

CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL APROVISIONAMIENTO DE VAS EN UNA NGN DENTRO DEL CONTEXTO COLOMBIANO



Trabajo de Grado

Carlos Felipe Estrada Solano
Julián Andrés Caicedo Muñoz

Director
Mag. Oscar Mauricio Caicedo Rendón

Universidad del Cauca

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Telemática

Línea de Investigación en Servicios Avanzados de Telecomunicaciones
Popayán, Agosto de 2010

Agradecimientos

Queremos agradecer en primer lugar a nuestros padres quienes nos apoyaron durante todo el proceso de desarrollo del proyecto. A nuestro director Oscar Mauricio Caicedo, por sus valiosos aportes y consejos dentro y fuera de la academia.

Igualmente queremos extender nuestros agradecimientos a la empresa de telecomunicaciones EMCALI por abrirnos sus puertas y permitirnos hacer uso de su infraestructura, especialmente, al ingeniero Gerardo Rojas Sierra, quien aparte de su contribución dentro del trabajo, nos brindó todo su apoyo durante nuestra estadía en la ciudad de Cali. Finalmente, damos gracias a todos nuestros compañeros de carrera quienes nos alentaron en los momentos más difíciles, fortaleciendo el lazo de amistad que nos une.

Tabla de Contenido

CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 CONTEXTO	1
1.2 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO	2
1.3 ALCANCE DEL TRABAJO DE GRADO	3
1.4 ESTRUCTURA DEL TRABAJO DE GRADO	4
CAPÍTULO 2	6
ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO	6
2.1 CONCEPTUALIZACIÓN	6
2.1.1 NGN	6
2.1.2 VAS	10
2.1.3 SDP en NGN	11
2.2 TRABAJOS RELACIONADOS	14
2.2.1 Recomendaciones ITU-T	14
2.2.2 VAS para NGN	17
2.2.3 Aplicando SOA a SDP	19
2.2.4 NGN: punto de vista de la oferta de servicios. Análisis de requerimientos y definición de la arquitectura	21
2.2.5 Brechas existentes	23
CAPÍTULO 3	25
ESQUEMA DE REFERENCIA PARA LA CREACIÓN, EJECUCIÓN Y DESPLIEGUE DE VAS EN NGN DENTRO DEL CONTEXTO COLOMBIANO	25
3.1 APROXIMACIÓN	25
3.1.1 SDP para VAS	27
3.2 ESQUEMA GENERAL PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS CRITERIOS TÉCNICOS	30
3.2.1 Descripción	30
3.2.2 Análisis vertical y horizontal	31
3.3 CRITERIOS TÉCNICOS DE REFERENCIA	33
3.3.1 Vista VAS: contexto colombiano	33
3.3.2 Vista Creación	41
3.3.3 Vista Ejecución-Despliegue	46
3.3.4 Vista Adopción Tecnológica	50
3.4 RESUMEN	52
CAPÍTULO 4	56
CASO DE ESTUDIO: CREACIÓN DE UN VAS APLICANDO LOS CRITERIOS DE REFERENCIA	56
4.1 VISTA VAS: DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO	56

4.1.1	Plataforma multiservicio de EMCALI	56
4.1.2	EMCALI proveedor de servicios de telecomunicaciones	58
4.2	CRITERIOS TÉCNICOS APLICADOS DENTRO DE LA VISTA CREACIÓN	59
4.2.1	Terceros	59
4.2.2	Telco.....	60
4.3	CRITERIOS TÉCNICOS APLICADOS DENTRO DE LA VISTA EJECUCIÓN-DESPLIEGUE	64
4.3.1	Telco.....	64
4.4	CRITERIOS TÉCNICOS APLICADOS DENTRO DE LA VISTA ADOPCIÓN TECNOLÓGICA	70
4.5	RESUMEN DE APLICACIÓN DE CRITERIOS	71
4.6	SERVICIO CRBT	72
4.6.1	Descripción general.....	72
4.6.2	Características.....	73
4.6.3	Modelo de análisis.....	74
4.6.4	Modelo de diseño	75
4.6.5	Modelo de implementación	76
4.6.6	Modelo de despliegue	78
4.6.7	Modelo de desarrollo.....	79
4.7	EVALUACIÓN	80
4.7.1	Señalización.....	81
4.7.2	Rendimiento.....	85
CAPÍTULO 5.....		95
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		95
5.1	CONCLUSIONES	95
5.2	APORTES	96
5.3	RECOMENDACIONES	97
5.4	TRABAJOS FUTUROS	98
BIBLIOGRAFÍA		99

Lista de Figuras

Figura 1 Esquema de desarrollo del proyecto de grado	3
Figura 2 Ciclo de vida de la oferta de un servicio comercial por parte de un operador de telecomunicaciones	4
Figura 3 Separación entre servicios y transporte en la NGN	8
Figura 4 Modelo de referencia básico de la NGN	8
Figura 5 Visión general de la arquitectura NGN	9
Figura 6 Modelo en capas de despliegue de servicios	12
Figura 7 Componentes SDP	13
Figura 8 Características comunes en la prestación de servicios en plataformas emergentes.....	18
Figura 9 Criterios de evaluación definidos por el proyecto P1109 de Eurescom.....	21
Figura 10 Arquitectura de referencia	21
Figura 11 Componentes clave en la construcción de criterios técnicos.....	28
Figura 12 Estructura del marco de referencia para el desarrollo de aplicaciones de comercio electrónico móvil en países en vía de desarrollo.....	29
Figura 13 Esquema general para la creación, ejecución y despliegue de VAS.....	31
Figura 14 Arquitectura general NGN	35
Figura 15 Taxonomía de servicios.....	37
Figura 16 Integración de un SCE con elementos NGN de un Telco	45
Figura 17 Criterios técnicos clave para un SLEE.....	50
Figura 18 Relación de criterios técnicos con fases del aprovisionamiento de servicios.....	53
Figura 19 NGN de EMCALI	57
Figura 20 Contexto para la implementación en dominios confiables y no confiables.....	59
Figura 21 Integración de un SCE con elementos NGN de EMCALI	61
Figura 22 Diagrama de estados de la arquitectura en clúster en caso de falla	67
Figura 23 Roadmap de Rhino SLEE	71
Figura 24 Rhino SLEE e interacción con IMS.....	71
Figura 25 Diagrama de casos de uso del prototipo CRBT	74
Figura 26 Diagrama de estados del caso de uso Reproducir RBT de audio	75
Figura 27 Arquitectura modular del sistema solución	77
Figura 28 Diagrama de despliegue del sistema solución	78
Figura 29 Escenario de referencia en prueba de señalización.....	81
Figura 30 Topología de red y herramientas en prueba de señalización	82
Figura 31 Tráfico entre IAD y Softswitch	83
Figura 32 Tráfico entre Softswitch y Rhino SLEE	83
Figura 33 Tráfico entre Softswitch y BGW	84
Figura 34 Tráfico entre BG y Softphone.....	84
Figura 35 Tráfico entre IAD y BGW	84
Figura 36 Tráfico entre Rhino SLEE y MMS	85
Figura 37 Tráfico entre MMS e IAD	85
Figura 38 Escenario de referencia en prueba de rendimiento.....	85
Figura 39 Diagrama de flujo de CRBT en prueba de rendimiento	86
Figura 40 Diagrama de flujo de STV en prueba de rendimiento	87
Figura 41 Topología de red y herramientas en prueba de rendimiento	87
Figura 42 Porcentaje de carga de CPU para 10 cps en CRBT	90
Figura 43 Porcentaje de carga de CPU vs λ	90
Figura 44 Diferencial Δ de carga de CPU vs λ	91
Figura 45 Extrapolación de porcentaje de carga de CPU vs λ	91
Figura 46 Porcentaje de llamadas exitosas vs λ	92
Figura 47 SRD vs λ	93
Figura 48 Extrapolación de SRD vs λ	94

Lista de Tablas

Tabla 1 Resumen trabajos relacionados	23
Tabla 2 Diferencia entre requerimientos orientados al operador de telecomunicaciones y sistemas IT	25
Tabla 3 Conceptos de tipos de servicios.....	37
Tabla 4 Tecnologías candidatas para un servidor de aplicación Telco.....	53
Tabla 5 Comparativa entre servidores de telecomunicaciones utilizados o proporcionados por diferentes compañías.....	54
Tabla 6 Comparativa entre herramientas JAIN SLEE	65
Tabla 7 Cumplimiento de los criterios técnicos aplicados en el caso de estudio.....	68
Tabla 8 Criterios aplicados en la NGN de EMCALI	72
Tabla 9 Descripción a alto nivel del caso de uso Reproducir RBT de audio.....	74
Tabla 10 Componentes del prototipo relacionados a los criterios	77
Tabla 11 Herramienta para el desarrollo y depuración del prototipo CRBT.....	79
Tabla 12 Tiempos de desarrollo del prototipo CRBT	80
Tabla 13 Características de los equipos en prueba de rendimiento	88

Capítulo 1

Introducción

1.1 Contexto

Los proveedores de servicios de telecomunicaciones (fijos y móviles) hoy en día entienden la necesidad de crear nuevos servicios de una manera más rápida y a más bajo costo, con el fin de atraer nuevos clientes, mantener los existentes y aumentar sus ingresos [1]. Las soluciones para el aprovisionamiento de servicios basadas en infraestructuras de redes tradicionales, cerradas y propietarias, limitan el alcance de los servicios y no permiten su desarrollo debido a su dificultad de crecimiento, mínima adaptación a nuevas tecnologías, escasa facilidad de migración a nuevos modelos de negocio y poca integración con otros sistemas de gestión y operación.

Los nuevos servicios de telecomunicaciones requieren de sistemas mucho más flexibles, con altos niveles de desempeño, gran capacidad de crecimiento y basados en estándares abiertos [1]. La solución a estos retos recae en las Redes de Próxima Generación (NGN, Next Generation Networks), integrando tanto las redes heredadas como las basadas en el Protocolo de Internet (IP, Internet Protocol). Muchos paradigmas y tecnologías comienzan a desarrollar e implementar esta tendencia, ya hoy en día muy bien conocida. Este es el caso de las Plataformas de Despliegue de Servicios (SDP, Service Delivery Platform), las cuales nacen con la idea de adaptar la filosofía de los modelos de negocio del mundo de la información al mundo de las comunicaciones. Esta integración de dominios permite la creación de innumerables y avanzados servicios, conocidos como Servicios de Valor Agregado (VAS, Value Added Services) en redes de nueva generación, que son el objetivo de los operadores de telecomunicaciones para estructurar sus nuevos modelos de negocio [2] [3] [4].

Las SDP de Próxima Generación (NGSDP, Next Generation SDP) permiten una rápida creación, ejecución, despliegue, orquestación y gestión de servicios, tanto existentes como emergentes, haciendo uso de las infraestructuras heredadas y de las nuevas tendencias convergentes. Su arquitectura abarca una gran cantidad de conceptos, desde niveles de abstracción de red y modelos de ejecución de la lógica de servicio, hasta los orientados directamente a los modelos de negocio. De esta forma, se brinda al operador una herramienta que le permita migrar de manera suave y paulatina a las nuevas tecnologías, sin necesidad de desechar completamente sus redes previamente adquiridas [4] [5] [6].

Muchos grupos de investigación y empresas del sector de las comunicaciones buscan aquellas tecnologías que mejor implementen o se adapten a los diferentes componentes que conforman la arquitectura de las SDP, orientando la solución específicamente al dominio del proveedor de servicio de telecomunicaciones. Sin embargo, debido a que existe un vacío de conocimiento sobre cómo vincular o explotar dichas tecnologías emergentes para la oferta de VAS, realizar cambios tecnológicos no es sencillo y mucho menos garantiza un óptimo desempeño y una buena rentabilidad al operador de telecomunicaciones. Por lo tanto, es necesario que éste conozca las diferentes tecnologías que mejor se adaptan a su SDP y la forma como deben ser implementadas sobre una NGN, permitiéndole decidir con mayor precisión, rapidez y facilidad, la arquitectura y los elementos necesarios para un correcto despliegue de VAS.

En este sentido, a nivel internacional existen algunos estudios, por ejemplo [6], [7] y [8], que pueden orientar a un operador de telecomunicaciones en el aprovisionamiento de VAS, pero vincularlos directamente con el contexto colombiano podría no arrojar los mismos resultados, puesto que han sido realizados utilizando distintos modelos de negocio y de prestación de servicios, manejando otros mecanismos de adopción tecnológica y en entornos regulatorios y políticos diferentes al de Colombia. No obstante, dichas investigaciones, junto con una exhaustiva documentación y análisis de pruebas, representan un gran soporte a este trabajo de grado en la definición de una base inicial de conocimiento y el establecimiento de un conjunto de criterios técnicos que, utilizados por un operador de telecomunicaciones nacional, contribuyen en la adopción de las nuevas tendencias tecnológicas y permiten de esta forma implementar y desplegar VAS de una manera más rápida, logrando aprovechar las ventajas de este mercado y estar a la vanguardia de los requerimientos de comunicación de sus usuarios.

De acuerdo a lo expuesto, un operador nacional, para adaptar VAS a su propio contexto, deberá tener en cuenta elementos como el mercado de servicios, las necesidades de los usuarios, los regímenes políticos y regulatorios, las tendencias tecnológicas, los métodos de implementación y aprovisionamiento de servicios, y los nuevos modelos de negocio. El presente trabajo de grado presenta desde un punto de vista técnico los criterios para la creación, ejecución y despliegue de VAS en las NGN, brindando al proveedor de servicio de telecomunicaciones un panorama alrededor de las tecnologías más relevantes para el aprovisionamiento de servicios y la forma como deben ser integradas para el desarrollo de nuevas aplicaciones, permitiéndole vincularse al mercado de una manera rápida y oportuna.

1.2 Objetivos del trabajo de grado

El objetivo general del proyecto es:

- Proponer criterios técnicos para la oferta de VAS en una NGN de acuerdo al contexto colombiano.

Los objetivos específicos son:

- Crear una base inicial de conocimiento alrededor de las SDP en NGN.
- Definir los criterios técnicos necesarios para el aprovisionamiento de VAS en una NGN dentro del contexto colombiano.
- Desarrollar un caso de estudio para aplicar y evaluar los criterios definidos.

La metodología planteada para el desarrollo de los diferentes componentes de este trabajo de grado se basó en los lineamientos señalados en el “*Modelo Integral para un Profesional en Ingeniería*” [9] de la siguiente forma:

- El Modelo para la Investigación Documental (MID) se utilizó como referencia para la construcción de la base inicial de conocimiento y la definición de los criterios técnicos necesarios para el aprovisionamiento de VAS en una NGN de acuerdo al contexto colombiano.
- El Modelo para la Construcción de Soluciones (MCS) se empleó como referente para el desarrollo del caso de estudio.

De acuerdo a la metodología expuesta, se establecieron una serie de actividades (Figura 1) que fueron llevadas a cabo de manera secuencial e iterativa para el cumplimiento de cada uno de los objetivos.

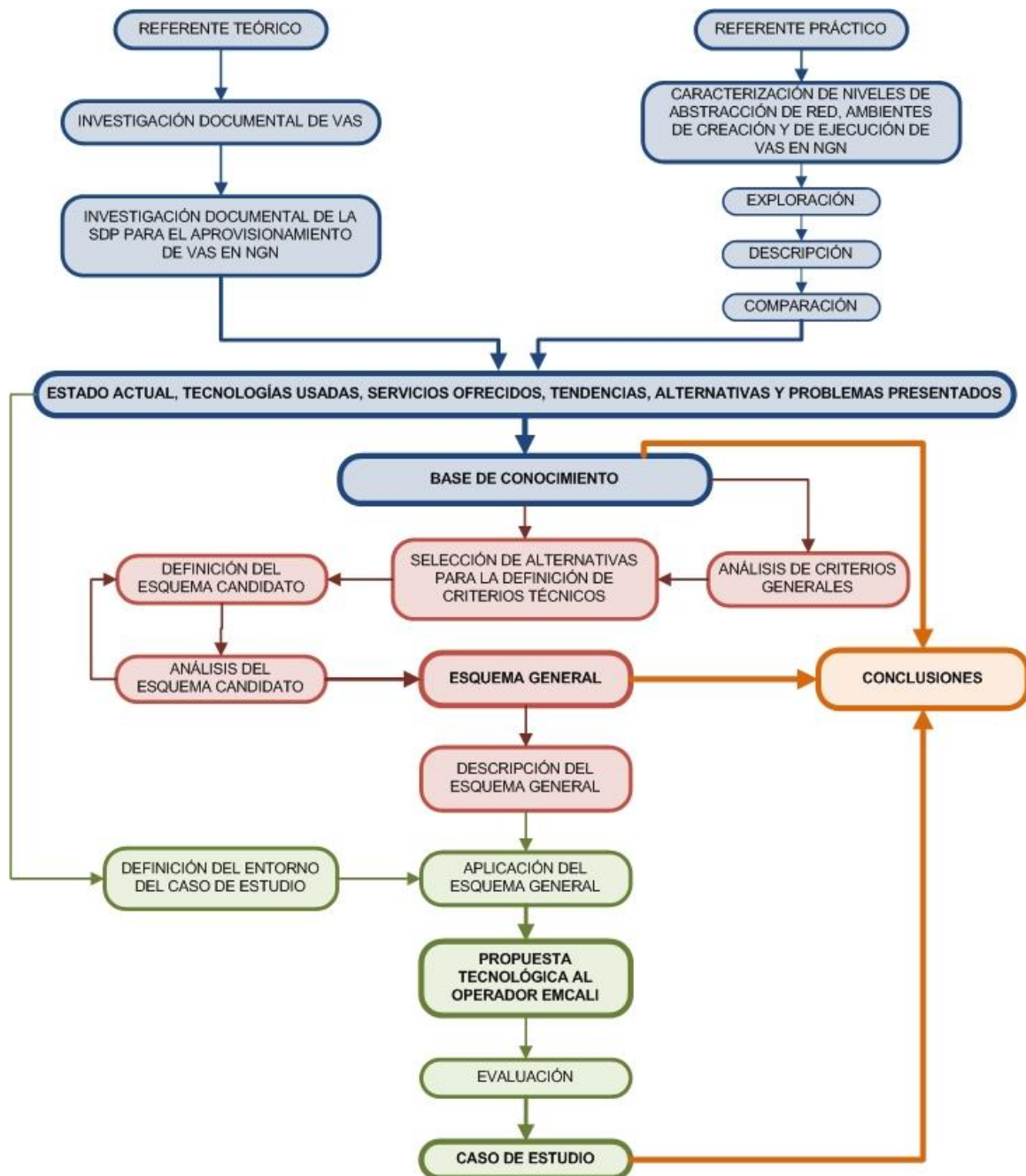


Figura 1 Esquema de desarrollo del proyecto de grado

1.3 Alcance del trabajo de grado

El propósito de este trabajo de grado es definir una serie de criterios técnicos que ofrezcan a un operador de telecomunicaciones una alternativa para la creación, ejecución y despliegue de servicios avanzados de telecomunicaciones, a través de la adaptación de tecnologías emergentes y el uso de infraestructura existente.

En cuanto al alcance del presente proyecto de grado, es importante tener en cuenta que un análisis profundo sobre la oferta de VAS implica el estudio de diversos factores de tipo tecnológico, social,

económico, comercial, regulatorio e incluso legal, acorde con la adquisición de licencias para la prestación de nuevos servicios de telecomunicaciones. Por tanto, no es objeto de estudio la totalidad de estos aspectos, ni tampoco el conjunto de los componentes que conforman el ciclo de vida de la oferta de un servicio comercial por parte de un operador de telecomunicaciones (Figura 2), debido a que los procesos dentro de cada uno de los componentes son completamente diferentes, lo cual implicaría establecer criterios para cada fase del ciclo de vida del servicio.



Figura 2 Ciclo de vida de la oferta de un servicio comercial por parte de un operador de telecomunicaciones

Este trabajo se enfoca exclusivamente en el contexto técnico para la creación, ejecución y despliegue de VAS, como primer paso para el aprovisionamiento de los mismos. Adicionalmente, esta guía no pretende describir el procedimiento (el cómo), sino enfocarse en los criterios a tener en cuenta (el qué). De igual manera, el proyecto no realiza una descripción exhaustiva de los diferentes procesos que toman lugar dentro de cada uno de los criterios definidos, en gran parte porque cada uno de ellos puede tener un alcance de un trabajo de grado, tal como podría verse en temas como la composición y orquestación de servicios, el análisis de alta disponibilidad en entornos de comunicaciones, los factores de desempeño en entornos de ejecución, el establecimiento de parámetros para alta disponibilidad en el dominio del operador, entre otros. La discusión en profundidad de estos aspectos se considera objeto de exploración posterior, con el ánimo de extender el alcance de los criterios de referencia expuestos dentro del esquema general presentado en el Capítulo 3.

Finalmente, es conveniente aclarar que el presente trabajo de grado no pretende ser una referencia rigurosa que define una secuencia lógica para la creación, ejecución y despliegue de servicios de nueva generación. Simplemente es una herramienta valiosa que contiene un conjunto de consideraciones que responden a la necesidad de suministrar, por parte de un operador, nuevos servicios de telecomunicaciones dentro de las NGN y que pueden aplicarse total, parcial o secuencialmente, e incluso de una forma aleatoria a lo expuesto en el modelo estructural.

1.4 Estructura del trabajo de grado

El desarrollo de la monografía se organizó en cuatro capítulos, como se describe a continuación:

Capítulo 2: se construye una base conceptual alrededor de las NGN, las SDP y los VAS, incluyendo sus definiciones, características más relevantes, requerimientos, clasificación y organizaciones detrás de su estandarización.

Capítulo 3: se exponen los criterios de referencia para la creación, ejecución y despliegue de VAS en las NGN, soportados principalmente por los parámetros enmarcados dentro de los proyectos desarrollados por el Instituto Europeo de Investigación y Estudios Estratégicos en Telecomunicaciones Eurescom y según los requerimientos más relevantes para el aprovisionamiento de servicios dentro del contexto colombiano, obtenidos de la experiencia en la NGN de Empresas Municipales de CALI (EMCALI) como dominio de operador.

Capítulo 4: se describe un caso de estudio en el marco de EMCALI, exclusivamente en el sector de telecomunicaciones, para aplicar los criterios técnicos establecidos para la creación, ejecución y despliegue de VAS. Además, se realiza un análisis de los resultados obtenidos al implementar los criterios más apropiados para este operador.

Capítulo 5: se presentan algunas conclusiones, aportes, recomendaciones y posibles trabajos futuros.

Adicionalmente, en los anexos se encuentra información complementaria sobre los temas tratados, organizados de la siguiente manera:

- *Anexo A:* breve descripción de algunas SDP comerciales para el aprovisionamiento de servicios avanzados.
- *Anexo B:* análisis de las principales alternativas tecnológicas actuales que se adaptan a las SDP para la creación, ejecución y despliegue de servicios de telecomunicaciones.
- *Anexo C:* descripción de la plataforma multiservicio de EMCALI y de su componente Cliente Parlay (PCH, Parlay Client Hub), utilizado para la exposición de las capacidades de red a dominios de terceros.
- *Anexo D:* modelado de la línea base arquitectónica del prototipo del servicio desarrollado como caso de estudio.
- *Anexo E:* guías de instalación del kit de desarrollo del ambiente de ejecución Rhino en sistemas Windows, y de su versión de producción en sistemas Linux.
- *Anexo F:* artículo "*Technical Requirements for Creation, Execution and Deployment of VAS in NGN with Softswitch in Control Layer*".

Capítulo 2

Estado actual del conocimiento

2.1 Conceptualización

2.1.1 NGN

2.1.1.1 Definición

El concepto general de las NGN nace de la existencia de factores como el mercado de nuevos servicios, la adopción tecnológica, la convergencia, el retorno de la inversión, entre otros. Estos factores han sido objeto de estudio de distintas organizaciones con la finalidad de construir nuevas plataformas que se adapten de forma rápida y con el menor impacto al operador. Incluso estas entidades han posado sus ojos en otros modelos de negocio que han brindado grandes resultados, como el adoptado por las Tecnologías de la Información (IT, Information Technology).

En tal sentido, las NGN no son más que la respuesta de la industria de las telecomunicaciones a los retos que surgen de realizar una adaptación de los modelos basados en Internet [10]. Dichos desafíos han sido trabajados por diferentes organizaciones de estandarización, como es el caso de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (ITU, International Telecommunication Union)¹, que mediante su grupo de trabajo de Iniciativas de Estándares Globales en NGN (NGN-GSI, NGN Global Standards Initiatives)² ha definido NGN como una *“red basada en paquetes que permite prestar servicios de telecomunicación y en la que se pueden utilizar múltiples tecnologías de transporte de banda ancha propiciadas por la Calidad de Servicio (QoS, Quality of Service), y en la que las funciones relacionadas con los servicios son independientes de las tecnologías subyacentes relacionadas con el transporte. Permite a los usuarios el acceso sin trabas a redes y a proveedores de servicios y/o servicios de su elección. Se soporta movilidad generalizada que permitirá la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios”* [11]. Otros grupos, como el Proyecto Conjunto de Tercera Generación (3GPP, 3rd Generation Partnership Project)³, 3GPP2⁴ y el grupo de Servicios y Protocolos convergentes de Telecomunicaciones e Internet para Redes Avanzadas (TISPAN, Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking)⁵ del Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI, European Telecommunications Standards Institute)⁶, han materializado el concepto de NGN definiendo sus

¹ Agencia principal de las Naciones Unidas para las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y punto de enfoque global para los gobiernos y los sectores privados en el desarrollo de redes y servicios.

² Grupo de trabajo enfocado en la construcción detallada de los estándares necesarios para el despliegue de NGN.

³ Organización de estandarización encargada de preparar, aprobar y mantener especificaciones y reportes técnicos para el Sistema Global para las comunicaciones Móviles (GSM, Global System for Mobile communications) y demás sistemas móviles de tercera y futuras generaciones basados en redes GSM y 3GPP, incluyendo las tecnologías de acceso vía radio soportadas.

⁴ Organización de estandarización encargada de preparar, aprobar y mantener especificaciones y reportes técnicos para los sistemas móviles de tercera y futuras generaciones basados en la tecnología de Acceso Múltiple por División de Código 2000 (CDMA2000, Code Division Multiple Access 2000), incluyendo las tecnologías de acceso vía radio soportadas.

⁵ Comité técnico de ETSI encargado de los estándares para el despliegue de servicios de próxima generación en redes fijas, adicionando diferentes componentes basados o no en el Protocolo de Inicio de Sesión (SIP, Session Initiation Protocol).

⁶ Organización europea de estandarización para las TIC, cuyas producciones son aplicables a nivel global, que incluye tecnologías fijas, móviles, de acceso vía radio, convergentes, de difusión y de Internet.

propios esquemas y añadiendo soporte para diferentes tecnologías con base a lo expuesto por la ITU-T⁷. Al igual que otras tecnologías, las NGN fueron diseñadas para cumplir ciertos objetivos con los cuales se pretende resolver diferentes problemas.

2.1.1.2 Generalidades

La ITU plantea que a través de las NGN se busca la consecución de los siguientes objetivos [11]:

- Promover una competencia justa.
- Alentar la inversión privada.
- Definir un marco para la arquitectura y capacidades que cumplan diversos requisitos reglamentarios.
- Ofrecer un acceso abierto a las redes.

Dichas metas se deben llevar a cabo teniendo en cuenta las siguientes situaciones [11]:

- Aseguramiento de la prestación y el acceso universal a los servicios.
- Favorecimiento de la igualdad de oportunidades de los ciudadanos.
- Reconocimiento de la necesidad de cooperación mundial, principalmente con los países menos adelantados.
- Promoción de la diversidad de contenido, incluyendo la cultura y el lenguaje.

Este tipo de redes se puede definir a través de la siguiente lista de características fundamentales [11]:

- Transferencia basada en paquetes.
- Separación de las funciones de control en capacidades de portador, llamada/sesión, y aplicación/servicio.
- Separación entre la prestación del servicio y el transporte, y la provisión de interfaces abiertas.
- Soporte de una amplia gama de servicios, aplicaciones y mecanismos basados en Bloques de Construcción de Servicio (SBB, Service Building Block), incluidos los servicios en tiempo real, de flujo continuo en tiempo no real y multimedia.
- Capacidades de banda ancha con QoS extremo a extremo.
- Inter-funcionamiento con redes tradicionales a través de interfaces abiertas.
- Movilidad generalizada.
- Acceso sin restricciones de los usuarios a diferentes proveedores de servicios.
- Variedad de esquemas de identificación.
- Percepción por el usuario de características unificadas para el mismo servicio.
- Convergencia de servicios entre fijo y móvil.
- Independencia de las funciones relativas al servicio con respecto a las tecnologías de transporte subyacentes.
- Soporte de múltiples tecnologías de última milla.
- La conformidad con todos los requisitos reglamentarios, por ejemplo en cuanto a comunicaciones de emergencia, seguridad, privacidad, interceptación legal, etc.

⁷ Sector de estandarización de telecomunicaciones de la ITU.

2.1.1.3 Arquitectura

Una de las características más relevantes de la arquitectura NGN es sin duda la clara separación de los niveles de transporte y de servicio, lo cual permite que ambos sean ofrecidos y tratados de manera independiente. Dicha descomposición en dos bloques de distinta funcionalidad presenta una relación horizontal (Figura 3) y otra vertical (Figura 4).



Figura 3 Separación entre servicios y transporte en la NGN
Fuente: ITU⁸

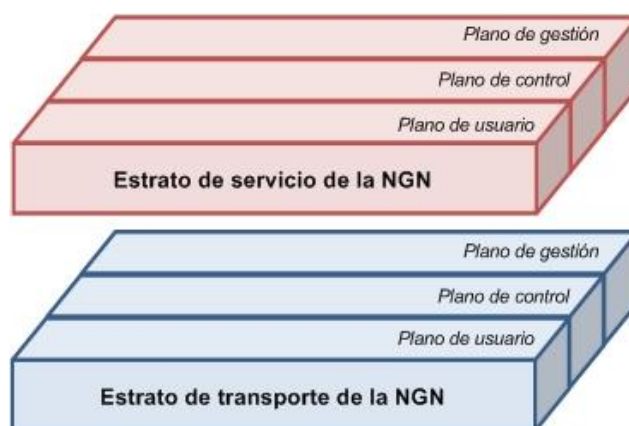


Figura 4 Modelo de referencia básico de la NGN
Fuente: ITU⁹

Estrato de servicio de la NGN: proporciona todas las funciones correspondientes para controlar, gestionar y facilitar todo tipo de servicios. En este estrato se encuentra toda la información relevante a la prestación de servicios [12].

Estrato de transporte de la NGN: brinda todas las funciones correspondientes para controlar y gestionar todo tipo de recursos de transporte para la transferencia de todo tipo de información entre entidades finales [12].

En el interior de cada estrato, un conjunto diferente de funciones coordinan los procesos para la prestación de servicios y la utilización de recursos de red. La Figura 5 expone dentro de la arquitectura de referencia general la distribución de las funciones en sus respectivos estratos. Dicho modelo arquitectónico da soporte a las características fundamentales anteriormente mencionadas (Sección 2.1.1.2).

⁸ Tomado de la recomendación ITU-T Y.2011 [12].

⁹ Tomado de la recomendación ITU-T Y.2011 [12].

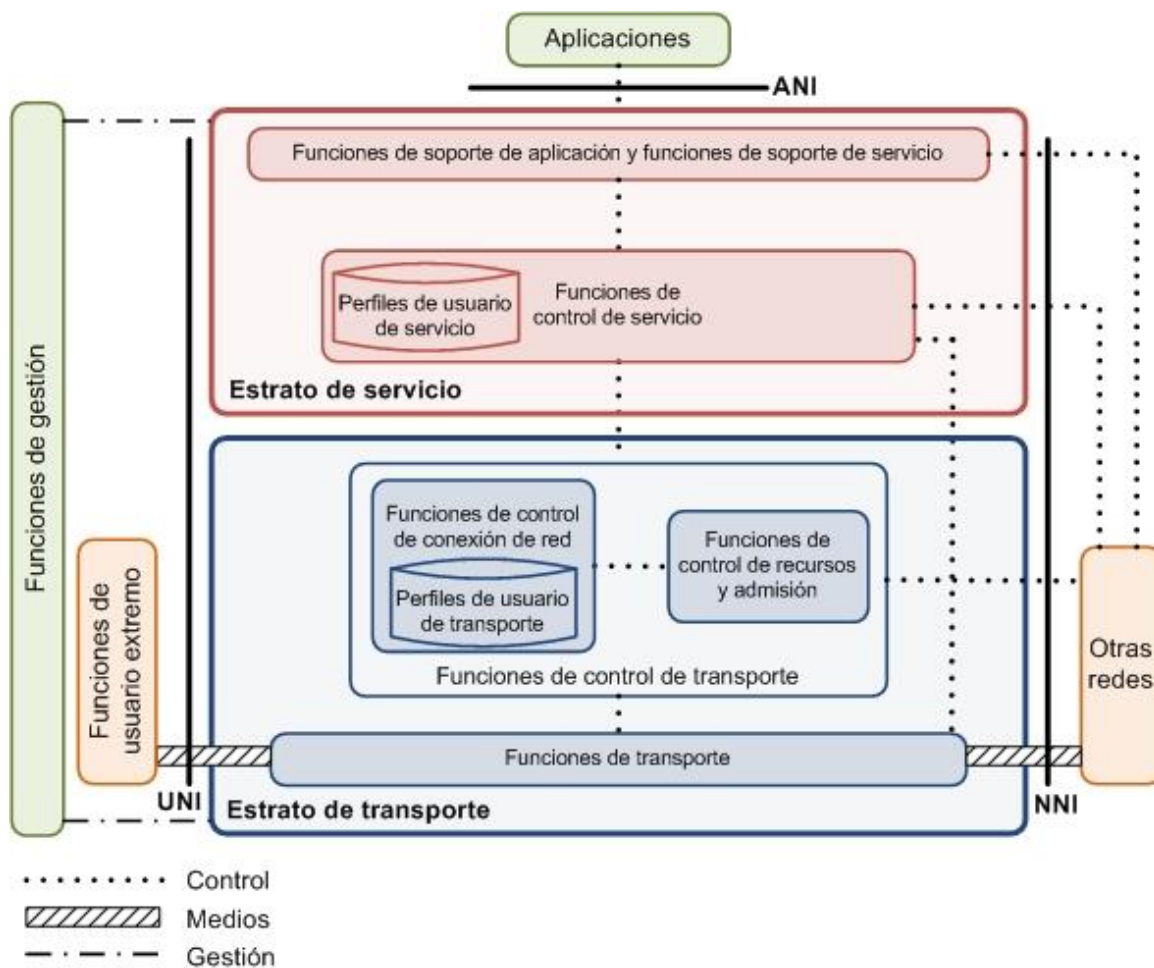


Figura 5 Visión general de la arquitectura NGN

Fuente: ITU¹⁰

Debido a que el objetivo del proyecto está enfocado al aprovisionamiento de servicios, a continuación se describen las funciones pertenecientes al estrato de servicio. Para mayor información, referirse a la recomendación ITU-T Y.2012 [13].

Funciones de control de servicio: hacen referencia a aquellas que se encuentran encargadas del control de recursos, de registro, de autorización y de autenticación en el nivel de servicio.

Funciones de soporte de aplicación y de soporte de servicio: abordan las funciones de pasarela, de registro, de autorización y de autenticación en el nivel de aplicación. Trabajan en conjunto con las funciones de control de servicio para habilitar la prestación de servicios NGN a aplicaciones terceras o a usuarios finales, quienes consumen dichos recursos a través de Interfaces Aplicación Red (ANI, Application Network Interface) e Interfaces Usuario Red (UNI, User Network Interface), respectivamente.

Las diferentes Entidades Funcionales (FE, Functional Entities) que componen los diferentes bloques de funciones dentro del estrato de servicio, serán descritas en el apartado de trabajos relacionados del presente documento (Sección 2.2.1.3).

¹⁰ Tomado de la recomendación ITU-T Y.2012 [13].

2.1.2 VAS

2.1.2.1 Definición

Hasta el momento las organizaciones de regulación y estandarización internacional de telecomunicaciones no han expuesto una definición general de VAS que posibilite un entendimiento común de dicho término a nivel mundial. Por el contrario, el concepto de VAS actualmente depende del contexto regulatorio y de mercado de cada país en el cual se desee implementar y desplegar dichos servicios. A pesar de esto, la mayor parte de las instituciones exponen una descripción específica de VAS basándose en un mismo punto de vista: distinguir ciertos servicios avanzados de los servicios tradicionales en la red de telecomunicaciones.

Estados Unidos fue el primer país en realizar una distinción entre servicio básico y de valor agregado. Aunque no posee una categoría regulatoria bajo el nombre de VAS, la Comisión de Comunicaciones Federales (FCC, Federal Communications Commission)¹¹ contiene dos clasificaciones que se encuentran muy relacionadas con dicho término [14] [15]:

- *Servicio mejorado (enhanced service)*: término que se refiere a los servicios que, ofrecidos a través de equipos de transmisión de un portador común en comunicaciones interestatales, hacen uso de aplicaciones de procesamiento informático que: (1) actúan en el formato, contenido, código, protocolo o aspectos similares a la información transmitida del suscriptor; (2) proveen al suscriptor información adicional, diferente o reestructurada; (3) implican la interacción del suscriptor con información almacenada [16].
- *Servicio de información (information service)*: categoría definida como el ofrecimiento de capacidad para generar, adquirir, guardar, transformar, procesar, recuperar, utilizar, o hacer disponible información a través de las telecomunicaciones, incluyendo la publicidad electrónica. No hacen parte de este tipo de servicios aquellos que hagan uso de capacidades para administración, control u operación del sistema de telecomunicaciones o gestión del servicio de telecomunicaciones [17].

Varios países y acuerdos internacionales, como el Acuerdo de Mercado Libre de Atlántico Norte (NAFTA, North Atlantic Free Trade Agreement) y la Comisión Europea, han adoptado la definición de servicio mejorado para conceptualizar VAS en su propio entorno regulatorio [14].

La Organización Mundial de Comercio (WTO, World Trade Organization) también ha realizado una distinción similar entre servicios básicos y VAS, refiriéndose con este último término a aquellos servicios para los cuales los proveedores agregan valor a la información del cliente, mejorando su forma o contenido u ofreciendo su almacenamiento o recuperación [18]. Es importante tener en cuenta esta definición debido a la cantidad de países que se encuentran vinculados a dicha entidad (153 miembros a 23 de Julio de 2008) [19].

Otro concepto de VAS, más reciente y completo, es el expuesto por MobileIN.com¹² [20], que a la vez ha servido como referencia para las autoridades regulatorias de China [15] e India [21]. En dicha definición se refieren a los VAS como servicios no básicos, es decir, todos aquellos fuera de los servicios tradicionales y que proporcionan un valor agregado. Adicionalmente se expone una lista de características, de las cuales un VAS puede demostrar una o más de ellas, pero nunca se contrapondrá a alguna:

¹¹ Agencia independiente del gobierno de Estados Unidos encargada de la regulación de las comunicaciones interestatales e internacionales a través de radio, televisión, línea fija, satélite y cable.

¹² Web dedicada a profesionales involucrados en las comunicaciones inalámbricas y móviles.

- No es una forma de servicio básico. Adiciona valor al aprovisionamiento total del servicio.
- Autónomo en términos de rentabilidad y/o estimula el incremento de la demanda de servicios básicos.
- Puede ser autónomo operacionalmente.
- No utiliza servicios básicos a menos que sea claramente favorable.
- Puede ser agregado a un servicio básico y por lo tanto ser vendido con un costo adicional.
- Puede ofrecer una sinergia operacional y/o administrativa entre servicios, no simplemente para diversificación.

Dentro de esta concepción también se plantea la idea que los VAS cuentan con cierta dimensión de tiempo asociada. Desde un punto de vista subjetivo, un VAS puede transformarse en un servicio básico o hacer parte de él cuando se vuelve lo suficientemente común y ampliamente desplegado como para no ofrecer una diferenciación considerable, es decir, cuando los usuarios lo ven como un servicio corriente y que la mayoría de las personas lo posee. Por ejemplo, el Servicio de Mensajería Corta (SMS, Short Message Service), categorizado como un VAS móvil, es actualmente percibido por los consumidores como parte del servicio móvil básico [15] [20] [21].

Igualmente [15] y [20] exponen la existencia de dos tipos de VAS. El primero hace referencia a los servicios que operan de forma autónoma, es decir, aquellos que no necesitan ser acoplados con otros servicios, aunque pueden estarlo. El segundo tipo son los servicios que no son autónomos, aquellos que adicionan valor a uno ya existente. Este último puede ser considerado como la categoría más numerosa e importante en el sector de las telecomunicaciones.

Para concluir este recorrido de definiciones planteadas por algunas organizaciones de regulación en el mundo, es importante mencionar que los VAS son servicios de próxima generación que integran el mundo de las telecomunicaciones y el de la información, permitiendo que un operador desarrolle y despliegue un amplio rango de servicios potenciales de acuerdo a unas características y capacidades clave esperadas en las NGN [22].

Colombia por su parte, a través del MINisterio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC) definió de forma similar el concepto de VAS, tomando como base la definición de servicio básico y telemático, los cuales serán tratados en detalle dentro de la Sección 3.3.1.2, correspondiente al análisis de la vista de servicios del esquema planteado para el establecimiento de los criterios técnicos.

2.1.3 SDP en NGN

2.1.3.1 Definición

Desde un inicio las redes de telecomunicaciones se construían en base a su servicio principal, implementando una determinada infraestructura y creando todo el proceso de negocio. Dicha arquitectura se conoce en el mundo de las telecomunicaciones como redes integradas verticalmente [23]. Los problemas de este tipo de integración se presentan en el momento de proveer servicios que vinculen diferentes funcionalidades que no sean soportadas por una infraestructura propia. Entre ellos podemos destacar [6]: poca o nula interoperabilidad, soluciones enmarcadas sólo para un operador en específico, dificultades en la capacidad de crecimiento, demasiado acoplamiento de las soluciones de servicios con la infraestructura de red y gran dificultad en el desarrollo y despliegue de nuevos servicios al tratar de establecer la comunicación con una gran variedad de sistemas que poseen sus propios métodos de comportamiento y acceso.

A medida que el mercado de servicios cambiaba, las aplicaciones se hacían cada vez más complejas, razón por la cual diferentes operadores comenzaron a implementar nuevas plataformas que cambiaron el paradigma de estructuras por servicio a uno distribuido por niveles, en donde se soportan diferentes servicios que son accedidos a través de diferentes tecnologías, por ejemplo las NGN. Sin embargo, aunque existan plataformas exitosas de servicios como i-mode¹³ o Premium-SMS¹⁴, los proveedores necesitan desarrollar una solución completa que no presente los mismos inconvenientes de las redes integradas verticalmente y que soporte la creación de nuevas y complejas aplicaciones de una forma fácil y a bajo costo. Este nuevo concepto es la SDP, la cual ha sido definida, interpretada e implementada, de formas diferentes por los operadores y proveedores de servicios. A pesar de la diferencia en las definiciones, existe un conjunto de características que se espera que estas plataformas contengan, entre las cuales se destacan [6]:

- Rápido despliegue de VAS.
- Reducción de costos de desarrollo.
- Desarrollo simple de servicios.
- Portabilidad de servicios sobre vendedores, redes y plataformas.
- Soporte para servicios multimedia.
- Componente completo para el despliegue, ejecución, gestión y facturación de VAS.

Aunque no existe un concepto estandarizado alrededor de las SDP, actualmente el Grupo de Gestión de Telecomunicaciones (TMF, TeleManagement Forum)¹⁵ se encuentra trabajando en la definición de distintas especificaciones para esta área, enfocándose principalmente en la construcción de un Marco de Despliegue de Servicios (SDF, Service Delivery Framework) [24] que normalice y reúna los conceptos relevantes para la prestación de servicios emergentes.

2.1.3.2 Generalidades

El concepto de SDP está basado en algunas características IT [6], tales como la arquitectura distribuida en capas, los niveles de abstracción y la Arquitectura Orientada a Servicios (SOA, Service Oriented Architecture). En la Figura 6 se puede observar la separación de sistemas de operación del modelo distribuido en niveles de despliegue de servicios de una SDP.



Figura 6 Modelo en capas de despliegue de servicios
Fuente: Devoteam Group¹⁶

¹³ Conjunto de tecnologías y protocolos para navegar a través de páginas diseñadas específicamente para dispositivos móviles.

¹⁴ Plataforma avanzada de mensajería que permite poner en funcionamiento servicios basados en dicha tecnología.

¹⁵ Industria líder en mejorar la efectividad del negocio para los proveedores de servicios. Entre muchas de sus funciones, se encuentra el desarrollo del concepto de SDP.

¹⁶ Tomado del documento "Service Delivery Platforms: the key to service convergence" [6].

Como se comentó anteriormente, existe una gran variedad de definiciones de SDP, lo cual dificulta un completo acuerdo acerca de los elementos que la componen. Sin embargo, es posible establecer una arquitectura típica para este tipo de plataformas (Figura 7) [6].

