

**PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE CALIDAD DEL SERVICIO EN UNA ARQUITECTURA
NGN**



JENNIFER NATHALY MUÑOZ RENGIFO

IDALITH KATHERINE QUICENO FERNÁNDEZ

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES
GRUPO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN TELECOMUNICACIONES
POPAYÁN, NOVIEMBRE DE 2010**

**PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE CALIDAD DEL SERVICIO EN UNA ARQUITECTURA
NGN**



JENNIFER NATHALY MUÑOZ RENGIFO

IDALITH KATHERINE QUICENO FERNÁNDEZ

Documento final de trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título
de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones

Director:

Ing. Oscar Josué Calderón Cortés

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES
GRUPO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN TELECOMUNICACIONES
POPAYÁN, NOVIEMBRE DE 2010**

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I. ARQUITECTURA DE RED DE NUEVA GENERACIÓN | 3 |
| 1.1 DEFINICIÓN DE NGN..... | 4 |
| 1.2 ARQUITECTURA FUNCIONAL DE LA NGN..... | 4 |
| 1.2.1 Nivel de Servicio..... | 5 |
| 1.2.2 Nivel de Transporte..... | 6 |
| 1.2.3 Funciones de Gestión..... | 7 |
| 1.2.4 Funciones de Usuario Final..... | 7 |
| 1.3 CALIDAD DE SERVICIO EN NGN..... | 8 |
| CAPÍTULO II. ELEMENTOS, INTERFACES Y PROTOCOLOS PARA EL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE QoS EN NGN | 10 |
| 2.1 DEFINICIÓN DEL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE QoS EN NGN..... | 11 |
| 2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS ASOCIADOS AL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE QoS..... | 11 |
| 2.2.1 Subsistema Multimedia IP en NGN..... | 11 |
| 2.2.2 Arquitectura Funcional de Control de Admisión y Recursos en NGN..... | 15 |
| 2.3 INTERFACES INVOLUCRADAS EN EL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE QoS..... | 20 |
| 2.4 DESCRIPCIÓN DE PROTOCOLOS..... | 22 |
| 2.4.1 Protocolo de Inicio de Sesión..... | 22 |
| 2.4.2 Protocolo de Descripción de Sesión..... | 24 |
| 2.4.3 Protocolo DIAMETER..... | 25 |
| 2.4.4 Protocolo de Servicio de Políticas Comunes Abiertas (COPS: Common Open Policy Service)..... | 29 |
| 2.4.5 Protocolo H.248..... | 31 |
| 2.4.6 Protocolo Simple de Gestión de Red (SNMP: Simple Network Management Protocol)..... | 32 |
| 2.4.7 Protocolo de Reserva de Recursos (RSVP: ReSerVation Protocol)..... | 32 |
| 2.5 SELECCIÓN DE LOS PROTOCOLOS UTILIZADOS EN EL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE QoS..... | 34 |

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO III. PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE QoS EN UNA ARQUITECTURA NGN | 37 |
| 3.1 CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS EN LAS INSTALACIONES DEL CLIENTE | 38 |
| 3.2 FASES DEL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE QoS EN UNA ARQUITECTURA NGN. .38 | |
| 3.2.1 Fase I: Establecimiento de la Conexión a la Red | 39 |
| 3.2.1.1 Proceso de autenticación y autorización en la red de acceso..... | 39 |
| 3.2.1.2 Proceso de configuración IP | 42 |
| 3.2.2 Fase II: Solicitud del Servicio y de Calidad del Servicio..... | 43 |
| 3.2.2.1 Proceso de registro de la Sesión..... | 44 |
| 3.2.2.2 Proceso de Establecimiento de la sesión y solicitud de QoS..... | 45 |
| 3.2.3 Fase III: Control de Recursos de QoS..... | 51 |
| 3.2.3.1 CASO 1 | 51 |
| 3.2.3.2 CASO 2 | 54 |
| 3.2.4 Fase IV: Ejecución de la Decisión de Control y Reserva de Recursos QoS..... | 57 |
| 3.2.4.1 CASO 1 | 57 |
| 3.2.4.2 CASO 2 | 60 |
| 3.3 SÍNTESIS DEL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE CALIDAD DEL SERVICIO EN UNA ARQUITECTURA NGN..... | 61 |
| CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE CALIDAD DEL SERVICIO EN VIDEO BAJO DEMANDA..... | 64 |
| 4.1 DEFINICIÓN DEL SERVICIO: VIDEO BAJO DEMANDA..... | 65 |
| 4.1.1 Requerimientos de QoS en VoD..... | 65 |
| 4.1.2 Arquitectura para la Entrega de VoD..... | 68 |
| 4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE QoS EN NGN PARA EL SERVICIO DE VoD..... | 70 |
| 4.2.1 Fase I: Establecimiento de la Conexión a la Red..... | 70 |
| 4.2.2 Fase II: Solicitud del Servicio y de Calidad del Servicio..... | 74 |
| 4.2.2.1 Proceso de registro de la sesión..... | 74 |
| 4.2.2.2 Proceso de establecimiento de la sesión y solicitud de QoS..... | 76 |
| 4.2.3 Fase III: Control de Recursos de QoS..... | 79 |
| 4.2.4 Fase IV: Ejecución de la Decisión de Control y Reserva de Recursos QoS..... | 84 |

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS..... | |
| | 90 |
| BIBLIOGRAFÍA | 94 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Descripción de las funciones del núcleo IMS..... | 13 |
| Tabla 2. Descripción de otras funciones en la capa de servicio..... | 14 |
| Tabla 3. Descripción de las entidades funcionales de la RACF..... | 16 |
| Tabla 4. Descripción de las entidades funcionales de la NACF..... | 18 |
| Tabla 5. Descripción de las entidades funcionales de transporte..... | 19 |
| Tabla 6. Descripción de las interfaces involucradas en el proceso de negociación de QoS..... | 20 |
| Tabla 7. Descripción de los mensajes SIP..... | 23 |
| Tabla 8. Descripción de los mensajes Diameter..... | 26 |
| Tabla 9. Descripción de los mensajes COPS..... | 30 |
| Tabla 10. Descripción de los Mensajes SNMP..... | 32 |
| Tabla 11. Descripción de los mensajes RSVP..... | 33 |
| Tabla 12. Protocolos que pueden ser utilizados..... | 34 |
| Tabla 13. Clasificación de los CPEs con respecto a sus capacidades de negociación de QoS..... | 38 |
| Tabla 14. Desempeño mínimo a nivel de aplicación recomendado para el servicio de VoD..... | 67 |
| Tabla 15. Arquitecturas funcionales para servicios IPTV propuestas por TISPAN y FG-IPTV..... | 68 |
| Tabla 16. Información de recursos de transporte del usuario autenticado. Mensaje Push-Notification- Request enviado desde la TAA-FE hacia la TLM-FE..... | 71 |
| Tabla 17. Información de configuración IP. Mensaje DhcpAck enviado desde la NAC-FE hacia el terminal de usuario..... | 73 |
| Tabla 18. Información de configuración IP. Mensaje Push-Notification- Request enviado desde la NAC-FE hacia la TLM-FE..... | 73 |
| Tabla 19. Información de los parámetros SDP de la sesión. Mensajes invite y session progress..... | 77 |
| Tabla 20. Información del mensaje Authorization-Authentication-Request. Enviado del P-CSCF hacia la PD-FE..... | 80 |
| Tabla 21. Información del mensaje User-Data-Answer. Enviado de la TLM-FE a la PD-FE..... | 82 |

| | |
|---|----|
| Tabla 22. Información del mensaje Authorization-Authentication-Answer. Enviado de la TRC-FE a la PD-FE..... | 84 |
| Tabla 23. Información del mensaje DEC. Enviado de la PD-FE a la PE-FE | 85 |
| Tabla 24. Información del mensaje Report State. Enviado de la PE-FE a la PD-FE.. | 87 |
| Tabla 25. Información del mensaje Authorization-Authentication-Answer. Enviado de la PD-FE al P-CSCF..... | 87 |
| Tabla 26. Información de los parámetros SDP de la sesión. Mensajes update y 200 Ok update..... | 88 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Arquitectura Funcional de NGN..... | 5 |
| Figura 2. Subsistema Multimedia IP en NGN..... | 12 |
| Figura 3. Arquitectura funcional genérica de control de admisión y recursos en NGN | 15 |
| Figura 4. Entidades funcionales de control de conexión a la red NGN | 17 |
| Figura 5. Protocolos utilizados en la arquitectura funcional de control de admisión y recursos en NGN..... | 36 |
| Figura 6. Autenticación y autorización a la red de acceso..... | 40 |
| Figura 7. Acceso del CPE a la NACF para autenticación con EAP | 41 |
| Figura 8. Configuración IP en la red de acceso..... | 42 |
| Figura 9. Registro de la sesión..... | 44 |
| Figura 10. Establecimiento de la sesión y solicitud de QoS para terminal tipo 1 | 46 |
| Figura 11. Establecimiento de la sesión y solicitud de QoS para terminal tipo 2 | 48 |
| Figura 12. Establecimiento de la sesión y solicitud del servicio para terminal tipo 3 | 49 |
| Figura 13. Autorización inicial de reserva de recursos QoS para terminal tipo 3 | 50 |
| Figura 14. Control de recursos de QoS caso 1 | 52 |
| Figura 15. Control de recursos de QoS caso 2 | 55 |
| Figura 16. Ejecución de la decisión de control de recursos de QoS caso 1 | 58 |
| Figura 17. Finalización de la solicitud de QoS caso 1 | 59 |
| Figura 18. Ejecución de la decisión de control de recursos QoS caso 2 | 60 |
| Figura 19. Interacción entre las entidades funcionales para las fases del proceso de negociación de QoS..... | 61 |
| Figura 20. Síntesis del proceso de negociación de QoS en una arquitectura NGN ... | 62 |
| Figura 21. Proceso de negociación de QoS en una arquitectura NGN | 63 |
| Figura 22. Arquitectura IPTV basada en NGN e IMS..... | 69 |
| Figura 23. Escenario teórico para el proceso de negociación de QoS en NGN..... | 70 |
| Figura 24. Fase I para el servicio de VoD | 71 |
| Figura 25. Proceso de registro de la sesión para el servicio de VoD..... | 75 |

| | |
|--|----|
| Figura 26. Selección y descubrimiento del servicio de VoD..... | 76 |
| Figura 27. Proceso de Establecimiento de la sesión y solicitud de QoS..... | 77 |
| Figura 28. Control de recursos de QoS, caso 1..... | 80 |
| Figura 29. Ejecución de la decisión de control de recursos QoS, caso 1 | 85 |
| Figura 30. Finalización de la solicitud de QoS caso 1 | 88 |

*A Dios por iluminar nuestro camino en busca del conocimiento,
A nuestros padres por su inmenso amor y comprensión,
A nuestros hermanos por su apoyo incondicional,
A todas las personas que Dios colocó en nuestra vida para que esta meta fuera posible.*

ACRÓNIMOS

| | |
|-----------------|--|
| 3GPP | Proyecto Asociado de Tercera Generación (3rd Generation Partnership Project) |
| AAA | Autenticación, autorización y tarificación (Authentication, Authorization and Accounting) |
| AM-FE | Entidad funcional de gestión de acceso (Access Management Functional Entity) |
| AMG | Pasarela de medios de acceso (Access Media Gateway) |
| ANI | Interfaz de red de aplicaciones (Application Network Interface) |
| ANKLA | Laboratorio para el desarrollo de Conocimiento en Redes Avanzadas (Advanced Networks Knowledge Lab) |
| AR-FE | Entidad funcional de retransmisión de acceso (Access Relay Functional Entity) |
| AS-FE | Entidad funcional de servidor de aplicación (Application Server Functional Entity) |
| AVP | Pares de atributo-valor (Attribute-Value Pairs) |
| BGCF | Función de control de pasarela de borde (Border Gateway Control Function) |
| CoD | Contenido bajo demanda (Content on Demand) |
| COPS | Protocolo de servicio de políticas comunes abiertas (Common Open Policy Service) |
| CPE | Equipos en las instalaciones del cliente (Customer Premises Equipment) |
| CSCF | Funciones de control de sesión de llamada (Call Session Control Function) |
| DHCP | Protocolo de configuración dinámica de host (Dynamic Host Configuration Protocol) |
| DiffServ | Servicios diferenciados (Differentiated Services) |
| DNS | Sistema de nombre de dominio (Domain Name System) |
| EAP | Protocolo de autenticación extensible (Extensible Authentication Protocol) |
| EAPoL | Protocolo extendido de autenticación sobre la red de área local (Extensible Authentication Protocol over Local Area Network) |
| ETSI | Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (European Telecommunications Standards Institute) |
| FG-IPTV | Grupo en IPTV (Focus Group on IPTV) |
| FGNGN | Grupo en Redes de Nueva generación (Focus Group NGN) |
| FQDN | Nombre de dominio completamente calificado (Fully Qualified Domain Name) |

| | |
|----------------|---|
| GNTT | Grupo de Nuevas Tecnologías en Telecomunicaciones |
| HD | Alta Definición (High Definition) |
| HDTV | Televisión de alta definición (High Definition Television) |
| HGW | Pasarelas locales (Home Gateway) |
| HSS | Servidor de Subscripción Local (Home Subscriber Server) |
| HTTP | Protocolo de Transferencia de HiperTexto (HyperText Transfer Protocol) |
| IANA | Autoridad para la asignación de números de internet (Internet Assigned Numbers Authority) |
| I-CSCF | Interrogating CSCF |
| IETF | Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet (Internet Engineering Task Force) |
| IMS | Subsistema Multimedia IP (IP Multimedia Subsystem) |
| IntServ | Servicios integrados (Integrated Services) |
| IP | Protocolo de internet (Internet Protocol) |
| IPTV | Televisión sobre el Protocolo de Internet (Internet Protocol Television) |
| ITU | Unión Internacional de Telecomunicaciones (International Telecommunication Union) |
| MG | Pasarelas de medios (Media Gateway) |
| MGC | Controladores de pasarela de medios (Media Gateway Controller) |
| MGCF | Función de control de pasarela de medios (Media Gateway Control Function) |
| MRFC | Controlador de función de recursos multimedia (Multimedia Resource Function Controller) |
| NACF | Funciones de control de conexión a la red (Network Attachment Control Functions) |
| NAC-FE | Entidad funcional de configuración de acceso a la red (Network Access Configuration Functional Entity) |
| NAPT | Traducción de dirección de red y puerto (Network Address and Port Translation) |
| NGN | Red de Nueva Generación (Next Generation Network) |
| PANA | Protocolo de transporte para la autenticación en la red de acceso (Protocol for Carrying Authentication for Network Access) |
| P-CSCF | Proxy CSCF |
| PD-FE | Entidad funcional de decisión de política (Policy Decision Functional Entity) |
| PE-FE | Entidad funcional de ejecución de política (Policy Enforcement Functional Entity) |
| PIB | Base de información de políticas (Policy Information Base) |
| PPP | Protocolo punto a punto (Point to Point Protocol) |

| | |
|---------------|--|
| PPV | Pago Por Ver (Pay Per View) |
| PRCs | Clases de aprovisionamiento (Provisioning Class) |
| PRI | Instancias de aprovisionamiento (Provisioning Instance) |
| QoS | Calidad de servicio (Quality of Service) |
| RACF | Funciones de control de admisión de recursos (Resource and Admission Control Function) |
| RACS | Subsistema de control de admisión y recursos (Resource and Admission Control Sub-system) |
| RDSI | Red Digital de Servicios Integrados |
| RNG | Redes de Nueva Generación |
| RSVP | Protocolo de reserva de recursos (ReSerVation Protocol) |
| RTPC | Red Telefónica Pública Conmutada |
| SCF | Funciones de control de servicio (Service Control Functions) |
| S-CSCF | Serving CSCF |
| SDP | Protocolo de descripción de sesión (Session Description Protocol) |
| SDTV | Televisión en definición estándar (Standard Definition Television) |
| SIP | Protocolo de inicio de sesión (Session Initiation Protocol) |
| SLA | Acuerdos de nivel de servicio (Service Level Agreement) |
| SNMP | Protocolo simple de gestión de red (Simple Network Management Protocol) |
| SS7 | Sistema de Señalización 7 (Signaling System 7) |
| SUP-FE | Entidad funcional de perfil de usuario de servicio (Service User Profile Functional Entity) |
| TAA-FE | Entidad funcional de autenticación y autorización de transporte (Transport Authentication and Authorization Functional Entity) |
| TCP | Protocolo de control de transporte (Transport Control Protocol) |
| TISPAN | Servicios Convergentes de Telecomunicaciones e Internet y Protocolos para Redes Avanzadas (Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking) |
| TLM-FE | Entidad funcional de gestión de localización de transporte (Transport Location Management Functional Entity) |
| TRC-FE | Entidad funcional de control de recursos de transporte (Transport Resource Control Functional Entity) |
| TRE-FE | Entidad funcional de ejecución de recursos de transporte (Transport Resource Enforcement Functional Entity) |
| TUP-FE | Entidad funcional de perfil de usuario (Transport User Profile Functional Entity) |
| UDP | Protocolo de datagrama de usuario (User Datagram Protocol) |
| UMTS | Sistema de Telecomunicaciones Móvil Universal (Universal Mobile Telecommunications System) |

| | |
|-------------|--|
| UNI | Interfaz usuario- red (User Network interface) |
| VGW | Pasarela de voz sobre IP (VoIP Gateway) |
| VLAN | Red de área local virtual (Virtual Local Area Network) |
| VoD | Video bajo demanda (Video on Demand) |
| XML | Lenguaje de etiquetado extensible (Extensible Markup Language) |

INTRODUCCIÓN

La entrega de nuevos servicios multimedia sobre una arquitectura de Red de Nueva Generación (NGN: Next Generation Network) está basada en la tecnología de transporte soportada en el Protocolo de Internet (IP: Internet Protocol). Uno de los aspectos más importantes en el desarrollo de esta arquitectura es la provisión de Calidad de Servicio (QoS: Quality of Service), la cual tradicionalmente no puede ser proporcionada por la capa IP debido a que esta no es capaz de brindar una diferenciación de QoS y solo hace uso del modelo *best effort* donde todos los paquetes son tratados por igual.

La necesidad de asegurar QoS, teniendo en cuenta la diversidad de servicios multimedia, sus características y las preferencias de los usuarios, se ha convertido en un reto en el desarrollo de NGN, dado que los servicios generan diferentes tipos de tráfico con sus propios requerimientos de QoS y los recursos de la red deben ser compartidos por todos los usuarios.

En este contexto, la negociación de calidad del servicio entre el equipo terminal, la capa de servicio y la capa de transporte de NGN, permitirá llegar a un acuerdo que considere las condiciones reales de la red y los requerimientos de calidad del servicio para su óptima entrega.

Considerando que hasta el momento los esfuerzos para la entrega de QoS en redes IP, no establecen de forma clara los procesos que se deben llevar a cabo entre los elementos involucrados en la negociación de QoS en una arquitectura NGN, se hace

necesario identificar los elementos, protocolos e interfaces involucrados, proponer las fases para realizar un proceso de negociación de QoS y plantear un escenario teórico para un tipo de servicio con el objetivo de apreciar el proceso que se va a definir.

Por lo anterior, surge la idea de realizar el trabajo de grado “Proceso de negociación de calidad del servicio en una arquitectura NGN” que relacione las funciones de los niveles de transporte y servicio, con el fin de acordar los parámetros de QoS más convenientes para el establecimiento de la sesión y garantizar al usuario la calidad de servicio requerida para el envío de su información.

Este documento está organizado de la siguiente manera:

El capítulo 1 presenta una visión general de la arquitectura NGN, sus características, componentes funcionales y su mecanismo para el soporte de QoS.

En el capítulo 2 se propone una definición del proceso de negociación de QoS en una arquitectura NGN, se describen los elementos, interfaces y protocolos en el nivel de transporte y servicio involucrados en este proceso.

En el capítulo 3 se propone y describe un proceso de negociación de QoS en el contexto de redes de nueva generación, donde se definen las fases y procedimientos necesarios y que tendrá en cuenta los niveles de la arquitectura NGN y las relaciones entre ellos.

Posteriormente, en el capítulo 4 se plantea un escenario teórico en el que se aprecie el proceso definido en el capítulo 3, para el servicio de Video bajo Demanda (VoD: Video on Demand).

Finalmente, el capítulo 5 presenta las conclusiones del proyecto realizado y las recomendaciones para el desarrollo de trabajos futuros en esta línea de investigación.

CAPÍTULO I

ARQUITECTURA DE RED DE NUEVA GENERACIÓN

La Red de Nueva Generación, adopta un concepto basado en la separación entre dos niveles: nivel de transporte y nivel de servicio, con el fin de proporcionar una plataforma que soporte la creciente demanda de servicios multimedia, independientemente de las tecnologías de transporte y de red de acceso que se utilicen [1]. En ese marco, el desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones sobre una infraestructura de red basada en el Protocolo de Internet, ha motivado la necesidad de proveer QoS a los servicios prestados a los usuarios y cumplir con sus expectativas de calidad.

Este capítulo introduce una visión general de la arquitectura NGN, sus características, componentes funcionales y el soporte de QoS con el fin de reconocer el contexto en el que se va a desarrollar el proyecto.

1.1 DEFINICIÓN DE NGN

La Red de Nueva Generación sigue un modelo de referencia basado en una arquitectura que facilita la convergencia de redes y servicios sobre una infraestructura IP. La Recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU: International Telecommunication Union) Y.2001 [2] brinda la definición de NGN:

“Red basada en paquetes capaz de proporcionar servicios de telecomunicación y en la que se utilizan múltiples tecnologías de transporte de banda ancha propiciadas por la QoS, y en la cual las funciones relacionadas con los servicios son independientes de las tecnologías subyacentes relacionadas con el transporte. Permite a los usuarios el acceso sin restricciones a redes y a proveedores de servicios y/o servicios de su elección. Soporta movilidad generalizada que permitirá la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios.”

De la definición se abstrae, que en la NGN debe existir una separación funcional entre los niveles o estratos de transporte y servicio, permitiendo la evolución de cada uno de manera independiente. Sin embargo, es importante resaltar que la interacción existente entre dichos niveles debe ser lo más clara posible para que todos los procesos de comunicación se den de forma efectiva. Uno de tales procesos está relacionado con la calidad del servicio demandada por el usuario, la cual requiere la cooperación de los dos estratos para brindar los recursos necesarios en el momento de la transferencia de su información a través de la red, soportando al mismo tiempo la movilidad de usuarios y convergencia de servicios.

1.2 ARQUITECTURA FUNCIONAL DE LA NGN

Entre las iniciativas en el desarrollo de la red de nueva generación existen dos organismos de gran relevancia: el Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI: European Telecommunications Standards Institute) a través del proyecto de Servicios Convergentes de Telecomunicaciones e Internet y Protocolos para Redes Avanzadas (TISPAN: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking) trabaja en la especificación de una arquitectura NGN orientada a subsistemas, que permite la introducción de nuevos componentes para cubrir nuevas demandas y tipos de servicios, además de posibilitar la adición de subsistemas definidos por otros organismos de estandarización [3]. Esta arquitectura sigue el modelo de referencia general para NGN descrito por la ITU-T en [1], por lo tanto está estructurada en un

nivel de servicio y un nivel de transporte, basado en IP. Por otro lado debido a los diferentes trabajos para el desarrollo de estándares en NGN, la ITU-T se encargó de coordinar todos estos aspectos de estudio y específicamente de globalizar los resultados del proyecto TISPAN, a través del grupo FGNGN (Focus Group NGN), proponiendo de esta manera una visión general de la arquitectura funcional de NGN que se describe detalladamente en [4].

La figura 1 presenta una visión general de la arquitectura NGN propuesta por la ITU-T, donde se identifican las funciones en cada uno de los estratos (servicio y transporte), que dan soporte a toda la gama de servicios no solo multimedia sino también los ofrecidos por las redes tradicionales.

Los flujos de datos provenientes de los usuarios pueden ser soportados por cualquier tipo de tecnología de acceso que permita la respectiva conectividad IP.

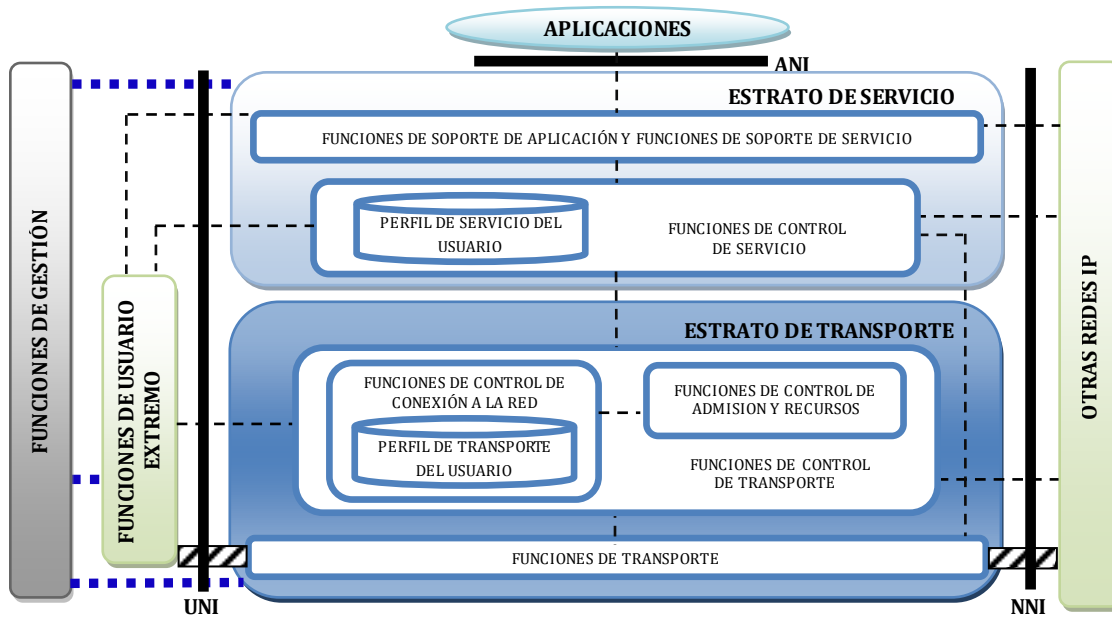


Figura 1. Arquitectura Funcional de NGN [4].

1.2.1 Nivel de Servicio

El nivel de servicio está conformado por un conjunto de funcionalidades que permiten el control de las sesiones en la transferencia de los datos relacionados con los servicios que demande el usuario, además contiene las funciones que proveen las aplicaciones y los servicios basados y no basados en sesión.

El estrato de servicio se divide en las siguientes funciones:

- **Funciones de Control de Servicio (SCF: Service Control Functions):**

Las funciones de Control de Servicio incluyen las funciones de control de sesión, funciones de registro y funciones de autenticación y autorización a nivel de servicio, las cuales permiten el acceso de los terminales de usuario a la plataforma de servicios y mantienen el estado de las sesiones para la prestación de los mismos.

La SCF permite el control de las entidades funcionales de pasarelas de borde a través del control en el estrato de transporte para facilitar la interconexión con otras redes de paquetes y tradicionales.

Dentro de las funciones de control del estrato de servicio existe una base de datos “Perfil de servicio del usuario” que contiene la recopilación de los datos de usuario y otros datos de control.

- **Funciones de soporte de aplicación y de soporte de servicio:**

Contienen las funciones de pasarela, de registro, de autenticación y autorización en la capa de aplicación, su tarea principal es colaborar con las funciones de control de servicio para proporcionar servicios de valor agregado a los usuarios NGN; las funciones de aplicación y de soporte de servicio interactúan con el bloque de Aplicaciones por medio de la Interfaz de Red de Aplicaciones (ANI: Application Network Interface).

1.2.2 Nivel de Transporte

El estrato de transporte establece la conectividad de los usuarios a la red por medio del protocolo IP; comprende las funciones de transporte y las de control de transporte, mencionadas a continuación.

- **Funciones de control de transporte.**

Las funciones de control de transporte incluyen las Funciones de Control de Conexión a la Red (NACF: Network Attachment Control Functions), que configuran la red de acceso al suministrar los parámetros de red y las direcciones IP a los equipos de usuario, con base en su información de perfil de transporte almacenada en una base de datos. Por otro lado las Funciones de Control de Admisión de Recursos (RACF: Resource and Admission Control Function), tienen como objetivo tomar la decisión final para el control de recursos de transporte, considerando las reglas de políticas de red, la

información de las funciones de transporte y la información de perfil de usuario recibida de la NACF.

- Funciones de transporte.

Las funciones de transporte establecen la conectividad IP entre los componentes de la red para la transferencia de información, ya sea de medios, de control o de gestión a lo largo de todo el trayecto, desde la red de acceso de los usuarios, por medio de sus respectivas funciones, hasta la red de núcleo con las funciones en el núcleo de transporte.

Otras funciones de transporte incluyen, las funciones de pasarela que permiten la interconexión con redes tradicionales y las funciones para el procesamiento de la información a transmitir: audio, video o datos.

