

NOMBRE DEL TRABAJO

IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE VELOCIDAD MEDIANTE LA INTERFAZ SY PARA MEJORAR LA NAVEGACIÓN DEL SERVI

AUTOR

PAÚL CÉSAR DE LA CRUZ BORJA

RECUENTO DE PALABRAS

13673 Words

RECUENTO DE CARACTERES

74357 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

102 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.4MB

FECHA DE ENTREGA

May 23, 2024 2:11 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 23, 2024 2:12 PM GMT-5

● 14% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)**

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.unfels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS () 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL (X)

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: DE LA CRUZ BORJA, PAUL CESAR
D.N.I.: 72005335
Otro Documento:
Nacionalidad: PERUANA
Teléfono: 931503736
e-mail: paulcesardelacruzborja@gmail.com

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad: FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
Programa Académico: TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
Título Profesional otorgado: INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

Postgrado

Universidad de Procedencia:
País:
Grado Académico otorgado:

Datos de trabajo de investigación

Título: "IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE VELOCIDAD MEDIANTE LA INTERFAZ SY PARA MEJORAR LA NAVEGACIÓN DEL SERVICIO DE DATOS DE LOS USUARIOS DEL OPERADOR CLARO"
Fecha de Sustentación: 16 DE DICIEMBRE DEL 2021
Calificación: APROBADO CON DISTINCIÓN
Año de Publicación: 2024



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	<input checked="" type="checkbox"/>

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	<input type="checkbox"/>
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	<input type="checkbox"/>
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	<input type="checkbox"/>

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

Motivos de la elección del acceso restringido:

DE LA CRUZ BORJA, PAUL CESAR

APELLIDOS Y NOMBRES

72005335

DNI

Firma y huella:



Lima, 2 de setiembre del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES



**“IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE VELOCIDAD MEDIANTE LA
INTERFAZ SY PARA MEJORAR LA NAVEGACIÓN DEL SERVICIO DE
DATOS DE LOS USUARIOS DEL OPERADOR CLARO”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

DE LA CRUZ BORJA, PAUL CESAR

ORCID: 0009-0005-4717-9110

ASESOR

MACHUCA MINES, JOSÉ AMBROSIO

ORCID: 0000-0002-7069-7654

Villa El Salvador

2021



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

Siendo las **14:00 horas** del día **jueves 16 de diciembre del 2021**, y debido a la emergencia sanitaria y aislamiento social por el COVID-19, se reunieron vía google meet (<https://meet.google.com/cye-qitg-knd>), los miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente	: DR. LA ROSA LONGOBARDI, Carlos Jacinto	CIP N° 055254
Secretario	: MG. CAMPOS AGUADO, Fredy	CIP N° 173769
Vocal	: MG. LOPEZ CORDOVA, Jorge Luis	CIP N° 183016

Designados con RESOLUCIÓN DE FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN N° 432-2021-UNTELS-CO-V.ACAD-FIG, de fecha 09 de Diciembre del 2021.

Se da inició al acto público de sustentación y evaluación del Trabajo de Suficiencia Profesional, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones, bajo la modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional. (Resolución de Comisión Organizadora N° 126-2021-UNTELS de fecha 06 de agosto del 2021, en la cual se APRUEBA el "Reglamento, Directiva, Cronograma y Presupuesto del V Programa de la Modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur", siendo que el Art. 4° del precitado Reglamento establece que: "La Modalidad de Titulación prevista consiste en la presentación, aprobación y sustentación de un Trabajo de Suficiencia Profesional que dé cuenta de la experiencia profesional y además permita demostrar el logro de las competencias adquiridas en el desarrollo de los estudios de pregrado que califican para el ejercicio de la profesión correspondiente. Quienes participen en esta modalidad no podrán tramitar simultáneamente otras modalidades de titulación. Además, los participantes inscritos en esta modalidad, deberán acreditar 02 años de experiencia laboral, de acuerdo a lo establecido en la Resolución N° 174-2019-SUNEDU/CD y al anexo 1 sobre Glosario de Términos en el punto veinte (20)...", en el cual;

El Bachiller: **DE LA CRUZ BORJA, PAUL CESAR**

Sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional: **"IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE VELOCIDAD MEDIANTE LA INTERFAZ SY PARA MEJORAR LA NAVEGACIÓN DEL SERVICIO DE DATOS DE LOS USUARIOS DEL OPERADOR CLARO"**

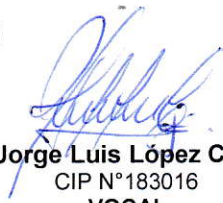
Concluida la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición **Aprobado con Distinción**, Equivalencia **Muy Bueno**, de acuerdo al Art. 65° del Reglamento General para el Otorgamiento de Grado Académico y Título Profesional de la UNTELS, vigente.

Siendo las **14:45 horas** del día **jueves 16 de diciembre del 2021**, se dio por concluido el acto de sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, firmando la presente acta los miembros del Jurado Evaluador.