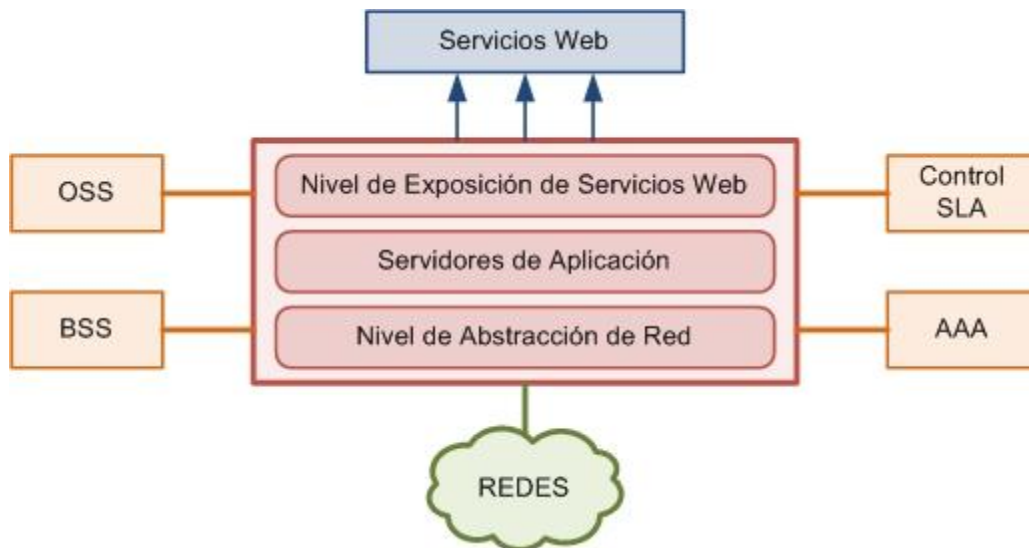


Figura 7 Componentes SDP
Fuente: Devoteam Group¹⁷

Nivel de abstracción de red: contiene interfaces estandarizadas que acceden a las capacidades de los servicios independientemente de la red, vendedor o tecnología usada. Usualmente este nivel utiliza estándares emergentes, tales como los especificados en el Grupo Móvil Abierto (OMA, Open Mobile Alliance), el Acceso a Servicios Abierto (OSA, Open Service Access)/Parlay, las Interfaces de Programación de Aplicaciones (API, Application Programming Interface) de Java para Redes Integradas (JAIN, Java API for Integrated Networks), el Subsistema Multimedia IP (IMS, IP Multimedia Subsystem), Parlay X, Servicios Web (WS, Web Service), entre otros, y protocolos de Internet, tales como el Protocolo de Acceso a Mensajes de Internet (IMAP, Internet Message Access Protocol), el Protocolo Ligero de Acceso a Directorios (LDAP, Lightweight Directory Access Protocol), el Protocolo Simple de Transferencia de Correo (SMTP, Simple Mail Transfer Protocol), entre otros [6].

Servidores de aplicación: suministran un ambiente de despliegue y ejecución para un amplio rango de aplicaciones de voz y datos. La construcción de este nivel se basa en estándares como la Edición Empresarial de Java (JEE, Java Enterprise Edition) o Microsoft .NET, en entornos de ejecución de servicios como el Ambiente de Ejecución de Lógica de Servicio (SLEE, Service Logic Execution Environment) de JAIN (JAIN SLEE), o en soluciones propietarias. Lo componen los servidores de aplicación, los cuales son los encargados de contener la lógica completa del servicio [6].

Nivel de exposición de Servicios Web: expone las capacidades de los servicios a terceros a través de un conjunto de interfaces seguras y estandarizadas. Diferentes implementaciones como Parlay X, las interfaces de selección de capacidades de servicios de OMA, las interfaces propuestas por Microsoft, entre otras, permiten distinguir a la tecnología WS como principal candidata para el despliegue de funcionalidades [6].

¹⁷ Tomado del documento "Service Delivery Platforms: the key to service convergence" [6].

La anterior arquitectura es importante dentro del trabajo de grado debido a que reúne el conjunto de características similares entre muchas definiciones de SDP, tales como el tiempo de creación de nuevos servicios, el soporte para múltiples protocolos, la independencia de la tecnología de red subyacente, el soporte para Sistemas de Soporte de Operaciones (OSS, Operations Support Systems) y Sistemas de Soporte de Negocio (BSS, Business Support System), entre otras. Acoger específicamente una definición, limita la propuesta del trabajo de grado, puesto que estaría sujeta a cambios en la redefinición del concepto. Sin embargo, es primordial hacer un análisis de los elementos comunes en las definiciones de SDP que mayor impacto tienen sobre el aprovisionamiento de VAS en una NGN. Dicho análisis es detallado en la Sección 3.1.1.

El concepto de SDP se basa en las estructuras de OSA/Parlay, OMA y JAIN, que inicialmente competían por similares objetivos y actualmente trabajan de manera cooperativa. Para más detalle de la arquitectura, características y funciones principales de estas organizaciones, remitirse al Anexo A.

2.2 Trabajos Relacionados

2.2.1 Recomendaciones ITU-T

El conjunto de recomendaciones descritas en el presente documento se basan en la serie Y de la ITU-T, “*Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y redes de la próxima generación*” [25], en donde la ITU ha plasmado sus principales especificaciones al respecto. A continuación se describen aquellas que aportan en la construcción de criterios para el aprovisionamiento de VAS.

2.2.1.1 Procedimientos del Grupo de Enfoque en NGN Parte II

[26] contiene la recolección de todas las especificaciones de los diferentes grupos de trabajo de la ITU-T, que en el año 2005 se encontraban en diferentes etapas de desarrollo y que fueron expuestas en su primera versión de la publicación NGN, conocida en inglés como “*NGN release 1*”.

En este documento se encuentra el Grupo de Trabajo 1 (WG1, Working Group 1)¹⁸, el cual ha esbozado el alcance para las NGN y ha definido un conjunto de capacidades de servicios que la arquitectura general debe soportar (Sección 2.1.1.2).

Debido a que la NGN facilita la creación de nuevos servicios de telecomunicaciones, es necesario que exista un framework¹⁹ flexible que permita, tanto a un operador como a terceras partes, el aprovisionamiento e implementación de VAS haciendo uso de los recursos de la red. Estos recursos se definen en términos de un conjunto de capacidades al interior de dicha estructura de soporte y son ofrecidas a otros proveedores de servicios a través de una ANI estándar.

Dentro de la NGN se deben soportar tres clases de ambientes para VAS:

- Ambientes de servicios basados en Redes Inteligentes (IN, Intelligent Network)²⁰.

¹⁸ Grupo de trabajo de NGN encargado del desarrollo del alcance, requerimientos y capacidades, de los servicios desplegados sobre estas redes.

¹⁹ Estructura conceptual y tecnológica de soporte definida, con base en la cual otro proyecto software puede ser organizado y desarrollado. Puede incluir soporte de programas, bibliotecas, lenguajes interpretados, entre otros componentes de abstracción reutilizables.

²⁰ Se refiere al soporte para los servicios de IN, entre ellos la misma IN, las Aplicaciones Personalizadas para Lógica Mejorada en redes Móviles (CAMEL, Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic) y la IN Inalámbrica (WIN, Wireless IN).

- Ambientes de servicios basados en IMS.
- Ambientes de servicios abiertos²¹.

Según la lista de los servicios soportados²² se ha definido un conjunto de capacidades, las cuales se encuentran clasificadas de la siguiente forma:

- *Capacidades básicas*: aquellas capacidades de bajo nivel que son de uso general para los servicios y aplicaciones de usuario.
- *Capacidades de soporte de servicio*: aquellas que son accedidas y/o usadas directamente por los servicios y aplicaciones de usuario, permitiendo el acceso a los recursos y la provisión de toda la gama de servicios. Dentro de esta categoría se encuentran las capacidades de ambiente de servicio abierto, de gestión de perfil, de gestión de políticas, de habilitadores de servicios, entre otras.

2.2.1.2 ITU-T Y.2201: Requisitos de NGN

En [27] se describe los diferentes requerimientos que debe cumplir un operador de telecomunicaciones o proveedor de servicios al momento de implementar una NGN para dar soporte a las diferentes capacidades nombradas anteriormente. Cabe aclarar que la realización de una NGN no está sujeta a implementar todos los servicios descritos en la recomendación.

Los requisitos están separados según las capacidades ofrecidas, ya sean básicas o de soporte de servicios, y aportan los mecanismos, directrices y observaciones, a tener en cuenta para la correcta implementación y prestación de servicios y aplicaciones. Para citar un ejemplo, dentro de la capacidad de ambiente de servicio abierto se encuentran consideraciones como la independencia con los proveedores de red, la independencia con relación a los fabricantes y la transparencia de ubicación, red y entorno.

2.2.1.3 ITU-T Y.2012: Requisitos y Arquitectura Funcional de NGN

Para el despliegue de VAS en NGN, la ITU-T ha definido un modelo para la parte de servicios (Figura 5), compuesto de tres áreas funcionales [13]:

- *Aplicaciones*: es dividida en dos categorías: la primera, relacionada con las aplicaciones de confianza, es decir, aquellas que son desarrolladas por los propios proveedores de red o de servicios y de sus organizaciones subordinadas o asociadas; la segunda, hace referencia a las aplicaciones de no confianza, en donde se encuentran los proveedores de servicios independientes, para los cuales es necesario que los habilitadores de servicios cuenten con unas funciones que realicen los procesos de autenticación, control y filtraje, a los recursos de la red.
- *Capacidades y recursos NGN*: incluye aquellos recursos pertenecientes al estrato de transporte y capacidades como la presencia, la información de ubicación, la función de tasación, esquemas de seguridad, etc.
- *Funciones de soporte de aplicación y de servicio*: previamente definidas en el presente documento (Sección 2.1.1.3).

²¹ Se refiere a los entornos de soporte abierto para desplegar servicios terceros a través de una ANI, tales como OSA/Parlay, OMA y JAIN.

²² Servicios establecidos por el WG1 como aquellos que pueden ser soportados según la arquitectura NGN establecida en la recomendación Y.2001. Se encuentran desde servicios multimedia, de voz en tiempo real, interactivos punto a punto, de despliegue de contenidos, de difusión, etc., hasta servicios de emulación y simulación de redes [26].

Estas zonas funcionales, con sus requisitos asociados, se reúnen en los diferentes bloques de la arquitectura NGN. Adicionalmente, es importante señalar que el aprovisionamiento a usuarios finales de VAS en NGN, teniendo en cuenta las prestaciones que la red ofrece, cohesiona las funciones de soporte de aplicaciones y de soporte de servicios, con las de control relacionadas.

Las funciones de soporte de servicio y de aplicación permiten el control de los servicios que son accedidos por algunas FE²³ de control, o directamente por el usuario final.

FE Soporte de Aplicación (AS-FE, Application Support FE): representa el conjunto de funciones que permiten el ofrecimiento y prestación de servicios. Un claro ejemplo son los servidores de aplicación, como mensajería, conferencia, presencia, etc.

FE Pasarela de Aplicación (APL-GW-FE, APpLication GateWay FE): proporciona una interfaz abierta y segura para que las aplicaciones de terceras partes utilicen las capacidades y recursos de la NGN.

FE Gestor de Coordinación de Servicio de Aplicación (APL-SCM-FE, APpLication Service Coordination Manager FE): controla las interacciones entre los diferentes servicios o servidores de aplicación.

FE Conmutación de Servicio (SS-FE, Service Switching FE): entidad que permite un interfuncionamiento con el Punto de Control de Servicio (SCP, Service Control Point) de una IN, es decir, suministra las funciones de conmutación de servicios para que una FE de control acceda a las capacidades y servicios de dicha IN.

El concepto de este conjunto de FE corresponde a una representación genérica, razón por la cual, dependiendo del contexto y la tecnología implementada, tanto la estructura de una determinada red como sus puntos de referencia se definirán y comportarán de forma diferente.

2.2.1.4 ITU-T Y.2013: Requisitos Funcionales y Arquitectura de Servicios Convergentes

En [28] se exponen varios conceptos para proveer servicios convergentes que complementan la recomendación ITU-T Y.2012. Debido a que hoy en día los usuarios pueden consumir y acceder a diferentes servicios sin importar el dispositivo, red de acceso o dominio del operador, esta recomendación propone una estructura en donde un punto de coordinación común permite suministrar servicios sin fisuras a los usuarios, siguiendo la filosofía de sistemas ubicuos: acceder desde cualquier cosa, en cualquier parte y en cualquier momento.

2.2.1.5 Otras recomendaciones

Dentro del conjunto de recomendaciones de la serie Y de la ITU-T existe un subconjunto de especificaciones que aportan en la construcción de criterios generales para el aprovisionamiento de VAS. A continuación se citan algunas de ellas:

- *ITU-T Y.2234:* capacidades de servicio abierto para NGN [29].
- *ITU-T Y.2235:* escenarios de servicios convergentes basados en Web dentro de las NGN [30].
- *ITU-T Y.2902:* componentes de ambientes abiertos para operadores [31].

²³ Debe entenderse FE como un conjunto de funcionalidades similares reunidas en un solo componente lógico, pero que difieren de otras FE.

- *ITU-T Y.Sup3*: suplemento en escenarios para servicios convergentes en múltiples redes y ambientes de proveedores de servicios de aplicaciones [32].

Todo este grupo de especificaciones construyen de forma general los criterios necesarios para la prestación, creación y desarrollo de nuevos servicios en comunicaciones. Sin embargo, muchas de estas especificaciones, por ser descritas y enfocadas de forma general, solo establecen de forma global los parámetros para el aprovisionamiento de VAS. Una implementación particular de los distintos modelos planteados por las recomendaciones dará resultado a criterios o requisitos más específicos, de acuerdo a la tecnología usada y al contexto donde serán desarrollados.

Al igual que la ITU, existen organizaciones como OMA, TISPAN, 3GPP y 3GPP2, que han definido dentro de sus arquitecturas una serie de requerimientos para la prestación de servicios emergentes en telecomunicaciones. OMA, por ejemplo, plantea un ambiente general para la creación de aplicaciones móviles, conocido como el Ambiente de Servicios de OMA (OSE, OMA Service Environment), el cual se encuentra orientado al cumplimiento de los requerimientos NGN de la ITU y a proveer servicios tales como: mensajería, presencia, localización, gestión, distribución de contenidos, entre otros. Por otra parte, TISPAN, en asocio con la 3GPP, ha definido una arquitectura NGN orientada a la prestación de servicios IMS, cuyo esquema general no se aparta de las definiciones de la ITU, por el contrario, acoge su definición principal y añade elementos clave como soporte de servicios no IMS basados en TeleVisión IP (IPTV, IP TeleVision).

Es importante señalar que estas organizaciones tienen como base las definiciones de la ITU, tanto del estrato de transporte como el de servicio, razón por la cual se convierte en el principal ente internacional para la construcción de criterios generales dentro del presente trabajo de grado.

2.2.2 VAS para NGN

[7] expone una serie de requerimientos que son el esfuerzo de los operadores por un desarrollo apropiado para aprovisionamiento de VAS en distintas plataformas, fijas y/o móviles. Estos esfuerzos han originado nuevos conceptos y procedimientos que representan el punto de partida para la construcción de nuevas plataformas que respondan efectivamente a las necesidades de los usuarios, y más importante aún, han dejado unos principios básicos comunes y requerimientos recurrentes en la prestación de nuevos servicios.

El autor de [7] describe dichos requerimientos recurrentes básicos desde un punto de vista técnico que los diferentes servicios, tanto existentes como emergentes, deben tener en cuenta para mantener su integridad, confiabilidad, seguridad y calidad. En la Figura 8 se puede apreciar en más detalle el conjunto de características comunes en el aprovisionamiento de VAS.

A continuación se brinda una breve explicación de algunos de los requerimientos:

- *Balanceo de carga*: la habilidad de distribuir la carga de trabajo de algún componente de la infraestructura Telco²⁴ hacia otro componente de la red.
- *Redundancia*: expone la capacidad de replicar la misma funcionalidad para prestar un mismo servicio.

²⁴ Nombre genérico utilizado para designar a una gran empresa de telecomunicaciones.



Figura 8 Características comunes en la prestación de servicios en plataformas emergentes

- *Replicación de base de datos*: consiste en copiar la información de la base de datos general a una base de datos local al momento de prestar un servicio por parte de un servidor de aplicación. Esto con el fin de no alterar directamente la base de datos principal al momento de leer algún dato de usuario o servicio.
- *Sincronización de memoria*: es un método de propagación de la información del contexto dentro de un arreglo de servidores con el fin de no perder los datos o la información presente en ese momento.
- *Alta disponibilidad*: requerimiento fundamental dentro de las compañías de telecomunicaciones refiriéndose al hecho de estar disponibles cuando el usuario lo requiera. Esto hace referencia al cumplimiento de los 3 nueves (99,9%) a 5 nueves (99,999%).
- *Facilidad de crecimiento*: la capacidad de adaptación que tiene un sistema al enfrentarse a nuevas tecnologías y al aumento considerable de usuarios sin perjudicar la calidad de los servicios prestados.
- *Asignación de recursos*: capacidad de una plataforma de servicios para asignar los recursos apropiados y necesarios para la prestación de diferentes servicios.
- *Selección de servicio*: mecanismo que permite el enrutamiento adecuado de solicitudes a la aplicación respectiva.
- *Perro guardián (watchdog)*: mecanismo que permite monitorear el estado de los componentes que trabajan en la prestación de servicios. Este tipo de mecanismos determina si un proceso está siendo llevado exitosamente, si algún componente se encuentra congestionado e incluso de hacer reiniciar algún proceso en caso de falla del mismo.
- *Protección contra sobrecarga*: la habilidad que tiene una plataforma VAS bien sea para rechazar solicitudes entrantes o restringir en número un conjunto de ellas.
- *Distribución de software*: hace referencia al acoplamiento de nuevo software dentro de la plataforma para ejecutar nuevas funcionalidades presentes en nuevos servicios.
- *Modularidad*: es la capacidad donde un componente es expresado en diferentes partes, sin que estas se superpongan y ejecuten correctamente su función para la cual fueron creados.
- *Modelo de datos*: es la representación de la información de los datos de un usuario o un servicio. Un buen diseño de un único modelo de datos permite que los servicios sean ejecutados de manera más eficiente y simple.

Muchos de estos requerimientos necesitan estar enlazados entre ellos con el fin de establecer un mejor servicio. Por ejemplo, el requerimiento de redundancia no garantiza por sí solo una completa

disponibilidad, ya que en el momento en que fallen las aplicaciones que se encuentren manejando diferentes sesiones de usuario y otras tomen su lugar, el estado de la sesión y los recursos no se mantienen, lo cual hace necesario la implementación de un requerimiento como la sincronización de memoria para ofrecer una mayor disponibilidad al usuario. Además, estos criterios recopilan ciertas consideraciones que diferentes plataformas de servicios deben detallar para la prestación de nuevas aplicaciones. Sin embargo, implementar todos y cada uno de estos requerimientos no es tarea sencilla, puesto que muchos de ellos necesitan de mecanismos bien concebidos para su adecuado funcionamiento y no se encuentran totalmente respaldados por las tecnologías usadas para el despliegue y aprovisionamiento de servicios.

En conclusión, [7] proporciona a este trabajo de grado unos requerimientos básicos y generales, desde el punto de vista hardware y software, que se deben tener en cuenta para el despliegue de nuevos servicios, garantizando la consistencia e integridad de distintas aplicaciones. No obstante, es necesario realizar una especificación más particular de este conjunto de requisitos de acuerdo al contexto en donde serán aplicados, ya que las diferencias en la tecnología utilizada y los procesos para el aprovisionamiento de servicios ocasionan que en algunos casos dichos requerimientos no sean cumplidos. Por ejemplo:

- Ejecutar el requisito de modelo de datos no es una tarea sencilla ni mucho menos altamente realizable, debido a que muchas empresas están migrando a nuevas redes, y sus antiguos modelos de datos deben ser mapeados y extendidos a los nuevos paradigmas. Este requerimiento también se ve afectado por las numerosas diferencias que existen entre los distintos procesos vinculados al Telco, lo cual se traduce en diversos esquemas de datos para los mismos.
- Algunos requerimientos, como disponibilidad y facilidad de crecimiento, se encuentran sujetos al estado y capacidad tecnológica implementada en la arquitectura Telco, de lo cual dependerá el éxito o fracaso de estos criterios y por lo cual no necesariamente se cumple con lo esperado.
- Otros requisitos, como redundancia, sincronización de memoria y balanceo de carga, dependen del manejo dado por el proveedor de equipos de telecomunicaciones, ya sea realizado por software, hardware o ambas.

Por estas razones, el estudio del contexto se hace muy importante para adaptar este conjunto de requisitos generales a una serie de criterios particulares, y si el caso lo requiere o las condiciones lo ameritan, prescindir de algunos de ellos.

2.2.3 Aplicando SOA a SDP

En el análisis realizado en [4] acerca de los factores influyentes en el mercado de las TIC, se encuentran algunos criterios orientados hacia los vendedores de SDP o a terceros que desean construir aplicaciones, como enfocar dicho desarrollo de nuevos servicios en estándares comunes y abiertos que no comprometan en ningún momento la seguridad, provean funcionalidades de control y se basen en conceptos de arquitecturas y composición servicios. Adicionalmente, recomienda tener en cuenta una granularidad tal que permita la fácil integración y desintegración de componentes SDP, lo cual proporciona una rápida y menos costosa composición de nuevas funcionalidades, asunto de gran interés para los operadores de telecomunicaciones.

[4] ofrece también un acercamiento al estado actual y tendencias de la industria de las telecomunicaciones, en donde propone a la SDP como solución para abordar los nuevos requerimientos del mercado, ya que ésta ofrece un framework abierto, común, y de desarrollo y despliegue de servicios, encargado de traducir la información entre el dominio de alto y bajo nivel, y

provee una infraestructura de OSS/BSS. Así, dicha propuesta apoya la idea del presente proyecto de utilizar este tipo de plataformas para el aprovisionamiento de nuevos servicios.

Por otra parte, [4] proporciona los distintos puntos de vista de las organizaciones de estandarización que conforman y complementan el concepto de SDP, entre los cuales se encuentra la arquitectura, habilitadores y políticas OSE, los servidores de aplicación en IMS de 3GPP, la NGN y el núcleo IMS de TISPAN, la Interoperabilidad de WS (WSI, WS Interoperability), la gestión de identidad de Liberty Alliance y la definición de NGN de ITU-T. Teniendo en cuenta esta información, junto con el concepto de aplicación de SOA a SDP, expone las tecnologías e interfaces que deben hacer parte de una arquitectura de referencia SDP. Sin embargo, a diferencia del trabajo de grado presente, el texto analiza sólo uno de los estándares generales más importantes de SDP, OMA, y no realiza un enfoque sobre la arquitectura propuesta por OSA/Parlay, la infraestructura base para la prestación de servicios en EMCALI, y JAIN, un potencial camino hacia el mundo realmente convergente para este mismo operador.

En cuanto a la aplicabilidad de SOA sobre SDP, [4] proporciona algunas recomendaciones para la implementación y despliegue de VAS, como la necesidad de un Ambiente de Creación de Servicios (SCE, Service Creation Environment), una arquitectura, procesos y componentes para el despliegue de servicios, un ambiente de ejecución de servicios, y algunas otras consideraciones para la migración de servicios a NGN. Adicionalmente, presenta de manera general el funcionamiento de los servicios IPTV y el Tono de Timbre Personalizado (CRBT, Color Ring Back Tone), con una descripción muy breve y sin enfocarse en la aplicación de los criterios nombrados a lo largo del documento.

De igual forma, [4] presenta una lista de criterios que un entorno de ejecución de servicio debe considerar para prestar un completo y correcto funcionamiento:

- *Desempeño*: los diferentes sistemas de comunicaciones deben soportar elevados tráficos, garantizando baja latencia y bajo jitter.
- *Alta disponibilidad*: los servicios deben estar disponibles siempre que ellos se necesiten. La plataforma deberá ser tolerante a fallas en el sistema, situaciones de sobrecarga y capaz de resolver y aislar rápidamente diferentes problemas.
- *Fiabilidad*: un ambiente de ejecución debe ser consistente y estable en diferentes situaciones en donde la información prestada sea fidedigna y de confianza.
- *Portabilidad del servicio*: los servicios deben ser desarrollados y desplegados sobre cualquier SLEE compatible con el menor esfuerzo.
- *Independencia de la red*: permitir que el ambiente de ejecución sea independiente de los protocolos de red, utilizando el concepto de habilitadores. Los habilitadores son bloques de construcción que exponen y facilitan el uso de las capacidades de red subyacente.
- *Industria del estándar*: una especificación de un ambiente de ejecución debe provenir de cualquier organización estándar, teniendo el potencial de atraer más soporte de la industria que cualquier SLEE propietario.
- *Abierto, fácil y rápido despliegue*: proveer mecanismos abiertos y de fácil desarrollo a terceros que permitan la creación de nuevos servicios.
- *Gestión*: permitir fácil configuración, mantenimiento y monitoreo, tanto para nuevas estructuras como para aquellas existentes.
- *Arquitectura Conducida por Eventos (EDA, Event Driven Architecture)*: un ambiente de ejecución debe soportar este paradigma, ya que los servicios de telecomunicaciones son por naturaleza manejados por eventos.

Finalmente, [4] expone una serie de conclusiones, recomendaciones y anexos, que son de gran utilidad para la recolección de información y ampliación de conocimiento acerca de SOA y SDP en operadores de telecomunicaciones. No obstante, el presente trabajo de grado además de la documentación y análisis de criterios que facilitan y simplifican el aprovisionamiento de VAS en una NGN, realiza una retroalimentación de datos a través del desarrollo de un caso de estudio que permite la evaluación de los mismos.

2.2.4 NGN: punto de vista de la oferta de servicios. Análisis de requerimientos y definición de la arquitectura

[33]²⁵ define unos criterios de evaluación (Figura 9) usados para la comparación y clasificación de diferentes tecnologías de creación de servicios. A continuación se realiza su descripción:



Figura 9 Criterios de evaluación definidos por el proyecto P1109 de Eurescom

- *Capacidad de red*: son todas aquellas capacidades que permiten el correcto funcionamiento de los servicios a través de la utilización de los recursos de red. Por ejemplo, control de llamada, autenticación, autorización, facturación, gestión de movilidad, etc.
- *Adaptación al modelo de referencia*: este criterio de evaluación contextualiza diferentes tecnologías dentro de la arquitectura de referencia definida dentro del proyecto P1109 (Figura 10).

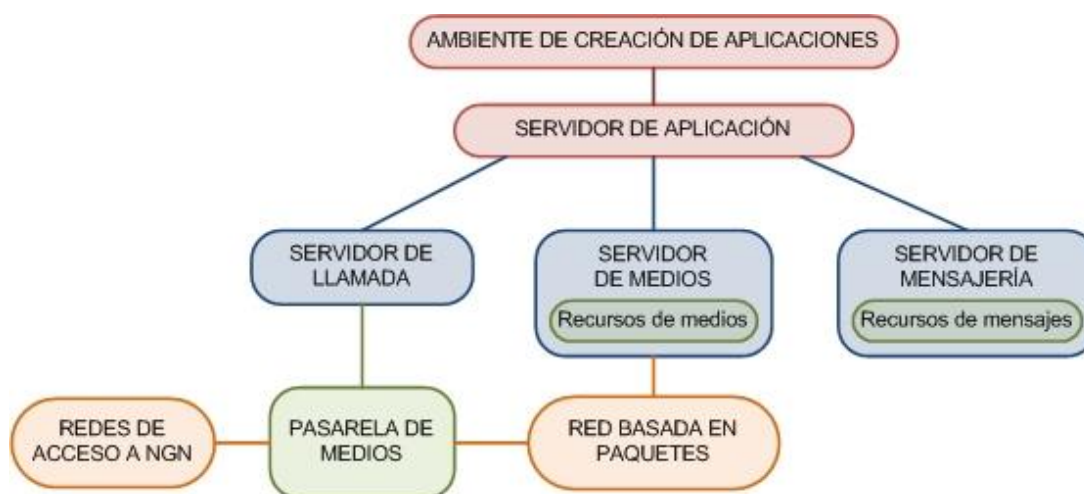


Figura 10 Arquitectura de referencia

Fuente: Eurescom²⁶

²⁵ Primera parte del proyecto P1109 ejecutado por el grupo de Eurescom. Se encuentra condensado por los artículos [1] y [102].

Este modelo descompone funcionalmente los bloques para la construcción de servicios. En primer lugar, se tiene el *servidor de aplicación*, donde se incluyen las diferentes tecnologías usadas para ejecutar servicios que son programados con herramientas representadas por el *ambiente de creación de aplicaciones*. Por su parte, el componente *servidor de llamada* representa las tecnologías que realizan el direccionamiento y despliegue de llamadas de voz. El nivel de *medios* representa las tecnologías que tienen que ver con las comunicaciones multimedia, mientras que el de *mensajería* contiene las encargadas del manejo de mensajes y comunicaciones asíncronas. Finalmente, la *pasarela de medios* representa todas aquellas tecnologías que permiten la conexión con otras tecnologías de red.

- *Interfaces*: conjunto de componentes software que son ofrecidos por las tecnologías a los desarrolladores. Se encuentran definidos por:
 - *Nivel de Interfaz de Abstracción (AIL, Abstraction Interface Level)*: teniendo en cuenta el nivel de abstracción, una API determinada encapsula en mayor o menor medida los aspectos técnicos de la red subyacente, variando parámetros como la portabilidad y facilidad de uso. Mientras que un nivel elevado de abstracción genera alta portabilidad y sencillez de manejo, un nivel bajo genera niveles escasos de portabilidad y un uso complejo, puesto que presenta una curva de aprendizaje lenta.
 - *Clase de Interfaz (Kol, Kind of Interface)*: describe los métodos de comunicación por los cuales una tecnología determinada expone las capacidades de red a sistemas externos. Dichas capacidades pueden estar orientadas a una API (local o distribuida), relacionadas directamente con un protocolo o basadas en lenguajes de scripting, siendo esta última desarrollada en archivos de Lenguaje de Marcas Extensible (XML, eXtensible Markup Language) que describen el comportamiento de la aplicación.
 - *Tipo de lenguaje de definición*: lenguaje para definir las API, el cual puede estar basado en: lenguajes de computación, como Java o .NET; en middleware²⁷, como el Lenguaje de Descripción de WS (WSDL, WS Description Language) o el Lenguaje de Definición de Interfaz (IDL, Interface Description Language); o en Definición de Tipo de Documentos (DTD, Document Type Definition), como el DTD para Lenguajes de Procesamiento de Llamada (CPL, Call Processing Language).
- *Accesibilidad para programadores*: describe el grado de disponibilidad de una tecnología para que terceras partes desarrollen nuevas aplicaciones.
- *Usabilidad*: criterio enfocado desde el punto de vista del desarrollador como el grado de sencillez de uso. Este parámetro se mide teniendo en cuenta los siguientes aspectos:
 - *Conocimiento del desarrollador*: este punto se refiere al conocimiento que ha adquirido el programador para crear diferentes aplicaciones con una tecnología específica.
 - *Tiempo del servicio*: aborda el tema de la rapidez de creación y despliegue del servicio con determinada tecnología.
 - *Capacidad de la tecnología*: hace referencia al alcance de lo que pueda ser logrado usando cierta tecnología.
- *Soporte y madurez del producto*: determina en qué grado de penetración se encuentra una tecnología, representado por el número de industrias que la utilizan y el tiempo que lleva de uso.
- *Roadmap*: representa el plan de una tecnología, el cual describe en escalas de tiempo las modificaciones o soluciones tecnológicas a realizar en un corto o largo plazo.
- *Futura permeabilidad*: describe la relación de una tecnología con aquellas emergentes de la industria y con posibles factores que prometen futuro para ella misma.

²⁶ Tomado del documento "Análisis de requerimientos y definición de la arquitectura" [33].

²⁷ Software de conectividad que funciona como una capa de abstracción entre la capa de aplicaciones y las capas inferiores, soportando el desarrollo de soluciones distribuidas sobre plataformas heterogéneas.

Los anteriores criterios de evaluación fueron tomados como base para el establecimiento de los criterios técnicos para la creación, ejecución y despliegue de VAS. Sin embargo, los mismos serán analizados en detalle, expandiendo su alcance y adaptándolos al esquema general planteado por los ejecutores del presente trabajo de grado, en capítulos posteriores.

2.2.5 Brechas existentes

Los trabajos relacionados presentados enmarcan tres temas importantes: (1) el establecimiento de criterios generales para que un operador suministre VAS; (2) la tecnología utilizada para desarrollar VAS; (3) la manera de implementar servicios considerados de próxima generación, los cuales generan un valor agregado a los usuarios finales. Adicionalmente, trabajos como [11], [12], [13], [26], [34], [35], [36], [37], [38], [39], [40], [41], [42], [43] y [44], constituyen un conjunto de conceptos teóricos lo suficientemente fuerte para la construcción de una base conceptual alrededor de las SDP en NGN y para complementar la definición de criterios técnicos para el aprovisionamiento de VAS.

En la Tabla 1 se resume las brechas y aportes de los trabajos que tienen mayor relación con el presente proyecto.

Tabla 1 Resumen trabajos relacionados

RECOMENDACIONES ITU-T		
Características	Aportes	Diferencias
<p>Especificaciones orientadas a la construcción de arquitecturas de próxima generación.</p> <p>Definición de parámetros generales dentro de arquitecturas VAS.</p> <p>Definición de conceptos enmarcados en las NGN.</p> <p>Escenarios que detallan la implementación de las recomendaciones.</p>	<p>Construcción general de criterios necesarios para la prestación, creación y desarrollo de nuevos servicios de comunicaciones.</p>	<p>Implementación particular de los distintos modelos planteados por las recomendaciones, lo cual puede arrojar criterios o requisitos más específicos de acuerdo a la tecnología usada y al contexto en donde serán desarrollados. En este caso, diferentes criterios serán expuestos dentro de la implementación del caso estudio de EMCALI.</p>
VAS PARA NGN		
Características	Aportes	Diferencias
<p>Desarrollo de conceptos de próxima generación como SDP, tecnologías, arquitecturas, organismos de estandarización, facturación, gestión y conceptos técnicos.</p> <p>Descripción de criterios técnicos comunes, aplicados desde el punto de vista hardware y software.</p>	<p>Establecimiento de ciertas consideraciones que diferentes plataformas de servicios deben detallar para la prestación de nuevas aplicaciones.</p> <p>Criterios básicos y generales desde el punto de vista de hardware y software.</p>	<p>El uso de tecnologías diferentes para la implementación de VAS modifican algunos de los criterios expuestos, razón por la cual es importante analizarlos de acuerdo al contexto de EMCALI.</p> <p>Muchos de los criterios establecidos se encuentran sujetos a las consideraciones del proveedor de equipos de comunicaciones, por lo cual algunos no serán modificados o aplicados.</p>

APLICANDO SOA A SDP		
Características	Aportes	Diferencias
<p>Descripción de factores influyentes en el mercado de las TIC.</p> <p>Tendencias tecnológicas por parte de la industria de las telecomunicaciones.</p> <p>Aplicabilidad de SOA para la oferta de VAS dentro de las SDP.</p>	<p>Recomendaciones para la implementación y despliegue de VAS aplicando SOA.</p> <p>Información y ampliación de conocimiento acerca de SOA y SDP en operadores de telecomunicaciones.</p>	<p>No realiza un enfoque sobre las arquitecturas propuestas por OSA/Parlay y JAIN.</p> <p>El presente trabajo de grado realiza una mayor documentación y análisis de criterios que facilitan y simplifican la oferta de VAS en una NGN.</p>
OTROS		
Características	Aportes	Diferencias
<p>Introducción de plataformas de próxima generación que ofrezcan VAS de manera rápida y a bajo costo.</p> <p>Tecnologías para creación de servicios.</p> <p>Consideraciones a tener en cuenta para el despliegue de servicios.</p> <p>Desarrollo de conceptos relacionados con redes de próxima generación haciendo énfasis en las plataformas de despliegue de servicios.</p>	<p>Establecimiento de criterios generales para que un operador suministre y contenga VAS.</p> <p>Descripción de la tecnología usada para desarrollar esos VAS.</p> <p>Implementación de servicios que son actualmente considerados como servicios de próxima generación.</p> <p>Elementos clave para el aprovisionamiento de servicios.</p>	<p>En el mecanismo para la adquisición de la licencia que permite el ofrecimiento y prestación de diferentes servicios.</p> <p>Sujeta a entornos de IMS.</p> <p>Aspectos sujetos a un contexto no colombiano.</p> <p>Criterios no relacionados directamente con la tecnología usada dentro del nivel de servicio.</p>

Capítulo 3

Esquema de referencia para la creación, ejecución y despliegue de VAS en NGN dentro del contexto colombiano

3.1 Aproximación

Como se ha descrito en el documento, las NGN nacen de los retos de los operadores por adaptar, debido a su efectividad, los modelos de negocio del mundo IT. Sin embargo, las condiciones en el mundo Telco son completamente diferentes, por lo tanto, el modelo tan eficiente de negocio en las tecnologías de la información no puede ser aplicable directamente a los operadores. Por otro lado, las compañías de telecomunicaciones ven la necesidad de desarrollar nuevos servicios acordes a los esperados por la implementación de nuevas estructuras como las NGN. El camino hacia la convergencia no es tan simple como puede verse, por el contrario, es un trayecto tecnológico largo, de recorrido suave y paulatino. Esto se debe a cambios tecnológicos, en ocasiones muy extremos, a nuevas concepciones en la cadena de valor del operador de telecomunicaciones, y a que aún hoy en día los operadores siguen teniendo su infraestructura de red estructurada según el servicio que ofrecen [45].

Dentro de la infraestructura Telco, el concepto de convergencia se ve materializado de alguna manera en el nivel de transporte de la NGN, mientras que en el nivel de servicio, es muy poco el avance hacia la implementación del concepto [45], sin desmeritar el gran esfuerzo que grupos de investigación y empresas del sector han venido realizando para hacer efectiva la convergencia de servicios. Por tanto, es primordial desarrollar un esquema general que organice los diferentes elementos que serán objeto de análisis en la creación, ejecución y despliegue de VAS en una NGN en Colombia.

El desarrollo de nuevos servicios en entornos de telecomunicaciones requiere de nuevas concepciones tecnológicas, modelos de negocio y regulaciones que permitan un acercamiento a la convergencia total. Desde el punto de vista técnico, enfoque del presente proyecto, para proveer nuevos servicios de telecomunicaciones se debe empezar por analizar los requerimientos específicos en el dominio del operador. La Tabla 2 resume algunos de los requisitos en las telecomunicaciones y los relaciona con los existentes en los sistemas IT.

Tabla 2 Diferencia entre requerimientos orientados al operador de telecomunicaciones y sistemas IT

REQUERIMIENTO	COMUNICACIONES	EMPRESARIAL IT
Invocaciones	Típicamente asíncrono. Eventos tales como disparadores de protocolos. Acontecimiento de evento mapeado a invocación de métodos.	Típicamente síncrono. Base de datos, sistemas de Integración de Aplicación Empresarial (EAI, Enterprise Application Integration), Llamada a Procedimiento Remoto (RPC, Remote Procedure Call).
Granularidad de eventos	Eventos de granularidad fina. Alta frecuencia.	Eventos de granularidad gruesa. Baja frecuencia.

Componentes	Objetos livianos y de granularidad fina. Ciclos de vida cortos y transitorios. Rápida creación y eliminación.	Objetos pesados y de acceso a datos. Ciclos de vida largos y persistentes.
Fuentes de datos	Múltiples fuentes de datos. <ul style="list-style-type: none"> • Información de contexto y de localización. • Datos proveídos, almacenados en caché de copia maestra. 	Servidores de base de datos. <ul style="list-style-type: none"> • Copia maestra definitiva. • Sistemas back-end²⁸.
Transacciones	Transacciones livianas. <ul style="list-style-type: none"> • Para demarcación de replicación de estado. • Rápida finalización y más frecuentes. 	Transacciones de base de datos. <ul style="list-style-type: none"> • Lenta finalización y menos frecuentes.
Computación	Cómputo intensivo. Acceso intensivo. <ul style="list-style-type: none"> • Procesamiento en invocaciones de recursos y eventos. 	Cómputo intensivo en base de datos. Acceso intensivo.
Disponibilidad	De 3 a 5 nueves.	De 2 a 3 nueves.
Tiempo real	Tiempo real flexible.	No aplica.
Distribución del despliegue	Despliegue distribuido a través de toda la red.	Despliegue centralizado en pequeños números de centros de datos.

Fuente: OpenCloud²⁹

Como se puede ver en la Tabla 2, los requisitos para la creación de soluciones dentro del mundo empresarial no son directamente aplicables al entorno Telco. Motivo por el cual, los operadores trabajan fuertemente por obtener un modelo de negocio que brinde iguales y aún mejores beneficios.

Desde el punto de vista tecnológico, en el mundo empresarial IT son muchas las tecnologías aplicadas: Java, .NET, Perl, Ruby, entre muchas otras; las cuales, continúan prestando sus servicios y han presentado, con el paso del tiempo y la unión de paradigmas como SOA, excelentes resultados [46]. En el mundo Telco, muchos de los paradigmas usados en el entorno IT son sujetos a investigación y pruebas para ser aplicados, obteniendo grandes avances y resultados satisfactorios.

El operador de telecomunicaciones, de acuerdo al análisis detallado de las condiciones dentro de su dominio y al deseo de crear y desplegar nuevos servicios u ofrecer a terceros la capacidad de desarrollarlos, reconoce la necesidad de una plataforma de despliegue que responda efectiva, eficaz y eficientemente, a los requisitos específicos de las redes de telecomunicaciones [4]. Tal plataforma de despliegue es conocida como SDP, la cual es analizada a continuación desde un punto de vista técnico, en cuanto a la creación, ejecución y despliegue de VAS.

²⁸ Sistemas que proveen servicios de datos a los usuarios, los cuales realizan solicitudes a través de aplicaciones en sistemas front-end. Por lo tanto, los sistemas back-end procesan dichas solicitudes, la búsqueda y selección de datos, la seguridad de archivos, entre otros servicios.

²⁹ Tomado del documento "Rhino 2.1: Overview and Concepts" [45].

3.1.1 SDP para VAS

Estas plataformas permiten a los operadores de telecomunicaciones contar con un completo ambiente para la creación, despliegue, ejecución, gestión y facturación, para un amplio rango de servicios o contenidos de valor agregado. Estos servicios desplegados en dichas tecnologías, tienen la característica de desconocer la tecnología de red subyacente y de facilitar el enriquecimiento de contenido a través de la participación de terceros de forma segura para el operador [4]. El reto está en cómo exponer estas capacidades a diferentes plataformas y accederlas de forma unificada para componer nuevos servicios.

Desde la perspectiva del desarrollador (interno o tercero), el problema puede ser visto como la necesidad de integrar las tecnologías del mundo empresarial IT y el Telco. Para alcanzar este objetivo, es necesario una arquitectura y un framework común de comunicaciones más flexibles, representados por un enfoque orientado al servicio, como SOA, y por estructuras de comunicaciones subyacentes, como XML/WSDL [4].

Entre las características importantes de SOA, frente a otras arquitecturas usadas, se destacan: la capacidad de una rápida adaptación del software a los cambios en las necesidades del negocio, la reducción del costo en la integración de nuevos servicios y el fácil mantenimiento y operación de los mismos. Esto hace a los SDP una combinación perfecta con SOA para componer nuevos servicios [4].

El paradigma orientado al dominio del servicio, en donde las redes ya no definen la construcción de un servicio, sino que los servicios son quienes guían la construcción de las redes, las SDP nacen como la solución clave, puesto que son la realización de la completa estructura del nivel superior en las arquitecturas de nueva generación. Una SDP suministra un ambiente de despliegue de servicios abierto y común a través de toda una infraestructura de red. Adicionalmente, es la responsable de trasladar la información del dominio de servicio de alto nivel al dominio de protocolos de red de bajo nivel, ejecutando de manera conjunta el proceso de negocio dentro de las estructuras OSS/BSS. Este nivel alto de abstracción acelera la fase de creación del servicio, debido en gran parte a que los desarrolladores ven ahora a la red como un recurso y no como una infraestructura compleja y propietaria [4].

Desde el alcance del proyecto, el análisis técnico se encuentra expuesto desde la perspectiva de la creación, ejecución y despliegue, dejando por fuera la gestión y facturación. De esta forma, a la hora de establecer los criterios técnicos objeto de este trabajo de grado, la SDP introduce cuatro elementos primordiales: el ambiente de ejecución, el ambiente de creación, el nivel de abstracción de red y el acceso a terceros.

Ambiente de Ejecución (SLEE)

Es un concepto ampliamente conocido por los operadores para hacer referencia al entorno en el cual se desarrolla la lógica de las diferentes aplicaciones. Ofrecen capacidades y funciones comunes a los servicios que no necesitan ser construidas de nuevo en casos separados [45]. Es en este componente en donde los servicios son desplegados, activados, actualizados y gestionados [6]. Adicionalmente, el SLEE es fundamental para la NGSDP, es el corazón de la plataforma, razón por la cual debe ser lo suficientemente flexible y orientado al operador como para soportar servicios de hoy y del mañana [4] [5].