1.2.3 Funciones de Gestión

Estas funciones permiten al operador gestionar la red con el objetivo de prestar los servicios NGN con la calidad, seguridad y fiabilidad esperadas, a partir de su distribución por toda la arquitectura de red en cada entidad funcional que la conforma. La gestión de las redes de próxima generación debe facilitar a los proveedores de servicios y de red planificar, configurar, instalar, mantener, explotar y administrar los recursos y servicios de las NGN [5].

1.2.4 Funciones de Usuario Final

El acceso del usuario final a la NGN permite el intercambio de información tanto de medios como de control y gestión y no está supeditado a un tipo de equipo de usuario particular, ni se establecen las diversas interfaces y redes de usuario extremo que pueden conectarse a la red de acceso NGN.

Respecto a la arquitectura NGN, ETSI también considera la división en dos niveles (transporte y servicio) y las funciones propuestas por la ITU-T en cada uno de estos son similares a los subsistemas propuestos por la ETSI.

1.3 CALIDAD DE SERVICIO EN NGN

El soporte de calidad de servicio de las aplicaciones es uno de los principales requerimientos que las redes de nueva generación deben considerar, actualmente existen algunas arquitecturas y modelos para proporcionar QoS a nivel IP, por ejemplo los organismos de normalización en el sector de las telecomunicaciones han desarrollado ciertos esfuerzos en este campo, en el caso de ETSI, TISPAN presenta una arquitectura funcional para la gestión de recursos de red en el acceso y redes de agregación llamada Subsistema de Control de Admisión y Recursos (RACS: Resource and Admission Control Sub-system) [6] el cual se encarga del control por políticas, reserva de recursos y control de admisión. Por su parte el Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet (IETF: Internet Engineering Task Force) enfoca su trabajo de control de QoS en la gestión de recursos y desarrollo de los protocolos de señalización de QoS proponiendo los modelos de reserva de recursos: Servicios Integrados (IntServ: Integrated Services) y de clasificación del servicio: Servicios Diferenciados (Diffserv: Differentiated Services).

La manera de ofrecer calidad de servicio en la arquitectura recomendada por la ITU-T se enfoca en la gestión, control y asignación de los recursos de transporte en tiempo real, basándose en políticas de red y estado de los recursos [7] en todos los segmentos de la red: acceso, borde y núcleo por medio de una Función de Control de Admisión y Recursos: RACF, que en general es muy similar al RACS con algunas diferencias como el área de control que tienen, ya que el núcleo de red está fuera del alcance del RACS, el cual está definido solo para redes fijas a diferencia de la RACF que cubre tanto redes fijas como móviles [8].

Esta arquitectura de control de admisión y recursos permite ofrecer QoS en las redes de nueva generación cumpliendo con los siguientes tipos de QoS definidos en [7].

- QoS relativa: Los parámetros de calidad de servicio no se expresan en términos absolutos, lo que implica que la diferenciación del tráfico del usuario se realiza por medio de clases que reciben distintos tratamientos de calidad.
- QoS absoluta: Los parámetros de calidad de servicio se solicitan con valores absolutos y la reserva de recursos se realiza antes de proporcionar el servicio, además los límites en estos parámetros están determinados por la disponibilidad de recursos de red para brindar la QoS deseada.

En un ambiente NGN, el componente crítico que proporciona soporte para control de QoS extremo a extremo es el RACF, el cual provee las funciones necesarias para solicitar y reservar recursos de red en el nivel de transporte que permitan satisfacer los requisitos de QoS demandados por las aplicaciones y servicios en la NGN, en el

siguiente capítulo se profundizará acerca de las funciones que cumple el RACF para realizar control de QoS.

El desarrollo de este capítulo ofreció una visión general de la arquitectura NGN, sus principales funcionalidades y su mecanismo de provisionamiento de calidad de servicio, según los trabajos realizados por los organismos especializados en el campo de las telecomunicaciones ITU-T y ETSI, de esta manera se concluye que la necesidad de proporcionar QoS en el contexto de las redes de nueva generación requiere de la definición y descripción de un proceso de negociación de QoS donde el usuario, la capa de transporte y la capa de servicio acuerden la sesión que se va a establecer, proporcionando un servicio con calidad, lo que resulta en una configuración de parámetros y desarrollo de procesos necesarios dentro de la arquitectura de red.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, en la definición de un proceso de negociación se hace necesario identificar y relacionar claramente los elementos y parámetros de QoS en la arquitectura NGN de tal forma que abarque las funciones de los niveles de transporte y servicio de manera conjunta.

CAPÍTULO II

ELEMENTOS, INTERFACES Y PROTOCOLOS PARA EL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE QoS EN NGN

El uso masivo de los distintos servicios que se pueden ofrecer a través de la arquitectura NGN, como servicios multimedia en tiempo real y servicios de transferencia de datos para usuarios tanto fijos como móviles, demanda que sean proporcionados con diferentes niveles de QoS, desde el convencional best effort hasta los más exigentes requerimientos de calidad.

Para propiciar calidad de servicio en redes de nueva generación, es necesario definir un proceso de negociación que relacione las funciones de los niveles de transporte y servicio, con el fin de acordar los parámetros de QoS más convenientes para el establecimiento de la sesión y garantizar al usuario la calidad de servicio requerida para el envío de su información.

Las organizaciones de estandarización han creado diversas arquitecturas de control para el soporte de QoS en las redes basadas en paquetes [8], este documento analiza la normatividad generada por la ITU-T para la gestión de los recursos y el control de QoS en NGN, y con base en ello se identifican los elementos interfaces y protocolos para el proceso de negociación de QoS.

En este capítulo se define y describe un proceso de negociación, se identifican los elementos tanto en el nivel de transporte y servicio de la arquitectura NGN involucrados en el control de QoS y se especifican los protocolos que permiten la comunicación entre ellos, de tal manera que se efectúe un proceso de negociación dinámica de los parámetros de QoS que definen un servicio.

2.1 DEFINICIÓN DEL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE QoS EN NGN

Con base en el análisis que implica todo lo relacionado con proporcionar calidad de servicio en la arquitectura NGN, se propone la definición del proceso de negociación de QoS como:

Conjunto de fases sucesivas, que permiten al usuario solicitar y acordar con la red la QoS que desea. A través de la interacción entre las respectivas entidades del nivel de servicio y del nivel de transporte, este método de negociación dinámica determina las funciones y procedimientos específicos de cada uno de los elementos y la configuración de los parámetros necesarios para la entrega de la QoS solicitada por el terminal de usuario¹.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS ASOCIADOS AL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE QoS

En esta sección se presentan los elementos involucrados en el proceso de negociación de QoS en cada nivel de la arquitectura NGN, enfatizando en las entidades funcionales que permiten la cooperación entre los dos estratos, para realizar la negociación y control de QoS.

A nivel de servicio, el Subsistema Multimedia IP (IMS: IP Multimedia Subsystem) es la solución recomendada en el plano de control, dado que esta arquitectura es capaz de soportar los servicios de telefonía en la NGN², servicios multimedia IP y su interconexión con redes tradicionales; y en el estrato de transporte se propone la arquitectura funcional de control de admisión y recursos de NGN, dentro de las cuales se especifican los elementos que permiten la relación entre los dos estratos.

2.2.1 Subsistema Multimedia IP en NGN

IMS es una arquitectura que facilita la entrega y creación de servicios multimedia [10], así como el soporte de interoperabilidad de redes y la convergencia de servicios basados en el Protocolo de Inicio de Sesión (SIP: Session Initiation Protocol).

¹ Definición propuesta por los autores.

² NGN contiene un componente de servicio para la emulación de la Red Telefónica Pública Conmutada/ Red Digital de Servicios Integrados RTPC/RDSI, este componente puede estar basado en IMS, y es capaz de prestar los servicios de emulación RTPC/RDSI para terminales tradicionales conectados a la NGN a través de pasarelas de acceso. [9].

Fue introducido en el Proyecto Asociado de Tercera Generación (3GPP: 3rd Generation Partnership Project) [11] y luego fue ampliado por ETSI en el ámbito de redes de nueva generación [12].

A continuación se describe como se emplea IMS como un componente en el contexto de las NGN, conforme a los principios fundamentales definidos en [2] y [1], especificando los elementos necesarios para propiciar el ofrecimiento de QoS en redes de nueva generación.

IMS es adaptado como “núcleo” en el plano de control dentro de la capa de servicio de NGN [13], para dar soporte a las capacidades requeridas por este nivel y proporcionar calidad de servicio a través de toda la arquitectura, por medio del intercambio de información con el nivel de transporte.

IMS contiene las entidades funcionales de red para el control de las sesiones a través de señalización SIP, en la prestación de servicios multimedia. Estas funciones facilitan la negociación de los parámetros que describen la sesión, como paso previo a la transmisión de la información del usuario.

La figura 2 muestra el subsistema multimedia IP para las redes de nueva generación como lo indica la recomendación ITU-T Y.2021 [13]. Las interfaces³ Cx, Mw y Gm, permiten el intercambio de información entre el equipo terminal y el nivel de servicio para iniciar el proceso de negociación de QoS en NGN.

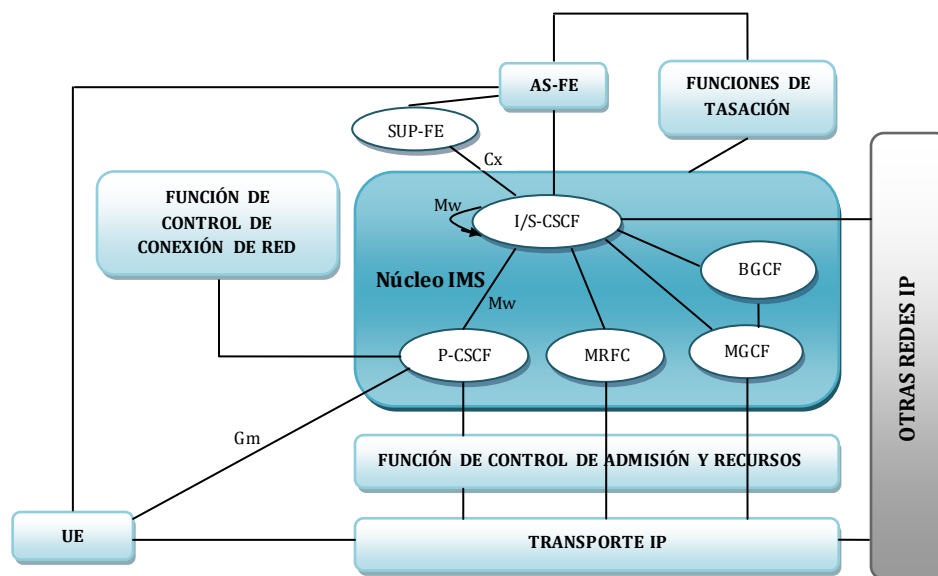


Figura 2. Subsistema Multimedia IP en NGN. Fuente: Por los autores adaptada de [13].

³ Unión entre dos entidades funcionales, se utiliza para identificar el tipo de información que pasa entre ellas.

En el núcleo IMS del estrato de servicio, se debe resaltar la importancia de las Funciones de Control de Sesión de Llamada (CSCF: Call Session Control Function), que gestionan las sesiones multimedia que se van a establecer, permitiendo el acceso del usuario a los servicios y la solicitud de calidad en el proceso de negociación. Dentro de estas funciones se encuentran las P-CSCF (Proxy CSCF), S-CSCF (Serving CSCF) e I-CSCF (Interrogating CSCF).

Además de las CSCF, otras funciones que hacen parte del núcleo IMS son: Función de Control de Pasarela de Medios (MGCF: Media Gateway Control Function), Función de Control de Pasarela de Borde (BGCF: Border Gateway Control Function) y Controlador de Función de Recursos Multimedia (MRFC: Multimedia Resource Function Controller), sin embargo, estas entidades no intervienen en el proceso de negociación de QoS entre el equipo de usuario y los niveles de transporte y servicio, ya que realizan funciones de interconexión con redes tradicionales.

La tabla 1 resume las funciones del núcleo IMS.

Tabla 1. Descripción de las funciones del núcleo IMS. [Por los autores].

| FUNCIONES | DESCRIPCIÓN |
|---------------|--|
| P-CSCF | El P-CSCF es el punto de entrada a IMS, se encarga de captar los requerimientos del equipo terminal por medio de señalización SIP, los cuales deben pasar obligatoriamente por el P-CSCF durante toda la sesión. Sus funcionalidades incluyen recibir cada solicitud SIP, consultar el perfil de usuario almacenado en la NACF para obtener información sobre la red de acceso y enrutar la señalización hacia la I-CSCF apropiada, asimismo liberar las sesiones establecidas bajo condiciones anormales. |
| I-CSCF | Es el nodo intermedio entre la P-CSCF y la S-CSCF, por lo tanto determina el camino de señalización para el envío de los mensajes SIP hacia la S-CSCF que va a servir al usuario. La selección de la S-CSCF depende de sus capacidades, los requerimientos del servicio, la ubicación de la red de acceso del usuario y la topología de red. Por otro lado, para que elementos externos a IMS no conozcan cómo se gestiona la señalización, la I-CSCF oculta información sobre la topología de la red por medio de la encriptación de los mensajes SIP. |

| | |
|---------------|--|
| S-CSCF | Es el elemento principal de la arquitectura IMS, debe estar localizado en la red del usuario, al cual se asigna una S-CSCF para procesar todos los mensajes SIP desde o hacia el terminal, proporcionando funcionalidades de control de sesión, autenticación y registro a los usuarios de IMS. |
| MGCF | Permite la interacción con las redes conmutadas por circuitos, por medio de la traducción de señalización SIP al Sistema de Señalización 7 (SS7: Signaling System 7) y viceversa. Para sesiones iniciadas por terminales en las redes tradicionales, la MGCF establece el próximo salto en el enrutamiento IP. |
| BGCF | Este elemento selecciona la MGCF para la interconexión de IMS con la red telefónica pública conmutada, cuando se quiere establecer una sesión desde un terminal IMS con un terminal tradicional. |
| MRFC | El MRFC en conjunto con las entidades funcionales de la capa de transporte, controla los recursos de red troncal que se van a utilizar en el soporte de los servicios que se brindan. |

En la capa de servicio aparte de las funciones de control de sesión de llamada para el proceso de negociación de QoS, se deben considerar la Entidad Funcional de Servidor de Aplicación (AS-FE: Application Server Functional Entity) y la Entidad Funcional de Perfil de Usuario de Servicio (SUP-FE: Service User Profile Functional Entity), que son detalladas en la tabla 2.

Tabla 2. Descripción de otras funciones en la capa de servicio. [Por los autores].

| FUNCIONES | DESCRIPCIÓN |
|------------------|--|
| AS-FE | Provee servicios específicos a los usuarios finales. Estos servidores se comunican con el núcleo IMS a través de la S-CSFC, por medio de mensajes SIP y utiliza reglas de filtrado para identificar las aplicaciones que son útiles para la sesión del usuario, ya que un AS puede tener varias aplicaciones. Por otra parte, el AS puede controlar el estado de la información de los medios interactuando con la entidad funcional MRFC. |

| | |
|---------------------------|--|
| SUP-FE⁴ | Contiene una o varias bases de datos que almacenan información para la autenticación y autorización de los usuarios a nivel de servicio y utiliza un sistema de filtrado para restringir el ingreso a la información de usuario, brindando seguridad ante entidades no reconocidas que deseen tener acceso a esta información. |
|---------------------------|--|

2.2.2 Arquitectura Funcional de Control de Admisión y Recursos en NGN

La estructura para la entrega de QoS en NGN que recomienda la ITU-T, incluye una arquitectura funcional de control de admisión y recursos, que puede abarcar una amplia gama de tecnologías de transporte en redes de acceso y núcleo, centrándose en las tareas desempeñadas por la RACF. Este componente realiza la gestión de recursos de transporte en tiempo real, a través de políticas de red y basándose en el estado de los recursos, con el fin soportar la calidad de servicio punto a punto.

La figura 3 presenta la arquitectura funcional genérica de control de admisión y recursos en NGN [7], que contiene las funcionalidades para el control de QoS en el estrato de transporte, resaltando las interfaces necesarias en el proceso de negociación.

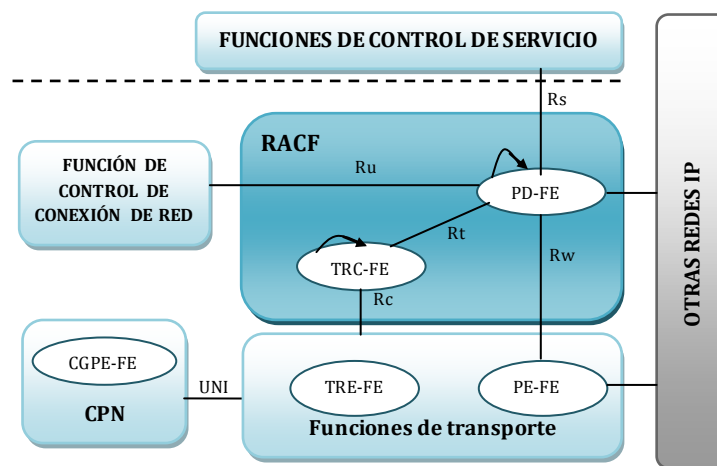


Figura 3. Arquitectura funcional genérica de control de admisión y recursos en NGN. Fuente: Por los autores adaptada de [7].

⁴ La entidad funcional SUP del núcleo IMS de la NGN es equivalente al Servidor de Suscripción Local (HSS: Home Subscriber Server) para el Sistema de Telecomunicaciones Móvil Universal (UMTS: Universal Mobile Telecommunications System) [13].

La RACF es el elemento de red más importante para la interacción entre las funciones de control en el nivel de servicio y las funciones de transferencia en el estrato de transporte, ya que actúa como mediador para proporcionar el control de recursos y de QoS en NGN.

El objetivo de la RACF es tomar las decisiones de control de admisión y recursos, basándose en la información de suscripción de transporte, los Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA: Service Level Agreement), las reglas de política de red, la prioridad del servicio y la información acerca de la disponibilidad de los recursos de transporte, a petición de las funciones de control de servicio o de las funciones de transporte.

La función de control de recursos y admisión comprende dos entidades funcionales: la Entidad Funcional de Decisión de Política (PD-FE: Policy Decision Functional Entity) y la Entidad Funcional de Control de Recursos de Transporte (TRC-FE: Transport Resource Control Functional Entity) [7], esta división permite soportar diversas redes en una estructura de control de recursos de red general, las principales tareas de estas entidades son: tomar decisiones políticas y determinar la disponibilidad de los recursos, respectivamente. La tabla 3 sintetiza las entidades funcionales que contiene la función de control de recursos y admisión:

Tabla 3. Descripción de las entidades funcionales de la RACF [Por los autores].

| FUNCIONES | DESCRIPCIÓN |
|---------------------|---|
| <p>PD-FE</p> | <p>Toma la decisión final sobre el control de admisión y recursos basada en reglas de políticas de operación de red, en los SLAs, en información del servicio proporcionada por la SCF, en información del perfil de usuario de red de acceso suministrada por la NACF y en los resultados de decisión de admisión basada en recursos, que provienen de la TRC-FE. Otra de sus tareas es controlar a la Entidad Funcional de Ejecución de Política (PE-FE: Policy Enforcement Functional Entity) para garantizar el cumplimiento de las decisiones.</p> <p>Las funciones de control de recursos que realiza la PD-FE son independientes de la tecnología de transporte y de las funciones de control de servicio, utiliza las reglas de políticas de operación provistas por los operadores de red, de acuerdo con el tipo de servicio [8].</p> <p>Esta entidad se encarga de las peticiones de recursos de QoS recibidas desde el estrato de servicio o desde las funciones de transporte.</p> |

| | |
|---------------|--|
| TRC-FE | <p>La TRC-FE realiza sus funciones independientemente del servicio solicitado y consiste de funciones de control de recursos sujetas a la tecnología de transporte que se utilice. Esta entidad funcional monitorea la topología y determina la disponibilidad de los recursos de la red, con el objetivo de autorizar el control de admisión.</p> <p>La recomendación ITU-T Y. 2111 [8], propone distintas maneras de distribuir las TRC-FEs en una red de transporte para controlar los diferentes subdominios o dominios de operadores.</p> |
|---------------|--|

La capa de control de transporte también incluye las funciones de control de conexión a la red, las cuales habilitan a otras entidades para la consulta de información de perfil de usuario asociada con el servicio.

La NACF provee funcionalidades relacionadas con el registro, inicialización y configuración del equipo de usuario para el acceso a los servicios NGN. A través de esta entidad funcional, el CPE tiene el punto de contacto con los componentes del estrato de servicio para establecer las sesiones.

La figura 4 muestra las entidades funcionales que hacen parte de la NACF [14], destacando las interfaces para el intercambio de información de conexión a la red que contribuyen en el proceso de negociación de QoS.

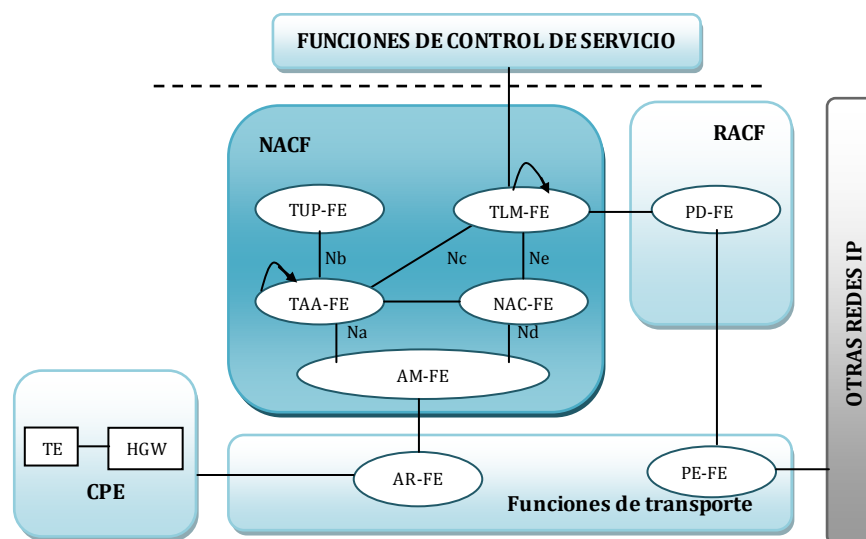


Figura 4. Entidades funcionales de control de conexión a la red NGN. Fuente: Por los autores adaptada de [14].

Las funciones de la NACF se resumen en la tabla 4:

Tabla 4. Descripción de las entidades funcionales de la NACF [Por los autores].

| FUNCIONES | DESCRIPCIÓN |
|------------------|--|
| AM-FE | La Entidad Funcional de Gestión de Acceso (AM-FE: Access Management Functional Entity), finaliza la conexión de transporte a nivel 2 entre el CPE y la NACF, trasladando las solicitudes emitidas por el CPE, para configuración IP, autenticación y autorización de usuario hacia las entidades correspondientes en la NACF. |
| NAC-FE | La Entidad Funcional de Configuración de Acceso a la Red (NAC-FE: Network Access Configuration Functional Entity), asigna la dirección IP al equipo de usuario y configura otros parámetros de red como: direcciones IP de servidores DNS, direcciones de proxies de señalización; para especificar los componentes del estrato de servicio y atribuye un identificador de la red de acceso a la cual el CPE está conectado. |
| TLM-FE | <p>La Entidad Funcional de Gestión de Localización de Transporte (TLM-FE: Transport Location Management Functional Entity), se encarga de registrar la asociación entre la dirección IP asignada al equipo de usuario y la información de localización de red proporcionada por la NAC-FE. Debe almacenar un identificador del equipo de usuario al cual se le ha asignado la dirección IP, así como la información con respecto a la privacidad de localización y el perfil de suscripción de transporte.</p> <p>La TLM-FE debe ser capaz de recuperar toda esta información si no la posee, a través de la Entidad Funcional de Autenticación y Autorización de Transporte (TAA-FE: Transport Authentication and Authorization Functional Entity).</p> |
| TAA-FE | Realiza la autenticación y autorización del equipo de usuario con base en la información de perfil de suscripción de transporte de red de acceso, contenida en la Entidad Funcional de Perfil de Usuario (TUP-FE: Transport User Profile Functional Entity). |

| | |
|---------------|--|
| | En caso de que la TAA-FE no se encuentre en el mismo dominio administrativo de la base de datos de perfiles de usuario, esta entidad puede actuar como proxy para re direccionar las solicitudes de autorización de acceso a la red hacia la TAA-FE servidora correspondiente. |
| TUP-FE | Esta entidad funcional contiene una base de datos llamada perfil de suscripción de transporte, con información de autenticación de la suscripción de los usuarios e información relacionada con la configuración de red de acceso. |

En el proceso de asignación de recursos es importante resaltar el papel que desempeñan las funciones de la red de transporte, ya que permiten la conectividad IP de todos los componentes separados físicamente y el acceso del usuario final a la NGN, bajo el control de la RACF.

En la arquitectura funcional de control de admisión y recursos se detallan las entidades de transporte que interactúan con las RACF para ejecutar los procesos pertinentes de control de QoS.

La tabla 5 detalla las entidades funcionales de transporte.

Tabla 5. Descripción de las entidades funcionales de transporte [Por los autores].

| FUNCIONES | DESCRIPCIÓN |
|------------------|---|
| TRE-FE | La Entidad Funcional de Ejecución de Recursos de Transporte (TRE-FE: Transport Resource Enforcement Functional Entity), tiene la responsabilidad de hacer cumplir las reglas de política de recursos de transporte generadas por la TRC-FE, desempeñando funciones que se basan solamente en información de enlace de transporte. |
| PE-FE | Es una pasarela en el borde de las redes de paquetes o entre el CPE y la red de acceso, encargada de hacer cumplir las decisiones de política de red y control de admisión, impuestas por la PD-FE para cada flujo de información. Entre las acciones que desempeña la PE-FE sobre el flujo de tráfico de usuario se encuentran: ejecución de políticas, filtrado de paquetes, |

| | |
|--|--|
| | marcado de QoS, Traducción de Dirección de Red y Puerto (NAPT: Network Address and Port Translation), recolección y reporte de la utilización de recursos. |
|--|--|

2.3 INTERFACES INVOLUCRADAS EN EL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE QoS

Una vez identificados los elementos en cada nivel de la arquitectura NGN, que hacen parte del proceso de negociación de QoS, es necesario describir cómo se lleva a cabo la comunicación entre las entidades funcionales, a través de las interfaces que se sintetizan en la tabla 6:

Tabla 6. Descripción de las interfaces involucradas en el proceso de negociación de QoS [Por los autores].

| NOMBRE DE LA INTERFAZ | ENTIDADES | DESCRIPCIÓN |
|-----------------------|-------------------|--|
| Gm | CPE - P-CSCF | Para el establecimiento, liberación y modificación de las sesiones multimedia, iniciadas entre el equipo terminal y las funciones de control de sesión de llamada. |
| Mw | P-CSCF - I/S-CSCF | Habilita la comunicación y el reenvío de mensajes de señalización entre las CSCF para la gestión de las sesiones que se establezcan. |
| Cx | I/S-CSCF – SUP-FE | Soporta la transferencia de información para los procedimientos relacionados con la gestión de localización, asignación de la S-CSCF, autenticación de usuario y manipulación de datos de usuario. |
| Rs | P-CSCF - PD-FE | Permite intercambiar información entre los dos niveles de NGN, para solicitar la autorización y reserva de recursos de QoS desde el nivel de servicio. |

| | | |
|-----------|-----------------|---|
| Na | AM-FE – TAA-FE | Esta interfaz permite a la AM-FE solicitar la autenticación de usuario y validar información de suscripción de transporte. |
| Nb | TAA-FE – TUP-FE | En la comunicación sobre esta interfaz se consulta información de perfil de usuario. |
| Nc | TAA-FE – TLM-FE | Es utilizada para registrar información de suscripción de recursos de transporte asociando al usuario con su correspondiente información de localización. |
| Nd | AM-FE – NAC-FE | Sobre esta interfaz se intercambia información de asignación de dirección IP y otros parámetros de configuración. |
| Ne | NAC-FE – TLM-FE | Es utilizada para indicar a la TLM-FE la dirección IP asignada a un CPE y las direcciones de los puertos físicos y lógicos. |
| Rw | PD-FE - PE-FE | A través de la interfaz Rw la PD-FE impulsa las decisiones de admisión a una PE-FE particular y permite que la PE-FE solicite decisiones de admisión. |
| Rt | PD-FE - TRC-FE | Esta interfaz permite que la PD-FE solicite a la TRC-FE, información de disponibilidad de recursos de QoS en la red de acceso y núcleo involucrada. Adicionalmente la TRC-FE puede obtener información de la NACF a través de la PD-FE. |
| Ru | PD-FE - TLM-FE | Proporciona a la RACF la capacidad de acceder al perfil de usuario para obtener información de suscripción de transporte e información del puerto físico y lógico asignado a una |

| | | |
|------------|--------------------------------|--|
| | | <p>dirección IP.</p> <p>El intercambio de información sobre la interfaz Ru, debe permitir tanto extraer como impulsar, desde o hacia la TLM-FE la información requerida para el control de QoS.</p> |
| Rc | TRC-FE-Funciones de transporte | Esta interfaz permite obtener información del estado de los recursos y de la topología de red de acceso o núcleo. |
| UNI | CPE - Funciones de transporte | La Interfaz Usuario- Red (UNI: User Network interface) permite al terminal de usuario transferir los parámetros de calidad de servicio a la red a través de señalización de QoS en camino acoplado, la cual indica que el trayecto de señalización de QoS es idéntico al trayecto de flujo de datos del usuario [8]. |

2.4 DESCRIPCIÓN DE PROTOCOLOS

Definidos los elementos involucrados en el proceso de negociación de QoS en la arquitectura funcional de NGN, es necesario describir los protocolos que pueden ser utilizados en las interfaces para la señalización de control de recursos [15].

