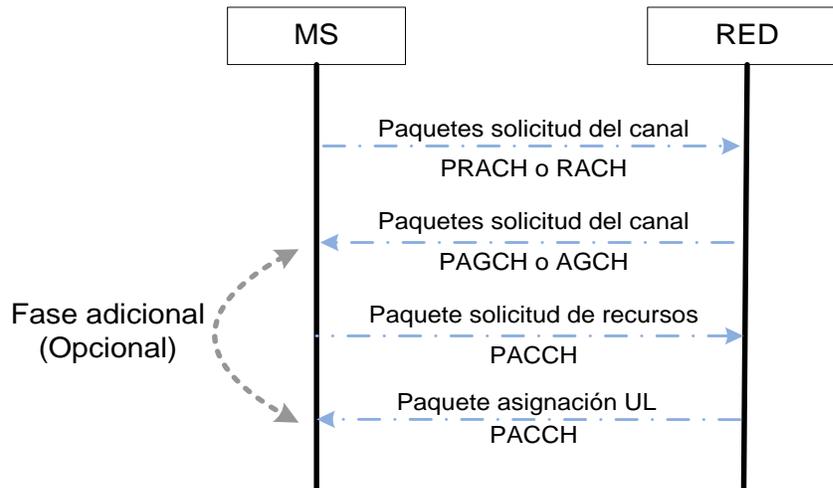


*Para s = 10, es necesario crear nuevamente el TBF, para s = 0 el TBF se mantiene establecido

Si se tiene en cuenta que EGPRS es realmente más rápido que GPRS cuando el tamaño de los paquetes es mayor a 1500 bytes y como se vio en el análisis del consumo de ancho de banda de señalización SIP y de medios de voz, los flujos son cercanos a 11.2 Kbps, además de las nuevas interfaces de mayor capacidad de EGPRS reducen aun más los retardos en el transporte de información en el núcleo de red, se puede concluir que **EGPRS provee soporte adecuado para los servicios PoC.**

Como se verá en el Capítulo 5, los retardos obtenidos en la red EGPRS no son comparables a los que se obtienen con una red trunking iDEN, la cual ha sido diseñada desde sus inicios para servicios PTT y que cuenta con una gran experiencia y robustez en la prestación de estos servicios.

Figura 20. Mecanismo de acceso de dos fases para transferencia de paquetes en el UL



PRACH: Packet Random Access CHannel, Canal de Acceso de Paquetes Aleatorio.
 PRGCH: Packet Access Grant CHannel, Canal de Acceso Garantizado a Paquetes.
 PACCH: Packet Associated Control CHannel, Canal de Control Asociado a Paquetes.

3.3 PoC SOBRE REDES UMTS

En esta sección se presentará y evaluará el servicio PTT sobre una red UMTS [27] basada en IMS con SIP como protocolo de administración de llamadas según se define en OMA [17]. Los paquetes de voz son transmitidos utilizando RTP y la señalización para la arbitración del derecho para hablar “mensajes de control del Talk Burst” se realiza también por medio de la utilización de campos extendidos en los encabezados RTP (en lugar de RTCP como se hace en [17]). Como ésta arquitectura es parte del estándar 3GPP [28], entonces, es esencialmente la misma arquitectura definida por OMA [17]. El desempeño de una llamada PTT privada y grupal del servicio PTT propuesto en esta sección para UMTS [27] fue evaluada por medio de una simulación en computador utilizando un simulador de red UMTS basado en C++ [29] cuyos resultados finales se mostrarán en la Tabla 8.

3.3.1 SIP y la arquitectura de red UMTS

SIP es un protocolo del nivel de aplicación similar a HTTP⁶¹ (HyperText Transfer Protocol, Protocolo de Transmisión del HiperTexto) que puede establecer, modificar y terminar sesiones de llamadas multimedia. SIP ha sido diseñado como parte del grupo de protocolos de la IETF (Internet Engineering Task Force, Grupo de Trabajo en Ingeniería de la Internet), provistos para servicios multimedia basados en IP, incluyendo protocolos para la reservación de recursos, para el manejo de datos en tiempo real y calidad del servicio. Sin embargo, la operación de SIP es independiente de cualquier otro protocolo y éste puede ser utilizado en conjunto con otros protocolos de ejecución y señalización de llamadas. SIP

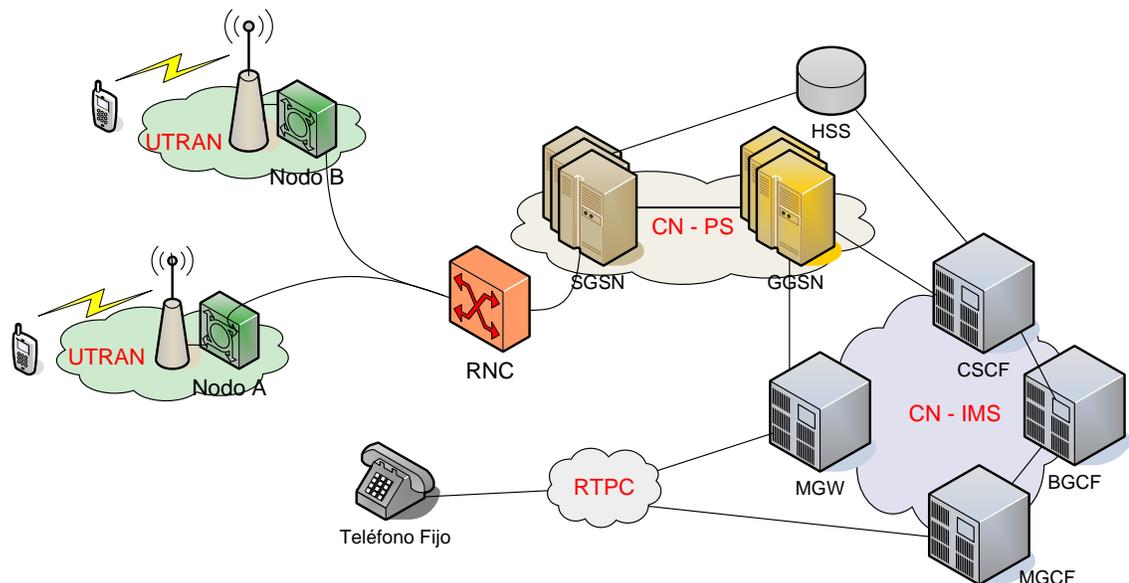
⁶¹ HTTP: El protocolo que sirve para incursionar en los sitios de WWW en el Internet.

soporta control de sesiones, localización de usuarios, capacidades de usuario, disponibilidad de usuario, establecimiento y terminación de llamadas.

UMTS Release 5/6 especifica la prestación de servicios tradicionales de conmutación de circuitos y de servicios de conmutación de paquetes sobre una sola red convergente de conmutación de paquetes (PS) basada en IP. El control de la señalización es ejecutado por un núcleo de red multimedia IMS All-IP (Todo IP) que incluye todas las capacidades de control de llamadas dadas por UMTS. El IMS trabaja en conjunto con el CN-PS (Core Network Packet Switched, Núcleo de Red de Conmutación de Paquetes). Dado que SIP ha sido elegido por el 3GPP como el protocolo de señalización entre el equipo de usuario (UE) y el IMS como también entre componentes IMS, entonces UMTS Release 5/6 es la plataforma ideal para la implementación del servicio PoC.

La Figura 21 muestra los principales componentes de la arquitectura de red UMTS Release 6, conformada por la UTRAN (UMTS Radio Access Network, Red de Acceso Radio UMTS), el CN-PS y el CN-IMS (Core Network IMS, Núcleo de Red IMS), como está definido en [27].

Figura 21. Arquitectura de red UMTS Release 6



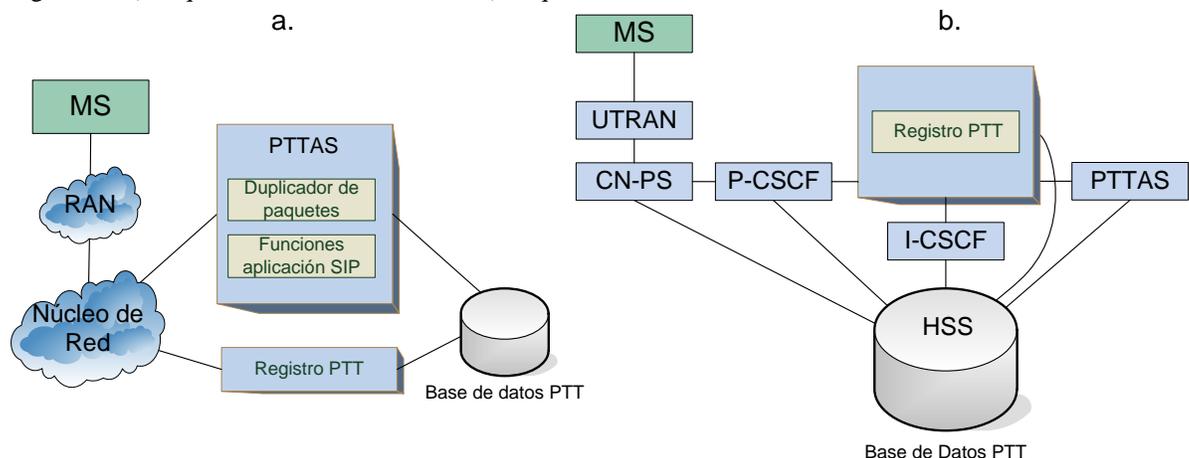
- RNC: Radio Network Controller, Controlador de Red de Radio.
- HSS: Home Subscriber Server. Servidor de base de datos del usuario local.
- CSCF: Call State Control Function, Función de Control de Estado de Llamada.
- BGCF: Breakout Gateway Control Funktion, Función de Control de pasarela de borde.
- MGW: Media Gateway, Pasarela multimedia.
- MGCF: Media Gateway Control Function, Función de Control de Pasarela Multimedia.
- CN-IMS: Core Network IMS, Núcleo de Red IMS.

3.3.2 Arquitectura propuesta para PoC

La arquitectura de red prevista para PoC sobre un núcleo de red UMTS Release 5/6 es mostrada en la Figura 22a, la cual está conformada por el PTTAS (PTT Server Application, Servidor de Aplicaciones PTT) que provee las funciones de procesamiento de llamadas (privadas y grupales); el PTT Register (Registro PTT) que provee junto con SIP el registro, autenticación, generación de direcciones de contactos para los móviles y la ubicación de estas direcciones en la base de datos PTT; la PTT Database (Base de Datos PTT) donde se depositan las listas de direcciones SIP, perfiles de usuarios, claves (passwords), libros de direcciones y listas de grupos [29].

Un mapeo del sistema PoC sobre UMTS es mostrado en la Figura 22b, en donde: En el proceso de registro el I-CSCF (Interrogating CSCF, interrogante CSCF) asigna un S-CSCF (Server CSCF, Servidor CSCF) al usuario que esté ejecutando un registro SIP. En éste análisis particular del servicio PoC, el S-CSCF ejecutará las funciones del Registro PTT como se especifica en [17], por ejemplo aceptando solicitudes de registro y haciendo disponible su información a través del servidor de localización. El HSS (Home Subscriber Server, Servidor de Suscriptores Locales) fue elegido para ejecutar las funciones de base de datos PTT al igual que lo hace en el dominio UMTS para un usuario dado en una llamada tradicional. El HSS es la entidad que contiene la información relacionada con el suscriptor para soportar las actividades de red que normalmente manejan las sesiones y llamadas. La base de datos PTT provee similares funcionalidades que el servidor de administración de grupos y listas GLMS definidas en la arquitectura PoC OMA [17]. Conforme el 3GPP, el PTTAS, como servidor de aplicaciones es una entidad subsistema del núcleo de red IMS que ofrece valor agregado a los servicios IM (Internet Multimedia, Servicios Multimedia de Internet) y reside en la red local o en otra ubicación, proveyendo igual funcionalidad a la del servidor PoC.

Figura 22. a) Arquitectura del sistema PTT, b) Arquitectura del sistema PTT sobre UMTS Release 5/6

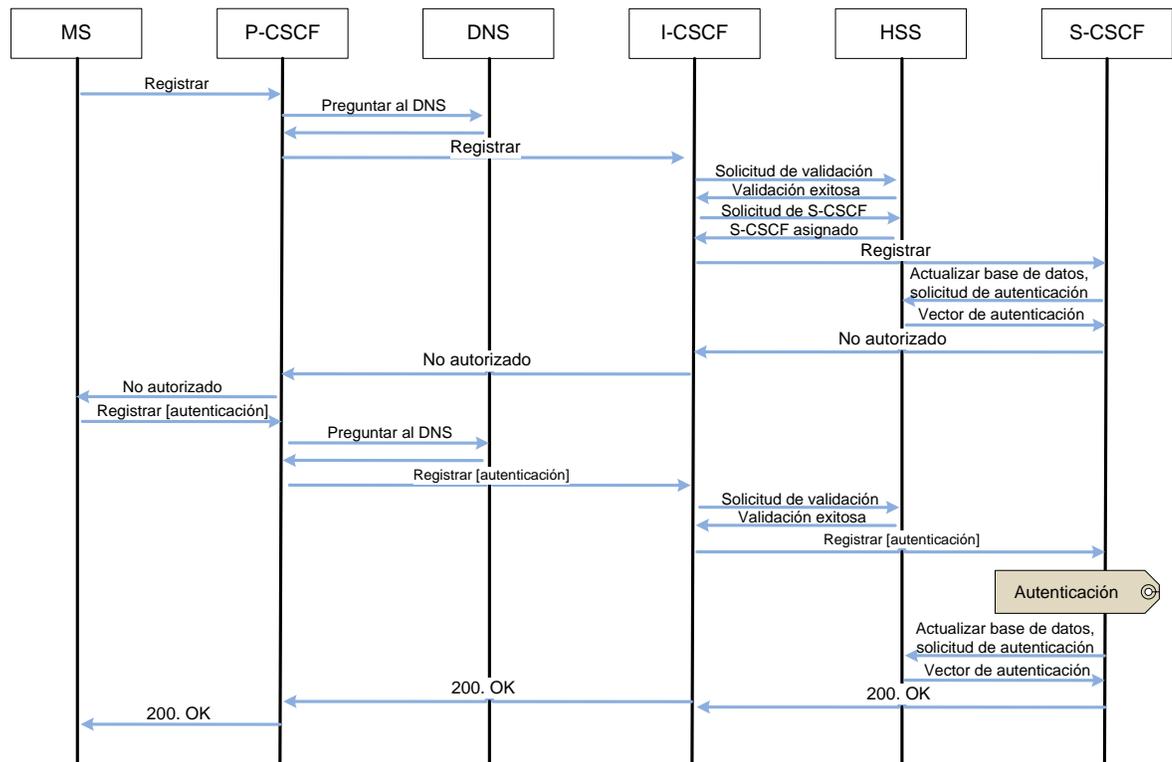


- RAN: Radio Access Network, Red de Acceso Radio.
- PTTAS: PTT Server Application, Servidor de Aplicaciones PTT.
- P-CSCF: Proxy CSCF, Proxy de Función de Control de Estado de Llamada.
- I-CSCF: Interrogating CSCF, Interrogante de Función de Control de Estado de Llamada.

La arquitectura PoC para UMTS descrita aquí, conforma el esquema hecho por el 3GPP para los servicios de conferencia dentro de IMS basado en SIP [30,31,32]. Los servicios de conferencia proveen los medios para que un usuario cree, administre, termine, adicione y abandone conferencias, que son manejadas por un servidor dentro de la red del creador de la conferencia. Esto también provee a la red la posibilidad de dar información acerca de estas sesiones a las partes involucradas. En estas sesiones (tipo conferencia), como se define por el 3GPP aplican a cualquier tipo de flujo de medios por el cual el usuario quiera comunicarse, esto incluye por ejemplo flujos de audio y video como también mensajes instantáneos basados en conferencia o juegos.

La Figura 23 muestra el caso particular del flujo de señalización que se debe llevar a cabo en el proceso de registro de acuerdo a lo especificación UMTS Release 5/6. La descripción del flujo de mensajes de señalización puede observarse en [32].

Figura 23. Flujo de señalización para el registro de un usuario PTT sobre una red UMTS



3.3.3 Resultados de desempeño

La Tabla 8 muestra los resultados de desempeño para la función de llamada privada y de grupo para servicio PoC según [29], dentro de la arquitectura UMTS descrita anteriormente. La tabla refleja en términos generales el retardo en la red de acceso radio, del núcleo de red y el retardo promedio total sobre todos los usuarios simulados para los móviles origen y destino en el establecimiento y culminación de una sesión PoC. Los

mensajes de control del permiso para hablar TA⁶² (Talker Arbitration, Arbitración del Hablante) también se muestran en la tabla. Los mensajes TA utilizados en la simulación son todos de igual tamaño y como resultado se encontró que el tiempo medio para todos los mensajes TA (desde el MO (Mobile Originating, Móvil Origen) como desde el MT (Mobile Terminated, Móvil Destino)) toman aproximadamente el mismo tiempo y son por consiguiente presentados en la tabla en una sola fila. También se muestra el retardo debido al establecimiento del contexto PDP en el UL y DL.

Los resultados presentados para la función de llamada privada muestran que el retardo medio de establecimiento de llamada, incluyendo la activación del contexto PDP para un móvil que está originando una llamada es cerca de 3 segundos, lo cual es un muy buen tiempo de establecimiento de llamada, mucho más rápido que una llamada basada en SIP controlada por VoIP como se define en 3GPP [33].

El tiempo promedio tomado por los mensajes TA que van desde el móvil origen al destino fue encontrado alrededor de 0.3 segundos para una llamada privada.

Tabla 8. Resultados de desempeño de una llamada PTT privada y de grupo en UMTS

	Llamada PTT privada			Llamada PTT grupal		
	Retardos en RAN	Retardos en CN	Retardos Totales	Retardos en RAN	Retardos en CN	Retardos Totales
Establecimiento de llamada por MO	0.436	0.750	1.186	0.735	1.150	1.886
Establecimiento de llamada por MT	0.506	0.700	1.206	0.693	0.976	1.669
Liberación de llamada por MO	0.149	0.275	0.424	0.124	0.187	0.312
Liberación de llamada por MT	0.113	0.275	0.388	0.192	0.375	0.567
Mensajes TA por MO y MT	0.038	0.125	0.163	0.004	0.350	0.354
Activación del contexto PDP	1.044	0.770	1.814	1.549	0.770	2.319

Los resultados presentados para una llamada grupal, reflejan un incremento en el tiempo de establecimiento de llamada en comparación a la llamada privada. Este incremento es causado porque los mensajes TA tienen que ir hasta el PTTAS en el IMS para llamadas grupales, mientras que para las llamadas privadas el TA es ejecutado por la estación móvil origen (a diferencia de como se vio en la sección 1.6.3, donde es el servidor de control quien, en todos los casos ejecuta el control del Talk Burst).