Existen varios requerimientos clave en el dominio del operador que deben ser abarcados en cualquier implementación de un entorno de ejecución del servicio. Dichas características son abordadas dentro del modelo general que reúne los criterios de referencia (Sección 3.3.3).

Ambiente de Creación (SCE)

Este componente es el punto de partida de todo desarrollador, debido a que le otorga un conjunto de herramientas para la rápida creación de aplicaciones y unas capacidades de administración de los servicios. Se basa en la construcción de bloques de servicios, los cuales pueden ser usados en diferentes contextos y permiten la composición de nuevas aplicaciones sin que el programador tenga que implementar software de bajo nivel.

Nivel de abstracción de red

Esta capa se basa en la necesidad de abstraer diferentes protocolos para que los niveles superiores (Sección 2.1.3.2) sean independientes del protocolo de comunicación usado para la ejecución del servicio. Este componente es de gran importancia debido a que oculta los mecanismos de implementación de bajo nivel y encapsula la complejidad de la red, permitiendo un rápido desarrollo de VAS.

Disponibilidad de acceso a terceros

Este nivel representa el acceso proporcionado por parte de un operador a actores externos, bien sea para contribuir en el enriquecimiento de servicios de telecomunicaciones a través de la creación o implementando parte de la lógica de un VAS dentro de un ambiente de ejecución tercero.

En conclusión, se tienen cuatro componentes clave para el aprovisionamiento de VAS dentro de las NGN: el SLEE, el SCE, el nivel de abstracción de red y la disponibilidad de acceso a terceros. Estos cuatro componentes constituyen la base del esquema general, el cual guiará la construcción de los criterios técnicos.

La Figura 11 resume los componentes clave para el establecimiento de los criterios de referencia.

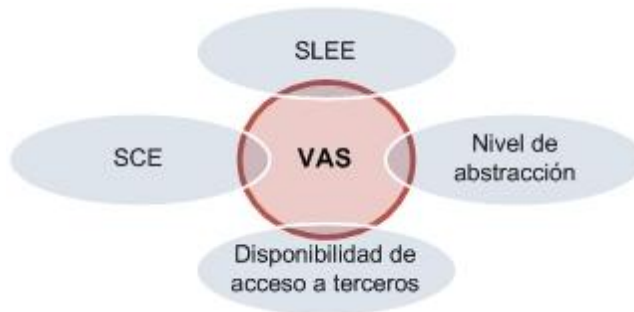


Figura 11 Componentes clave en la construcción de criterios técnicos

Los anteriores elementos conforman la base para el establecimiento de los criterios técnicos de referencia del presente trabajo de grado. Sin embargo, es necesario establecer un esquema general que los enmarque en cada uno de los componentes. Para ello, se tomó como base el trabajo realizado en [47], el cual establece un modelo de referencia para el desarrollo de aplicaciones de comercio electrónico móvil.

El modelo general de [47], responde principalmente al análisis de sitios relacionados al desarrollo de aplicaciones de comercio móvil y a la adaptación que el autor de [47] realiza para países en vía de desarrollo de modelos similares al planteado por Stanoevska-Slabeva [48]³⁰.

El modelo de referencia propuesto en [47] esboza un panorama alrededor de la organización de diferentes lineamientos para la construcción de aplicaciones de comercio electrónico móvil. Sin embargo, es necesario realizar una adaptación de la estructura del modelo (Figura 12) al contexto técnico que aborda el presente trabajo de grado.

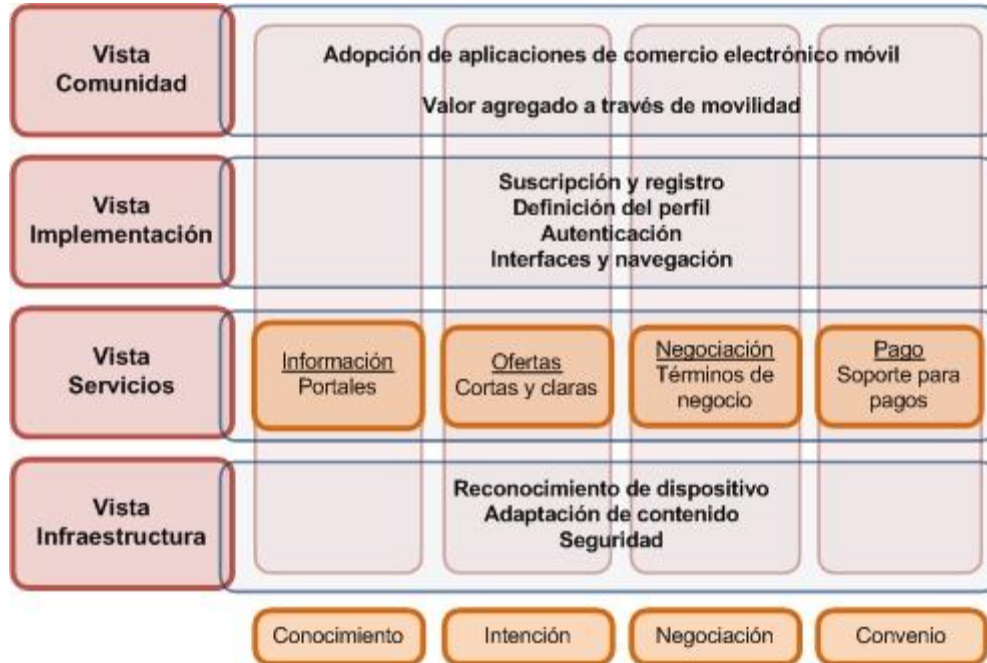


Figura 12 Estructura del marco de referencia para el desarrollo de aplicaciones de comercio electrónico móvil en países en vía de desarrollo
Fuente: Universidad del Cauca³¹

La propuesta desarrollada en [47] establece una clasificación por niveles o vistas, cada una de las cuales pretende resolver diferentes problemas y realizar recomendaciones específicas y ajustadas al contexto de los países en vía de desarrollo. El modelo está estructurado como sigue:

- *Vista Comunidad*: representa la parte del medio orientada al usuario y está dedicada a la identificación y modelado de la comunidad o grupo objetivo que lo usará.
- *Vista Implementación*: identifica los procesos necesarios y tareas requeridas para realizar transacciones de mercado a través del medio.
- *Vista Servicios*: resume los servicios de coordinación y comunicación fundamentales en cualquier transacción de mercado.
- *Vista Infraestructura*: hace referencia a los sistemas de comunicación y software utilizados para construir el medio.

³⁰ Citado por [47].

³¹ Tomado del documento "Marco de Referencia para la Construcción de Aplicaciones de Comercio Electrónico Móvil en Países en Vía de Desarrollo" [47].

El carácter técnico del presente trabajo de grado está orientado al establecimiento de criterios para la creación, ejecución y despliegue de VAS. Por esta razón, se realizó una adaptación estructural del modelo planteado en [47], teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La Vista Comunidad se representó por una Vista VAS, la cual contiene los servicios que son considerados de valor agregado y que fueron objeto de los criterios técnicos. Adicionalmente, esta vista se enfocó de dos maneras: un dominio orientado al contexto colombiano en términos generales, y un entorno específico identificado por un operador de telecomunicaciones en particular.
- La Vista Implementación se adaptó por una Vista Creación, en donde se describen las herramientas o tecnologías necesarias para la creación de los VAS definidos en la vista previa.
- La Vista Servicios se sustituyó por una Vista Ejecución-Despliegue, orientada a la construcción de criterios para el aprovisionamiento de VAS.
- La Vista Infraestructura se reemplazó por una Vista Adopción Tecnológica, en donde se organizan las diferentes tecnologías y se definen las medidas de adaptación para el soporte de los componentes de las vistas superiores.

3.2 Esquema general para el establecimiento de los criterios técnicos

3.2.1 Descripción

En la Figura 13, se muestra la estructura del esquema general propuesto para la definición de los criterios técnicos necesarios en el aprovisionamiento de VAS dentro de una NGN en el contexto colombiano, como contribución de este trabajo de grado.

Tomando como base el modelo descrito en la sección previa y las consideraciones realizadas, se mantiene la estructura definida a través de vistas. Sin embargo, al interior de cada una, se han definido una serie de criterios debidamente sustentados que se ajustan al contexto de una NGN en Colombia.

Los criterios técnicos de referencia se estructuran en tres vistas principales: Vista Creación, Vista Ejecución-Despliegue y Vista Adopción Tecnológica. Estas vistas se encuentran asociadas al desarrollo e implementación que actores como terceros y un operador de telecomunicaciones realizan sobre la creación, ejecución y despliegue de cualquier VAS dentro de una NGN.

A continuación se presenta la descripción de la estructura general para el desarrollo de los criterios técnicos.

Vista VAS: resume los servicios que son considerados dentro del presente trabajo de grado como VAS. En este nivel sólo se desarrolla el marco conceptual bajo el cual diferentes criterios serán aplicados, es decir, esta vista no se enfoca en la realización de recomendaciones técnicas, sino en el establecimiento de un contexto de servicios que son objeto de los criterios técnicos de referencia de las otras vistas.

Esta vista tiene como objetivo describir el contexto bajo el cual se establecieron los diferentes criterios técnicos. Para ello, este nivel se dividió en dos partes: un dominio general representando el marco para el aprovisionamiento de servicios en el territorio colombiano (Sección 3.3.1), y un entorno particular, haciendo referencia a la estructura empleada para el despliegue de nuevos servicios dentro del operador EMCALI (Sección 4.1).

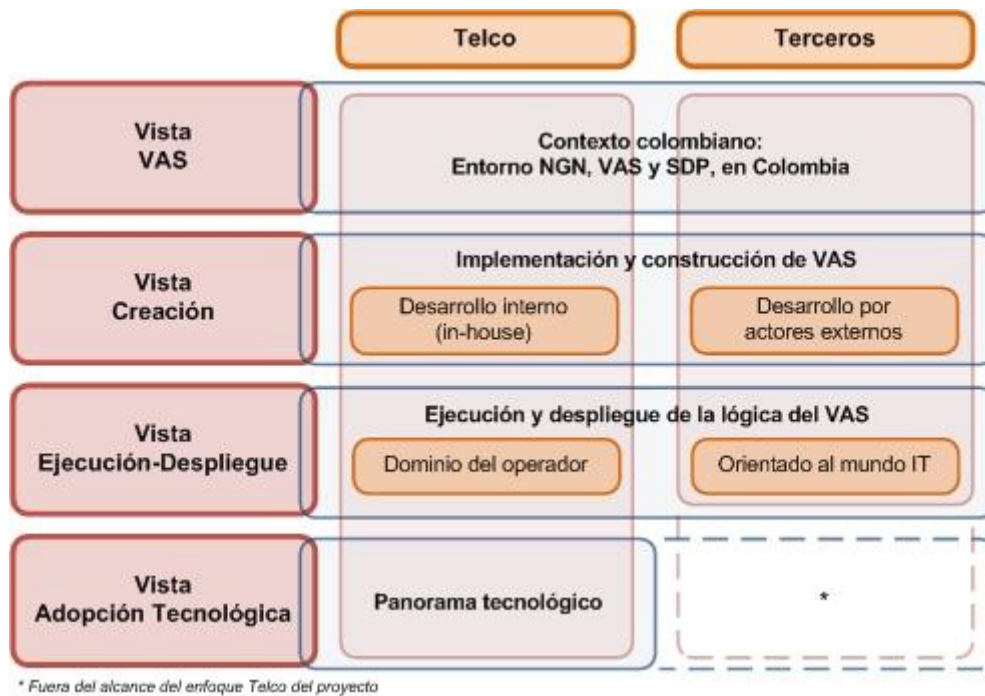


Figura 13 Esquema general para la creación, ejecución y despliegue de VAS

Vista Creación: identifica las tecnologías básicas para el desarrollo de los servicios contenidos en la Vista VAS. Los criterios técnicos aquí desarrollados, están orientados a contextualizar las herramientas tecnológicas necesarias en la implementación y construcción de VAS en una NGN, y a identificar cuáles de estas herramientas son las más adecuadas en el contexto particular de EMCALI.

Vista Ejecución-Despliegue: representa la tecnología y las herramientas tecnológicas donde se lleva a cabo la ejecución y el despliegue de la lógica del servicio. Los criterios técnicos contenidos en esta vista están orientados al cumplimiento de requisitos específicos al operador, y a la adopción de la herramienta tecnológica más pertinente para la situación de EMCALI.

Vista Adopción Tecnológica: hace referencia a las condiciones necesarias para adaptar la tecnología de las vistas superiores a los niveles de red del operador. Los criterios establecidos en esta vista están orientados a la construcción de un panorama tecnológico que permita al operador adoptar y adaptar cierta tecnología a su infraestructura de red con el fin de lograr la convergencia en servicios que demanda la implantación de estructuras NGN.

Las vistas Creación, Ejecución-Despliegue y Adopción Tecnológica, se desarrollaron en dos puntos: un enfoque de referencia donde se establece los criterios generales de las diferentes vistas (Sección 3.3), y un enfoque de uso en donde se describen los criterios aplicados al contexto de EMCALI (Sección 4.2, Sección 4.3, Sección 4.4).

3.2.2 Análisis vertical y horizontal

El análisis vertical consiste en la lógica de interconexión entre las diferentes vistas. El análisis responde a la siguiente lógica:

- Dentro de una NGN son varios los servicios que pueden ser creados, muchos de los cuales necesitan de grandes esfuerzos tecnológicos y altos niveles de conocimiento (Vista VAS). Estos servicios son construidos bajo tecnologías específicas (Vista Creación) y desplegados en servidores de aplicación específicos (Vista Ejecución-Despliegue).
- La relación directa existente entre la Vista Creación y la Vista Ejecución-Despliegue, se debe a que el servicio construido bajo herramientas de creación necesariamente es ejecutado en una herramienta tecnológica de ejecución y despliegue. Sin embargo, estos servicios creados y puestos en marcha necesitan de tecnologías de soporte para su correcto funcionamiento, además de un contexto en donde la tecnología y las herramientas tecnológicas implementadas en la Vista Creación y la Vista Ejecución-Despliegue se adapten a la estructura del operador, con el fin de realizar una migración suave y paulatina al mundo convergente (Vista Adopción Tecnológica).

El análisis horizontal consiste en la lógica de relación existente entre los actores (Terceros y Telco) para la creación, ejecución y despliegue de VAS, y las diferentes vistas del esquema general. El análisis responde al siguiente enfoque:

- Tanto el componente Telco como el de Terceros, desarrollan e implementan los servicios definidos en la Vista VAS. La realización de un servicio por parte de cualquiera de ellos, abre una ventana competitiva debida a la innovación presente en este tipo de servicios. La oferta de VAS otorga al operador una diferenciación en el mercado de servicios de telecomunicaciones, logrando un impacto significativo en el consumo de los usuarios y un incremento en sus ingresos.
- En la Vista Creación, la orientación desde Terceros se refiere a los desarrollos llevados a cabo por actores externos que contribuyen al enriquecimiento de servicios de telecomunicaciones. Desde un punto de vista Telco, hace referencia al desarrollo originado desde el interior (in-house) de la infraestructura del operador.
- En la Vista Ejecución-Despliegue, el enfoque desde Terceros hace énfasis en que parte de la ejecución de la lógica de un VAS puede estar contenida en servidores de aplicación típicamente orientados al mundo IT³². Dichos servidores toman características del sector empresarial (Tabla 2) con el propósito de ejecutar de la forma más adecuada las aplicaciones dentro de este dominio. La orientación Telco, se refiere a la necesidad de un ambiente de ejecución orientado al dominio del operador que cumpla con unos requerimientos específicos.
- La Vista Adopción Tecnológica está orientada a las consideraciones que un Telco debe tener en cuenta para establecer un panorama tecnológico que le permita decidir sobre la implantación más adecuada de una herramienta dentro de su infraestructura de red. De igual forma, la adopción de cierta herramienta tecnológica para un operador debe enfocarse en brindar una migración hacia plataformas convergentes. En esta última capa no se involucró el dominio Terceros, debido a que el enfoque del trabajo se basa principalmente sobre un operador de telecomunicaciones.

La relación horizontal de los componentes verticales de la estructura general (Telco, Terceros), representados por los actores que implementan las consideraciones de cada una de las vistas, trae consigo la inclusión de términos como dominios de confianza y no confianza.

Los dominios de confianza, se refieren a las aplicaciones realizadas por los propios proveedores de red y de sus organizaciones subordinadas asociadas. Las aplicaciones de no confianza son todas aquellas desarrolladas principalmente por proveedores de servicios independientes. Sin embargo,

³² Es importante señalar que un servidor tercero también puede ser orientado al mundo Telco. Esto depende de cómo el operador realice la configuración de las herramientas tecnológicas existentes

para un operador de telecomunicaciones brindar accesibilidad a terceros no es una idea tan bien concebida. Esto se debe al simple hecho que estos vínculos pueden violentar la seguridad de su infraestructura y de sus procesos internos de negocio así se cuente con los apropiados mecanismos de seguridad. Por tanto, los operadores tienen dos alternativas: ser proveedores de solamente un pequeño número de servicios ya bien conocidos ó trabajar conjuntamente con terceros con el fin de añadir valor a las aplicaciones las cuales representen mejores beneficios en rentabilidad y en obtener un fuerte posicionamiento en el mercado de servicios de telecomunicaciones.

El trabajo conjunto entre el operador de telecomunicaciones y un actor tercero, es primordial para la construcción de VAS debido a la sinergia de conocimientos y esfuerzos para el aprovisionamiento de estos servicios emergentes. En tal sentido en Colombia se han venido presenciando alianzas importantes entre operadores con el objetivo de enriquecer y construir VAS que satisfagan las necesidades de los usuarios. Este es el caso de los operadores de telefonía fija y móvil, como UNE Empresas Públicas de Medellín (UNE EPM) con Tigo, y la Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá (ETB) con Telefónica Movistar. Incluso compañías de telecomunicaciones, como EMCALI, están en la búsqueda de un socio estratégico para el mejoramiento de los procesos de aprovisionamiento de VAS.

Estas alianzas crean un contexto potencial para el desarrollo de nuevos y mejores servicios que vayan acorde a lo esperado por la implementación de una NGN en Colombia. Por esta razón, este trabajo de grado cobra mayor importancia y pertinencia ya que brinda una serie de criterios técnicos con los cuales estos operadores puedan potencializar sus vínculos con otras compañías de comunicaciones a fin de ofertar VAS dentro de su NGN.

3.3 Criterios técnicos de referencia

Esta sección expone los criterios técnicos para la creación, ejecución y despliegue de VAS en una NGN dentro del contexto colombiano, tomando como base los trabajos descritos en la Sección 2.2 y el esquema general planteado por los autores del presente trabajo de grado (Figura 13).

3.3.1 Vista VAS: contexto colombiano

Antes de establecer los criterios técnicos específicos para la creación, ejecución y despliegue de VAS, es necesario a través de la Vista VAS realizar la caracterización del contexto bajo el cual se aplicarán. Por tanto, en este punto se hará énfasis en la descripción general del contexto colombiano para el aprovisionamiento de servicios.

3.3.1.1 Entorno de NGN en Colombia

El Gobierno Nacional, a través del MINTIC definió en su plan de acción 2008 [49] una serie de estrategias, entre las cuales se destaca la idea de una sociedad en donde todos se encuentren informados y conectados. Tareas como la masificación de Internet de banda ancha y programas de telecomunicaciones sociales como Computadores para Educar y Compartel, son algunas de las estrategias adelantadas por el gobierno para el establecimiento de una sociedad siempre informada.

El incremento en la penetración de las TIC [50] y la necesidad de nuevas plataformas que solucionen los actuales y futuros requerimientos de servicios de telecomunicaciones de los clientes conllevan a diferentes países a renovar sus políticas.

En el caso colombiano, en el decreto 2870 de 2007 [51] se estipula una serie de artículos que permiten adoptar medidas para facilitar la convergencia de los servicios y redes de comunicaciones. El artículo 2, por ejemplo, define la estructura del título habilitante convergente, el cual “*comprende licencias y concesiones para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones de que tratan el decreto Ley 1900 de 1990...*”. Dentro de la ley 1900 de 1990 están establecidas las definiciones de VAS. Vale mencionar también dentro de este decreto la existencia del artículo 12, el cual define que “*los operadores de telecomunicaciones deberán ofrecer y permitir el uso de sus redes a los otros operadores y a los proveedores de contenidos y aplicaciones, en condiciones transparentes, no discriminatorias y bajo criterios de precios orientados a costos eficientes*”.

Adicionalmente, se ha definido una ley en el campo de las TIC que introduce nuevas oportunidades de negocio para los proveedores de redes y servicios, ofreciendo un marco legal consistente en la convergencia tecnológica [52]. Esta ley tiene como objetivo “*determinar el marco general para la formulación de las políticas públicas que regirán el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, su ordenamiento general, el régimen de competencia, la protección al usuario, así como lo concerniente a la cobertura, la calidad del servicio, la promoción de la inversión en el sector y el desarrollo de estas tecnologías, el uso eficiente de las redes y del espectro radioeléctrico, así como las potestades del Estado en relación con la planeación, la gestión, la administración adecuada y eficiente de los recursos, regulación, control y vigilancia del mismo y facilitando el libre acceso y sin discriminación de los habitantes del territorio nacional a la Sociedad de la Información*”. Esta ley sin duda abre el panorama regulatorio para que distintos operadores de telecomunicaciones ofrezcan sus servicios de nueva generación, teniendo en cuenta las disposiciones presentadas y las características relevantes a las TIC.

Las anteriores consideraciones del gobierno, por ejemplo, se encuentran enmarcadas en los estudios de la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL)³³, de la cual Colombia es miembro activo, que a través de su Comité Consultivo Permanente I, el cual actúa como un asesor en telecomunicaciones, expone en [53] a la arquitectura funcional de IPTV como uno de los casos de negocio más significativos y propicios para el despliegue de redes de próxima generación, razón por la cual resuelve apoyar la recomendación ITU-T Y.1910 sin modificación alguna. De acuerdo a lo expuesto en ese estudio, algunas empresas como EMCALI han adquirido la opción tecnológica IPTV para el despliegue de servicios NGN.

Actualmente Colombia trata de adoptar de forma rápida todas estas políticas. Otro claro ejemplo es la creación de nuevas entidades encargadas en el estudio de plataformas que se adapten al crecimiento y la evolución de nuevos servicios. El Centro de INvestigación de las TELecomunicaciones (CINTEL)³⁴ en asociación con el MINTIC y algunas universidades, operadores y proveedores, conformaron en el año 2007 el grupo de expertos en NGN [54], el cual está encargado del análisis y generación de modelos de arquitecturas que permitan la implementación y uso de las redes de nueva generación. A través del Laboratorio en Redes Avanzadas en NGN de Colombia para Latinoamérica, este grupo se encarga del desarrollo de varios proyectos, entre los cuales figuran [55]: “*Interconexión de Redes Públicas NGN/IMS*”, “*Diseño y especificación de un servicio bajo una plataforma SDP para redes NGN en Colombia*” y “*Medición de la calidad del servicio en NGN en Colombia*”.

³³ Principal foro de telecomunicaciones en donde los gobiernos y el sector privado se reúnen para coordinar los esfuerzos regionales para desarrollar la Sociedad Global de la Información de acuerdo a los mandatos de la Asamblea General de la Organización de los Estados Americanos y los acordados por los Jefes de Estado y de Gobierno en las Cumbres de las Américas.

³⁴ Centro que estudia y promueve el uso integral de las TIC a través de la investigación e innovación, la asistencia técnica, la capacitación y los servicios de información.

Los esquemas y las arquitecturas NGN en Colombia no difieren de muchas otras, puesto que han sido implementadas basándose en las especificaciones de las organizaciones internacionales de estandarización y regulación. El claro ejemplo del seguimiento de las políticas internacionales es ilustrado en la Figura 14, donde se observa una estructura general NGN publicada por CINTEL apoyada en la recomendación ITU-T Y.2001 [56]. Es importante resaltar en ella, la capa de control de red encargada del flujo de señalización y control, la cual es implementada por la tecnología Softswitch. Esto permite visualizar que en la mayoría de los operadores de telecomunicaciones, la prestación de funciones de control dentro de una NGN en el contexto colombiano, son implementadas por la tecnología de control Softswitch como el paso transitorio hacia la idea convergente de tecnologías como IMS en servicios de telecomunicaciones.

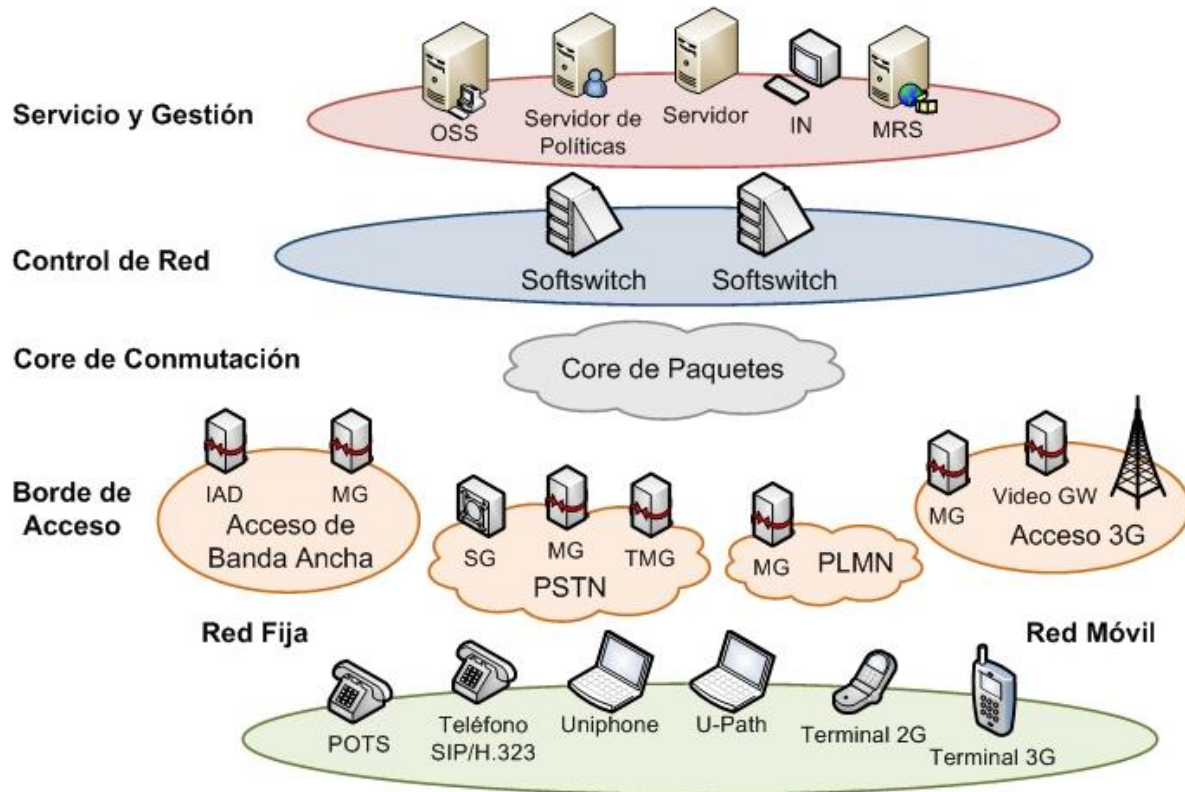


Figura 14 Arquitectura general NGN
Fuente: CINTEL³⁵

3.3.1.2 Entorno de VAS en Colombia

Al igual que para las redes de telecomunicaciones, el Gobierno Nacional también se encarga de promocionar la cobertura nacional e innovación de los servicios que sobre ellas se puedan desplegar. Similarmente, promueve el acceso a estos servicios por parte de “los grupos de población de menores ingresos económicos, los residentes en áreas urbanas y rurales marginales o de frontera, las etnias culturales y en general los sectores más débiles o minoritarios de la sociedad”, con el fin de lograr una integración tecnológica de toda la población colombiana y de mejorar el aspecto socioeconómico y cultural del país [57].

³⁵ Tomado del documento “Arquitecturas orientadas al servicio en el ámbito de las redes de próxima generación” [56].

En la legislación colombiana, se ha establecido la siguiente clasificación de servicios de telecomunicaciones: servicio básico, incluyendo portador y teleservicio, servicio de difusión, servicio telemático, servicio auxiliar de ayuda, servicio especial y VAS [57]. Antes de exponer el concepto de VAS dentro del contexto regulatorio colombiano, es necesario dar a conocer las definiciones que el MINTIC ha presentado para los primeros tres tipos de servicios:

- *Servicios básicos*: fueron los primeros en aparecer con el desarrollo de las telecomunicaciones, razón por la cual a través de este término es imposible referirse a los nuevos servicios que en ese entonces no existían. La legislación colombiana ha adoptado el concepto expuesto por la ITU para definir este tipo de servicio (Tabla 3) [57].
- *Servicio de difusión*: hace referencia a aquellos en los que el envío de información se realiza de forma unidireccional y simultánea a varios puntos de recepción. Entre ellos se encuentran las radiodifusiones sonora y de televisión [58].
- *Servicio telemático*: es una de las categorías de la legislación colombiana creadas para abordar las nuevas formas de comunicación originadas con la evolución tecnológica. Específicamente, este término se refiere a los servicios “*que, utilizando como soporte servicios básicos, permiten el intercambio de información entre terminales con protocolos establecidos para sistemas de interconexión abiertos*” [57].

Teniendo en cuenta estas definiciones, el MINTIC expone que los VAS son todos aquellos “*que utilicen como soporte servicios básicos, telemáticos y de difusión, o cualquier combinación de estos, que proporcionen la capacidad completa para el envío o intercambio de información, agregando otras facilidades diferenciables del servicio soporte o satisfaciendo nuevas necesidades específicas de telecomunicaciones, independientemente de la tecnología que utilice*”. Para concluir, de forma semejante a otras organizaciones de regulación y de mercado internacionales (Sección 2.1.2.1), en la legislación colombiana también se considera a este tipo de servicios como aquellos “*que se puedan diferenciar de los servicios básicos*” [51].

En conclusión, la idea fundamental del concepto de VAS se traduce en servicios de próxima generación que integran el mundo de las telecomunicaciones y el de la información, permitiendo que un operador desarrolle y despliegue un amplio rango de servicios potenciales de acuerdo a unas características y capacidades clave esperadas en las NGN [22]. Lo más importante de estos servicios, es el carácter de innovación que éste representa para un proveedor de servicios de telecomunicaciones.

Teniendo en cuenta lo anterior, se han considerado algunos servicios que bien pueden incluirse como VAS según lo expuesto por este trabajo de grado. Entre ellos se encuentran [26]:

- *Servicios de mensajería instantánea*: como SMS, Servicio de Mensajería Mejorada (EMS, Enhanced Messaging Service), servicio de mensajería multimedia. Definidos como un tipo de servicio de comunicaciones basado en texto que permite al usuario crear una especie de conversatorio (chat room) con otro individuo en tiempo real.
- *Pulsar Para Hablar (PTT, Push To Talk) sobre NGN (PoN, PTT over NGN)*: servicios orientados a desplegar el servicio PTT usando elementos de red de la NGN, con el fin de permitir a una persona establecer una sesión multimedia con un grupo en particular pulsando sólo un botón. Este servicio es tomado de las especificaciones de OMA para PTT sobre Celular (PoC, PTT over Cellular).
- *Servicios multimedia punto a punto*: servicios interactivos de voz, video y texto, en tiempo real.

- *Servicios de comunicación interactiva colaborativa*: todo el conjunto de servicios de baja latencia para el soporte de conferencia multimedia con disponibilidad de compartir archivos y aplicaciones, como e-learning y juegos.
- *Servicios de despliegue de contenido*: aplicaciones para la entrega de video y otros flujos de medios a los usuarios. Entre ellos se encuentran la radio, música, difusión de video, video bajo demanda, distribución de canal de televisión digital, distribución de información financiera, y distribución de contenido médico y profesional.
- *Servicios de información*: por ejemplo, servicios de disponibilidad de boletos, de estado de tráfico, servicios avanzados de notificación (push), etc.
- *Servicios basados en localización*: entre ellos, servicios de guía turística, servicios de asistencia médica y hospitalaria, etc.
- Servicios especificados en la publicación 6 del 3GPP y 3GPP2, basados en servicios OSA (mensajería multimedia, llamada por terceros, localización de usuario, etc.).

En la Figura 15 y la Tabla 3 se presenta tanto la clasificación como la definición de los servicios que será utilizada en este trabajo de grado. La misma se construyó a partir del análisis de las diferentes fuentes de información presentadas hasta el momento.

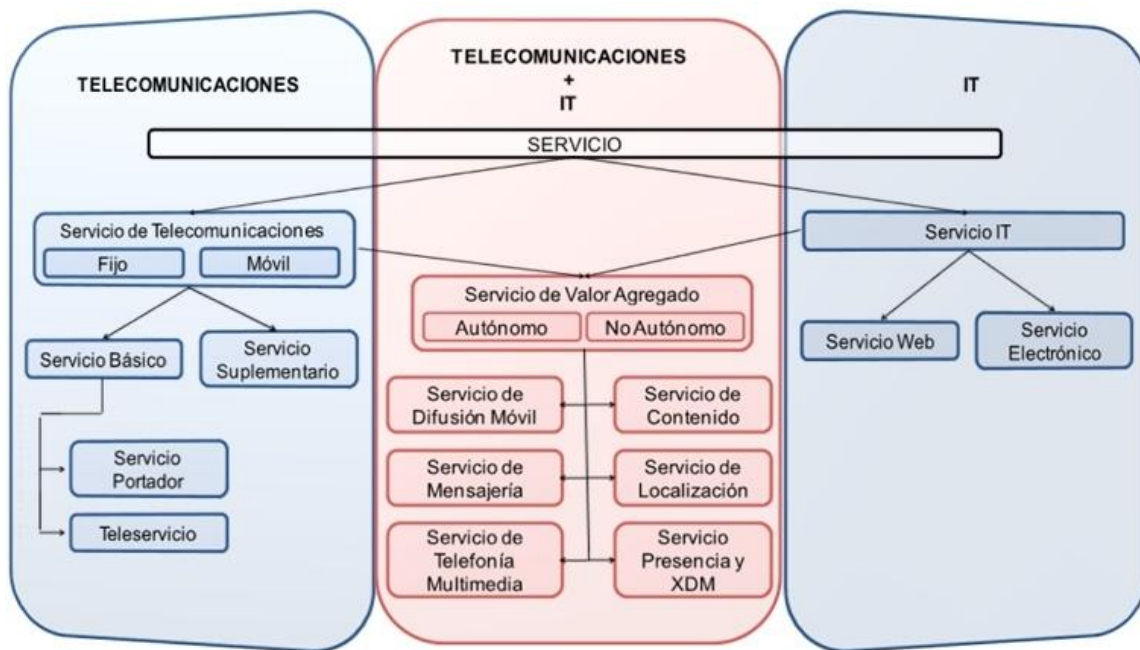


Figura 15 Taxonomía de servicios

Tabla 3 Conceptos de tipos de servicios

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
Servicio	Un servicio es un grupo de funciones y facilidades desarrolladas y entregadas como un producto por un proveedor a un usuario en respuesta a su demanda. Un mismo servicio puede ser usado como componente en varios productos, empaquetado de forma diferente y ofertado a distintos costos [59] [60].
Servicio de telecomunicaciones	Conjunto de funciones independientes que son una parte integral de los procesos de negocio que satisfacen las necesidades de telecomunicaciones de los usuarios. Este servicio consiste de componentes hardware y software y de un medio de comunicación fijo o móvil ubicado en un nivel inferior [60] [61].

Servicio básico	Término que hace referencia a los servicios tradicionales, es decir, aquellos que comúnmente son suministrados en la red de telecomunicaciones. Constituye la base para los servicios suplementarios [61]. Este tipo de servicio se divide en dos categorías: servicio portador y teleservicio.
Servicio portador	Un servicio portador es aquel que ofrece la capacidad necesaria para el transporte y enrutamiento de señales entre dos o más puntos de terminación o de interfaz usuario-red, ya sea en redes no conmutadas o de conmutación de circuitos o paquetes [10] [61].
Teleservicio	También conocido como servicio final. Proporciona en sí mismo la funcionalidad completa, incluida la del equipo terminal, para la comunicación entre usuarios a través de una red fija o móvil de acuerdo a los protocolos establecidos entre los operadores [10] [15].
Servicio suplementario	Término con el cual se define al tipo de servicio que modifica o complementa un servicio básico. Se encuentra soportado sobre un servicio básico, razón por la cual no puede ser ofrecido como un servicio único. Un mismo servicio suplementario puede ser aplicado a varios servicios básicos de telecomunicaciones [10] [61].
Servicio IT	Servicio informático que introduce el concepto de SOA para el intercambio de datos a través de una red de computadores. Dicha arquitectura se encuentra conformada por componentes e interconexiones que enfatizan en la interoperabilidad y transparencia del servicio. Dos de los términos más conocidos en este tipo de servicios son: WS y servicio electrónico (e-service) [60].
Servicio Web	Sistema software con unas interfaces y conexiones públicas definidas y descritas en XML. Puede ser descubierto por otros servicios a través de un Identificador de Recurso Uniforme (URI, Uniform Resource Identifier) e interactuar entre ellos de una manera prescrita por su definición y usando mensajes basados en XML transmitidos por protocolos de Internet [60].
Servicio electrónico	Puede ser identificado también como un WS, desde una perspectiva de aplicación. Se describe como la realización de componentes de negocio electrónico dinámicos en el ambiente de Internet [60].
Servicio de valor agregado	Servicios avanzados de nueva generación que integran el mundo de las telecomunicaciones y el IT. Pueden ser operacionalmente autónomos o acoplarse y adicionar valor a otro servicio existente.
Servicio de difusión móvil	Aborda un amplio rango de servicios de envío de datos multimedia desde un único emisor a un grupo de receptores en específico o en un área determinada, utilizando métodos desde difusión tradicional hasta multidifusión móvil. Este tipo de VAS se encuentra apoyado e impulsado por el paradigma del envío de información unidireccional punto a multipunto, en el cual los datos son transmitidos desde una única fuente a un grupo de usuarios en un área específica, y por el paradigma del envío bidireccional desde un único emisor a un único receptor en específico [62] [63].
Servicio de contenido	Se refiere a un amplio rango de capacidades que responden a los requerimientos de envío de contenido punto a punto y portadores punto a multipunto en un entorno definido. Dichos requerimientos incluyen los mecanismos básicos necesarios para la transmisión de información y para dar soporte a varias realizaciones de servicio como presencia y localización [64].
Servicio de localización	Servicio que permite la identificación de la posición actual de un terminal de usuario y el reporte a través de formatos estándar (por ejemplo, coordenadas geográficas) al usuario, al equipo móvil, al operador de red, al proveedor de servicio básico y/o de valor agregado, y a las operaciones internas de la Red Móvil Terrestre Pública (PLMN, Public Land Mobile Network) [65].
Servicio de presencia y XDM	El servicio de presencia y disponibilidad permite que las aplicaciones intercambien información dinámica, como el estado, ubicación, capacidades, entre otros, acerca de unos recursos en específico, por ejemplo acerca de determinados usuarios y dispositivos [66]. La Gestión de Documentos XML (XDM, XML Document Management) hace posible la creación y manipulación de este tipo de documentos guardados en la red, los cuales pueden ser accedidos por una o múltiples aplicaciones con el fin de personalizar servicios [66].

Servicio de mensajería	En la actualidad existen diferentes tipos de servicios de mensajería en el mundo cableado e inalámbrico. Dichos servicios también difieren en que algunos están diseñados para ser utilizados en lo que es percibido como tiempo real y otros están diseñados como un servicio de correo, en donde el mensaje es almacenado, listo para ser coleccionado o enviado un tiempo después [67].
Servicio de telefonía multimedia	Se refiere a los servicios que soportan conversaciones multimedia entre dos o más usuarios, ofreciendo una transmisión bidireccional en tiempo real de la voz, video u otros tipos de datos opcionales. Dicha comunicación puede ser simétrica o diferir en los componentes media, las tasas de transmisión o la QoS. Estos servicios pueden iniciar con cualquiera de los tipos de datos multimedia. El resto pueden ser o no adicionados en el progreso de la comunicación, razón por la cual no están limitados a siempre incluir la voz. Permite también la implementación de servicios suplementarios similares a los existentes en las redes de conmutación de circuitos [68].

Los anteriores servicios exponen el contexto en el cual, tanto actores terceros como el mismo operador, se utilizan diferentes tecnologías para la implementación y desarrollo de cualquier aplicación, logrando una ventaja competitiva en el mercado de servicios de telecomunicaciones.

3.3.1.3 Entorno de SDP en Colombia

Para el operador, una SDP es un conjunto de componentes de negocio y una tecnología de gran importancia, tal como se ha comentado en puntos anteriores y como será resaltado en los próximos. Es vital para el operador desarrollar, desplegar, ejecutar, coordinar y gestionar, nuevos servicios de manera eficiente, eficaz y efectiva, generando mayores ingresos y manteniendo bajos precios. Sin embargo, como se ha mencionado, las SDP en ocasiones sólo son ofrecidas como producto y otras veces como una completa arquitectura, razón por la cual, cada empresa ha implementado su propia SDP basándose en su criterio específico. En [34] se menciona un claro ejemplo de esta situación, donde dependiendo de varias definiciones de SDP se propone una plataforma para el contexto colombiano, sustentando que una SDP debe construirse según las especificaciones exactas del operador y teniendo en cuenta la inclusión de estándares existentes. Sin embargo, propone un caso de estudio que no llega a la implementación del servicio propuesto para evaluación de la SDP. Además, el mismo coloca en clara desventaja al operador de telecomunicaciones ya que éste sería un simple transportador de bytes y no un controlador del servicio. Desaprovechándose de esta forma las ventajas de la SDP.

Aunque algunas empresas optan por construir una SDP propia, tiene mayor acogida la adquisición de una [69]. Un caso específico se observa en la compañía de servicios públicos EMCALI, una entidad que ha incursionado dentro del mundo de las NGN, adquiriendo componentes tecnológicos que lo acercan al modelo de negocio propuesto en la implementación de SDP. Actualmente no cuentan con la SDP de su principal proveedor Equipos de Telecomunicaciones Zhong Xing (ZTE, Zhong Xing Telecommunication Equipment)³⁶ o de alguna otra compañía, pero sí poseen los componentes necesarios que le permiten adaptarse suavemente a los cambios que requiere la implementación de una.

Telefónica, con la alianza estratégica que firmó con la empresa Huawei Technologies³⁷, pondrá en marcha la implantación e implementación de la SDP de esta compañía oriental, pretendiendo

³⁶ Proveedor de equipo de comunicaciones y soluciones de redes, entre las cuales se encuentran GSM, CDMA2000, IMS, IPTV, NGN, VAS, entre otras.

³⁷ Mayor fabricante de equipos de redes y telecomunicaciones en China.

disminuir en gran medida el tiempo de puesta en servicio (time-to-market)³⁸, los Costos Operativos (OPEX, OPerational EXpenditures) y los Costos de Capital (CAPEX, CApital EXpenditures) [70]. ETB, por su parte, incursiona en la plataforma IPTV con el fin de ofrecer nuevos y avanzados servicios [71].

Lo anterior es un claro indicador de la penetración de nuevas tecnologías para el ofrecimiento de servicios. Aunque sean pocos los que incursionen en las SDP, este contexto permite ver la orientación de estos operadores, brindando la posibilidad de establecer un marco de trabajo progresivo hacia el aprovisionamiento de VAS.

3.3.1.4 Modelo de aprovisionamiento de VAS en Colombia.

Desde el punto de vista técnico³⁹ de este trabajo de grado, el aprovisionamiento de nuevos servicios de telecomunicaciones debe tener en cuenta las estructuras básicas tecnológicas para realizarlo. Esta descripción fue resuelta en las secciones previas relacionadas a las NGN, VAS y SDP en el contexto colombiano. Sin embargo, es importante resaltar la diferencia de esquemas de aprovisionamiento a nivel internacional. Para realizar este análisis, se parte de las diferentes fases en el aprovisionamiento de servicios (Figura 2) tratado en la Sección 1.3.

En el contexto internacional, el modelo de aprovisionamiento está orientado por el nuevo paradigma en comunicaciones, Telco 2.0. Esta tendencia busca establecer una serie de estrategias para modificar el modelo actual de negocio de los operadores dando un rol significativamente importante a la participación del cliente final para la creación, y de un tercero en la ejecución de VAS [72]. El esquema para el aprovisionamiento de VAS se centra en el usuario como principal actor en el mercado nuevos servicios.

En este enfoque, el componente de creación de la primera fase en el aprovisionamiento (Figura 2), es llevada a cabo por el usuario final. Trabajos como [73] [74] [75], exponen plataformas que facilitan la creación de VAS siendo el usuario el diseñador del funcionamiento del servicio. El componente de ejecución y despliegue es parte de un operador de telecomunicaciones o de un actor tercero, este último generalmente del mundo IT.