2.4.1 Protocolo de Inicio de Sesión - SIP

IETF definió SIP como un protocolo de control de nivel de aplicación [16], básicamente para la gestión de sesiones multimedia, lo cual incluye localización de usuario final, intercambio de información para el establecimiento de una sesión, modificación y cancelación de las sesiones existentes.

SIP es independiente de los protocolos utilizados en la capa de transporte, por lo tanto puede ser soportado sobre diferentes protocolos de capas inferiores.

Al ser diseñado por este grupo de trabajo, su desarrollo se enfoca en la integración de servicios de Internet con la suficiente flexibilidad para adicionar nuevas funciones. En

este sentido, se han creado extensiones al protocolo básico, para cubrir diferentes entornos.

Otras extensiones de SIP, permiten que el equipo terminal establezca sesiones solicitando la QoS requerida, para lo cual es necesario que se reserven los recursos antes de continuar el establecimiento de la sesión. En [17] se presenta el concepto de precondiciones que se incluyen en los mensajes SIP, durante el intercambio de peticiones y respuestas entre el origen y destino, actualizando de esta manera la descripción de la sesión con QoS, que finalmente permite la reserva de los recursos en la red.

SIP en conjunto con el Protocolo de Descripción de Sesión (SDP: Session Description Protocol) son utilizados para el establecimiento, negociación, modificación y liberación de las sesiones multimedia iniciadas entre el equipo terminal y las funciones de control de sesión de llamada, a través de las interfaces Gm y Mw.

Los mensajes que SIP utiliza para señalización pueden ser de solicitudes (métodos) o respuestas (códigos de respuesta) y se conforman de tres partes: la primera donde se especifica la versión que SIP utiliza, se indica el objetivo de la solicitud o el código de respuesta; el siguiente campo contiene información de la sesión en formato texto como: ruta del mensaje, direcciones de origen y destino, identificador de la llamada entre otras, y por último, está el cuerpo del mensaje, que lleva información del protocolo de descripción de sesión, el cual se detallara más adelante. Los mensajes SIP son:

Tabla 7. Descripción de los mensajes SIP [Por los autores].

| MENSAJE | | FUNCIÓN |
|---------|--------|---|
| MÉTODOS | INVITE | Se utiliza para iniciar una sesión multimedia. |
| | ACK | Permite que el destino confirme que se ha recibido el mensaje final de aceptación a una solicitud INVITE. |
| | BYE | Es usado para finalizar una sesión multimedia ya establecida. |
| | CANCEL | Cancela el proceso de una sesión que no ha sido terminada. |

| | | |
|-----------------------------|-------------------------|--|
| | REGISTER | Permite registrar la dirección de localización del emisor del mensaje. |
| | PRACK | Confirma la recepción de respuestas provisionales y el destino debe responder con un 200 Ok para informar que el mensaje ha llegado correctamente. |
| | UPDATE | Modifica el estado de una sesión que se encuentra en progreso, puede realizar negociaciones de parámetros de QoS antes de establecer la sesión. |
| CÓDIGOS DE RESPUESTA | TRYING | Se emplea como una respuesta provisional, que indica que el siguiente salto recibió correctamente el mensaje INVITE. |
| | SESSION PROGRESS | Proporciona información acerca del progreso de la sesión y puede contener los parámetros de QoS que se negocian durante su establecimiento. |
| | RINGING | Es una respuesta para alertar al origen de que el mensaje INVITE ha sido recibido. |
| | 200 OK | Mensaje de aceptación a una solicitud INVITE o para dar respuesta a otras solicitudes. |

2.4.2 Protocolo de Descripción de Sesión - SDP

El protocolo SDP diseñado por IETF [18], contiene la descripción de la sesión multimedia, especificando las características de los medios que se intercambian entre los actores involucrados, aunque se debe aclarar que no transporta el flujo de medios.

La información que contiene el mensaje SDP está relacionada con: la versión del protocolo, el nombre y el objetivo de la sesión, tiempo de duración, medios que incluirá, direcciones y puertos que se utilizarán en la sesión.

Gracias al intercambio de la información mencionada, se negocian los parámetros de QoS que se van a manejar en la sesión.

2.4.3 Protocolo DIAMETER

Protocolo diseñado por la IETF y especificado en [19], para proveer Autenticación, Autorización y Tarificación (AAA: Authentication, Authorization and Accounting) en el acceso a la red. Utiliza una estructura cliente/servidor, en la que el cliente es un dispositivo en el borde de la red que realiza el control de acceso y el servidor puede ser un proxy o agente de traducción o redirección.

Algunas de las características definidas en el protocolo base Diameter, incluyen la seguridad en sus mensajes, el uso de sesiones para el control de recursos y consideraciones de enrutamiento, entre otras.

Todos los datos entregados por el protocolo son enviados a través de Pares de Atributo-Valor (AVP: Attribute-Value Pairs), los cuales incluyen un encabezado para encapsular datos específicos del protocolo e información de autorización, autenticación y contabilización. Los AVPs son definidos en el protocolo base Diameter pero su alcance puede ampliarse con la creación de nuevas AVPs para aplicaciones del protocolo en diferentes interfaces.

En este marco el protocolo Diameter puede ser ampliamente utilizado en algunas de las interfaces utilizadas para el proceso de negociación de QoS en NGN, realizando modificaciones en los métodos, comandos, AVPs y códigos de eventos definidos en el protocolo base Diameter [19] y en la Aplicación de Control de Crédito Diameter [20].

A continuación se listan las interfaces en las que Diameter es una alternativa adecuada para la interacción entre las entidades implicadas:

- Interfaz Rs: Según la recomendación ITU Q.3301.1 [21], la función de control de servicio que en este caso será la P-CSCF, actúa como un cliente Diameter solicitando la autorización para utilizar los recursos de la red. Mientras que la PD-FE desempeña el papel de un servidor Diameter que controla dichas solicitudes de autorización.
- Interfaz Rw: La recomendación ITU-T Q.3303.3 [22] define la adaptación de Diameter para esta interfaz, en la cual la PD-FE actúa como un servidor Diameter que maneja las solicitudes de autorización para un área particular y la PE-FE actúa como el cliente Diameter que hace las peticiones de autorización para utilizar los recursos de red.
- Interfaz Rt: La aplicación de Diameter para Rt, según la recomendación ITU-T Q.3305.1 [23], indica que la TRC-FE actúa como un servidor Diameter y la PD-

FE como un cliente, que pueden estar ubicadas en distintos dominios de operadores.

- Interfaz Ru: La recomendación ITU-T Q.3223 [24] provee las extensiones del protocolo Diameter para el cumplimiento de los requerimientos en esta interfaz, donde la TLM-FE funciona como un servidor Diameter capaz de suministrar información de perfil de red de transporte al Cliente Diameter PD-FE.
- Interfaz Cx: El protocolo Diameter es utilizado sobre la interfaz Cx de acuerdo con 3GPP 29.229 [25], que define a la I/S-CSCF como el cliente Diameter para consultar información de suscripción del usuario a un servidor Diameter SUP-FE.
- Interfaces Na, Nb, Nc, Ne: Estas interfaces que hacen parte de la NACF permiten realizar la conexión a la red aplicando extensiones del protocolo Diameter como se señala en ETSI TS 183 059-1 [26] y RFC 4072 [27].

La tabla 8 presenta los mensajes utilizados por el protocolo Diameter y las entidades funcionales de origen y destino en cada uno de ellos.

Tabla 8. Descripción de los mensajes Diameter [Por los autores].

| MENSAJE | FUNCIÓN | ORIGEN | DESTINO |
|---|---|-----------------|-----------------|
| Authentication- Authorization- Request (AAR) | Enviado para reservar, comprometer, modificar, liberar y actualizar operaciones de control de recursos de transporte. | P-CSCF PD-FE | PD-FE TRC-FE |
| Authentication- Authorization- Answer (AAA) | Se envía en respuesta a un mensaje AAR. | PD-FE TRC-FE | P-CSCF PD-FE |
| Re-Auth- Request (RAR) | Este mensaje indica una acción específica como liberación de recursos o expiración de una reserva. | PD-FE TRC-FE | P-CSCF PD-FE |
| | Es enviado con el objetivo de modificar las decisiones de políticas para una sesión de | PD-FE | PE-FE |

| | | | |
|--|--|--------------------------|--------------------------|
| | recursos existente que ha sido solicitada previamente por las funciones de control de servicio. | | |
| Re-Auth-Answer (RAA) | Mensaje en respuesta a un RAR. | P-CSCF PD-FE PE-FE | PD-FE TRC-FE PD-FE |
| Session-Termination-Request (STR) | Informa que una sesión autorizada será terminada. | P-CSCF PD-FE | PD-FE TRC-FE |
| Session-Termination-Answer (STA) | Es enviado en respuesta a un mensaje STR. | PD-FE TRC-FE | P-CSCF PD-FE |
| Abort-Session-Request (ASR) | Enviado para informar que todos los recursos para la sesión autorizada no están disponibles. | PD-FE TRC-FE PD-FE | P-CSCF PD-FE PE-FE |
| Abort-Session-Answer (ASA) | El mensaje ASA es enviado en respuesta a un mensaje ASR. | P-CSCF PD-FE PE-FE | PD-FE TRC-FE PD-FE |
| Policy-Install-Request (PIR) | Es un mensaje enviado para iniciar una sesión de control de recursos, que contiene la información de decisión de políticas a ejecutar. | PD-FE | PE-FE |
| Policy-Install-Answer (PIA) | Mensaje enviado en respuesta a un PIR. | PE-FE | PD-FE |

| | | | |
|--|---|----------------------------|---------------------------|
| Credit-Control-Request (CCR) | Este mensaje permite solicitar la configuración de decisión de políticas para una transmisión de datos y también puede ser utilizado para indicar la finalización del flujo de datos. | PE-FE | PD-FE |
| Credit-Control-Answer (CCA) | Mensaje como respuesta a un CCR, para proporcionar las decisiones de políticas e iniciar la ejecución para un flujo de datos determinado. | PD-FE | PE-FE |
| User-Data-Request (UDR) | Mensaje de petición de información de recursos de transporte, para solicitar los datos de perfil de red de transporte de acceso. | PD-FE TAA-FE | TLM-FE TUP-FE |
| User-Data-Answer (UDA) | Es un mensaje enviado en respuesta a un UDR, para proporcionar la información solicitada. | TLM-FE TUP-FE | PD-FE TAA-FE |
| Push-Notification-Request (PNR) | <p>Mensaje de indicación de información de recursos de transporte, enviado para suministrar el perfil de red de transporte de acceso, cuando una dirección IP asignada a un equipo de usuario o el perfil correspondiente han cambiado.</p> <p>El mensaje PNR también es utilizado como una notificación de liberación de recursos de transporte enviada por la TLM –FE, en caso de que un evento externo indique la liberación de la dirección IP asignada o la pérdida de conexión a nivel 2.</p> | TLM-FE TAA-FE NAC-FE | PD-FE TLM-FE TLM-FE |
| Push-Notification-Answer (PNA) | Mensaje enviado como acuse de recibo a un PNR. | PD-FE TLM-FE | TLM-FE TAA-FE |

| | | TLM-FE | NAC-FE |
|---|--|--------------|----------|
| User- Authorization- Request (UAR) | Solicita la autorización de registro del usuario multimedia obteniendo el estado de su registro. | I/S- CSCF | SUP-FE |
| User- Authorization- Answer (UAA) | Permite obtener la respuesta del estado de registro del usuario. | SUP-FE | I/S-CSCF |
| Diameter-EAP- Request | Solicitud de autenticación y autorización, que contiene la carga del Protocolo de Autenticación Extensible (EAP: Extensible Authentication Protocol) con identificación del cliente. | AM-FE | TAA-FE |
| Diameter-EAP- Answer | Sirve para comunicar al cliente que el proceso de autenticación ha sido realizado correctamente o ha fallado, indicando la carga EAP correspondiente. | TAA-FE | AM-FE |

2.4.4 Protocolo de Servicio de Políticas Comunes Abiertas (COPS: Common Open Policy Service)

Protocolo diseñado por la IETF y definido en [28] y [29], soporta el control de políticas para protocolos de señalización de QoS, se basa en mensajes de petición y respuesta entre un servidor de políticas y distintos clientes que se encargan de ejecutarlas.

COPS utiliza el concepto de un objeto manejador denominado “Client Handle”, como el identificador de la combinación de las políticas que van a ser establecidas, modificadas o eliminadas de un servidor de políticas.

El protocolo COPS debe soportar la transmisión de las decisiones de políticas que contienen información de descripción del flujo de medios IP, información de QoS, de acción de control de recursos (reservación de recursos), de selección de ruta, entre otros. El intercambio de estos datos se hace a través de la Base de Información de

Políticas (PIB: Policy Information Base) la cual tiene una organización en árbol; sus ramas son llamadas Clases de Aproveccionamiento (PRCs: Provisioning Class) y representan la estructura de los datos, estas suministran las Instancias de Aproveccionamiento (PRI: Provisioning Instance) o atributos COPS [29].

Se hace uso de versiones modificadas del protocolo COPS en algunas de las interfaces necesarias para el proceso de negociación de QoS, conservando los mensajes utilizados para el control de políticas, establecimiento, mantenimiento de la conexión y sincronización entre las entidades implicadas, como se indica a continuación:

- Interfaz Rw: La adaptación de COPS para Rw se especifica en la recomendación ITU-T Q.3303.1 [30], donde el Client Handle sirve para el intercambio de solicitudes o decisiones de políticas entre el servidor PD-FE y el cliente PE-FE que realiza la ejecución de las mismas.
- Interfaz Rc: De acuerdo con la recomendación ITU-T Q.3304.1 [31], del protocolo COPS en esta interfaz, la TRC-FE actúa como el punto de decisión de políticas, y las funciones de transporte como el punto de ejecución.

La descripción de los mensajes utilizados por el protocolo COPS se detalla en la tabla 9, con las funciones que cumplen para cada interfaz.

Tabla 9. Descripción de los mensajes COPS [Por los autores].

| MENSAJE | FUNCIÓN | ORIGEN | DESTINO |
|-----------------------|--|---------------|----------------|
| Request (REQ) | Mensaje enviado para solicitar la configuración de las decisiones. La entidad de ejecución de políticas envía la información de la conexión lógica o física de la red de acceso a la cual el equipo terminal está conectado para que la PD-FE tome la decisión de políticas que se deben instalar. | PE-FE | PD-FE |
| Decisión (DEC) | A través de este mensaje se imponen las decisiones de admisión final, contiene información de políticas basadas en el flujo de datos e información de políticas basadas en el usuario. | PD-FE | PE-FE |

| | | | |
|-----------------------------------|---|-------------------------|-------------------------|
| | <p>Provee las políticas para indicar a las funciones de transporte la información de disponibilidad de recursos que desea adquirir.</p> <p>La TRC-FE puede enviar otros mensajes DEC si existen modificaciones en las políticas o si requiere que las funciones de transporte envíen información adicional.</p> | TRC-FE | funciones de transporte |
| Report State (RPT) | El mensaje RPT se utiliza para informar acerca de los resultados del procesamiento de los mensajes del servicio o del estado de los recursos. | PE-FE | PD-FE |
| | Proporciona la información requerida por la TRC-FE de acuerdo con las políticas instaladas a través del mensaje DEC. | Funciones de transporte | TRC-FE |
| Delete Request State (DRQ) | El mensaje DRQ permite anunciar un conjunto de políticas; a través de un identificador, que deben ser removidas de la PD-FE, incluyendo las razones para esta decisión. | PE-FE | PD-FE |

2.4.5 Protocolo H.248

El protocolo H.248 es definido por la ETSI en [32], para funcionalidades de control de pasarelas, permite la interacción entre Controladores de Pasarela de Medios (MGC: Media Gateway Controller) y Pasarelas de Medios (MG: Media Gateway).

De acuerdo con la recomendación ITU-T Q.3303.2 [33], H.248 satisface los requerimientos para el intercambio de flujo de información a través de la interfaz *Rw*, en este contexto la PD-FE tiene el papel de una MGC y la PE-FE desempeña el papel de una MG.

2.4.6 Protocolo Simple de Gestión de Red (SNMP: Simple Network Management Protocol).

El protocolo SNMP facilita la gestión y supervisión de los elementos de la red, con el objetivo de hallar las causas y soluciones a los problemas existentes.

Este sistema de administración de red utiliza dos elementos principales: un gestor y los agentes. El gestor es el terminal que permite realizar solicitudes de administración a los agentes que son entidades que se encuentran en los dispositivos de red de transporte para su reconocimiento en SNMP.

SNMP es una alternativa adecuada para operar en la interfaz Rc, conforme a la recomendación ITU-T Q.3304.2 [34]. En esta interfaz, la TRC-FE actúa como un gestor SNMP y las funciones de transporte como agentes. La tabla 10 resume los mensajes SNMP utilizados para esta aplicación:

Tabla 10. Descripción de los Mensajes SNMP [Por los autores].

| MENSAJE | FUNCIÓN | ORIGEN | DESTINO |
|---|--|-------------------------|-------------------------|
| Consulta del estado de los recursos (SNMP-get) | Mensaje enviado para obtener información del estado de los recursos de las funciones de transporte. | TRC-FE | Funciones de transporte |
| Reporte del estado de los recursos (SNMP-trap) | Las funciones de transporte envían este mensaje como respuesta a un SNMP-get o cuando se presentan cambios de estado en las interfaces de los elementos de transporte, con el objetivo de que la TRC-FE actualice la información del estado de los recursos. | Funciones de transporte | TRC-FE |

2.4.7 Protocolo de Reserva de Recursos (RSVP: ReSerVation Protocol)

RSVP es un protocolo de señalización capaz de soportar las funcionalidades de la interfaz usuario/red UNI para la reserva de recursos, cuyo objetivo es el de especificar y mantener los recursos necesarios para la sesión [35].

Las aplicaciones de tiempo real pueden utilizar este protocolo para reservar recursos en los enrutadores que se encuentran en una determinada ruta con el objetivo de asegurar los recursos necesarios para la transmisión de sus datos.

Tabla 11. Descripción de los mensajes RSVP [Por los autores].

| MENSAJE | FUNCIÓN | ORIGEN | DESTINO |
|----------------|--|-------------------------|-------------------------|
| PATH | Mensaje con el que el CPE solicita la creación de una conexión a la red, para iniciar la reserva de recursos a las funciones de transporte, este define un conjunto de atributos que describen los requerimientos de la conexión, proporcionando información de enrutamiento y especificación de tráfico. El mensaje PATH también se utiliza para que el CPE solicite eliminar la conexión. | CPE | Funciones de transporte |
| RESV | Mensaje que confirma el establecimiento de una conexión, es enviado por las funciones de transporte como respuesta a un mensaje PATH. El mensaje RESV recorre el camino inverso al mensaje PATH, así el CPE puede iniciar la transmisión de datos sobre la conexión establecida. El mensaje RESV también se utiliza cuando las funciones de transporte desean eliminar la conexión por alguna falla en la red. | Funciones de transporte | CPE |
| PATHErr | Este mensaje también funciona como respuesta para la confirmación del establecimiento de una conexión, en este caso las funciones de transporte validan el mensaje PATH enviado por el CPE, si detectan algún error envían el mensaje PATHErr para informar que no se puede realizar la conexión para la reserva de recursos. | CPE | Funciones de transporte |

| | | | |
|------------------|---|-----|-------------------------|
| RESVConf | Permite al CPE confirmar el establecimiento de la conexión enviando este mensaje a las funciones de transporte como confirmación a la recepción del mensaje RESV. | CPE | Funciones de transporte |
| PATH Tear | Mensaje enviado como respuesta a una solicitud para eliminar la ruta de encaminamiento generada por el mensaje PATH. | CPE | Funciones de transporte |
| RESVErr | Enviado para reportar errores en la reserva de los recursos. | CPE | Funciones de transporte |

2.5 SELECCIÓN DE LOS PROTOCOLOS UTILIZADOS EN EL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE QoS.

La tabla 12 presenta una síntesis de los protocolos utilizados en cada interfaz.

Tabla 12. Relación de Protocolos e Interfaces que pueden ser utilizados para el proceso de negociación [Por los autores].

| INTERFAZ PROTOCOLO | Gm | Mw | Cx | Rs | Na | Nb | Nc | Ne | Rw | Rt | Ru | Rc | UNI |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| SIP | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | | |
| SDP | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | | |
| DIAMETER | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| COPS | | | | | | | | | ✓ | | | ✓ | |
| H.248 | | | | | | | | | ✓ | | | | |
| SNMP | | | | | | | | | | | | ✓ | |
| RSVP | | | | | | | | | | | | | ✓ |

Como se observa, en las interfaces R_w y R_c se pueden aplicar varias alternativas de protocolos, lo que lleva a seleccionar el más apropiado de acuerdo a los siguientes criterios:

- Interfaz R_w :

Los protocolos H.248 y Diameter propuestos para la transferencia del flujo de información en esta interfaz, implementan extensiones para el control de políticas de red, aunque no fueron creados con este fin.

El protocolo H.248 fue diseñado para el control de pasarelas de medios permitiendo la interconexión entre diferentes tipos de redes; por otro lado el protocolo Diameter se diseñó para la autenticación, autorización y tarificación para el acceso a una red.

Por su parte, el protocolo COPS fue creado para la administración configuración y ejecución de políticas, ofreciendo la posibilidad de intercambiar este tipo de información. Por esto, es el protocolo más apropiado para esta interfaz.

- Interfaz R_c :

Tanto el protocolo COPS como el SNMP sirven para la gestión de dispositivos y recolección de información de estado de los recursos de red, no obstante es importante destacar la ventaja de COPS sobre SNMP, ya que permite una actualización continua del sistema de gestión utilizando una copia local del estado de configuración de cada entidad administrada, de esta manera existe una sincronización de información del estado de la red entre la TRC-FE y las funciones de transporte. En caso de que una de las entidades de transporte pierda su información de estado, la TRC-FE debe configurar en dicha función el último estado almacenado, lo que es muy complejo de desarrollar con el protocolo SNMP.

Por otra parte el intercambio de información de señalización a través del protocolo COPS, que hace uso del Protocolo de Control de Transporte (TCP: Transport Control Protocol), es más confiable que las sesiones que establece SNMP a través del Protocolo de Datagrama de Usuario (UDP: User Datagram Protocol).

La figura 5 muestra los protocolos seleccionados para realizar el proceso de negociación de calidad de servicio en la arquitectura funcional NGN.

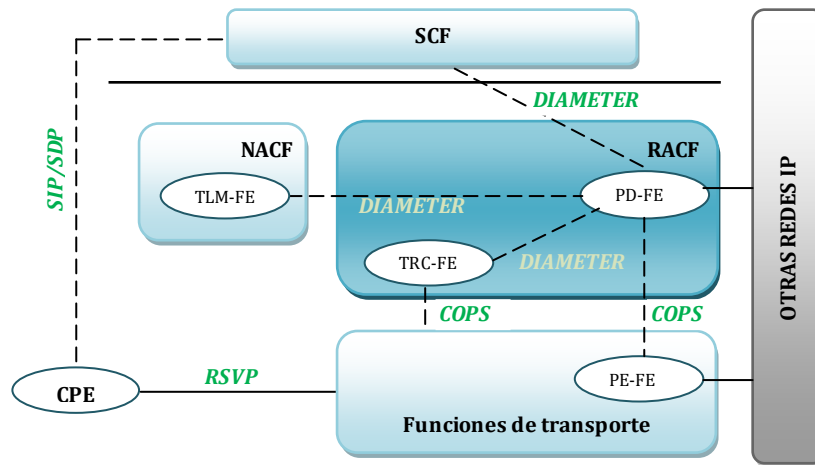


Figura 5. Protocolos utilizados en la arquitectura funcional de control de admisión y recursos en NGN [Por los autores].

El sector de telecomunicaciones de la ITU busca obtener un consenso global en la estandarización para el desarrollo de la NGN reconociendo los trabajos realizados por otros organismos regionales en este campo, de esta manera se establece una arquitectura funcional NGN dividida en dos estratos independientes, que interactúan con el objetivo de suministrar diferentes servicios sobre una infraestructura de transporte IP, ofreciendo distintos niveles de calidad de acuerdo con los requerimientos del servicio.

En este marco es necesario llevar a cabo un proceso de negociación de QoS donde el equipo terminal, la capa de transporte y la capa de servicio acuerden los parámetros de QoS más convenientes para proporcionar un servicio con calidad, en el capítulo 3 se detallan los procedimientos realizados entre las entidades funcionales involucradas.

Este capítulo ofrece una definición del proceso de negociación de calidad de servicio en el contexto de redes de nueva generación, describe los elementos y las funcionalidades de cada uno de los niveles de la arquitectura NGN asociados al proceso, resaltando la importancia de las funciones de control de admisión y recursos que permiten al nivel de servicio solicitar y reservar los recursos del nivel de transporte necesarios para satisfacer las demandas de QoS en la NGN.

Por último se describen los protocolos propuestos para la señalización de control entre las entidades y se seleccionan los más adecuados de acuerdo con los requerimientos en cada interfaz de la arquitectura.

Una vez se han identificado los elementos y protocolos para la negociación de QoS, se deben definir las fases y procedimientos que conducen al desarrollo del proceso de negociación.

CAPÍTULO III

PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE QoS EN UNA ARQUITECTURA NGN

La provisión de calidad de servicio es uno de los principales retos para las redes de nueva generación. En una red de paquetes los recursos son limitados ya que deben ser compartidos por todos los usuarios, esto disminuye la posibilidad de conseguir una calidad proporcional a la ofrecida en las redes tradicionales; por otra parte la amplia gama de servicios soportados generan diferentes tipos de tráfico que tienen sus propios requerimientos de QoS, por lo tanto los recursos de la red deben ser gestionados de tal manera que los servicios obtengan la calidad requerida.

En este sentido, realizar un proceso de negociación entre el equipo terminal, la capa de servicio y la capa de transporte de NGN, permitirá llegar a un acuerdo que considere las condiciones reales de la red y los requerimientos de calidad del servicio para su entrega efectiva.

Este capítulo propone un proceso de negociación de QoS que tendrá en cuenta los niveles de la arquitectura NGN y las relaciones entre ellos.

3.1 CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS EN LAS INSTALACIONES DEL CLIENTE

Para definir un proceso de negociación de QoS, se debe tener en cuenta la clasificación de los Equipos en las Instalaciones del Cliente (CPE: Customer Premises Equipment) conforme a sus capacidades de negociación, como se indica en la tabla 13.

Tabla 13. Clasificación de los CPEs con respecto a sus capacidades de negociación de QoS. Fuente: Por los autores adaptada de [7].

| TIPO DE CPE | DESCRIPCIÓN |
|-------------|---|
| Tipo 1 | Este tipo de terminal no tiene capacidad de negociación de QoS en ninguno de los estratos de la arquitectura NGN, en esta clasificación también se incluyen los terminales tradicionales. |
| Tipo 2 | Este tipo de terminal tiene capacidad de negociación de QoS en el estrato de servicio pero no a nivel de transporte. El CPE soporta la negociación de QoS a través de la señalización a nivel de servicio que permite establecer las precondiciones de QoS de las sesiones que se van a establecer. |
| Tipo 3 | A diferencia del CPE tipo 2, este terminal tiene capacidad para llevar a cabo directamente negociación de QoS a nivel de transporte. El CPE soporta señalización de transporte como RSVP u otra. |

El CPE está conformado por el equipo terminal conectado a la pasarela adecuada si es necesario. En el caso de terminales tradicionales se utiliza la Pasarela de Medios de Acceso (AMG: Access Media Gateway) o Pasarela de Voz sobre IP (VGW: VoIP Gateway) que permite a este tipo de terminales acceder a la red NGN [9]. Por otro lado, los terminales NGN pueden conectarse directamente a la red o utilizar Pasarelas Locales (HGW: Home Gateway).

3.2 FASES DEL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE QoS EN UNA ARQUITECTURA NGN.

Conforme a los elementos, funcionalidades y protocolos de la arquitectura NGN identificados en capítulos anteriores, se propone un proceso de negociación de QoS

definido en 4 fases, dentro de las cuales se establecen los procedimientos para la interacción entre el CPE, el nivel de transporte y el nivel de servicio para negociar la QoS requerida.

A continuación se establecen los protocolos y mensajes utilizados en cada fase del proceso, por medio de diagramas de secuencia⁵ y se describen los procedimientos realizados entre las entidades funcionales.

La información que se debe intercambiar para cada procedimiento se describe en la tabla 1 del anexo A.

3.2.1 Fase I: Establecimiento de la Conexión a la Red.

Para acceder a la red y utilizar los servicios brindados por una NGN, es necesario inicializar y registrar el CPE llevando a cabo los procesos de autenticación, autorización y configuración en la red de acceso, a través de las entidades funcionales que pertenecen a la función de control de conexión a la red.