⁶² TA: Es el proceso por el cual un miembro de una llamada en curso recibe el permiso para hablar por medio del Talk Burst. Estos mensajes son un poco diferentes a los descritos en [2] (mensajes Talk Burst Control), sin embargo los resultados obtenidos pueden tomarse en cuenta como valores aproximados.

Como se esperaba, según la Tabla 8, los retardos que presenta una red UMTS son mucho menores a los recomendados por el estándar, además dado que la velocidad de transmisión de datos que puede brindar UMTS de hasta 2Mbps permite la segura operación de PoC utilizando esquemas de codificación no tan complejos, para facilitar los procesos en el UE. Por lo cual aunque los resultados de la simulación de PoC aquí presentados no correspondan exactamente a los del sistema PoC según el estándar [18], es posible afirmar que **UMTS es una plataforma de red que soporta los servicios PoC.**

4 CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACION DE PoC EN COLOMBIA

4.1 ESCENARIO BASICO DE UNA RED CELULAR EN COLOMBIA

La introducción de la movilidad en las telecomunicaciones ha generado además de una gran industria a nivel mundial, un significativo cambio en la forma en que las personas se relacionan, en sus hábitos y costumbres o en la forma en la que se trabaja. Diferentes tecnologías han hecho parte de este proceso evolutivo, pero sin lugar a dudas es GSM el sistema de comunicaciones que más fuertemente ha logrado posicionarse a nivel mundial; según estadísticas, el 83.1% de todos los abonados digitales inalámbricos del mundo utilizan GSM en cualquiera de sus evoluciones GPRS/EDGE/UMTS⁶³, lo que confirma que éste es el sistema de comunicaciones con mayor itinerancia en el mundo.

América Latina cuenta con cerca del 11.44% del total de abonados inalámbricos, representando un significativo segmento del mercado mundial en comparación al 9.54% de América del Norte⁶⁴. Considerando que Colombia se posiciona en América Latina como el tercer país con mayor utilización de GSM como sistema de comunicaciones inalámbrico, luego de Brasil y México⁶⁵, y dado que los tres operadores de telefonía móvil celular que ofrecen éste servicio en el país Comcel, Movistar y Tigo utilizan GSM, se ha elegido éste sistema como plataforma para implementar el servicio PoC en Colombia. Aunque Movistar (anteriormente Bellsouth) implementaba CDMA y no GSM, ahora se cuenta con una plataforma dual CDMA y GSM debida al proceso de migración por etapas hacia una red totalmente GSM.

En los últimos años, los operadores de telefonía móvil celular han buscado ampliar su portafolio de servicios (anteriormente exclusivo a servicios de voz) a una nueva gama de servicios de datos, como: acceso a Internet, acceso a correo electrónico, automatización de apuestas, telemetría, soluciones para el sector financiero (cajeros automáticos), alarmas y seguridad, seguimiento vehicular y de paquetes; soportados en tecnologías portadoras de paquetes como GPRS y en algunos casos EDGE (en las principales áreas de cobertura de Comcel). En Colombia actualmente todos los operadores de telefonía móvil celular cuentan con una plataforma de datos GPRS y aunque Comcel ya ha migrado a EDGE en las zonas de mayor densidad de consumidores móviles y Tigo (anteriormente Ola) esté realizando

⁶³Fuente: Abonados inalámbricos digitales por tecnología en el mundo. Telecoms & Media, WCIS (World Cellular Information Service, Servicio de Información Celulares en el mundo). Informe septiembre de 2006.

⁶⁴ Fuente: Distribución mundial de abonados inalámbricos, Telecoms & Media, WCIS. Informe septiembre de 2006.

⁶⁵ Fuente: Primeros 10 países GSM en América Latina, Telecoms & Media, WCIS. Informe septiembre de 2006.

pruebas piloto con UMTS 3G, se ha escogido a GPRS como modelo de red básico de 2.5G o punto de partida para analizar el proceso de evolución hacia la implementación de los servicios de voz PoC.

GPRS permite por medio del uso de sus diversos esquemas de codificación y capacidad de múltiples intervalos de tiempo (capacidad multislot) alcanzar velocidades ideales de hasta 171.2 Kbps (TE clase 18 y CS-4) en donde no existe ninguna interferencia en el enlace radio, no hay corrección de errores y tanto los TE como la BSS (Base Station Subsystem, Subsistemas de Estación Base) y SGSN poseen soporte, configuración y disponibilidad de múltiples intervalos de tiempo⁶⁶; en condiciones reales de la red, debido a la asignación dinámica del esquema de codificación, normalmente se opera en CS-2 e incluso CS-1 (cuando las condiciones del radio enlace son críticas) y los TE operan máximo en 2 o 3 intervalos de tiempo simultáneamente, siendo normal el uso de TE clase 1, lo que proporciona velocidades de hasta 13.4Kbps (TE clase 1 y CS-2). En la práctica y como se ha considerado en el Capítulo 3, se estima que GPRS alcanza velocidades de transferencia de datos en condiciones normales de 12.4kbps con CS-2 y el uso de solo un intervalo de tiempo para el UL o el DL.

Los servicios de datos que pueden ser soportados por GPRS bajo las características básicas de velocidad ya descritas son múltiples y van desde los SMS, MMS⁶⁷ (Multimedia Messaging System, Sistema de Mensajería Multimedia), tonos, logos, descarga de aplicaciones, videoclips y juegos para los dispositivos, navegación en internet y acceso e-mail, servicios bajo aplicaciones Java como telemetría y seguridad, e incluso MMS-video, esta gama de servicios ha incrementado notoriamente el ARPU (Average Revenue Per User, ingresos medios por usuario) de los operadores móviles y ha abierto una puerta a nuevas empresas proveedores de contenidos para éstos usuarios; es importante notar que este tipo de servicios en general no posee mayores requerimientos de ancho de banda ni requerimientos estrictos en los retardos, para lo cual GPRS puede dar soporte satisfactoriamente.

La capacidad de usuarios o la multiplicidad de servicios que puede soportar GPRS está limitada al ancho de banda disponible por el operador de red, dado que GPRS comparte el mismo espectro utilizado por GSM para las transmisiones en modo circuito, por lo cual GPRS está sujeto a la disposición del recurso espectral asignado por el operador de red a los canales de usuario para la transmisión en modo circuito o en modo paquete, según las técnicas de asignación de canales fijas o sobre demanda [34].

El concepto de QoS ha sido creado y definido en orden de proveer un especial tratamiento a tráfico de diferente tipo y/o usuarios, su arquitectura para GPRS se ha especificado en los grupos de estudio del 3GPP y 3GPP2 como una combinación de QoS provista en los

⁶⁶ Disponibilidad de múltiples intervalos de tiempo (multislot): Aunque la red GPRS pueda soportar esta configuración, para el operador de red es poco rentable, por condiciones de capacidad, permitir que un único usuario tome el control de los 8 intervalos de tiempo simultáneamente.

⁶⁷ MMS: Es un sistema para enviar mensajes multimedia entre teléfonos móviles.

diferentes niveles del subsistema, de acuerdo las revisiones (releases) 97/98, 99, 5 y 6. (Una descripción detallada de la arquitectura de QoS para cada revisión del 3GPP se encuentra en el ANEXO B). Para enmarcar el escenario de GPRS en Colombia se plantea que las redes de datos móviles contarán mínimamente con soporte 3GPP Rel. 97/98 en las características referentes al manejo diferenciado de QoS para cada contexto PDP, como se especifican en dicha revisión.

4.1.1 Descripción de modular de una red GPRS

4.1.1.1 SGSN: El nodo servidor de soporte GPRS es el nodo de conmutación de paquetes que se sitúa jerárquicamente al mismo nivel que las MSCs (Mobile Switching Center, Centro de Conmutación Móvil). Se encarga del transporte de los paquetes de datos hacia y desde las BTS (Base Transceiver Station, Estación Base Tranceptora.) que se encuentran en su área de servicio, de detectar nuevos móviles GPRS en dicha área guardando un registro de su localización, consultando con el HLR (Home Location Register, Registro de Localización de Usuarios Locales) el perfil del usuario, de gestionar la movilidad de las MS y controlar aspectos relacionados con tarificación, control de accesos y seguridad de las comunicaciones (encriptación y compresión de datos).

4.1.1.2 GGSN (Gateway GPRS Support Node, Nodo Pasarela de Soporte GPRS): Es la interfaz entre el núcleo de red GPRS y las redes externas de datos (Ej, red PoC) incorporando funciones de monitoreo de red, firewall⁶⁸, encapsulación de paquetes y traducción de direcciones IP. Además pueden existir servidores DHCP⁶⁹ (Dynamic Host Configuration Protocol, Protocolo de Configuración de Host Dinámico) para gestionar el uso de las direcciones IP y RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service, Servicio de usuario de acceso telefónico de autenticación remota) para la autenticación de los usuarios móviles e incluso para asignación dinámica de direcciones.

4.1.1.3 BG: Nodo pasarela el cual es la interfaz entre núcleos de red GPRS de distintos operadores (Inter-PLMN).

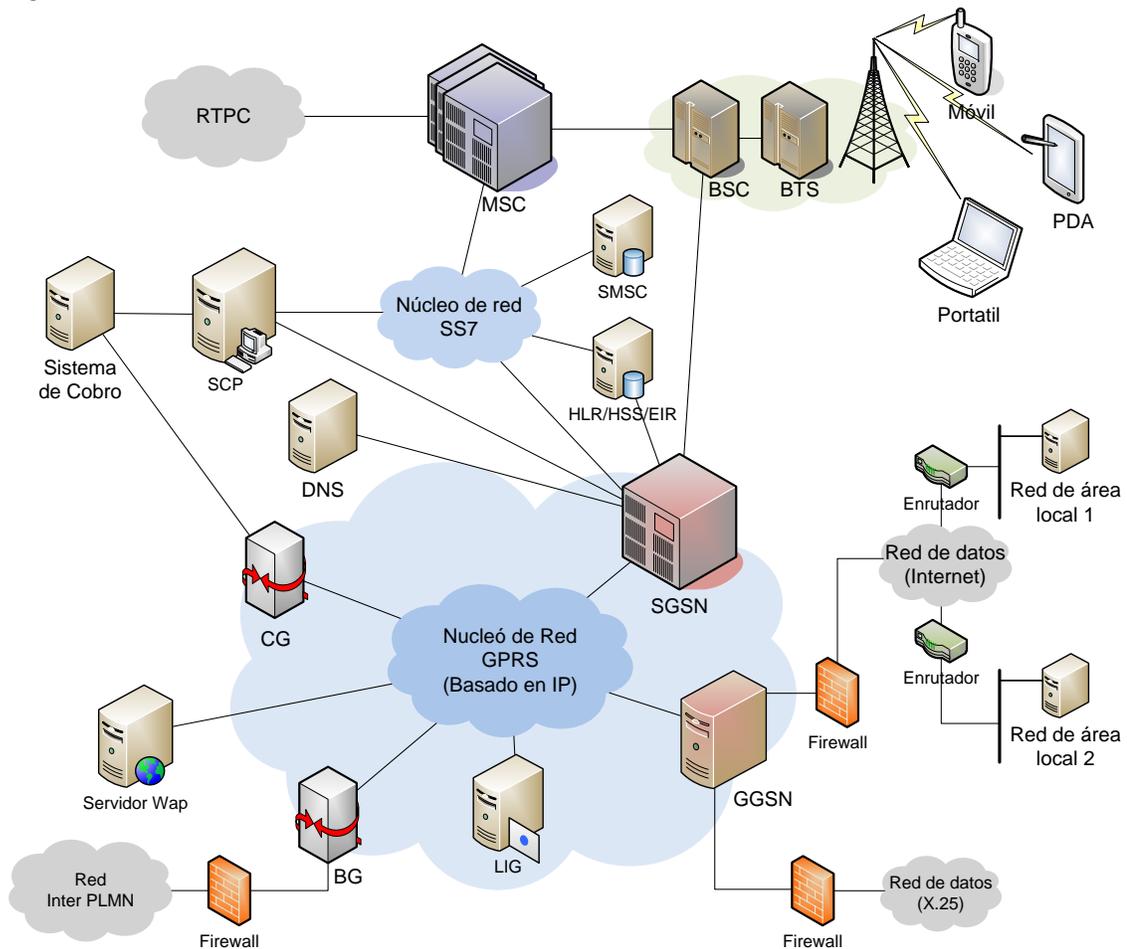
4.1.1.4 CG: Su función principal es recoger los CDRs (Call Detailed Records, Grabación de Detalle de Llamadas) generados por los SGSNs y GGSNs de manera que los consolida y los procesa antes de enviarlos al BS (Billing System, Sistema de cobro).

4.1.1.5 DNS (Domain Name Service, Servicio de Nombres de Dominios): Realiza la traducción de nombres lógicos de dominio en direcciones IP físicas que permitan direccionar los nodos GSN (GPRS Support Node, Nodo de Soporte GPRS). El servidor de DNS es gestionado por el operador GPRS. Si fuera necesario, podrían utilizarse los servicios de otros DNS externos al operador.

⁶⁸ Firewall (Cortafuegos): Sistema diseñado para prevenir el acceso ilegal a/o desde una red privada.

⁶⁹ DHCP: Protocolo utilizado para asignar una dirección IP a computadoras en una red de área local.

Figura 24: Escenario de red GPRS 2.5G



- PDA: Personal Digital Assistant, Asistente Personal Digital.
- SCP: Service Control Point, Punto de Control del Servicio.
- SS7: Signalling System No 7, Sistema de Señalización No 7.
- SMSC: Short Message Service Center, Centro de Servicio de Mensajes Cortos.
- HLR: Home Location Register, Registro de Localización de Usuarios Locales.
- EIR: Equipment Identity Register, Registro de Identidad de Equipos.
- DNS: Domain Name Service, Servicio de Nombres de Dominios.
- LIG: Lawful Interception Gateway, Pasarela de Interceptación Legal.
- BG: Border Gateway, Pasarela de Borde.
- CG: Charging Gateway, Pasarela de Cobro.
- PLMN: Public Land Mobile Network, Red Móvil Pública Terrestre.

4.1.1.6 Firewalls: Elemento común de las redes de datos formado por un sistema o un conjunto combinado de sistemas que crean una barrera de seguridad entre dos redes. Su misión es impedir a usuarios externos a la red GPRS el acceso a los nodos de red.

4.1.1.7 LIG (Lawful Interception Gateway, Pasarela de Interceptación Legal): En la cual se almacena información de tráfico de usuarios bajo sospecha durante un periodo temporal, para ser consultada por la las autoridades competentes, previa autorización judicial.

4.1.1.8 Núcleo de Red: Redes IP de dos tipos:

- **Intra-PLMN:** Permite a los SGSNs y GGSNs de un operador comunicarse entre sí. Red IP privada, utiliza direcciones IP privadas (seguridad).
- **Inter-PLMN:** Permite a los SGSNs y GGSNs de varios operadores comunicarse unos con otros.

Puede estar soportada sobre Internet en forma de red privada mediante alquiler de líneas, o en la red de un operador de transporte denominado GRX (GPRS Roaming eXchange, Intercambio de itinerancia GPRS).

4.2 PRINCIPIOS DE EVOLUCION

La evolución hacia una red que soporte los requerimientos mínimos exigidos por el estándar OMA para la prestación del servicio PoC sobre GPRS, debe permitir la continuidad de las capacidades de red existentes y en lo posible facilitar la implementación de nuevas capacidades, además de mantener la integridad de los servicios brindados actualmente, permitiendo la implementación de nuevos servicios, entre ellos específicamente PoC. Considerando esta migración de tecnologías de red como un proceso evolutivo, es necesario definir una estrategia que permita conseguir paso a paso este objetivo. En esta estrategia se deberán considerar los siguientes principios:

- Separación de los planos de usuario y de control.
- Reducción de costos en la infraestructura de red y su mantenimiento.
- Maximización en la utilización de los recursos existentes.
- Asegurar niveles de QoS requeridos por el servicio PoC.
- Optima utilización de las nuevas tecnologías.
- Rápida implementación de nuevos servicios y tecnologías.
- Suministro de mecanismos que permitan una total utilización de los recursos de la nueva red.

4.3 PUNTOS CRITICOS

En el proceso de transición hacia una red GPRS con soporte PoC, es importante determinar los puntos críticos para el proceso de evolución, que en esencia son aspectos de vital importancia que deben ser tenidos en cuenta para establecer los criterios que aseguren al operador de telefonía móvil celular una migración exitosa. Los puntos críticos definidos para la migración a una red GPRS con soporte PoC son los siguientes:

- Elementos de red implícitos a PoC.
- Elementos de red externos a PoC involucrados en el proceso de evolución.
- Continuidad de servicios existentes.

Con base en estos puntos críticos se definen a continuación los criterios de migración para el proceso de evolución de un operador celular en Colombia hacia una red GPRS con soporte a PoC.

4.4 CRITERIOS A CONSIDERAR

Uno de los principales criterios a considerar para la implementación del servicio PoC por parte de un operador de telefonía móvil celular es la adquisición del equipo requerido; el tener en cuenta aspectos como compatibilidad, capacidad, seguridad, expansibilidad entre otros, permiten que la empresa tome la mejor decisión al momento de invertir su capital en dicha infraestructura.

Una estimación de la capacidad que se espera proporcione la red de telefonía móvil celular es un criterio importante a considerar y depende tanto de la capacidad de cada uno de los elementos de red adquiridos como de su distribución a través de la red celular nacional del operador.

A continuación se describen los criterios que deben ser tenidos en cuenta para elegir cada uno de los elementos de red requeridos para dar soporte al servicio PoC en una red GSM/GPRS 2.5G según se definió anteriormente.

4.4.1 Elementos de red implícitos a PoC

Los elementos de red que en conjunto constituyen la tecnología que da soporte al servicio PoC está comprendido por múltiples componentes, principalmente software, ejecutándose tanto en el lado del cliente en su TE como en el núcleo de red del operador celular; los elementos que cumplen funciones específicas a PoC se describen a continuación:

4.4.1.1 Cliente PoC: El cliente PoC es una aplicación software de tipo “cliente” que se ejecuta en el dispositivo móvil del usuario suscrito al servicio PoC, que de forma transparente se encarga de los procesos de establecimiento de sesión, señalización, codificación, y demás, requeridos en el proceso de llamada PoC en el lado del cliente, además de ofrecer al usuario una interfaz gráfica que le permita administrar sus listas de contactos y preferencias para utilizar el servicio. Para obtener el mejor desempeño del servicio PoC es necesario tener en cuenta los siguientes criterios en el momento de elegir el *Cliente PoC*:

- Cumplimiento de las siguientes especificaciones:
 - ✓ OMA PoC Approved Enabler Release V1.0.
 - ✓ OMA XDM Approved Enabler Release V1.0 (Opcional).