Debido a que el enfoque del aprovisionamiento de VAS en el contexto internacional se centra en el cliente final, la solicitud y entrega del servicio (segunda fase en el aprovisionamiento) es transparente, es decir, una vez diseñado el servicio por el usuario, el servicio es activado y puesto en funcionamiento independientemente del operador que presta el servicio.

Para el contexto colombiano, el aprovisionamiento⁴⁰ de VAS no está centrado en el cliente. La creación, ejecución y despliegue de nuevos servicios aún está a cargo del operador de telecomunicaciones. Aunque es importante resaltar, que actores terceros están tomando un rol importante en esta fase [76].

Debido a esto, en la segunda fase para el aprovisionamiento de servicios de telecomunicaciones (solicitud y entrega), el usuario debe seleccionar un operador específico para la entrega final del

³⁸ Tiempo necesario para incorporar nuevos productos/servicios.

³⁹ Aspectos básicos regulatorios y tendencias de negocio en el mercado de productos de telecomunicaciones igualmente son tenidos en cuenta.

⁴⁰ Un estudio en plataformas centradas en el usuario final para el aprovisionamiento VAS esta siendo objeto de investigación por el grupo de Ingeniería Telemática de la Universidad del Cauca, como una clara evidencia de la inexistencia de dichos modelos dentro del contexto colombiano.

servicio. Esta situación se vuelve inmanejable cuando se desea consumir diferentes VAS desplegados por diferentes operadores de telecomunicaciones.

Un modelo de negocio centrado en el usuario, requiere necesariamente de estudios especializados en aspectos tecnológicos, sociales, económicos y comerciales del país donde los VAS serán desplegados. Además, la regulación orientada a facilitar este tipo modelo, es un componente esencial en el aprovisionamiento de nuevos servicios. En tal sentido, en Colombia es importante resaltar que el contexto regulatorio relacionado con las SDP y VAS aún sigue sin ser claramente definido (Sección 3.3.1.2 y Sección 3.3.1.3)

La condiciones establecidas dentro contexto colombiano para el aprovisionamiento de VAS, hacen pertinente la definición de los criterios técnicos (Sección 3.3.2, Sección 3.3.3 y Sección 3.3.4) debido a que en la creación, ejecución y despliegue de VAS como primera fase en el aprovisionamiento, está orientada hoy en día exclusivamente al operador de telecomunicaciones. Criterios técnicos para esquemas centrados al cliente final, necesariamente deberán ser adaptados e incluso redefinidos.

Finalmente, la escases de plataformas o esquemas de creación, ejecución y despliegue rápido de VAS en Colombia, hacen pertinente el trabajo presentado en esta monografía.

3.3.2 Vista Creación

3.3.2.1 Terceros

Para construir mejores servicios con contenidos enriquecidos, es necesario brindar a terceros la posibilidad de interactuar de manera segura con la infraestructura del operador, con el fin de aumentar el portafolio de servicios de valor agregado. Los criterios base en este punto son: accesibilidad para programadores (Sección 2.2.4) y abierto, fácil y rápido despliegue (Sección 2.2.3).

Generalmente, cuando un tercero desea crear un servicio utilizando los recursos de un Telco, éste utiliza las interfaces expuestas por el proveedor de servicios de telecomunicaciones. Estas interfaces bien pueden ser API o Adaptadores de Recursos (RA, Resource Adapter) que ofrece el operador. Para el caso de un SLEE propietario, el RA usado por un tercero deberá ser el mismo que suministra el proveedor del equipo. Sin embargo, contar con la tecnología JAIN SLEE como centro de ejecución de servicios, hace posible a un tercero usar todo tipo de RA para la creación de nuevos servicios.

En este caso, usar tecnologías abiertas y de alto nivel de abstracción como los WS a través de interfaces como las de Parlay X⁴¹ dan a los desarrolladores del mundo IT herramientas para construir servicios más avanzados en telecomunicaciones. Tecnologías como las API de OSA/Parlay y Parlay X, concebidas con la intención de ser expuestas a dominios externos, son integradas con ambientes estándares de ejecución de servicio como JAIN SLEE a través del API de Proveedor de Servicio de JAIN (JSPA, JAIN Service Provider API)⁴² y el RA para el Protocolo de Acceso a Objetos Simples (SOAP, Simple Object Access Protocol)⁴³, respectivamente (Figura16).

⁴¹ Actualmente EMCALI no posee implementación de la especificación Parlay X.

⁴² Tecnología que mapea las capacidades del modelo OSA/Parlay a la tecnología Java.

⁴³ SOAP RA permite a los servicios recibir solicitudes SOAP como eventos para ser procesados dentro del ambiente de ejecución.

3.3.2.2 Telco

El enfoque para la creación de VAS en una NGN se encuentra basado en tres categorías [33]: API programables, lenguajes de scripting y SCE.

API programables

Diferentes componentes software que abstraen los protocolos de la red y permiten el desarrollo de nuevas aplicaciones. El nivel de abstracción se puede clasificar de alto, medio y bajo nivel, siendo el primero ideal para programadores que desconocen aspectos específicos de la red subyacente, mientras que el último requiere de un conocimiento más detallado de los mecanismos, protocolos y de la infraestructura implementada.

Dependiendo de la API seleccionada se puede manipular el tiempo y complejidad de la creación de un servicio, criterios esenciales en el aprovisionamiento de VAS para NGN. Así, por ejemplo, la utilización de una API de alto nivel reduce el tiempo de creación del servicio y su desarrollo es de alguna manera sencillo. Esto debido en gran parte a que la curva de aprendizaje de este tipo de API es más rápida que aquella requerida para un conocimiento más detallado de aspectos relacionados con la red de soporte. Que el desarrollo de servicios sea transparente a las tecnologías de red subyacente, reduce la complejidad y el tiempo de creación de nuevos servicios.

Por tanto, el uso de interfaces de alto nivel (conjunto de API de JAIN), debido a su alta abstracción, permite al programador un desarrollo ágil de diferentes aplicaciones. El uso de esta clase de API aparta al desarrollador de tener que conocer a fondo los protocolos de red subyacentes y le brinda una curva rápida de aprendizaje. En caso de contar con un programador con altos conocimientos de un grupo específico de protocolos de red, las API de bajo y medio nivel son adecuadas, como el conjunto de API de OSA/Parlay. Sin embargo, la creación de nuevos y mejores servicios demanda la unión de más de un conjunto de ellos, por lo que contar con personal con alta experiencia en diferentes temas no es tarea sencilla ni económicamente viable. La mejor solución se encuentra sin duda en la utilización de interfaces de alto nivel. En este punto el concepto base es el de interfaces expuesto en la Sección 2.2.4.

Lenguajes de Scripting

Estas tecnologías son apropiadas para el desarrollo rápido de aplicaciones debido a que son utilizadas para interconectar componentes existentes. Son lenguajes interpretados livianos y personalizables, basados en archivos XML, que representan el comportamiento de cierta aplicación, haciendo posible su modificación en tiempo de ejecución. Con esto se puede ofrecer una de las características más relevantes de la NGN, la personalización. Algunos ejemplos de estas tecnologías son el Lenguaje de Marcado para la Creación de Servicios (SCML, Service Creation Markup Language), diseñado para procesar múltiples capacidades de red (llamada de control, multimedia, multipartita, etc.), y CPL, para implementar servicios en servidores SIP Proxy.

El uso de archivos XML mejora la compatibilidad entre aplicaciones, además, su uso en cualquier tecnología es inevitable debido a la reducción en el tiempo de ejecución y desarrollo de aplicaciones.

SCE

Este es un entorno gráfico que permite un rápido desarrollo de aplicaciones con poco conocimiento de protocolos de red, por medio de componentes básicos enlazados por flujos de información.

Debido a que requiere poco conocimiento de la tecnología subyacente y a la disminución de la pendiente de la curva de aprendizaje para el desarrollo de componentes, esta categoría es ideal para el desarrollo de VAS.

Un SCE debería estar basado en tecnologías abiertas y estándares debido a que el servicio creado en este ambiente será ejecutado dentro del SLEE. Un servicio desarrollado en un SCE propietario, solo correría en el SLEE correspondiente, mientras que un servicio creado con ambientes estándares se ejecutaría dentro de cualquier SLEE que implemente el estándar. Por esta razón, el uso de herramientas estandarizadas y soportadas en Java es el criterio más adecuado para su implementación, cuando no se cuenta con el dinero suficiente para adquirir el combo SCE-SLEE.

Es importante señalar que los SCE varían según las herramientas tecnológicas usadas para la creación de servicios. El mayor potencial de estos ambientes es la integración en un solo conjunto de las diferentes herramientas para su construcción. El SCE de ZTE, por ejemplo, reúne una serie de elementos tecnológicos, que en un solo componente conforman un robusto ambiente de creación. Sin embargo, las tecnologías bajo las cuales está compuesto son propietarias. Esto disminuye en gran medida la portabilidad del servicio creado por la sencilla razón que sólo sería posible desplegarlo y ejecutarlo sobre la tecnología provista por esta compañía.

La unión de elementos tecnológicos en un conjunto, son el objetivo de todo operador a fin de facilitar la construcción de nuevos servicios. Usar ambientes propietarios, facilita el aprovisionamiento de VAS en las NGN, pero disminuye la interoperabilidad, creándose de esta forma silos de SDP.

Es posible construir un SCE bajo tecnologías abiertas sin unir todo en un solo componente. Lo importante en este caso es la selección de herramientas tecnológicas compatibles para que el servicio creado se base en ambientes estándares de ejecución.

Un SCE está conformado por:

- *Entorno Integrado de Desarrollo (IDE, Integrated Development Environment)*: programa que provee al desarrollador, a través de interfaces de usuario amigables y conjuntas, facilidades y componentes para la creación, modificación, compilación, despliegue y depuración, de aplicaciones software, reduciendo el tiempo de aprendizaje del lenguaje de programación utilizado y maximizando la productividad del desarrollador. Los componentes principales de un IDE son: editores de código fuente, compiladores y/o intérpretes, herramientas de construcción automática y depuradores. Típicamente, un IDE se enfoca en un sólo lenguaje de programación para suministrar el conjunto de características que más se acerquen a los paradigmas de dicho lenguaje. Sin embargo, varios IDE multilenguaje son ampliamente utilizados, tales como Eclipse, NetBeans, ActivateState Komodo, Microsoft Visual Studio, etc.
- *Kit de Desarrollo de Software (SDK, Software Development Kit)*: término más amplio que hace referencia a cualquier conjunto de herramientas de desarrollo que permiten la creación de aplicaciones para un sistema concreto, tales como paquetes software, componentes framework, plataformas hardware, computadoras, videoconsolas, Sistemas Operativos (OS, Operative System), etc., ofreciendo características de compilación, despliegue y depuración, más especializadas que un IDE, el cual algunas veces se encuentra incluido dentro del SDK. Frecuentemente, un SDK contiene aplicaciones de ejemplo, notas técnicas y documentación de soporte, que agilizan el proceso de aprendizaje del mismo y facilitan el desarrollo de componentes propios. Por lo tanto, el SDK es el componente más importante del SCE.

- *Herramientas de automatización*: herramientas que permiten crear tareas mecánicas y repetitivas para compilar, construir, empaquetar y desplegar, diferentes componentes software. Generalmente, se encuentran integradas dentro del IDE o del SDK.
- *Librerías*: es un conjunto de subprogramas utilizados para desarrollar software, los cuales contienen código y datos, que proporcionan servicios a programas independientes. Esto permite que el código y los datos se compartan y puedan modificarse de forma modular.
- *Archivos de configuración*: conjunto de documentos XML que describen el comportamiento y estructura de una aplicación. Este tipo de archivos son los primeros en ser interpretados para ver la consistencia de cada uno de los parámetros contenidos en el servicio o programa desarrollado. Son los encargados de dar validez sintáctica a los servicios.
- *Plugins*: módulo hardware o software que añade una característica o un servicio específico a un sistema más grande.
- *Gestores de información*: representa las bases de datos que almacenan información relacionada al servicio y realizan la interconexión de los datos existentes.
- *Ambientes de prueba*: entorno que contiene los elementos necesarios para observar el comportamiento de una aplicación. Comprende desde servidores de prueba (multimedia, aplicación, mensajería, etc.) hasta herramientas de simulación de componentes de una SDP, y facilita la evaluación de los componentes del servicio antes de ser desplegados en ambientes de producción. Es importante que los ambientes de prueba cuenten con características muy cercanas a la infraestructura actual del operador, lo cual es posible debido al gran avance tecnológico y al deseo de integrar el mundo IT con el Telco.

Herramientas Java

La creación de servicios no debe estar limitada a dominios propietarios basados en tecnologías propietarias, por el contrario, el desarrollo de nuevos servicios debe estar basado en tecnologías estándares y de gran difusión como Java. Razón por la cual, no sólo grandes compañías de IT, como IBM, Sun, HP y BEA, sino también en las telecomunicaciones, como OpenCloud⁴⁴ y jNetX, han optado por aplicarla.

Además, las plataformas de despliegue de servicios requieren de un ambiente de creación que agilice el proceso de desarrollo. Herramientas construidas con tecnología Java, debido a su gran portabilidad en diferentes sistemas operativos, independencia del vendedor, abstracción significativa, integración con tecnologías Web, entre otras características, se muestra como la tecnología con más apoyo en la industria de las telecomunicaciones.

La Figura 16 muestra como las herramientas de desarrollo basadas en Java pueden ser integradas a diferentes ambientes de ejecución propios de un operador de telecomunicaciones. Dentro de la integración del SCE y los elementos de red NGN de un operador, se destacan tres niveles lógicos: desarrollador de la aplicación, proveedor de la aplicación y operador de red.

Desarrollador de la aplicación: corresponde a los IDE, SDK, librerías y herramientas de desarrollo y depuración, que permiten a los creadores de servicios tener un ambiente gráfico que facilite la construcción de nuevas aplicaciones.

Proveedor de la aplicación: corresponde al ambiente donde la lógica de los servicios es ejecutada como fase preliminar antes de su despliegue en ambientes de producción. Con el fin de cumplir con los requerimientos claves del operador como: facilidad de crecimiento, desempeño, calidad del

⁴⁴ Compañía de desarrollo de tecnología basada en la especificación de JAIN SLEE. Su principal producto es el servidor en tiempo real, Rhino.

servicio, fiabilidad, multicapacidad y fácil gestión, se propone para un operador utilizar aplicaciones basadas en el estándar JAIN SLEE, una tecnología de la iniciativa JAIN, diseñada específicamente para permitir el desarrollo de aplicaciones de comunicaciones que cumplan con estos estrictos requisitos.

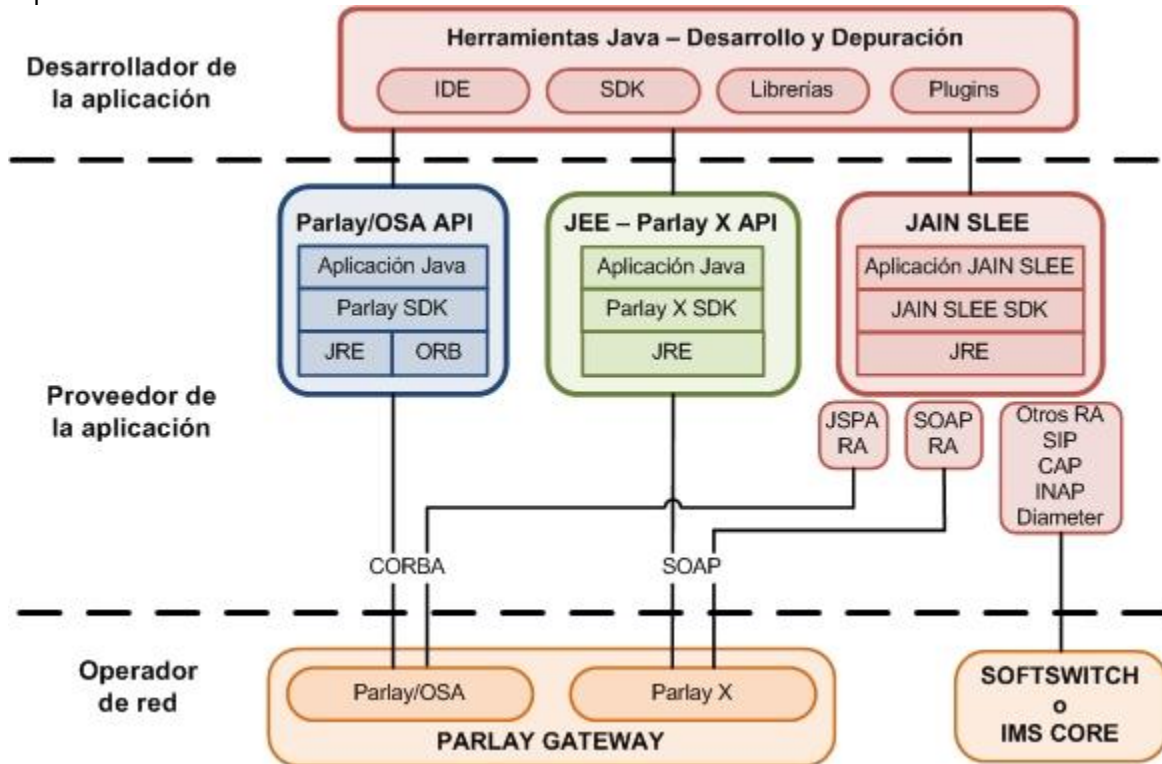


Figura 16 Integración de un SCE con elementos NGN de un Telco

JAIN SLEE permite un fácil crecimiento, alta disponibilidad, gestión para el control del estado de los servicios y un entorno de ejecución lo suficientemente robusto y con altos niveles de desempeño [45]. Dentro de otras ventajas, se tienen [74]:

- *Portabilidad del servicio:* permite que los componentes de la aplicación sean desarrollados y desplegados en plataformas compatibles con JAIN SLEE de diferentes vendedores, sin necesidad de realizar una nueva compilación y modificaciones de código.
- *Robustez:* el modelo de programación de esta tecnología hace posible eliminar muchos errores comunes al momento de la codificación. Esto se debe al uso del fuerte tipado⁴⁵, y a la adopción de un modelo donde el SLEE tiene percepción de todas las llamadas o sesiones relacionadas al estado de la aplicación.
- *Fiabilidad:* dentro del modelo de programación existe una semántica bien definida para condiciones de fallos.
- *Modelo de eventos dinámico, flexible y consistente:* un modelo que en tiempo de ejecución toma decisiones de enrutamiento de peticiones a nuevos componentes de servicio, en donde cada uno de los enlaces de comunicación pueden ser configurados como una transacción asíncrona.
- *Arquitectura de componentes orientada a objetos:* el modelo de componentes de esta tecnología, estructura la lógica de la aplicación como una colección de componentes orientados

⁴⁵ Característica de un lenguaje de programación para controlar que no sea violado los tipos de datos al tratar de hacer cualquier operación dentro del código.

a objetos reusables, a fin de componer servicios más avanzados. Este modelo también define una especie de contrato para la comunicación entre los componentes.

- *Desarrollo de aplicaciones simple*: esta tecnología hace posible que el desarrollador se enfoque en la creación de la lógica de aplicación, sin necesidad de entender las diferentes acciones de bajo nivel que corren tras la ejecución del servicio.
- *Independencia de red*: cualquier aplicación desarrollada con esta tecnología es independiente de cualquier protocolo, API o topología de red. Esto se consigue gracias a la arquitectura de RA.
- *Soporte de WS y voz enriquecida*: es compatible y se complementa con distintas tecnologías, como JEE, lo cual permite crear una gran variedad de servicios avanzados de telecomunicaciones. La convergencia de dominios IT con dominios Telco es más realizable con la integración de JAIN SLEE y JEE.

Dentro de este punto se deja explícito que los RA, como JSPA, SOAP, SIP, entre otros, pueden ser utilizados como medios para integrar otras tecnologías presentes, como OSA/Parlay y Parlay X, y componentes de control, como Softswitch y el núcleo IMS (IMS core).

Operador de Red: son los componentes que conforman la estructura NGN del operador. En el caso colombiano es típico tener control basado en Softswitch, constituyéndose éste en el corazón de nuestra estructura NGN para la creación de servicios.

Para el componente IMS, se deja implícito que puede ser integrado a futuro en caso de utilizar la especificación JAIN SLEE a través de un RA específico para tal fin. Esto ha sido ampliamente utilizado en Europa [75].

Para los ambientes de creación de servicio es importante tener en cuenta criterios de SOA, como reúso de componentes, composición y orquestación. La implementación de estos criterios permiten la creación de numerosos servicios sin necesidad de empezar desde cero el desarrollo de una aplicación, y en el mejor de los casos, brinda la posibilidad de enriquecer un servicio ya existente con el potencial de convertirse en un VAS de impacto significativo en el mercado de servicios de telecomunicaciones.

3.3.3 Vista Ejecución-Despliegue

3.3.3.1 Terceros

El enriquecimiento de servicios dentro de muchos operadores se basa en la infraestructura de servidores sujetos al proveedor, como servidores de correo, de presencia y de medios. Sin embargo, no es común que otros servidores, externos a su dominio seguro, contengan aplicaciones en donde se aporte nuevas características que agreguen valor a los servicios. Por ello, modificando este modelo de trabajo, diferentes operadores podrían, dentro de su modelo de negocio, expandir su portafolio de aplicaciones, permitiendo que nuevos servidores de aplicación y desarrollos de terceros interactúen con su infraestructura, explotando las capacidades de red que actualmente poseen. En la medida que un operador integre el mundo IT con su infraestructura NGN, será posible enriquecer los servicios ofrecidos a los usuarios y mejor aún, desarrollar nuevas aplicaciones que impacten el mercado de consumo de servicios de telecomunicaciones. En este punto, la tecnología con mayor presencia en sin duda la tecnología JEE.

La existencia de terceros dentro de la cadena de valor de un Telco es tan importante para la construcción de nuevos servicios, que hoy en día existe una tendencia con gran apoyo en el mundo de las telecomunicaciones. La iniciativa Telco 2.0, desde el año 2006, ha venido trabajando en

redefinir el modelo de negocio de prestación de servicios de los operadores de telecomunicaciones. Ya los modelos verticales y la existencia de nuevas tecnologías que integran el mundo Telco con el IT hacen necesario una reestructuración de la cadena de valor, y más importante aún, una innovación en los modelos de negocio [72].

Telco 2.0 esboza una serie de estrategias diseñadas por un selecto grupo de consultores, analistas y compañías del sector de las telecomunicaciones y de sistemas IT, para afrontar los retos actuales de los operadores y crear nuevas oportunidades en el mercado de la oferta de nuevos servicios. La idea principal de esta iniciativa radica en la generación de valor tanto para terceros como a usuarios finales, a través del posicionamiento dentro de la estructura de valor y el ofrecimiento de VAS, respectivamente [76].

3.3.3.2 Telco

Es necesario que el operador tenga un ambiente de ejecución de servicios que optimice el funcionamiento de las aplicaciones orientadas estrictamente a cumplir los requerimientos del dominio Telco (Tabla 2). Los criterios base en este punto son: desempeño, alta disponibilidad, fiabilidad, portabilidad del servicio, EDA y nivel de abstracción de red (Sección 2.2.3, Sección 2.2.4).

Desempeño

Utilizar tecnologías que garanticen una alta tasa efectiva de llamadas (throughput) y baja latencia. Las arquitecturas aquí empleadas deberían cumplir con estos altos requerimientos. JAIN SLEE es un ambiente de aplicación genérico diseñado específicamente para aplicaciones de alto desempeño conducidas por eventos, motivo por el cual, esta tecnología ha sido incorporada en grandes SDP comerciales de Nokia Siemens Networks y Red Hat (Anexo B) como excelente opción en la integración de servicios de telecomunicaciones.

Un ambiente de ejecución debe soportar las especificaciones del nodo de control de la arquitectura NGN, como el Intento de Llamadas en Horas Pico (BHCA, Busy Hour Call Attempts), Capacidades de Manejo de Señalización (SPC, Signaling Processing Capability) y Capacidad de Manejo de Protocolos (PPC, Protocol Processing Capability). Este tipo de especificaciones técnicas son específicas al operador, por ejemplo, EMCALI tiene un BHCA alrededor de 2 millones por trama, 1024 puntos de señalización y gran cantidad de protocolos (SS7: INAP/CAP/MAP/TUP/ISUP, SIP, H.323, H.248, etc.) [77]. Estos componentes son descritos en el criterio nivel de abstracción de red.

Elevadas cantidades de throughput, aparte de mecanismos de clúster, necesitan procesos de control de sobrecarga. Tecnologías que implementan especificaciones JAIN SLEE permiten a través de sus mecanismos de monitoreo un adecuado control sobre los niveles máximos de carga.

Alta disponibilidad

Con el fin de alcanzar dicho requerimiento, la utilización de mecanismos basados en arreglo de servidores (clúster) suele ser lo más adecuado. Este mecanismo incrementa el porcentaje de disponibilidad en ambientes tan críticos como el de los servicios de telecomunicaciones. Es importante resaltar que criterios establecidos en el Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA, Service Level Agreement), el tiempo medio de reparación de una falla y el tiempo medio de disponibilidad del equipo, son igualmente factores a considerar para la disponibilidad del servicio. Sin embargo, para el punto de vista técnico de este trabajo de grado, estos factores están fuera del alcance.

Aunque la configuración en clúster brinde redundancia, un criterio importante para proveer nuevos servicios, no significa que se obtenga alta disponibilidad. La razón se basa en que un nodo del arreglo puede fallar y la información procesada no es transmitida al nodo de respaldo. Por ello, el proceso de sincronización de memoria es un mecanismo importante en la propagación del contexto de la información en caso de falla del nodo principal. Este sincronismo usualmente es configurado en pares de servidores de aplicación con mecanismos de configuración en clúster, y se basa en una carga parcial en memoria del estado del nodo activo, que posteriormente es transmitida al nodo de respaldo en caso de falla.

Fiabilidad

Un servidor de aplicación debería contar con elaborados mecanismos de control de fallos, como arquitecturas en clúster con N componentes, al igual que procesos robustos que den al sistema la capacidad de reponerse y enfrentar diferentes problemas.

Portabilidad del servicio

Seguir la filosofía “*escrito una vez, ejecutar en cualquier parte*” a través de tecnologías con altos índices de operabilidad entre diferentes OS, tecnologías y arquitecturas, como lo expone Java. La selección de un ambiente de ejecución con carácter estándar, como JAIN SLEE, permite que los servicios sean desarrollados y desplegados con el menor esfuerzo en cualquier ambiente de ejecución compatible con la especificación. Esta tecnología es la única especificación estándar que apunta a la portabilidad de aplicaciones en comunicaciones.

La portabilidad de la aplicación hace referencia a los SBB como unidades lógicas de servicio, las cuales son ejecutadas de acuerdo a los eventos que estos componentes reciban. La lógica de un servicio es dividida en varias partes y cada una de ellas está contenida dentro de uno, motivo por el cual, estos son los componentes esenciales para la elaboración de servicios en la arquitectura de JAIN SLEE.

EDA

Para cumplir con los requisitos de operadores Telco, es necesario que los programadores desarrollen aplicaciones sobre plataformas que estén construidas en paradigmas asíncronos y conducidas por eventos, tal como lo expone JAIN SLEE.

Contar con mecanismos que permitan una distribución de eventos (selección del servicio), lo cual ofrece una manera de direccionar las solicitudes a los bloques funcionales más adecuados para procesar las peticiones.

Nivel de abstracción de red

Son todas las tecnologías que permiten una abstracción del nivel de red subyacente. Este tipo de tecnologías exponen las capacidades que permiten el correcto funcionamiento de los servicios, brindándoles acceso a los recursos de red. Por ejemplo, OSA/Parlay [78] y la ITU-T, a través de su grupo de trabajo WG1 (Sección 2.2.1), han definido un conjunto de ellas. Otras tecnologías aquí usadas son JAIN, Parlay-X y OMA [26]. Estas capacidades son encapsuladas en API que abstraen la infraestructura y protocolos de red de forma tal que los desarrolladores exploten dichas funcionalidades.

De lo anterior, es necesario proveer al desarrollador de elementos que encapsulen las capacidades de red, haciendo de estas tecnologías idóneas para la abstracción de los protocolos. Tecnologías como los RA de JAIN SLEE, presentan un alto grado de abstracción de las capacidades de red subyacente. Entre más adaptadores se tenga, mayor será la posibilidad de crear mejores y avanzados VAS. Además, su modelo de plug and play, permite que nuevos adaptadores sean introducidos como librerías al entorno de ejecución.

El uso de tecnologías con gran soporte de RA permite al operador realizar una migración suave a las redes de próxima generación, haciendo posible el uso de sus infraestructuras existentes⁴⁶ y migrando de manera paulatina al mundo convergente de próxima generación.

Variantes tecnológicas, como Parlay X y OSA/Parlay⁴⁷, son igualmente viables para este nivel de abstracción, mientras que la primera contiene un nivel más alto de abstracción, la segunda requiere de un conocimiento más profundo que en aquellos RA de especificaciones como JAIN SLEE. Esta última, es compatible⁴⁸ con la tecnología OSA/Parlay, por lo que la implementación de un servidor de dicha especificación, podría trabajar en conjunto para la prestación de nuevos servicios de forma tal que la infraestructura actual del operador no sea desechada.

Para la interconexión de este conjunto de tecnológicas con el nivel de control, es importante tener en cuenta que toda arquitectura NGN colombiana empieza haciendo una suave transición dentro de esta capa a través de un componente llamado Softswitch. Este nodo de la arquitectura NGN posee algunas características importantes para el establecimiento de sesiones y control de flujo de información. Dentro del aprovisionamiento de VAS, se destacan técnicamente tres de ellas:

- *BHCA*: corresponde a la medida para evaluar la capacidad de una red telefónica. Es el número de llamadas atendidas en la hora más ocupada del día.
- *SPC*: capacidad del nodo central para procesar diferentes flujos de señalización. Este parámetro es importante para conocer el número máximo de puntos de señalización soportados por el nodo control, con el fin que el SLEE ejecute la señalización de manera eficiente.
- *PPC*: capacidad de manejo de protocolos de red del nodo de control. Esta lista de protocolos permite saber con qué capacidad cuenta la arquitectura NGN de un operador, con el fin de implementar tecnologías que hagan uso de dichos protocolos, explotando la capacidad total de la red de telecomunicaciones.

Al igual que lo expuesto en la Figura 16, y debido a su estrecha relación con el SCE, esta vista presenta las consideraciones en relación al nivel del proveedor de la aplicación y del nivel de operador de red, siendo esto un claro indicador de la existencia de la lógica vertical explicada en la Sección 3.2.2.

La Figura 17 muestra los criterios propuestos para un SLEE en un entorno Telco.

⁴⁶ EMCALI cuenta con un Softswitch ZTE mas no con IMS.

⁴⁷ "Las interfaces OSA/parlay poseen una cierta complejidad técnica que no siempre es adecuada para aplicaciones relativamente sencillas" [79].

⁴⁸ A través de JSPA.



Figura 17 Criterios técnicos clave para un SLEE

3.3.4 Vista Adopción Tecnológica

Los criterios aquí contenidos son comunes a los ambientes de creación y de ejecución de VAS (Vista Creación y Vista Ejecución-Despliegue). Los criterios base en este punto son: usabilidad, roadmap, futura permeabilidad, soporte y madurez del producto, y SOA.

Soporte y madurez del producto

La realización de ambientes de ejecución y la adopción de herramientas para la creación de VAS, deberían provenir de especificaciones de organizaciones estándares con el fin de lograr un mayor soporte de la industria, que en aquellas implementaciones propietarias.

La adecuada selección de un estándar como JAIN SLEE, donde se vislumbra el camino de la tecnología (versiones de la especificación), futuro, capacidad de adaptación con tecnologías futuras y existentes, hace del producto una adecuada solución en el dominio del operador de telecomunicaciones.

El uso de la tecnología Java para los ambientes gráficos de creación de servicios, debido a su gran cubrimiento en las comunicaciones, las enormes ventajas que estas presentan y el gran número de compañías que las usan, las hacen ideales para los desarrolladores de aplicaciones (Figura 16).

Usabilidad

Si un parámetro para el despliegue de VAS es la rapidez con que se desarrolle la aplicación, entonces al contar con un desarrollador con poco conocimiento, se debería seleccionar un API de alto nivel, disminuyendo así el tiempo de creación del servicio. Si es deseo del mismo desarrollador enriquecer la aplicación, éste debería seleccionar una tecnología con gran capacidad (poder de la tecnología), es decir, una que haga posible el desarrollo de una gran cantidad de aplicaciones soportadas por diferentes protocolos (por ejemplo, JAIN SLEE⁴⁹). Por el contrario, si se cuenta con un programador con un conocimiento alto de detalles de red, bien se podría usar una API de bajo y medio nivel como las de OSA/Parlay. Sin embargo, al tratar de combinar con otras aplicaciones que tienen diferentes protocolos de red, los cuales no son implementados sobre cierta especificación de OSA y que además, es necesario un ambiente de ejecución orientado específicamente al operador, el tiempo en llevar a cabo la creación de un servicio con solo las API de bajo y medio nivel de Parlay

⁴⁹ JAIN SLEE es un completo ambiente de programación Java. Su alcance de desarrollo de aplicaciones es demasiado amplio.

se elevaría, en gran parte, por la complejidad en su construcción. Esto sin duda, reduce la oportunidad de salir con prontitud al mercado.

Roadmap

Tanto las tecnologías como OSA/Parlay, JAIN y OMA, tienen descrito sus caminos de evolución. OSA/Parlay ya se encuentra en su sexta versión, y Paylay X en la tercera. Organizaciones como ETSI, Parlay Group, 3GPP y compañías Telco, continuamente mediante sus grupos de trabajo, estudian y analizan nuevos requerimientos con el fin de seguir aumentando las capacidades de estas tecnologías. Por su parte, JAIN mediante los términos del Proceso de la Comunidad Java (JCP, Java Community Process)⁵⁰, desarrolla los planes de la tecnología viendo la realización de sus objetivos a través de sus especificaciones⁵¹. Finalmente, OMA ha planteado la definición de una arquitectura general para la creación de aplicaciones móviles. Sin embargo, aún no tiene una aceptación amplia en la industria. El hecho que muchas empresas hayan apostado por arquitecturas existentes, como OSA/Parlay y JAIN SLEE, continuará contribuyendo a la resistencia contra OSE [79].

Varias empresas han optado por apostarle a JAIN SLEE como la tecnología central en el aprovisionamiento de servicios de telecomunicaciones. Entre ellas se destacan: Nokia Siemens Networks, Ret Hat, Atos Origin, Almira Labs, Altran, Infocom, Motorola, Sun, Oracle, Nortel, Ericsson, Huawei, etc. Todas estas compañías han puesto su mirada en JAIN SLEE por el simple hecho de ser la única tecnología estándar dedicada exclusivamente a cumplir los más altos requerimientos de un operador. Además, su coexistencia con tecnologías heredadas y futuras, como IMS, a través de sus componentes RA, la hacen una tecnología fuerte para ser implantada en el corazón de las SDP.

Futura permeabilidad

Facilidad de crecimiento, es decir, contar con arquitecturas que permitan no solo soportar un gran aumento de usuarios sino también la capacidad de adaptarse a nuevas tecnologías. Arquitecturas como JAIN SLEE muestran resultados satisfactorios de alta capacidad de crecimiento [80] [81].

La razón principal para ser altamente escalable recae en la flexibilidad de su plataforma, la cual soporta nuevos servicios, nuevos componentes de gestión y nuevas interfaces a redes y sistemas externos. La existencia de un modelo de interconexión con diferentes sistemas, hacen posible que JAIN SLEE se adapte a nuevas tecnologías y tendencias del mundo Telco [80]. Así por ejemplo, la arquitectura RA de JAIN SLEE es lo suficientemente flexible para soportar los requerimientos que demanda una implementación de una NGN basada en IMS, y de brindar soporte a nuevos protocolos o API que se requieran en un futuro. Cualquier componente de integración creado basado en el estándar puede ser reusado en muchos servidores JAIN SLEE de múltiples vendedores [80].

Es igualmente importante que la tecnología implementada en la vista de ejecución y de creación deje en claro el por qué su uso actual y futuro es importante y la forma en que esta se adapta a nuevos paradigmas.

SOA⁵²

⁵⁰ Mecanismo para desarrollar especificaciones estándares para la tecnología Java. <http://jcp.org/en/home/index>.

⁵¹ Actualmente se encuentra la especificación 1.1 (JSR 240) para JAIN SLEE.

⁵² El enfoque está orientado a la parte técnica de creación de servicios. SOA también trae otras ventajas relacionadas a los procesos de negocio.

Debido a que las NGSDP están basadas en los mecanismos de SOA [5], criterios como construcción de bloques básicos de servicios, reúso de componentes, composición y orquestación, permiten dentro del estrato de servicio, un modelo que agiliza la creación, ejecución y despliegue de nuevos servicios.

Este paradigma permite la creación de aplicaciones compuestas las cuales usan la funcionalidad de múltiples fuentes empresariales con el fin de soportar procesos de negocio horizontales. Dichas funcionalidades están expresadas en servicios los cuales están contenidos en diferentes procesos de negocio. Estos servicios deben ser definidos de manera que estén bajamente acoplados y que sean inter-operables. Dentro de SOA, la interoperabilidad de los servicios se basa en una definición formal (contrato) que es independiente de la plataforma de ejecución y del lenguaje de programación. SOA es independiente de la tecnología de desarrollo (Java, .NET) y es por tanto, independiente del vendedor.

El concepto para el reúso de componentes se basa en la división de la lógica de un servicio en diferentes partes básicas brindando la posibilidad de ensamblar y crear nuevos servicios. La división de un servicio en componentes modulares y reusables, proporcionan una alta eficiencia en la creación y despliegue de nuevos servicios.

El valor de SOA, es proveer un paradigma simple de fácil crecimiento para ordenar grandes redes de sistemas que requieren ser inter-operables con el objetivo de materializar el valor inherente dentro sus componentes individuales [82]. Es el caso de la Nueva Generación de OSS (NGOSS, Next Generation OSS), la cual proporciona una manera de ayudar a los proveedores de servicios de telecomunicaciones a gestionar su nuevos modelos de negocio basados en la oferta de VAS. NGOSS se basa en los conceptos establecidos por SOA a fin de obtener los beneficios de la aplicación de tecnologías orientadas a servicios. Con SOA como marco de implementación, estos nuevos sistemas de operación buscan ofrecer una mejor calidad de servicio y obtener bajos costos operativos en el aprovisionamiento de nuevos servicios dentro de las redes de telecomunicaciones [83].

3.4 Resumen

Los criterios de referencia, organizados dentro del esquema general, fueron definidos como una lista inicial de consideraciones a tener en cuenta por parte de un operador para la adaptación de nuevas tecnologías a los requerimientos de las redes de próxima generación. De igual manera, permiten contextualizar las condiciones necesarias para la creación, ejecución y despliegue de VAS de manera fácil y con el menor impacto a través de una migración suave y paulatina a las nuevas redes convergentes. Los criterios aquí especificados sirven como herramienta para un Telco al momento de abrir una licitación en la cual se desee adquirir nuevas plataformas para la creación de VAS que respondan a sus requerimientos y se integren a su infraestructura de telecomunicaciones. La Figura 18 expone los criterios técnicos en cada una de las fases del aprovisionamiento de servicios de telecomunicaciones (Figura 2).

Aunque solo se mencione enfáticamente en los criterios el uso de la tecnología JAIN SLEE, es importante analizar otras tecnologías como SIP Servlet y algunas SDP para la creación, ejecución y despliegue de VAS en NGN. El Anexo A y Anexo B, contienen el análisis respectivo, mientras en la Tabla 4 y Tabla 5, se resumen las características principales de las diferentes tecnologías alrededor del aprovisionamiento de nuevos servicios de telecomunicaciones, además de lo expuesto en los diferentes criterios de referencia.

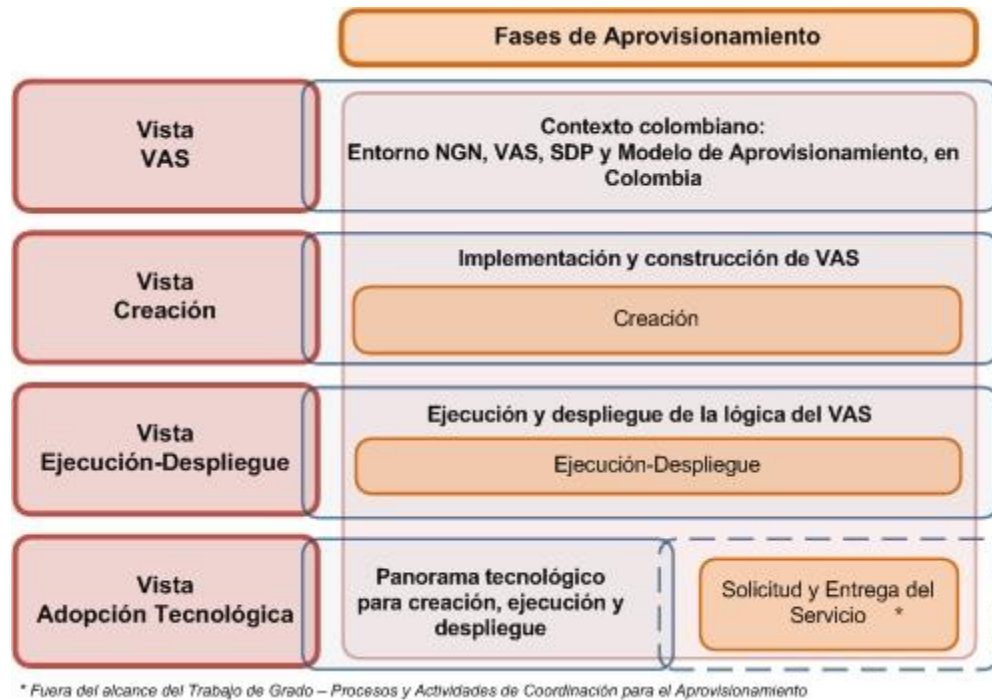


Figura 18 Relación de criterios técnicos con fases del aprovisionamiento de servicios

Tabla 4 Tecnologías candidatas para un servidor de aplicación Telco

ÍTEM	OSA/PARLAY	PARLAY X	SIP SERVLET	JAIN SLEE
Orientación	Enterprise-grade ⁵³ on-network ⁵⁴	Enterprise-grade on-network	Enterprise-grade on-network	Carrier-grade ⁵⁵ in-network ⁵⁶
Cumplimiento de requerimientos del operador	NO	NO	NO	SI
Soporte de capacidades de red	SI (depende de la especificación y vendedor)	SI (depende de la especificación y vendedor)	NO	SI (independiente del vendedor)
Protocolos manejados	SS7 INAP CAP MAP Otros (depende de la especificación)	SOAP WSDL (sólo para WS)	SIP HTTP	SS7 Megaco Diameter SOAP SIP Otros

⁵³ Conjunto de características esperadas en sistemas IT.

⁵⁴ Aplicaciones de terceros desplegadas en equipos que usan capacidades Telco.

⁵⁵ Conjunto de características esperadas dentro un operador Telco: alta disponibilidad, redundancia, fiabilidad, entre otras.

⁵⁶ Aplicaciones desarrolladas en equipos orientados estrictamente al dominio del operador.

Ambiente de ejecución	NO (implementado sobre el Parlay Gateway)	NO (implementado sobre el Parlay Gateway)	SI (contenedor SIP Servlet, aplicaciones basadas en SIP)	SI (estándar)
Nivel de abstracción	Bajo-Medio	Alto (sólo para WS)	Alto	Alto
Acceso a terceros	SI	SI	NO	SI (solución con JSPA)
Arquitectura orientada a eventos	NO	NO	NO	SI
Modelo de componente orientado a objetos	NO	NO	NO	SI
Arquitectura de abstracción de red	NO	NO	NO	SI
Modelo de control ante fallos (contenedor)	NO	NO	NO	SI
Herramientas JEE	SI (servidor externo)	SI (servidor externo)	Extensión de JEE	SI

Tabla 5 Comparativa entre servidores de telecomunicaciones utilizados o proporcionados por diferentes compañías

ÍTEM	ORACLE	MICROSOFT	ERICSSON	BEA	IMB	NOKIA SIEMENS	RED HAT
Lenguaje base de programación	Java	.NET	Java	Java	Java	Java	Java
Servidores para el ambiente de ejecución	SIP Servlet	SIP Servlet .NET	SIP Servlet	SIP Servlet	SIP Servlet	Rhino JAIN SLEE jNetX	Mobicents JAIN SLEE
Políticas de Administración	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Servidores de preferencias/perfiles	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Soporte Parlay	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
Localización / Presencia	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Herramientas /componente IT	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Compatibilidad con IMS	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Soporte para redes fijas y móviles	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Soporte OSS/BSS	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Servidor de ambiente de ejecución basado en modelo de composición y reúso	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI
Servidor de ambiente de ejecución con soporte de más de un protocolo	SIP HTTP	SIP HTTP	SIP HTTP	SIP HTTP	SIP HTTP	SIP SS7 INAP CAP MAP Diameter Otros	SIP SS7 INAP CAP MAP Diameter Otros

Las anteriores tablas muestran a JAIN SLEE como la principal tecnología en el aprovisionamiento de VAS debido su modelo de composición y reúso, cantidad de protocolos soportados, arquitectura de abstracción de red, modelo de fallos, adaptación a tecnologías ampliamente usadas por operadores de telecomunicaciones como OSA/Parlay, y principalmente por ser el único estándar en cumplir estrictamente con los más altos requerimientos en el dominio Telco. Por tanto, diversas SDP comerciales como la de Nokia Siemens Networks y Ret Hat han implementado a JAIN SLEE como la tecnología clave para la oferta de nuevos servicios de telecomunicaciones.