En esta fase solo se realiza el establecimiento de la conexión, ya que los aspectos de transferencia de datos y liberación de la misma, que también hacen parte de las etapas de una conexión a la red [36], están fuera del alcance de este documento.

3.2.1.1 Proceso de autenticación y autorización en la red de acceso.

El diagrama de secuencia de la figura 6, muestra la interacción entre las entidades funcionales de la NGN, para llevar a cabo el proceso de autenticación y autorización a la red de acceso.

⁵ En los diagramas de secuencia las descripciones de los procedimientos se enumeran de acuerdo al orden en que se desarrollan y los protocolos y mensajes son presentados en letra cursiva.

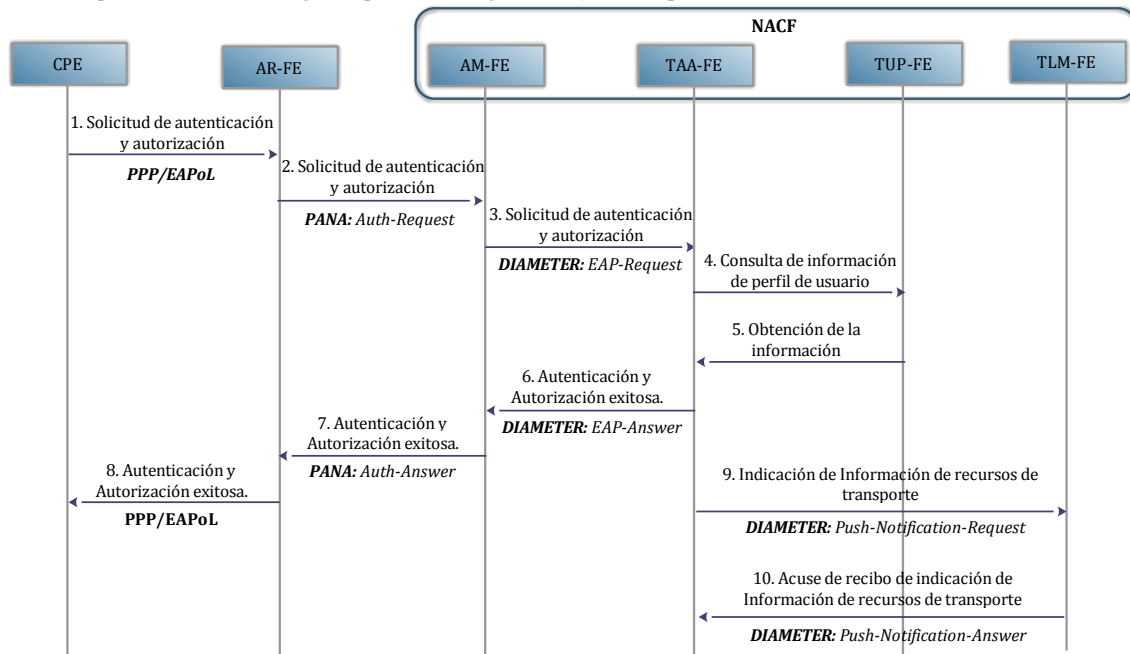


Figura 6. Autenticación y autorización a la red de acceso [Por los autores].

La conexión entre el CPE y las entidades funcionales que conforman la NACF, se realiza por medio de la Entidad Funcional de Retransmisión de Acceso (AR-FE: Access Relay Functional Entity) que pertenece a las funciones de transporte; esta entidad permite enviar las solicitudes de conexión de red desde el CPE hacia la entidad funcional de gestión de acceso AM-FE, la cual traslada y traduce las peticiones emitidas por el CPE, de tal manera que puedan enviarse a la entidad funcional correspondiente de la NACF de acuerdo con el tipo de petición.

En este proceso se puede utilizar el Protocolo EAP [37], el cual tiene una estructura que soporta distintos métodos para la autenticación en la red de acceso y sus mensajes EAP son transportados directamente sobre la tecnología y los protocolos del nivel de enlace de datos.

1. De acuerdo con la tecnología de acceso utilizada por el usuario, los protocolos de enlace necesarios para llevar las solicitudes de autenticación EAP desde el CPE al AR-FE pueden ser: el Protocolo Punto a Punto (PPP: Point to Point Protocol) [38] o el Protocolo Extendido de Autenticación sobre la Red de Área Local (EAPoL: Extensible Authentication Protocol over Local Area Network) [39], sin embargo como el protocolo de transporte utilizado por la NGN en el nivel 3 es IP, es necesario cambiar del protocolo de enlace al protocolo de red adecuado para la entrega de los mensajes EAP desde la AR-FE.

2. La AR-FE debe transportar la petición del CPE hacia la entidad AM-FE. El Protocolo de transporte para la Autenticación en la Red de Acceso (PANA: Protocol for Carrying Authentication for Network Access) [40], [41] es apropiado para llevar la información de autenticación de acceso a la red, hacia la NACF, usando IP [42].

La figura 7 muestra los protocolos que pueden ser utilizados para llevar información de autenticación y autorización del CPE a la NACF.

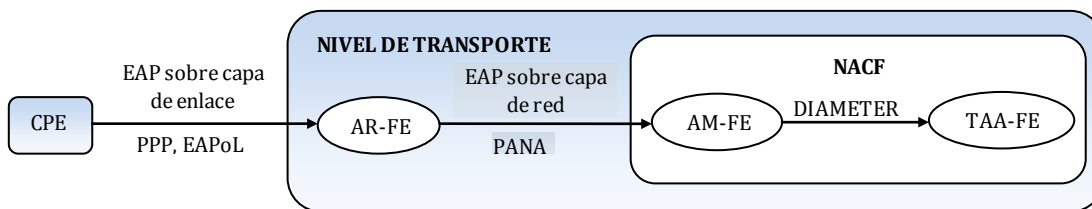


Figura 7. Acceso del CPE a la NACF para autenticación con EAP. Fuente: Por los autores adaptada de [42].

3. Luego de que se ha establecido la comunicación entre el equipo de usuario y la NACF, el proceso de autenticación y autorización inicia cuando la AM-FE envía la solicitud que incluye la información EAP a la TAA-FE.
- 4-5. La TAA-FE debe recuperar la información de autenticación de suscripción e información de autorización de acceso contenida en la TUP-FE, con el fin de identificar al suscriptor. Para la consulta de esta información son necesarios el identificador y credenciales del CPE suministrados por el usuario.
- 6-8. Si la autenticación y autorización son exitosas, la TAA notifica a la AM-FE y esta se encarga de informar al CPE para que utilice los recursos de la red de acceso, en caso contrario el terminal de usuario también debe ser notificado.
- 9-10. Para terminar este proceso, es necesario que la entidad funcional de gestión de localización de transporte TLM-FE, sea notificada de la autorización del CPE por medio de un mensaje que indique la información de recursos de transporte, el cual es enviado desde la TAA-FE y especifica la siguiente información:

- *Identificador de suscriptor de transporte.*
- *Identificador de conexión lógica.*
- *Identificador de conexión física.*
- *Suscripción de recursos de transporte.*
- *Información de configuración por defecto.*

3.2.1.2 Proceso de configuración IP

La configuración IP se desarrolla como parte final o durante el proceso de autenticación y autorización a la red de acceso, cada vez que el CPE inicie un establecimiento de conexión a la red se asigna dinámicamente la dirección IP y los parámetros de configuración de red necesarios. La figura 8 ilustra el procedimiento de configuración IP.

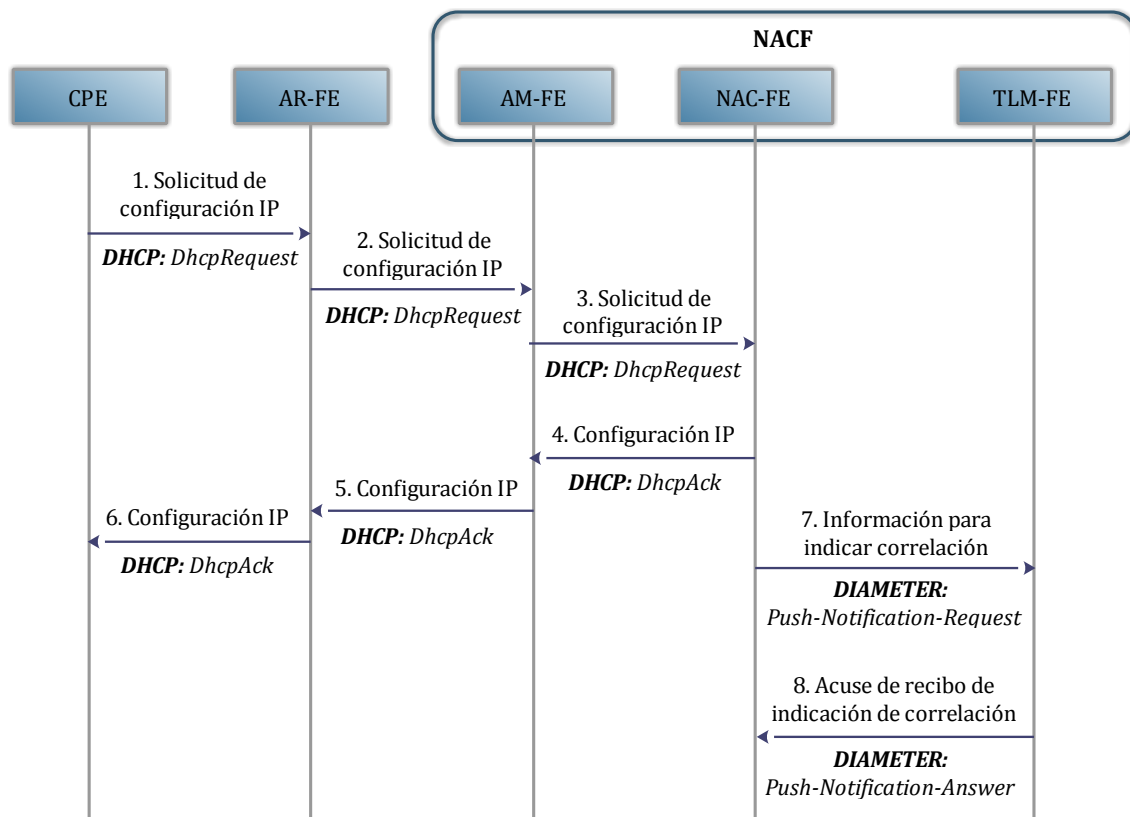


Figura 8. Configuración IP en la red de acceso [Por los autores].

1-3. El CPE envía una solicitud por medio del Protocolo de Configuración Dinámica de Host (DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol) [43] a la entidad funcional de configuración de acceso a la red, pasando por la AM-FE.

4-5. La NAC-FE se encarga de la asignación de dirección IP, dirección de los servidores del Sistema de Nombre de Dominio (DNS: Domain Name System), y el Nombre de Dominio Completamente Calificado (FQDN: Fully Qualified Domain Name) del P-CSCF para acceder al subsistema multimedia IP, el cual es resuelto por un servidor DNS.

6. Por último el CPE recibe un mensaje DHCP con la siguiente información de configuración IP:

- *Dirección IP globalmente única.*
- *Identificador del P-CSCF.*
- *Dirección del DNS.*

7. En la solicitud que el CPE envía a la NAC-FE se encuentra un identificador de conexión lógica asignado por la AR-FE, el cual es asociado con la información de configuración IP asignada anteriormente, esta relación se envía a la TLM-FE por medio de un mensaje que indica esta correlación y contiene los datos:

- *Dirección IP globalmente única.*
- *Identificador de conexión lógica.*
- *Identificador de conexión física.*

Posteriormente, la TLM-FE mapea esta información con el perfil de suscripción de transporte que se recibió de la TAA-FE, con el fin de que esté a disposición de la función de control de admisión y recursos para indicar a esta entidad la información de perfil de red de transporte del usuario.

8. La TLM-FE envía un acuse de recibo a la NAC-FE, que contiene la información de localización en la red de acceso al cual el equipo de usuario está conectado.

Después de que el CPE realice estos procesos de autenticación, autorización a la red de acceso y de configuración IP, queda establecida la conexión con la NGN y el terminal de usuario puede acceder a los servicios de la red.

3.2.2 Fase II: Solicitud del Servicio y de Calidad del Servicio.

Una vez realizada la conexión a la red como se indica en la fase I, el CPE puede establecer sesiones para diferentes aplicaciones, realizando la solicitud del servicio y de calidad del servicio. Esta fase incluye el registro, el establecimiento de la sesión y solicitud de QoS, utilizando los protocolos SIP y SDP.

3.2.2.1 Proceso de registro de la Sesión.

Luego de obtener la conectividad IP, es necesario que el CPE se registre a nivel de servicio, estableciendo la interacción entre las funciones de control de sesión de llamada: Proxy-CSCF, Serving-CSCF e Interrogating-CSCF del núcleo IMS, para fijar el camino de señalización en el establecimiento de la sesión SIP.

La figura 9 presenta el diagrama de secuencia del proceso de registro de la sesión para un usuario no registrado o en caso de que se requiera la actualización de este.

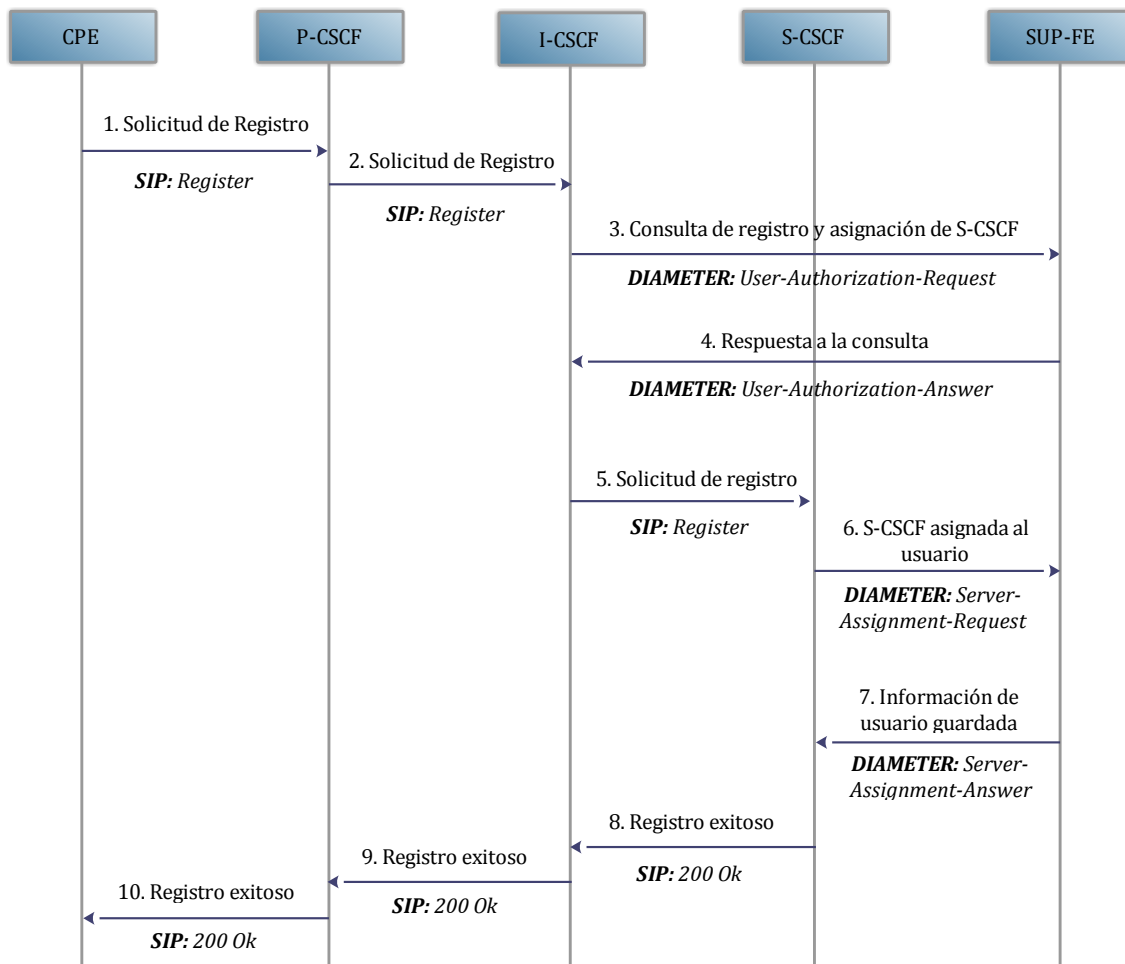


Figura 9. Registro de la sesión. Fuente: basada en [44].

1-2. Inicialmente el P-CSCF recibe la solicitud de registro de sesión directamente del CPE, este mensaje incluye: un identificador público con el cual se reconoce en las comunicaciones con los demás usuarios, un identificador de usuario privado asignado por el operador que identifica la suscripción del usuario, una dirección IP asignada en la fase de conexión a la red y el nombre de dominio de la red local, este último permite que el P-CSCF establezca conexión con la I-CSCF apropiada a través

del mismo mensaje SIP y adicione en el flujo de información de registro un identificador de red y dirección IP del Proxy.

3. La I-CSCF consulta a la entidad funcional de perfil de usuario del servicio SUP-FE, para verificar si el usuario ya está registrado y puede acceder a la red de dicho Proxy, con base en la información de suscripción o restricciones del operador.
4. La SUP-FE envía una respuesta a la anterior consulta donde señala la S-CSCF apropiada y las capacidades requeridas para el servicio, con el fin de que la I-CSCF realice dicha asignación, si la SUP-FE no establece el nombre de la S-CSCF que se debe seleccionar, entonces la I-CSCF se basa en la información de las capacidades y define la S-CSCF adecuada. En caso de que la consulta de registro y determinación del S-CSCF no sea exitosa, se envía una respuesta de rechazo y el CPE deberá reenviar una solicitud de registro de sesión.
5. A continuación, la I-CSCF resuelve el nombre de la S-CSCF para enviar la solicitud de registro, adicionando al mensaje su dirección IP.
6. La S-CSCF guarda la dirección o nombre del proxy, desde el cual el CPE va a intercambiar la información de señalización de la sesión y retorna al SUP-FE un mensaje con las identidades pública y privada del usuario, el nombre y tipo de la S-CSCF.
7. El SUP-FE asocia el usuario con el nombre de la S-CSCF asignada y devuelve un mensaje de respuesta a la asignación con el perfil de usuario y el resultado del registro (exitoso o no aceptado).
- 8-10. Luego, un mensaje SIP de registro exitoso se envía del S-CSCF a las demás funciones de control de sesión de llamada y al CPE, dando por terminado el procedimiento de registro que marca la ruta para el establecimiento de la sesión.

3.2.2.2 Proceso de Establecimiento de la sesión y solicitud de QoS.

El proceso de establecimiento de sesión, permite iniciar el intercambio de mensajes con otros usuarios y acceder a los servicios multimedia.

Este procedimiento de la fase II, difiere dependiendo del tipo de terminal utilizado, porque el CPE no tiene siempre las mismas capacidades de negociación de QoS para interactuar con la red, los procedimientos según la clasificación de los terminales se realizan de la siguiente manera:

3.2.2.2.1 CPE tipo 1

En este caso el terminal tipo 1 que no es capaz de negociar calidad de servicio, no puede iniciar una solicitud de QoS explícita, por lo tanto solo envía su petición de establecimiento de sesión a la entidad de control correspondiente en la capa de servicio, la cual debe encargarse de determinar los requerimientos de QoS necesarios del servicio solicitado, en representación del CPE. La figura 10 muestra el diagrama de secuencia de este procedimiento.

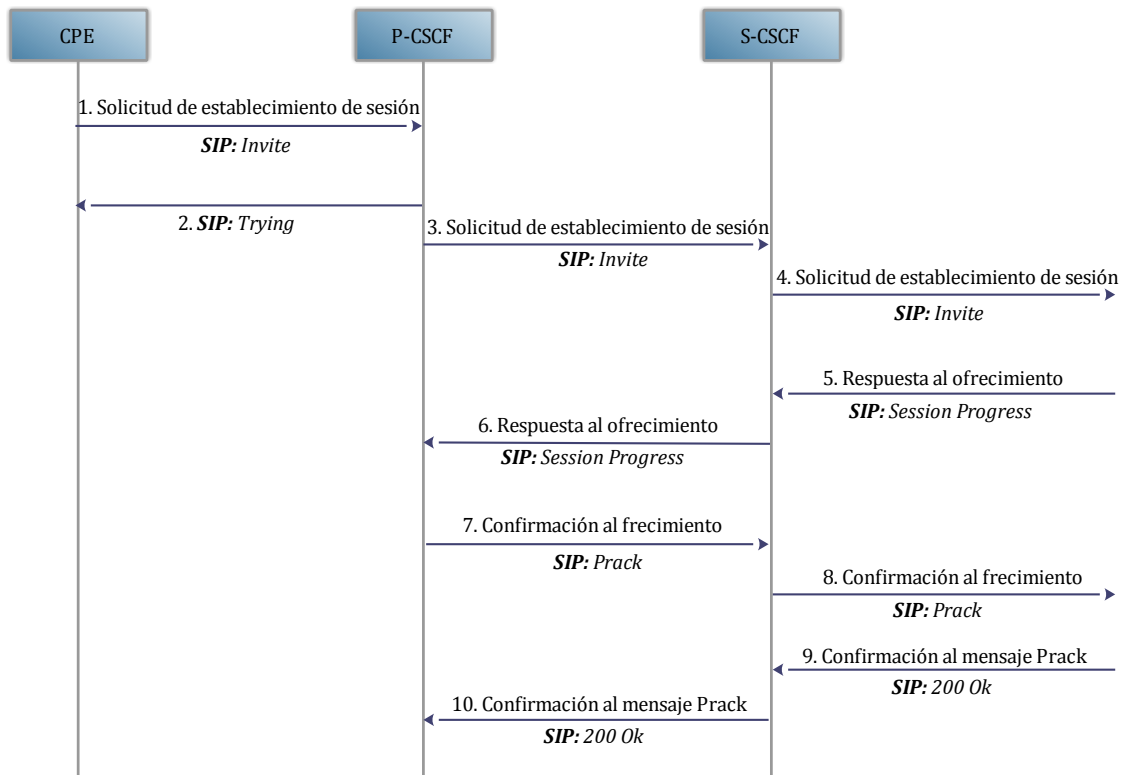


Figura 10. Establecimiento de la sesión y solicitud de QoS para terminal tipo 1 [Por los autores].

1. Para iniciar el flujo de establecimiento de sesión, el CPE envía un mensaje *Invite* al P-CSCF configurado en la fase I, este mensaje contiene las características de la sesión que se va a establecer, es decir el medio que se quiere transmitir, los protocolos y códecs que se utilizaran en la comunicación.
2. El proxy deberá responder al CPE con un mensaje *Trying*, para detener las invitaciones de establecimiento de sesión.
3. Luego el mensaje *Invite* es enviado a la S-CSCF, que valida el perfil del servicio recibido en el proceso de registro de la sesión y llama la lógica de servicio necesaria para ese usuario, lo cual incluye la estipulación de las peticiones de QoS

del servicio, basándose en el perfil de suscripción del usuario para servicios multimedia, antes de dirigir dichos requerimientos al destino.

4. El siguiente paso está a cargo de la S-CSCF, la cual debe interactuar con la red destino por medio de un flujo de señalización, que permita fijar las precondiciones de QoS del servicio requeridas para el establecimiento de la sesión. El flujo de señalización en esta etapa está basado en [13], que describe cómo usar el modelo oferta/respuesta para convenir las características de los medios a transportar y de la calidad de servicio requerida.

Así, la S-CSCF envía el mensaje *Invite* que contiene información de calidad de servicio, características de los medios y preferencias del usuario, como primera oferta hacia la red destino.

- 5-6. La información de los medios de la red destino y la calidad de servicio soportada, se reciben en un mensaje de respuesta al ofrecimiento llamado *Session Progress*, que es enviado a lo largo de la ruta de señalización hasta el P-SCSF.

- 7-10. El P-CSCF envía el mensaje *Prack* y el destino responde con el método *200 ok*, como reconocimiento a la información enviada.

Luego la función de control de servicio debe dar inicio a la etapa de negociación de QoS con la capa de control de transporte lo cual hace parte de la siguiente fase en el proceso propuesto.

3.2.2.2.2 CPE tipo 2

En el proceso descrito anteriormente, el P-CSCF realiza las funciones de negociación de QoS en representación del CPE dado que el terminal tipo 1 no tiene capacidades. En este caso, como el terminal tipo 2 soporta la negociación de QoS en el estrato de servicio, este puede iniciar la solicitud de QoS a través de señalización a nivel de servicio con extensiones de QoS [17].

El proceso inicia con el envío del mensaje *Invite* del CPE que contiene los requisitos de QoS (ancho de banda, precondiciones de QoS, etc.) solicitados por el terminal de usuario, se lleva a cabo de manera similar al proceso descrito para el CPE tipo 1, con la variación de que los mensajes para negociar las características de la sesión y de QoS ya no son manejados por las entidades de control de la capa de servicio, sino que son controlados explícitamente desde el CPE como se muestra en la Figura 11, donde se indican los protocolos y mensajes utilizados durante el proceso.

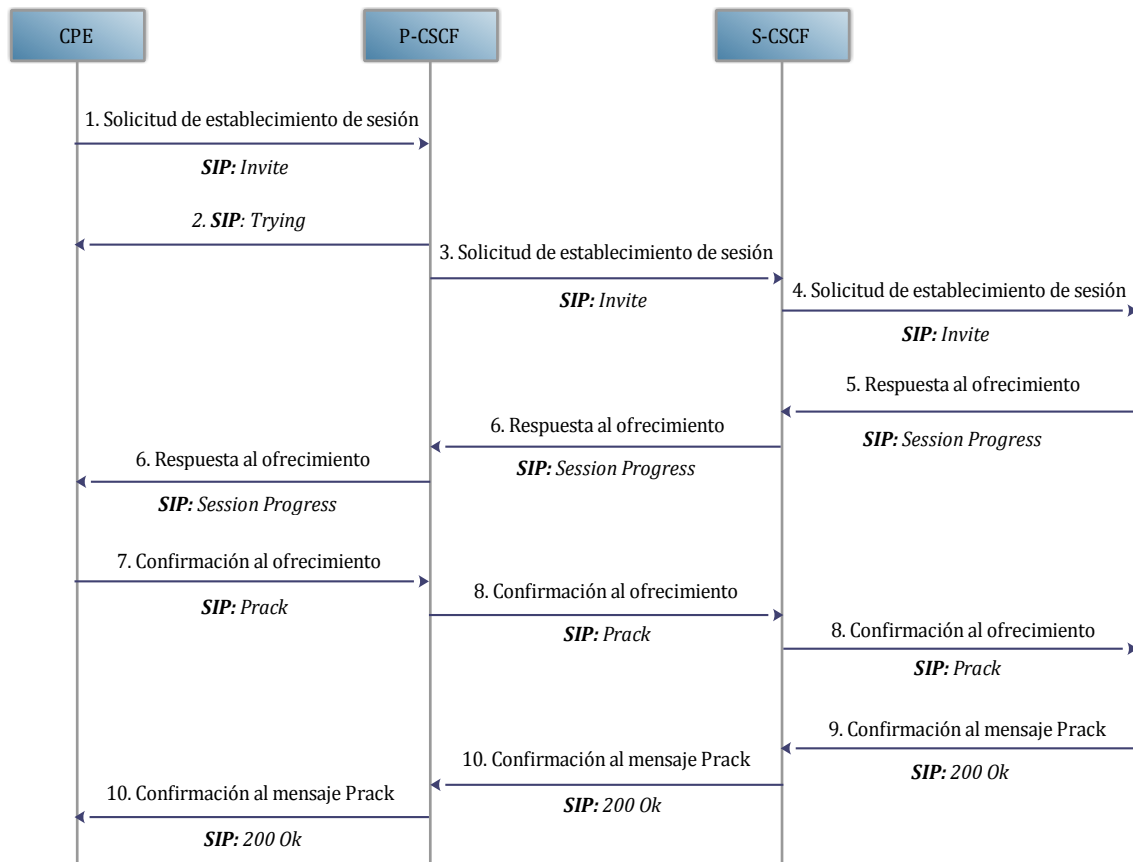


Figura 11. Establecimiento de la sesión y solicitud de QoS para terminal tipo 2 [Por los autores].

3.2.2.2.3 CPE tipo 3

El CPE tipo 3 tiene capacidades de negociación de QoS que permite al equipo terminal iniciar solicitudes de calidad de servicio explícitamente al estrato de transporte. Sin embargo el proceso de establecimiento de la sesión y solicitud de QoS no se puede realizar directamente a través de las funciones de transporte, dado que debe haber una previa autorización de reserva de recursos de QoS por la función de control de servicio.

En este caso, las funciones de control de servicio coordinan la señalización de establecimiento de sesión a nivel de servicio y autorizan el intercambio de señalización para la solicitud de QoS a nivel de transporte, de esta manera el CPE envía su petición de servicio y luego demanda la QoS requerida a las funciones de transporte.