- ✓ OMA Presence Simple Approved Enabler Release V1.0.(Opcional).
- ✓ IETF RFC3261 SIP.
- Compatibilidad con los demás componentes del sistema PoC.
- Compatibilidad con TEs de diferentes familias y fabricantes.
- Soporte de actualizaciones (para dar soporte a servicios mejorados).

El cliente PoC puede ser adquirido por un operador móvil celular de distintas maneras, cada una de ellas ofrece sus propias ventajas, las posibilidades son:

- Por medio de la utilización de un SDK (Software Development Kit, Equipo de Desarrollo Software) conformada por grupos de librerías y APIs⁷⁰ (Application Programming Interface, Interfaz de Programación de Aplicaciones) que permiten al operador móvil desarrollar aplicaciones “cliente” transparentes a los protocolos PoC, facilitando la adaptabilidad de estas aplicaciones a los diversos equipos que el operador distribuya.
- Como un agregado software de fábrica del TE nuevo.
- Como una actualización software a los TEs ya adquiridos, otorgada por el mismo proveedor del TE.
- Como un módulo de un conjunto de herramientas para PoC, adquirido de un fabricante en específico.

4.4.1.2 XDMC: El Cliente Administrador de Documentos XML es un módulo software de tipo “cliente” alojado en el TE que se encarga de administrar los documentos XML almacenados en el PoC XDMS, el XDMS de Presencia, el XDMS de documentos compartidos u otros servicios afines. Aunque el XDMC, en sí mismo, no es un elemento exclusivo de PoC, las funciones del XDMC “como instancia para PoC” se adquieren como un módulo agregado del *Cliente PoC*. Es necesario tener en cuenta el siguiente criterio para la adquisición de un *XDMC* para PoC:

- Cumplimiento de la especificación OMA XDM Approved Enabler Release V1.0.

Generalmente el XDMC se encuentra implementado junto con el *Cliente PoC*.

4.4.1.3 Servidor PoC: El Servidor PoC es una plataforma software que se ejecuta sobre un equipo servidor dedicado en el núcleo de red del operador móvil celular; este componente se encuentra en el nivel de aplicación según el modelo de referencia OSI, junto con los demás servidores de servicios como el servidor de presencia u otros servicios IMS comunicados por medio de la interfaz Gi (ver Figura 12) por medio del GGSN. Es necesario tener en cuenta los siguientes criterios en el momento de elegir el Servidor PoC:

- Cumplimiento de las siguientes especificaciones:

⁷⁰ API: Representa un método para conseguir abstracción en la programación; parte del sistema operativo que provee a las aplicaciones una interfaz de uso común o interfaz similar, generalmente entre los niveles o capas inferiores y los niveles superiores del programa.

- ✓ OMA PoC Approved Enabler Release V1.0.
- ✓ OMA Presence Simple Approved Enabler Release V1.0.
- ✓ IETF RFC3261 SIP.
- Compatibilidad con los demás componentes del sistema PoC.
- Escalabilidad.
- Disponibilidad.
- Sistemas de administración y monitoreo.
- Generación de información de cobro.
- Requerimientos hardware.

El servidor PoC generalmente es distribuido como un conjunto de herramientas software conformado por el Servidor PoC, el XDMS, Shared XDMS, Servidor de presencia, XDMS de presencia, el cliente PoC y algunas veces el núcleo IMS, comprendiendo la totalidad de los componentes requeridos para la prestación del servicio PoC, o también puede adquirirse como una entidad independiente con el mismo desempeño final. El distribuidor del software Servidor PoC debe especificar los requerimientos hardware en la cual se ejecutará la aplicación.

4.4.1.4 PoC XDMS: El Servidor Administrador de Documentos XML de PoC es una entidad software que reside en un servidor de almacenamiento de datos ubicado en el núcleo de red del operador móvil celular el cual permite por medio de los protocolos SIP y XCAP acceder y administrar los documentos XML relacionados a PoC. Los criterios que se deben tener en cuenta al adquirir un XDMS son:

- Cumplimiento de las siguientes especificaciones:
 - ✓ OMA XDM Approved Enabler Release V1.0.
 - ✓ IETF RFC3261 SIP.
 - ✓ OMA Shared XDM Approved Enabler Release V1.0 (Opcional).
- Flexibilidad y Extensibilidad de arquitectura.
- Seguridad.
- Acceso múltiple por diversos servidores de aplicaciones.
- Generación de información de cobro.

El PoC XDMS puede adquirirse como un XDMS multipropósito el cual puede soportar además de PoC, almacenamiento de información de documentos XML de Presencia u otros servicios orientados a grupos; en general, el PoC XDMS viene acompañado por un grupo de entidades encargadas del manejo de documentos XML como: el Shared XDMS, el Proxy de Agregación y el XDMS de Presencia.

4.4.2 Elementos de red externos a PoC involucrados en el proceso de evolución

Múltiples componentes en el núcleo de red son necesarios para dar soporte a PoC u otros servicios IMS; cada uno de estos elementos cumple funciones no implícitas a PoC, pero si necesarias para este servicio. Una descripción de los criterios que deben considerarse para la adquisición o actualización cada uno de estos componentes se describe a continuación.

4.4.2.1 Núcleo de Red SIP: El núcleo de red SIP, en esencia, es una aplicación software que se ejecuta en un servidor dedicado para proveer servicio de enrutamiento de llamadas en una red de telefonía IP; con el uso de un servidor SIP, los proveedores de servicio pueden crear a gran escala redes de paquetes de voz de alta confiabilidad. Un servidor SIP combina las funciones estándar de un servidor proxy SIP y un registro SIP (SIP Registrar) con características adicionales para la creación de una infraestructura de red de telefonía IP.

Por medio de la utilización de un servidor SIP se pueden ofrecer servicios de voz entre aplicaciones basadas en IP como PoC o permitir la interacción de estas aplicaciones con la RTPC. Para el correcto soporte del servicio PoC y otros nuevos servicios IMS es necesario tener en cuenta los siguientes criterios en la elección del núcleo de red SIP:

- Cumplimiento de las siguientes especificaciones:
 - ✓ IETF RFC3261 SIP.
- Funciones implícitas:
 - ✓ SIP proxy.
 - ✓ SIP registrador.
- Seguridad.
- Disponibilidad.
- Capacidad.
- Opciones de administración.
- Funciones adicionales.

4.4.2.2 Shared XDMS: El Servidor Administrador de Documentos compartidos XML es una entidad software que reside en un servidor de almacenamiento de datos que generalmente se encuentra en un solo servidor XDMS multipropósito ubicado en el núcleo de red del operador móvil celular, el cual permite, por medio de SIP y XCAP acceder y administrar los documentos XML compartidos por diferentes servicios como presencia o PoC. Los criterios que se deben tener en cuenta al adquirir un Shared XDMS son:

- Cumplimiento de las siguientes especificaciones:
 - ✓ OMA Shared XDM Approved Enabler Release V1.0.
 - ✓ OMA XDM Approved Enabler Release V1.0.
- Flexibilidad y Extensibilidad de arquitectura.
- Seguridad.
- Acceso múltiple por diversos servidores de aplicaciones.
- Generación de información de cobro.

4.4.2.3 Proxy de Agregación: El proxy de agregación es un software que generalmente se encuentra alojado en el mismo servidor hardware del XDMS operando como medio de comunicación entre el XDMC y los XDMS´s ejecutando rutinas de autenticación del cliente y enrutando las solicitudes XCAP al apropiado XDMS ya sea PoC o de documentos compartidos. Los criterios para elegir un apropiado Proxy de Agregación son:

- Cumplimiento de las siguientes especificaciones:
 - ✓ OMA XDM Approved Enabler Release V1.0
- Seguridad.
- Acceso múltiple por diversos servidores de aplicaciones.
- Generación de información de cobro.

El proxy de agregación puede adquirirse como un agregado del XDMS, y puede utilizarse para autenticar y enrutar diversos servicios que hagan uso de documentos XML.

4.4.2.4 Servidor de Presencia: El servidor de presencia es una aplicación software que se ejecuta en un servidor dedicado, con las función de aceptar, almacenar y distribuir información de presencia acerca de los clientes suscritos al servicio. Los criterios a tener en cuenta para la selección de un servidor de presencia son:

- Cumplimiento de las siguientes especificaciones:
 - ✓ OMA Presence SIMPLE Approved Enabler Release V1.0.
 - ✓ IETF RFC3261 SIP.
- Tipos de servicios de presencia.
- Seguridad.
- Flexibilidad y extensibilidad.

4.4.2.5 Fuente y Observador de Presencia: La fuente y el observador de presencia son módulos software alojados en el TE los cuales proporcionan y solicitan respectivamente información de presencia al servidor de presencia, estos módulos generalmente se encuentran incluidos dentro del cliente PoC. Para brindar soporte al servicio PoC la fuente y observador de presencia deben dar cumplimiento a la especificación OMA Presence SIMPLE Approved Enabler Release V1.0.

4.4.2.6 Servidor y cliente de manejo y provisión de dispositivos: Es una herramienta software que se ejecuta como cliente en el TE y como plataforma de administración en el núcleo de la red que habilita la administración remota de las configuraciones, seguridad y aplicaciones de los dispositivos con un modelo de administración seguro y confiable. El criterio principal para la adquisición de esta herramienta software es que de cumplimiento a la especificación OMA Enabler Release Definition for OMA Device Management Candidate Version 1.2.

4.5 PROCEDIMIENTOS A SEGUIR

4.5.1 Modos de adquisición de componentes

Como se mencionó, la elección de los componentes necesarios para la prestación del servicio PoC implica considerar diversos criterios, que en suma, permiten una total interoperabilidad y un óptimo funcionamiento del sistema.

La elección de los componentes más adecuados está sujeta en gran medida a las perspectivas que tenga el operador celular respecto al servicio, esto quiere decir que de acuerdo a qué tanto desee el operador móvil verse implicado en el proceso de implementación, personalización y expansión del servicio PoC, podrá elegir el modo por el cual adquirir una solución PoC. Es importante mencionar que sea cual sea el modo en que se adquieran los componentes que soportarán el servicio PoC, cada uno de ellos debe operar de acuerdo al estándar OMA 1.0 según los criterios anteriormente descritos.

En el evento de que el operador móvil desee adquirir una solución “llave en mano, lista para ser utilizada”, éste deberá ponerse en contacto con el proveedor que ofrezca la solución y acordar cual será la capacidad total, las funcionalidades incluidas y el tiempo requerido para la entrega total del sistema en operación. Este tipo de soluciones deja a cargo del proveedor la labor de implementación, agilizando y facilitando en gran medida al operador esta operación. Los inconvenientes asociados a este modo de adquisición del sistema son las limitaciones o dependencia que tendrá el operador celular al momento de personalizar o adicionar nuevas funcionalidades a su sistema.

Una manera en la que el operador celular pueda tener un control más profundo de las capacidades de su nueva red, es adquiriendo una solución que incluya herramientas de desarrollo, administración y monitoreo que le faciliten modificar y crear nuevos servicios, permitiéndole adaptarse a las cambiantes necesidades del mercado, maximizando así las capacidades de su nueva red; además de posibilitar una mayor interoperabilidad entre diferentes marcas y fabricantes de TE y elementos del núcleo de red. Este modo de adquisición de sistema PoC, aunque más versátil, requiere una labor de ingeniería especializada y como se mencionó anteriormente es recomendada para operadores celulares con altas perspectivas del servicio.

Otra posibilidad para la adquisición de los componentes, es la elección de cada elemento de red de manera independiente, dejando de lado el hecho de que todos los componentes correspondan al mismo fabricante, lo que conlleva a un trabajo de investigación más profundo, con el fin de garantizar la compatibilidad entre ellos. Este modo de adquisición de los elementos necesarios para la prestación del servicio PoC está enfocado a operadores celulares que ya poseen infraestructura de red orientada a servicios IMS y no necesitan adquirir todos o alguno de los componentes externos a PoC pero necesarios para la prestación del servicio, o que simplemente buscan la mejor oferta respecto a capacidades y costos de inversión.

Sea cual sea el modo de adquisición de los elementos de red que soportarán el servicio PoC, es necesario realizar la mejor elección de los componentes, y con este propósito se realizará una descripción detallada con base a los criterios anteriormente descritos de los aspectos que implican la adquisición de componentes.

4.5.2 Estándares y compatibilidad de elementos

Una de las principales maneras de asegurar la compatibilidad entre aplicaciones y dispositivos que ejecutan funciones en común, es por medio de la utilización de protocolos y especificaciones desarrolladas para tal fin por organismos de estandarización internacional. En el caso de PoC es OMA quien por medio de su primera versión aprobada define el servicio Push-to-talk over Cellular, sus características, interfaces y protocolos a utilizar para asegurar una total interoperabilidad.

Las soluciones para PoC se han venido desarrollando incluso antes de que el estándar estuviera disponible en su primera versión en junio de 2006, bajo el nombre de soluciones propietarias, las cuales presentan problemas de incompatibilidad con otras soluciones del mismo tipo. Unos de los estándares para PoC más reconocidos y distribuidos en el mercado, son las versiones 1.0 y 2.0 de PoC creadas por el consorcio Comneon, Ericsson, Motorola, Nokia y Siemens [15], las cuales, aunque tuvieron gran influencia en el desarrollo del estándar PoC OMA, no pueden por sí mismas considerarse como un estándar vigente para el servicio PoC, por lo cual se consideran incompatibles con los sistemas PoC OMA 1.0.

Con el objetivo de no dar lugar a ambigüedades, se puede afirmar que únicamente las aplicaciones que garantizan la implementación del estándar PoC OMA 1.0, OMA Device Management, OMA Presence SIMPLE, OMA XDM y OMA Shared XDM, aseguran una completa compatibilidad entre sí. Otro estándar necesario para dar soporte a los servicios PoC es el SIP según el RFC3261, el cual no debe confundirse con el RFC2543 (una versión anterior), la cual ya se encuentra desactualizada y que no garantiza una completa interoperabilidad con las demás aplicaciones.

En general las soluciones “llave en mano” incluyen un limitado número de TE con soporte PoC, dificultando en gran medida la labor de despliegue de estos nuevos servicios por parte de los operadores celulares, por lo que se recomienda adquirir soluciones que cuenten con herramientas de desarrollo software sobre plataformas móviles avanzadas como SYMBIAN OS⁷¹, Windows Mobile OS⁷² y LINUX OS⁷³, que permitan adaptar las aplicaciones “cliente PoC” a múltiples mercados de dispositivos terminales, de manera transparente a los protocolos exigidos por las aplicaciones PoC. La arquitectura recomendada para el desarrollo de aplicaciones cliente PoC se observa en la Figura 25.

Comúnmente todos los proveedores realizan pruebas de sus productos antes de lanzarlos al mercado, con el objetivo de asegurar y garantizar la funcionalidad y compatibilidad de

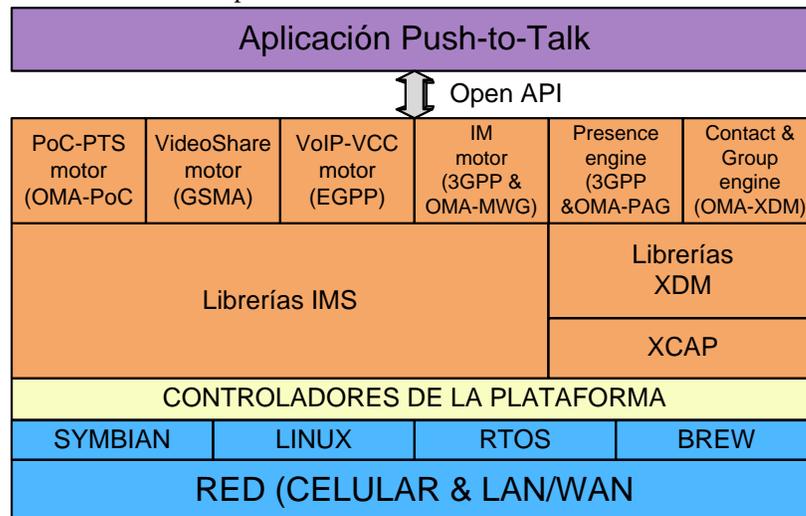
⁷¹ SYMBIAN OS: Sistema operativo para terminales móviles desarrollado por la alianza de varias empresas de telefonía celular.

⁷² Windows Mobile: Sistema operativo compacto, combinado con una serie de aplicaciones básicas para los dispositivos móviles basados en la API Win32 de Microsoft. Diseñado para ser similar a las versiones de escritorio de Windows.

⁷³ LINUX: Sistema operativo. Es uno de los paradigmas del desarrollo de software libre (y de código abierto), donde el código fuente está disponible públicamente y cualquier persona, con los conocimientos informáticos adecuados, puede libremente estudiarlo, utilizarlo, modificarlo y redistribuirlo.

estos con otros dispositivos y aplicaciones, por lo que se debe exigir y revisar detenidamente las restricciones y resultados de dichas pruebas, antes de decidirse entre un fabricante u otro.

Figura 25: Arquitectura recomendada para el cliente PoC



4.5.3 Soporte de actualizaciones

Dado que en general todos los componentes necesarios para implementar el servicio PoC son de tipo software, las actualizaciones a desarrollar sobre cada uno de ellos, son necesarias y deben darse a medida que se distribuyan nuevas versiones de cada uno de los estándares. La adquisición de cada uno de los componentes para PoC, sea de forma independiente o como una solución completa, debe asegurar el soporte de actualizaciones por parte del proveedor.