Capítulo 4

Caso de estudio: creación de un VAS aplicando los criterios de referencia

El presente capítulo presenta un caso de estudio con el objetivo de ejemplificar el uso y aplicación de los criterios técnicos de referencia definidos en el esquema general (sección 3.2) para la creación, ejecución y despliegue, de VAS en la NGN de EMCALI.

4.1 Vista VAS: descripción del entorno

Para ejemplificar el uso de esta Vista, a continuación se describe de manera general la infraestructura actual de EMCALI para la prestación de servicios de telecomunicaciones; se omiten algunos detalles debido a derechos reservados y confidencialidad.

4.1.1 Plataforma multiservicio de EMCALI

La red de EMCALI es el claro ejemplo de la migración tecnológica que demanda el mercado de los nuevos servicios de telecomunicaciones, pasando de una red tradicional conformada por estructuras verticales, la clásica Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN, Public Switched Telephone Network), hasta modelos horizontales como las NGN.

En la medida que el mercado de las comunicaciones evoluciona, EMCALI debe adaptarse a las nuevas tendencias tecnológicas con el fin de permanecer en el negocio. Motivo por el cual, la empresa se encaminó a las redes de nueva generación⁵⁷ migrando sus estructuras tradicionales a un mundo basado en IP. El camino ha sido largo para este operador principalmente porque su modelo de ofrecimiento de servicios de nueva generación aún no se encuentra totalmente implementado, debido a que actualmente se mantiene, en un alto porcentaje, el adoptado en su red PSTN.

La Figura 18 muestra la arquitectura de despliegue de la NGN de EMCALI.

4.1.1.1 Nivel de acceso

Este nivel lo componen tecnologías heredadas como PSTN, ATM, RDSI; móviles como GSM/GPRS 2G⁵⁸, inalámbricas como WIMAX⁵⁹, y telefonía IP sobre dispositivos SIP y Softphones⁶⁰.

4.1.1.2 Nivel de Transporte

Este nivel está conformado por el núcleo Conmutación de Etiqueta Multiprotocolo (MPLS, Multiprotocol Label Switching) de elementos de red de capa 3. Los seis anillos dan completo soporte a toda la red multiservicio. En este nivel se realiza la conexión con la red de Internet y con redes NGN de otro operador.

⁵⁷ La red NGN lleva en operación 3 años.

⁵⁸ Para trabajadores de la empresa y telefonía rural

⁵⁹ Está implementando en cierta porción no muy amplia y solo para la parte urbana de Cali

⁶⁰ Para usuarios NGN de EMCALI

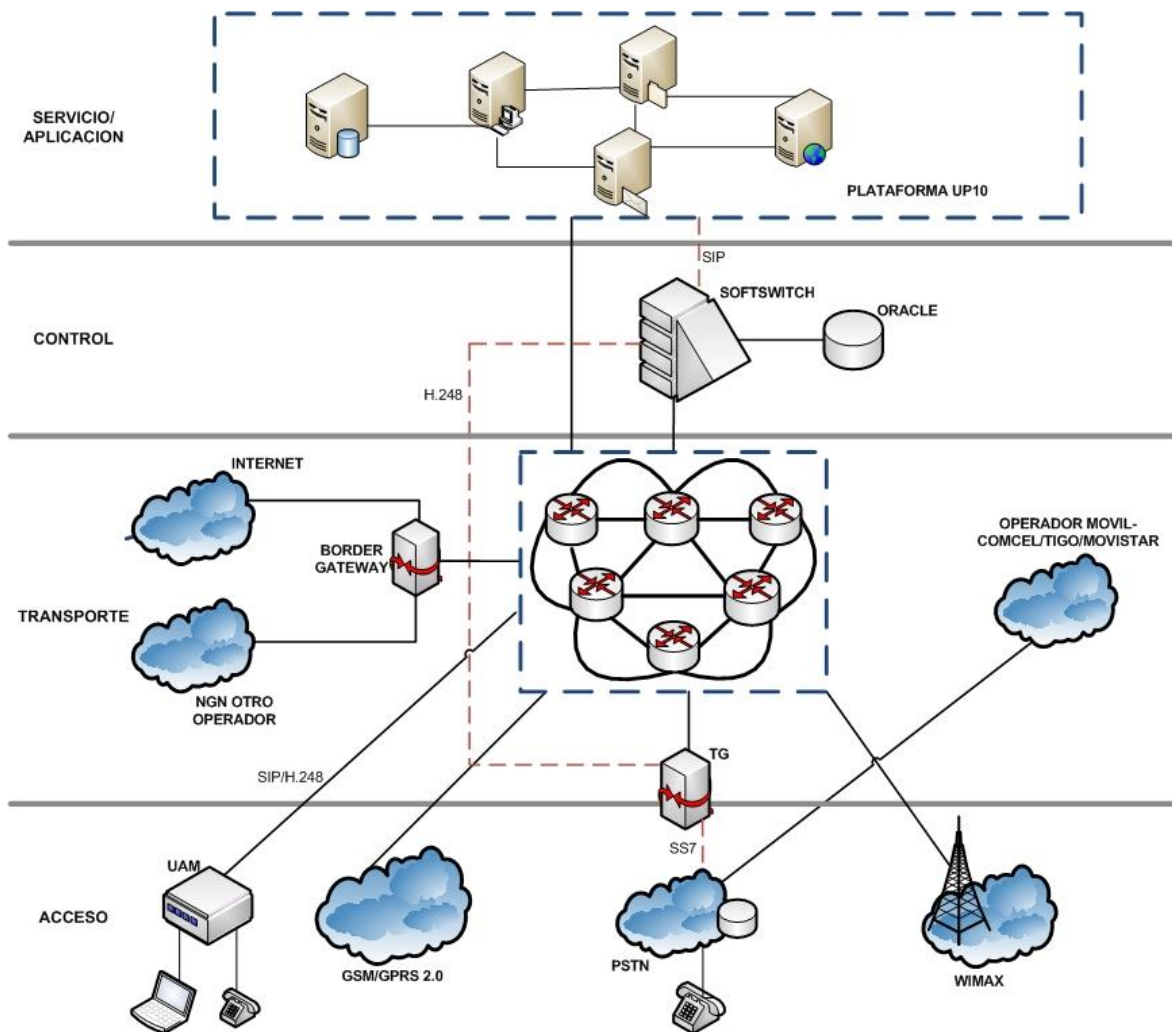


Figura 19 NGN de EMCALI

4.1.1.3 Nivel de Control

Este nivel es el más importante de toda NGN. En este punto se realiza el control sobre las llamadas, señalización, control de flujos de información, funciones AAA⁶¹, entre muchas otras. El componente esencial en esta arquitectura es el Softswitch, encargado de realizar todas las funciones de procesamiento de control integrado como procesamiento de llamadas, adaptación de los protocolos de acceso, autenticación, enrutamiento, asignación de recursos, almacenamiento de registro detallado de llamada (CDR, Call Detail Record) y la interconexión e inter-funcionamiento de todos los nodos de la plataforma multiservicio de EMCALI, de igual manera, el Softswitch suministra todos los servicios básicos de llamada, servicios suplementarios y servicios multimedia punto a punto de la red PSTN.

Este componente en conjunto con los servidores de aplicación, proveen a la NGN de EMCALI, una variedad de servicios avanzados de telecomunicaciones, desde servicios tradicionales inteligentes hasta servicios mejorados en redes IP.

⁶¹ Siglas de Autenticación, Autorización, Facturación (en inglés Accounting)

4.1.1.4 Nivel de aplicación y servicio

Este nivel está conformado por la plataforma de despliegue UP10; compuesto por servidores y módulos de control para la prestación de servicios.

Plataforma UP10

Esta plataforma, conocida a nivel de producción como ZXUP10, cumple con las especificaciones de la ITU, ETSI y el IETF. La arquitectura se basa principalmente en la especificación de OSA/Parlay versión 3 (ETSI ES 201 915) y se encuentra dividida en cuatro bloques funcionales, (1) el nivel de aplicación, (2) el nivel de control, (3) el nivel de adaptación y (4) el nivel de recursos.

Dentro de los componentes lógicos más importantes, se destaca el nivel de aplicación. En él, las aplicaciones son registradas y autenticadas dentro del Framework API para luego tener la autorización en el uso de las SCF sobre el servidor Parlay (Anexo A). Este mecanismo de seguridad implementado por la plataforma a través del cliente parlay (PCH, Parlay Client Hub), permite idealmente a terceros hacer uso de los recursos y capacidades del operador para construir nuevos servicios. Sin embargo, debido a derechos reservados, todo el control de aplicaciones actualmente lo tiene la empresa ZTE, proveedora de las UP10.

En relación a los componentes físicos, el Parlay Gateway, es el componente más importante de la plataforma. De él depende la adaptación de red, el suministro de la API de acuerdo al protocolo y el acceso a terceros para el desarrollo de nuevos servicios.

Todo este conjunto de elementos suministran una variedad de servicios personalizables sobre NGN como llamada web, conferencia web, web 800, correo de voz, ONLY y servicio de mensajería unificada (UMS, Unified Messaging Service). (Una descripción más amplia de los niveles lógicos, componentes físicos y de los servicios, se encuentra disponible en el Anexo C).

4.1.2 EMCALI proveedor de servicios de telecomunicaciones

EMCALI es una gran empresa proveedora de diferentes servicios que actualmente cuenta con indicadores de gestión y metas muy definidas. Para ello, EMCALI tiene una estructura administrativa dirigida al cliente y un plan de inversión cercano a los 150.000 millones. El principal propósito de EMCALI es estar cerca de la comunidad para prestarle un mejor servicio [84].

Dentro de los servicios prestados por esta compañía, los servicios de telecomunicaciones le han puesto dentro de un nuevo mercado altamente competitivo que necesariamente requiere de inversiones tecnológicas y de soluciones innovadoras para mantenerse en él. De esta forma, EMCALI ha adquirido una NGN y ha venido realizando expansión de sus redes buscando ampliar la cobertura de puertos de banda ancha. A la fecha, esta empresa de telecomunicaciones ha llegado a tener cerca de 8000 líneas GSM/GPRS, 13000 licencias IPTV, 120000 puertos de banda ancha y 10000 licencias de la plataforma de servicios [85].

Actualmente, EMCALI ofrece el servicio de Internet inalámbrico Wi-Fi en los principales centros comerciales de la ciudad y lleva a cabo proyectos que buscan la conectividad a Internet de todos los centros educativos municipales. Entre otros servicios de telecomunicaciones ofrecidos por este operador se destacan [86]:

- *Servicio de voz*: servicios ofrecidos por redes tradicionales como la telefonía básica conmutada, GSM telefonía inalámbrica, PBX digital, IP trunk, líneas SIP, servicios especiales, código de bloqueo, larga distancia nacional e internacional, etc.
- *Servicios de datos*: servicios ofrecido a través de la red IP como VPN, LAN to LAN, GPRS, videoconferencia, multiconferencia, y servicios de red inteligente.
- *Servicios de Internet*: todos aquellos servicios suministrados a través de la web como filtraje de contenido, servicio de chat, administración de cuentas de correo, hosting, difusión de audio, difusión de video, Internet inalámbrico, etc.
- *Servicios varios*: servicios de nueva generación como mensajería unificada, servicios de IPTV y servicios de la plataforma UP10.

4.2 Criterios técnicos aplicados dentro de la Vista Creación

4.2.1 Terceros

Con el fin de garantizar acceso a la infraestructura actual de EMCALI, los RA de JAIN SLEE son los más adecuados para lograr que nuevos servidores de aplicación provenientes de terceros hagan uso de la los recursos de este operador. Así mismo, estos facilitan la interoperabilidad con el servidor de OSA/Parlay, existente en la NGN de ECMALI, utilizando la tecnología JSPA. Aunque el acceso externo esté fuertemente ligado a la concepción de OSA/Parlay, adaptadores JEE para JAIN SLEE permitirán la integración de aplicaciones de terceros provenientes del mundo IT fuera del dominio seguro del operador. Para esta integración, fuertes mecanismos de seguridad deberán ser implementados dentro de la infraestructura del operador EMCALI.

De acuerdo al contexto de aplicabilidad de JAIN SLEE, son establecidos tanto los dominios de confianza y no confianza (Figura 19).

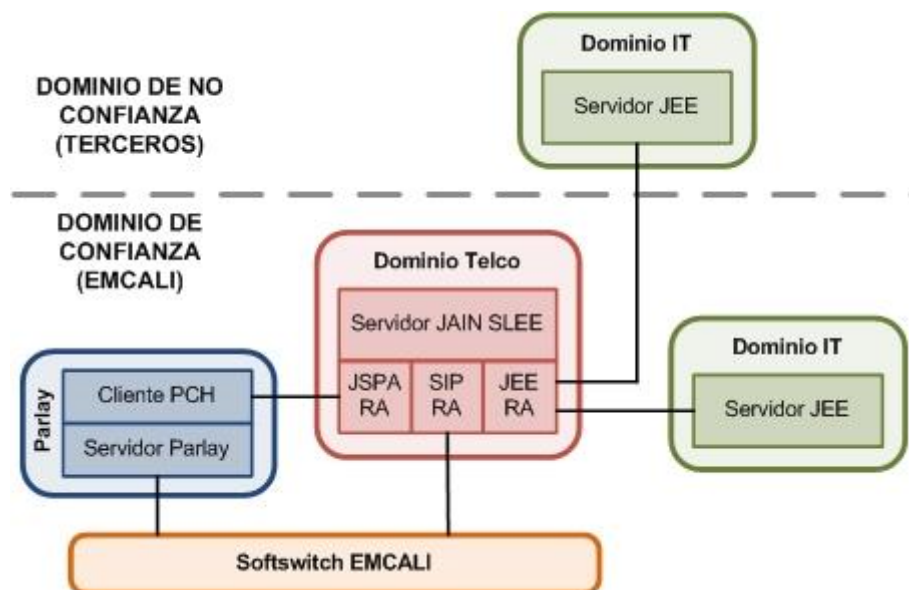


Figura 20 Contexto para la implementación en dominios confiables y no confiables

Si es decisión de EMCALI implantar Rhino SLEE como su servidor base para la creación de servicios, entonces este componente será parte de su dominio de confianza, al igual que sus servidores IT o los de sus organizaciones asociadas. Si por otro lado, un servidor externo, en el cual

se crearán VAS por terceros, es adaptado a Rhino SLEE, dicho elemento conformará el dominio de no confianza. Es importante señalar que cualquiera que sea el contexto de uso, serán establecidos todos los procedimientos contractuales que implica la inclusión de un nuevo actor al negocio de comunicaciones de EMCALI.

4.2.2 Telco

API programables

Como se describió en este criterio, el conjunto de API de JAIN gracias a su alto nivel de abstracción permite la ágil creación de diferentes aplicaciones.

Para este caso, se ha seleccionado principalmente JAIN SLEE API versión 1.1 (JSR 240). Entre otras API de JAIN usadas dentro de este caso de estudio se encuentran: JAIN SIP API implementada en el adaptador de recursos OC SIP RA de Opencloud, y JAIN MGCP API implementada en el MGCP RA y en el Servidor de Medios Mobicents (MMS, Mobicents Media Server). Algunos de estos RA están adaptados para cumplir características específicas a las herramientas tecnológicas utilizadas en la implementación, las cuales serán descritas posteriormente.

De acuerdo al criterio de Terceros, se estableció que es posible conectar el servidor Parlay de la capa de servicios de la NGN de EMCALI al servidor JAIN SLEE con el fin de usar los recursos actuales de la infraestructura y no verse en la necesidad de hacer una completa migración a nuevas tecnologías dejando de lado los componentes de red ya adquiridos. Sin embargo, no se han adaptado ni implementado las interfaces JSPA debido aspectos técnicos confidenciales del proveedor de equipos de comunicación ZTE. A pesar que las API de OSA/Parlay implementadas dentro del PCH pueden ser usada por agentes externos con el fin de enriquecer los servicios actualmente prestados, el desconocimiento por parte de EMCALI de este tipo de consideraciones, ha hecho que ZTE sea bastante reservado y cerrado a la participación de un tercero. A pesar de este gran inconveniente, se deja expuesta la solución tecnológica para la interconexión del servidor Rhino SLEE con el servidor Parlay una vez se solucionen los inconvenientes contractuales presentes en estas dos compañías.

Lenguajes de Scripting

En este punto se han seleccionado archivos XML como descriptores de servicio, perfiles y configuraciones que permiten una rápida creación de los esquemas de almacenamiento y del comportamiento del servicio. Todos estos archivos descriptores están contenidos dentro de las herramientas Java de creación de servicio. El uso de XML está implícito en la mayoría, por no decir todas, de las aplicaciones JAVA para el desarrollo de servicios de telecomunicaciones.

SCE

Como se ha mencionado, los ambientes de creación facilitan el desarrollo de aplicaciones debido a su alto grado de abstracción. La Figura 20 representa la conexión entre las diferentes tecnologías que fueron seleccionadas como ambiente de creación y los elementos de red de la infraestructura actual de EMCALI.

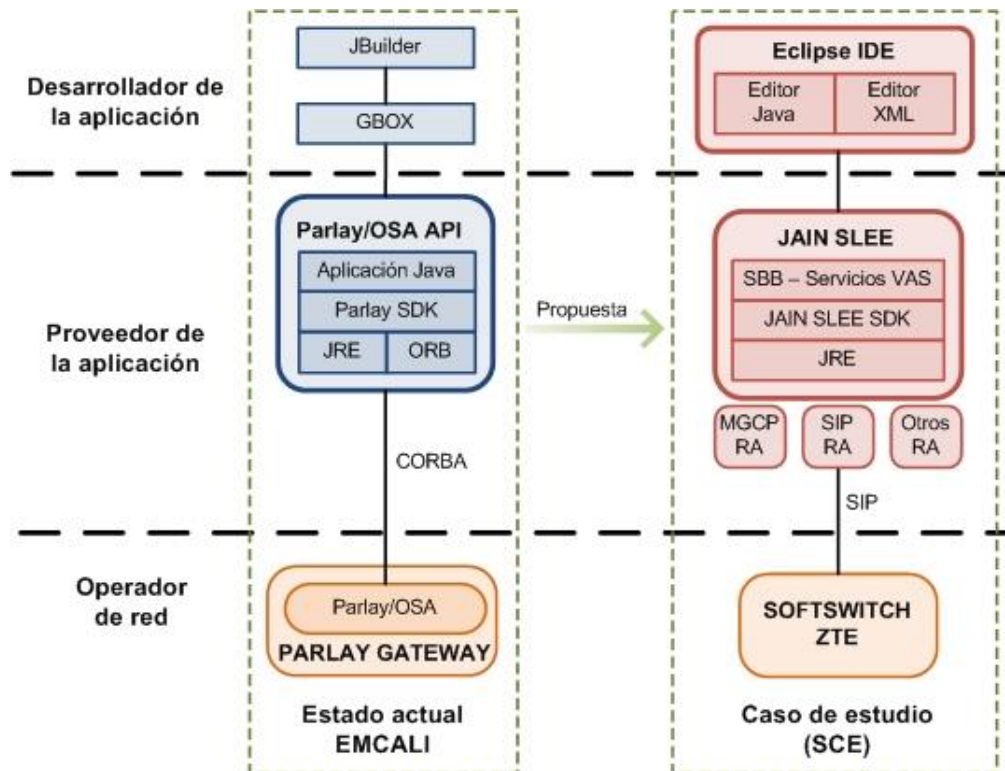


Figura 21 Integración de un SCE con elementos NGN de EMCALI

La anterior figura expone tanto el estado actual del ambiente de creación de EMCALI como el implementado dentro de este caso de estudio. A continuación se describe cada uno de los casos según la separación por niveles establecidos.

Estado actual de creación de servicios EMCALI

Desarrollador de la aplicación: en este punto se observa que se ha optado por implementar la herramienta Jbuilder Enterprise como ambiente gráfico para el uso de las API de OSA/Parlay. Estas API son incluidas en el ambiente de desarrollo de aplicaciones de telecomunicaciones como GBOX que integrado a Jbuilder, brindan una eficiente creación y validación de nuevas aplicaciones construidas en Java para servicios de telecomunicaciones.

Proveedor de la aplicación: este punto corresponde al completo framework de OSA/Parlay para la implementación de las capacidades de red del operador. Sin embargo, los funcionarios de EMCALI, en particular aquellos encargados de la gestión de la capa de servicios, no tienen control sobre éste.

Operador de red: este nivel representa al servidor Parlay encargado de hacer el procedimiento de registro, autenticación y autorización de los servicios para el uso de las SCF y de la comunicación con los recursos de red internos de EMCALI.

Implementación de un ambiente de creación para EMCALI (caso de estudio)

Desarrollador de la aplicación: este nivel lo conforman las herramientas tecnológicas como el IDE, plugins, SDK, librerías, componentes para despliegue y empaquetamiento, base de datos y servidores. Todos ellos necesarios para establecer el medio de creación de VAS dentro de la NGN de EMCALI.

Dentro de los elementos seleccionados se destacan: Eclipse IDE, editores Java y XML, librerías JAIN SLEE, librerías adicionales para RA, Apache Ant, archivos DTD, PostgreSQL y Rhino SLEE SDK.

Dentro de la comunidad Java existen varios IDE (Eclipse, Netbeans, JBuilder, JCreator, IntelliJ, ect.) para el desarrollo de aplicaciones. Sin embargo, con el deseo de reducir el tiempo de creación de servicio y hacer más rápida la curva de aprendizaje en la programación de aplicaciones orientadas a eventos, Eclipse IDE presenta plugins que facilitan la construcción de componentes JAIN SLEE. Dentro de los dos plugins encontrados, está el construido por la compañía OpenCloud (Opencloud JAIN SLEE plugin) y el dirigido por Mobicents (EclipSLEE plugin). El problema de estas extensiones radica en que solo es posible construir componentes para JAIN SLEE 1.0 (JSR 22), por lo que hacer uso de las características mejoradas y adicionales de la especificación 1.1, requiere de versiones que por el momento no están disponibles.

En conclusión, Eclipse IDE fue seleccionado por ser la herramienta gratuita más usada dentro de los desarrolladores Java y por contar con extensiones (plugin de JAIN SLEE) que ayudan de manera efectiva al aprendizaje en la construcción de VAS bajo la especificación de JAIN SLEE 1.0. Sin embargo, dado que para el caso de estudio se utilizó la versión 1.1, para la construcción del servicio fueron usados los editores Java y XML, incluidos en Eclipse IDE, y no los plugins en mención.

Con el fin de crear componentes JAIN SLEE 1.1, es necesario hacer uso de unas librerías pertinentes, en particular y la más importante, la librería *slee.jar*, incluida dentro de la especificación 1.1 del estándar. Además, para construir los archivos descriptores, es obligatorio tener en cuenta los DTD de la especificación, debido a que son estos archivos los que describen la estructura y sintaxis de los archivos XML para aplicaciones basadas en JAIN SLEE 1.1. Como librerías adicionales⁶², deben ser aquellas incluidas en los RA usados por el servicio.

Todo código desarrollado para un servicio en particular, necesita ser empaquetado en un ARchivo Java (JAR, Java Archive) para finalmente ser desplegado en un servidor correspondiente. Aunque existan dentro de este dominio herramientas como Apache Maven, dentro del prototipo se usó Apache Ant⁶³ y la librería *slee-ant-tasks.jar* de OpenCloud, para realizar el empaquetamiento de componentes JAIN SLEE. La razón de no usar la herramienta Apache Maven para realizar las funciones de empaquetado recae en la necesidad de usar repositorios solo accesibles en línea. Este acceso a través de la red limita el tiempo de creación, debido a su dependencia con la disponibilidad del servicio y a la adopción de una curva nueva de aprendizaje. En la medida que se cuente con el tiempo necesario y se desee realizar funciones más complejas, esta herramienta es una gran opción. Sin embargo, con el fin de usar los recursos ya adquiridos y disminuir el tiempo de aprendizaje en la construcción de servicios JAIN SLEE 1.1, es mejor opción usar las funciones de Apache Ant.

Una vez el código ha sido empaquetado en una unidad desplegable, es necesario probar su funcionalidad y comportamiento. Esto se hace por medio de la principal herramienta para este SCE, el Rhino SLEE SDK. Es en este donde las unidades son desplegadas, probando su funcionamiento y verificando la consistencia del código construido con los descriptores XML basados en la especificación JAIN SLEE 1.1. El despliegue del servicio en el SDK, es el primer paso antes de desplegar el servicio en un ambiente de producción. Si se carece del Rhino SLEE SDK, no es posible comprobar la lógica y comportamiento del servicio creado.

⁶² Las librerías adicionales dependen del servicio a crear. En la Figura 20 son definidos por los RA a utilizar.

⁶³ Incluida dentro de Eclipse IDE.

Finalmente, los servicios almacenan información pertinente del servicio y perfiles de usuario, entre muchas otras características. Los gestores de información como PostgreSQL y Derby, son las herramientas seleccionadas por Rhino SLEE SDK para el almacenamiento de los datos respectivos. Derby es la base de datos por defecto en el Rhino SLEE SDK. Sin embargo, se ha seleccionado PostgreSQL por ser la herramienta tecnológica usada dentro de la versión de producción de Rhino SLEE.

Proveedor de la aplicación: este punto hace referencia al completo kit de desarrollo de la especificación JAIN SLEE. Para la implementación de esta especificación se optó por la herramienta tecnológica Rhino SLEE SDK, compatible tanto para Windows OS como para Linux OS. La versión para Windows OS fue utilizada con el fin de realizar la creación del servicio.

Operador de red: este nivel está conformado por el Softswitch de EMCALI, encargado de realizar todo el control y señalización del flujo de información. En este caso se recomienda tener un laboratorio de pruebas independiente de la red en producción que permita evaluar los servicios aplicando todo tipo de consideraciones críticas, como el manejo de fallas, control de sobrecarga, manejo de disponibilidad, medida de llamadas por segundo, etc., antes que el servicio sea desplegado en un ambiente de producción. En caso que el operador no cuente con un entorno de pruebas, es posible crear uno alternativo utilizando herramientas de construcción de escenarios de red y de medición de comportamiento de servicios, como SIPp⁶⁴, Seagull⁶⁵, simuladores IN, Diameter, SS7, de OpenCloud, entre otros.

Debido a que EMCALI no cuenta con un ambiente de pruebas independiente de su NGN, el funcionamiento del servicio se verificó sobre la red en producción y con un tráfico de llamadas limitado. Para las pruebas de estrés, por su alta generación de tráfico, se creó un escenario de pruebas independiente de la red de EMCALI con la herramienta SIPp (Sección 4.7.2).

Dentro de la integración del SCE con los elementos de una NGN en la Sección 3.3.2, no se incluye en esta parte el nodo de IMS, debido a que es una tecnología que actualmente no se encuentra implementada dentro de la NGN de EMCALI. Sin embargo, el uso de la tecnología JAIN SLEE permite la migración hacia redes IMS sin que este operador deseché su actual infraestructura. OpenCloud tiene varios RA para Rhino SLEE, como Diameter e ISC⁶⁶, necesarios para facilitar la interconexión con los componentes IMS. La Figura 23, expuesta en el criterio futura permeabilidad de la Vista Adopción Tecnológica, ilustra las diferentes conexiones de Rhino SLEE con los elementos IMS.

En resumen, las herramientas seleccionadas para la construcción de un SCE dentro de la NGN de EMCALI reúne los siguientes elementos: Eclipse IDE como entorno gráfico, librerías *slee.jar* (dentro de la especificación JAIN SLEE 1.1) y *slee-ant-tasks.jar*, Apache Ant para empaquetamiento y despliegue de componentes JAIN SLEE, archivos DTD que definen la sintaxis de los documentos XML para JAIN SLEE, editores Java y XML para la construcción del servicio, librerías adicionales para soportar los RA del servicio, base de datos PostgreSQL, Rhino SLEE SDK y el Softswitch de la capa de control de la NGN. Todas estas herramientas conforman el SCE para la construcción de VAS dentro de la NGN de EMCALI e interactúan con los elementos de red de este operador para el aprovisionamiento de servicios, tal como lo muestra la Figura 20.

⁶⁴ Es una herramienta de pruebas gratuita de código abierto, generadora de tráfico para el protocolo SIP.

⁶⁵ Es una herramienta de pruebas generadora de tráfico multi-protocolo de código abierto liberada por Hewlett-Packard bajo la licencia GPLv2.

⁶⁶ Interfaz definida por el 3GPP para la interconexión de los módulos definidos en el core IMS.

4.3 Criterios técnicos aplicados dentro de la Vista Ejecución-Despliegue

4.3.1 Telco

Como se establece en este criterio, es necesario de un ambiente de ejecución orientado exclusivamente al dominio Telco (Tabla 2). Muchas tecnologías han surgido con el fin de cumplir estos requisitos. Sin embargo, la mayoría están orientadas al mundo empresarial, lo cual no las hace pertinentes. En el Anexo B se discuten varias tecnologías candidatas para conformar un adecuado servidor de aplicación con orientación Telco. De todas ellas, es importante recordar que se deja por fuera a JEE, porque su idea de construcción radica en el cumplimiento de requisitos del dominio IT, y a OSA/Parlay, por ser una tecnología que no provee un ambiente de ejecución de servicios, dejando esta tarea a servidores de aplicación externos, como servidores SIP, de medios, de mensajería, entre otros.

Las exclusiones planteadas dejan en contexto a las tecnologías de SIP Servlet y JAIN SLEE como principales candidatos. Sin embargo, la comparativa entre estas dos destaca las grandes ventajas que tiene JAIN SLEE sobre SIP Servlet (Tabla 4). En conclusión, la tecnología JAIN SLEE es la más adecuada para implementar un ambiente de ejecución de servicios orientado a los requisitos de un operador de telecomunicaciones como EMCALI.

Herramientas tecnológicas como Rhino SLEE, Mobicents JAIN SLEE y jNetX, son entre otras, implementaciones del estándar JAIN SLEE. Aunque cada una de ellas podría utilizarse sin ningún inconveniente, para EMCALI, es necesario seleccionar una y adaptarla a sus necesidades. A continuación se mencionan las principales características de cada una de estas herramientas.

Mobicents JAIN SLEE:

- Primera y única plataforma de código abierto, certificada para JAIN SLEE 1.1.
- La versión actual es la 2.1.1.GA y sólo lleva un mes de su último release⁶⁷.
- Baja presencia de empresas asociadas: MoBitE, NetDev, D2see, NEXCOM Systems, Bianor, Nethalis Solutions, hSenid Mobile Solutions [87].
- La versión comercial de este producto es ofrecido por Red Hat, brindando junto con el servidor JBoss una completa SDP (Anexo A) para el aprovisionamiento de VAS.
- Gran cantidad de código y ejemplos, especialmente para servicios SIP.
- Posee una comunidad de desarrolladores bastante amplia y organizada.

jNetX:

- Empresa líder en el mercado de desarrollo de servicios basados en estándares de telecomunicaciones [88].
- Licencia comercial.
- En su plataforma de servicios convergentes ha implementado JAIN SLEE 1.0 como corazón de la solución.
- Alta presencia de empresas asociadas: Ericsson, Huawei Technologies, Motorola, Nokia Siemens Networks, Nortel, IBM, Microsoft Corporation, Sun, Almira Labs, Atos Origin, Oracle, entre otras [89].

⁶⁷ Palabra usada para determinar la última publicación estable de un componente. En <http://www.mobicents.org/slee/roadmap.html> puede apreciarse las mejoras en escalas de tiempo (roadmap) en cuanto a funcionalidades y características de este servidor.

- Consola de administración robusta y completa.

Rhino SLEE:

- Única completamente compatible con la especificación JAIN SLEE 1.1.
- Licencia educativa.
- Licencia comercial.
- Kit de desarrollo en Windows OS (Rhino SLEE SDK).
- Grandes empresas asociadas: Ericpol Telecom, Nokia Siemens Networks, Almira Labs, Motorola, Altran, Alltrix, Atos Origin, Infocom Corporation, entre otras [90].
- Presencia del mayor portal con información referente a JAIN SLEE: OpenCloud Dev Portal.
- Herramientas de alta abstracción para la creación de servicios, como FSM Tool.
- Robusta configuración en clúster.

Es importante señalar que no es objeto de esta comparación decidir cuál de las tres herramientas es la más importante, sino por el contrario, establecer cuál es la más pertinente a las necesidades de EMCALI. Otro operador quizás necesite de una herramienta diferente a Rhino SLEE, según las necesidades y características de red que esté presente. La Tabla 6 resume las características más relevantes para un operador como EMCALI, con el fin de adoptar una herramienta tecnológica específica.

Tabla 6 Comparativa entre herramientas JAIN SLEE

NECESIDADES EMCALI	JNETX	MOBICENTS JAIN SLEE	RHINO SLEE
Licencia	Comercial.	Libre. Comercial con Red Hat (plataforma completa).	Libre SDK. Educativa. Comercial.
Especificación implementada	JAIN SLEE 1.0.	JAIN SLEE 1.0. JAIN SLEE 1.1 (poca madurez).	JAIN SLEE 1.0 JAIN SLEE 1.1
Comunidad de soporte	Ninguna, asociada a la empresa.	Gran cantidad de código y ejemplos. Comunidad de desarrolladores bastante amplia y organizada.	Mayor portal con información referente a JAIN SLEE.
Carrier-grade	Maximizada para JAIN SLEE 1.0.	Estable para JAIN SLEE 1.0. Mejorando en la capacidad para JAIN SLEE 1.1.	Robusta en sistemas clúster (JAIN SLEE 1.0 y 1.1).
Empresas asociadas	Gran cantidad de empresas importantes.	Baja presencia.	Presencia moderada, pero importante de empresas del sector.
Herramientas de construcción	Herramienta poderosa para al desarrollo, ejecución y pruebas.	Plugin para rápida creación de componentes JAIN SLEE 1.0.	Plugin para rápida creación de componentes JAIN SLEE 1.0. Herramienta FSM, de alto nivel de abstracción, para ambiente de pruebas y creación ágil de servicios.

En resumen, para EMCALI es importante utilizar una herramienta tecnológica orientada a cumplir con los altos requerimientos en desempeño, disponibilidad y baja latencia. Aunque en general, JAIN SLEE está orientada a cumplir con estos requisitos, la versión 1.1 de esta tecnología está actualmente más optimizada. Por otra parte, también es necesario que exista un respaldo tanto de una comunidad de desarrollo como del proveedor de la tecnología, como una garantía en caso de fallas o problemas en el servidor. En el caso del proveedor de la tecnología, comúnmente ofrece soporte y mantenimiento a través de licencias comerciales de sus productos. Estas características las brinda la herramienta tecnológica Rhino SLEE, razón por la cual es la que mejor se adapta a las necesidades de EMCALI.

Rhino cuenta con más de una licencia, las cuales pueden ser usadas en diferentes contextos. Una de ellas es la licencia comercial que permite a EMCALI desplegar VAS en su entorno de producción. Esta licencia normalmente está acompañada de un servicio de soporte ofrecido al operador para solucionar cualquier inconveniente presentado durante el funcionamiento normal del servidor de aplicación. De esta manera, EMCALI cuenta con un nivel de respaldo en caso de una falla extrema con el sistema. Por otro lado, OpenCloud ofrece una licencia educativa que facilita la evaluación de los servicios antes de proseguir a la fase de producción. Para el caso de estudio presentado por este trabajo de grado, esta última alternativa fue empleada para la construcción de un ambiente de pruebas que facilitó la creación, despliegue, ejecución y evaluación, del prototipo. En general, este tipo de licencia habilita un entorno en el que tanto servicios terceros como desarrollos in-house, son evaluados a fin de observar su comportamiento antes de ser desplegados en los respectivos entornos de producción del operador.

Desempeño, alta disponibilidad y fiabilidad

Desarrollos tecnológicos de la plataforma de OpenCloud facilitan un ambiente lo suficientemente robusto para soportar grandes cantidades de tráfico, baja latencia, alta disponibilidad, fallos y sobrecarga. Esto ha sido corroborado a través del servicio de prueba y su respectiva evaluación (Sección 4.7.2).

A continuación se describe como el mecanismo de configuración en clúster propuesto por la herramienta tecnológica Rhino SLEE resuelve estos altos requisitos.

Arquitectura en clúster activa

Este mecanismo es ampliamente usado para resolver problemas de baja disponibilidad, fallos del sistema y limitado desempeño. Dentro de esta configuración en clúster, la sincronización de memoria es un proceso altamente importante, debido a que éste permite a un nodo de respaldo obtener la información del contexto sobre el cual una transacción está siendo procesada.

Rhino SLEE es un sistema distribuido el cual corre sobre múltiples computadoras conectadas a través de una red IP denominado, clúster. Dentro de la arquitectura de Rhino SLEE en clúster, todos los nodos están completamente activos, a diferencia del modelo stand-by, en el cual un nodo se encuentra inactivo y a la espera de ocurrencia de una falla [45].

Los elementos principales en esta arquitectura en clúster son:

- *Nodo del clúster*: corresponde a un proceso UNIX separado, identificado con un único ID, y está en la capacidad de ejecutar comandos de gestión y enrutamiento de eventos a los SBB.

- **Clúster:** es la reunión de varios nodos y está identificado con un único ID. Los nodos que lo componen son únicos al clúster y son descubiertos automáticamente en tiempo de ejecución.
- **Membrecía:** está determinada por los nodos del clúster que son accesibles dentro de un periodo de espera (time-out period).

Descripción general del mecanismo de la arquitectura en clúster

La instalación típica de Rhino SLEE incluye tres nodos para conformar un clúster y un nodo por máquina. Los pasos mencionados abajo describen el proceso general de respuesta del modelo en clúster que Rhino SLEE ejecuta en caso de falla.

- (1) Se inician los nodos que conformaran la membrecía. La configuración mínima es de tres nodos.
- (2) Se espera a que los nodos sean configurados en tiempo de ejecución.
- (3) Luego de terminar la lectura de los respectivos archivos de configuración de los nodos, es conformada la membrecía.
- (4) En caso de caída de un nodo, el sistema entra en detección de falla y reinicia el componente.
- (5) Cuando es detectada la falla, el sistema inicia una nueva membrecía con los nodos restantes, pasando la información del estado actual de trabajo al nodo que será tomado como principal.
- (6) Una vez completada la asignación de la nueva membrecía y el componte primario, se forma el nuevo clúster con dos componentes.
- (7) Una vez el nodo en falla es reiniciado, éste solicita formar parte del clúster.
- (8) Finalmente, el nodo se une a la membrecía para conformar el clúster inicial de tres componentes.

La Figura 21 expone los diferentes estados por los que pasa el sistema en clúster en presencia de una falla.

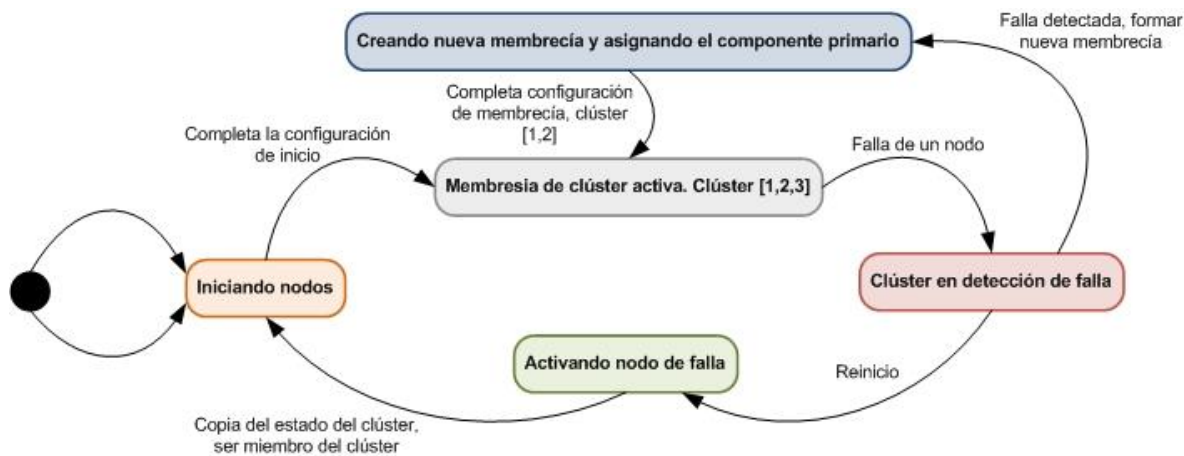


Figura 22 Diagrama de estados de la arquitectura en clúster en caso de falla

A manera de resumen, la Tabla 7 describe cómo Rhino SLEE orienta su plataforma para el cumplimiento de los criterios técnicos aplicados en relación al desempeño, fiabilidad, disponibilidad, facilidad de crecimiento y redundancia.

Tabla 7 Cumplimiento de los criterios técnicos aplicados en el caso de estudio

CRITERIO TÉCNICO	CÓMO RHINO SLEE RESUELVE EL CRITERIO
Desempeño	Los puntos de referencia de Rhino SLEE muestran un desempeño por encima de 8 millones de BHCA para escenarios reales basados en servicios SS7. Esta herramienta tecnológica monitorea su propio desempeño, lo cual le permite detectar situaciones de sobrecarga. Cuando se presenta una situación de sobrecarga, el mecanismo de Rhino SLEE rechaza cualquier solicitud entrante con el fin de evitar un potencial fallo del sistema.
Fiabilidad y disponibilidad	Este parámetro es alcanzado por medio de la configuración en clúster. Rhino SLEE es capaz de seguir en funcionamiento si existen múltiples y simultáneas fallas en los nodos. Su potente y robusta arquitectura en clúster hace posible que los servicios se encuentren continuamente disponibles, incluso en una falla de un nodo del arreglo. Rhino SLEE automáticamente detecta una falla, se auto-configura y realiza el proceso de sincronización de memoria a los nodos restantes.
Facilidad de crecimiento	Nuevos nodos pueden agregarse dinámicamente a un clúster activo. Rhino SLEE detecta automáticamente el nodo, se reconfigura y actualiza el estado de memoria de trabajo al nuevo nodo.
Redundancia	Cada nodo del clúster tiene la misma responsabilidad y capacidad de cada uno de los nodos componentes del grupo, es decir, no existe un único punto de fallo. Tanto el estado ⁶⁸ de trabajo del Rhino SLEE como el estado de los servicios, es replicado a todos los nodos del clúster. Añadir dinámicamente un nodo al clúster es relativamente sencillo.

Portabilidad del servicio

JAIN SLEE permite el desarrollo de componentes reutilizables y con alto grado de operabilidad en ambientes de ejecución compatibles con la especificación. La última versión de esta tecnología tiene una arquitectura robusta que estandariza los RA, mejorando el grado de portabilidad en sus componentes.

Por ejemplo, una vez se construyan los SBB, elementos básicos de servicio, estos pueden ser usados en diferentes contextos, es decir, pueden formar parte de más de un servicio. Este reuso de componentes, brinda al desarrollador las alternativas necesarias para no empezar de cero la creación de una nueva aplicación y por tanto, crear diferentes VAS de una manera más fácil y rápida. Este grado de sencillez y agilidad, reduce el tiempo en el cual un nuevo servicio es ofrecido al mercado.

EDA

Para implementar una arquitectura con dicho requerimiento, la plataforma Rhino (Anexo A) ha expuesto un servidor de aplicación en tiempo real y un servidor de interacción. El primero diseñado y optimizado para aplicaciones conducidas por eventos, basado en el mecanismo de selección del modelo publicación/suscripción para la distribución de los sucesos, y el segundo, orientado a la composición y orquestación de nuevos servicios.

A continuación se describe las características principales de estos dos servidores:

- *Rhino SLEE*: es el corazón de la plataforma Rhino, el cual está constituido por un servidor de aplicación en tiempo real, diseñado y optimizado para aplicaciones de comunicaciones

⁶⁸ Los estados hacen referencia al punto de actividad actual del servicio o del SLEE. Los estados de los servicios son: Inactivo, Activo o Parando. Los estados del SLEE son: Parado, Iniciando, Corriendo y Parando.

conducidas por eventos (modelo seguido en las aplicaciones del dominio Telco). Este servidor soporta los requisitos de un operador de telecomunicaciones (Tabla 2) y es compatible totalmente con las especificaciones JAIN SLEE 1.0 y JAIN SLEE 1.1 [91].