La figura 12 muestra el diagrama de secuencia para la fase de establecimiento de sesión y solicitud de servicio con un CPE tipo 3 y en seguida se presenta su correspondiente descripción.

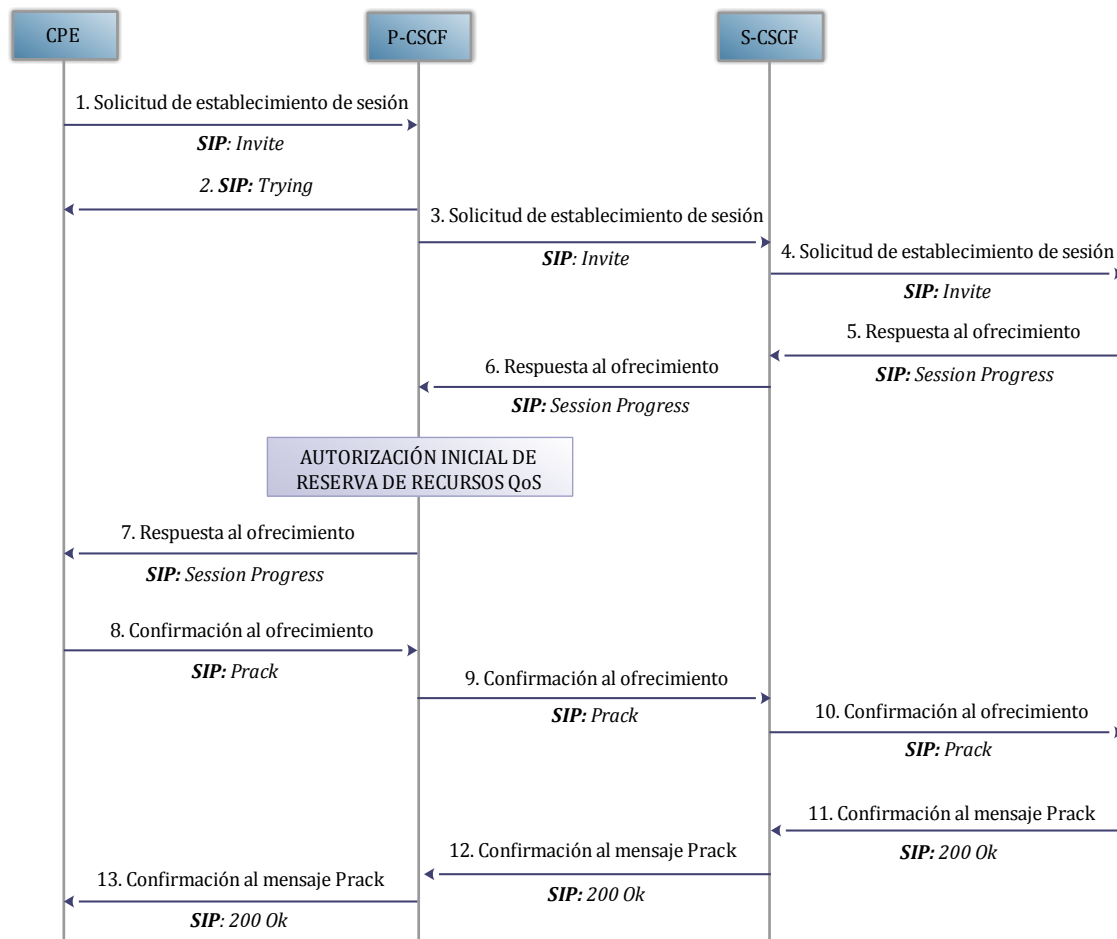


Figura 12. Establecimiento de la sesión y solicitud del servicio para terminal tipo 3 [Por los autores].

1,-4. Para iniciar esta fase el CPE envía un mensaje SIP *Invite* al destino a través de las funciones de control de servicio, el mensaje SDP contiene las características de la sesión que se pretende establecer.

5-6. El destino envía una respuesta al ofrecimiento donde incluye las características de los medios soportadas y la calidad del servicio requerida.

Seguidamente el P-CSCF debe encargarse de realizar la autorización inicial de reserva de recursos QoS que se explicara más adelante.

7. Una vez se obtiene la autorización inicial, el P-CSCF dirige el mensaje de respuesta al equipo terminal que le da autorización para iniciar el proceso de solicitud de QoS por medio de las funciones de transporte.

8-13. El CPE envía un mensaje SIP *Prack* como confirmación al progreso de la sesión, en el que se especifica el último ofrecimiento de configuración de la sesión. El destino responde con un mensaje SIP *200 Ok*.

La figura 13 describe la autorización inicial de reserva de recursos QoS.

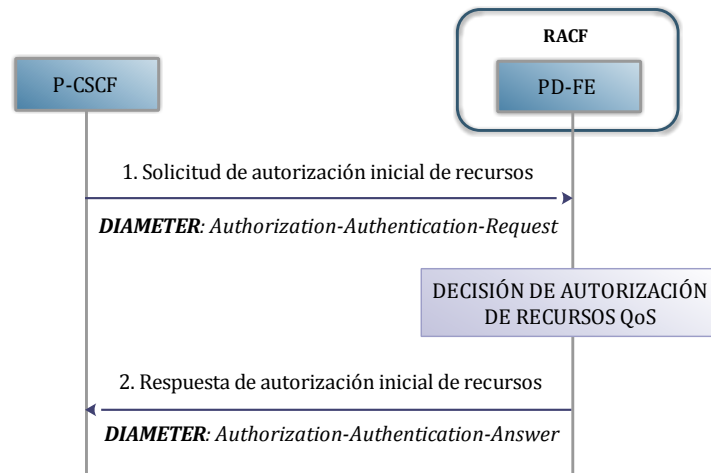


Figura 13. Autorización inicial de reserva de recursos QoS para terminal tipo 3 [Por los autores].

1. El P-CSCF envía la solicitud de autorización inicial de recursos a la PD-FE en las funciones de control de transporte. La cual debe contener información del flujo de medios del servicio solicitado y la calidad de servicio requerida:

- *Identificador del P-CSCF.*
- *Identificador de sesión de control de recursos.*
- *Dirección IP globalmente única.*
- *Identificador de subscriber de transporte.*
- *Nivel de prioridad.*
- *Perfil de medios.*
- *Descripción del flujo de medios (no incluye estado de la compuerta).*
- *Modo de reserva de recursos.*

2. La PD-FE se basa en las políticas del operador para tomar una decisión de autorización de recursos QoS y envía una respuesta al P-CSCF con el resultado de la autorización.

Cuando se ha determinado el diálogo de señalización entre las dos partes el CPE puede continuar con la fase de Control de recursos de QoS; que permite la negociación de los parámetros de QoS solicitados, entre los estratos de servicio y transporte de la NGN.

Finalmente, la fase 2 involucra el proceso de registro que indica el camino para establecer la sesión y solicitar la QoS que se requiere dependiendo de las capacidades del equipo de usuario.

Considerando que el estrato de transporte está dividido en las funciones de control de transporte y las funciones de transporte [4], se hace una separación en dos fases para completar el proceso de negociación de QoS. La primera enfocada al control de recursos QoS y la segunda relacionada con la ejecución de la decisión de control de recursos QoS la cual se explicara en detalle en la fase IV.

3.2.3 Fase III: Control de Recursos de QoS.

Una vez se obtiene la conectividad IP y se inicia el establecimiento de la sesión que permite el envío de solicitudes de servicio, gracias a la interacción entre el CPE, la función de control en el estrato de servicio y las entidades funcionales de transporte, se transfiere la información de QoS requerida por el usuario al plano de control de transporte, para su correspondiente procesamiento.

La RACF es el componente principal para proporcionar soporte en la entrega de QoS, ya que su arquitectura funcional permite actuar como mediador en la negociación de recursos de transporte de QoS entre las SCF y las funciones de transporte.

La fase III corresponde al control de los recursos que serán utilizados en la sesión y contiene dos procesos que se realizan por medio de la interacción entre el nivel de servicio y el nivel de control de transporte:

- Proceso de autorización de recursos QoS.
- Proceso de verificación de disponibilidad de recursos.

La fase III, presenta dos casos que difieren dependiendo de las capacidades de negociación de QoS de los CPEs a nivel de transporte.

Nota: Los procesos descritos para esta fase se representan de forma conjunta en los diagramas de secuencia para cada caso, ya que se complementan y hacen uso de la entidad funcional de decisión de políticas para concluir cada proceso.

3.2.3.1 CASO 1

En este caso los procedimientos se realizan por los CPEs tipo 1 y 2, que no tienen capacidad de negociación de QoS en el estrato de transporte, lo que significa que el P-

CSCF se encarga de extraer o calcular los requisitos de QoS para iniciar el proceso de control de recursos, como se ilustra en la figura 14.

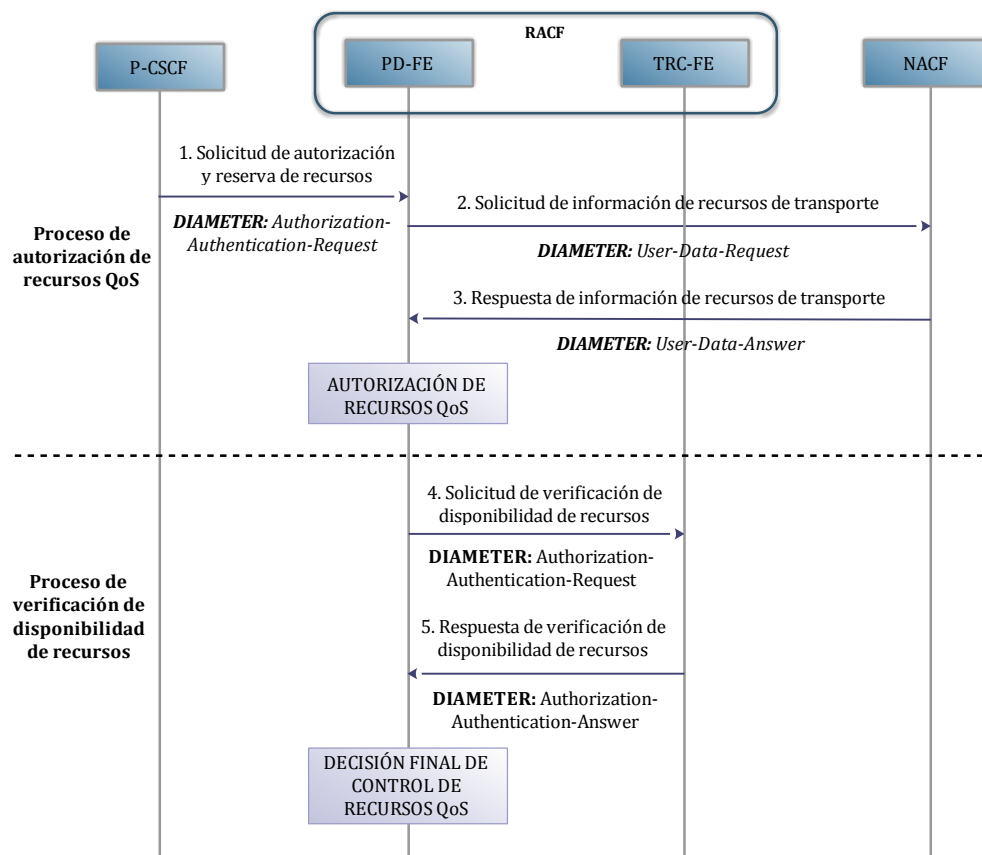


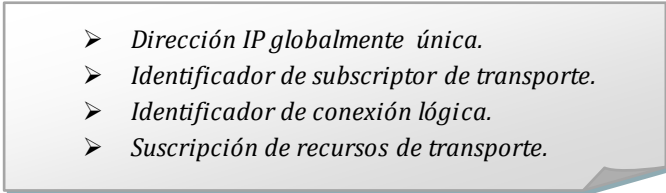
Figura 14. Control de recursos de QoS caso 1 [Por los autores].

1. Inicialmente, el proxy envía una solicitud de autorización y reserva de recursos a la PD-FE indicando la descripción de la información que se transmitirá y los parámetros de QoS requeridos, así:

- Identificador del P-CSCF.
- Identificador de sesión de control de recursos.
- Dirección IP globalmente única.
- Identificador de subscriptor de transporte.
- Nivel de prioridad.
- Perfil de medios.
- Descripción del flujo de medios (no incluye estado de la compuerta).
- Modo de reserva de recursos.

Antes de responder a la anterior solicitud, la PD-FE debe autorizar los recursos de QoS, verificando las políticas suministradas por el operador de red, la información del servicio solicitado y la información de suscripción de transporte del CPE que se obtiene de la entidad funcional de gestión de localización de transporte de la NACF.

2. La comunicación entre la NACF y la PD-FE permite adquirir información de perfil de red de transporte de acceso, con la cual la PD-FE comprueba si la descripción del flujo de información y los recursos de QoS requeridos satisfacen este perfil, la información se obtiene con el envío de una solicitud de información de recursos de transporte desde la PD-FE hacia la NACF, este mensaje contiene la información de dirección IP globalmente única y el identificador de abonado de transporte.
3. Como respuesta a esta solicitud, la NACF proporciona los datos de suscripción. El contenido completo de la información se especifica a continuación:

- 
- *Dirección IP globalmente única.*
 - *Identificador de subscritor de transporte.*
 - *Identificador de conexión lógica.*
 - *Suscripción de recursos de transporte.*

De esta manera, la PD-FE cumple el proceso de autorización de recursos QoS y luego determina cuales redes de acceso y troncales participan en el intercambio de información, para así dar paso al procedimiento de verificación de disponibilidad de recursos.

4. La PD-FE envía una solicitud de verificación de disponibilidad de recursos a la entidad funcional de control de recursos de transporte para que detecte y determine los recursos de QoS solicitados.

Si existen varias TRC-FE a lo largo del camino de comunicación; debe existir una interacción entre estas entidades funcionales para determinar si el recurso de QoS está disponible de extremo a extremo.

El contenido del mensaje enviado es el siguiente:

- *Identificador de la PD-FE.*
- *Identificador de sesión de control de recursos.*
- *Dirección IP globalmente única.*
- *Identificador de subscriptor de transporte.*
- *Identificador de conexión lógica.*
- *Identificador de conexión física.*
- *Nivel de prioridad.*
- *Perfil de medios.*
- *Suscripción de recursos de transporte.*
- *Descripción del flujo de medios (no incluye estado de la compuerta).*
- *Indicación de notificación de evento.*

5. La TRC-FE debe realizar su función de decisión dependiente de la tecnología por medio de la cual determina la disponibilidad de los recursos de QoS solicitados, basándose en la topología de red, en la información de estado de los recursos y de suscripción de transporte en la red de acceso, y confirma la verificación de disponibilidad con un mensaje de respuesta a la PD-FE, que comprende:

- *Identificador de la PD-FE.*
- *Identificador de sesión de control de recursos.*
- *Resultado de la petición de recursos.*

La PD-FE toma la decisión final de control de recursos QoS de acuerdo con la información obtenida por la NACF, la TRC-FE y las reglas de política de red. Si la decisión final es negativa entonces la PD-FE debe enviar a la P-CSCF un mensaje de rechazo a la solicitud de autorización y reserva de recursos con la correspondiente justificación.

3.2.3.2 CASO 2

La fase de control de recursos de QoS para el caso 2 involucra al CPE tipo 3 que tiene capacidades de negociación de QoS en el nivel de transporte. La figura 15 presenta el diagrama de secuencia de los procesos de autorización de recursos QoS y verificación de disponibilidad de recursos en esta fase.

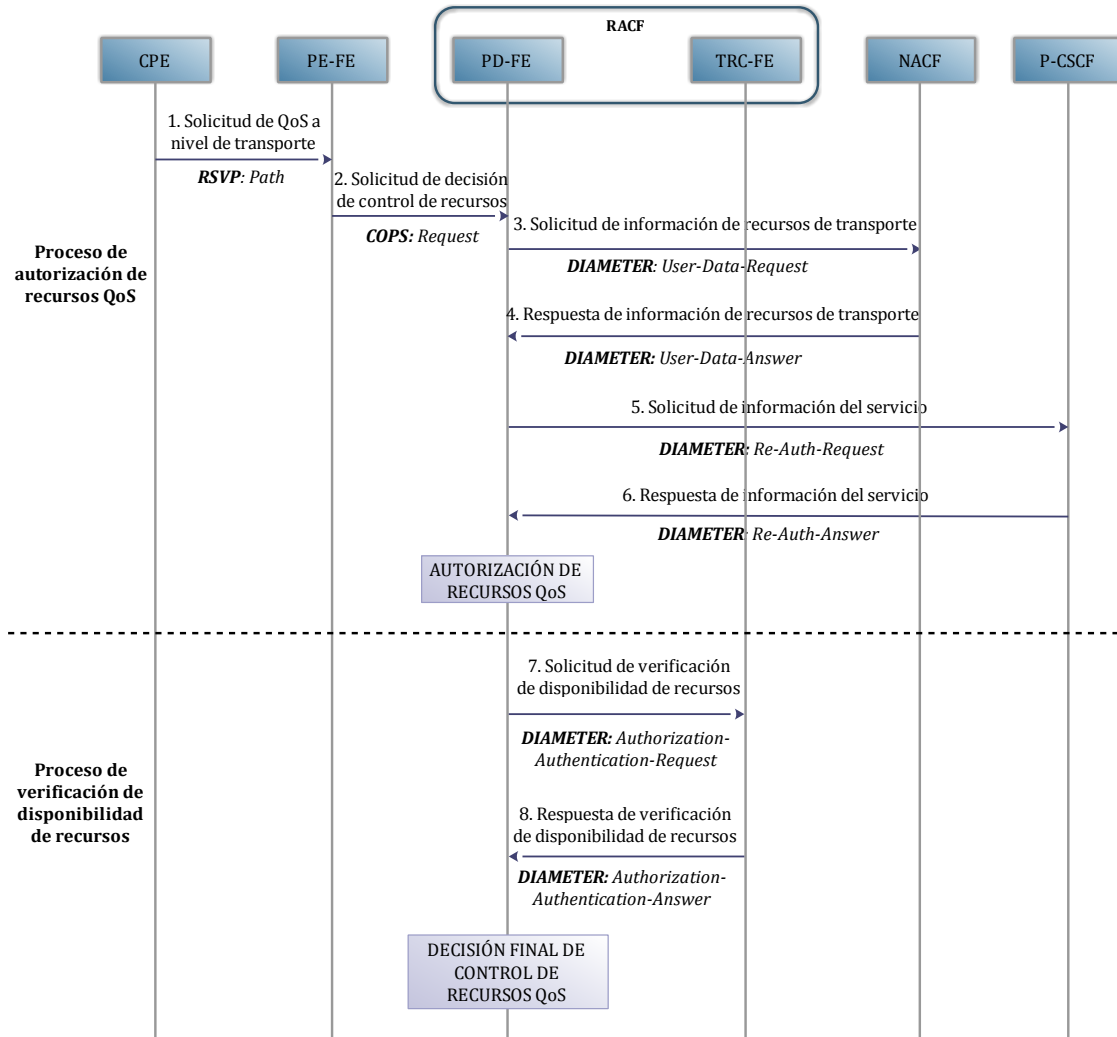


Figura 15. Control de recursos de QoS caso 2 [Por los autores].

1. El CPE envía una solicitud de reserva de recursos de QoS a la entidad funcional de ejecución de políticas a través de señalización a nivel de transporte, la cual contiene los requisitos explícitos de QoS. Dicha solicitud se envía a los demás nodos de acceso o troncales a lo largo del trayecto de comunicación.
2. Posteriormente, la PE-FE envía a la PD-FE la solicitud de decisión de control de recursos con la descripción del flujo de información y los recursos de QoS requeridos por el usuario, la cual contiene:

- *Identificador de la PD-FE.*
- *Identificador de sesión de control de recursos.*
- *Identificador de conexión lógica.*
- *Identificador de conexión física.*
- *Nivel de prioridad.*
- *Perfil de medios.*
- *Descripción del flujo de medios (no incluye estado del flujo).*
- *Descriptor del tráfico*
- *Modo de reserva de recursos.*

3-4. La PD-FE adquiere información de perfil de red de transporte a través de una solicitud de información de recursos, que envía la entidad de gestión de localización de la NACF, de la cual obtiene los datos de suscripción del usuario, como se especifica a continuación:

- *Dirección IP globalmente única.*
- *Identificador de subscriptor de transporte.*
- *Identificador de conexión lógica.*
- *Suscripción de recursos de transporte.*

5. Considerando la previa autorización inicial de recursos, la PD-FE envía una solicitud a la SCF para recuperar información del flujo de medios del servicio, donde incluye el identificador de la sesión de control de recursos e identificador del P-CSCF.
6. La SCF responde a la solicitud de información del servicio proporcionando los siguientes resultados:

- *Identificador de la P-CSCF.*
- *Identificador de sesión de control de recursos.*
- *Nivel de prioridad.*
- *Perfil de medios.*
- *Descripción del flujo de medios (no incluye estado de la compuerta).*

La PD-FE autoriza la reserva de recursos verificando si se satisfacen las políticas de red, basándose en la información de suscripción de transporte e información del servicio, proporcionada por la NACF y las funciones de control de servicio.

7-8. Finalmente, se realiza el proceso de verificación de disponibilidad de recursos a través de la comunicación entre la PD-FE y la TRC-FE como se mencionó en el caso 1.

La entidad funcional de decisión de políticas toma la decisión final de control de recursos QoS, de acuerdo con los resultados de los procesos ya descritos.

La fase de control de recursos de QoS concluye con la decisión final de control de recursos que toma la PD-FE y permite iniciar la fase IV donde se ejecuta la decisión de control y reserva de recursos.

3.2.4 Fase IV: Ejecución de la Decisión de Control y Reserva de Recursos QoS.

La fase IV finaliza el proceso de negociación de QoS en una arquitectura NGN, donde se realizan los procesos de:

- Ejecución de la decisión de control de recursos QoS, con el intercambio de información entre la función de control de transporte PD-FE y las funciones de transporte PE-FE, utilizando el protocolo COPS.
- Finalización de la solicitud de QoS que concluye el establecimiento de la sesión y notifica al usuario acerca de los recursos de QoS comprometidos para el servicio.

En esta fase también se deben considerar las capacidades de negociación a nivel de transporte o servicio de los CPEs, por lo tanto se realizan los procedimientos para dos casos; el primero permite que la PD-FE impulse las decisiones de control y reserva de recursos a la PE-FE, cuando se utilizan los CPEs de tipo 1 y 2, el segundo en el cual la PE-FE solicita estas decisiones cuando se está utilizando el CPE tipo 3.

3.2.4.1 CASO 1

La figura 16 muestra la interacción entre las entidades necesarias para el proceso de ejecución de la decisión de control de recursos QoS en el caso 1.

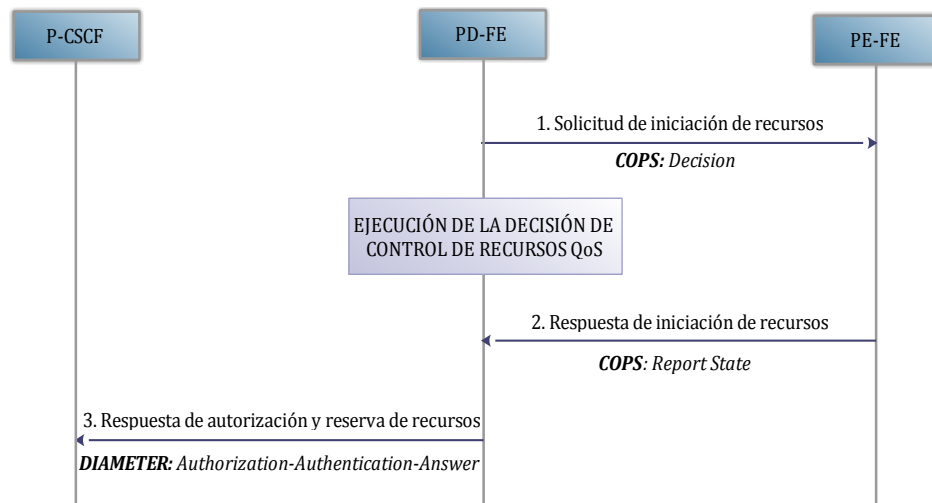


Figura 16. Ejecución de la decisión de control de recursos de QoS caso 1 [Por los autores].

1. Luego de que la PD-FE toma la decisión final de control de recursos QoS, se inicia el proceso para su cumplimiento y reserva por medio de la PE-FE, quien recibe el mensaje de solicitud de iniciación de los recursos que se van a utilizar y la calidad de servicio requerida entre otras, como se especifica a continuación:

- *Identificador de la PD-FE.*
- *Identificador de sesión de control de recursos.*
- *Identificador de conexión física.*
- *Identificador de conexión lógica.*
- *Nivel de prioridad.*
- *Perfil de medios (no incluye el tipo de servicio).*
- *Descripción del flujo de medios (no incluye estado del flujo).*
- *Modo de reserva de recursos.*

2. Con la información recibida de la PD-FE, la PE-FE aplica la decisión final, efectuando la reserva de los recursos y envía una respuesta con los resultados de la petición:

- *Identificador de la PD-FE.*
- *Identificador de sesión de control de recursos.*
- *Resultado de la petición de recursos.*

3. El P-CSCF recibe un mensaje de confirmación a su solicitud de autorización y reserva de recursos realizada en la fase III, que contiene la información que se especifica a continuación:

- *Identificador de la PD-FE.*
- *Identificador de sesión de control de recursos.*
- *Resultado de la petición de recursos.*

Por último, la figura 17 muestra el proceso de finalización de la solicitud de QoS.

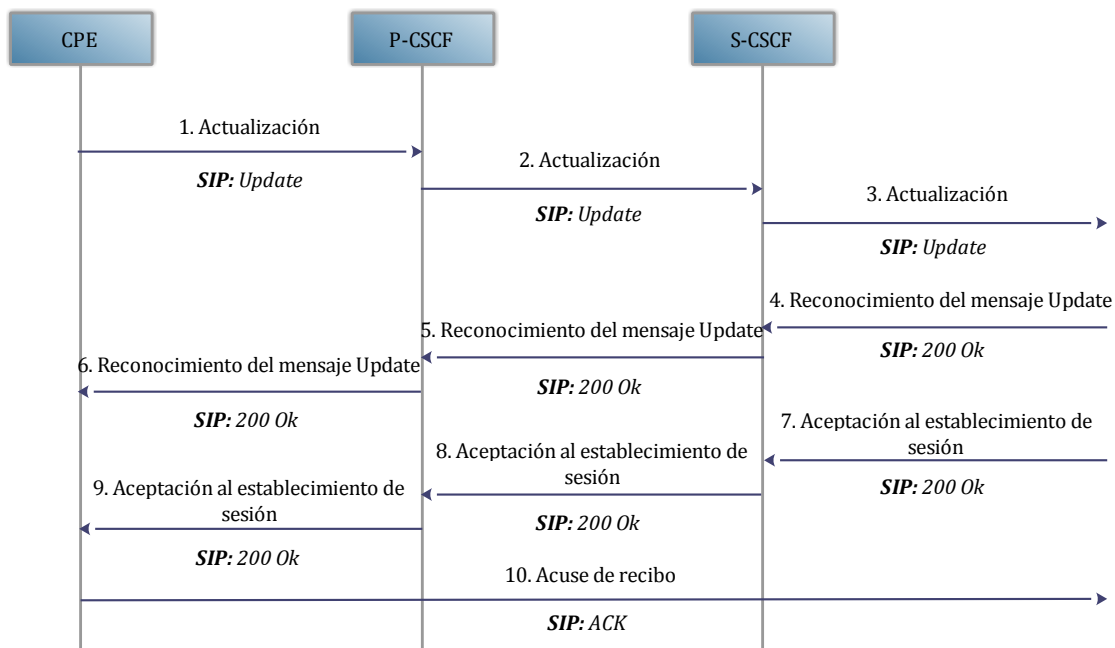


Figura 17. Finalización de la solicitud de QoS caso 1 [Por los autores].

1-3. Después de concluir el proceso de ejecución de la decisión de control de recursos, el CPE⁶ envía un mensaje *Update*, en el cual se actualiza el estado de las precondiciones de QoS ya que la reserva de recursos ha finalizado exitosamente.

4-6. La red destino retorna el mensaje *SIP 200 Ok* en respuesta al *Update* para indicar que todas las precondiciones para la sesión han sido establecidas.

7-10. Por último el destino envía un mensaje *SIP 200 Ok* de aceptación a la solicitud de establecimiento de sesión al CPE, el cual responde con un mensaje de acuse de recibo *Ack*.

⁶ Para el CPE tipo 1, el P-CSCF se encarga de la señalización para determinar los requerimientos de QoS necesarios en representación del CPE. Por lo tanto, el CPE solo se encarga de aceptar la solicitud invite y enviar el *Ack* correspondiente.

Terminado este proceso se puede empezar la transmisión de información para la sesión.

3.2.4.2 CASO 2

En este caso, se considera la decisión final de control de recursos QoS que efectuó la PD-FE en la fase III y las capacidades de negociación en el nivel de transporte que tiene el CPE tipo 3. El procedimiento se ilustra en la figura 18.