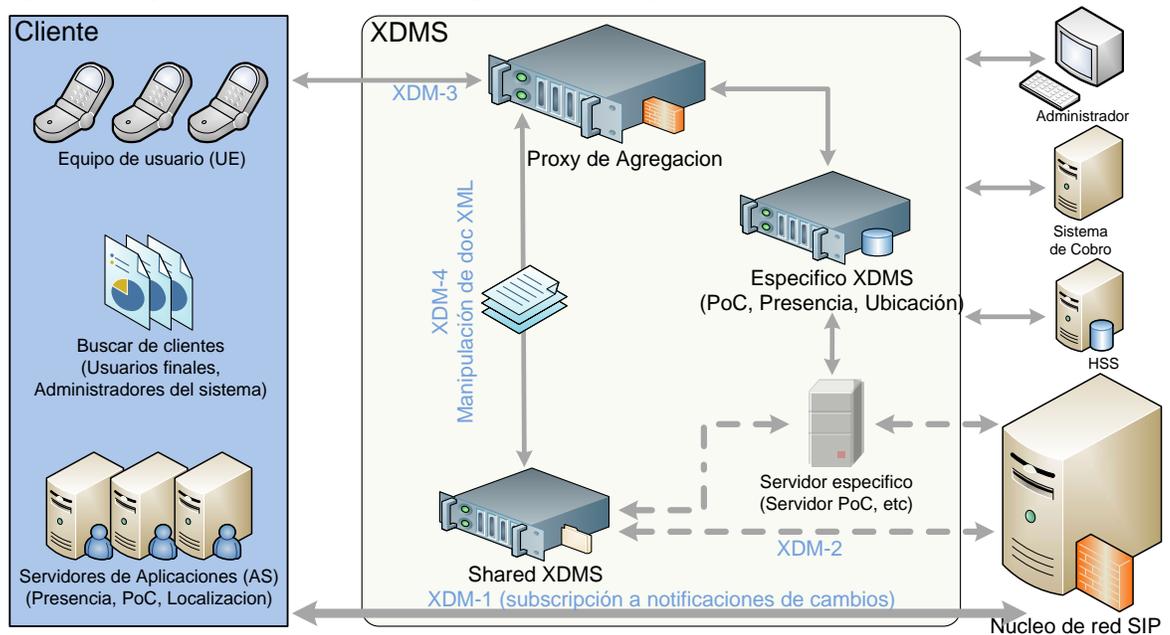
Aunque cada aplicación deba ejecutarse sobre un determinado tipo de servidor hardware, no se considera que estos requieran actualizaciones a corto plazo, y las que puedan requerirse a largo plazo estarán supeditadas a las nuevas tecnologías de plataformas servidoras.

4.5.4 Capacidad y escalabilidad

El servidor PoC y el servidor de presencia limitan su capacidad al número de suscripciones que pueden manejar simultáneamente; con el uso de soluciones pequeñas pueden soportarse alrededor de 1000 suscripciones, pero esta capacidad puede incrementarse considerablemente con el uso de nuevos nodos, logrando alcanzar capacidades de hasta cientos de miles de suscriptores. La mayoría de servidores de aplicaciones como PoC están diseñados para proporcionar escalabilidad dinámica a medida que se incrementa el número de nodos “servidor PoC”, por lo cual, la elección del número de nodos a utilizar está directamente relacionada con las perspectivas de capacidad del servicio.

La capacidad necesaria para que el núcleo de red SIP ejecute sus funciones de enrutamiento se encuentra relacionada con el número de registros SIP estáticos o dinámicos que éste soporte, que en general se encuentra alrededor de 10000 o más. Las plataformas hardware requeridas para ejecutar la aplicación servidor SIP proxy pueden también limitar la capacidad al número de conexiones por segundo TCP/UDP que el tipo de servidor soporte, las cuales se encuentran entre 100-1000 para conexiones UDP que se encargan del flujo de voz RTP y entre 50-250 para las conexiones TCP para la señalización y registro SIP. Dado que el núcleo de red SIP es un elemento de red que permite dar soporte a diversos servicios IMS como PoC o presencia, la capacidad con la que cuente la aplicación *servidor proxy SIP* y la plataforma servidora en la cual se ejecute dependen de los requerimientos del operador celular y de la metodología de escalabilidad que éste desee implementar en su red con el uso de diversos nodos SIP.

Figura 26: Arquitectura de una solución integral para el manejo de documentos XML



Los administradores de documentos XML como el XDMC, el PoC XDMS, el Shared XDMS y el Proxy de Agregación, limitan su capacidad principalmente al número de solicitudes que pueden atender simultáneamente, lo cual se relaciona directamente con la capacidad de la plataforma servidora que se elija para ejecutar estas aplicaciones. En cuanto a la capacidad de almacenamiento, se considera que dado que la información almacenada aquí es de tipo XML, los requerimientos de discos duros no superarán las capacidades de almacenamiento de los servidores convencionales. Debe considerarse también que el Proxy de Agregación y el Shared XDMS son aplicaciones compartidas por diversos servicios IMS y que en general junto con el PoC XDMS u otros habilitadores de servicios (Ej: Presence XDMS), se encuentran alojados en la misma plataforma hardware, por lo cual las características de capacidad y escalabilidad deben tenerse en cuenta. La Figura 26 ilustra la arquitectura de una solución integral para la administración de documentos XML.

4.5.5 Seguridad y Disponibilidad

Los aspectos de seguridad son muy importantes en cualquier sistema de comunicaciones y en especial PoC por ser una tecnología/servicio que permite el establecimiento de comunicaciones complejas como son las sesiones grupales, requiere una definición muy robusta de los mecanismos de seguridad a implementar. En general el estándar OMA define los mecanismos de seguridad entorno al servicio PoC respecto al plano de usuario y a la señalización SIP.

En el plano de usuario, los mecanismos de seguridad existentes para las comunicaciones cliente/servidor o entre servidores PoC, son definidos por el acceso radio GPRS según el 3GPP y por medio de conexiones seguras entre los dominios de red.

El núcleo de red SIP necesita asegurarse durante el proceso de registro, que la dirección PoC registrada está asignada y autorizada para ser utilizada por el usuario, en orden de prevenir ataques como el registro de usuarios falsos, la distribución de invitaciones a sesiones de tipo SPAM⁷⁴ y el espionaje de conversaciones. El núcleo de red SIP proporciona seguridad a nivel de acceso al realizar las funciones de autenticación del cliente PoC, además de asegurar la integridad y confidencialidad de la señalización, según los procedimientos que se define en el RFC3261.

Dado que PoC pone en manos del núcleo de red SIP su esquema de seguridad, es necesario que éste cuente con protocolos de seguridad adicionales a los previstos por el RFC3261, como el TLS⁷⁵ (Transport Layer Security, Seguridad de la Capa de Transporte) para proporcionar seguridad en la capa de transporte, IPsec⁷⁶ (Internet Protocol security, Protocolo de seguridad para Internet) para adicionar autenticación y cifrado en IP, ACL⁷⁷ (Access Control Lists, Listas de Control de Acceso) para filtrar tráfico, HTTP Digest⁷⁸ para la protección de contraseñas o RADIUS para la autenticación y autorización en el acceso a la red IP. La implementación de diversos protocolos de seguridad en el núcleo de red SIP proporcionan robustez al esquema de seguridad de todos los servicios IMS, incluyendo PoC, por lo cual es muy importante que el servidor SIP a adquirir cuente con este tipo de protocolos de seguridad.

⁷⁴ SPAM: Son mensajes no solicitados, habitualmente de tipo publicitario, enviados en cantidades masivas. Aunque se puede hacer por distintas vías, la más utilizada entre el público en general es la basada en el correo electrónico.

⁷⁵ TLS: Protocolo de seguridad o criptográfico que proporciona comunicaciones seguras en la capa de transporte en la transferencia de datos por Internet.

⁷⁶ IPsec: Es una extensión al protocolo IP que añade un fuerte cifrado para permitir servicios de autenticación y cifrado y, de esta manera, asegurar las comunicaciones a través de dicho protocolo.

⁷⁷ ACL: Permite controlar el flujo del tráfico en equipos como enrutadores (routers) y conmutadores (switches). Su principal objetivo es filtrar tráfico, permitiendo o bloqueando el tráfico de red de acuerdo a alguna condición.

⁷⁸ HTTP Digest: Mecanismo simple de autenticación basado en identificadores probabilísticos (hashes criptográficos) que evitan que se envíe la contraseña de los usuarios en texto claro, en lugar de ello, se envía el identificador hash de dicha contraseña.

El Proxy de agregación además de contar con los mecanismos de seguridad del protocolo XCAP, también debe implementar protocolos para su propia autenticación de usuarios y cifrado de información como TLS y el HTTP Digest, ya que los clientes se comunican directamente con el Proxy de agregación (sin atravesar el núcleo de red SIP) para direccionarse y modificar documentos del XDMS requerido.

Algunos elementos de red como el servidor PoC y el servidor proxy SIP generalmente cuentan con esquemas de diversidad que permiten a la red, en caso de fallas, enrutar dinámicamente el tráfico a otros nodos; incrementando notablemente la disponibilidad del sistema. Estos esquemas están disponibles cuando se cuenta con sistemas de gran capacidad con múltiples nodos servidores.

Las plataformas hardware utilizadas para ejecutar las aplicaciones servidores, pueden contar con sistemas redundantes duales con capacidad “hot-swap⁷⁹” que permiten la corrección de fallas sin interrumpir la prestación del servicio, las posibilidades para la elección del tipo de hardware servidor son muchas y dependen principalmente de la capacidad del sistema y del grado de disponibilidad que se desee implementar.

4.5.6 Administración, monitoreo y generación de información de cobro

Contar con herramientas de administración y monitoreo de los elementos de red que soportan un servicio, permite al operador de red controlar y supervisar el estado de su red, facilitándole modificar parámetros que pueden llegar a ser críticos para el mejoramiento del servicio. Herramientas de administración basadas en Web son las más comúnmente utilizadas, pero el uso de conocidos protocolos como SNMP⁸⁰ (Simple Network Management Protocol, Protocolo Simple de Administración de Red), WBEM⁸¹ (Web-Based Enterprise Management, Administración Empresarial Basada en Web) o el uso de interfaces gráficas o de línea de comandos, permiten igualmente administrar y monitorear la operación de la red. Aunque algunas soluciones ofrecen herramientas de administración y monitoreo propietarias, es importante considerar que se cuente con protocolos reconocidos para estas funciones como lo es el caso de la interfaz SNMP.

Los métodos de cobro que se definen en la arquitectura PoC están basados en suscripción o en tráfico de acuerdo con el 3GPP, por lo cual las aplicaciones, en especial el servidor PoC deben contar mínimamente con estos métodos de cobro según el 3GPP/IMS. Por otro lado los administradores de documentos XML deben permitir la generación de información de cobro para el sistema de cobro del operador celular por medio de los CDRs (Call Data Records) a través de interfaces específicas definidas para tal fin.

⁷⁹ Hot-swap: Hace referencia a la capacidad de algunos componentes hardware de permitir su instalación o sustitución sin necesidad de detener o alterar la operación normal del computador donde se alojan.

⁸⁰ SNMP: Es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de gestión entre dispositivos de red. Permite a los administradores supervisar el desempeño de la red, buscar y resolver sus problemas, y planear su crecimiento. Es parte de la suite de protocolos TCP/IP.

⁸¹ WBEM: Es un grupo de sistemas de administración de tecnologías desarrollado para unificar la administración y/o gestión de entornos computacionales distribuidos.

4.6 SOLUCIÓN RECOMENDADA PARA PoC

La elección de cada uno de los componentes para la prestación del servicio PoC en Colombia, está de acuerdo con el escenario de red básico planteado al principio de este capítulo, y con el objetivo de permitirle al operador celular brindar un servicio de forma rápida, compatible, estandarizada y con la visión de una red con soporte de servicios IMS.

4.6.1 Cliente PoC, Watcher y Fuente de Presencia

Celtius PoC Client Library⁸²: Es una herramienta eficiente y confiable para la creación de clientes PoC acorde con la especificación OMA, que implementa todas las características obligatorias y opcionales requeridas por el estándar. La librería puede ser utilizada para construir diversos tipos de aplicaciones cliente PTT que se ejecuten por ejemplo sobre un PC o PDA (Personal Digital Assistant, Asistente Personal Digital).

Celtius PoC client library provee una API que permite entre sus funcionalidades principales el registro y de-registro de la red IMS/PoC, el establecimiento y liberación de sesiones PoC por medio del protocolo SIP, el envío y recepción de ráfagas de voz (Talk Burst) por medio RTP, RTCP y TBCP, la administración de grupos y listas de contactos a través del cliente XDM y en este caso particular operar como observador y generación de información de presencia de usuario al implementar el Presence Client SDK el cual puede ser licenciado en adición al PoC Client Library. La interfaz gráfica que por defecto proporciona Celtius para la aplicación Cliente se observa en la Figura 27.

Figura 27: Interfaz de usuario Celtius para el Cliente PoC



Celtius PoC client library soporta también administración de la configuración de usuario a través del XDMC. Con éste el usuario puede crear, modificar y eliminar grupos y listas de acceso.

⁸² Celtius PoC Client Library en: <http://www.celtius.com/s.asp?id=429>

Implementa los especificadores OMA PoC Approved Enabler Release V1.0, OMA XDM Approved Enabler Release V1.0, IETF RFC3261 SIP.

*Celtius Presence Client SDK*⁸³: Es una herramienta completa para el desarrollo de aplicaciones y servicios cliente de presencia. Está compuesta por el observador y fuente de presencia e implementa estándares como:

- OMA Presence Simple V1.0 Approved Enabler.
- OMA XML Document Management V1.0 Approved Enabler.
- Especificaciones relevantes SIP e IMS.
- IETF SIMPLE related RFCs:
 - RFC 3863 - Presence Information Data Format (PIDF).
 - RFC 4119 - A Presence-based GEOPRIV Location Object Format.
 - RFC 4479 - A Data Model for Presence.
 - RFC 4480 - RPID: Rich Presence Extensions to the Presence Information Data Format (PIDF).
 - RFC 4589 - Location Types Registry.

Estas librerías y herramientas de desarrollo se ejecutan sobre sistemas Windows XP, Linux o Sun Solaris.

4.6.2 Servidor PoC

*Celtius PoC Server Suite*⁸⁴: Es una solución completa para operadores móviles que desean brindar el servicio PoC, totalmente acorde con la distribución OMA PoC 1.0, y compatible con diversas familias de teléfonos móviles que implementen el protocolo PoC OMA.

El Server Suite puede incluir todos los componentes necesarios para implementar el servicio PoC tales como la solución IMS y los XDMS, si se adquiere como una solución autónoma, pero en este caso, solo se dispondrá del servidor PoC.

Además de las capacidades que ofrece el servidor PoC de acuerdo con OMA PoC 1.0, éste cuenta también con funciones como: *escalabilidad dinámica* soportando desde mil hasta cientos de miles de suscripciones, *alta disponibilidad* utilizando técnicas de agrupamiento que permiten alcanzar una disponibilidad cinco-nueve (es decir del 99.999% [35]) por medio de una apropiada administración de políticas y disposición hardware, un *sistema de monitoreo* para cada aspecto de los nodos servidores PoC (Ej: número de usuarios activos y sesiones sobre cada servidor) con interfaces SNMPv2/SNMPv3 para la supervisión y el manejo de alarmas, una herramienta simple de *administración* basada en web que permite la configuración de los nodos servidores, una *estrategia de cobro* de acuerdo a la especificación 3GPP/IMS habilitando múltiples modelos de tarificación basados en tiempo de habla, número de talk burst, o tarifa plana.

⁸³ Celtius Presence Client SDK en: <http://www.celtius.com/s.asp?id=637>

⁸⁴ Celtius PoC Server Suite en: <http://www.celtius.com/s.asp?p=451>

El servidor PoC de Celtius está implementado en C++ y se ejecuta en una plataforma Linux que permite maximizar la velocidad efectiva del nodo servidor. Se recomienda el uso de un servidor Blade con tecnología “hot-swap” en ventiladores (fans), procesador, fuente de alimentación y discos duros⁸⁵.

4.6.3 Proxy de Agregación, PoC XDMS, Presence XDMS y Shared XDMS

HP OpenCall XML Document Management Server software⁸⁶: Es un elemento de red de nueva generación que almacena y administra información de miembros de servicios grupales, utilizando interfaces simples basadas en estándares. HP OpenCall XDMS suministra un modelo de datos extensible utilizando un esquema de datos XML, que permite a servidores de aplicaciones, como PoC, de Presencia u otro servicio IMS, un fácil acceso y manipulación de documentos XML.

HP OpenCall XDMS ofrece las siguientes funcionalidades:

- Proxy de Agregación:
 - Autentica y direcciona solicitudes XCAP al específico habilitador XDMS.
- Presence XDMS:
 - Almacena suscripciones y contenido de presencia en documentos XML que pueden ser accedidos por clientes o servidores de presencia.
- PoC XDMS:
 - Almacena información de usuarios y grupos PoC que pueden ser accedidos por clientes y servidores PoC u otros servidores de aplicaciones.
- Shared XDMS:
 - Almacena información de listas de grupos (listas URI), cada lista URI contiene una colección de URIs que pueden ser compartidas por múltiples usuarios y servidores de aplicaciones.
- RLS (Resource List Server) XDMS
 - Es el almacén de documentos XML que definen los servicios asociados con listas de recursos Ej: listas de presencia, permitiendo suscripciones al estado de presencia de una lista de presencia.

Aunque el Presence XDMS y el RLS XDMS no han sido considerados en este documento y tampoco hacen parte de la arquitectura descrita por OMA para PoC, éstos hacen parte del servicio de presencia y pueden ser implementados posteriormente por el operador celular para implementar servicios IMS adicionales al servicio PoC.

OpenCall XDMS autentica cada solicitud HTTP utilizando HTTP Digest sobre TSL para verificar la identidad del usuario y proporcionar un alto nivel de seguridad. La información almacenada en los XDMS puede ser accedida por cualquier aplicación o dispositivo permitido por el proveedor de servicio, tales como teléfonos móviles, PDA, PC, etc. Por

⁸⁵ Servidor IBM Blade en <http://www-03.ibm.com/systems/x/rack/x3455/index.html>

⁸⁶ HP OpenCall XML Document Management Server software en:
<http://h20208.www2.hp.com/opencall/products/mobility/ocxdms/index.jsp>

medio de un FTP permite descargar información de cobro grabada con base a tipos de eventos y time stamp (estampa de tiempo) para cada solicitud de usuario, además cada vez que una solicitud HTTP o SIP sea recibida y procesada, éste genera CDRs para el sistema de cobro propio del operador. El sistema de administración y monitoreo está dado con base a WBEM incluyendo el registro y rastreo de eventos como también la notificación de alarmas.

La alta disponibilidad de la plataforma HP OpenCall XDMS está basada en un grupo de servidores HP Proliant BL25p blade⁸⁷, operando bajo Red Hat Enterprise Linux AS 4.0, los cuales no requieren cableado entre sí para formar el grupo de servidores OpenCall, debido a su chasis Blade 6U (6 racks); además cuenta con fuente de alimentación redundante para el grupo.

4.6.4 Núcleo de red SIP

*Cisco SIP Proxy Server v2.2*⁸⁸: Es una aplicación software que provee servicios de enrutamiento de llamadas en una red de telefonía IP, combinando las funciones estándar de un servidor proxy SIP y un registro SIP.