- *Servidor de Interacción de Servicios (SIS, Service Interaction Server) Rhino*⁶⁹: poderosa, flexible y extensible, plataforma de integración de servicios, manejada por scripts⁷⁰ e interfaces de usuario, las cuales en conjunto permiten al desarrollador componer y gestionar nuevos servicios de redes SS7 e IMS [92]. Dichos servicios pueden ser locales (desplegados en Rhino SIS) o estar contenidos en plataformas externas. Cualquier ubicación física de los servicios será transparente a Rhino SIS, lo cual hace posible la combinación de ellos y facilita la migración de las aplicaciones contenidas en las redes heredadas a la plataforma de aprovisionamiento Rhino.

Por lo tanto, para EMCALI se utilizó el servidor Rhino SLEE, en su versión de producción con una licencia educativa, la cual soporta los requerimientos de un dominio Telco, y sobre Linux OS, cuyas ventajas de rendimiento en los procesos del sistema hacen posible el buen funcionamiento del servidor.

Nivel de abstracción de red

Una migración suave a las redes de próxima generación es fundamental para operadores como EMCALI. De esta manera, sus estructuras heredadas (PSTN, ATM, IN, RDSI) son conservadas e integradas con las nuevas tendencias con el fin de suministrar servicios más especializados.

Para llevar a cabo esta tarea, la selección de una implementación de JAIN SLEE, como lo es Rhino SLEE, hace posible que estas estructuras sigan operando, debido a que dicha solución comprende una gran cantidad de RA (SS7: INAP/CAP/MAP, SIP, Diameter, ISC, SOAP, etc.), permitiéndole al desarrollador crear aplicaciones que interactúan con todas las infraestructuras de red⁷¹. Este tipo de adaptadores brindan altos grados de abstracción y su uso no es tan complejo como las API de OSA/Parlay⁷².

Las API de OSA/Parlay son catalogadas como interfaces con cierta complejidad técnica no muy adecuadas para aplicaciones sencillas [79]. Incluso, el desarrollo de servicios con este tipo de API es tedioso y demorado, debido a que el desarrollador debe conocer los protocolos de red. El nivel bajo y medio de abstracción de los protocolos de red, subyacentes a esta tecnología, exponen una lenta curva de aprendizaje, haciendo compleja su implementación. Así, por ejemplo, el uso del API para control de llamada necesita de un conocimiento especializado en protocolos de SS7 (INAP, CAP, MAP) y de control de servidores o pasarelas de medios (MGCP, H.248⁷³).

En contraste, las API de JAIN han sido construidas sobre niveles mayores de abstracción, para que el desarrollador no se preocupe por los protocolos de bajo nivel y se enfoque especialmente en la construcción del servicio. Entre las API de alto nivel de la tecnología JAIN se encuentran SIP Servlet API, SIP Lite API, JAIN SLEE API, entre otras. Es importante aclarar que JAIN SIP API y JAIN MGCP API corresponden al conjunto de API de bajo nivel, sin embargo, los RA de JAIN SLEE que

⁶⁹ Adopta la interacción de servicios para ampliar el concepto IMS SCIM, incluyendo la composición de nuevos servicios, como IN/SS7, IMS/IP, WS. Este servidor corre sobre Rhino SLEE.

⁷⁰ Conjunto de instrucciones para automatizar tareas.

⁷¹ Incluyendo aquellas integraciones con OSA/Parlay

⁷² EMCALI solo posee las API de la versión 3 de OSA/Parlay y no implementa la especificación de Parlay-X.

⁷³ También conocido como protocolo de Control de Pasarela de Medios (MEGACO, MEdia GAteway COntrol), el cual define el mecanismo necesario de llamada para el control de pasarelas de medios para el soporte de flujos multimedia a través de redes computarizadas.

las incluyen, otorgan un nivel mayor de abstracción que agiliza la curva de aprendizaje y facilita la creación e integración de un servicio.

En cuanto a la interconexión del servidor Rhino SLEE con la infraestructura de EMCALI, en relación al proveedor de la aplicación y operador de red (Figura 20), fueron detallados en la Vista Creación, debido a la relación directa entre los diferentes módulos que la componen (Sección 4.2).

4.4 Criterios técnicos aplicados dentro de la Vista Adopción Tecnológica

Soporte y madurez del producto

JAIN SLEE es el único estándar de carácter abierto para un servidor de aplicaciones diseñado para suministrar un ambiente de ejecución para los servicios de redes de telecomunicaciones. En el caso de Rhino SLEE (implementación de la especificación de JAIN SLEE) existe un gran soporte de la industria, donde figuran compañías como: Almira Labs, HP, Infocom, IBM, Motorola, Nokia Siemens, Sun, entre muchas otras. Además, lleva varios años de investigación y desarrollo, lo cual implica gran estabilidad, madurez y seguridad, en sus productos. Prueba de esto es que recientemente la compañía móvil de Indonesia más importante, TelKomsel⁷⁴, ha optado por implementar el servidor en tiempo real Rhino SLEE para soportar el despliegue de VAS [93].

Usabilidad

Este criterio reúne los siguientes tres puntos a considerar:

- El conocimiento del desarrollador, en donde la selección de la API de alto nivel reduce la curva de aprendizaje.
- El tiempo en el cual el servicio es desarrollado y desplegado, destacándose en esta parte los altos niveles de abstracción y la tecnología de creación de servicios, como JAIN SCE⁷⁵, EclipSLEE⁷⁶, OpenCloud JAIN SLEE plugin⁷⁷. Esta combinación (abstracción y tecnologías de creación) facilita la construcción de bloques de servicios, los cuales son usados como pequeños subsistemas para la composición de nuevos servicios.
- El alcance que se puede lograr, haciendo evidente la capacidad de tecnologías Java para el desarrollo de innumerables servicios, en particular, implementaciones de JAIN SLEE, las cuales permiten una gran combinación de recursos de forma que se desarrollen una gran cantidad de aplicaciones.

Roadmap

El camino de la tecnología JAIN SLEE y de la creación de servicios en Java sin duda es promisorio. Java es una comunidad altamente difundida y con mecanismos altamente estructurados, como el JCP y los acuerdos de participación de la especificación Java, que trazan la ruta y definen nuevas recomendaciones. La Figura 22 representa la evolución de la herramienta tecnológica de Rhino SLEE frente a la tecnología JAIN SLEE.

⁷⁴ Principal empresa de telecomunicaciones GSM 3G de Indonesia, con más del 50 % del mercado móvil.

⁷⁵ Especificación Java para simplificar la creación de servicios de telecomunicaciones desplegados en el ambiente de ejecución de JAIN.

⁷⁶ Plug-in de eclipse para el desarrollo de aplicaciones JAIN SLEE.

⁷⁷ Componente desarrollado por OpenCloud para la creación de servicios en entornos JAIN SLEE.

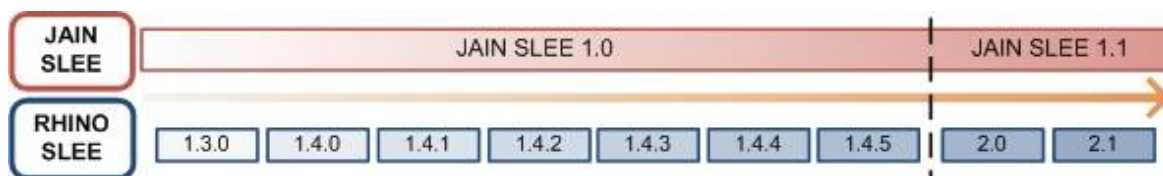


Figura 23 Roadmap de Rhino SLEE

Futura permeabilidad

De igual forma que JAIN SLEE logra satisfactorios grados de escalabilidad, tecnologías de creación basadas en Java permiten constantemente la unión y operabilidad con tecnologías emergentes para contribuir en el enriquecimiento de nuevos servicios.

En la Figura 23 se muestra la forma como Rhino SLEE se integra a la arquitectura IMS, facilitando la migración hacia este tipo de redes a los operadores que integren este ambiente en su infraestructura. En el caso de EMCALI, la adopción tecnológica de la herramienta Rhino SLEE permitiría un paso suave y paulatino de su nodo de control Softswitch hacia un IMS core, como una escala superior en su NGN.

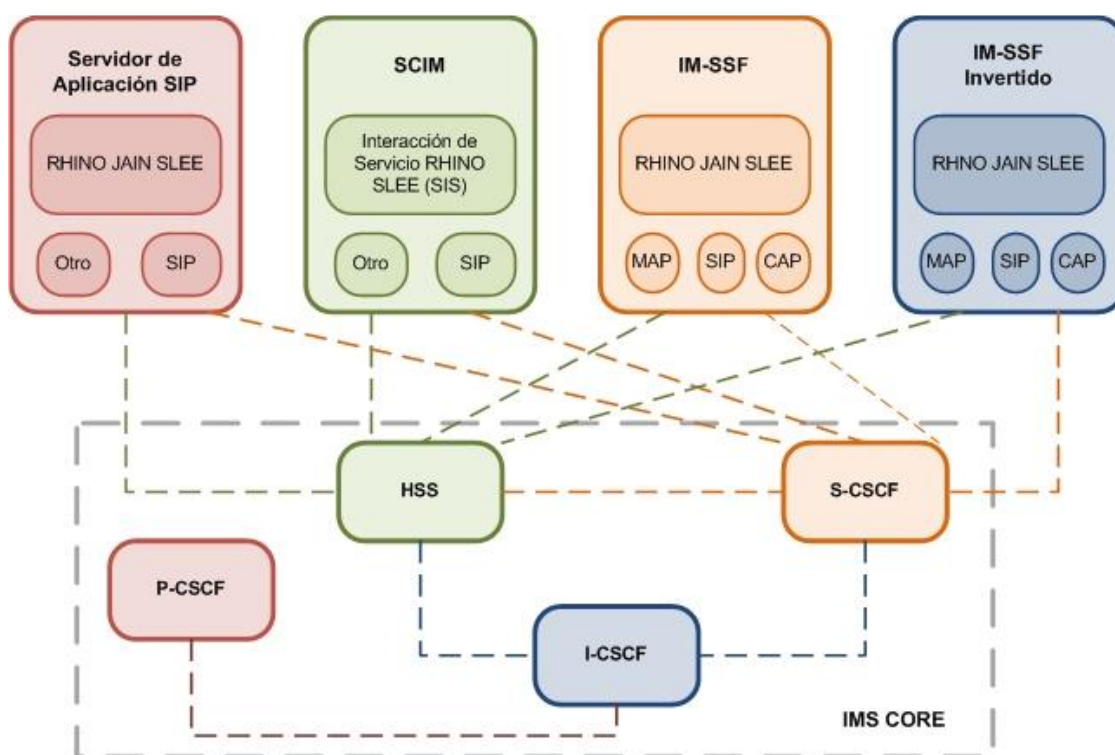


Figura 24 Rhino SLEE e interacción con IMS

Fuente: OpenCloud⁷⁸

4.5 Resumen de aplicación de criterios

A manera de resumen, la Tabla 8 expone los criterios que fueron usados dentro de NGN de EMCALI y como ellos cumplen su objetivo.

⁷⁸ Tomado del documento "Overview and Concepts" [45].

Tabla 8 Criterios aplicados en la NGN de EMCALI

ESQUEMA GENERAL	CRITERIOS APLICADOS	CUMPLIMIENTO
Criterios técnicos de la Vista Creación	Telco: <ul style="list-style-type: none"> • API programables • Lenguajes de scripting • SCE 	El uso del SCE propuesto logró reducir los tiempos de creación de un VAS para EMCALI (Tabla 12).
Criterios técnicos de la Vista Ejecución-Despliegue	Telco: <ul style="list-style-type: none"> • Desempeño • Alta disponibilidad • Fiabilidad • Portabilidad del servicio • EDA • Nivel de abstracción de red 	La adaptación y adopción de la herramienta tecnológica Rhino SLEE facilita el cumplimiento de estos criterios debido su diseño exclusivo de arquitecturas activas en clúster. Este sistema se encuentra adaptado dentro de la arquitectura de Rhino SLEE.
Criterios técnicos de la Vista Adopción Tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte y madurez del producto • Usabilidad • Roadmap • Futura permeabilidad 	Rhino SLEE gracias a su flexible arquitectura de RA, facilita la migración a capacidades soportadas en tecnologías IMS. Además, el gran apoyo de la industria de las comunicaciones y de las compañías IT, la hacen un producto altamente fiable para el soporte de VAS. Por otro lado, el uso de esta herramienta es más sencillo por ser una tecnología de alto nivel. Finalmente, Rhino SLEE define muy claramente su camino de evolución y ya ha sido utilizado en redes con IMS, en Europa.

El criterio de SOA no fue considerado debido a que requiere la integración con los sistemas de BSS y OSS. EMCALI no proporciona acceso a los mismos. Sin embargo, es importante señalar que este criterio es de gran importancia en el aprovisionamiento de VAS, puesto que es la base de la construcción de las NGSDP y el camino para el mejoramiento de los procesos al interior y exterior del proveedor de servicios de telecomunicaciones. Con las características de SOA es posible la composición, orquestación y reuso, de componentes para crear servicios más avanzados en telecomunicaciones. Por ello, este criterio puede y debería ser abordado en trabajos futuros con el fin que los SBB creados para el servicio CRBT hagan parte de VAS más especializados.

4.6 Servicio CRBT

Esta sección describe el VAS creado a través de la aplicación de los criterios establecidos (Sección 4.2, Sección 4.3, Sección 4.4), dando a conocer los requerimientos y funcionamiento del servicio, la tecnología usada y los diagramas de despliegue de la solución.

Es importante resaltar que la selección del servicio se basa en el interés de implementar un VAS que haga uso de los recursos de las infraestructuras heredadas y de la NGN, y que no se encuentre actualmente implementado en EMCALI, exhibiendo la oportunidad de su aplicación en el contexto de producción.

4.6.1 Descripción general

El servicio CRBT es un completo VAS que permite al suscriptor reemplazar el Tono de Timbre (RBT, Ring Back Tone)⁷⁹ tradicional, e incluso los tonos de notificación de estado ocupado y no disponible de usuario, por componentes de audio que han sido descargados y definidos por él mismo a través de una interfaz de personalización [94] [95].

La forma como opera el servicio, en pocas palabras, se presenta de la siguiente forma: una vez se inicia una solicitud de llamada a un usuario B, suscriptor del servicio CRBT, desde un usuario A, no necesariamente suscriptor de este servicio, este último escucha un componente de audio como RBT, previamente especificado por el usuario B, que sustituye el tono tradicional. Si el usuario B se encuentra ocupado o no disponible, el componente de audio correspondiente es reproducido al usuario A hasta que la conexión finaliza [94].

Entre los archivos de audio disponibles para configurar el CRBT se pueden encontrar fragmentos de canciones, melodías, grabaciones de voz, mensajes promocionales, efectos de sonido, entre otros. En cuanto a la interfaz de personalización, puede ser ofrecida a través de distintas tecnologías, como Web, SMS, el Protocolo de Aplicación Inalámbrica (WAP, Wireless Application Protocol), la Respuesta de Voz Interactiva (IVR, Interactive Voice Response), etc., brindando al operador la capacidad de ofrecer una gran variedad de funciones de presentación y configuración del CRBT que facilitan y mejoran la interacción del usuario con el servicio [94]. Entre estas funciones se encuentran:

- Descripción de las distintas características de personalización disponibles y sus correspondientes guías de ayuda.
- Despliegue de información general de los archivos de audio, tales como título, artista, compositor, álbum, género, duración, etc.
- Clasificación de los componentes de audio, basada en popularidad, número de descargas, número de búsquedas, etc.
- Reproducción de una parte de los archivos de audio antes de su descarga o selección.
- Selección de uno o varios componentes de audio y configuración de la forma de reproducirlos: por defecto, basada en grupos de usuarios, horas del día, fechas especiales o listas de prioridad, de manera secuencial o aleatoria, etc.

El CRBT es uno de los VAS más exitosos para proveedores de servicios. Permite un rápido crecimiento y un flujo constante de ingresos, debido a su alta tasa de penetración y a que posibilita el cobro de una cuota de suscripción mensual y de nuevas descargas de componentes de audio. Adicionalmente, brinda al operador un completo control del servicio y de los contenidos ofrecidos, evitando problemas de fraude y de compatibilidad [94] [95].

4.6.2 Características

El desarrollo del piloto consiste en la implementación de algunas de las funcionalidades del servicio CRBT. No es objetivo del proyecto desarrollar un completo VAS, sino por el contrario, aplicar los criterios establecidos.

En esta parte se sugiere utilizar una metodología de desarrollo software que facilite el análisis, diseño, implementación y despliegue, de una solución. En el presente trabajo de grado, la metodología utilizada para el desarrollo del prototipo CRBT se basó en el MCS. Los detalles se encuentran en el Anexo D.

⁷⁹ Tono que escucha el usuario que inicia la llamada mientras el establecimiento de la misma se encuentra en proceso y el otro usuario responde, o hasta que finaliza el tiempo de espera de respuesta.

A continuación se mencionan las características más importantes con las cuales cuenta el prototipo CRBT:

- Funcionales:
 - Reproduce RBT creados a partir de componentes de audio, reemplazando el RBT tradicional.
 - Ofrece una mínima personalización del servicio, la cual permite seleccionar un RBT por defecto para cada suscriptor, el cual se reproduce para cualquier llamada entrante del mismo.
- No funcionales:
 - Permite la suscripción a los clientes que pertenecen a la NGN de EMCALI.
 - Es independiente del dispositivo final (teléfono convencional, móvil, softphone, SIP) y de la red (NGN, PSTN, GSM). Es decir, el RBT se reproduce hacia cualquier terminal de usuario que tenga conexión con la NGN de EMCALI (**convergencia a nivel de terminal y de red**).
 - Permite al administrador de Rhino SLEE suscribir nuevos usuarios y modificar la personalización del servicio a través de las herramientas de creación y gestión de perfiles que ofrece el ambiente de ejecución.

4.6.3 Modelo de análisis

Este modelo describe, en formato de alto nivel, las características funcionales del prototipo CRBT y los actores que interactúan con ellas (Figura 24, Tabla 9).



Figura 25 Diagrama de casos de uso del prototipo CRBT

Sistema Llamada: actor que hace referencia a los componentes de red de la arquitectura NGN de EMCALI que participan en el establecimiento de una llamada. Inicia las operaciones del prototipo CRBT direccionando el tráfico de señalización de llamada.

Usuario A: actor que representa al usuario que inicia la solicitud de llamada. El prototipo CRBT reproduce el RBT de audio a esta entidad.

Tabla 9 Descripción a alto nivel del caso de uso Reproducir RBT de audio

CASO DE USO	Reproducir RBT de audio.
Actores	Sistema Llamada (iniciador). Usuario A.
Propósito	Reproducir al actor Usuario A un componente de audio, previamente definido, que reemplaza el RBT tradicional.

Descripción	<p>Cuando el Usuario A inicia una solicitud de llamada a un usuario suscriptor del servicio, la entidad Sistema Llamada detecta el número destino y direcciona la señalización de llamada al prototipo CRBT, el cual verifica el RBT de audio definido en el perfil CRBT del suscriptor, y reproduce al Usuario A el archivo de audio correspondiente, en reemplazo del RBT tradicional.</p>
--------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.6.4 Modelo de diseño

El prototipo CRBT implementado es un servicio en tiempo real, reactivo y basado en protocolos, razones por las cuales es importante presentar un diseño basado en diagramas de estados, ya que describen de una mejor manera éste comportamiento.

A continuación se exponen y describen los distintos estados, eventos y transiciones, que ocurren en el caso de uso Reproducir RBT de audio (Figura 25).

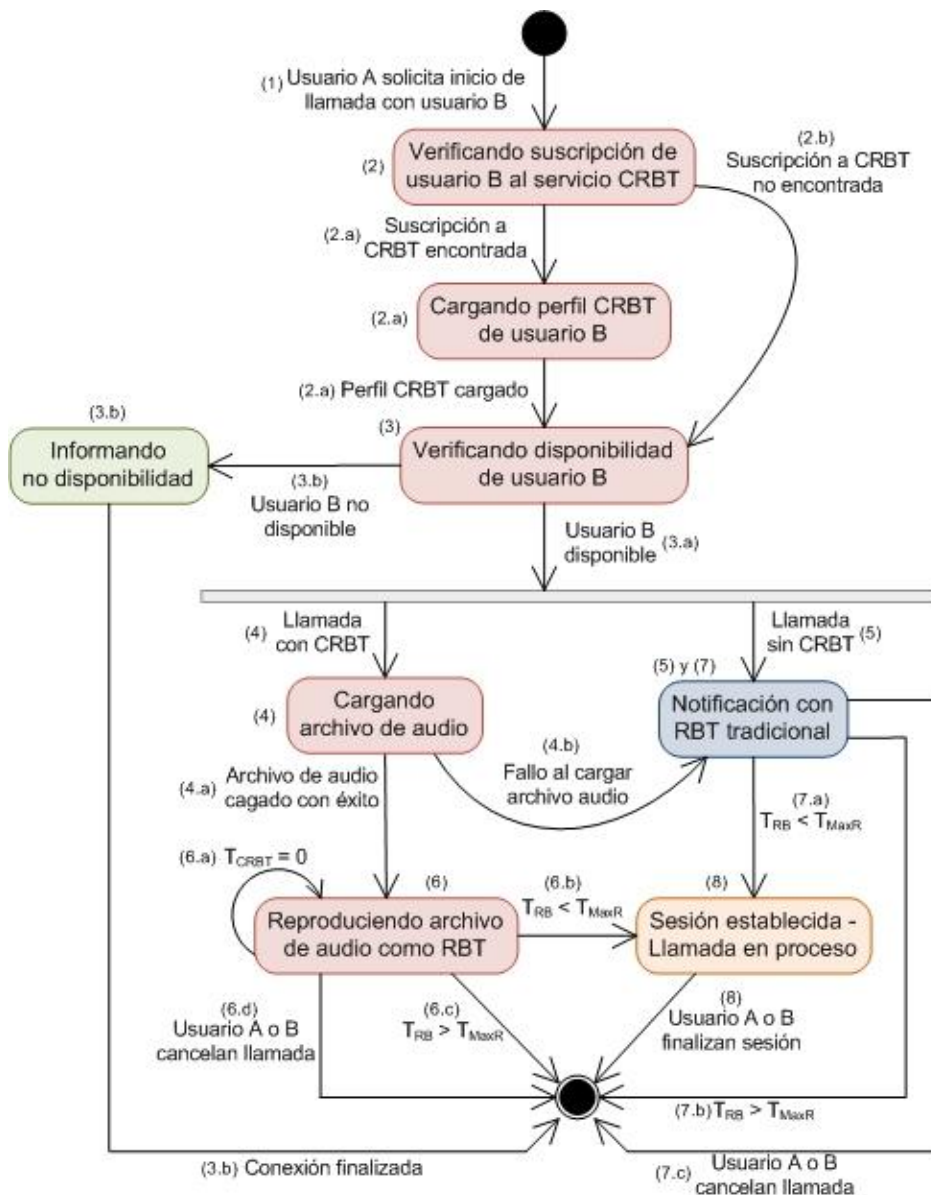


Figura 26 Diagrama de estados del caso de uso Reproducir RBT de audio

- (1) El flujo del prototipo inicia cuando un usuario A solicita establecer una sesión de llamada con un usuario B.
- (2) Cuando el sistema verifica que el usuario B tenga suscrito el servicio CRBT:
 - a. Si la suscripción del usuario B al servicio CRBT es encontrada, el sistema carga su perfil CRBT y procede a verificar la disponibilidad del usuario B.
 - b. Si la suscripción del usuario B al servicio CRBT no es encontrada, el sistema procede directamente a verificar la disponibilidad del usuario B.
- (3) Cuando el sistema verifica la disponibilidad del usuario B:
 - a. Si el usuario B se encuentra disponible, el sistema procede a iniciar la sesión de llamada hacia este usuario: con CRBT, si la suscripción al servicio CRBT fue encontrada; sin CRBT, si tal suscripción no fue encontrada.
 - b. Si el usuario B no se encuentra disponible (ocupado, no accesible o no conectado), el sistema informa al usuario A dicho estado y finaliza la conexión.
- (4) Para una llamada con CRBT, el sistema carga el archivo de audio, previamente definido en el perfil CRBT del usuario B, el cual fue obtenido en el punto 2-a.
 - a. Si el archivo de audio es cargado exitosamente, el sistema procede a reproducir el componente de audio como RBT de la llamada.
 - b. Si el archivo no es encontrado o existe un error en la carga del mismo, el sistema procede con la llamada sin CRBT.
- (5) Para una llamada sin CRBT, el sistema emplea el RBT tradicional para notificar al usuario A acerca del proceso de la llamada.
- (6) Cuando el sistema reproduce el archivo de audio como RBT al usuario A:
 - a. Si el tiempo de duración del archivo de audio (T_{CRBT}) llega a su fin ($T_{CRBT} = 0$) y el usuario B aún no responde la llamada, el archivo de audio se reproduce de nuevo.
 - b. Si el tiempo de respuesta del usuario B (T_{RB}) es menor al tiempo máximo de espera para la respuesta de la llamada (T_{MaxR})⁸⁰ ($T_{RB} < T_{MaxR}$), el sistema detiene la reproducción del RBT de audio y establece la llamada, permitiendo el intercambio de voz entre los usuarios.
 - c. Si $T_{RB} > T_{MaxR}$, el sistema detiene la reproducción del RBT de audio y finaliza la conexión.
 - d. Si el usuario A o B cancelan la llamada, el sistema detiene la reproducción del RBT de audio y finaliza la conexión.
- (7) Cuando el sistema notifica con el RBT tradicional al usuario A:
 - a. Si $T_{RB} < T_{MaxR}$, el sistema establece la llamada.
 - b. Si $T_{RB} > T_{MaxR}$, el sistema finaliza la conexión.
 - c. Si el usuario A o B cancelan la llamada, el sistema finaliza la conexión.
- (8) Una vez la llamada se establece y se encuentra en proceso, si el usuario A o B terminan la sesión, el sistema finaliza la conexión.

4.6.5 Modelo de implementación

En la Figura 26 se presenta un esquema general de la arquitectura sobre la cual se implementó el prototipo del servicio CRBT. En la Tabla 10 se relacionan los componentes funcionales con los criterios propuestos en este trabajo de grado.

⁸⁰ Para el caso de EMCALI, el T_{MaxR} es de 1 minuto, valor definido por el responsable del Softswitch de esta empresa.

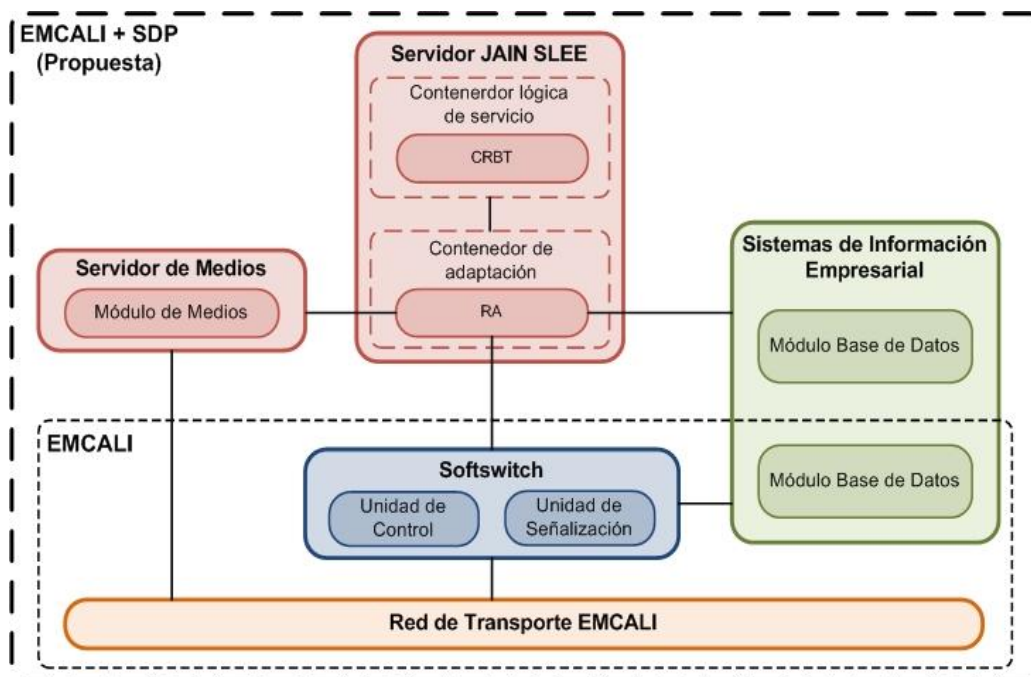


Figura 27 Arquitectura modular del sistema solución

Tabla 10 Componentes del prototipo relacionados a los criterios

COMPONENTE FUNCIONAL	DESCRIPCIÓN	CRITERIO TÉCNICO RELACIONADO
Servidor JAIN SLEE	Contiene los módulos de adaptación a recursos externos y los bloques de lógica de servicio del prototipo CRBT.	Contenedor lógico de servicio: SCE, portabilidad del servicio. Contenedor de adaptación: nivel de abstracción de red, API programables. JAIN SLEE: alta disponibilidad, desempeño, fiabilidad, EDA, Vista Adopción Tecnológica.
Servidor de medios	Expone el módulo para la reproducción del archivo de audio como RBT de llamada.	Lenguajes de scripting.
Softswitch	Contiene las unidades de control y señalización que se encargan del flujo de la información de la NGN de EMCALI.	Nivel de abstracción de red, desempeño, alta disponibilidad, fiabilidad, soporte y madurez del producto.
Sistema de información empresarial*	Comprende el módulo encargado del almacenamiento de la información de los usuarios y de los datos necesarios para el prototipo CRBT.	
Red de transporte EMCALI*	Hace referencia a los nodos de transporte de la infraestructura NGN de EMCALI.	

* Para estos componentes funcionales, los criterios técnicos no aplican.

La lógica de servicio del prototipo CRBT se dividió en dos SBB:

- *SBB Agente Usuario Softswitch*: maneja la lógica del servicio en el control de la señalización SIP. Por lo tanto, se basó en la arquitectura de Agente de Usuario Back-to-Back (B2BUA, Back-

to-Back User Agent)⁸¹, ya que ofrece la flexibilidad necesaria para manipular completamente los mensajes SIP de una llamada entre dos usuarios. Este SBB logra esta capacidad implementando los componentes B2BUA de la siguiente forma:

- Un Agente de Usuario Servidor (UAS, User Agent Server) CRBT, procesando en un primer tramo las solicitudes de entrada provenientes desde el Softswitch, generadas por el usuario que inicia la llamada.
- Un Agente de Usuario Cliente (UAC, User Agent Client) CRBT, generando en un segundo tramo las solicitudes de salida hacia el Softswitch, destinadas al usuario que recibe la llamada.

Los mensajes de respuesta para estas solicitudes son enviados y recibidos en el mismo tramo por el cual dichas solicitudes son recibidas y enviadas, respectivamente.

- **SBB CRBT:** accede al perfil CRBT del suscriptor, obteniendo los parámetros de personalización del servicio, previamente definidos. Adicionalmente, controla el servidor de medios para la reproducción del RBT de audio, a través de mensajes MGCP.

Estos servicios pueden ser usados dentro de otros servicios que requieran el manejo de estos protocolos. Aplicaciones de mayor complejidad pueden hacer uso de las funcionalidades presentes en estos componentes, de forma que reduzca el tiempo de creación de nuevos servicios. Información más detallada relacionada con los SBB están descritas dentro del Anexo D.

4.6.6 Modelo de despliegue

Este modelo trata de abordar la estructura de los nodos locales y remotos que conforman el sistema solución para el soporte del prototipo CRBT (Figura 27).

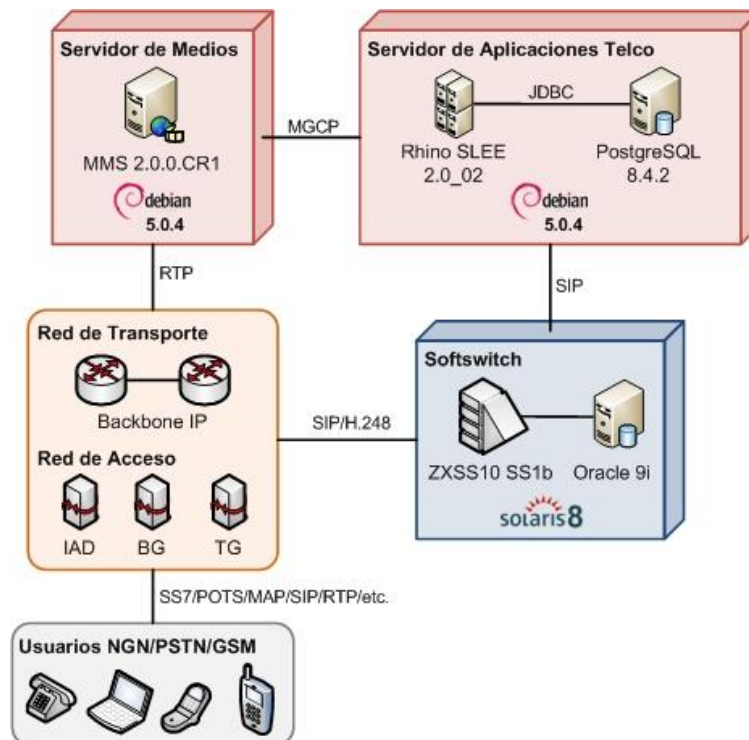


Figura 28 Diagrama de despliegue del sistema solución

⁸¹ Entidad lógica SIP que se ubica entre dos puntos finales de una sesión de comunicación, dividiéndola en dos tramos de llamada y mediando toda la señalización presente.

Softswitch: nodo de control de la NGN de EMCALI que implementa funciones de procesamiento de control integrado, tales como control de llamadas, adaptación a protocolos de acceso, interconexión e interoperabilidad. El Softswitch ZXSS10 SS1b de ZTE se encuentra instalado sobre un OS Sun Solaris 8, y utiliza una base de datos Oracle9i. Las características de la máquina dependen del contrato de venta del equipo, documento al cual no se tiene acceso. Sin embargo, en [77] se especifican los siguientes parámetros máximos: un BHCA alrededor de 17 millones de llamadas, una capacidad de soportar hasta 1500 puntos de 64K o 100 puntos de 2M de SS7, y un manejo de una variedad de protocolos, como SS7: INAP/CAP/MAP/TUP/ISUP, SIP, SIGTRAN, H.248, MGCP, H.323, entre otros.

Servidor de aplicaciones Telco: nodo que controla el ciclo de vida completo, la lógica de servicio y el almacenamiento de datos, del prototipo CRBT. Establece la conexión SIP con el Softswitch para el manejo de señalización de llamada, y MGCP con el servidor de medios para el control de la reproducción de componentes de audio. Se instaló Rhino SLEE versión 2.2_02 de OpenCloud, sobre un PC de escritorio HP Compaq dc 7800p con Intel Core 2 Duo E8300 @ 2.83GHz y 2GB de Memoria de Acceso Aleatorio (RAM, Random Access Memory). Se utilizó el OS Debian 5.0.4 (lenny), y la Máquina Virtual Java (JVM, Java Virtual Machine) versión 1.6.0_18 Java HotSpot 64-bit Server. El motor de base de datos instalado para este ambiente de ejecución es PostgreSQL 8.4.2, al cual se accede a través de JDBC. En este caso, Rhino SLEE no se implementó en la configuración de nodo por máquina, debido a escasos recursos computacionales y de red.

Servidor de medios: nodo encargado de reproducir el archivo de audio al usuario que inicia la llamada a través del Protocolo de Transporte en Tiempo real (RTP, Real-time Transport Protocol). Se instaló el MMS versión 2.0.0.CR1 de Mobicents, sobre un PC portátil Gateway M-1631U con AMD Turion X2 TL-60 2.0 GHz y 4GB de RAM. Se utilizó el OS Debian 5.0.4 (lenny) y la JVM versión 1.6.0_18 Java HotSpot 64-bit Server.

Red de transporte: proporciona todos los elementos de red del nivel de transporte de la NGN de EMCALI. Entre ellos se destaca el backbone IP (información detallada en el Anexo C).

Red de acceso: proporciona todos los elementos de red del nivel de acceso de la NGN de EMCALI. Entre ellos se destacan el Dispositivo de Acceso Integrado (IAD, Integrated Access Device), la Pasarela de Frontera (BG, Border Gateway) y la Pasarela de Troncal (TG, Trunk Gateway) (información detallada en el Anexo C).

En adelante, cada vez que se nombre el componente Rhino SLEE, se hará referencia al servidor de aplicaciones Telco. El componente se representa por un servidor con una figura de una base de datos sobrepuesta.

4.6.7 Modelo de desarrollo

A manera de resumen, la Tabla 11 expone las herramientas utilizadas para la parte de desarrollo y depuración del prototipo CRBT.

Tabla 11 Herramienta para el desarrollo y depuración del prototipo CRBT

HERRAMIENTA	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN
Eclipse IDE	3.5.1	Entorno gráfico de desarrollo para aplicaciones Java. Integra los editores Java y XML, que facilitan la codificación, y la herramienta Apache Ant, para la construcción de componentes JAIN SLEE desplegables (se integró la librería <i>slee-ant-tasks.jar</i> de Opencloud).

Rhino SLEE SDK	2.2_02	Entorno de ejecución para el soporte de desarrollo de aplicaciones JAIN SLEE y verificar su funcionamiento.
MMS	2.0.0.CR1	Servidor de medios para la reproducción de archivos de audio a través de la red.
API JAIN SLEE	1.1	Interfaz para la creación de componentes JAIN SLEE. Contiene la librería <i>slee.jar</i> y los archivos DTD, de la especificación.
OCSIP RA	2.2_04	Adaptador de OpenCloud para el desarrollo de servicios SIP. Incluye las librerías de JAIN SIP API 1.2.
MGCP RA	2.0.0.GA	Adaptador de Mobicents para el desarrollo de servicios que utilicen el protocolo MGCP. Incluye las librerías de JAIN MGCP API 1.0.
PostgreSQL	8.4.2	Motor de base de datos relacional para el almacenamiento de los datos persistentes de Rhino SLEE SDK.

4.7 Evaluación

En la Tabla 12 se ilustran los tiempos de desarrollo del prototipo CRBT. Es importante, para estos tiempos, tener en cuenta el perfil de los programadores al inicio del desarrollo:

- Conocimiento medio-alto en Java.
- Conocimiento nulo en JAIN SLEE.
- Conocimiento medio-bajo en SIP.
- Conocimiento nulo en MGCP.

Tabla 12 Tiempos de desarrollo del prototipo CRBT

ETAPA DE DESARROLLO	JAIN SLEE	SIP	MGCP
Obtención de información	5 días	5 días	5 días
Estudio de la tecnología	5 días	5 días	5 días
Aprendizaje de la tecnología	15 días	5 días	10 días
Desarrollo del componente basado en JAIN SLEE	-	20 días	20 días
Integración de componentes	20 días		
TOTAL	120 días (4 meses)		

Con el objetivo de presentar los resultados obtenidos al aplicar los criterios técnicos en la creación, ejecución y despliegue del prototipo CRBT, a continuación se describen las pruebas de trazado y de rendimiento realizadas para demostrar la integración del servicio al sistema y para observar la capacidad de la solución planteada con respecto a datos de tráfico reales de EMCALI. Cada prueba se ejecutó sobre sus respectivos escenarios de referencia y topología de red, los cuales se encuentran debidamente sustentados en este apartado.

4.7.1 Señalización

Para demostrar que el servicio CRBT implementado fue exitosamente integrado a la NGN de EMCALI, se han registrado las distintas tramas o mensajes de los diferentes protocolos presentes entre los diversos equipos que participan en una llamada realizada desde un teléfono convencional a un Softphone, el cual posee el servicio CRBT suscrito. Ambos dispositivos de terminal de usuario se han configurado con números NGN que se encuentran registrados al Softswitch dispuesto para operar con Rhino SLEE (Figura 28). Esto no significa que el servicio implementado solamente funcione bajo estas condiciones, sino que es una forma de observar completamente la ruta de una llamada en la cual hacen parte una gran variedad de equipos y protocolos.

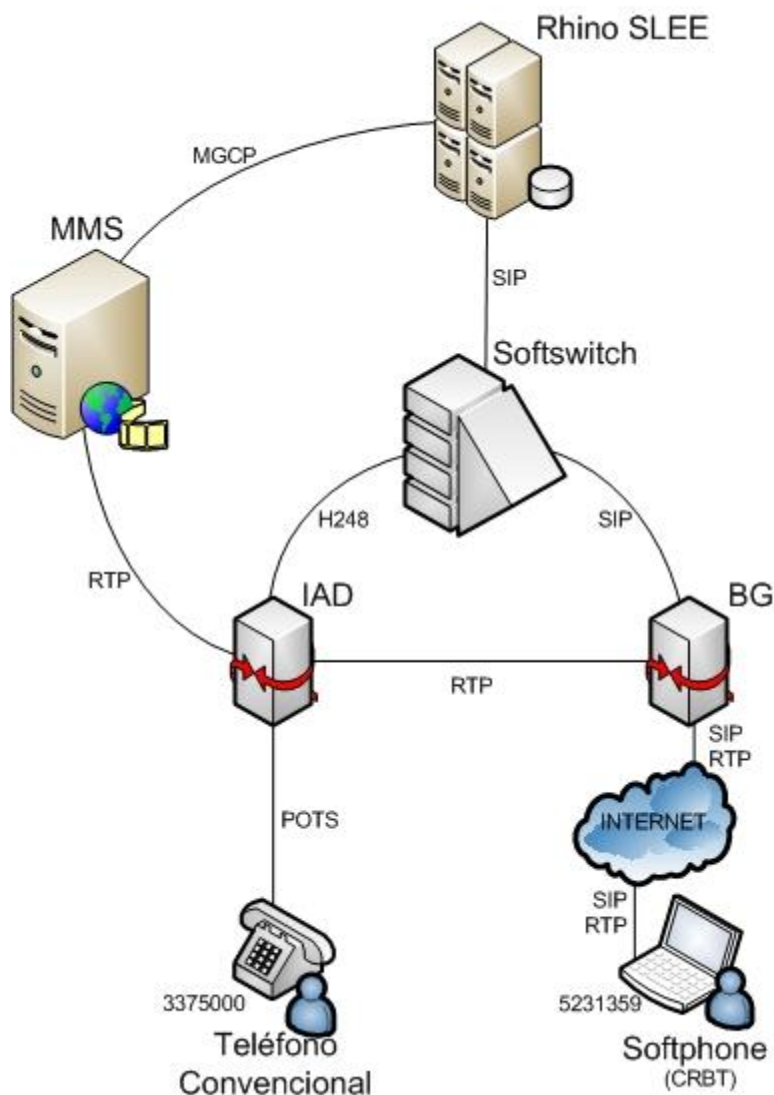


Figura 29 Escenario de referencia en prueba de señalización

El registro de datos se realizó utilizando:

- Sistema de Gestión de Equipo ZXNM01 versión 4.01 de ZTE, el cual incluye una herramienta de trazado de señalización que permite observar el tráfico que envía y recibe el Softswitch en cualquiera de los distintos protocolos de señalización que soporta.
- Wireshark versión 1.2.4, un analizador de protocolos que permite ver todo el tráfico que pasa a través de la red a la cual se encuentra conectado el equipo en donde ha sido instalado. Esta herramienta es un software libre, desarrollado por Gerald Combs y otros expertos en redes (contribuidores).

La forma como se encuentran configurados los diferentes elementos en la red y los equipos en los cuales se instalaron las herramientas de visualización de tráfico, se observan en la Figura 29.