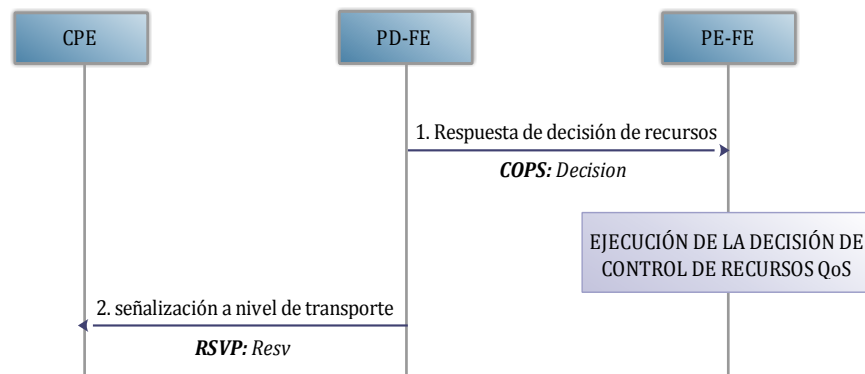


Figura 18. Ejecución de la decisión de control de recursos QoS caso 2 [Por los autores].

1. La PD-FE envía un mensaje de respuesta de la decisión de recursos al PE-FE, con el fin de suministrar la información necesaria para efectuar el control de recursos QoS. El mensaje enviado debe contener:

- *Identificador de la PD-FE.*
- *Identificador de sesión de control de recursos.*
- *Identificador de conexión física.*
- *Identificador de conexión lógica.*
- *Nivel de prioridad.*
- *Perfil de medios (no incluye el tipo de servicio).*
- *Descripción del flujo de medios (no incluye estado del flujo).*
- *Modo de reserva de recursos.*

2. La PE-FE debe ejecutar la decisión final de control de recursos QoS y confirmar la solicitud de QoS al CPE.

Se continúa con el proceso de finalización de la solicitud de QoS, a través del mensaje SIP *Update* para indicar al destino que la reserva de recursos QoS ha sido exitosa y concluye con los mensajes *200 Ok* y *Ack* para aceptar la sesión y confirmar la respuesta final a la solicitud *invite*.

Terminando así el proceso de negociación de QoS en una arquitectura NGN, para dar paso a la transmisión del flujo de datos del servicio con la calidad negociada.

3.3 SÍNTESIS DEL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE CALIDAD DEL SERVICIO EN UNA ARQUITECTURA NGN.

Con el fin de esquematizar el proceso de negociación de QoS en una arquitectura NGN, la figura 19 muestra la interacción entre las entidades funcionales de los estratos de transporte, servicio y el CPE en cada una de las fases para realizar el proceso de negociación de QoS propuesto. Los cambios de tonalidad en los cuatro colores corresponden a los procesos en que se divide cada fase.

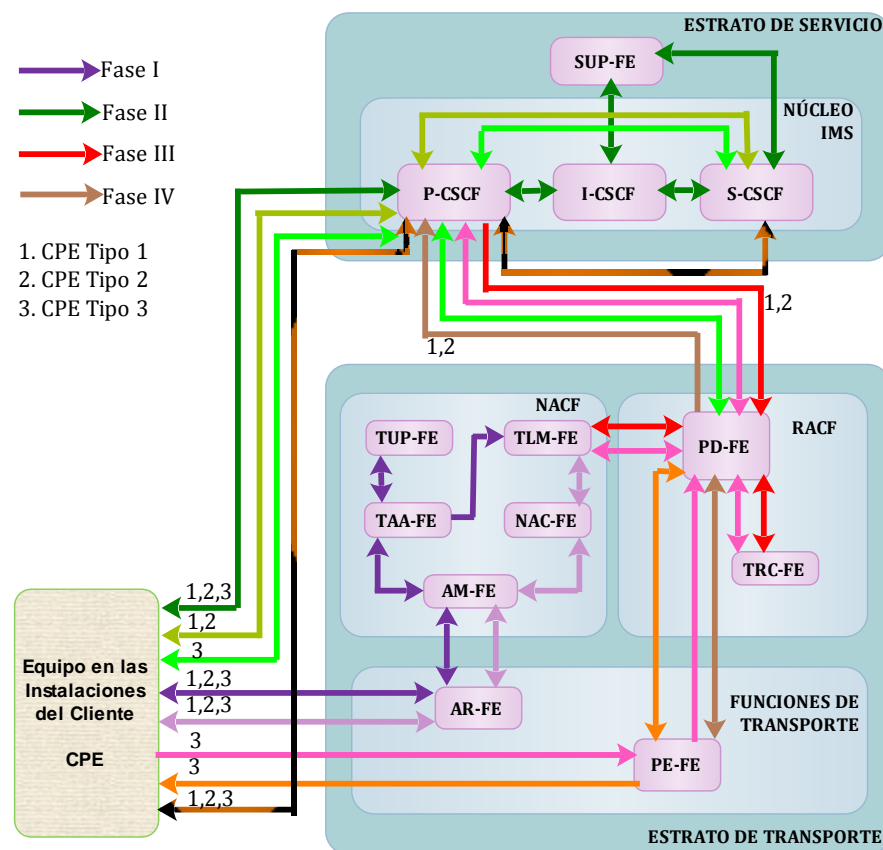


Figura 19. Interacción entre las entidades funcionales para las fases del proceso de negociación de QoS [Por los autores].

La figura 20 presenta una síntesis de las fases con sus respectivos procesos y las entidades involucradas en cada uno de estos.

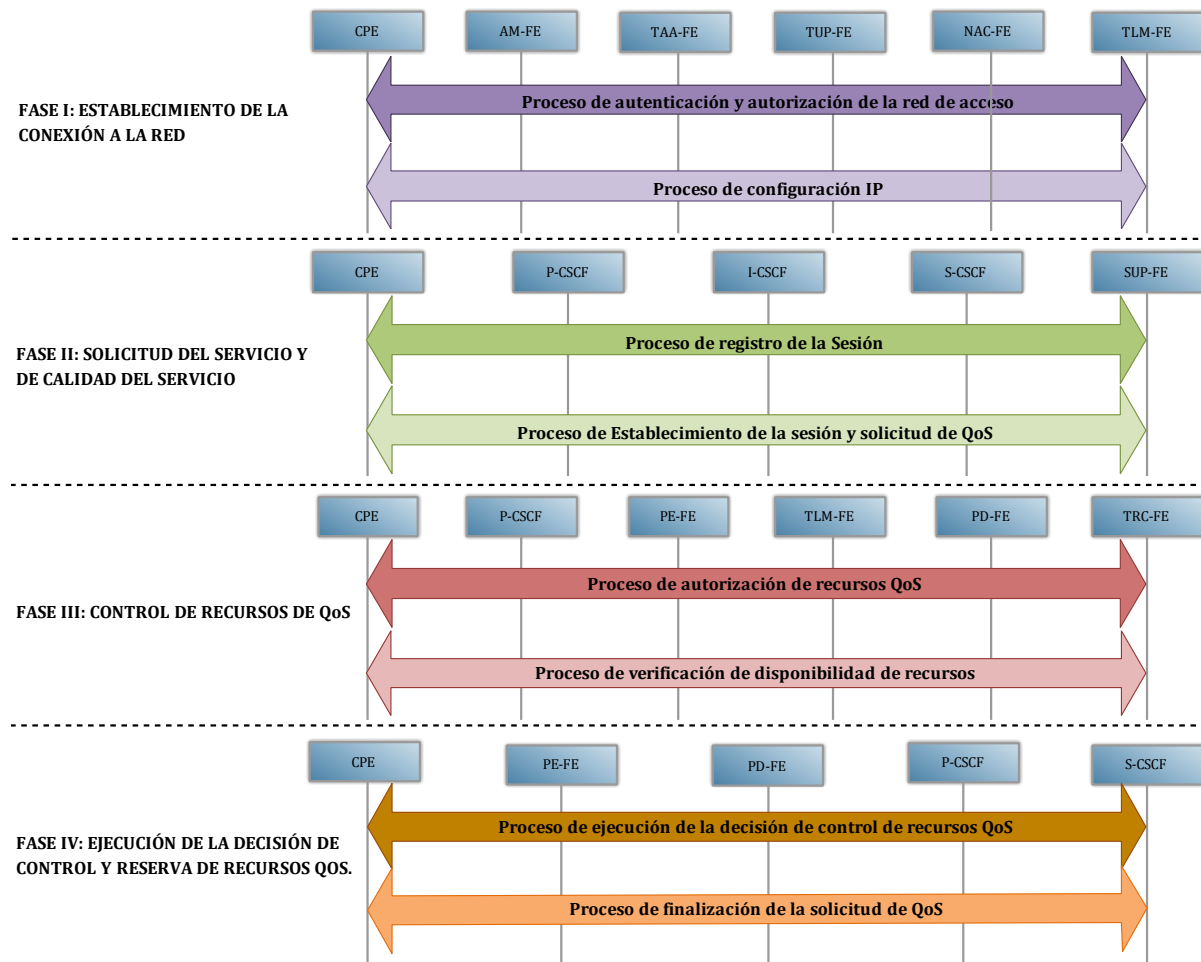


Figura 20. Síntesis del proceso de negociación de QoS en una arquitectura NGN [Por los autores].

Por último, la figura 21 especifica las fases y los procesos necesarios para realizar la negociación de calidad de servicio en una arquitectura de Red de Nueva Generación.

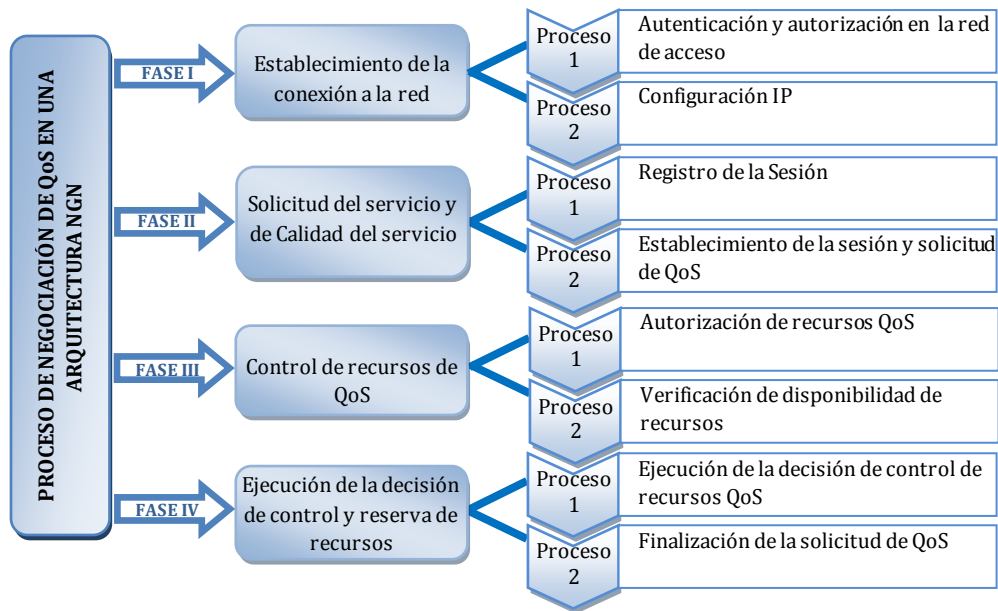


Figura 21. Proceso de negociación de QoS en una arquitectura NGN [Por los autores].

Este capítulo define las fases y los procesos asociados con la negociación de QoS en el nivel de transporte y servicio en una arquitectura NGN, acorde a las capacidades de los CPEs para interactuar con la red y especificar los requerimientos de calidad para un servicio determinado.

Finalmente, para apreciar el proceso de negociación de calidad del servicio definido y desarrollar con mayor claridad los procedimientos especificados, se plantea un escenario teórico para un tipo de servicio, el cual se presenta en el capítulo 4.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE CALIDAD DEL SERVICIO EN VIDEO BAJO DEMANDA

El proceso de negociación de calidad de servicio en el contexto de redes de nueva generación desarrollado en este trabajo, sintetiza las entidades, funciones y fases necesarias para la entrega de la QoS solicitada por el terminal de usuario. Sin embargo, es importante plantear un escenario para un servicio particular, con el objetivo de mostrar detalladamente una descripción del proceso, donde los recursos son asignados óptimamente.

Este capítulo presenta la definición del servicio de Video bajo Demanda, sintetiza la arquitectura para la entrega de servicios de Televisión sobre el Protocolo de Internet (IPTV: Internet Protocol Television) en el contexto de NGN y finalmente describe el proceso de negociación de QoS en un escenario que ofrece VoD.

4.1 DEFINICIÓN DEL SERVICIO: VIDEO BAJO DEMANDA.

La televisión sobre el Protocolo de Internet engloba una arquitectura que permite la entrega de servicios multimedia como televisión, video, audio, texto, gráficos y datos sobre redes basadas en IP [45]. Entre los diversos servicios ofrecidos por IPTV se encuentran: Difusión de Televisión (Broadcast TV), VoD, Pago Por Ver (PPV: Pay Per View) entre otros [46].

En la recomendación Y.1910 [47] de la ITU-T, VoD se define como el servicio que brinda al usuario la posibilidad de solicitar el contenido de video deseado y de controlar la manera de visualizarlo mientras se está emitiendo, a través de las funciones de inicio, pausa, adelanto y retraso.

ETSI por su parte, define VoD en un contexto más amplio, como un servicio de Contenido bajo Demanda (CoD: Content on Demand) [46], que incluye además de las características mencionadas por la ITU-T, el proceso de distribución desde el proveedor de contenido hasta el equipo terminal y la existencia de múltiples sesiones unicast para un contenido particular.

En el escenario que se presentará, se considera el servicio de video bajo demanda como un ejemplo para realizar el proceso de negociación de QoS en una arquitectura de Red de Nueva Generación.

VoD es seleccionado para apreciar el proceso de negociación de QoS dado que promete gran éxito por sus características de personalización, ubicuidad y control en la visualización del contenido, además debe cumplir con requisitos de capacidad de almacenamiento, ancho de banda, tiempos de respuesta y calidad de imagen y audio.

4.1.1 Requerimientos de QoS en VoD.

El soporte de VoD exige el cumplimiento de los siguientes requerimientos mínimos en la entrega del servicio:

- **Capacidad de almacenamiento.**

VoD requiere servidores con grandes cantidades de espacio para el almacenamiento de los contenidos multimedia disponibles para ser seleccionados por los usuarios; por ejemplo un video con formato MPEG- 2 en Alta Definición (HD: High Definition) de 2 horas de duración puede ocupar hasta 18 Gigabytes [48].

- **Ancho de banda.**

La transmisión de altas cantidades de información durante largos periodos de tiempo, requiere de una gran demanda de ancho de banda. Es importante tener en cuenta que la gestión de todas las peticiones del servicio puede saturar los recursos de red, por lo cual es necesario acordar este parámetro según las capacidades de la misma.

- **Servicio en tiempo real.**

En el servicio de VoD, es importante que el tiempo de transmisión de los datos entre el servidor y el usuario final sea el apropiado, de tal manera que el usuario no deba esperar varios minutos para que el video se ubique en el punto de visualización deseado.

En este sentido, el sistema debe tener un control del tiempo máximo permitido para poder realizar cada una de las operaciones que intervienen en la entrega de información a los usuarios. Entre estos requerimientos se encuentran [49]:

- Tiempo en el cambio de canal (Channel zapping time): tiempo transcurrido entre la pulsación del botón en el control remoto para cambio de canal y la visualización del video. Está determinado principalmente por el tiempo requerido para tener una trama adecuada en el decodificador IPTV para iniciar el proceso de decodificación del nuevo canal. Conforme a [50] el tiempo de cambio de canal debe ser limitado a un máximo de 2 segundos.
- Tiempo de respuesta a las funciones de control (Trick latency): es el tiempo requerido entre la selección y la ejecución de la función de control (inicio, pausa, adelanto y retraso). De acuerdo con [50] el tiempo máximo recomendado es 200 ms.
- Tiempo de inicio del sistema (System start-up time): corresponde al periodo de tiempo entre el encendido del decodificador IPTV y la visualización de la guía de programación⁷. En [50] el tiempo máximo recomendado es de 10 segundos.

⁷ Conjunto de datos que proveen información sobre la disponibilidad del contenido que puede ser accedida por el usuario.

- **Calidad de video y audio.**

Uno de los principales aspectos que afecta la calidad de audio y video es su digitalización y compresión. La tabla 14 especifica los objetivos mínimos de desempeño a nivel de aplicación para señales de audio y video de Televisión en Definición Estándar (SDTV: Standard Definition Television) y Televisión de Alta Definición (HDTV: High Definition Television) para el servicio de VoD recomendados por la ITU-T [49].

Tabla 14. Desempeño mínimo a nivel de aplicación recomendado para el servicio de VoD [49].

| | FORMATO DE VIDEO FORMATO DE CODIFICACIÓN | SD (Mbps) | HD (Mbps) |
|-------|---|--|--------------------------------------|
| VIDEO | MPEG-2 | 3.18 | 15 |
| | MPEG-4 AVC | 2.1 | 10 |
| | SMPTE VC-1 | 2.1 | 10 |
| | AVS | 2.1 | 10 |
| AUDIO | MPEG Layer II | - | 0.128 para estéreo ⁸ |
| | Dolby Digital (AC-3) | 0.384 para 5.1 ch ⁹ /0.192 para estéreo | 0.384 para 5.1 ch/0.128 para estéreo |
| | AAC | 0.384 para 5.1 ch/0.192 para estéreo | 0.384 para 5.1 ch/0.128 para estéreo |
| | MP3 | - | 0.128 |

Cuando el usuario solicita el servicio, es importante que se llegue a un acuerdo entre el equipo de usuario y la red respecto a estos requisitos, con el objetivo de proporcionar la QoS demandada a través de la coordinación entre todos los componentes de la arquitectura de red involucrados.

⁸ Modo de reproducción en dos canales.

⁹ Es un sistema que proporciona sonido digital mediante seis canales independientes (frontales: izquierda, centro, derecha y envolventes: izquierda y derecha), el sexto canal es denominado .1, ya que usa solamente una décima parte del ancho de banda respecto a los demás.

4.1.2 Arquitectura para la Entrega de VoD.

En el ofrecimiento de servicios de televisión sobre redes basadas en IP, algunos organismos de estandarización, entre los que se destacan la ITU-T y ETSI a través de los grupos FG-IPTV (Focus Group on IPTV) y TISPAN respectivamente, han enfocado su trabajo en la estandarización de una arquitectura IPTV y su integración en un ambiente NGN.

La tabla 15 sintetiza las arquitecturas funcionales para un sistema IPTV definidas por los grupos TISPAN y FG-IPTV. Estas se especifican en [47], [51] y [52].

Tabla 15. Arquitecturas funcionales para servicios IPTV propuestas por TISPAN y FG-IPTV [Por los autores].

| ARQUITECTURA | GRUPO | |
|----------------------------|--------|---------|
| | TISPAN | FG-IPTV |
| IPTV no NGN | | ✓ |
| IPTV basada en NGN sin IMS | ✓ | ✓ |
| IPTV basada en NGN e IMS | ✓ | ✓ |

El proceso de negociación de calidad de servicio que se propone, será aplicado a un servicio de VoD soportado por una arquitectura IPTV basada en NGN e IMS definida por la ITU-T, de acuerdo con los elementos y funciones presentadas en el capítulo II.

La figura 22 muestra una visión general de la arquitectura IPTV basada en NGN e IMS, donde se identifican las principales funciones para la entrega de servicios IPTV en un ambiente NGN y se resaltan las entidades necesarias en la negociación de calidad de servicio.

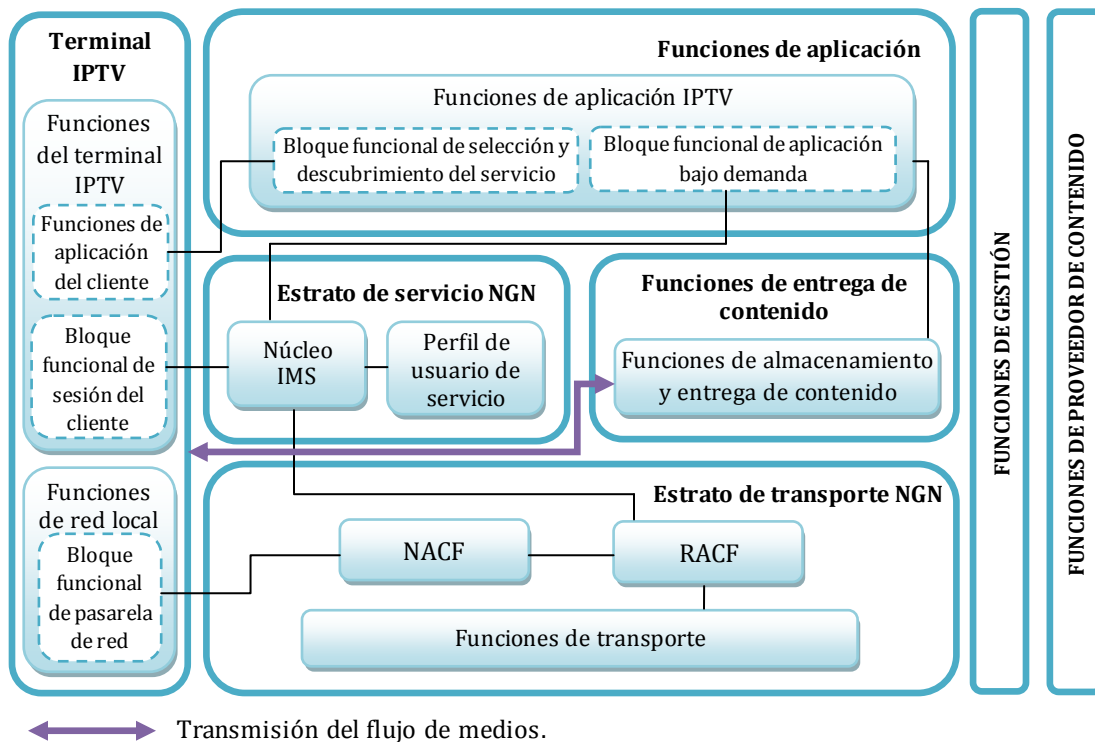


Figura 22. Arquitectura IPTV basada en NGN e IMS. Fuente: Adaptada de [47].

Las funciones del terminal IPTV reciben las órdenes del usuario final para iniciar las solicitudes del servicio al núcleo IMS, se comunican con las funciones de aplicación IPTV para obtener información del servicio e interactúan con las funciones de almacenamiento y entrega de contenido para la transmisión del flujo de medios. Por su parte las funciones de red local gestionan la conectividad IP del terminal de usuario a la red.

Las funciones de aplicación IPTV se encargan del proceso de autorización y ejecución de la lógica del servicio IPTV, incluye funciones de descubrimiento y selección de servicios que proveen la descripción de la información acerca de las aplicaciones disponibles, además realiza gestión de la sesión, autorización y presentación del contenido de los diferentes servicios IPTV.

Asimismo, las funciones de entrega de contenido cumplen tareas de almacenamiento, control y distribución del contenido de los servicios IPTV.

Una vez se presenta la descripción de las funcionalidades necesarias para ofrecer los servicios IPTV en una arquitectura NGN e IMS, se desarrolla el proceso de negociación de QoS definido para un servicio de VoD.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE NEGOCIACIÓN DE QoS EN NGN PARA EL SERVICIO DE VoD.

A continuación se describe detalladamente el proceso de negociación de QoS propuesto en el capítulo III, en un escenario que considera la entrega de un servicio de VoD.

La figura 23 presenta un esquema del escenario en el que se desarrolla la negociación de QoS para VoD, basado en la arquitectura IPTV de la figura 22. Las direcciones IP utilizadas en este escenario experimental son tipo C, con máscara de subred 255.255.255.0.

El dispositivo de usuario IPTV, al interactuar con las funciones del núcleo IMS y negociar los requerimientos a nivel de servicio, se clasifica como un CPE tipo 2.

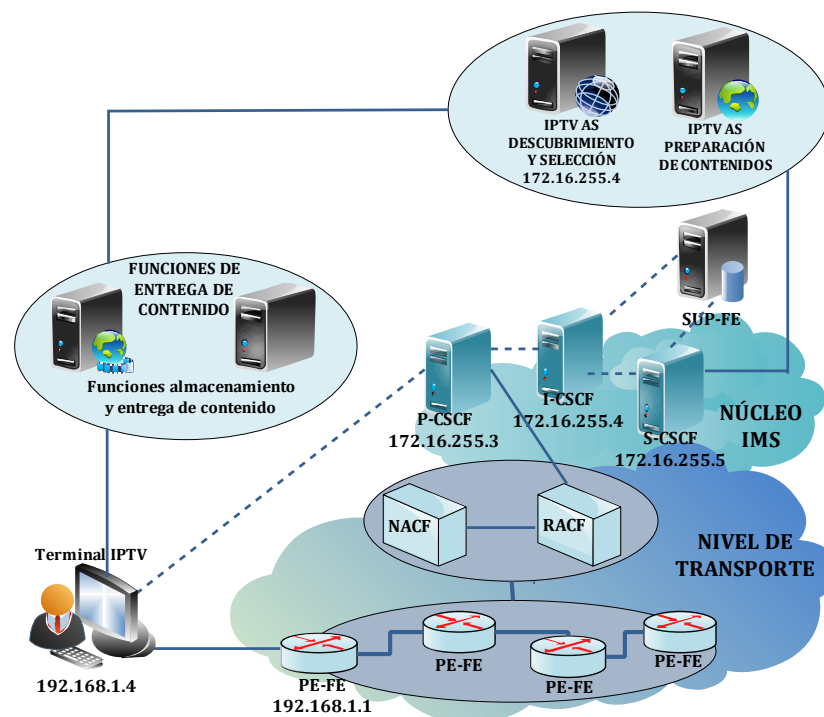


Figura 23. Escenario teórico para el proceso de negociación de QoS en NGN. Fuente: Adaptada de [53].

4.2.1 Fase I: Establecimiento de la Conexión a la Red.

Para inicializar el servicio de VoD, un usuario inicia su dispositivo IPTV y se debe realizar la conexión a la red, estableciendo su comunicación con la NACF; esta fase le permitirá autenticarse a nivel de transporte, obtener una dirección IP y recibir la dirección de un P-CSCF para su comunicación con el núcleo IMS.

Es importante destacar que la fase de conexión a la red, es imprescindible para acceder a cualquier tipo de servicio NGN, la figura 24 presenta una forma de realizar los procesos de autenticación, autorización y configuración IP entre la NACF y el terminal IPTV el cual utiliza sus funciones de red local para este propósito.

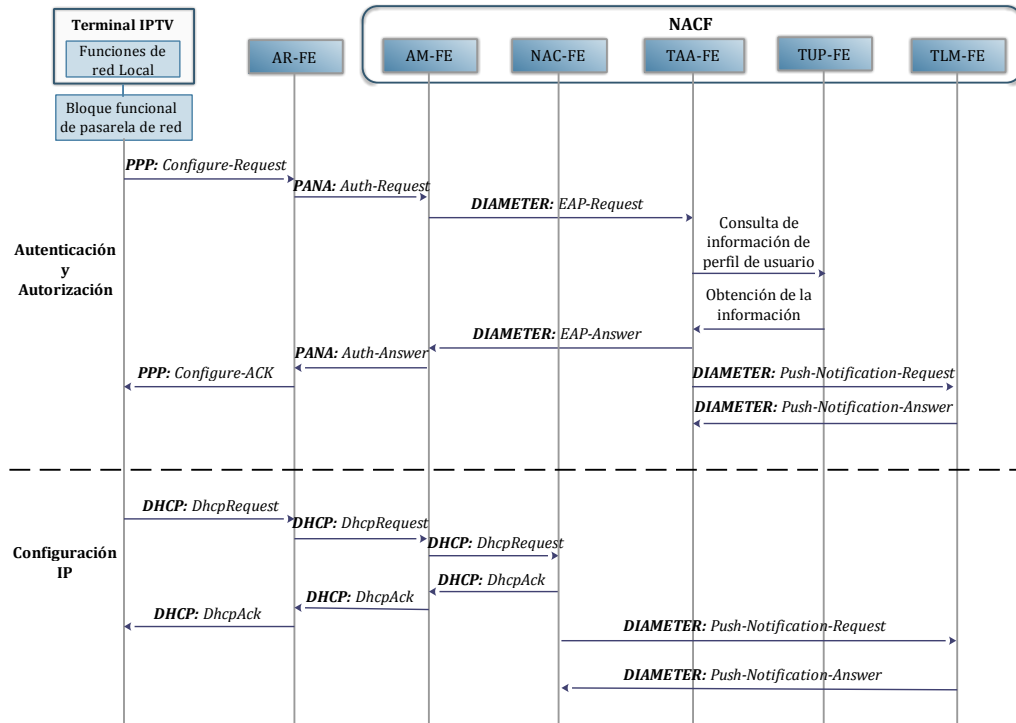


Figura 24. Fase I para el servicio de VoD [Por los autores].

En este caso, la conexión a la red se realiza utilizando el protocolo PPP y PANA para encapsular la información EAP de autenticación y autorización en la red de acceso. PPP lleva la carga EAP en el campo de datos [54] y PANA transmite esta información en el campo AVPs [8] de los mensajes Diameter empleados en la figura 24.