El servidor proxy SIP acepta solicitudes de registro desde terminales SIP como teléfonos IP (cliente PoC), pasarelas residenciales de voz y aplicaciones en PCs, creando un registro dinámico de las direcciones de contacto de los puntos terminales o por medio de registros estáticos que pueden ser configurados directamente sobre el servidor.

El servidor Cisco SIP proxy puede ejecutar autenticación http Digest de las solicitudes SIP Register e Invite, y puede encriptar las solicitudes y respuestas SIP utilizando TSL.

Está provisto de una interfaz gráfica de usuario para la configuración del servidor, los datos de configuración están almacenados en una base de datos local que es automáticamente replicada a los nodos SIP redundantes. El uso de una interfaz SNMP permite el monitoreo y control del Cisco SIP proxy.

El servidor Cisco SIP proxy se ejecuta sobre un sistema Red Hat AS 3.0, aunque puede ser adquirido bajo otras versiones Linux o Solaris. El reconocido nombre de Cisco hacen de este SIP proxy una solución con un amplio soporte y garantía.

La plataforma recomendada para ejecutar el software servidor proxy SIP de Cisco es el IBM eServer x336⁸⁹, el cual incrementa la disponibilidad del sistema con su tecnología hot-swap en sus sistema de enfriamiento, ventiladores, potencia de alimentación y discos duros. El IBM eServer x336 cuenta con una capacidad de hasta 1000 solicitudes UDP y 250 TCP por segundo.

⁸⁷ Servidor HP Proliant BL25p Blade en: <http://h10010.www1.hp.com/wwpc/es/es/sm/WF05a/781-783-346499-346499-346659-12148960.html>

⁸⁸ Cisco SIP Proxy Server en: <http://cisco.com/en/US/products/sw/voicesw/ps2157/index.html>

⁸⁹ IBM eServer x336 en: <http://www-03.ibm.com/servers/eserver/xseries/x336.html>

4.6.5 Servidor de presencia

IBM WebSphere Presence Server v6.1⁹⁰: Es un servidor autónomo, que en conformidad con IMS, recopila, gestiona y distribuye información de presencia en tiempo real con relación al acceso, disponibilidad y deseo de comunicación de los usuarios. Habilita la extensión de varios servicios y aplicaciones proveedoras de servicios para incluir información de colaboración sobre cómo acceder a los usuarios de la mejor manera.

Consolida la información de presencia a través de dispositivos, aplicaciones y elementos de red distribuidos, y se integra en el entorno del operador de red mediante la interoperabilidad con elementos del núcleo de red.

El WebSphere Presence Server, por medio de aplicaciones y servicios independientes, permite la integración de información de presencia desde clientes de proveedores externos, como registradores externos y servidores de ubicación. Da soporte al estándar PIDF (Presence Information Data Format, Formato de Datos de Información de Presencia) con los RPID (Rich Presence Information Data, Datos de Información de Presencia Enriquecidos). Los agentes de usuario y las aplicaciones pueden interactuar mediante solicitudes SIP basadas en estándares según se define por el IETF para las solicitudes de Publicación, Suscripción y Notificación.

El paquete Group List Server contenido en el WebSphere Presence Server, implementa el protocolo de acceso a la configuración XML (XCAP) y SIP para ofrecer la gestión, recuperación y suscripción a listas de grupos. Sus usuarios y aplicaciones pueden utilizar grupos a través de servicios como Push-To-Talk, libretas de direcciones y mensajería instantánea.

IBM WebSphere Presence Server opera de conformidad con los estándares del IETF, OMA, ETSI y el 3GPP, promoviendo la integración generalizada con múltiples aplicaciones de diversos proveedores.

WebSphere Presence Server requiere una plataforma hardware IBM eServer pSeries Power 5 (1.2 GHz o superior), con un mínimo de 2GB de memoria física y CD ROM.

4.6.6 Servidor de aprovisionamiento y administración de dispositivos

WebSphere Everyplace Device Manager V5⁹¹: Es una herramienta para ayudar a los proveedores de servicios a simplificar la administración de una amplia gama de dispositivos de usuario, inalámbricos y móviles, los cuales incluyen teléfonos celulares, PDAs, computadores portátiles inalámbricos, sistemas de telemetría en automóviles y unidades de servicio que administran utilidades de seguridad en hogares y edificaciones comerciales.

⁹⁰ IBM WebSphere Presence Server e IBM eServer pSeries en: <http://www-306.ibm.com/software/pervasive/presenceserver/>

⁹¹ WebSphere Everyplace Device Manager en: http://www-306.ibm.com/software/pervasive/ws_everyplace_device_manager/

Este software es altamente escalable, permitiendo tanto pequeñas implementaciones para algunos miles de dispositivos, hasta inmensas distribuciones multi-servidor que manejan millones de dispositivos. Soporta estándares abiertos de administración incluyendo protocolos como OSGi⁹² (Open Services Gateway initiative, iniciativa Pasarela para Servicios Abiertos) y OMA DM 1.1.2 (SyncML⁹³ DM). También integra una aplicación servidora de administración de dispositivos, software de base de datos DB2⁹⁴ y una consola de administración basada en web.

Los requerimientos hardware de esta solución implican mínimamente: procesador intel 600MHz, 1Gb de RAM, disco duro de 40Gb y unidad de CD-ROM.

4.6.7 Cliente de aprovisionamiento y administración de dispositivos

SYBASE XTNDAccess Device Management SDK⁹⁵: Es una herramienta que permite a los desarrolladores integrar el protocolo de administración de dispositivos dentro de un amplio rango de dispositivos integrados. Está diseñado para dispositivos cliente, tales como teléfonos celulares, computadores portátiles inalámbricos y PDAs, ésta herramienta SDK provee una completa colección portable de código fuente, incluyendo SyncML, APIs fáciles de utilizar con documentación comprensiva y ejemplos de aplicaciones, permitiendo a los desarrolladores reducir costos y tiempo de desarrollo.

XTNDAccess Device Management SDK integra entre otras:

- SyncML Device Management v1.1.2 de acuerdo a un cliente OMA Client Provisioning.
- Arquitectura abierta que permite la administración de un grupo ilimitado de tipos de objetos y tres tipos de estructuras
- Soporte de múltiples dispositivos. El cliente soporta administración por uno o más servidores de administración.
- Soporte de autenticación SyncML Basic y MD5⁹⁶ (Message-Digest Algorithm 5, Algoritmo de Resumen del Mensaje 5) como también de comprobación de integridad HMAC⁹⁷ (keyed-Hashing Message Authentication Code).

La Figura 28 muestra el diagrama detallado de red para la prestación del servicio PoC en una infraestructura de datos celular GPRS de 2.5G, la agrupación de algunos dispositivos está dada de acuerdo a la solución recomendada para PoC. La solución aquí descrita, permite la completa interoperabilidad de dispositivos y la prestación eficiente del servicio

⁹² OSGi: Plataforma de servicios basada en Java para la administración remota. Definida para múltiples servicios, entre ellos la administración de dispositivos.

⁹³ SyncML (Synchronization Markup Language, Lenguaje de Sincronización de Marcas): Es un protocolo de la familia de XML, utilizado para proveer sincronización remota para dispositivos móviles.

⁹⁴ DB2: Sistema de gestión de base de datos relacional de IBM.

⁹⁵ SYBASE XTNDAccess Device Management SDK en: <http://www.sybase.com/products/mobilesolutions/mobiledevicesdks/omadevicemanagement>

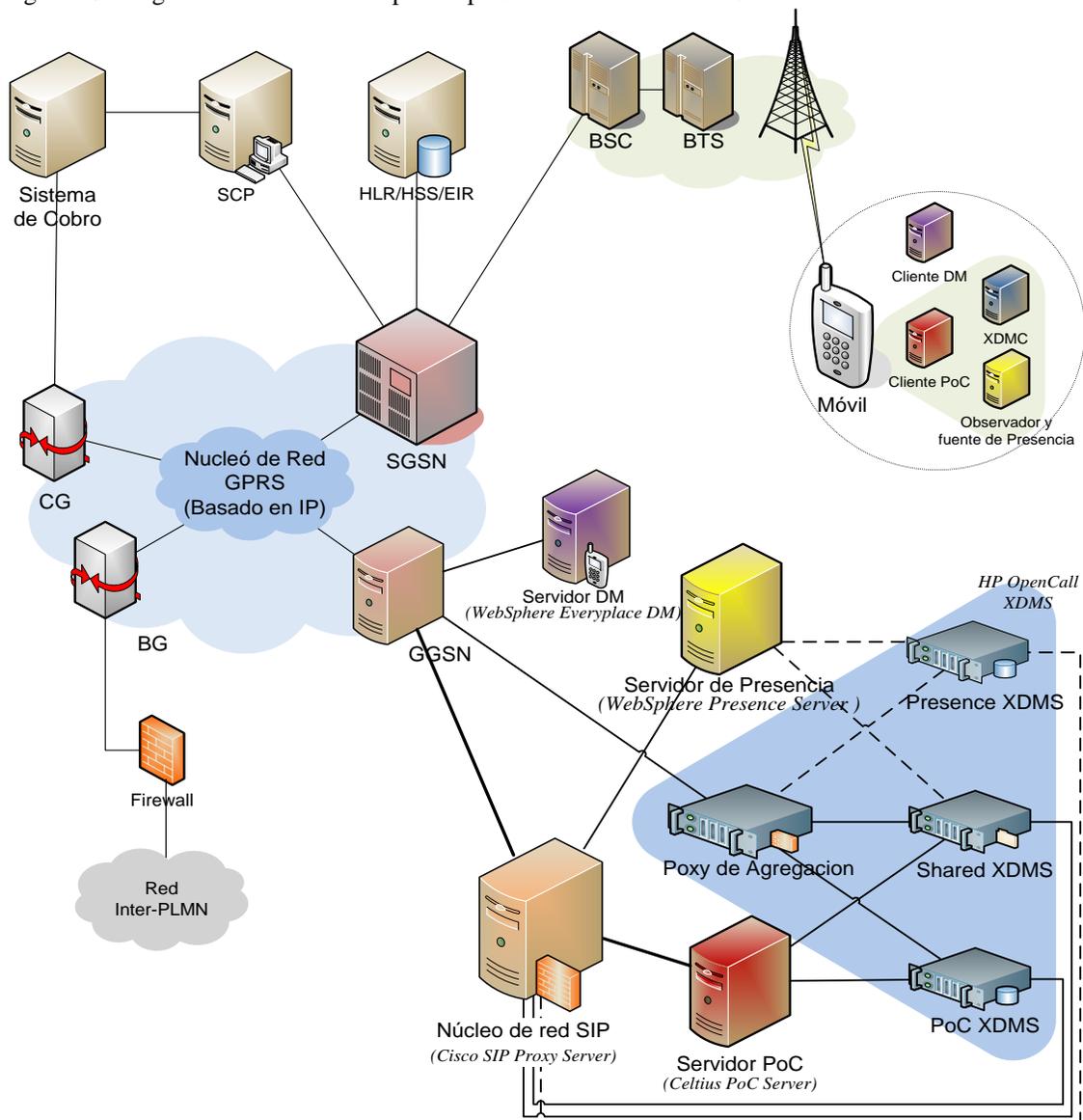
⁹⁶ MD5: Es un algoritmo de reducción criptográfico de 128 bits.

⁹⁷ HMAC: Es un tipo de mensaje código de autenticación MAC calculado utilizando funciones hash de criptografía en combinación con una clave secreta.

PoC, además de proporcionar la infraestructura para una fácil implementación de nuevos servicios IMS como el servicio de presencia y localización.

Una implementación del servicio PoC sobre una infraestructura celular GPRS con soporte de versiones más recientes del 3GPP como el Rel99, Rel5 o Rel6, o sobre una infraestructura EGPRS, no implica ninguna modificación en la implementación de la solución recomendada para PoC, en lugar de eso, permite dar soporte a perfiles de QoS adicionales que incrementan la eficiencia y seguridad del servicio, y el incremento del ancho de banda disponible, lo que puede disminuir el tiempo en que los paquetes viajan en la red.

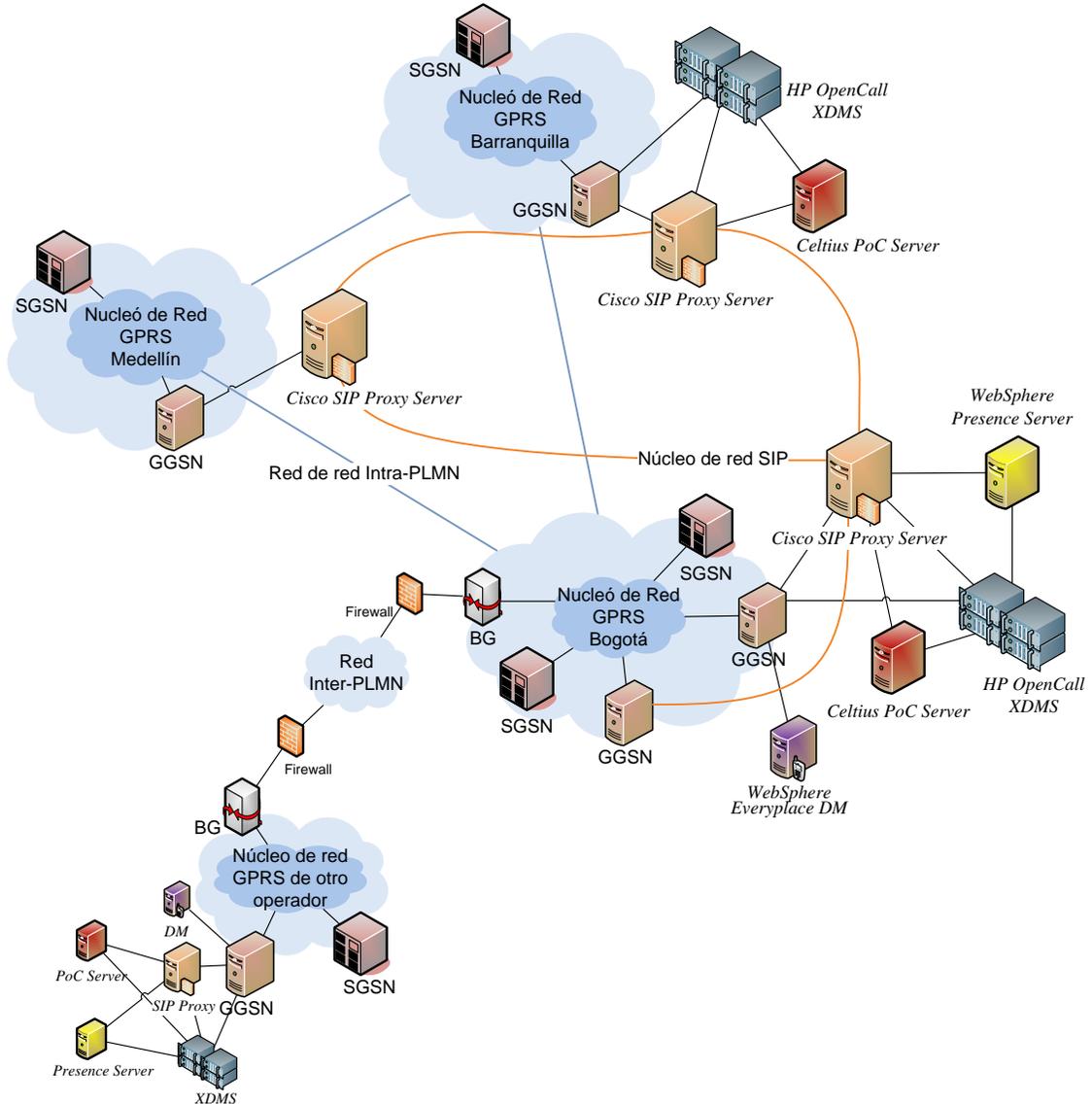
Figura 28: Diagrama detallado de red para la prestación del servicio PoC



4.7 DISTRIBUCIÓN RECOMENDADA DE LOS NODOS

En esta sección se describe cómo realizar la ubicación geográfica de los elementos de red, de acuerdo a la capacidad y disponibilidad que se requiera dar al sistema. La Figura 29 muestra la distribución recomendada de los elementos de red para prestar en servicio PoC de una manera óptima en la geografía colombiana.

Figura 29: Distribución de nodos para la prestación del servicio PoC en Colombia



Se ha tomado como punto de partida el supuesto de que el operador celular que pretende implementar el servicio PoC cuenta con cuatro nodos GPRS y GGSN en el país, distribuidos así: dos en la ciudad de Bogotá D.C., uno en Medellín y otro en Barranquilla, la disposición y cantidad de estos nodos GPRS se debe principalmente a la capacidad que

se desea dar al sistema para dar soporte a los servicios de datos, y en especial en las ciudades con mayor volumen de tráfico. Para permitir el acceso de todas las demás ciudades del país a la red GPRS, es necesario que el operador de red cuente con un sistema de interconexión apropiado entre los BSCs locales y alguno de los nodos SGSN disponibles.

El núcleo de red SIP estará distribuido en tres nodos, uno en la ciudad de Bogotá D.C. uno en Medellín y otro en Barranquilla. Dado que los nodos SIP a implementar tienen una capacidad de hasta 20000 registraciones y su plataforma hardware de hasta 1000 llamadas por segundo, se prevé que contarán con suficiente capacidad en una etapa inicial de implementación de servicios IMS, el operador puede elegir si utiliza más o menos nodos SIP, pero se recomienda disponer de tres nodos SIP con el objetivo de formar un núcleo de red SIP robusta que permita soportar la prestación de diversos servicios IMS. La topología en malla entre GGSNs y SIP Proxy Servers y entre los mismos SIP Proxy Servers permite contar con un sistema alternativo de enrutamiento de llamadas en caso de fallas, además de disminuir el tiempo de tránsito de los paquetes de voz que ahora podrán ser enviados por el núcleo de red SIP en lugar de la red Intra-PLMN, obteniéndose así una mejora del servicio y un aumento significativo en la disponibilidad del sistema.

Un nodo servidor de presencia en la ciudad de Bogotá D.C., permitirá administrar la información de presencia de PoC. El número de servidores de presencia puede ser incrementado por el operador de acuerdo a la necesidad de implementar nuevos servicios IMS. En caso de que otros nodos PoC como el de Barranquilla requieran información de presencia, esta será suministrada por el servidor de presencia a través del núcleo de red SIP.

El servidor de aprovisionamiento y administración de dispositivos es un elemento de red que otorga capacidades importantes al operador sobre los equipos terminales de sus usuarios, estas capacidades pueden facilitarle la incursión de nuevos servicios, pero actualmente no es una característica que los operadores de red deseen profundizar, por lo que, se recomienda el uso de solo un servidor de aprovisionamiento y administración de dispositivos, que aunque no sea suficiente para soportar el manejo de todos los dispositivos terminales que maneja un operador celular en Colombia, si puede dar soporte a todos los TE que cuentan con un cliente de aprovisionamiento OMA.