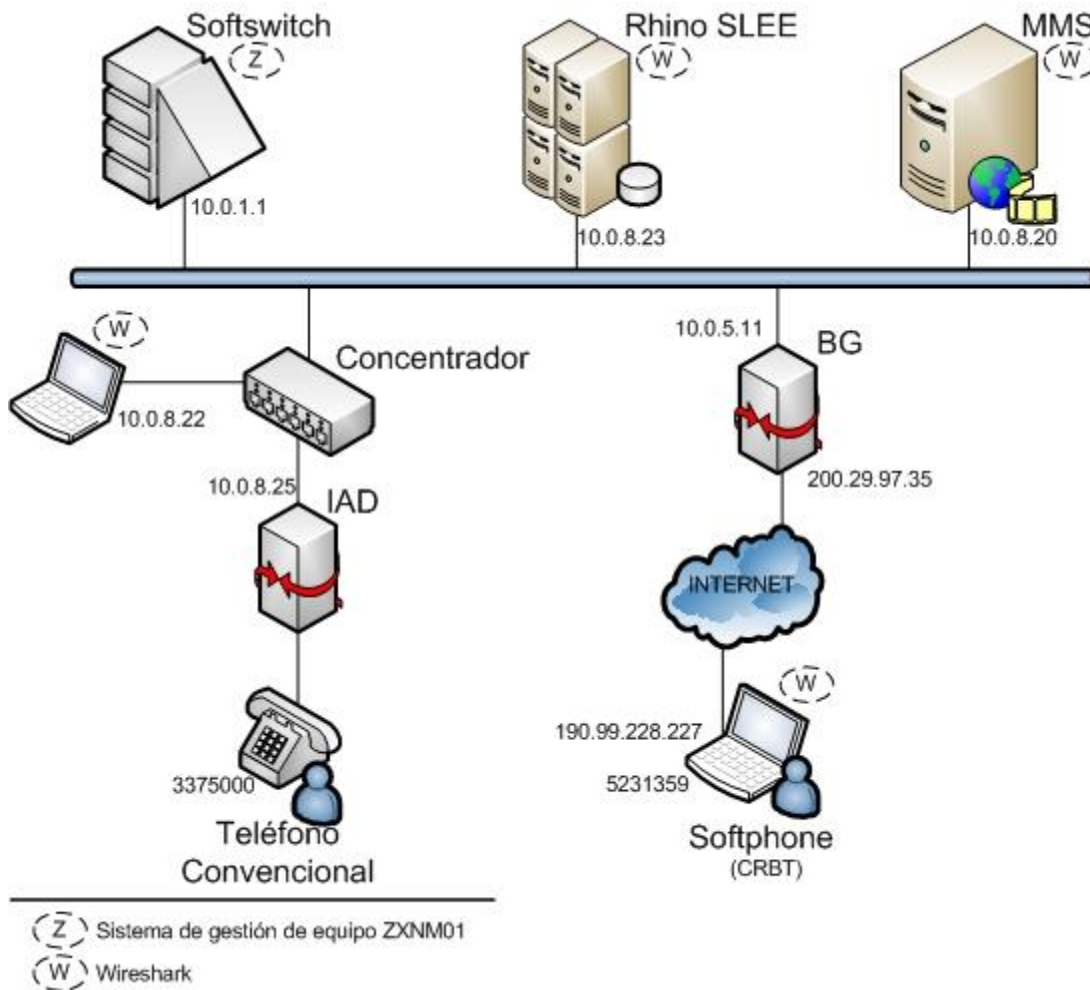


Figura 30 Topología de red y herramientas en prueba de señalización

A continuación se presentan las figuras que contienen parte del tráfico registrado para cada uno de los enlaces de comunicación desplegados en la Figura 28. Adicionalmente, en la Figura 29 se puede corroborar que las direcciones IP de los registros de trazado corresponden a los equipos que hacen parte de dicha conexión.

El teléfono convencional, que utiliza el Servicio Telefónico Ordinario Antiguo (POTS, Plain Old Telephone Service)⁸², se encuentra conectado a un IAD para tener acceso a la NGN. Como se trata de un enlace analógico, no es posible registrar de una forma comprensible los datos de señalización y de audio que se transmiten en el mismo.

Entre IAD y Softswitch se presentan mensajes H.248 de señalización de llamada, los cuales se observaron en la herramienta de tráfico del Softswitch (Figura 30-a) y en el Wireshark instalado en el equipo que se conectó al IAD a través de un concentrador (Figura 30-b).

Source IP&Port	Destination IP&Port	Message Type	H248 signal tracing message
10.0.8.25:2944	10.0.1.1:2944	NTFY_REQ	MEGACO/1 [10.0.8.25]:2944 Transaction=29265{Context=-{ Notify=AG58902 { Observed...
10.0.1.1:2944	10.0.8.25:2944	NTFY_REPLY	/!1 [10.0.1.1]:2944 P=29265{C=-{N=AG58902}}
10.0.1.1:2944	10.0.8.25:2944	MOD_REQ	/!1 [10.0.1.1]:2944 T=12776742{C=-{MF=AG58902{E=13163786{al/on,al/fl},SG{}}}}
10.0.8.25:2944	10.0.1.1:2944	MOD_REPLY	MEGACO/1 [10.0.8.25]:2944 Reply=12776742{Context=-{ Modify=AG58902}}
⋮			
10.0.1.1:2944	10.0.8.25:2944	SUB_REQ	/!1 [10.0.1.1]:2944 T=12776753{C=29175{S=AG58902}}
10.0.8.25:2944	10.0.1.1:2944	SUB_REPLY	MEGACO/1 [10.0.8.25]:2944 Reply=12776753{Context=29175{ Subtract=AG58902 { Stati...
10.0.1.1:2944	10.0.8.25:2944	MOD_REQ	/!1 [10.0.1.1]:2944 T=12776754{C=-{MF=AG58902{E=13163985{al/of},SG{}}}}
10.0.8.25:2944	10.0.1.1:2944	MOD_REPLY	MEGACO/1 [10.0.8.25]:2944 Reply=12776754{Context=-{ Modify=AG58902}}

a) Herramienta Softswitch

Source	Destination	Protocol	Info
10.0.8.25	10.0.1.1	MEGACO	Source port: megaco-h248 Destination port: megaco-h248
10.0.1.1	10.0.8.25	MEGACO	29265 Reply =NULL Notify=AG58902
10.0.1.1	10.0.8.25	MEGACO	12776742 Request =NULL Modify=AG58902 (signal:{})
10.0.8.25	10.0.1.1	MEGACO	Source port: megaco-h248 Destination port: megaco-h248
⋮			
10.0.1.1	10.0.8.25	MEGACO	12776753 Request =29175 Subtract=AG58902
10.0.8.25	10.0.1.1	MEGACO	Source port: megaco-h248 Destination port: megaco-h248
10.0.1.1	10.0.8.25	MEGACO	12776754 Request =NULL Modify=AG58902 (signal:{})
10.0.8.25	10.0.1.1	MEGACO	Source port: megaco-h248 Destination port: megaco-h248

b) Wireshark

Figura 31 Tráfico entre IAD y Softswitch

Entre Softswitch y Rhino SLEE existen mensajes SIP de señalización de llamada. Dicho tráfico es visible en el trazado realizado por el Softswitch (Figura31-a) y en el Wireshark del equipo en donde se encuentra situado Rhino SLEE (Figura 31-b).

SOURCE	SOU...	TARGET IP	TARG...	MESSAG...	Data
10.0.1.1	5060	10.0.8.23	5060	INVITE	INVITE sip:5231359@10.0.8.23:5060;user=phone SIP/2.0/Via: SIP/2.0/UDP 10.0.1.1:506...
10.0.8.23	5060	10.0.1.1	5060	1xx	SIP/2.0 100 TryingVia: SIP/2.0/UDP 10.0.1.1:5060;branch=z9hG4bK61dd3e1e.0From: "2...
10.0.8.23	5060	10.0.1.1	5060	INVITE	INVITE sip:5231359@10.0.1.1:5060;user=phone SIP/2.0/Via: SIP/2.0/UDP 10.0.8.23:506...
10.0.1.1	5060	10.0.8.23	5060	1xx	SIP/2.0 100 TryingVia: SIP/2.0/UDP 10.0.8.23:5060;oc-node=101;rport;branch=z9hG4bK...
⋮					
10.0.1.1	5060	10.0.8.23	5060	BYE	BYE sip:10.0.8.23:5060;transport=UDP;oc-node=101 SIP/2.0/Via: SIP/2.0/UDP 10.0.1.1:...
10.0.8.23	5060	10.0.1.1	5060	BYE	BYE sip:5231359@10.0.1.1:5060 SIP/2.0/Via: SIP/2.0/UDP 10.0.8.23:5060;oc-node=101...
10.0.1.1	5060	10.0.8.23	5060	2xx	SIP/2.0 200 OKVia: SIP/2.0/UDP 10.0.8.23:5060;oc-node=101;rport;branch=z9hG4bKtcp...
10.0.8.23	5060	10.0.1.1	5060	2xx	SIP/2.0 200 OKVia: SIP/2.0/UDP 10.0.1.1:5060;branch=z9hG4bK321e12f2.0To: "523135...

a) Herramienta Softswitch

Source	Destination	Protocol	Info
10.0.1.1	10.0.8.23	SIP/SDP	Request: INVITE sip:5231359@10.0.8.23:5060;user=phone, with session description
10.0.8.23	10.0.1.1	SIP	Status: 100 Trying
10.0.8.23	10.0.1.1	SIP/SDP	Request: INVITE sip:5231359@10.0.1.1:5060;user=phone, with session description
10.0.1.1	10.0.8.23	SIP	Status: 100 Trying
⋮			
10.0.1.1	10.0.8.23	SIP	Request: BYE sip:10.0.8.23:5060;transport=UDP;oc-node=101
10.0.8.23	10.0.1.1	SIP	Request: BYE sip:5231359@10.0.1.1:5060
10.0.1.1	10.0.8.23	SIP	Status: 200 OK
10.0.8.23	10.0.1.1	SIP	Status: 200 OK

b) Wireshark

Figura 32 Tráfico entre Softswitch y Rhino SLEE

⁸² Servicio telefónico analógico.

Similarmenete, entre Softswitch y BG también existe tráfico SIP de señalización de llamada, el cual se visualizó en la herramienta de trazado del Softswitch (Figura 32).

SOURCE..	SOU..	TARGET IP	TARG..	MESSAG..	Data
10.0.1.1	5060	10.0.5.11	5060	INVITE	INVITE sip:5231359@10.0.5.11:5060 SIP/2.0Via: SIP/2.0/UDP 10.0.1.1:5067;x-zte-pathi...
10.0.5.11	5060	10.0.1.1	5067	1xx	SIP/2.0 100 TryingVia: SIP/2.0/UDP 10.0.1.1:5067;received=10.0.1.1;branch=z9hG4bK0...
10.0.5.11	5060	10.0.1.1	5067	1xx	SIP/2.0 180 RingingVia: SIP/2.0/UDP 10.0.1.1:5067;received=10.0.1.1;branch=z9hG4bK...
⋮					
10.0.1.1	5060	10.0.5.11	5060	BYE	BYE sip:5231359@10.0.5.11:5060 SIP/2.0Via: SIP/2.0/UDP 10.0.1.1:5067;x-zte-pathid=...
10.0.5.11	5060	10.0.1.1	5067	2xx	SIP/2.0 200 OKVia: SIP/2.0/UDP 10.0.1.1:5067;received=10.0.1.1;branch=z9hG4bK2fb7...

Figura 33 Tráfico entre Softswitch y BGW

Entre BG y Softphone se transmite información a través de dos protocolos: SIP, para la señalización de llamada (Figura 33-a), y RTP, para el envío y recepción de audio cuando la llamada se ha establecido (Figura 33-b). Estos datos fueron registrados en el Wireshark instalado en el equipo del Softphone.

Source	Destination	Protocol	Info
200.29.97.35	190.99.228.227	SIP/SDP	Request: INVITE sip:5231359@190.99.228.227:5060, with session description
190.99.228.227	200.29.97.35	SIP	Status: 100 Trying
190.99.228.227	200.29.97.35	SIP	Status: 180 Ringing
⋮			
200.29.97.35	190.99.228.227	SIP	Request: BYE sip:5231359@190.99.228.227:5060
190.99.228.227	200.29.97.35	SIP	Status: 200 OK

a) SIP

Source	Destination	Protocol	Info
200.29.97.35	190.99.228.227	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x4B40500F, Seq=394, Time=71100
190.99.228.227	200.29.97.35	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x0, Seq=1397, Time=24420956
200.29.97.35	190.99.228.227	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x4B40500F, Seq=395, Time=71260
190.99.228.227	200.29.97.35	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x0, Seq=1398, Time=24421116
⋮			
190.99.228.227	200.29.97.35	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x0, Seq=1661, Time=24463196
200.29.97.35	190.99.228.227	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x4B40500F, Seq=639, Time=113500
190.99.228.227	200.29.97.35	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x0, Seq=1662, Time=24463356
200.29.97.35	190.99.228.227	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x4B40500F, Seq=640, Time=113660

b) RTP

Figura 34 Tráfico entre BG y Softphone

Entre IAD y BG se visualizaron tramas RTP cuando la llamada se estableció, las cuales representan la transmisión de audio entre ambos dispositivos. Este tráfico se visualizó en el Wireshark ubicado en el equipo conectado al concentrador del IAD (Figura 34).

Source	Destination	Protocol	Info
10.0.8.25	10.0.5.11	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x4B40500F, Seq=394, Time=71100
10.0.5.11	10.0.8.25	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x0, Seq=1397, Time=24420956
10.0.8.25	10.0.5.11	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x4B40500F, Seq=395, Time=71260
10.0.5.11	10.0.8.25	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x0, Seq=1398, Time=24421116
⋮			
10.0.5.11	10.0.8.25	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x0, Seq=1661, Time=24463196
10.0.8.25	10.0.5.11	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x4B40500F, Seq=639, Time=113500
10.0.5.11	10.0.8.25	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x0, Seq=1662, Time=24463356
10.0.8.25	10.0.5.11	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x4B40500F, Seq=640, Time=113660

Figura 35 Tráfico entre IAD y BGW

Entre Rhino SLEE y MMS se presentan mensajes MGCP de control del servidor de medios cuando el prototipo CRBT reproduce el RBT de audio. Dicha información se observó tanto en el Wireshark instalado en la máquina de Rhino SLEE, como en el Wireshark instalado en el equipo que contiene al MMS (Figura 35).

Source	Destination	Protocol	Info
10.0.8.23	10.0.8.20	MGCP/SDP	CRCX 411746522 /mobicents/media/CRBT/\$@10.0.8.20:2427 MGCP 1.0, with session description
10.0.8.20	10.0.8.23	MGCP/SDP	200 411746522 The requested transaction was executed normally., with session description
10.0.8.23	10.0.8.20	MGCP	RQNT 411746523 /mobicents/media/CRBT/218@10.0.8.20:2427 MGCP 1.0
10.0.8.20	10.0.8.23	MGCP	200 411746523 The requested transaction was executed normally.
10.0.8.23	10.0.8.20	MGCP	DLCX 411746524 /mobicents/media/CRBT/218@10.0.8.20:2427 MGCP 1.0
10.0.8.20	10.0.8.23	MGCP	200 411746524 The requested transaction was executed normally.

Figura 36 Tráfico entre Rhino SLEE y MMS

Finalmente, desde MMS al IAD (unidireccional) existen tramas RTP que hacen referencia a la transmisión de audio como RBT de la llamada. Dichos datos se pueden notar en el Wireshark de MMS o en el ubicado en el equipo conectado al concentrador del IAD (Figura 36).

Source	Destination	Protocol	Info
10.0.8.20	10.0.8.25	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x9D659374, Seq=3702, Time=0, Mark
10.0.8.20	10.0.8.25	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x9D659374, Seq=3703, Time=160, Mark
10.0.8.20	10.0.8.25	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x9D659374, Seq=3704, Time=320, Mark
⋮			
10.0.8.20	10.0.8.25	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x9D659374, Seq=3917, Time=34400, Mark
10.0.8.20	10.0.8.25	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x9D659374, Seq=3918, Time=34560, Mark
10.0.8.20	10.0.8.25	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x9D659374, Seq=3919, Time=34720, Mark

Figura 37 Tráfico entre MMS e IAD

Las figuras expuestas en esta sección comprueban la total integración del prototipo CRBT a la NGN de EMCALI. Aunque solo se haya hecho la prueba para una llamada desde un teléfono convencional hacia un Softphone, es importante aclarar que el servicio desarrollado funciona para cualquier llamada dirigida a un suscriptor CRBT (sólo clientes NGN) y desde cualquier dispositivo de usuario que tenga acceso a la red de EMCALI (Softphone, teléfono SIP, teléfono móvil).

4.7.2 Rendimiento

Escenario de referencia

El escenario de referencia (Figura 37) empleado para la ejecución de la prueba de rendimiento fue totalmente independiente de la NGN de EMCALI, puesto que las cantidades de tráfico generadas fueron muy grandes, lo cual podía causar una sobrecarga o fallo en alguno de los nodos de la red, situación no deseada ni favorable para el operador de telecomunicaciones.

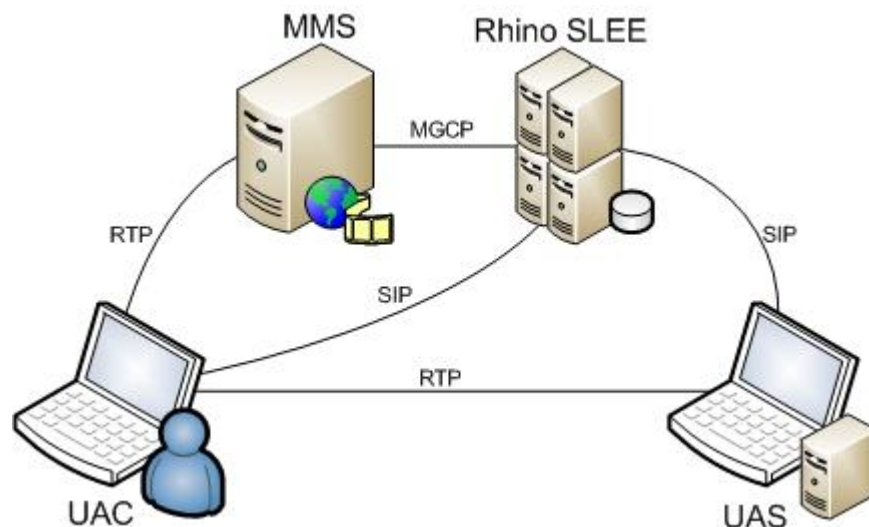


Figura 38 Escenario de referencia en prueba de rendimiento

Para este escenario de referencia se mantuvieron los equipos que conforman el sistema solución propuesto: Rhino SLEE, encargado de la lógica de servicio, y MMS, quien transmite el audio a través de la red. A estos elementos se adicionaron un UAC, el cual genera tráfico de solicitudes SIP de llamada, y un UAS, que responde a dichas solicitudes. La sesión de llamada se estableció entre UAC y UAS.

Esta prueba se realizó y analizó para dos tipos de servicios diferentes, caracterizados por distinta complejidad interna y cantidad de recursos utilizados, a fin de elaborar un comparativo entre los distintos resultados arrojados. Para tener una notación estándar durante el desarrollo de la prueba, los términos para los servicios son los siguientes:

- **CRBT:** hace referencia al prototipo CRBT descrito en la Sección 4.6.5. El flujo de señalización de este servicio, para el escenario de referencia descrito, se ilustra en la Figura 38.

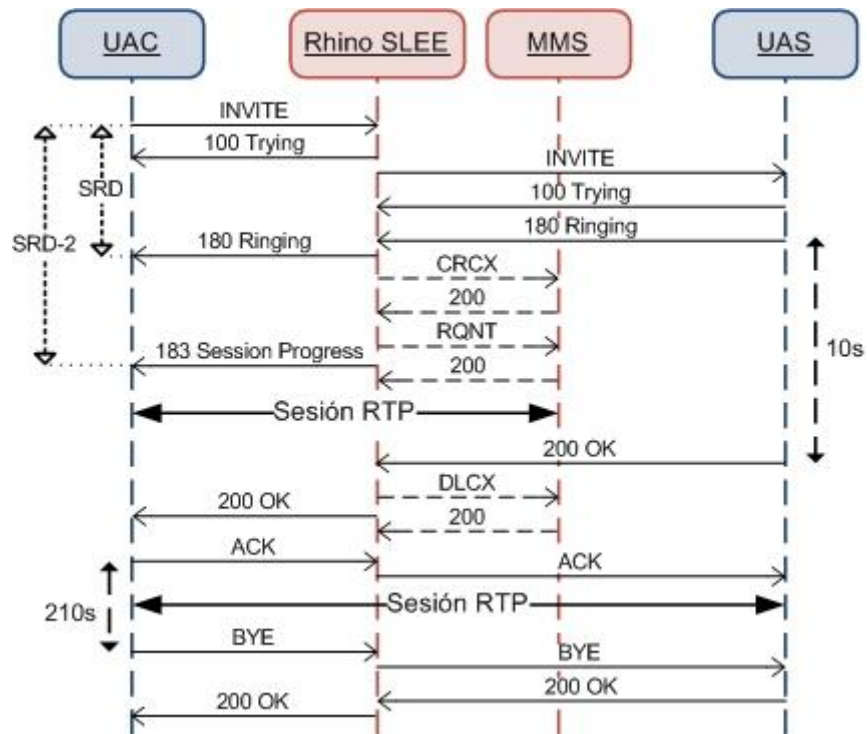


Figura 39 Diagrama de flujo de CRBT en prueba de rendimiento

- **Servicio Tradicional de Voz (STV):** identifica el servicio básico de telecomunicaciones, es decir, el establecimiento de una llamada de voz. Su lógica de servicio, al igual que CRBT, también se encuentra basada en la arquitectura B2BUA. En general, este servicio simplemente direcciona los mensajes recibidos y mantiene el estado de la sesión de comunicación, sin que el componente MMS entre en acción. En la Figura 39 se representa el flujo de señalización de este servicio para el escenario de referencia utilizado en la presente prueba.

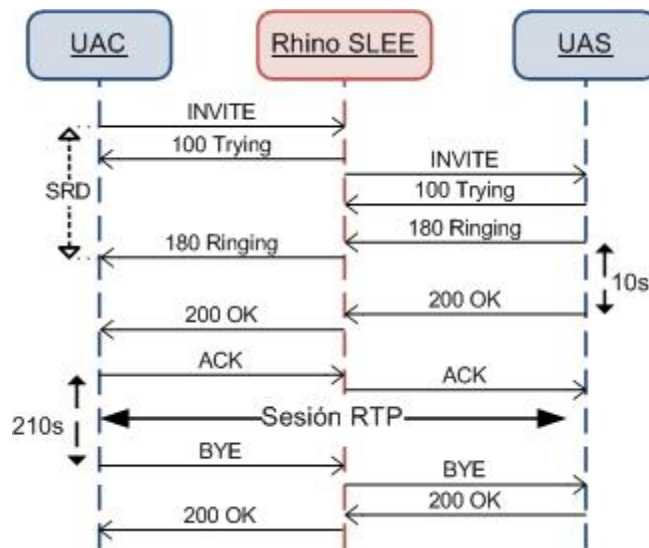


Figura 40 Diagrama de flujo de STV en prueba de rendimiento

Las herramientas empleadas para desarrollar la prueba de rendimiento fueron:

- SIPp versión 3.1, un analizador y generador de tráfico SIP, el cual permite crear escenarios personalizados⁸³, configurar la cantidad de tráfico a transmitir y registrar información sobre: tiempos de retardo, total de llamadas, llamadas exitosas, llamadas fallidas, etc.
- vmstat, una herramienta de monitoreo de Linux OS utilizada para el reporte de estadísticas de memoria virtual, tales como procesos, memoria, actividad de Unidad de Procesamiento Central (CPU, Central Processing Unit), entre otros.

Cada servicio se probó utilizando la topología de red ilustrada en la Figura 40.

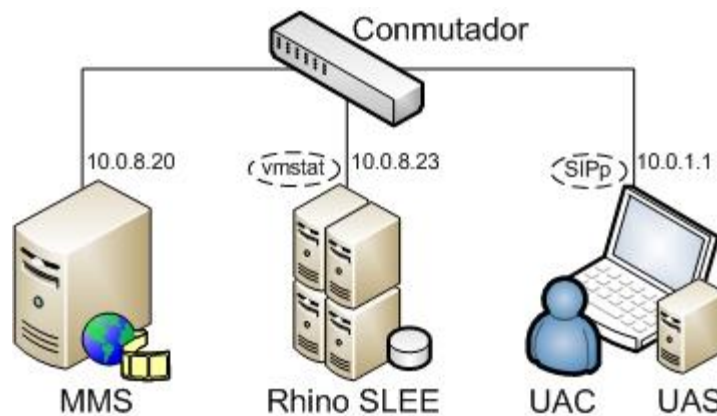


Figura 41 Topología de red y herramientas en prueba de rendimiento

Todos los equipos se conectaron utilizando un conmutador dedicado ZTE ZXR10 2826S de Red de Área Local (LAN, Local Area Network), Ethernet 100 Base-TX⁸⁴.

⁸³ Escenarios que describen el flujo de señalización de una sesión SIP. Cada servicio es puesto a prueba con sus propios escenarios UAS y UAC personalizados.

⁸⁴ Forma predominante de Ethernet de alta velocidad a 100 Megabits/segundo.

Teniendo en cuenta la lógica de servicio descrita en la Sección 4.6.5, los servicios desplegados sobre Rhino SLEE se comunicaron exclusivamente con el equipo que envía y recibe solicitudes y respuestas SIP (Softswitch, en el caso de la red NGN de EMCALI). Por lo tanto, el UAC y el UAS expuestos en la Figura 37 se ubicaron sobre una misma máquina, tal como se observa en la Figura 40. Ambos elementos se implementaron utilizando la herramienta SIPp.

Cada uno de los componentes de la Figura 40, exceptuando el conmutador, se instalaron sobre Computadores Personales (PC, Personal Computer) comerciales, cuyas características se describen en la Tabla 9.

Tabla 13 Características de los equipos en prueba de rendimiento

ÍTEM	RHINO SLEE*	MMS*	UAC y UAS
Marca	PC de escritorio HP Compaq dc 7800p	PC portátil Gateway M-1631U	PC portátil HP dv4t 1000
Procesador	Intel Core 2 Duo E8300 @ 2.83GHz	AMD Turion X2 TL-60 @ 2.0GHz	Intel Core 2 Duo T9400 @ 2.53GHz
RAM	2GB	4GB	4GB
OS	Debian 5.0.4 (lenny)		Linux Ubuntu 9.10 (karmic)
Núcleo	Linux 2.6.26-2-amd64		Linux 2.6.31-21-generic
JVM	JRE 1.6.0_18 Java HotSpot 64-bit Server		
Tamaño de pila de memoria JVM	Nodo 1: 1GB Nodo 2: 128MB Nodo 3: 64MB	2GB	-

* Los mismos utilizados para el despliegue del CRBT en la NGN de EMCALI

Teniendo en cuenta que las características hardware del equipo sobre el cual se instaló el MMS se asemejan a las expuestas en [96] para alcanzar una capacidad de 500 sesiones de medios simultáneas, el MMS se configuró para soportar hasta este número máximo de conexiones. Adicionalmente, se modificó el código fuente del MMS para dar solución a un error de implementación, consistente en la no liberación de recursos y que impone en un momento determinado un límite de conexiones.

Debido a que en las pruebas se presentó un gran número de llamadas simultáneas, la cantidad de archivos abiertos en cada máquina fue grande también. Por lo tanto, para evitar cualquier inconsistencia causada por el límite de archivos abiertos de Linux OS, se incrementó dicho tope a un valor de 65535, el cual representa el máximo número de puertos para TCP y UDP.

Para cada una de las pruebas realizadas se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

El tiempo de respuesta de llamada es de 10 segundos, en el cual se reproduce el RBT de audio en CRBT (Figura 38) y se notifica con el RBT tradicional en STV (Figura 39). Teniendo en cuenta [97] y mediciones experimentales, este intervalo corresponde a una aproximación del tiempo promedio que le toma a una persona en contestar.

La duración de llamada es de 3,5 minutos, equivalente a 210 segundos (Figura 38 y Figura 39), en la cual se simula una conversación entre el UAC y el UAS. Tomando como referencia los datos de [98] y por mediciones experimentales, una llamada en promedio normalmente toma este tiempo.

El UAC se configuró para generar nuevas llamadas SIP, utilizando un proceso de llegada determinista⁸⁵, a una tasa igual a λ . De acuerdo a las características de los equipos, para cada uno de los servicios se han asignado diferentes valores de λ :

- En STV, λ toma valores entre 10 y 110⁸⁶ llamadas por segundo (cps, calls per second) en pasos de 10 cps.
- En CRBT, λ toma valores entre 10 y 50 cps en pasos de 10 cps. Esta prueba se limitó a un tope menor de tráfico de llamadas, puesto que a una tasa de 50 cps para un tiempo de respuesta de 10 segundos se alcanza el máximo de 500 sesiones simultáneas que soporta el MMS, quien transmite el RBT de audio. Por lo tanto, para un λ mayor a 50 cps se obtienen datos inservibles, ya que se ven afectados por la capacidad del servidor de medios.

Como se expone en [98], cada prueba se realiza utilizando el mismo valor λ durante 30 minutos, equivalente a 1800 segundos, instante en el cual no se producen más llamadas. Por lo tanto, el intervalo total de muestreo se obtiene de la suma de los tiempos de respuesta, de llamada y de generación de llamadas, dando como resultado un total de 2020 segundos, con el cual se garantiza la finalización de todas las llamadas y una recolección efectiva de datos.

Antes de recolectar datos, se ejecutó una sesión de afinamiento de 15 minutos para permitir que el Colector de Basura (GC, Garbage Collector) de Java se ejecutara por lo menos una vez y evitar efectos transitorios de la JVM en Rhino SLEE y MMS. Adicionalmente, se deshabilitaron los registros de Rhino SLEE y MMS durante la ejecución de las pruebas para mejorar su rendimiento.

Como dato de referencia para la NGN de EMCALI, a partir de datos provistos por un técnico en análisis de tráfico del nodo de control de esta empresa, se calculó un total de 49 cps en una hora pico, equivalente a 176400 BHCA. Es importante aclarar que este valor se encuentra por encima del total de intentos de llamada reales registrados en dicho estudio. La diferencia es producto de mantener un margen mayor de tráfico sobre el sistema, suponiendo que todos los intentos de llamada se dirigen a suscriptores CRBT.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación de las principales métricas de rendimiento [98]: uso de CPU, tasa efectiva de llamadas y Retardo de Solicitud de Sesión (SRD, Session Request Delay). El análisis de estos elementos se realizó teniendo como referencia el dato de 49 cps, calculado para la NGN de EMCALI.

Carga de CPU

Los datos para esta métrica se registraron específicamente sobre la máquina que contiene Rhino SLEE, ya que es el ambiente de ejecución en cuestión en el presente trabajo de grado. No es objetivo de este proyecto evaluar el rendimiento del servidor de medios utilizado para el despliegue del servicio CRBT.

⁸⁵ Aunque las llamadas en las comunicaciones tienen un proceso de llegada no determinista, se optó por este comportamiento a fin de tener un ambiente de prueba más controlado.

⁸⁶ Para 110 cps se obtienen resultados no deseados, como se expone en el análisis de las métricas de rendimiento, específicamente en el SRD.

En la Figura 41 se despliega los datos registrados del uso de CPU en el intervalo total de muestreo para el servicio CRBT con un λ igual a 10 cps. En esta gráfica se resaltan los datos a tener en cuenta para el valor de la carga de CPU, los cuales se encuentran comprendidos entre los segundos 220 y 1800, ya que en este intervalo se presenta el máximo número de llamadas simultáneas, representando un mayor tráfico y uso de recursos. Estas mismas consideraciones se realizaron para los diferentes λ , tanto para CRBT como STV.

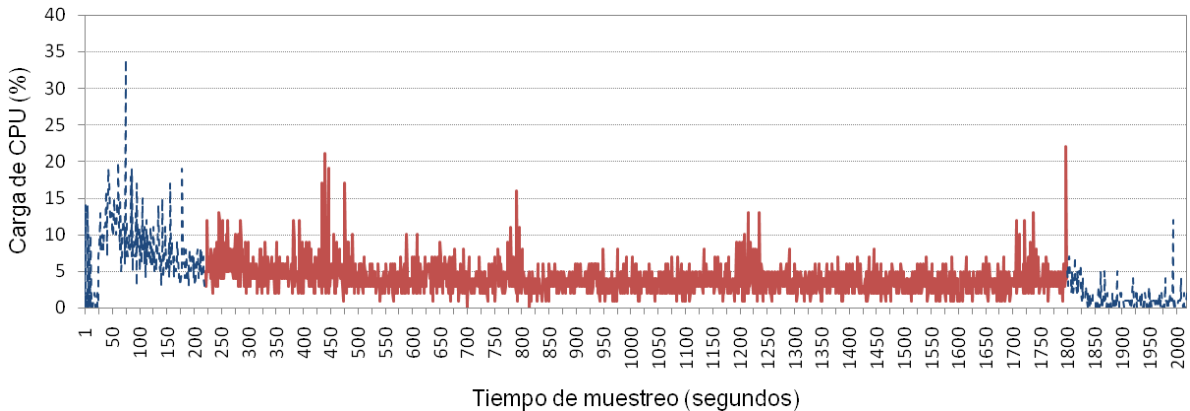


Figura 42 Porcentaje de carga de CPU para 10 cps en CRBT

Para obtener un valor que represente de manera efectiva la utilización de CPU, se definió un nivel de confianza del 99% del total de muestras del intervalo descrito. En la Figura 42 se ilustran los resultados obtenidos en cada prueba.

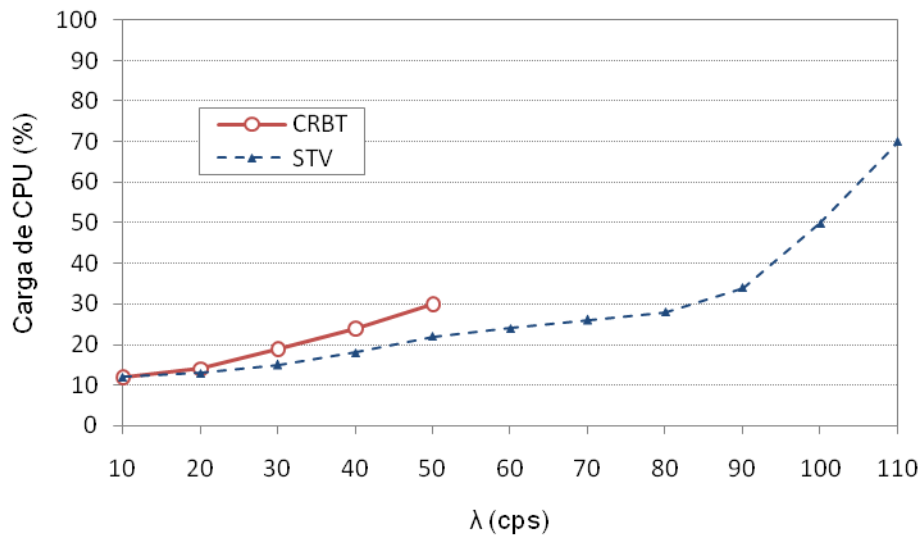


Figura 43 Porcentaje de carga de CPU vs λ

Para realizar la extrapolación⁸⁷ de los datos de CRBT hasta 110 cps, se calculó la diferencia punto a punto para los valores comprendidos entre 10 y 50 cps entre las curvas de SVT y CRBT de la Figura 42. El análisis concluyó que el diferencial Δ tiene un comportamiento lineal, lo cual permite conocer sus posibles valores para λ mayores a 50 cps (Figura 43).

⁸⁷ Proceso de construir nuevos puntos de datos a partir de un conjunto discreto de puntos conocidos.

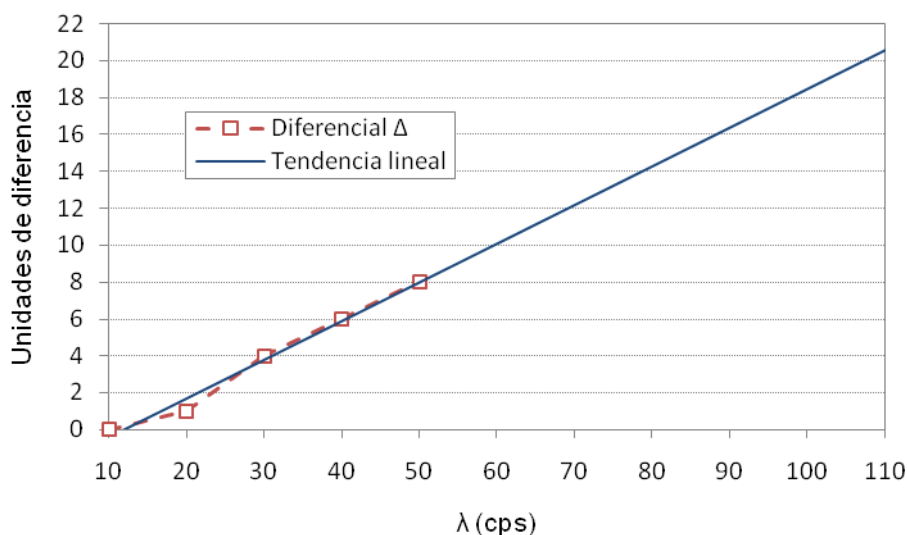


Figura 44 Diferencial Δ de carga de CPU vs λ

De acuerdo a la anterior gráfica, se obtuvo la proyección de CRBT hasta 110 cps (Figura 44), realizando la suma punto a punto de la curva de tendencia lineal de la Figura 43 con la curva STV de la Figura 42.

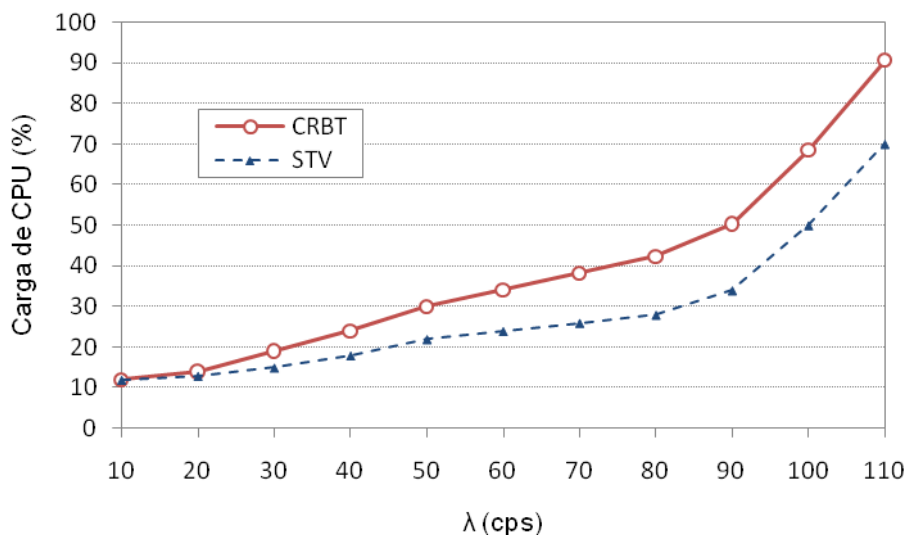


Figura 45 Extrapolación de porcentaje de carga de CPU vs λ

En la Figura 44, para 49 cps, dato de referencia calculado para la NGN de EMCALI, se observa una baja carga de CPU (aproximadamente 30%). Con esto se deduce que el CRBT, para el tráfico de la NGN de EMCALI, tiene un comportamiento en CPU exitoso sobre un equipo con bajos requerimientos hardware.

Para Rhino SLEE, OpenCloud recomienda un máximo de 85% de porcentaje de carga, límite en el cual el servidor rechaza nuevas llamadas para evitar caídas del sistema [99]. De acuerdo a esto y a la Figura 44, se concluye que el equipo donde se instaló Rhino SLEE soporta la carga de CPU requerida hasta un λ de 105 cps para el CRBT (alrededor del 80%), y hasta un λ de 110 cps para el STV (70%).

Tasa efectiva de llamadas

La tasa efectiva de llamadas se obtuvo como el porcentaje de la relación entre llamadas exitosas y el total de llamadas realizadas. En la Figura 45 se muestran los valores de cada prueba.

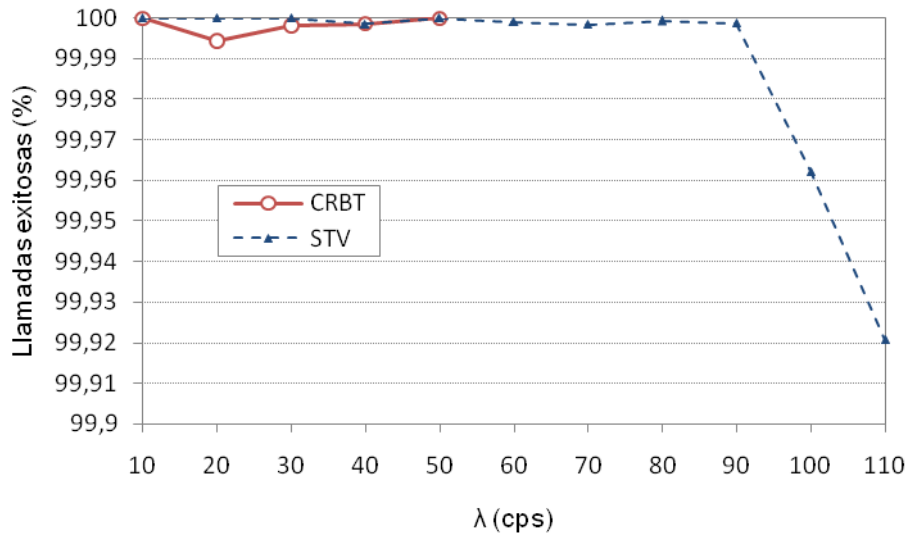


Figura 46 Porcentaje de llamadas exitosas vs λ

En la Figura 45, los resultados de CRBT hasta 50 cps son muy aproximados a los registrados para STV. Por lo tanto, el análisis diferencial entre las curvas es prácticamente cero, lo cual hace prever que el comportamiento de CRBT sea similar al de STV para λ mayores.

Sin embargo, teniendo en cuenta que esta métrica se encuentra muy relacionada con el uso de CPU, ya que Rhino SLEE rechaza llamadas cuando se alcanza un límite de porcentaje de carga⁸⁸ para evitar caídas del sistema, es posible realizar el siguiente análisis:

El porcentaje de llamadas exitosas para STV comienza a disminuir con una pendiente pronunciada a partir de 100 cps (Figura 45), cuando su porcentaje de uso de CPU alcanza un valor del 50% (Figura 44). El CRBT alcanza dicho porcentaje de carga de CPU en 90 cps (Figura 44), por lo tanto se espera que en este punto la tasa efectiva de llamadas disminuya en gran medida. De esta forma, se deduce que así como el STV presenta una tasa efectiva de llamadas óptima (aproximadamente 100%) hasta un λ de 90 cps (Figura 45), el CRBT lo hará hasta un λ de 80 cps.

Para el tráfico calculado para la NGN de EMCALI (49 cps), los resultados obtenidos para la tasa efectiva de llamadas son más que aceptables, ya que tanto el STV como el CRBT presentaron valores cercanos al 100% de llamadas exitosas.

SRD

Con base en lo descrito en [100], el SRD se define como el tiempo que transcurre entre el envío del mensaje SIP INVITE hasta la respuesta indicativa de estado de llamada, la cual es el primer mensaje diferente a la respuesta provisional SIP 100 Trying. Adicionalmente, expone que la métrica SRD es similar a la Demora de Postselección (Post-selection Delay), la cual en [101] se define como

⁸⁸ 85% por defecto, recomendado por OpenCloud. Este límite puede ser configurado [99].

el intervalo de tiempo transcurrido desde el instante que el terminal llamante envía el mensaje inicial de establecimiento de llamada hasta que este terminal recibe el mensaje indicando disposición de llamada.

De esta forma, para estas pruebas el SRD se midió en el lado del UAC y se definió como el intervalo de tiempo desde el mensaje SIP INVITE inicial hasta la recepción de la señal de progreso de llamada. Por lo tanto, se determinaron dos SRD:

- **SRD**: el cual indica la latencia adicionada a la red para la recepción del RBT tradicional. Se evaluó en ambos servicios y se mide hasta la llegada del mensaje SIP 180 Ringing (Figura 38, Figura 39).
- **SRD-2**: el cual hace referencia al retraso agregado a la red para la recepción del RBT de audio. Se evaluó únicamente para CRBT y se midió hasta la llegada del mensaje SIP 183 Session Progress (Figura 38).

Para obtener un valor que represente de manera efectiva el SRD, se definió un nivel de confianza del 99% del total de muestras. En la Figura 46 se ilustra, en diferentes escalas, los resultados obtenidos en cada prueba.

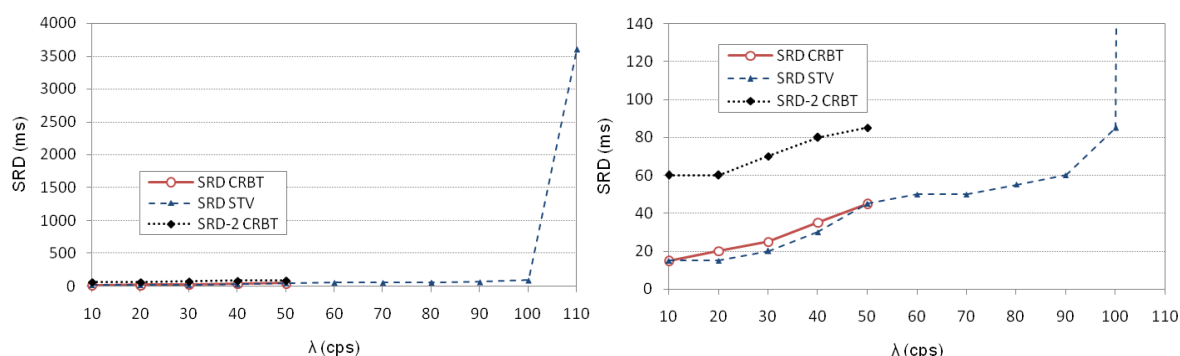


Figura 47 SRD vs λ

El SRD de STV difiere del SRD de CRBT en un valor no mayor a 5 milisegundos (ms). Este pequeño diferencial se presenta porque el CRBT adiciona una lógica que requiere un mayor procesamiento, aunque no muy significativo.