Una vez el usuario es autenticado y autorizado, la TAA-FE envía la información de recursos de transporte a la TLM-FE, como se especifica en la tabla 16, con el fin de que se encuentre a disposición de las entidades funcionales de control de admisión y recursos.

Tabla 16. Información de recursos de transporte del usuario autenticado. Mensaje *Push-Notification-Request* enviado desde la TAA-FE hacia la TLM-FE [Por los autores].

| INFORMACIÓN | MAPEO EN AVPs | CONTENIDO |
|--------------------------------|---------------|----------------|
| Identificador de suscriptor de | User-Name | subscriber_VoD |

| | | |
|--|---------------------------------|-------------------------------|
| transporte | | |
| Identificador de conexión lógica ¹⁰ | Logical-Access-Id | 60 |
| Identificador de conexión física | Physical-Access-Id | 192.168.1.1/18-A9-05-A3-6F-2D |
| Suscripción de recursos de transporte | Transport-Resource-Subscription | |
| Clase de servicio de red ¹¹ | Transport-Class | 1 |
| Ancho de banda suscrito para el enlace de subida | Maximum-Allowed-Bandwidth-UL | 1 Mbps |
| Ancho de banda suscrito para el enlace de bajada | Maximum-Allowed-Bandwidth-DL | 15 Mbps |
| Nivel de prioridad | Reservation-Priority | 2 |
| Información de configuración por defecto | Initial-Gate-Setting | |
| Ancho de banda por defecto para el enlace de subida | Maximum-Allowed-Bandwidth-UL | 1 Mbps |
| Ancho de banda por defecto para el enlace de bajada | Maximum-Allowed-Bandwidth-DL | 2.1 Mbps |

¹⁰ El identificador de conexión lógica corresponde al identificador de Red de Área Local Virtual (VLAN: Virtual Local Area Network) a la cual el CPE está conectado. Este valor se representa por 12 bits permitiendo la identificación de 4096 VLANs [55].

¹¹ Los valores para la clase de servicio de red para servicios IPTV se definen en [56] tabla 6-2. Las características de desempeño de la red en la clase 1 brindan el soporte necesario para los requerimientos de QoS en el servicio de VoD, para lo cual se definen los siguientes valores máximos: retardo en la transferencia de paquetes IP de 400 ms, variación en el retardo de paquetes IP de 50 ms, tasa de pérdida de paquetes de 1×10^{-3} y tasa de paquetes con errores de 1×10^{-4} .

El nivel de prioridad que se establece para este servicio está dado conforme a las prioridades definidas en [57], donde VoD puede incluirse en la prioridad 2 debido a que no es una comunicación de emergencia ni un servicio tradicional (niveles de prioridad 1 y 3, respectivamente) lo cual le permite obtener una mayor garantía de admisión a la red que un servicio de prioridad 3.

Cuando el terminal de usuario es autenticado y autorizado, continúa con el proceso de configuración IP del cual adquiere la información que se muestra en la tabla 17, a través de un mensaje DHCP:

Tabla 17. Información de configuración IP. Mensaje *DhcpAck* enviado desde la NAC-FE hacia el terminal de usuario [Por los autores].

| INFORMACIÓN | CONTENIDO |
|----------------------------------|----------------|
| Dirección IP del terminal | 192.168.1.4 |
| Identificador del P-CSCF | 172.16.255.3 |
| Dirección del DNS | 172.16.255.200 |

Luego de obtener la configuración IP, la entidad de configuración de acceso a la red relaciona la información generada con los identificadores de conexión lógica y física del terminal de usuario y la envía a la TLM-FE. La tabla 18 contiene los datos del mensaje enviado.

Tabla 18. Información de configuración IP. Mensaje *Push-Notification-Request* enviado desde la NAC-FE hacia la TLM-FE [Por los autores].

| INFORMACIÓN | MAPEO EN AVPs | CONTENIDO |
|---|----------------------------|------------------------------------|
| Dirección IP globalmente única | Globally-Unique-IP-Address | 192.168.1.4/ 255.255.255.0 |
| Identificador de conexión lógica | Logical-Access-Id | 60 |
| Identificador de conexión física | Physical-Access-Id | 192.168.1.1 / 18-A9-05-A3-6F-2D |

Posteriormente, la entidad funcional de localización de acceso mapea la información de recursos de transporte del usuario que va acceder al servicio de VoD, con los parámetros de configuración IP asignados.

4.2.2 Fase II: Solicitud del Servicio y de Calidad del Servicio.

4.2.2.1 Proceso de registro de la sesión.

El registro a nivel de servicio, del usuario que va a solicitar VoD permite que este sea autenticado y autorizado para comunicarse con los servidores de aplicación IPTV, el equipo de usuario realiza el proceso de registro de la sesión utilizando sus funciones de terminal IPTV a través del bloque funcional de la sesión del cliente.

La figura 25 muestra el proceso de registro de la sesión para un usuario que desea utilizar el servicio de VoD e indica la información que se envía entre las entidades funcionales necesarias, como dirección IP e identificadores público y privado del usuario, direcciones IP del P-CSCF, la I-CSCF, y la S-CSCF y resultado de la autenticación.

Los mensajes *Register* utilizados para este proceso proporcionan la información del usuario que se desea registrar para acceder al servicio de VoD, en este caso se indica la dirección IP del dispositivo que se desea registrar y los identificadores público y privado *usuario_publico_VoD@vod.com* y *subscriber_VoD@vod.com* respectivamente del usuario responsable del registro.

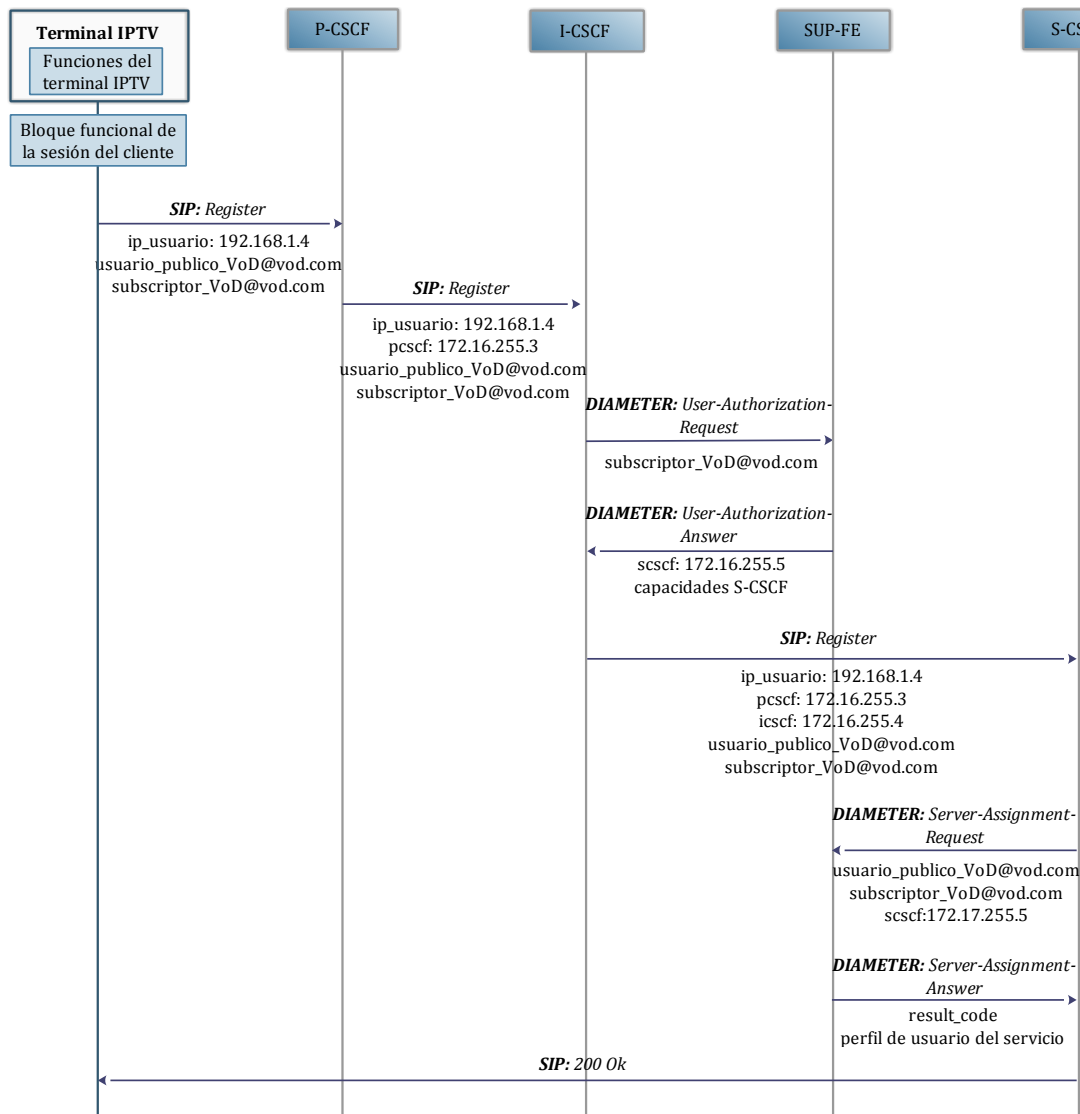


Figura 25. Proceso de registro de la sesión para el servicio de VoD [Por los autores].

Cuando la autenticación y autorización ha sido exitosa, el equipo de usuario debe realizar un proceso de descubrimiento y selección del servicio que permita al usuario obtener información de los servicios IPTV ofrecidos y del contenido de VoD disponible.

El proceso de descubrimiento del servicio inicia a través de una solicitud *Get* del equipo de usuario a través del Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP: HyperText Transfer Protocol) [58].

Por su parte, las funciones de aplicación IPTV responden al terminal de usuario, con la información de los servicios IPTV ofrecidos; para el envío de estos datos se puede utilizar el Lenguaje de Etiquetado Extensible (XML: Extensible Markup Language).

Una vez el terminal de usuario selecciona el servicio de VoD, las funciones de aplicación brindan el contenido disponible para su elección. La figura 26 muestra dicho proceso.

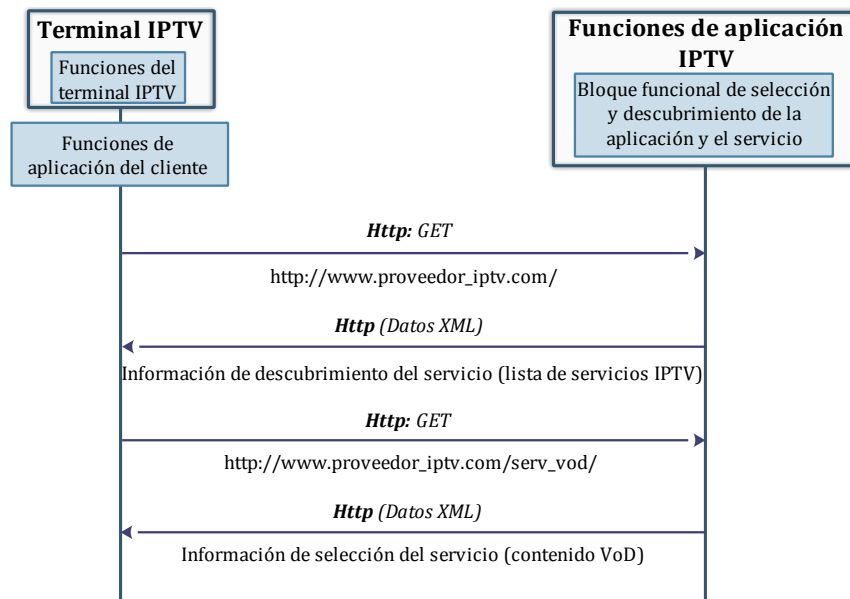


Figura 26. Selección y descubrimiento del servicio de VoD. Fuente: Por los autores adaptada de [59].

4.2.2.2 Proceso de establecimiento de la sesión y solicitud de QoS.

En este caso el proceso de establecimiento de la sesión y solicitud de QoS se realiza para un equipo terminal tipo 2, donde el bloque funcional de la sesión del cliente del terminal IPTV inicia las solicitudes del servicio de VoD al bloque funcional de aplicación IPTV determinado para servicios bajo demanda, a través de las funciones del núcleo IMS.

El núcleo IMS permite enviar la señalización SIP necesaria entre el dispositivo de usuario y el nivel de servicio, para la ejecución de los procedimientos de control de las sesiones multimedia en la arquitectura IPTV.

La figura 27 muestra el proceso de establecimiento de la sesión y solicitud de QoS, para un terminal IPTV.

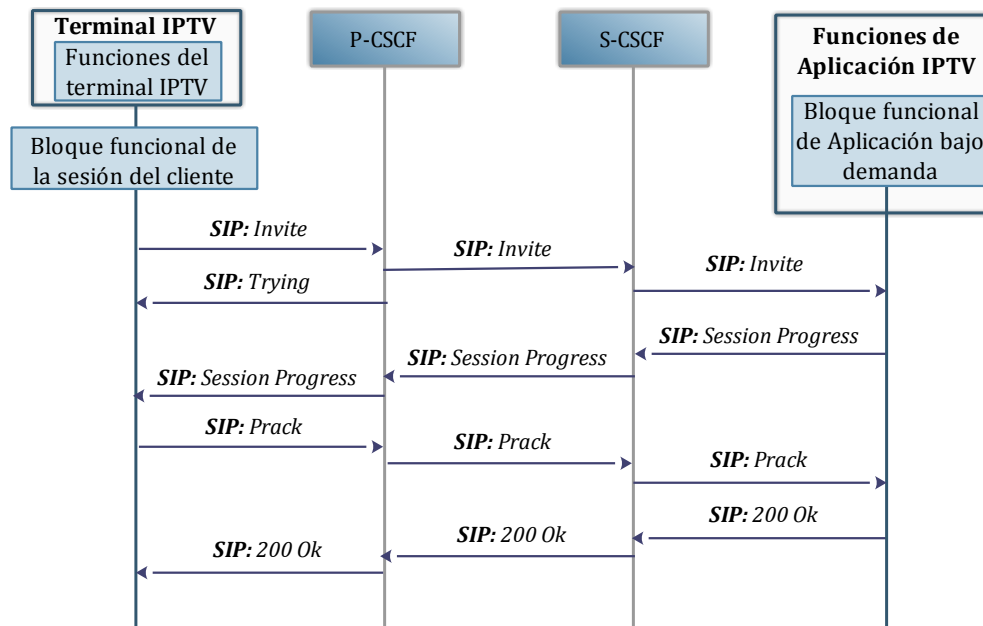


Figura 27. Proceso de Establecimiento de la sesión y solicitud de QoS [Por los autores].

El terminal IPTV envía su solicitud de iniciación del servicio a través de señalización SIP e incluye en el cuerpo de los mensajes las características de la sesión que se va a negociar con el servidor de aplicaciones IPTV.

La solicitud de inicio de sesión *Invite* contiene una descripción de la información que se desea intercambiar en la sesión, codificada de acuerdo al formato del protocolo SDP, incluye los formatos de codificación soportados por el terminal IPTV y el ancho de banda requerido para el servicio.

La tabla 19, especifica los parámetros SDP más relevantes en los mensajes *Invite* y *Session Progress* del proceso de negociación. Este último contiene la respuesta al ofrecimiento de establecimiento de sesión del terminal IPTV con los formatos de codificación soportados por el servidor de aplicaciones.

Los campos que contiene el mensaje SIP se notarán en letras minúsculas y representan el tipo de información de la sesión.

Tabla 19. Información de los parámetros SDP de la sesión. Mensajes *Invite* y *Session Progress* [Por los autores].

| CAMPO SIP/INFORMACIÓN | <i>INVITE</i> | <i>SESSION PROGRESS</i> |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| contact/Identificador público | usuario_publico_VoD@vod.com | usuario_publico_VoD@vod.com |

| | | | |
|-----------------------------------|---|---|--|
| s/Nombre de la sesión | Sesión_VoD | | Sesión_VoD |
| i/Información de la sesión | video1(película o contenido) | | video1(película o contenido) |
| b/Ancho de banda | 15 Mbps | | 15 Mbps |
| m/Nombre del medio y codec | Audio | MPEG Layer II Dolby Digital AAC MP-3 | MPEG Layer II Dolby Digital AAC MP-3 |
| | video | MPEG-2 MPEG-4 AVC SMPTE VC-1 AVS | MPEG-2 MPEG-4 AVC SMPTE VC-1 AVS |
| a/Atributo de precondition | Estado actual: qos e2e none | | Estado actual: qos e2e none |
| | Estado deseado: qos mandatory e2e sendrecv | | Estado deseado: qos mandatory e2e sendrecv Estado de confirmación: qos e2e recv |

La capacidad de negociación de QoS del terminal IPTV a nivel de servicio le permite utilizar los atributos de condiciones en la carga SDP para acordar la QoS deseada.

Los atributos de condiciones de QoS utilizados en los mensajes SIP especificados anteriormente se describen en [13] así:

- Estado actual: transporta la información del estado actual de los recursos de la red para un flujo de medios.

Formato: <precondition type> <status type> <direction tag>

- Estado deseado: transporta la información del estado deseado de los recursos de la red para un flujo de medios.

Formato: *<precondition type> <strength tag> <status type> <direction tag>*

- Estado de confirmación: transporta información para solicitar la confirmación de la reserva de recursos a través del mensaje *update*.

Formato: *<precondition type> <status type> <direction tag>*

Los elementos que describen cada atributo son definidos así:

- ✓ *precondition type*: "qos" Precondición para calidad de servicio.
- ✓ *strength-tag*: Es usado para indicar si la sesión requiere un nivel de QoS obligatorio o si se puede establecer sin las precondiciones establecidas. Puede tomar una de las siguientes opciones: "mandatory" "optional" "none" "failure" "unknown".
- ✓ *status-type*: Indica en que red se requiere la reserva de recursos, se puede establecer en los valores: "e2e" "local" "remote".
- ✓ *direction-tag*: Indica la dirección: "none" "send" "recv" "sendrecv" en la cual un atributo particular (actual, deseado o de confirmación) está siendo aplicado.

De acuerdo a la descripción presentada, estos atributos son utilizados en cada mensaje SIP para actualizar la configuración de QoS requerida.

Los mensajes de reconocimiento provisional a la información *Prack* y *200 Ok* intercambiados entre el terminal y las funciones de aplicaciones IPTV especifican el formato de codificación común seleccionado para ser utilizado durante la sesión. En este caso el terminal IPTV solicitará la transmisión del contenido de video en formato MPEG 2 y de audio en formato MP3.

4.2.3 Fase III: Control de Recursos de QoS.

Continuando el proceso de negociación descrito en el capítulo 3, este escenario se desarrolla conforme al caso 1 de la fase III. La figura 28 especifica los procedimientos de autorización de recursos QoS y de verificación de disponibilidad de recursos QoS.

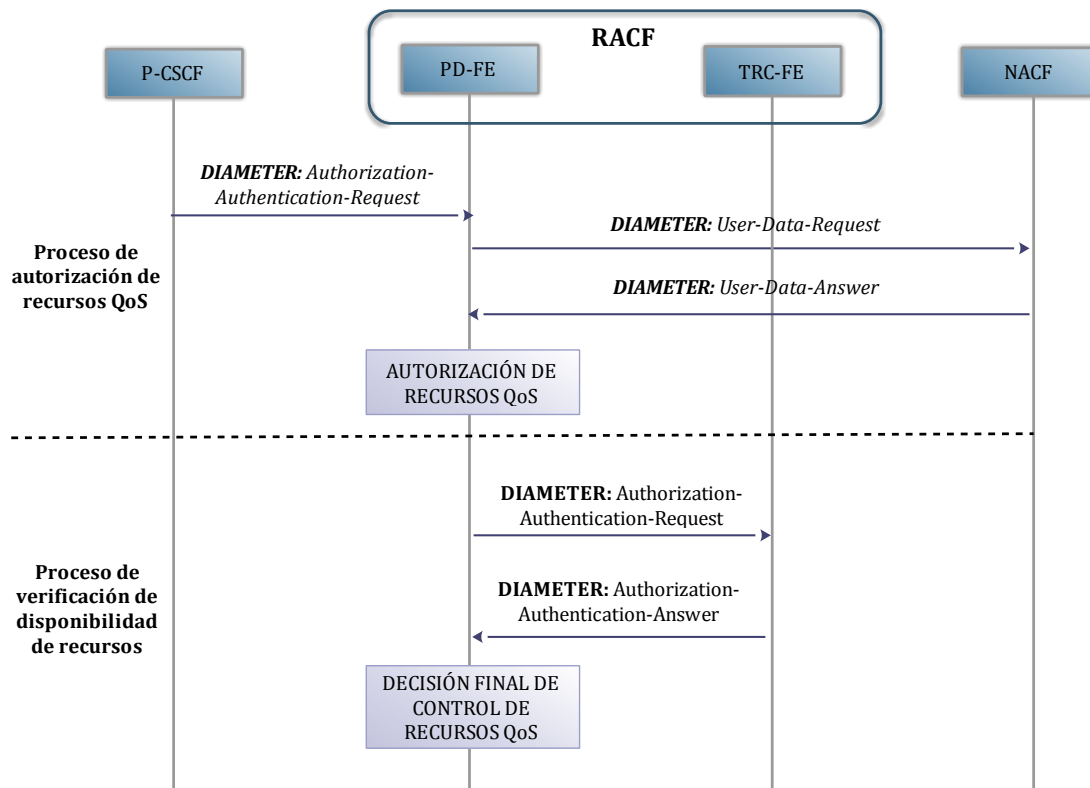


Figura 28. Control de recursos de QoS, caso 1 [Por los autores].

La tabla 20 muestra la información enviada del P-CSCF a la PD-FE, la cual se transporta mapeada en AVPs de acuerdo con el protocolo Diameter.

Tabla 20. Información del mensaje *Authorization-Authentication-Request*. Enviado del P-CSCF hacia la PD-FE [Por los autores].

| INFORMACIÓN | MAPEO EN AVPs | CONTENIDO |
|---|----------------------------|-----------------------------|
| Identificador del P-SCSF | AF-Application-Identifier | 172.16.255.3 |
| Identificador de sesión de control de recursos | Session-Id | Sesion_vod |
| Dirección IP globalmente única | Globally-Unique-IP-Address | 192.168.1.4 / 255.255.255.0 |
| Nivel de prioridad | Reservation-Priority | 2 |

| | | | |
|--|--|--|---|
| Perfil de medios | Media-Component-Description | | |
| Número de medios | Media-Component-Number | 1 | 2 |
| Tipo de medio | Media-type | 0 | 1 |
| Descripción del flujo de medios | Media-Sub-Component | | |
| Dirección del flujo Versión del protocolo IP Dirección IP Número del protocolo¹² | Flow-Description | in->out IPv4 CPE: 192.168.1.4 AS-IPTV: 172.16.255.4 17 | |
| Estado del flujo | Flow-Status | 0 | |
| Ancho de banda | Max-Requested-Bandwidth-UL Max-Requested-Bandwidth-DL | 1 Mbps 15Mbps | |
| Clase de servicio de aplicación | Transport-Class QoS-Downgradeable | 1 1 | |
| Modo de reserva de recursos | Resource-Reservation-Mode | 1 | |
| Indicación de notificación de evento | Specific-Action | | |
| Indicador de información de recursos | Service_Information_Request | 0 | |

¹² El valor en el número del protocolo, asignado por la Autoridad para la Asignación de Números de Internet (IANA: Internet Assigned Numbers Authority) para el Protocolo UDP es 17 [60].

Esta sesión de autorización y reserva de recursos se identifica con el mismo nombre de la sesión que se desea establecer y contiene los requerimientos del servicio solicitado por el usuario. El perfil de medios que se envía incluye un grupo de información que describe el flujo de medios del servicio solicitado, el número de medios determinado para el componente de audio es 1 y para el componente de video es 2 en la carga SDP de la solicitud.

El P-CSCF especifica a la PD-FE la descripción del flujo de medios que se va a transmitir, en la que se detalla el sentido de transmisión, la versión del protocolo IP y las direcciones IP del origen y destino del flujo de medios. El estado del flujo se determina en el valor 3 debido a que el flujo de medios debe estar deshabilitado para los enlaces de subida y bajada, mientras el establecimiento de la sesión se confirme y los recursos sean comprometidos.

Por último, los valores 0 del campo de indicador de información de recursos y 1 del campo modo de reserva de recursos indican la solicitud de información de la reserva de recursos y el modo en que la solicitud de QoS se envía a través de las funciones de control de servicio, respectivamente.

Para que la PD-FE pueda autorizar los recursos de QoS debe obtener información de suscripción de transporte del usuario por medio de la entidad funcional de gestión de localización de transporte de la NACF, este procedimiento se realiza a través de un mensaje de solicitud *User-Data-Request* Diameter, donde se detallan los elementos de información para identificar el perfil de usuario de transporte requerido: la Dirección IP globalmente única o el Identificador de subscriptor de transporte mapeado en AVPs.

La tabla 21, muestra la información de suscripción de transporte del usuario de VoD, proporcionada a la PD-FE, a través del mensaje UDA.

Tabla 21. Información del mensaje *User-Data-Answer*. Enviado de la TLM-FE a la PD-FE [Por los autores].

| INFORMACIÓN | MAPEO EN AVPs | CONTENIDO |
|---|----------------------------|--------------------------------|
| Dirección IP globalmente única | Globally-Unique-IP-Address | 192.168.1.4 / 255.255.255.0 |
| Identificador de subscriptor de transporte | User-Name | subscriber_VoD |

| | | |
|---|---------------------------------|---------|
| Identificador de conexión lógica | Logical-Access-Id | 60 |
| Suscripción de recursos de transporte | Transport-Resource-Subscription | |
| Clase de servicio de red | Transport-Class | 1 |
| Ancho de banda suscrito para el enlace de subida | Maximum-Allowed-Bandwidth-UL | 1 Mbps |
| Ancho de banda suscrito para el enlace de bajada | Maximum-Allowed-Bandwidth-DL | 15 Mbps |
| Nivel de prioridad | Reservation-Priority | 2 |

La PD-FE verifica si la información del servicio, descripción de flujo de medios y los recursos de QoS requeridos por el usuario satisfacen las reglas de políticas establecidas por el operador de la red de transporte que describen el comportamiento de la red, con el objetivo de autorizar los recursos de QoS.

Para que la interacción de los niveles que componen la arquitectura NGN brinden la calidad de servicio requerida por el usuario, es indispensable que las entidades funcionales de control de recursos del nivel de transporte intervengan en el proceso de negociación de QoS y proporcionen información del estado actual de la red, realizando el proceso de verificación de disponibilidad de recursos.

El mensaje de solicitud de disponibilidad de recursos *Authorization-Authentication-Request* enviado desde la PD-FE a la TRC-FE, contiene la suscripción de recursos de transporte del usuario, la descripción del flujo de medios que se va a transmitir y la QoS requerida, como se especifican en las tablas 20 y 21.

La TRC-FE utiliza los mecanismos necesarios para detectar y determinar si los recursos están disponibles, verificando si las funciones de transporte tienen capacidad para atribuir los recursos necesarios a dicha petición. En caso de que la respuesta sea positiva, la TRC-FE envía el resultado de la petición (ver tabla 22) que contiene el AVP Result-code establecido en el valor 2001 para indicar que los recursos están disponibles. Si la TRC-FE no posee los recursos solicitados la respuesta debe contener un atributo Experimental-Result -Code con el tipo de falla presentada, ya sea transitoria o permanente [19].

Tabla 22. Información del mensaje *Authorization-Authentication-Answer*. Enviado de la TRC-FE a la PD-FE [Por los autores].

| INFORMACIÓN | MAPEO EN AVPs | CONTENIDO |
|---|---------------|------------|
| Identificador de sesión de control de recursos | Session-Id | Sesion_vod |
| Resultado de la petición | Result-code | 2001 |

Por último, la PD-FE toma la decisión final de control de recursos QoS para el flujo de medios del servicio solicitado, considerando:

- Información del servicio (Enviada desde el P-CSCF a la PD-FE. Tabla 20).
- Información de subscripción de transporte (Enviada desde la TLM-FE a la PD-FE. Tabla 21).
- Reglas de políticas de red (Establecidas por el operador de red).
- Información de disponibilidad de recursos (Enviada desde la TRC-FE a la PD-FE. Tabla 22).

En este escenario, la decisión que toma la PD-FE le permite ajustar los parámetros de QoS, verificando inicialmente el cumplimiento de la información de perfil de usuario obtenida de la NACF y las políticas de red. Al realizar el análisis de la disponibilidad de recursos, la PD-FE decide el ancho de banda, la clase de servicio y el nivel de prioridad que puede soportar la red para el servicio solicitado.

4.2.4 Fase IV: Ejecución de la Decisión de Control y Reserva de Recursos QoS.

Última fase en el proceso de negociación de calidad del servicio, como paso previo al envío del flujo de medios. La figura 29 muestra el procedimiento de ejecución de la decisión de control de recursos QoS, donde la PD-FE impulsa la política de decisión a la PE-FE, dado que el terminal IPTV negocia la QoS a través de sus capacidades a nivel de servicio.