La distribución de los nodos servidor PoC será: uno en Bogotá y uno en Barranquilla, lo que permitirá manejar hasta 2000 suscripciones simultáneas, el incremento del número de servidores PoC puede realizarse fácilmente a medida que el servicio incursione en el mercado. Dada la topología utilizada para el núcleo de red SIP, es posible contar con protección ante fallas, así si por algún motivo uno de los dos servidores PoC queda fuera de servicio, las llamadas de dicha zona del país podrán redireccionarse al otro nodo PoC a través del núcleo de red SIP incrementando la disponibilidad del sistema.

Debido a que el Proxy de Agregación, el PoC XDMS, el Presence XDMS y el Shared XDMS se encuentran alojados en la misma plataforma hardware y a que éste elemento de red proporciona capacidades de manejo de documentos XML a múltiples servicios IMS, se

ubicarán dos nodos XDMS, uno en Bogotá, y otro en Barranquilla. La información almacenada en ambos XDMS estará sincronizada, permitiendo que cada nodo PoC acceda a la información del XDMS más cercano. El uso de dos XDMS permite incrementar la disponibilidad del sistema, ya que en caso de fallar alguno de los nodos XDMS, el otro podrá suplir sus funciones proporcionando acceso a los documentos XML por medio del núcleo de red Intra-PLMN, en cuyo caso el servidor PoC de la zona con fallas, hará las veces de XDMS para el XDMS que se encuentra activo en otro nodo de la Intra-PLMN.

La instalación, montaje y conexiones de cada uno de los componentes software y de las plataformas hardware que constituyen y dan soporte al servicio PoC, debe realizarse de acuerdo a la guía de instalación y recomendaciones propias distribuidas por cada proveedor, y están fuera de alcance de este documento.

4.8 PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA

De acuerdo a las características del escenario de red básico propuesto al inicio de este capítulo, las configuraciones que pueden darse a los parámetros de QoS están limitados a la versión 97/98 del 3GPP, la cual solamente soporta perfiles de QoS a nivel de cada contexto PDP. Así, los atributos de QoS: clase de precedencia, clase de retardo, clase de confiabilidad y clase de velocidad de transferencia de datos efectiva (throughput) deberán configurarse de manera óptima para cada contexto PDP, con el objetivo de disminuir los retardos en la transmisión de paquetes de voz o de información de señalización.

Para lograr un óptimo manejo de los perfiles de QoS, se recomienda establecer dos contextos PDP, el primero optimizado para tráfico RTP, proporcionando funciones de transporte de red extremo a extremo, para la transmisión de las ráfagas de voz y algunos mensajes de control (como los requeridos para iniciar una sesión uno-a-uno o la identificación de la parte hablante en llamadas de grupo). El segundo contexto PDP con un perfil de QoS best effort se utiliza para la señalización SIP y para el chat de texto entre miembros de un grupo. La utilización de estos dos contextos permite dar prioridad al tráfico de voz, permitiendo mejorar la prestación del servicio y utilizar más eficientemente los recursos del sistema.

Una descripción más detallada de las características y parámetros de las arquitecturas de QoS en cada una de las versiones del 3GPP/3GPP2 e IMS se encuentra en el ANEXO B.

Otro aspecto importante para disminuir los retardos en el establecimiento y durante una comunicación PoC (retardos STS y VDT), se basa en mantener los TBF de UL y de DL por algunos segundos, después de que es liberado el botón PTT. Este modo de operación conocido como cuasi-transmisión (en analogía a los sistemas trunking), permite principalmente agilizar el proceso de señalización durante el establecimiento de una sesión, aunque incrementa el uso de recursos del sistema, que es una de las principales ventajas de PoC; por lo cual debe tenerse especial precaución en su operación.

Ya que el servicio PoC permite realizar una negociación del codec a utilizar, y que el esquema de codificación es un parámetro dinámicamente variable según las condiciones radio de la zona donde se encuentren los participantes de la comunicación, la elección correcta en cuanto al número de muestras de voz por paquete IP a utilizar puede ser imprecisa, pero se recomienda mantener este parámetro en un rango entre 5 y 12, enfatizando en conservar los retardos por debajo del máximo permitido por el estándar OMA, sin dejar de lado el mantener una aceptable inteligibilidad de la voz, medida según un MOS igual a cuatro. Para esta configuración es recomendable basarse en la Figura 15 o en pruebas realizadas sobre la red celular local.

Como última instancia para el mejoramiento del sistema PoC es recomendable la implementación de un control dinámico del buffer para jitter en los clientes PoC, que permite disminuir significativamente la variación de los retardos de llegada de los paquetes de voz, logrando incrementar la comprensión de una conversación en curso.

5 SERVICIOS SOPORTADOS POR PoC Y DIFERENCIAS CON RADIO TRUNKING

5.1 SERVICIOS SOPORTADOS POR PoC

Como se mostró en el Capítulo 1, los servicios que puede brindar una plataforma de red con soporte a PoC, de acuerdo al estándar definido por OMA [18], son las llamadas comunicaciones “*directas*”, personales o grupales, exclusivamente de voz, las cuales pueden ofrecer diversas configuraciones para lograr diferentes tipos de servicios, como se mencionan en la siguiente sección.

De igual manera como sucedió con PoC, que en su momento fue solo una solución propietaria no estandarizada, sucede hoy con los servicios y tecnologías de comunicación *directa* posteriores a PoC denominados “Push-to”, éstas soluciones de ciertos fabricantes de infraestructura de red, han alcanzado un nivel superior al de PoC, proporcionando servicios de comunicaciones que permiten compartir imágenes, video e incluso información de noticias y compras “*e-commerce*” de forma *directa*, con servicios llamados Push-To-Experience ó Push-to-Share, los cuales llegarán a ser los servicios de la emergente red All-IP UMTS.

5.1.1 Servicios mínimos soportados por PoC

Los siguientes servicios son de tipo obligatorio según el estándar:

5.1.1.1 Registro y de-registro: Antes de utilizar el servicio PoC el UE del usuario deberá ejecutar el registro SIP con el núcleo de red SIP/IP de acuerdo a las reglas y procedimientos de [1] indicados para el soporte de la solicitud REGISTER en PoC. Después de un registro satisfactorio un usuario está habilitado para utilizar una dirección PoC “registrada” para originar y recibir comunicaciones PoC que incluyan sesiones o procedimientos que no incluyan sesiones.

El cliente PoC es el responsable de mantener el registro activo por medio del uso del procedimiento de renovación de registro. Si el cliente falla en la ejecución de la renovación de registro antes de que el tiempo de registro expire, el registro será terminado. El cliente está habilitado para terminar el registro en cualquier momento utilizando el procedimiento de de-registro.

5.1.1.2 Iniciación, adición y abandono de una sesión PoC: Este servicio y sus procedimientos se describieron en la sección 1.2.

5.1.1.3 Establecimiento de sesiones por-demanda: Una sesión por-demanda es un mecanismo de establecimiento de sesión en PoC en el cual permite que todos los parámetros de medios se negocien al momento de iniciar la sesión. El establecimiento de una sesión es el servicio base para el establecimiento de una comunicación de voz en PoC.

Los parámetros de medios de voz son información basada en SIP/SDP intercambiada entre el servidor y los clientes PoC que especifica características del medio de voz para el establecimiento de una sesión o cuando ésta ya existe, algunos de estos parámetros son:

- ✓ **Modo de codificación:** El cual es indicado en orden de prelación según se especifica en [36, 37, 38].
- ✓ **Ancho de banda:** Este parámetro indica la máxima velocidad de transmisión de datos soportada por el cliente para la sesión, según se especifica en [36].
- ✓ **ptime y maxptime:** Especifican la duración recomendada de tiempo en milisegundos que representa la voz encapsulada en el paquete IP. Estos parámetros son especificados en [39, 37, 38].

5.1.1.4 Manejo de sesiones PoC para comunicaciones 1-1, grupos predefinidos, grupos de chat y grupos Ad-hc: Estos servicios y sus procedimientos se describieron en la sección 1.1.

5.1.1.5 Recepción de alertas personales instantáneas: Este servicio y sus procedimientos se describieron en la sección 1.1.1.

5.1.1.6 Excluir sesiones entrantes: Este servicio permite a un usuario configurar su terminal para no recibir sesiones entrantes, y a la vez mantenerse conectado al servicio PoC, de esta manera los demás usuarios verán a este contacto como ocupado. Este procedimiento ocurre si el usuario ha configurado en forma activa el ISB (Incoming Session Barring, Excluir Sesiones Entrantes), entonces el servidor PoC que ejecuta las funciones de participación del usuario invitado no enviará las invitaciones de sesiones entrantes recibidas a este cliente y enviará un mensaje “ocupado-busy” en respuesta hacia el usuario invitante.

5.1.1.7 Modos de contestación: Este servicio y sus procedimientos se describieron en la sección 1.1.

5.1.1.8 Configuración de atributos: El cliente PoC controla las siguientes configuraciones de los servicios PoC por medio del punto de referencia POC-1 (Ver Figura 4):

- ✓ **Modo de respuesta:** El servidor en la red PoC local almacena la configuración del modo de respuesta provisto por el UE para el usuario. El UE permite al usuario cambiar la configuración del modo de respuesta, este valor es tomado en cuenta por el servidor para todas las invitaciones de sesiones entrantes a dicho cliente. Los modos de respuesta posibles son: automático y manual como se describió en la sección 1.1.

- ✓ **Excluir sesiones entrantes ISB** (Incoming Session Barring): Para ejecutar las funciones del ISB, como se mencionó en la sección 5.1.1.6, el servidor PoC de la red local almacena la configuración del ISB provista por el UE para el usuario PoC. El UE permite al usuario cambiar la configuración del ISB. Los posibles valores que puede tomar el ISB son: activo o inactivo. Si el valor ISB es activo, el servidor PoC rechazará todas las invitaciones entrantes para el usuario.
- ✓ **Excluir alertas personales instantáneas IAB** (Incoming Alert Barring): Esta configuración de atributos solo es aplicable cuando se cuenta con el servicio opcional de “Excluir la entrada de alertas personales instantáneas, ver sección 5.1.2.7”. Si la red soporta el servicio opcional IAB, el servidor PoC de la red local almacena la configuración IAB provista por el UE para el usuario PoC. Si el UE soporta IAB éste permitirá al usuario cambiar la configuración del IAB. Los posibles valores que puede tomar el IAB son: activo o inactivo. Si el valor IAB es activo el servidor PoC rechazará todas las alertas instantáneas personales entrantes para el usuario.
- ✓ **Soporte de simultáneas sesiones PoC SSS** (Simultaneous Sessions Support): Esta configuración de atributos solo es aplicable cuando se cuenta con el servicio opcional de “Soporte de Sesiones Simultáneas”. Si la red soporta el servicio opcional SSS, el servidor PoC de la red propia almacena la configuración SSS provista por el UE para el usuario PoC. Si el UE soporta simultáneas sesiones, éste indica la configuración SSS a la red propia. Los posibles valores que puede tomar el SSS son: activo o inactivo. Se debe tomar en cuenta que si alguna sesión está en curso, los nuevos valores configurados para el SSS no tomarán efecto inmediatamente.

5.1.2 Servicios PoC opcionales

Los siguientes servicios son de tipo opcional:

5.1.2.1 Aviso de grupo: Este servicio es utilizado para informar a los miembros de un grupo acerca de la existencia y la suscripción de un grupo. El aviso de grupo es una característica que extiende la funcionalidad de los servicios básicos, con un modo adicional de comunicación para proveer información operacional relacionada al grupo. Un cliente PoC puede ser habilitado para enviar información de *aviso de grupo* a un único usuario, a una lista de usuarios o a todos los miembros de un grupo PoC.

El servidor de control puede soportar la entrega de mensajes de *aviso de grupo* a todos los miembros de un grupo PoC y aplicar las reglas de autorización para que sean permitidos el envío de estos mensajes, las posibles reglas de autorización son:

- ✓ Únicamente al propietario del grupo le es permitido el envío de información de *aviso de grupo* a todos los miembros del grupo.

- ✓ A todos los miembros del grupo les es permitido el envío de mensajes de *aviso de grupo* a todos los miembros del grupo.

El servidor de participación provee el Control de Acceso para el envío de información de *aviso de grupo* al usuario PoC.

5.1.2.2 Establecimiento de sesión predefinida: Una sesión predefinida provee el mecanismo para negociar los parámetros de medios de voz como direcciones IP, puertos y codecs, que son utilizados por los medios de voz y los mensajes TBC entre el cliente y el servidor local. Este mecanismo permite al cliente invitar a otro usuario o recibir sesiones PoC sin negociar de nuevo los parámetros de medios de voz. El establecimiento de una sesión es el servicio base para el establecimiento de una comunicación de voz en PoC y en el caso particular de una sesión predefinida, ésta agiliza el proceso de comunicación. El establecimiento de una comunicación PoC puede realizarse de dos maneras:

- ✓ Realizado con anterioridad el establecimiento de una sesión predefinida (la sesión se establece mucho más rápido), ó
- ✓ Sin haber realizado ningún proceso con anterioridad, es decir la comunicación se establece por medio de una sesión *por-demanda*.

5.1.2.3 Manejo de sesiones simultáneas PoC: Este servicio permite a un usuario PoC participar en diferentes sesiones de voz simultáneamente. Un cliente y un servidor PoC pueden ser capaces de manejar sesiones simultáneas PoC. Los clientes que soporten sesiones simultáneas PoC pueden verse involucrados en sesiones simultáneas PoC por la invitación, adición o aceptación de más de una sesión PoC, si el manejo de sesiones simultáneas es soportado por el servidor PoC local. El cliente será alertado si el servidor local soporta sesiones simultáneas por medio de la interfaz AD-1 (Ver Figura 4), si el servidor local no soporta esta característica, entonces:

- ✓ El cliente PoC no iniciará sesiones PoC mientras se encuentre involucrado en una sesión existente.
- ✓ El cliente PoC, cuando reciba una invitación de sesión PoC mientras se encuentra involucrado en otra sesión, deberá abandonar la sesión en curso y aceptar la nueva o cancelar la nueva invitación.

El UE deberá indicar al servidor local, si el cliente soporta sesiones simultáneas. Si el servidor PoC invita a un cliente que no soporte esta característica a una nueva sesión, cuando el cliente esté involucrado en otra sesión, el cliente deberá abandonar la sesión en curso y aceptar la nueva o cancelar la nueva invitación.

Cada una de las sesiones simultáneas tiene su propia sesión SIP, TBC y canal de medios de voz establecidos entre el cliente y el servidor PoC.

El cliente con capacidades de sesiones simultáneas, será habilitado para seleccionar la prioridad de la sesión entre dos niveles de prioridad (primario y secundario). Al menos una

sesión debe ser primaria y el resto de las sesiones secundarias. La prioridad de la sesión es utilizada por el servidor local para filtrar los medios de voz RTP a ser enviados al cliente. Será posible también el cambio de prioridad mientras el cliente se encuentre enganchado a múltiples sesiones. El almacenamiento de la configuración de prioridad se realiza en el servidor local.

Adicionalmente el cliente puede bloquearse o desbloquearse a sí mismo en una sesión seleccionada. Esta información de bloqueo puede ser enviada al servidor de participación de forma similar a la de prioridad. Cuando el cliente PoC está bloqueado a una sesión, entonces el servidor de participación no enviará Talk Burst de cualquier otra sesión al cliente hasta que éste se haya desbloqueado o cuando la sesión haya finalizado.

5.1.2.4 Identificación del hablante: Este servicio permite proveer la dirección PoC y el nickname del participante a quien le ha sido concedido el Talk Burst a todos los participantes escuchas en dicha sesión PoC, para tal caso, el servidor deberá soportar *identificación del hablante*. En caso de que existan direcciones restringidas estas deberán considerarse de acuerdo a las políticas de privacidad existentes.

5.1.2.5 Listas de espera: El servicio de lista de espera permite a los usuarios de una sesión realizar solicitudes del Talk Burst aun cuando otro usuario ya tenga el Talk Burst, de forma tal que estas solicitudes sean puestas en una lista de acuerdo con el orden en que llegaron las solicitudes y al orden de prioridad establecido (en caso de haberlo).

El mensaje de solicitud del Talk Burst con opción de lista de espera puede incluir un valor de estampa de tiempo, el cual sirve para indicar cuándo un mensaje de solicitud fue enviado, así con esta estampa de tiempo el servidor podrá ubicar las solicitudes en la lista de acuerdo al orden específico en que se realizaron y puede también utilizar este valor para sacar de la lista de espera las solicitudes que permanezcan demasiado tiempo en ella, sin ser atendidas.

Los valores máximos de permanencia en la lista de espera, así como también el tamaño de la lista, están determinados por el operador de red del servicio PoC.

5.1.2.6 Manejo de cronómetros: El servicio PoC puede manejar diversos cronómetros para cumplir diferentes funcionalidades, algunos de los más importantes son [8]:

- ✓ T2 ‘Stop talking timer’: Determina el tiempo máximo durante el cual puede hablar el usuario que tiene el Talk Burst, este valor es configurable por el operador de red y por defecto es de 30 segundos.
- ✓ T4 ‘Inactivity timer’: Establece el tiempo máximo de inactividad en una sesión, después del cual el servidor termina autónomamente la sesión. Es configurable y puede ser diferente para los distintos tipos de sesiones. Por defecto es de 30 segundos.

- ✓ T7 ‘Talk Burst Idle timer’: Es el tiempo entre envíos sucesivos del mensaje de Talk Burst Idle. Es configurable y su valor por defecto corresponde a la serie de Fibonacci (1, 1, 2, 3, 5, 8, 12, 21, 34, etc.) segundos.

5.1.2.7 Excluir la entrada de alertas personales instantáneas: Este servicio permite a un usuario A configurar su terminal para no recibir alertas personales instantáneas (IAB), y al mismo tiempo permanecer conectado al servicio PoC, de esta manera los demás usuarios verán a este contacto como ocupado. Este procedimiento ocurre si el usuario ha configurado el atributo IAB como activo (ver 5.1.1.8). Para este procedimiento, el servidor PoC que ejecuta las funciones de participación del usuario A no enviará alertas personales instantáneas al UE de A y enviará un mensaje “ocupado- busy” en respuesta hacia el usuario que envió la alerta.