El SRD-2 presenta una diferencia mayor, entre 40 y 50 ms, debido a que se realizan procesos extras y se agrega una comunicación con el componente MMS, el cual también introduce un tiempo de retardo.

Como el análisis diferencial no presenta una tendencia definida, para realizar la extrapolación del SRD y SRD-2 de CRBT para λ superiores a 50 cps, se tomó como referencia la mayor diferencia que existe entre estas curvas y la descrita por el SRD de STV. Por lo tanto, la proyección se efectuó sumando punto a punto tal valor de referencia a los datos del SRD de STV (Figura 47).

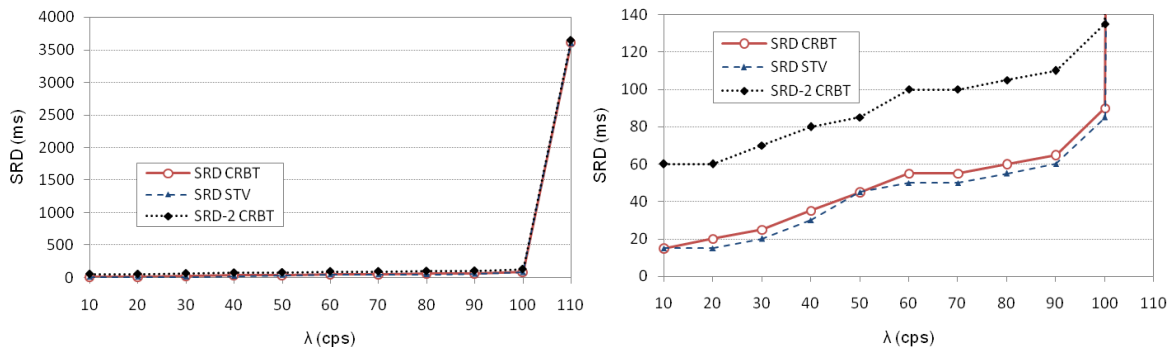


Figura 48 Extrapolación de SRD vs λ

En la Figura 47 se observa que el SRD de STV, el SRD de CRBT y el SRD-2 de CRBT, hasta un λ de 100 cps no agregan un retardo sustancial a la red de EMCALI (aproximadamente 85, 90 y 135 ms, respectivamente), puesto que son significativamente pequeños con respecto a lo establecido por la recomendación E.721 [101]: retardos promedio no mayores a 3, 5 y 8 segundos, para llamadas locales, interurbanas e internacionales, respectivamente.

Se concluye entonces, que para 49 cps, dato de referencia para la NGN de EMCALI, el retardo adicional producido por el CRBT y STV, es un tiempo que no afecta significativamente el retardo total de la red de EMCALI para la recepción de la señal que indica el progreso de una llamada.

Por otra parte, para un λ de 110 cps se observa, en la Figura 47, unos SRD superiores a 3500 ms (3,5 segundos), lo cual se encuentra por encima al mínimo establecido por la recomendación E.721 (3 segundos). Por lo tanto, tanto el STV como el CRBT, no cumplen con la especificación para un λ de 110 cps, por lo cual no deben ser desplegados para este número de intentos de llamadas en equipos de bajos recursos hardware, como los utilizados en las pruebas.

Finalmente, es importante resaltar que para sistemas de producción, las condiciones de software y hardware del servidor serán superiores a las del equipo de prueba. Si los datos obtenidos bajo estas condiciones son aceptables, es de preverse que para equipos con mejores capacidades, las métricas de rendimiento utilizadas (carga de CPU, tasa efectiva de llamadas, SRD) arrojarán resultados superiores, especialmente si se usan sistemas en clúster.

Capítulo 5

Conclusiones y recomendaciones

Este capítulo describe los aportes originados, las conclusiones a las que se llegó después de haber realizado el proyecto, se plantean algunas recomendaciones para quienes deseen realizar proyectos que involucren la creación de VAS en NGN, y finalmente se proponen una serie de trabajos futuros.

5.1 Conclusiones

Las NGN son la respuesta de la industria Telco a la adaptación de los modelos de negocio del mundo IT. Esta adaptación implica innumerables desafíos en implementación, adopción e implantación tecnológica para la construcción de servicios avanzados de telecomunicaciones.

Las SDP son la realización del nivel de servicio de la arquitectura de una NGN, ofreciendo a operadores Telco, un completo ambiente de creación, despliegue, ejecución, gestión y facturación de un amplio rango de VAS.

Un factor que puede marcar el éxito de una SDP, recae en la combinación de tecnologías que implementen técnicas orientadas a servicios soportadas en el paradigma SOA, debido al incremento en la agilidad y en los tiempos de creación de aplicaciones producto del reúso de componentes básicos de servicio.

En la medida que se integren tecnologías del mundo IT y del mundo Telco, será posible crear servicios innovadores que generen un mayor valor para el usuario y un gran potencial de impacto en el mercado de servicios de telecomunicaciones.

Con la gran evolución en el desarrollo de tecnologías para la creación, despliegue y ejecución de VAS, en especial, la gran capacidad de adaptación y facilidad de crecimiento de JAIN SLEE, será difícil en un futuro, distinguir entre servicios ofrecidos por las NGN y los servicios suministrados por Internet.

Dentro de la creación, ejecución y despliegue de VAS, el ambiente de ejecución de servicio, es el elemento fundamental en una NGSDP, motivo por el cual, este componente debe estar diseñado para cumplir con los altos requerimientos en el dominio Telco.

JAIN SLEE es el único acuerdo abierto y estándar para un servidor de aplicación de telecomunicaciones diseñado para altos niveles de desempeño en aplicaciones orientadas a eventos, con reúso de componentes y con altos niveles de crecimiento.

La tecnología JAIN SLEE permite a través de su arquitectura de adaptadores de recursos, realizar una abstracción de nivel de transporte de la arquitectura NGN, logrando un rápido desarrollo y despliegue de nuevas aplicaciones y servicios.

Aunque existan tecnologías tan prometedoras como JAIN SLEE para un operador de telecomunicaciones, es necesario que existan actores terceros con el fin de enriquecer los servicios actuales y aumentar el portafolio de VAS dentro de la infraestructura de sus NGN.

Si bien el desarrollo de criterios técnicos para la creación, ejecución y despliegue de VAS es un gran paso en el aprovisionamiento de servicios de telecomunicaciones, hace falta la presencia de diferentes actores del mercado de servicios de telecomunicaciones como los proveedores de contenido, proveedores de aplicaciones y principalmente, la participación del gobierno en el establecimiento de normas regulatorias alrededor de la oferta de VAS en las NGN colombianas, a fin de lograr una verdadera convergencia tanto tecnológica como regulatoria.

La aplicación de los criterios técnicos redujeron el tiempo de creación de VAS para el operador EMCALI, de esta forma se espera que su aplicación en un contexto similar, en donde la NGN de un operador de telecomunicaciones este controlado por Softswitch y sin una plataforma de despliegue de servicio, tenga el mismo efecto.

El desarrollo de aplicaciones NGN en muchos aspectos es similar al desarrollo de aplicaciones en Internet, en gran parte porque las principales habilidades de desarrollo requeridas para aplicaciones en ese contexto toman como base el uso de tecnologías Java y XML. Esto hace que la creación para este tipo de aplicaciones sea más accesible a una amplia comunidad de desarrolladores, debido a que es más fácil, productivo y creativo.

La inclusión de terceros en la creación de servicios generará para EMCALI un aumento de valor en sus actuales aplicaciones y un incremento del número de VAS que podrán ser ofrecidos a sus usuarios.

Los VAS representan una ventana de oportunidad para EMCALI en el contexto colombiano donde los operadores móviles pretenden adueñarse del mercado de servicios, motivo por el cual, la adopción, adaptación e implantación de nuevas tecnologías es un factor primordial para ganar una ventaja competitiva. De esta forma, Rhino SLEE es la herramienta tecnológica actual más pertinente para la creación, ejecución y despliegue de VAS dentro de la NGN de EMCALI.

La adopción de paradigmas como SOA y plataformas orientadas a ofertar VAS implica incorporar nuevos modelos de negocio que necesariamente son acompañados por cambios tecnológicos. Herramientas tecnológicas como Rhino SLEE, permiten a EMCALI hacer usos de sus tecnologías legadas como PSTN, ATM y RDSI, y adaptarse paulatinamente a las tecnologías emergentes basadas en IP para el desarrollo de VAS dentro de su NGN.

5.2 Aportes

Se estableció una serie de criterios técnicos de referencia que permiten contextualizar las condiciones necesarias para la creación, ejecución y despliegue de VAS de manera fácil y con el menor impacto a través de una migración suave y paulatina a las nuevas redes convergentes.

Los criterios aplicados sirven como herramienta para EMCALI al momento de abrir una licitación en la cual se desee adquirir nuevas plataformas para la creación de servicios de valor agregado que respondan a sus requerimientos y se integren a su infraestructura de telecomunicaciones de forma tal que facilite y agilice la oferta de nuevos servicios.

Se construyó un conjunto de bloques de servicio básico reutilizables y extensibles que permiten componer otro tipo de aplicaciones para el aprovisionamiento de VAS en una NGN y ser objeto de estudios de composición, reusó y orquestación.

Se estableció un entorno de creación de servicios genérico, pero probado en EMCALI, que le permite hacer uso de las redes heredadas como de los componentes de control (Softswitch) y de servicio (UP10) de su NGN.

Se desarrolló un prototipo funcional, desplegado sobre la NGN de EMCALI, que permitió evaluar los criterios definidos y que sirve como referencia para la creación de otras aplicaciones orientadas al dominio de telecomunicaciones.

Se creó un servicio para EMCALI con gran potencial de impacto en el mercado de servicios de telecomunicaciones, como el CRBT, el cual puede otorgarle un elemento más de diferenciación con respecto a sus competidores.

La base de conocimiento conceptual construida y descrita en los capítulos 2 y 3 de la monografía y los anexos A y B, junto a la caracterización realizada y detallada en los anexos C y D, constituyen un referente teórico muy importante en tanto: los conceptos relacionados, la definición de VAS en el contexto colombiano, clasificación de servicios considerados como VAS, tecnologías para la creación, ejecución y despliegue de VAS, y el estado actual de una NGN colombiana para el aprovisionamiento de servicios avanzados de telecomunicaciones.

Este proyecto constituye una contribución importante a los esfuerzos de investigación que se realizan al interior del semillero w@PColombia, adscrito al Grupo de Ingeniería Telemática GIT, específicamente fortaleciendo las áreas de trabajo en el aprovisionamiento de VAS, bajo la línea de investigación en Servicios Avanzados de Telecomunicaciones.

Con el caso de estudio construido a partir del establecimiento de criterios técnicos de referencia, se apropió de nuevas tecnologías y se afianzaron otras cuyo estudio refuerza y actualiza la temática presentada en la asignatura Arquitecturas de Despliegue de Servicios orientada por el departamento de Telemática, tanto en pregrado como en postgrado.

A través de las pruebas de rendimiento se han descubierto y solucionado errores en el código fuente de MMS, los cuales han sido reportados a la comunidad de usuarios Mobicents, retroalimentando y mejorando el desarrollo de un servidor de medios de licencia libre.

5.3 Recomendaciones

Aunque los plugins de Eclipse descritos en este trabajo para el desarrollo de componentes JAIN SLEE solamente sean compatibles con la especificación 1.0, utilizarlos agiliza la curva de aprendizaje de esta tecnología en cualquiera de sus versiones, permitiendo que componentes JAIN SLEE 1.1 sean creados de una forma rápida y sencilla a través de editores gráficos Java y XML integrados a un IDE como Eclipse.

El diseño e implementación de VAS requiere de un gran conocimiento de las plataformas a emplear, y frecuentemente enfrenta al desarrollador ante una gran variedad de retos y problemas, de manera que es importante tener en cuentas las buenas prácticas y los foros de discusión establecidos por las comunidades de desarrollo de las distintas tecnologías utilizadas, para sobrellevar los inconvenientes presentados y obtener mejores resultados.

Para el despliegue de componentes JAIN SLEE, principalmente los RA, se debe tener en cuenta la configuración de las políticas de permisos de seguridad en el servidor o en los componentes, garantizando o restringiendo el acceso a los recursos del equipo en donde se encuentra instalado el

ambiente de ejecución. De esta forma, se evitan errores de comunicación con elementos externos, de funcionamiento del servicio, de procesos peligrosos, entre otros.

Un VAS puede requerir características multimedia, para lo cual es importante que la red a la cual se integra el sistema solución tenga un formato de carga útil de medios definido. Si esta situación no se presenta, como en el caso de EMCALI, es necesario implementar un negociador que realice la tarea de establecer un formato para la comunicación entre equipos y evitar incompatibilidad de medios. Entre los formatos de carga útil más utilizados y conocidos se encuentran la Modulación por Impulsos Codificados (PCM, Pulse-Code Modulation) Ley-a y PCM Ley-u.

Las métricas de rendimiento son datos muy importantes en el análisis de un sistema, y entre mayor sea la carga de estrés a la cual se someten los equipos, mejores y más completos serán los resultados. Por lo tanto, para realizar pruebas de estrés para medir capacidades superiores de desempeño, es importante recurrir a equipos servidores con mayores recursos hardware y a configuraciones en clúster, optimizando el rendimiento total del sistema solución.

5.4 Trabajos futuros

El análisis para la oferta de servicios, implica el estudio de diversos factores de tipo sociales, económicos, comerciales, regulatorios e incluso legales acorde con la adquisición de licencias para la prestación de nuevos servicios de telecomunicaciones. En tal sentido, es importante diseñar e implementar, para este tipo de consideraciones no técnicas, esquemas o marcos de referencia orientados a la construcción de un contexto lo suficientemente claro que logre una verdadera convergencia en el aprovisionamiento de VAS.

De acuerdo al ciclo de vida de la oferta de un servicio comercial por parte de un operador de telecomunicaciones, existen un conjunto de procesos que operan para la prestación de VAS. Sin embargo, el presente trabajo de grado solo se enfocó en la creación, ejecución y despliegue, razón por la cual, es necesario que se diseñen criterios, estrategias, modelos, arquitecturas y esquemas de referencia para los demás procesos existentes. Esto con el fin de abordar conceptos de gestión, facturación e interconexión con sistemas OSS/BSS que se encuentran asociadas a una SDP para el aprovisionamiento de nuevos servicios de telecomunicaciones.

Aunque se hayan definido criterios técnicos a considerar por parte de un operador de telecomunicaciones en el contexto colombiano, sería interesante realizar un análisis más detallado en los procesos ejecutados dentro de cada uno de ellos. En este sentido, es importante diseñar y proponer arquitecturas que mejoren los procesos en la composición, orquestación y reusó de servicios a fin de incrementar la productividad en la creación de nuevas aplicaciones. de igual manera, es posible realizar un estudio concienzudo de alta disponibilidad en un entorno Telco mediante el establecimiento de parámetros que permitan evaluarla, establecer factores de desempeño en entornos de ejecución, proponer mecanismos de seguridad para el aumento de la fiabilidad de las herramientas tecnológicas del nivel de ejecución y creación de servicio, estudio de esquemas en clúster para comprobar la integridad de un servicio de telecomunicaciones y, diseño de arquitecturas estándares en la construcción de adaptadores de recursos para aumentar la portabilidad de los servicios de telecomunicaciones.

Bibliografía

- [1] N. Kryvinska, C. Strauss, L. Auer, y P. Zinterhof, "Conceptual Framework for Services Creation/Development Environment in Telecom Domain," en *10th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS) 2008*, Linz, Austria, Noviembre 2008, pp. 324-331.
- [2] C. Venezia y P. Falcarin, "Communication Web Services Composition and Integration," en *IEEE International Conference on Web Services (ICWS) 2006*, Chicago, Illinois, Estados Unidos, Septiembre 2006, pp. 523-530.
- [3] S. Tarkoma, J. Rovira, E. Postmann, H. Rajasekaran, y E. Kovacs, "Creating Converged Services for IMS Using the SPICE Service Platform," en *International Conference on Intelligence in service delivery Networks (ICIN) 2007*, Burdeos, Francia, Octubre 2007.
- [4] P. A. Muller, et al., "Service Oriented Architectures for convergent Service Delivery Platforms. Applying Service Oriented Architectures to Service Delivery Platforms," Eurescom, Reporte Técnico EDIN 0532-1652, Diciembre 2006. [En línea]. Disponible: <http://www.eurescom.de/public/projectresults/P1600-series/P1652-D2.asp>. [Consultado: Octubre 28, 2009].
- [5] H. Lu, Y. Zheng, y Y. Sun, "The Next Generation SDP Architecture: Based on SOA and Integrated with IMS," en *Second International Symposium on Intelligent Information Technology Application (IITA) 2008*, Shanghai, China, Diciembre 2008, pp. 141-145.
- [6] Devoteam Group, "Service Delivery Platforms: the key to service convergence," Devoteam Group, Levallois-Perret, Francia, Reporte de Referencia, Octubre 2007. [En línea]. Disponible: http://www.devoteam.fr/images/File/Livres_Blancs/DVT_LivreBlanc_DSP.pdf. [Consultado: Marzo 17, 2009].
- [7] T. V. de Velde, "Value-Added Services for Next Generation Networks". Boca Ratón, Florida, Estados Unidos: Auerbach Publications, 2008.
- [8] C. J. Pavlovski, "Service delivery platforms in practice," *IEEE Communications Magazine*, vol. 45, no. 3, pp. 114-121, Marzo 2007.
- [9] C. E. Serrano, "Modelo Integral para el Profesional en Ingeniería", ed. 2. Popayán, Cauca, Colombia: Editorial Universidad del Cauca, 2008, pp. 1-11.
- [10] W. Reichl y E. O. Ruhle, "Competition and Services in Next Generation Networks - The impact of convergence of services on value chains and markets," en *17th Biennial International Telecommunications Society (ITS) Montreal 2008 Conference*, Montreal, Canadá, Junio 2008.
- [11] ITU, "Visión general de las redes de próxima generación," ITU, Recomendación ITU-T Y.2001, Diciembre 2004. [En línea]. Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2001-200412-I>. [Consultado: Julio 14, 2009].
- [12] ITU, "Principios generales y modelo de referencia general de las redes de próxima generación," ITU, Recomendación ITU-T Y.2011, Octubre 2004. [En línea]. Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2011-200410-I>. [Consultado: Julio 16, 2009].
- [13] ITU, "Requisitos y arquitectura funcional de las redes de la próxima generación, versión 1," ITU, Recomendación ITU-T Y.2012, Septiembre 2006. [En línea]. Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2012-201004-P/en>. [Consultado: Julio 19, 2009].
- [14] Eastern Caribbean Information and Communications Technology (ECICT), "Licensing Issues: Value-Added and Internet Services," ECICT Project, Reporte de Proyecto. [En línea]. Disponible: http://www.carana.com/ecict/documents/Licensing_Issues.pdf. [Consultado:

- Agosto 4, 2009].
- [15] R. Taylor, B. Zhang, y S. Chen, "Value Added Services Policy Reform in China: Lessons for and from the US in Managing an Evolving Market," en *Telecommunications Policy Research Conference*, Washington, DC, Estados Unidos, Septiembre 2007.
- [16] Code of Federal Regulations (CFR), "Furnishing of enhanced services and customer-premises equipment," CFR, Estados Unidos, Norma 47CFR64.702, Octubre 1, 2009. [En l3nea]. Disponible: http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/octqtr/pdf/47cfr64.702.pdf. [Consultado: Agosto 6, 2009].
- [17] United States Code (USC), "Definitions," USC, Estados Unidos, Norma 47USC153, Enero 3, 2007. [En l3nea]. Disponible: http://www.law.cornell.edu/uscode/html/uscode47/usc_sec_47_00000153----000-.html. [Consultado: Agosto 6, 2009].
- [18] WTO, "Coverage of basic telecommunications and value-added services," *WTO*. [En l3nea]. Disponible: http://www.wto.org/english/tratop_e/serv_e/telecom_e/telecom_coverage_e.htm. [Consultado: Agosto 4, 2009].
- [19] WTO, "Members and Observers," *WTO*, Julio 23, 2008. [En l3nea]. Disponible: http://www.wto.org/english/thewto_e/whatis_e/tif_e/org6_e.htm. [Consultado: Agosto 4, 2009].
- [20] MobileIN, "Value-added Services," *MobileIN.com*. [En l3nea]. Disponible: http://www.mobilein.com/what_is_a_VAS.htm. [Consultado: Agosto 4, 2009].
- [21] Telecom Regulatory Authority of India (TRAI), "Consultation Paper on Growth of Value Added Services and Regulatory Issues," TRAI, Nueva Delhi, India, Reporte de Consulta No. 12/2008, Mayo 28, 2008. [En l3nea]. Disponible: <http://www.trai.gov.in/WriteReadData/trai/upload/ConsultationPapers/147/cpaper28may08.pdf>. [Consultado: Agosto 6, 2009].
- [22] J. C. Crimi, "Next Generation Network (NGN) Services," Telcordia Technologies, Reporte de Referencia. [En l3nea]. Disponible: http://www.mobilein.com/NGN_Svcs_WP.pdf. [Consultado: Marzo 16, 2009].
- [23] J. M. Andrinal, J. F. Mart3nez, y A. B. Garc3a, "Arquitecturas Orientadas a Servicios en Redes de Nueva Generaci3n," en *Collaborative Electronic Commerce Technology and Research (COLLECTeR) Iberoam3rica 2007*, C3rdoba, Argentina, Noviembre 2007.
- [24] TMF, "Service Delivery Framework (SDF)," *TM Forum*. [En l3nea]. Disponible: <http://www.tmforum.org/ServiceDeliveryFramework/4664/home.html>. [Consultado: Julio 20, 2009].
- [25] ITU, "Global information infrastructure, Internet protocol aspects and next-generation networks," *ITU*, ITU-T Serie Y, 2009. [En l3nea]. Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y/e>. [Consultado: Julio 16, 2009].
- [26] ITU NGN-GSI, "*ITU-T NGN FG Proceedings Part II*". Ginebra, Suiza: ITU, 2005. [En l3nea]. Disponible: http://www.itu.int/ITU-T/ngn/files/NGN_FG-book_II.pdf. [Consultado: Julio 16, 2009].
- [27] ITU, "Requisitos de las redes de la pr3xima generaci3n, versi3n 1," ITU, Recomendaci3n ITU-T Y.2201, Abril 2007. [En l3nea]. Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2201-200704-S/es>. [Consultado: Julio 20, 2009].
- [28] ITU, "Requisitos funcionales y arquitectura del marco de servicios convergentes," ITU, Recomendaci3n ITU-T Y.2013, Diciembre 2006. [En l3nea]. Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2013-200612-l/es>. [Consultado: Agosto 10, 2009].
- [29] ITU, "Open service environment capabilities for NGN," ITU, Recomendaci3n ITU-T Y.2234, Septiembre 2008. [En l3nea]. Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2234-200809-l/en>.

- [Consultado: Noviembre 17, 2009].
- [30] ITU, "Converged web-browsing service scenarios in NGN," ITU, Recomendación ITU-T Y.2235, Noviembre 2008. [En línea]. Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2235-200811-l/en>. [Consultado: Noviembre 17, 2009].
- [31] ITU, "Carrier grade open environment components," ITU, Recomendación ITU-T Y.2902, Noviembre 2008. [En línea]. Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2902-200811-l/en>. [Consultado: Noviembre 17, 2009].
- [32] ITU, "ITU-T Y.2000 series - Supplement on service scenarios for convergence services in a multiple network and application service provider environment," ITU, Recomendación ITU-T Y.Sup3, Enero 2008. [En línea]. Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.Sup3-200801-l/en>. [Consultado: Noviembre 17, 2009].
- [33] P. Chainho, et al., "Next Generation Networks: the service offering standpoint. Requirements analysis and architecture definition," Eurescom, Reporte Técnico EDIN 0241-1109, Noviembre 2001. [En línea]. Disponible: <http://www.eurescom.de/public/projectresults/P1100-series/1109T11.asp>. [Consultado: Octubre 28, 2009].
- [34] CINTEL, "Diseño y especificación de un servicio bajo una plataforma SDP para redes NGN en Colombia". Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia: CINTEL, Marzo 2008.
- [35] M. Unmehopa, K. Vemuri, y A. Bennett, "Parlay/OSA : from standards to reality". Chichester, Sussex del Oeste, Inglaterra, Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd, 2006.
- [36] Z. Ayatollahi, S. Sarukhani, F. Fayazi, Z. A. Roknabady, y A. Madani, "Interoperability Problems in Next Generation Network Protocols," en *Proceedings of the first ITU-T Kaleidoscope academic conference Innovations in NGN (K-INGN) 2008: future network and services*, Ginebra, Suiza, Mayo 2008, pp. 161-168.
- [37] E. Mikoczy, "Next generation of multimedia services - NGN based IPTV architecture," en *15th International Workshop on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP) 2008*, Bratislava, Eslovaquia, Junio 2008, pp. 523-526.
- [38] R. Christian y H. Hanrahan, "Structuring the next generation network using a standards-based service delivery platform," en *Proceedings of the first ITU-T Kaleidoscope academic conference Innovations in NGN (K-INGN) 2008: future network and services*, Ginebra, Suiza, Mayo 2008, pp. 33-40.
- [39] Y. De Serres y L. Hegarty, "Value-added services in the converged network," *IEEE Communications Magazine*, vol. 39, no. 9, pp. 146-154, Septiembre 2001.
- [40] S. H. Maes, "Service delivery platforms as IT realization of OMA service environment: Service oriented architectures for telecommunications," en *IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC) 2007*, Kowloon, Hong Kong, China, Marzo 2007, pp. 2883-2888.
- [41] S. N. Gupta, "IP Based Next Generation Networks - Technical & Regulatory issues," en *Confederation of Indian Industry (CII) Seminar*, Nueva Delhi, India, Noviembre 2007.
- [42] S. Dutta y I. Mia, "The Global Information Technology Report 2007-2008," World Economic Forum, Resumen Ejecutivo, 2008. [En línea]. Disponible: <http://www.weforum.org/pdf/gitr/2008/Summary.pdf>. [Consultado: Marzo 9, 2009].
- [43] ITU NGN-GSI, "ITU-T NGN FG Proceedings Part I". Ginebra, Suiza: ITU, 2005. [En línea]. Disponible: http://www.itu.int/ITU-T/ngn/files/NGN_FG-book_1.pdf. [Consultado: Julio 16, 2009].
- [44] R. Lasch, B. Ricks, y R. Tönjes, "Service Creation Environment for Business-to-Business Services," en *International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA) 2009*, Bradford, Yorkshire del Oeste, Inglaterra, Reino Unido, Mayo

- 2009, pp. 512-517.
- [45] OpenCloud, "Rhino 2.1: Overview and Concepts," OpenCloud, Wellington, Nueva Zelanda, Reporte Tcnico, Marzo 30, 2009. [En lnea]. Disponible: <https://developer.opencloud.com/devportal/display/RD/Rhino+Overview+and+Concepts>. [Consultado: Octubre 23, 2009].
- [46] Computerworld, "SOA adquiere importancia en la gesti3n de proyectos de integraci3n de datos. No obstante, un estudio de Forrester seala que predominan los procesos manuales," *Computerworld*, Marzo 16, 2007. [En lnea]. Disponible: <http://www.idg.es/computerworld/articulo.asp?id=182621>. [Consultado: Octubre 23, 2009].
- [47] F. O. Martnez Pab3n, "Marco de Referencia para la Construcci3n de Aplicaciones de Comercio Electrónico M3vil en Países en Vía de Desarrollo," Tesis de Maestría, Departamento de Telemática, Instituto de Postgrados en Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad del Cauca, Popayán, Cauca, Colombia, Octubre 2008.
- [48] K. Stanoevska-Slabeva, "Towards a Reference Model for M-Commerce Applications," en *10th European Conference on Information Systems (ECIS) 2002 Proceedings*, Gdansk, Polonia, Junio 2002.
- [49] MINTIC - Rep3blica de Colombia, "Plan de Acci3n 2008," MINTIC - Rep3blica de Colombia, Bogot3 D.C., Cundinamarca, Colombia, Presentaci3n, Enero 2008. [En lnea]. Disponible: <http://www.mintic.gov.co>. [Consultado: Febrero 26, 2009].
- [50] Comisi3n de Regulaci3n de Comunicaciones (CRC) - Rep3blica de Colombia, "Informe Trimestral de Conectividad - Junio 2009," CRC - Rep3blica de Colombia, Bogot3 D.C., Cundinamarca, Colombia, Reporte Trimestral de Conectividad No. 16, Agosto 2009. [En lnea]. Disponible: http://www.crcm.gov.co/images/stories/crt-documents/BibliotecaVirtual/InformeInternet/Informe_Internet_junio_2009.pdf. [Consultado: Agosto 31, 2009].
- [51] MINTIC - Rep3blica de Colombia, "Decreto 2870 de 2007," *Diario Oficial*, no. 46706, pp. 53-55, Julio 31, 2007. [En lnea]. Disponible: http://servoaspr.imprenta.gov.co/pls/portal/URL/PAGE/IMPRESA/PRODUCTOS/DIARIO_OFICIAL. [Consultado: Agosto 31, 2009].
- [52] Congreso de la Rep3blica, "Ley 1341 de 2009," *Diario Oficial*, no. 47426, pp. 42-54, Julio 30, 2009. [En lnea]. Disponible: http://servoaspr.imprenta.gov.co/pls/portal/URL/PAGE/IMPRESA/PRODUCTOS/DIARIO_OFICIAL. [Consultado: Agosto 31, 2009].
- [53] Organizaci3n de los Estados Americanos - Comisi3n Interamericana de Telecomunicaciones, "Informe Final," en *XIV Reuni3n del Comit3 Consultivo Permanente I (CCP.I)*, Cusco, Per3, Mayo 2008.
- [54] CINTEL, "Laboratorio NGN," *CINTEL*, 2009. [En lnea]. Disponible: <http://www.cintel.org.co/cintel/export/sites/default/cintel/inicio/lineas/linea/migracion.html>. [Consultado: Agosto 31, 2009].
- [55] CINTEL, "Ciudades Digitales," *Revista Colombiana de Telecomunicaciones (RCT)*, vol. 15, no. 47, p. 25, Mayo 2008.
- [56] G. C. Martnez y C. E. Rothenberg, "Arquitecturas Orientadas al Servicio en el 3mbito de las Redes de Pr3xima Generaci3n," *Revista Colombiana de Telecomunicaciones (RCT) Impresa*, no. 13. [En lnea]. Disponible: <http://www.cintel.org.co/rctonline/rct027/rctImpresaArquitectura.html>. [Consultado: Agosto 31, 2009].
- [57] MINTIC - Rep3blica de Colombia, "Alcance de los Servicios de Valor Agregado y Telemáticos

- Respecto de los Servicios Básicos y en Particular de los Servicios de TPBC," MINTIC - República de Colombia, Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia, Reporte de Referencia, Abril 2006. [En línea]. Disponible: <http://www.mintic.gov.co/mincom/documents/portal/documents/root/DocPOLITICAVALORAGREGADO.pdf>. [Consultado: Julio 14, 2009].
- [58] MINTIC - República de Colombia, "Decreto 1900 de 1990," *Diario Oficial*, no. 39507, pp. 1-2, Agosto 19, 1990. [En línea]. Disponible: http://servoaspr.imprenta.gov.co/pls/portal/URL/PAGE/IMPRESA/PRODUCTOS/DIARIO_OFICIAL. [Consultado: Julio 16, 2009].
- [59] ITU, "NGN service requirements and capabilities for network aspects of applications and services using tag-based identification," ITU, Recomendación ITU-T Y.2213, Septiembre 2008. [En línea]. Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2213-200809-I>. [Consultado: Agosto 10, 2009].
- [60] I. G. Ben Yahia, E. Bertin, J. P. Descrevel, y N. Crespi, "Service Definition for Next Generation Networks," en *International Conference on Networking, International Conference on Systems and International Conference on Mobile Communications and Learning Technologies (ICNICONSMCL) 2006*, Morne, República de Mauricio, Abril 2006, pp. 22-29.
- [61] ITU, "Vocabulario de términos relativos a la conmutación y la señalización," ITU, Recomendación ITU-T Q.9, Noviembre 1988. [En línea]. Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Q.9-198811-I>. [Consultado: Agosto 10, 2009].
- [62] OMA Broadcasting Working Group (BCAST), "Broadcasting Working Group Charter," OMA, Reporte OMA-CHARTER-BCAST-20090407-A, Abril 7, 2009. [En línea]. Disponible: <http://www.openmobilealliance.org/Technical/bcast.aspx>. [Consultado: Agosto 8, 2009].
- [63] ETSI 3GPP, "Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS) user services; Stage 1," ETSI, Especificación Técnica ETSI TS 122 246 V8.5.0, Enero 2009. [En línea]. Disponible: <http://pda.etsi.org/pda/home.asp?wkr=RTS/TSGS-0122246v850>. [Consultado: Agosto 9, 2009].
- [64] OMA Content Delivery Working Group (CD), "Content Delivery Working Group Charter," OMA, Reporte OMA-CHARTER-CD-20090428-A, Abril 28, 2009. [En línea]. Disponible: <http://www.openmobilealliance.org/Technical/cd.aspx>. [Consultado: Agosto 8, 2009].
- [65] ETSI 3GPP, "Location Services (LCS); Service description; Stage 1," ETSI, Especificación Técnica ETSI TS 122 071 V8.1.0, Enero 2009. [En línea]. Disponible: <http://pda.etsi.org/pda/home.asp?wkr=RTS/TSGS-0122071v810>. [Consultado: Agosto 9, 2009].
- [66] OMA Presence and Availability Working Group (PAG), "Presence and Availability Charter," OMA, Reporte OMA-CHARTER-PAG-20081125-A, Noviembre 25, 2008. [En línea]. Disponible: <http://www.openmobilealliance.org/Technical/PAG.aspx>. [Consultado: Agosto 8, 2009].
- [67] ETSI 3GPP, "IP Multimedia Subsystem (IMS) messaging; Stage 1," ETSI, Reporte Técnico ETSI TR 122 940 V8.0.0, Enero 2009. [En línea]. Disponible: <http://pda.etsi.org/pda/home.asp?wkr=RTR/TSGS-0122940v800>. [Consultado: Agosto 9, 2009].
- [68] ETSI 3GPP, "IMS Multimedia Telephony service; and supplementary services," ETSI, Reporte Técnico ETSI TR 122 973 V8.0.0, Enero 2009. [En línea]. Disponible: <http://pda.etsi.org/pda/home.asp?wkr=RTR/TSGS-0122973v800>. [Consultado: Agosto 9, 2009].
- [69] IP Total Software S.A., "Casos de Éxito," *IP Total Software*, 2008. [En línea]. Disponible: <http://www.iptotal.com/casos.html>. [Consultado: Septiembre 25, 2009].

- [70] Redes & Telecom, "Acuerdo entre Telefónica y Huawei para desplegar la plataforma SDP," *Redes & Telecom*, Febrero 2, 2009. [En línea]. Disponible: <http://www.redestelecom.es/Noticias/200902020025/Acuerdo-entre-Telefonica-y-Huawei-para-desplegar-la-Plataforma-SDP.aspx>. [Consultado: Octubre 20, 2009].
- [71] ETB, "Proyecto de implantación de la plataforma de IPTV y de Rich Media Portal," ETB, Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia, Presentación, Julio 2008. [En línea]. Disponible: http://s-www.etb.com.co/Novedades/Oferentes_IPTV.pdf. [Consultado: Octubre 20, 2009].
- [72] Telco 2.0, "Telco 2.0 Initiative," *STL Partners*, 2010. [En línea]. Disponible: <http://www.stlpartners.com/telco2.php>. [Consultado: Agosto 8, 2010].
- [73] S. Mittal, D. Chakraborty, S. Goyal, y S. Mukherjea, "SewNet - A Framework for Creating Services Utilizing Telecom Functionality," en *WWW 2008 / Refereed Track: XML and Web Data - XML II*, Beijing, China, Abril 21-25, 2008, pp. 875-884. [Consultado: Septiembre 26, 2010].
- [74] J. Yu, Q. Z. Sheng, y P. Falcarin, "A Visual Semantic Service Browser Supporting User-Centric Service Composition," en *24th International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, Perth, Australia, Abril 20-23, 2010, pp. 244-251. [Consultado: Septiembre 26, 2010].
- [75] T. Eichelmann, W. Fuhrmann, y B. Ghita, "Support of parallel BPEL activities for the TeamCom Service Creation Platform for Next Generation Networks," Reporte de Referencia, 2010. [En línea]. Disponible: http://www.e-technik.org/aufsaeetze_vortraege/aufsaeetze/eichelmann_fuhrmann_trick_ghita_sein2009_vas.pdf. [Consultado: Septiembre 26, 2010].
- [76] Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC)- República de Colombia, "Agenda Regulatoria 2010," CRC - República de Colombia, Bogotá D.C, Reporte de Referencia, Diciembre 28, 2009. [En línea]. Disponible: http://www.crc.com.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=1221%3Ala-crc-publica-la-agenda-regulatoria-2010&catid=158%3Anoticias&lang=es&Itemid=289. [Consultado: Septiembre 26, 2010].
- [77] OpenCloud, "A SLEE for all Seasons," OpenCloud, Wellington, Nueva Zelanda, Reporte de Referencia, Mayo 11, 2007. [En línea]. Disponible: <http://www.opencloud.com/documents/Whitepaper%20A%20SLEE%20for%20all%20Seasons.pdf>. [Consultado: Diciembre 2, 2009].
- [78] jNetX, "Platform," *jNetX.com*. [En línea]. Disponible: <http://www.jnetx.com/index.php?id=platform>. [Consultado: Agosto 8, 2010].
- [79] Xiam Technologies, "Telco 2.0 Initiative: Mobile Internet Evolution," *Xiam Technologies*, 2009. [En línea]. Disponible: http://www.xiam.com/news/general/2010/1105/telco_2_0_initiative_mobile_internet_evolution. [Consultado: Agosto 8, 2010].
- [80] ZTE Corporation, "ZXSS10 SS1b SoftSwitch Control Equipment Technical Manual," ZTE Corporation, Shenzhen, China, Manual Técnico Versión V2.01.50, Julio 5, 2007.
- [81] ETSI TISPAN, "Open Service Access (OSA); Application Programming Interface (API); Part 1: Overview (Parlay 6)," ETSI, Estándar ETSI ES 204 915-1 V1.1.1, Mayo 2008. [En línea]. Disponible: http://pda.etsi.org/pda/home.asp?wki_id=y2y_jozhXnACCJBJSnHkX. [Consultado: Agosto 27, 2009].
- [82] J. Zuidweg, "Middleware en Telecomunicaciones," *Tecsidel Tic*, Marzo 16, 2009. [En línea]. Disponible: <http://www.tecsidel.es/tecsidel/index.php?id=896&L=2>. [Consultado: Noviembre 18, 2009].

- [83] C. Chrighton, D. T. Long, y D. C. Page, "JAIN SLEE vs SIP Servlet. Which is the best choice for an IMS application server?," en *Australasian Telecommunication Networks and Applications Conference*, Christchurch, New Zealand, Diciembre 2007, pp. 448-453.
- [84] M. Femminella, et al., "Scalability and performance evaluation of a JAIN SLEE-based platform for VoIP services," en *21st International Teletraffic Congress (ITC) 2009*, París, Francia, Septiembre 2009, pp. 1-8.
- [85] C. M. MacKenzie, K. Laskey, F. McCabe, P. F. Brown, y R. Metz, "Reference Model for Service Oriented Architecture 1.0," OASIS, Estándar OASIS soa-rm, Octubre 12, 2006. [En línea]. Disponible: <http://docs.oasis-open.org/soa-rm/v1.0/soa-rm.pdf>. [Consultado: Marzo 8, 2010].
- [86] Hewlet Packard, "HP Next Generation Operations Support Systems (HP NGOSS)," Hewlet Packard, Reporte de Referencia, Mayo 2008. [En línea]. Disponible: Hewlet-Packard. [Consultado: Agosto 8, 2010].
- [87] EMCALI, "Reseña Histórica EMCALI," *EMCALI*, Agosto 2010. [En línea]. Disponible: <http://www.emcali.com.co/vsm3.8.1/>. [Consultado: Agosto 8, 2010].
- [88] EMCALI, "Reseña Historica de Telecomunicaciones," *EMCALI*, Agosto 2010. [En línea]. Disponible: <http://www.emcali.com.co/vsm3.8.1/>. [Consultado: Agosto 8, 2010].
- [89] EMCALI, "Portafolio de Servicios," *EMCALI*, Agosto 2010. [En línea]. Disponible: <http://www.emcali.com.co/vsm3.8.1/>. [Consultado: Agosto 8, 2010].
- [90] Mobicents, "Partners," *Mobicents*, 2008. [En línea]. Disponible: <http://www.mobicents.org/partners.html>. [Consultado: Noviembre 18, 2009].
- [91] jNetX, "Convergent Service Platform," *jNetX.com*. [En línea]. Disponible: <http://www.jnetx.com/index.php?id=437>. [Consultado: Noviembre 18, 2009].
- [92] jNetX, "Our Partners," *jNetX.com*. [En línea]. Disponible: <http://www.jnetx.com/index.php?id=ourpartners>. [Consultado: Noviembre 18, 2009].
- [93] OpenCloud, "Our Solution Partners," *OpenCloud*, 2008. [En línea]. Disponible: <http://www.opencloud.com/partners/ourpartners>. [Consultado: Noviembre 18, 2009].
- [94] OpenCloud, "Rhino Core Platform," (hojadedatos) OpenCloud, Hoja de Datos. [En línea]. Disponible: <http://www.opencloud.com/documents/Data%20Sheet%20Rhino%20Core%20Platform.pdf>. [Consultado: Noviembre 19, 2009].
- [95] OpenCloud, "A service delivery platform for next generation telecommunications services," OpenCloud, Wellington, Nueva Zelanda, Reporte de Referencia, 2009. [En línea]. Disponible: <http://www.opencloud.com/documents/OpenCloud%20Product%20Brochure.pdf>. [Consultado: Noviembre 24, 2009].
- [96] OpenCloud, "OpenCloud's charging gateway supports Telkomsel's 67 million subscribers," *OpenCloud*, Marzo 10, 2009. [En línea]. Disponible: <http://www.opencloud.com/news/OpenCloud%E2%80%99s-charging-gateway-supports-Telkomsel%E2%80%99s-67%20million-subscribers>. [Consultado: Noviembre 18, 2009].
- [97] Blogspot, "Ring Back Tone," *Blogspot*, Noviembre 2008. [En línea]. Disponible: <http://rbt-review.blogspot.com>. [Consultado: Febrero 23, 2010].
- [98] Dialogic, "Mobile CRBT," *Dialogic*. [En línea]. Disponible: <http://www.dialogic.com/solutions/mobile-vas/mobile-crbt.htm>. [Consultado: Febrero 23, 2010].
- [99] O. Kulikov, et al., "Mobicents Media Server User Guide," Mobicents, Manual Técnico 2.0.0.BETA2, Junio 11, 2009. [En línea]. Disponible: <http://www.mobicents.org/mms/mms-docs.html>. [Consultado: Enero 15, 2010].

- [100] T. Evers y H. Schulzrinne, "Predicting Internet Telephony Call Setup Delay," en *First IP Telephony (IPTel) Workshop 2000*, Berlin, Alemania, Abril 2000.
- [101] M. Femminella, et al., "Design, Implementation, and Performance Evaluation of an Advanced SIP-Based Call Control for VoIP Services," en *IEEE International Conference on Communications (ICC) 2009*, Dresde, Sajonia, Alemania, Junio 2009, pp. 1-5.
- [102] OpenCloud, "Rhino administration and deployment guide," OpenCloud, Wellington, Nueva Zelanda, Manual técnico, Marzo 31, 2009. [En línea]. Disponible: <https://developer.opencloud.com/devportal/display/RD/Rhino+Administration+and+Deployment+Guide>. [Consultado: Octubre 23, 2009].
- [103] IETF, "Basic Telephony SIP End-to-End Performance Metrics," (borradoractivoeninternet) IETF, Borrador Activo en Internet draft-ietf-pmol-sip-perf-metrics-06, Julio 30, 2010. [En línea]. Disponible: <https://datatracker.ietf.org/doc/draft-ietf-pmol-sip-perf-metrics/>. [Consultado: Agosto 11, 2010].
- [104] ITU, "Network grade of service parameters and target values for circuit-switched services in the evolving ISDN," ITU, Recomendación ITU-T E.721, Mayo 1999. [En línea]. Disponible: <http://www.itu.int/rec/T-REC-E.721-199905-I>.
- [105] P. Falcarin y C. A. Licciardi, "Analysis of NGN service creation technologies," en *International Engineering Consortium (IEC) Annual Review of Communication*, vol. 56, Junio 2003, pp. 537-551.