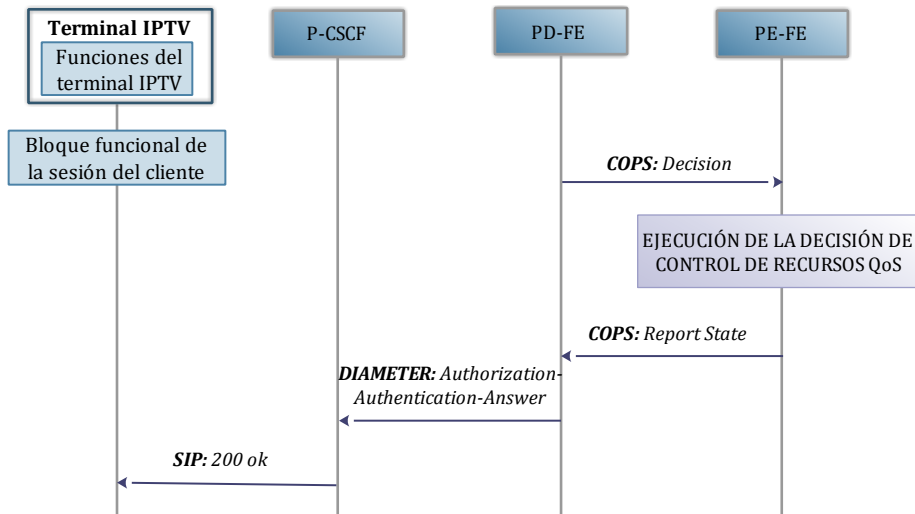


Figura 29. Ejecución de la decisión de control de recursos QoS, caso 1 [Por los autores].

La PD-FE envía a la PE-FE la información de solicitud de iniciación de recursos como se muestra en la tabla 23, cabe resaltar que los valores en la clase de servicio y el ancho de banda ofrecidos son el resultado de la decisión final tomada por la PD-FE en la fase anterior.

Tabla 23. Información del mensaje DEC. Enviado de la PD-FE a la PE-FE [Por los autores].

| INFORMACIÓN | ATRIBUTO COPS | CONTENIDO | |
|---|--|------------------------------------|---|
| Identificador de sesión de control de recursos | Client Handle | Sesion_vod | |
| Nivel de prioridad | RwDecInfoClasses- RwFlowbasedDecInfoTable- rwFlowBasedDecInfoRequestPriority | 2 | |
| Identificador de conexión física | RwReqInfoClasses-RwReqInfoTable- rwReqInfoIPAddress /rwReqInfoMacAddr | 192.168.1.1 / 18-A9-05-A3-6F-2D | |
| Perfil de medios | RwServiceInfoClasses-RwFlowDescTable | | |
| Número de medios | RwFlowDescPrid | 1 | 2 |

| | | |
|---|---|--|
| Clase de servicio de la red | RwNetworkClass | 2 |
| Descripción del flujo de medios | RwServiceInfoClasses- RwSingleFlowInfoTable | |
| Dirección del flujo | RwFlowInfoDirection | 2 |
| Estado de la compuerta | RwFlowInfoFilterStatus | 1 |
| Versión del protocolo | RwFilterTable- RwFilterDstAddrType/RwFilterSrcAddrType | IPv4 |
| Dirección IP | RwFilterTable- RwFilterDstAddr/RwFilterSrcAddr | CPE:192.168.1.4/ AS IPTV:172.16.255.4 |
| Número del protocolo | RwFilterTable-RwFilterProtocol | 17 |
| Ancho de banda | RwFluxInfoTable-RwFluxInfoPeakBandwidth | 10 Mbps |
| Indicación de notificación de evento | RwEventInfoClasses-RwEventIndicatorTable- RwEventIndicator | |
| Indicador de información de recursos | RwEventIndicator | 0 |

En este escenario la red puede ofrecer un ancho de banda de 10 Mbps y un valor de 2 en la clase de servicio de red, la cual define un retardo en la transferencia de paquetes IP de 100 ms, una variación en el retardo de paquetes IP no definida, una tasa de pérdida de paquetes de 1×10^{-3} y una tasa de paquetes con errores de 1×10^{-4} [61].

Debido a las condiciones de la red, el servicio de VoD puede ser ofrecido en formato MPEG-4 en HDTV, y no en formato MPEG-2 como lo solicita el usuario.

En el mensaje DEC, el atributo COPS `RwFlowInfoFilterStatus` del estado de la compuerta toma el valor de 1 (abierto), para que la PE-FE inicie la ejecución de los recursos solicitados, y abra las compuertas para el envío del flujo de medios.

Luego de que la PE-FE ejecuta la decisión de admisión, envía a la PD-FE un mensaje *report state* con el resultado de que la petición de recursos ha sido exitosa, como lo indica la tabla 24.

Tabla 24. Información del mensaje *Report State*. Enviado de la PE-FE a la PD-FE [Por los autores].

| INFORMACIÓN | ATRIBUTO COPS | CONTENIDO |
|---|---|------------|
| Identificador de sesión de control de recursos | Client Handle | Sesion_vod |
| Resultado de la petición de recursos | RwReportClasses– RwStateReportTable – RwStateReportStatus | 1 |

A su vez, el resultado de la petición de recursos se notifica al proxy, a través del mensaje Diameter *Authorization-Authentication-Answer* como se muestra en la tabla 25.

Tabla 25. Información del mensaje *Authorization-Authentication-Answer*. Enviado de la PD-FE al P-CSCF [Por los autores].

| INFORMACIÓN | MAPEO EN AVPs | CONTENIDO |
|---|---------------------------|--------------|
| Identificador del P-CSCF | AF-Application-Identifier | 172.16.255.3 |
| Identificador de sesión de control de recursos | Session-Id | Sesion_vod |
| Resultado de la petición de recursos | Result-code | 2001 |

Luego el P-CSCF notifica al terminal IPTV la calidad de servicio que la red le puede ofrecer.

Para concluir la fase IV, se realiza el proceso de finalización de la solicitud de QoS, como se muestra en la figura 30.

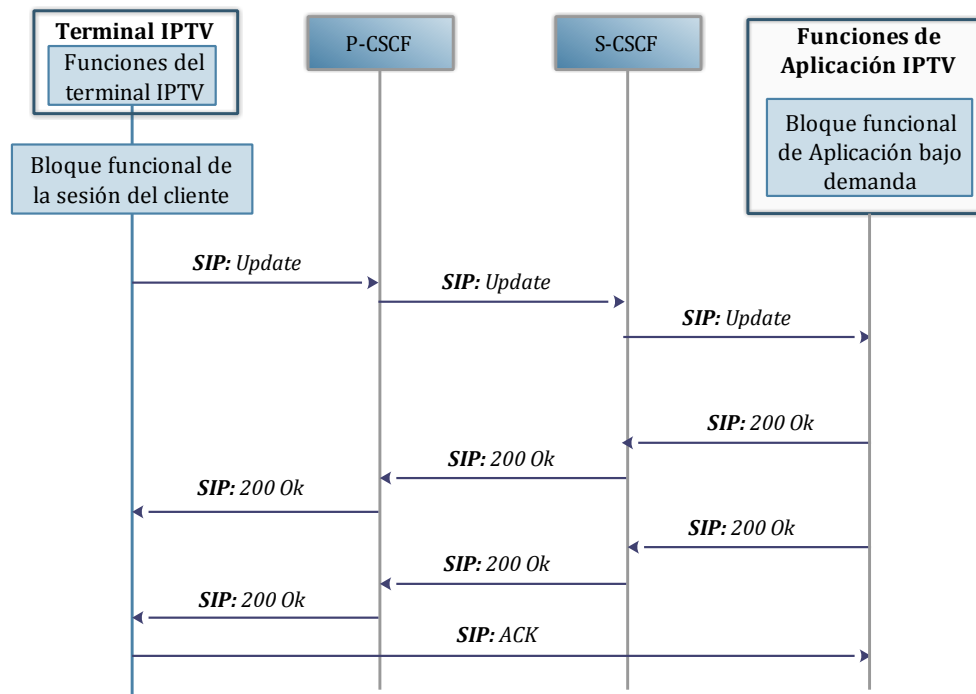


Figura 30. Finalización de la solicitud de QoS caso 1 [Por los autores].

El terminal de usuario informa a las funciones de aplicación IPTV a través del núcleo IMS utilizando los mensajes SIP Update y 200 Ok que actualizan la configuración de los parámetros de la sesión y la QoS acordada entre los niveles de servicio y transporte, de tal manera que el servidor de aplicaciones IPTV realice la configuración final del servicio a partir de los recursos y calidad de servicio asignada.

La tabla 26, muestra la información enviada por estos mensajes, en la que se debe resaltar que las precondiciones de QoS en el atributo de estado actual tanto de la fuente como del destino ya están dadas para enviar y recibir el flujo de datos.

Tabla 26. Información de los parámetros SDP de la sesión. Mensajes update y 200 Ok update [Por los autores].

| CAMPO SIP/INFORMACIÓN | UPDATE | 200 OK UPDATE |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| contact/Identificador público | usuario_publico_VoD@vod.com | usuario_publico_VoD@vod.com |

| | | |
|--|---|---|
| s/Nombre de la sesión | Sesión_VoD | Sesión_VoD |
| i/Información de la sesión | video1(película o contenido) | video1(película o contenido) |
| b/Ancho de banda | 10 Mbps | 10 Mbps |
| m/Nombre del medio y códec | Audio: MP3 | Audio: MP3 |
| | Video: MPEG-4 | Video: MPEG-4 |
| a/Atributo de precondición de QoS | Estado actual: QoS e2e send | Estado actual QoS e2e sendrecv |
| | Estado deseado: QoS mandatory e2e sendrecv | Estado deseado: QoS mandatory e2e sendrecv |

Para finalizar esta fase se envían los mensajes SIP *200 Ok* y *Ack* que confirman el establecimiento definitivo de la sesión por parte del servidor IPTV y el terminal de usuario respectivamente.

En este punto el servidor de aplicaciones IPTV envía las instrucciones para la entrega del contenido VoD al terminal de usuario a través de las funciones de almacenamiento y entrega de contenido.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

CONCLUSIONES

- La necesidad de proveer calidad del servicio a los usuarios es uno de los principales retos en el desarrollo de las NGN, debido a la existencia de factores como: la naturaleza inherente best effort de las redes basadas en IP; que no permite brindar distintos niveles de calidad de acuerdo al tipo de servicio, la asignación de los recursos para servicios multimedia con diversos requerimientos de desempeño según sus características y las expectativas de calidad y de alta disponibilidad para los servicios ofrecidos por las redes tradicionales.
- Un proceso de negociación de QoS en una arquitectura NGN es necesario para la entrega de calidad de servicio absoluta, debido a la existencia de diferentes tipos de tráfico con sus propios requerimientos de QoS y limitaciones en la disponibilidad de los recursos de la red.
- El desarrollo de este trabajo permitió conocer los principales conceptos relacionados con la Arquitectura de Red de Nueva Generación, su definición, los elementos funcionales en cada uno de los niveles (servicio y transporte), y su mecanismo de gestión de recursos de red para la provisión de calidad de servicio en NGN. Esto ofrece la base de conocimiento necesaria para alcanzar los objetivos de este proyecto.

- Para realizar el proceso de negociación de QoS, se deben definir e identificar los protocolos, interfaces y elementos asociados a la entrega de QoS en la NGN, en este trabajo se resalta la importancia de las funcionalidades, protocolos e interfaces que permiten las relaciones entre los niveles de transporte y servicio para ese fin.
- El resultado más importante de este trabajo es la definición de un proceso de negociación de QoS en el contexto de redes de nueva generación, el cual establece claramente los procedimientos necesarios para que el usuario, la capa de transporte y la capa de servicio acuerden la sesión que se va a establecer y se proporcione un servicio con calidad.
- El desarrollo del proceso de negociación de QoS propuesto, sigue una estructura secuencial, donde cada fase que precede a otra debe cumplirse para llevar a cabo la siguiente, de tal manera que se abarquen todos los procesos necesarios para el establecimiento de la sesión y el control de los recursos de red para la prestación del servicio.
- En el proceso de negociación de QoS se definieron 4 fases dentro de las cuales se establecieron los procedimientos para la interacción entre el CPE, el nivel de transporte y el nivel de servicio. La fase de establecimiento de conexión a la red permite la inicialización y registro del equipo de usuario en la red de acceso. La fase de solicitud del servicio y de QoS incluye el registro, establecimiento de la sesión y solicitud de QoS a nivel de servicio. La fase de control de recursos de QoS corresponde a la autorización de recursos QoS y verificación de disponibilidad de recursos. Finalmente, la fase de ejecución de la decisión de control y reserva de recursos QoS finaliza el proceso de negociación en una arquitectura NGN y da paso a la transmisión del flujo de datos del servicio con la calidad negociada.
- Uno de los resultados más importantes del trabajo, es la propuesta de un escenario para el servicio de VoD soportado en una arquitectura IPTV basada en NGN e IMS, en el que se describe detalladamente la señalización e información necesaria para realizar el proceso de negociación y cumplir con los requerimientos de QoS de acuerdo a la disponibilidad actual de los recursos de red.
- La descripción del proceso de negociación de QoS para el servicio de VoD sirve como referencia a quienes desarrollan trabajos de investigación en la temática de provisionamiento de QoS en NGN, para proponer diversos escenarios que

permitan obtener aproximaciones a escenarios reales para apreciar este proceso de negociación.

- En el contexto de las NGN es imprescindible tener en cuenta las capacidades de negociación a nivel de transporte o servicio de los CPEs en el momento de realizar las solicitudes de QoS en el proceso de negociación.
- El proceso definido, negocia dinámicamente los requerimientos de calidad del servicio solicitada dependiendo de la disponibilidad actual de los recursos de red y las reglas de políticas establecidas por el operador de red.

RECOMENDACIONES

- Es importante promover e incentivar a los estudiantes en el desarrollo de actividades de investigación en el área de provisión de QoS para tecnologías y servicios de nueva generación con el objetivo de aportar soluciones para el beneficio tecnológico de este tipo de redes en el entorno colombiano.
- La realización de proyectos de investigación y desarrollo en la temática de Redes de Nueva Generación (RNG) al interior del Grupo de Nuevas Tecnologías en Telecomunicaciones (GNTT) de la Universidad del Cauca puede facilitar el establecimiento de vínculos con el Laboratorio para el desarrollo de Conocimiento en Redes Avanzadas (ANKLA: Advanced Networks Knowledge Lab) de CINTEL y el SENA, para que los estudiantes realicen pruebas, simulaciones de la red y desarrollo de aplicaciones y servicios, entre otros, en un escenario con aproximación real donde se relacionan diferentes tecnologías y servicios NGN.
- Se considera necesario el estudio, análisis y profundización de la normatividad generada por los diferentes organismos especializados en el desarrollo de la Red de Nueva Generación teniendo en cuenta la permanente publicación de estándares que tienen como fin normalizar los aspectos técnicos y de tarificación en el sector de las telecomunicaciones, de tal manera que se tengan conocimientos actualizados que permitan al entorno nacional estar a la altura de la regulación a nivel mundial.

TRABAJOS FUTUROS

- Como trabajo futuro se propone simular el proceso de negociación propuesto para diferentes tipos de servicio considerando las capacidades de negociación de los terminales de usuario. Así se pueden establecer nuevos escenarios que consideren las características de los equipos de usuario.
- Aunque, con el desarrollo de este trabajo se logró apreciar el proceso de negociación de QoS para el servicio de video bajo demanda en un escenario teórico, se recomienda aplicar este proceso en un escenario real para otros servicios que demanden cierto nivel de calidad de tal manera que se obtengan resultados acordes a la realidad.
- Como trabajo futuro se recomienda el estudio y determinación de mecanismos que permitan a las funciones de control de recursos de transporte establecer la disponibilidad de recursos de red, tanto en el acceso como en el núcleo de red; es importante que estos mecanismos ofrezcan información confiable y actualizada a las entidades de decisión de políticas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] International Telecommunication Union, "General principles and general reference model for Next Generation Networks" *International Telecommunication Union*, Recommendation Y.2011, 2004. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y>, [Consulta: Enero 22, 2010]
- [2] International Telecommunication Union, "General overview of NGN" *International Telecommunication Union*, Recommendation Y.2001, 2004. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itut/recommendations/index.aspx?ser=Y>, [Consulta: Enero 20, 2010]
- [3] European Telecommunications Standards Institute, "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Functional Architecture" *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI ES-282-001, 2009. Disponible en Web: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Enero 25, 2010]
- [4] International Telecommunication Union, "Functional requirements and architecture of the NGN release 1" *International Telecommunication Union*, Recommendation Y.2012, 2006. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y>, [Consulta: Enero 25, 2010]
- [5] International Telecommunication Union, "Principles for the Management of Next Generation Networks" *International Telecommunication Union*, Recommendation M.3060/Y.2401, 2006. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=M>, [Consulta: Febrero 22, 2010]
- [6] European Telecommunications Standards Institute, "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Resource and Admission Control Sub-System (RACS): Functional Architecture" *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI ES 282 003, 2010. Disponible en Web: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Febrero 18, 2010]
- [7] International Telecommunication Union, "Resource and admission control functions in next generation networks" *International Telecommunication Union*, Recommendation Y.2111, 2008. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y>, [Consulta: Enero 30, 2010]

- [8] J. Song, Mi Y. Chang, Soon S. Lee, J. Joung, "Overview of ITU-T NGN QoS Control", *Communications Magazine*, IEEE, vol. 45, no. 9, pp. 116-123, Septiembre 2007. Disponible en Web: <http://ieeexplore.ieee.org>, [Consulta: Marzo 22, 2010]
- [9] International Telecommunication Union, "PSTN/ISDN emulation architecture" *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Y.2031, 2006. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itut/recommendations/index.aspx?ser=Y> [Consulta: Mayo 12, 2010]
- [10] G. Bertrand, "The IP Multimedia Subsystem in Next Generation Networks", Multimedia and Security department (RSM) GET/ENST. Bretagne. Mayo 2007. Disponible en: http://www.rennes.enst-bretagne.fr/~gbertran/files/IMS_an_overview.pdf
- [11] A. Cuevas, José I. Moreno, P. Vidales, H. Einsiedler, "The IMS Service Platform: A Solution for Next Generation Network Operators to Be More Than Bit Pipes", *Communications Magazine*, IEEE, vol. 44, no. 8, pp. 75-81, Agosto 2006. Disponible en Web: <http://ieeexplore.ieee.org>, [Consulta: Marzo 20, 2010]
- [12] European Telecommunications Standards Institute, "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IP Multimedia Subsystem (IMS); Functional architecture" *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI ES 282 007, 2008. Disponible en Web: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Febrero 18, 2010]
- [13] International Telecommunication Union, "IMS for Next Generation Networks" *International Telecommunication Union*, Recommendation Y.2021, 2006. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itut/recommendations/index.aspx?ser=Y>, [Consulta: Marzo 17, 2010]
- [14] International Telecommunication Union, "Network attachment control functions in next generation networks" *International Telecommunication Union*, Recommendation Y.2014, 2010. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y>, [Consulta: Marzo 17, 2010]
- [15] Huawei Technologies Co. Ltd, "Resource control and signaling requirements and protocols in ITU-T Q5/SG11" Julio 2008. Disponible en Web: <http://www.itu.int/ITU-T/gsc/gsc13/index.html>.
- [16] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, E. Schooler, "SIP: Session Initiation Protocol", RFC 3261, Junio 2002.

- [17] G. Camarillo, W. Marshall, J. Rosenberg, "Integration of Resource Management and Session Initiation Protocol (SIP)", RFC 3312, Octubre 2002.
- [18] M. Handley, V. Jacobson, C. Perkins, "SDP: Session Description Protocol", RFC 4566, Julio 2006.
- [19] P. Calhoun, J. Loughney, E. Guttman, G. Zorn, J. Arkko, "Diameter Base Protocol", RFC 3588, Septiembre 2003.
- [20] H. Hakala, L. Mattila, J-P. Koskinen, M. Stura, J. Loughney, "Diameter Credit-Control Application", RFC 4006, Agosto 2005.
- [21] International Telecommunication Union, "Resource control protocol No. 1 – Protocol at the Rs interface between service control entities and the policy decision physical entity" *International Telecommunication Union*, Recommendation Q.3301.1, 2007. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q>, [Consulta: Enero Abril, 2010]
- [22] International Telecommunication Union, "Resource control protocol No. 3 – Protocols at the Rw interface between a policy decision physical entity (PD-PE) and a policy enforcement physical entity (PE-PE): Diameter" *International Telecommunication Union*, Recommendation Q.3303.3, 2008. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q>, [Consulta: Abril 28, 2010]
- [23] International Telecommunication Union, "Resource control protocol No. 5 (rcp5)–Protocol at the interface between a transport resource control physical entity (TRC-PE) and a policy decision physical entity (PD-PE) (Rt interface): Diameter-based" *International Telecommunication Union*, Recommendation Q.3305.1, 2008. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q>, [Consulta: Mayo 17, 2010]
- [24] International Telecommunication Union, "Requirements and protocol for the interface between a transport location management physical entity and a policy decision physical entity (Ru Interface)" *International Telecommunication Union*, Recommendation Q.3223, 2009. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q>, [Consulta: Mayo 17, 2010]
- [25] 3rd Generation Partnership Project, "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Core Network and Terminals; Cx and Dx interfaces based on the Diameter protocol; Protocol details (Release 8)" *3rd Generation Partnership Project*, 3GPP TS 29.229, 2010. Disponible en Web:

- <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/29-series.htm>, [Consulta: Marzo 17, 2010]
- [26] European Telecommunications Standards Institute, “Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networks (TISPAN); Network Attachment Sub-System (NASS); a2 interface based on the DIAMETER protocol” *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI TS 183 059-1, 2009. Disponible en Web: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Abril 18, 2010]
 - [27] P. Eronen, T. Hiller, G. Zorn, “Diameter Extensible Authentication Protocol (EAP) Application”, RFC 4072, Agosto 2005.
 - [28] D. Durham, J. Boyle, R. Cohen, S. Herzog, R. Rajan, A. Sastry, “The COPS (Common Open Policy Service) Protocol”, RFC 2748, Enero 2000.
 - [29] K. Chan, J. Seligson, D. Durham, S. Gai, K. McCloghrie, S. Herzog, F. Reichmeyer, R. Yavatkar, A. Smith, “COPS Usage for Policy Provisioning (COPS-PR)”, RFC 3084, Marzo 2001.
 - [30] International Telecommunication Union, “Resource control protocol No. 3 – Protocol at the interface between a Policy Decision Physical Entity (PD-PE) and a Policy Enforcement Physical Entity (PE-PE): COPS alternative” *International Telecommunication Union*, Recommendation Q.3303.1, 2007. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q>, [Consulta: Junio 17, 2010]
 - [31] International Telecommunication Union, “Resource control protocol no. 4 (rcp4) – Protocols at the Rc interface between a transport resource control physical entity (TRC-PE) and a transport physical entity (T-PE): COPS alternative” *International Telecommunication Union*, Recommendation Q.3304.1, 2007. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q>, [Consulta: Junio 17, 2010]
 - [32] European Telecommunications Standards Institute, “Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Resource and Admission Control: H.248 Profile for controlling Border Gateway Functions (BGF) in the Resource and Admission Control Subsystem (RACS); Protocol specification” *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI ES 283 018, 2010. Disponible en Web: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Abril 18, 2010]
 - [33] International Telecommunication Union, “Resource control protocol No. 3 – Protocol at the interface between a Policy Decision Physical Entity (PD-PE) and a Policy Enforcement Physical Entity (PE-PE) (Rw interface): H.248

- alternative” *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Q.3303.2, 2007. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q> [Consulta: Mayo 12, 2010]
- [34] International Telecommunication Union, “Resource control protocol no. 4 (rcp4), Protocols at the Rc interface between a transport resource control physical entity (TRC-PE) and a transport physical entity (T-PE): SNMP alternative” *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Q.3304.2, 2007. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q> [Consulta: Mayo 12, 2010]
- [35] R. Braden, L. Zhang, S. Berson, S. Herzog, S. Jamin, “Resource ReSerVation Protocol (RSVP)-Version 1 Functional Specification”, RFC 2205, Septiembre 1997.
- [36] International Telecommunication Union, “Terms and definitions for Next Generation Networks” *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Y.2091, 2008. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y> [Consulta: Junio 12, 2010]
- [37] B. Aboba, D. Simon, P. Eronen, “Extensible Authentication Protocol (EAP) Key Management Framework”, RFC 5247, Agosto 2008.
- [38] W. Simpson, “The Point-to-Point Protocol (PPP)”, RFC 1661, Enero 1994.
- [39] Institute of Electrical and Electronics Engineers, “IEEE standard for local and metropolitan area networks, port-based network access control” *Institute of Electrical and Electronics Engineers*, IEEE Standard 802.1X, 2004.
- [40] A. Yegin, Y. Ohba, R. Penno, G. Tsirtsis, C. Wang, “Protocol for Carrying Authentication for Network Access (PANA) Requirement”, RFC 4058, Mayo 2005.
- [41] D. Forsberg, Y. Ohba, B. Patil, H. Tschofenig, A. Yegin, “Protocol for Carrying Authentication for Network Access (PANA)”, RFC 5191, Mayo 2008.
- [42] International Telecommunication Union, “EAP-based security signalling protocol architecture for network attachment” *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Q.3201, 2007. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Q> [Consulta: Mayo 12, 2010]
- [43] R. Droms, “Dynamic Host Configuration Protocol”, RFC 2131, Marzo 1997.

- [44] European Telecommunications Standards Institute, "Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2 (3GPP TS 23.228 version 9.3.0 Release 9)" *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI ETS-123-228, 2010. Disponible en Web: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Febrero 12, 2010]
- [45] International Telecommunication Union, "Requirements for the support of IPTV services" *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Y.1901, 2009. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y> [Consulta: Junio 12, 2010]
- [46] European Telecommunications Standards Institute, "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Service Layer Requirements to integrate NGN Services and IPTV" *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI ETS-181-016, 2009. Disponible en Web: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Mayo 20, 2010]
- [47] International Telecommunication Union, "IPTV Functional Architecture" *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Y. 1910, 2008. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y> [Consulta: Mayo 12, 2010]
- [48] F. C. Prado, "Arquitecturas distribuidas para sistemas de Video-bajo-demanda a gran escala", Tesis doctoral, Dpto de informática, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona España, Diciembre 2003.
- [49] International Telecommunication Union, "Quality of experience requirements for IPTV services" *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation G.1080, 2008. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=G> [Consulta: Mayo 25, 2010]
- [50] T. Rahrer, R. Fiandra, S. Wright, "Triple-play Services Quality of Experience (QoE) Requirements", DSL-Forum. Technical Report TR-126, 12-2006. Disponible en Web: <http://www.broadband-forum.org/technical/download/TR-126.pdf>
- [51] European Telecommunications Standards Institute, "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IPTV Architecture; IPTV functions supported by the IMS subsystem" *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI ETS-182-027, 2010. Disponible en Web: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Mayo 28, 2010]

- [52] European Telecommunications Standards Institute, “Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN integrated IPTV subsystem Architecture” *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI ETS-182-028, 2009. Disponible en Web: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Mayo 20, 2010]
- [53] E. Mikoczy, D. Sivchenko, B. Xu, V. Rakocevic, “IMS based IPTV services: architecture and implementation”, Proceedings of the 3rd international conference on Mobile multimedia communications, Agosto 2007. Disponible en Web: http://www.staff.city.ac.uk/~veselin/publications/Sivchenko_ACM07.pdf [Consulta: Abril 10, 2010]
- [54] L. Blunk, J. Vollbrecht, “PPP Extensible Authentication Protocol (EAP)”, RFC 2284, Marzo 1998.
- [55] Institute of Electrical and Electronics Engineers, “Virtual Bridged Local Area Networks” *Institute of Electrical and Electronics Engineers*, IEEE Standard 802.1Q, 2005.
- [56] International Telecommunication Union, “IPTV Focus Group Proceedings” *International Telecommunication Union*, ITU-T. NGN FG Proceedings Part II. Global Standards Initiative, 2008. Disponible en Web: <http://www.itu.int/publ/T-PROC-IPTVFG-2008/es> [Consulta: Abril 17, 2010]
- [57] International Telecommunication Union, “Admission control priority levels in Next Generation Networks” *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Y.2171, 2006. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y> [Consulta: Mayo 12, 2010]
- [58] R. Fielding, J. Gettys, J. Mogul, H. Frystyk, L. Masinter, P. Leach, T. Berners-Lee, “Hypertext Transfer Protocol HTTP/1.1”, RFC 2616, Junio 1999.
- [59] European Telecommunications Standards Institute, “Telecommunications and Internet converged Services and protocols for Advanced Networking (TISPAN); Dedicated IPTV subsystem stage 3 specification” *European Telecommunications Standards Institute*, ETSI ETS-183-064, 2008. Disponible en Web: <http://www.etsi.org>. [Consulta: Junio 20, 2010]
- [60] J. Postel, “User Datagram Protocol”, RFC 768, Agosto 1980.
- [61] International Telecommunication Union, “Network performance objectives for IP-based services” *International Telecommunication Union*, ITU-T Recommendation Y.1541, 2006. Disponible en Web: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y> [Consulta: Mayo 18, 2010]