5.1.3 Servicios posteriores a PoC

Han sido diversas empresas las que ya han incursionado en el mercado de las tecnologías Push-to, las cuales llevan a otro nivel el concepto de utilizar portadoras de datos en dispositivos móviles para la transmisión de servicios multimedia como voz, imágenes, video y *m-commerce*. Este tipo de soluciones PTX (Push-to-Experience) ó Push-to-Share están siendo aún investigadas y se espera generen el primer paso para que se de inicio a los procesos de estandarización.

Los servicios Push-to más conocidos en el mercado son:

- ✓ **PTV (Push-to View, Presione para Ver):** Fue inicialmente Motorola Inc. quien en el 3GSM World Congress Francia 2005 anunció que desarrollaría una solución completa Push-to View sobre dispositivos móviles GSM PoC. Con Push-to-View, el primero en la familia de aplicaciones “Push-to-Share”, el cliente podrá ver el estado de presencia de sus contactos y espontáneamente compartir, rápida y fácilmente imágenes capturadas en su móvil. Así los suscriptores PoC tendrán la posibilidad de enviar voz o mensajes de imagen con solo presionar un botón.

Un desafío importante en el desarrollo de Push-to-View es asegurar que la transmisión del archivo imagen (fotografía) en un entorno PoC sea completado sin errores, para lo cual, el uso de tecnologías comunes de softswitching⁹⁸ (suficientes para el transporte de flujos de voz), simplemente no proveerán la confiabilidad necesaria para compartir imágenes. En orden de satisfacer a cabalidad la transferencia de archivos de imágenes en una red PoC, es requerido un nuevo método inteligente de transferencia de archivos para administrar la confiable transmisión de éstos mientras hay fluidez de audio. Esta solución, aún en investigación, deberá tener un mínimo impacto sobre la infraestructura de red PoC existente.

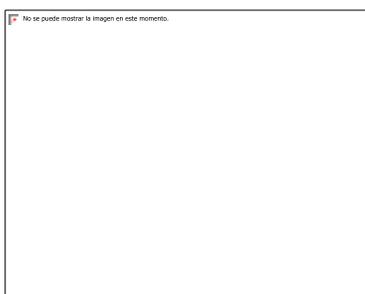
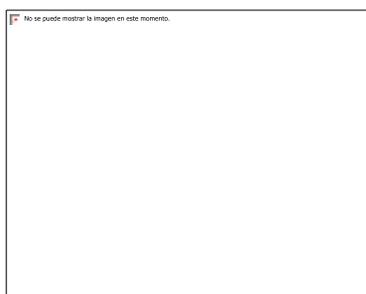
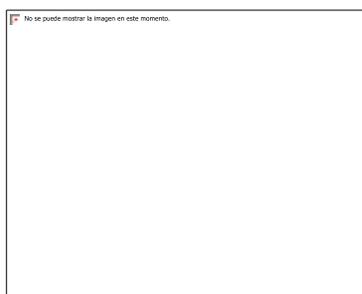
⁹⁸ Softswitching (Conmutación por Software): En una central de VoIP o de paquetes, el softswitching es el proceso que se lleva a cabo para interconectar una línea con otra, por medio de un software que se ejecuta en una plataforma computacional.

La visión de Motorola para PTX incluye además de Push-to-View:

- ✓ **Push-to-Video:** Que habilitará al usuario para compartir flujos de video o clips con sus compañeros.
- ✓ **Push-to-Email:** Para aquellos que quieren dejar mensajes de voz, P-to-Email permitirá que con solo presionar un botón se envíe un email con voz adjunta.
- ✓ **Push-To-Find:** Que hará uso de las ventajas de la tecnología GPS (Global Positioning System, Sistema de Posicionamiento Global) para ofrecer con solo un botón el servicio de obtener y compartir la ubicación, y.
- ✓ **Push-to-Ask:** Para con solo una tecla tener acceso a noticias e información utilizando respuestas de voz.

La Figura 30 muestra las perspectivas en el hoy, mañana y en el futuro que tiene Motorola hacia las comunicaciones móviles enfocadas hacia los servicios Push-to-eXperience.

Figura 30: Visión de Motorola hacia PTX

HOY	MAÑANA	FUTURO
<p>Uno-a-Uno “Voz-Plus” Enmarca una mejorada experiencia de comunicación Uno-a-Uno.</p>	<p>Enriquecidos medios de comunicación Permite comunicación a través múltiples tipos de medios, en cualquier lugar.</p>	<p>Experiencia Compartida Amplía la experiencia social a través de la interacción de grupos con enriquecidos medios de comunicación.</p>
		

Es claro que la entrega de un óptimo servicio y el total potencial de PTX será alcanzado al disponer de redes basadas en IMS con gran ancho de banda, como UMTS, WiMAX⁹⁹ (Worldwide Interoperability for Microwave Access, Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas) o HSDPA¹⁰⁰ (High Speed Downlink Packet Access, Acceso a Paquetes a Alta Velocidad en el Downlink); hoy sin embargo, con la prevalencia de redes 2.5G, los usuarios pueden disfrutar de los beneficios de las soluciones Motorola con su familia de productos Push-to-X como el móvil v557p con capacidades PoC y PTV.

⁹⁹ WiMAX: Es un estándar de transmisión inalámbrica de datos (802.16d) diseñado para ser utilizado en el área metropolitana, proporcionando accesos concurrentes en áreas de hasta 48 km de radio y a velocidades de hasta 70 Mbps, utilizando tecnología portátil LMDS (Local Multi-point Distribution System, Sistema de Distribución Multipunto Local).

¹⁰⁰ HSDPA: Es la optimización espectral de la tecnología UMTS/WCDMA, incluida en las especificaciones de 3GPP Release 5 y consiste en un nuevo canal compartido en el enlace DL que mejora significativamente la capacidad máxima de transferencia de información hasta alcanzar tasas de 14 Mbps. Soporta velocidades efectivas (throughput) promedio cercanas a 1 Mbps.

Alcatel también ha incursionado en el mercado Push-to y ha lanzado su nueva línea de productos 5350 con soporte para PTX. El móvil Alcatel 5350 Push-to-X provee alta calidad de voz e interacción de video sobre redes 2.5-3G en entornos IMS o no-IMS con reducidas latencias, el 5350 incluye Push-to Share, PoC de acuerdo a OMA [18] y Push-to-Show para multidifusión de video en vivo sobre IP. Para el soporte de estos servicios también se ha desarrollado el Alcatel 5350 IMS Application Server, Alcatel 5350 Presence Server, Alcatel 5350 XDMS y el Alcatel 5350 Client Software, que hacen posible la implementación de estos nuevos servicios, además de que brindan la oportunidad de crear otros nuevos, con herramientas de desarrollo en Java, permitiendo que la convergencia sea una realidad para los dispositivos móviles y fijos.

Otro importante desarrollo en los servicios multimedia sobre redes GSM de tipo Push-to se está llevando a cabo por la Comisión Europea en el marco del programa “Tecnologías de la Sociedad de la Información” denominado proyecto SHARE (Mobile Support for Rescue Forces, Integrating Multiple Modes of Interaction, Soporte Móvil para Grupos de Rescate, Integrando Múltiples Modos de Interacción) [40], el cual inició desde noviembre de 2005 y tendrá una duración de 3 años con un costo total estimado de 4.8 millones de euros.

El proyecto SHARE desarrolla un novedoso servicio móvil “Push-to-Share” que proveerá comunicaciones críticas multimodales para el soporte de grupos de emergencias en el transcurso de operaciones de rescate y gestión de desastres, permitiendo comunicarse natural y bi-direccionalmente, compartiendo información multimodal como audio, video, texto, gráficas e información de localización. Este servicio estará basado en una nueva arquitectura móvil llamada Push-to-Share/Push-to-Talk, estas comunicaciones son administradas utilizando SIP para el control de flujo de VoIP y métodos de codificación AMR, todo esto integrado sobre una infraestructura de comunicaciones basada en 2.5-3G (UMTS y Trunking) y redes móviles WLAN (Wireless Local Area Network, Red de Area Local Inalámbrica).

5.2 DEFINICIÓN DEL SISTEMA RADIO TRUNKING

Es un sistema de radiocomunicaciones utilizado para maximizar la capacidad disponible en un sistema de comunicaciones de voz basado en radio de dos vías, asignando dinámicamente a un grupo de usuarios un canal de comunicaciones compartido, en lugar de tener la misma frecuencia de radio dedicada todo el tiempo a todos los usuarios en una misma zona.

En el procedimiento para una comunicación trunking, los equipos de radio de los usuarios envían paquetes de datos a un controlador de red utilizando un canal de control con una frecuencia dedicada, solicitando la comunicación con un grupo específico. El controlador envía una señal digital a todos los radios que pertenecen al grupo, para que éstos automáticamente conmuten a la frecuencia indicada por el sistema para el monitoreo de la transmisión; durante las pausas de una conversación y después de que el usuario haya

terminado de hablar, éste retornará el control del canal de voz, permitiendo que los canales queden disponibles para otros usuarios.

Esta configuración de trunking permite a múltiples grupos de usuarios compartir un pequeño grupo de canales radio sin presentar interferencia. El sistema de radio trunking difiere de los sistemas de radio convencionales en que éstos últimos utilizan un canal dedicado (frecuencia) para cada grupo individual de usuarios mientras que trunking utiliza un grupo de canales que están disponibles para muchos grupos de usuarios diferentes. Trunking toma ventaja de que es muy baja la probabilidad de que en un grupo dado de usuarios, todos requieran acceder al canal al mismo tiempo, lo que implica un uso eficiente de los canales existentes.

Trunking desde sus inicios, ha sido un sistema de radiocomunicaciones móviles para aplicaciones privadas, por lo que las soluciones que se encuentran para este tipo de comunicaciones son de tipo propietario. Algunos proveedores de servicios públicos trunking utilizan también alguno de estos sistemas radio como iDEN como es el caso de Avantel en Colombia.

Algunas referencias de sistemas radio trunking son:

- Ericsson GE
 - ✓ EDACS Provoice
 - ✓ EDACS
 - ✓ GE Mark V
- Logic Trunked Radio
 - ✓ LTR Standard
 - ✓ LTR Passport
 - ✓ LTR Standard and Passport
 - ✓ LTR MultiNet
 - ✓ LTR-Net
- Motorola
 - ✓ Type I
 - ✓ Type II
 - ✓ Type Iii Hybrid
 - ✓ Type II SmartZone
 - ✓ Type II SmartZone OmniLink
 - ✓ iDEN (integrated Digital Enhanced Network, Red Mejorada Digital integrada)
- MPT-1327 (Trunking analógico)
- OpenSky
- APCO Project 25
- SmarTrunk
- TETRA
- TETRAPOL

La demanda creciente de características avanzadas y servicios basados en datos han impulsado la evolución de los viejos sistemas trunking analógicos a tecnologías sofisticadas más eficientes espectralmente utilizando modulación digital, como es el caso del sistema de radio trunking más popular en la actualidad (iDEN) de Motorola.

La tecnología digital provee ampliamente mayor calidad y seguridad, permitiendo el soporte de características adicionales que los sistemas analógicos no pueden lograr, facilitando el manejo de altos volúmenes de información, además de corroborar la transferencia segura de información por medio del uso de potentes algoritmos de encriptación.

✓ **Requerimientos de un sistema trunking**

Dado que las comunicaciones trunking fueron pensadas para soportar servicios de alta confiabilidad y seguridad como grupos de rescate y emergencias, los principales requerimientos del servicio trunking son:

- Funcionalidad especial en los dispositivos móviles para llevar a cabo comunicaciones grupales, manejo dinámico de grupos de llamadas incluyendo seguridad, soporte de prioridades y llamadas de emergencia.
- Tiempos de respuesta para el establecimiento de una llamada de voz que estén en el rango de 0.3 a 1 segundo, con 0.5 segundos en la mayoría de los casos en todo el área de cobertura.
- Acceso radio transparente en toda el área de servicio, incluyendo garantía de cobertura en condiciones excepcionales del sistema.
- Capacidad incidente: Altos requerimientos de capacidad son requeridos durante la mayoría de sucesos graves como accidentes o desastres, en la cual la capacidad del sistema será garantizada para los rescates y procedimientos de ejecución de fuerzas especiales.
- Alta calidad de voz que le permita al receptor reconocer quién está hablando aun en condiciones de excesivo ruido.

Teniendo en cuenta la seguridad pública y operaciones de seguridad, estos requerimientos son preferiblemente obligatorios para todas las redes que implementen servicios trunking.

5.3 DIFERENCIAS DE PoC CON RADIO TRUNKING

Los servicios de voz PTT (inicialmente exclusivos de los sistemas de radiocomunicación convencional y radio trunking) han ido incorporándose al portafolio de productos y servicios de los proveedores y operadores celulares alrededor del mundo. Estos servicios, denominados PoC (Push-to-Talk over Cellular), posibilitan a los suscriptores la creación o el acceso a grupos de llamadas para el establecimiento de comunicaciones de voz dentro de éstos grupos, con solo la presión del botón PTT.

Según la definición de un sistema trunking, se observa una gran similitud del sistema PoC con éstos sistemas, respecto a su metodología de funcionamiento PTT, debido principalmente a que los servicios trunking se concibieron desde sus orígenes con el propósito de soportar este tipo de comunicaciones y podría decirse que aunque PoC utiliza una infraestructura diferente y unos procesos de señalización específicos a las redes IP, el principio de comunicación es en esencia el mismo.

Técnicamente hablando, los servicios PoC son soportados en redes de datos celulares GPRS o CDMA, haciendo uso de la tecnología de VoIP y los protocolos de la IETF, SIP y RTP, para transmitir paquetes de voz desde una fuente a múltiples receptores, mientras que los servicios de radio trunking se soportan sobre una infraestructura radio privada con métodos de acceso, y técnicas de asignación del canal específicas a cada sistema trunking que no tienen nada que ver con un sistema celular o PCS.

5.3.1 Cobertura radio

Es poco probable que las redes celulares actuales 2.5G y de próxima generación 3G (GPRS, EDGE y WCDMA¹⁰¹) sean diseñadas para proveer cobertura radio 100% desde sus fases iniciales de planeación del sistema, para esto, es mejor que la cobertura sea gradualmente incrementada como un proceso de evolución basado en las necesidades del mercado.

Eventualmente la cobertura radio podría llegar al 100% al menos en las ciudades densamente pobladas, sin embargo, se destaca que alcanzar cobertura global con frecuencias de 900 o 1800 MHz para la telefonía celular móvil es una implementación bastante costosa y difícil de lograr debido a las altas pérdidas en propagación por espacio libre en comparación con las implementaciones del sistema trunking a 400MHz.

Es importante notar que aunque las pérdidas de propagación presentadas en las redes celulares son mayores a las de los sistemas trunking, actualmente las áreas de cobertura y la penetración de los sistemas celulares móviles superan en un alto margen las de los sistemas trunking en América Latina especialmente en Colombia.

5.3.2 Protección frente a fallas

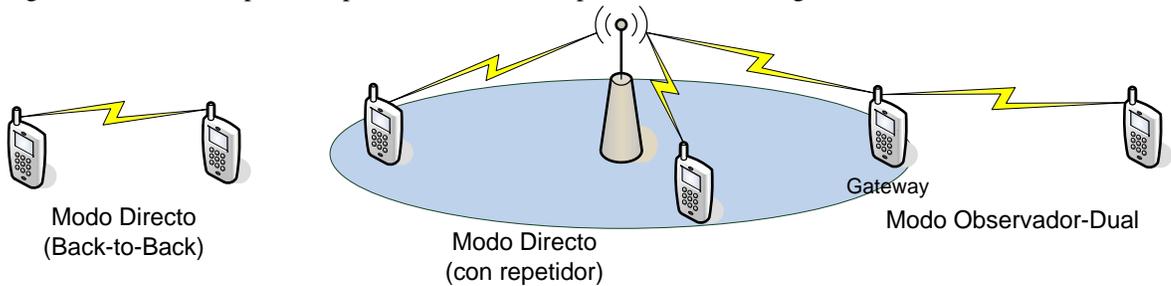
Las tecnologías trunking tienen configuraciones especiales para proveer cobertura radio básica aún en situaciones de fallas de la red, como es: DMO (Direct Mode Operation, Modo Directo de Operación) en modo espalda con espalda (back to back) o con repetidor y DM-DW (Dual-Watch Mode, Modo de operación Observación-Dual). La Figura 31 muestra los modos de operación trunking en condiciones excepcionales.

¹⁰¹ WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access, Acceso Múltiple de Banda Ancha por División de Código): Tecnología móvil inalámbrica de 3G que aumenta las tasas de transmisión de datos de los sistemas GSM utilizando la interfaz aérea CDMA en lugar de TDMA (Time Division Multiple Access, Acceso Múltiple por División de Tiempo). W-CDMA es la conexión 3G para GSM, mientras que EV-DO (Evolution-Data Optimized, Evolucion Optimizada a Datos) lo es para CDMA.

- *Modo de Operación Directa (DMO)*

DMO habilita una comunicación directa entre dos o más terminales sin utilizar la infraestructura de red SwMI (Switching and Management Infrastructure, Infraestructura de Conmutación y Administración). La forma simple de ver el DMO es una comunicación de dos vías entre dos o más MS, espalda con espalda (back to back). También por medio del uso de un repetidor para DM-REP (Direct Mode Repeater –Modo Directo con Repetidor), es posible la extensión del área de cobertura sobre la cual los terminales podrán comunicarse.

Figura 31. Modos de operación para condiciones excepcionales en trunking



- *Modo de operación Observación-Dual (DM-DW)*

En el DM-DW, las estaciones móviles pueden monitorear periódicamente ambas llamadas direccionadas a este. Los terminales en DM-DW también pueden ser conectados al sistema trunking por medio de una estación móvil operando como Gateway (pasarela). Las terminales Gateway proveen extensión de cobertura y comunicación con la red trunking.

Los sistemas celulares no poseen la capacidad de comunicarse por si solos entre terminales móviles (modo directo), en lugar de ello, es necesario la participación de toda una gran infraestructura de red para el establecimiento de una comunicación, por lo que respecto a robustez del sistema, trunking posee mejores características.

5.3.3 Asignación del canal

Trunking es una forma eficiente de hacer uso del espectro radioeléctrico por la disposición de todos los canales en un solo grupo y por el método de asignación de canales a los usuarios al inicio de una llamada. En caso de congestión, durante una hora pico, los usuarios son puestos en una lista de espera y atendidos tan pronto como algún canal sea liberado basados en el modelo “FIFO First In – First Out, primero que llega – primero servido” o dependiendo de los diferentes esquemas de prioridad establecidos.

En el sistema PoC la disposición de los canales de radio es similar a la de trunking, pero debe tenerse en cuenta que en PoC los canales están sujetos a las reglas que establezca el operador de red, debido principalmente a que aquí los canales de datos para PoC son los mismos canales utilizados por las llamadas de CS de GSM, por lo cual, el operador puede decidir el porcentaje de canales a asignar para las comunicaciones de voz (llamadas CS) y de datos (llamadas PoC), o permitir que ésta asignación se realice dinámicamente, de

acuerdo a cierta prioridad o libremente según el requerimiento de cada servicio. El método de asignación del canal por actividad de la voz utilizado por trunking es el mismo en PoC, ya que ésta es la esencia del servicio PTT.

Así como en PoC pueden variarse parámetros para que el establecimiento de una comunicación o la transmisión de los flujos de medios de voz sea más rápida, también en trunking pueden variarse los modos de operación de acuerdo a los requerimientos de la llamada o a la disponibilidad de los recursos radio.

Son conocidos tres métodos de operación trunking:

- ✓ Message trunking (Mensaje trunking): El canal de radio es asignado por toda la duración de la conversación. Similar a una llamada convencional de CS ya que no hay optimización de los recursos. PoC no utiliza esta funcionalidad.
- ✓ Transmission trunking (Transmisión trunking): El canal en uso es automáticamente liberado tan pronto como el usuario suelta su botón PTT, es el modo de operación normal de PTT tanto para PoC como para trunking, en este modo la optimización de los recursos es máxima, pero puede conllevar a mayores retardos.
- ✓ Quasi-transmission trunking (Cuasi-transmisión trunking): Similar a *transmission trunking* pero después de liberarse el botón PTT hay un “tiempo de guarda” en el repetidor en donde otro miembro del grupo puede responder en el mismo canal de radio antes de que el canal sea liberado. En PoC sucede un procedimiento similar aunque este se basa en mantener establecido el TBF durante un tiempo específico entre el móvil y la estación base para el envío y recepción de paquetes, ya que éste es un retardo considerable en PoC, facilitando que el flujo de los continuos mensajes de señalización se realice más rápidamente.

La selección del método de operación en trunking y la configuración del TBF en PoC dependen del propósito del operador de red para: La optimización del uso de los recursos, minimizar el tiempo de acceso, minimizar la pérdida de llamadas, u otras características. En trunking estos métodos afectan únicamente la asignación de los canales de tráfico por la estación base, la MS no percibe ninguna diferencia entre las diferentes estrategias, simplemente hace los cambios de canal como lo indique la infraestructura de red.

5.3.4 Capacidad de tráfico y de acceso

Los actuales estándares de radio celular GSM no soportan transmisiones multidifusión en el protocolo de radio, de manera que en una llamada grupal PoC se reservara un *intervalo de tiempo* (slot-time) dedicado o su recurso equivalente (de acuerdo al códec y esquema de codificación utilizado) por cada miembro del grupo, aun cuando éstos se encuentren registrados en la misma radio celda. En otras palabras esto implica que aunque el mensaje a transmitir sea el mismo para todos escuchas del grupo, se ocupara un *intervalo de tiempo* para transmitirle dicho mensaje a cada miembro, ocasionando así el uso ineficiente de los recursos radio. Esta característica no tiene implicaciones cuando cada miembro del grupo se encuentra en diferentes celdas de radio.

Este modo de operación también tiene otra consecuencia: como los paquetes de voz son transmitidos individualmente a cada miembro del grupo sobre una red BE (Best Effort, Mejor Esfuerzo), algunos miembros del grupo pueden recibir los paquetes de voz más rápidamente que otros, dependiendo de la carga del sistema, lo que conlleva a la distorsión del sentido de la conversación.

En las redes celulares urbanas que utilizan pequeñas celdas, las tecnologías trunking toman ventaja de que solamente requieren un único canal de radio por grupo de llamada, en cada una de las radio celdas, permitiendo así muchas llamadas grupales simultáneas.

La congestión del canal en PoC sucede con mayor frecuencia en redes rurales, ya que estas son diseñadas para soportar un número limitado de usuarios, lo que conlleva a restricciones en la disponibilidad del servicio para soporte de comunicaciones de emergencia.

Así, trunking presenta una mayor capacidad de tráfico y de acceso respecto a los servicios PoC, sin embargo se espera que con las nuevas investigaciones del 3GPP se cuente prontamente con métodos de acceso multidifusión que permitan competir a un mayor nivel con los sistemas trunking.

5.3.5 Tiempos de respuesta

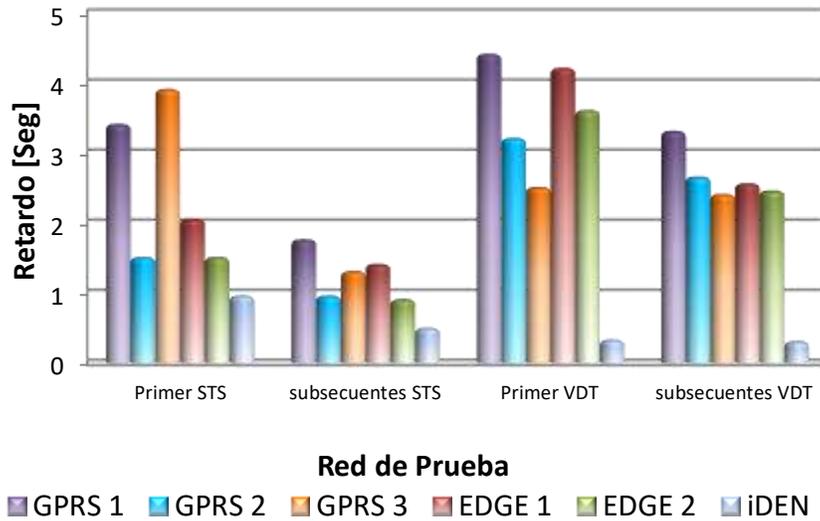
Las comunicaciones tipo trunking tienen requerimientos de tiempos de establecimiento de llamada medidos en fracciones de segundos, requerimiento que actualmente es soportado a cabalidad por los sistemas más comúnmente utilizados como iDEN.

En la Figura 32 se observa una comparación de los retardos presentados en iDEN respecto a los sistemas PoC en redes GPRS y EDGE para los valores STS y VDT (ver sección 3.1.2) respecto a la comparación realizada la sección 3.2 con la adición de los retardos presentados en iDEN, donde es clara la gran diferencia de los retardos entre PoC y iDEN.

En los retardos concernientes a PoC, se debe tener en cuenta que los protocolos para manejo de sesiones como SIP son, aunque robustos, lentos al momento de aplicarlos en un entorno móvil de radio, esto se debe a la cantidad de información que se requiere en la codificación de texto XML, transmitida durante cada transacción de señalización. Por lo tanto, es necesario utilizar mecanismos de compresión SIP para que los mecanismos de establecimiento de llamada se realicen de forma más rápida.

Respecto a las limitaciones de tiempos de respuesta, más que abordar el protocolo SIP, se están desarrollando investigaciones en los métodos de codificación, que permitan obtener rápidos establecimientos de sesiones y llegar a competir con los tiempos expuestos por tecnologías trunking y lograr tiempos de establecimiento de hasta 500ms.

Figura 32. Retardos de PoC vs iDEN



El concepto de proveer VoIP en llamadas grupales sobre una infraestructura de red celular parece sufrir de severas limitaciones con respecto a la garantía del acceso radio GPRS y capacidad de canal de comunicaciones, con consecuencias graves, lo que en la actualidad es una ventaja para las tecnologías trunking permitiendo que éstas últimas permanezcan en el mercado competitivo por más tiempo, sin embargo se prevé que con la convergencia de las redes celulares hacia las redes All-IP UMTS, que brindarán soporte de calidad de servicio y manejo de tiempos críticos en las comunicaciones de voz, podría esperarse la culminación de la gran diversidad de redes de telecomunicaciones actuales y lograrse la prestación de cualquier tipo de servicio de comunicaciones en una única red convergente.

5.3.6 Foco de negocio y economías de escala

Los métodos de planeación celular fueron desarrollados para brindar servicios de comunicación de voz por CS a entornos residenciales y de negocios, y no como una competencia específica de los servicios radio trunking, ya que en general (antes de PoC) los enfoques de cada uno de los sistemas era diferente. Hoy, los sistemas de telefonía móvil celular están ensanchando su portafolio de servicios, incursionando en nuevas tecnologías de comunicaciones como PoC, además de las constantes modernizaciones a la que se ven inducidas las empresas de telecomunicaciones para permanecer en nivel de competencia, han permitido que las tecnologías IP incursionen en el mercado y hagan de las empresas de telefonía móvil celular, negocios con cada vez mayor campo de acción, tanto en datos como en servicios de voz PTT, lo que ha generado una competencia directa con los sistemas trunking.

Actualmente y de acuerdo a los parámetros anteriormente descritos, los sistemas PoC no ofrecen una competencia marcada con los sistemas trunking, pero con el desarrollo de la tercera generación de la telefonía celular y la adaptación de la red para la incorporación total de IMS con soporte de tiempo real, se pueden brindar toda clase de servicios incluidos

los brindados por iDEN, obteniendo las ventajas de la constante expansión de cobertura ligada a las redes GSM.

El desarrollo y la motivación del servicio PoC en el entorno de los negocios es obtenida de múltiples fuentes:

- Para el aumento de la utilización de la capacidad del núcleo de red de paquetes.
- Para integrar los diferentes servicios en una sola red.
- Para ofrecer una nueva y atractiva funcionalidad a los dispositivos celulares, enfocada a entornos empresariales.

En cuanto a la producción de dispositivos móviles celulares con características específicas para el manejo de grupos, ya existen varias empresas dedicadas a la investigación de entornos gráficos especializados para dichas tareas, con el objetivo de facilitar el manejo de información de presencia de los usuarios y de agilizar la incursión de las comunicaciones PoC con costos muy similares de los dispositivos GSM actualmente disponibles en el mercado.

CONCLUSIONES

El servicio PoC en relación con el servicio de voz por conmutación de circuitos permite incrementar la eficiencia en hasta 80% en la utilización del espectro electromagnético, esto gracias a sus características half-duplex, a los métodos de codificación, a los esquemas de modulación y a las técnicas de acceso al canal radio.

La integración de múltiples protocolos de gran robustez en telecomunicaciones, como SIP e IP, otorgan a PoC plena interoperabilidad con las nuevas redes IMS con tendencia todo-IP.

En Colombia, los operadores de telefonía móvil celular y PCS pueden hacer uso de tecnologías basadas en IP como PoC, amparados en sus licencias de valor agregado y contratos de concesión respectivamente, dado que el servicio PoC se clasifica como un servicio de valor agregado, y que como tal, está permitido su uso a los operadores celulares y PCS, según se define en el Decreto 3055 y 600 de 2003.

PoC puede ser implementado satisfactoriamente en Colombia en cada una de las evoluciones de GSM (GPRS, EDGE y UMTS). Pero debe tenerse especial cuidado en las redes GPRS ya que estas no garantizan niveles de QoS, por lo cual aspectos como las condiciones del enlace radio, el códec a utilizar, el ancho de banda disponible, el número de muestras de voz por paquete IP y el manejo en el establecimiento del TBF son parámetros a tener en cuenta para disminuir el impacto de los retardos en el servicio e incrementar al máximo el desempeño de la red.

Aspectos como compatibilidad, capacidad, seguridad y expansibilidad, entre otros, son criterios de vital importancia al momento en que un operador de telefonía móvil celular desee adquirir las plataformas software y hardware que le permitirán ampliar su portafolio de servicios hacia las nuevas tendencias del mercado de comunicaciones móviles como es el caso del servicio PoC.

Haciendo un análisis de las posibles soluciones ofrecidas en el mercado para PoC, se observó que de acuerdo al rol que quiera tomar el operador celular dentro del proceso de implementación, personalización y expansión del servicio, éste podrá adquirir soluciones completas, o adquirir cada elemento de red de manera independiente.

Sobre una infraestructura de red con soporte de PoC, en esencia, pueden prestarse únicamente los servicios básicos y opcionales de acuerdo a como se especifican en el estándar OMA, sin embargo muchas de las soluciones disponibles para PoC implementan servicios adicionales basados en la misma tecnología de PoC, como son push-to-video, push-to-Email, entre otros, al mismo tiempo que cumplen a cabalidad con el estándar OMA.

El contar con una infraestructura de red para PoC y haciendo uso de los elementos de red ya adquiridos, como el núcleo de red SIP, el servidor de presencia, el servidor

administrador de documentos XML y el servidor administrador de dispositivos, le permite al operador orientar su nueva red a los diferentes servicios IMS como son los servicios de mensajería instantánea y de VoIP.

El radio troncalizado (trunking) y PoC presentan en esencia la misma experiencia Push-To Talk para un usuario dado, pero cada uno está soportado en tecnologías de red muy diferentes. En radio trunking se asigna dinámicamente una única frecuencia a cada uno de los grupos de usuarios en una misma comunicación (si se encuentran en la misma estación base), mientras que PoC asigna dinámicamente un canal de comunicaciones a cada uno de los usuarios que participan en una sesión durante la transmisión de paquetes de voz. Trunking posee una mayor cobertura radio por estación base con relación a las estaciones de GSM y posee una mayor robustez en los mecanismos de protección de fallas del sistema, pero es claro que las redes GSM se encuentran mucho más difundidas a nivel nacional y cuentan con una mayor acogida por parte de los usuarios móviles.

El desarrollo de proyectos de investigación acerca de las nuevas tecnologías y servicios en comunicaciones móviles, como Push-to-talk over Cellular, permite a la comunidad universitaria permanecer actualizada respecto a las nuevas tendencias del mercado, dado que no se disponía de referencias teóricas profundas sobre este servicio en un entorno latinoamericano. Además de suministrar un marco teórico bien definido que facilite el desarrollo de nuevas investigaciones en el área de servicios IMS o en el diseño de aplicaciones móviles que permitan dar continuidad a este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] IETF RFC 3261, “Session Initiation Protocol (SIP)”, Junio 2002.
- [2] IETF RFC 3966, “The tel URI”, Diciembre 2004.
- [3] OMA, Push to talk over Cellular (PoC) - Architecture, Approved Version 1.0 – 09 Junio 2006.
- [4] OMA, PoC XDM Specification, Approved Version 1.0 – 09 Junio 2006.
- [5] OMA, PoC Presence Simple, Candidate Version 1.0 – 10 Enero 2006.
- [6] 3GPP 23.228, “IP Multimedia Subsystem (IMS)”.
- [7] 3GPP2 X.P0013.2, “All-IP Multimedia Domain (MMD)”.
- [8] OMA, PoC User Plane, Approved Version 1.0 – 09 Junio 2006.
- [9] OMA, Enabler Release Definition for OMA Device Management, Candidate Version 1.2 – 02 Junio 2006.
- [10] IETF RFC 3320, “Signaling Compression (SigComp)”, Enero 2003.
- [11] IETF RFC 3486, “Compressing SIP”, Febrero 2003.
- [12] IETF RFC 2327, “Session Description Protocol (SDP)”, Abril 1998.
- [13] IETF RFC 3550, “Real Time Protocol (RTP)”, Julio 2003.
- [14] IETF RFC 768, “User Datagram Protocol (UDP)”, Agosto 1980.
- [15] Comneon, Ericsson, Motorola, Nokia, Siemens, Push-to-Talk over Cellular (PoC) User Plane, (E)GPRS / UMTS Specification V2.0.4, Junio 2004.
- [16] 3GPP TS 23.107, “Quality of Service (QoS) Concept and Architecture”.
- [17] Comneon, Ericsson, Motorola, Nokia, Siemens, Push-to-Talk over Cellular (PoC), User Requirements V2.0.6, junio 2004.
- [18] OMA, Enabler Release Definition for Push-to-Talk over Cellular, Approved Version 1.0 – 09, Junio 2006.
- [19] 3GPP TS 24.229, “IP Multimedia Call Control Protocol based on SIP and SDP”, Release 5.
- [20] Push-to-talk sobre GPRS, Andras Balazs, Siemens AG, Comunicaciones, Munich Alemania.
- [21] 3GPP GSM 03.60, “General Packet Radio Service (GPRS); Service Description”.
- [22] IETF RFC 2507, “UDP/IP Header Compression”, Febrero 1999.

-
- [23] 3GPP TS 21.102, “3rd Generation mobile system Release 4 specifications”.
- [24] 3GPP TS 05.04, “Modulation, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group GERAN”.
- [25] John - Wiley & Sons, End-to-End Quality of Service over Cellular Networks - Data Services Performance and Optimization in 2G3G – 2005.
- [26] T. Halonen, J. Romero and J. Melero, ‘GSM, GPRS and EDGE Performance’, Ed. Wiley.
- [27] 3GPP TS 23.002, “Network Architecture”.
- [28] 3GPP TR 23.979 V6.2.0, Enablers for Open Mobile Alliance (OMA); Push-to-talk over Cellular (PoC) services, Release 6, Junio 2005.
- [29] Eoin O’Regan and Dirk Pesch, “Performance Estimation of a SIP based Push-to-Talk Service for 3G Networks”, Adaptive Wireless Systems Group, Cork Institute of Technology, Diciembre de 2003, Irlanda.
- [30] 3GPP TR 29.847, “Conferencing based on SIP, SDP and other protocols”.
- [31] 3GPP TS 23.218, “IP Multimedia (IM) Session Handling”.
- [32] 3GPP TS 24.228, “Signalling flows for the IP multimedia call control based on SIP and SDP, Stage 3.
- [33] G. Foster, I. M. Pous, A. Sesmun, V. Kennealy, D. Pesch, “Performance Evaluation of UMTS Packet Voice Call Control”, Proc. EPMCC 2003, Glasgow, Scotland, April 2003.
- [34] Gozavez J., Gonzalez-Delicado J.J. Performance comparison of channel allocation techniques in packet-switched mobile communication networks. Wireless Communication Systems, 2004. 1st International Symposium. Septiembre de 2004.
- [35] Enrique Vargas. High Availability Fundamentals. Sun BluePrints™ OnLine. Noviembre 2000
- [36] IETF RFC 3264, “An Offer/Answer Model with the Session Description Protocol (SDP)”, Junio 2002.
- [37] IETF RFC 3267, “Real-Time Transport Protocol (RTP) Payload Format and File Storage Format for the Adaptive Multi-Rate (AMR) and Adaptive Multi-Rate Wideband (AMR-WB) Audio Codecs”, Junio 2002.
- [38] IETF RFC 3558, “RTP Payload Format for Enhanced Variable Rate Codecs (EVRC) and Selectable Mode Vocoders (SMV), Julio 2003.
- [39] IETF RFC 2127, “ISDN Management Information Base using SMIPv2”, Marzo 1997.
- [40] Joachim Köhler, “SHARE Project”, Fraunhofer Institute for Media Communication, Noviembre de 2005. <http://www.ist-share.org>