Mg. Fredy Campos Aguado
CIP N° 173769
SECRETARIO


Dr. Carlos Jacinto La Rosa Longobardi
CIP N° 055254
PRESIDENTE


Mg. Jorge Luis López Córdova
CIP N° 183016
VOCAL


PARTICIPANTE
Bachiller: PAUL CESAR DE LA CRUZ BORJA

Nota: Art. 14°.- La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realizará en un acto público y conservando las medidas de distanciamiento social y de emergencia sanitaria. De faltar algún miembro del Jurado, la sustentación procederá con los dos integrantes presentes. En caso de ausencia del Presidente del Jurado, asumirá la presidencia el docente de mayor categoría y antigüedad. En caso de ausencia de dos o más miembros del Jurado, la sustentación será reprogramada durante los cinco (05) días siguientes.

DEDICATORIA

A mis padres que me formaron con su ejemplo y enseñaron a vivir con valores. A mi complemento y motivación por enseñarme a mejorar cada día: Andrea.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (UNTELS) por los años de aprendizajes, los cuales me sirvieron como base para el desarrollo profesional, y de esa manera, ejercer la carrera de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.

A los docentes de la UNTELS que con sus enseñanzas, consejos y experiencias permitieron que tome decisiones correctas para un efectivo desarrollo profesional.

A mis compañeros y amigos con los cuales se compartió actividades académicas en la UNTELS, los cuales me apoyaron en las diferentes etapas de mi vida universitaria.

A mi familia por alentarme para alcanzar mis metas, a pesar de las dificultades que se presentaron en el camino.

A mi asesor el Ing. José Ambrosio Machuca Mines, por las sugerencias y consejos, los cuales ayudaron a mejorar el contenido y calidad del presente documento académico.

Finalmente, agradecer a la empresa AMÉRICA MÓVIL PERÚ S.A.C por la oportunidad de formar parte de su institución y, de esa manera, lograr desarrollarme profesionalmente participando en los diversos proyectos que implementó a nivel nacional.

ÍNDICE

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Contexto.....	1
1.2. Delimitación temporal, espacial y metodológica del trabajo	2
1.2.1. Delimitación temporal.....	2
1.2.2. Delimitación espacial.	2
1.2.3. Delimitación conceptual.	2
1.3. Formulación de objetivos	4
1.3.1. Objetivo general.	4
1.3.2. Objetivos específicos.	4
1.4. Justificación	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.1.1. Nacionales.	5
2.1.2. Internacionales.	7
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Generaciones de la telefonía móvil	9
2.2.2. Velocidades teóricas de las principales tecnologías móviles.	11
2.2.3. Red móvil.	11
2.2.4. OCS (Online charging system).....	19
2.2.5. PCRF (Policy Control Rule Function).....	21

2.2.6. Rating group	22
2.2.7. 3GPP (Third Generation Partnership Project)	23
2.2.8 Protocolo Diameter	24
2.3. Definición de términos básicos.....	26
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL.....	27
3.1. Determinación y análisis del problema	27
3.1.1. Formulación del problema.	29
3.1.2. Problema general.	29
3.1.3. Problemas específicos.	30
3.2. Modelo propuesto de solución.....	30
3.2.1 Diseño del control de velocidad mediante la interfaz Sy.	32
3.2.2 Implementación de la Interfaz Sy.	40
3.2.3 Validación del funcionamiento de la solución.	49
3.2.4 Cronograma del proyecto.....	52
3.3. Resultados.....	54
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXOS.....	63
ANEXO A: LISTA DE ACRÓNIMOS	63
ANEXO B: GLOSARIO DE TÉRMINOS	65
ANEXO C: ETSI TS 129 219 V11.7.0 (2015-07)	66
ANEXO D: CONSTANCIA DE PARTICIPACION.....	90

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Cantidad de líneas móviles que acceden a Internet.....	xi
Figura 2. Características de las 5 generaciones móviles.....	1
Figura 3. Mapa oficial del Perú.....	2
Figura 4. Metodología Agile.....	3
Figura 5. Tablero Kanban.....	3
Figura 6. Esquema simplificado de la red móvil.....	12
Figura 7. Principales tecnologías móviles.....	13
Figura 8. Arquitectura de una red GSM.....	13
Figura 9. Arquitectura de una red UMTS.....	16
Figura 10. Arquitectura de una red LTE.....	18
Figura 11. Arquitectura de OCS del proveedor Ericsson.....	20
Figura 12. Arquitectura funcional PCRF.....	22
Figura 13. Protocolo Diameter.....	25
Figura 14. Reclamo por empresas operadoras.....	27
Figura 15. Categorización de reclamos.....	28
Figura 16. Línea de tiempo planes ilimitados.....	29
Figura 17. Diagrama de flujo del proyecto.....	30
Figura 18. Diagrama de bloques del proyecto.....	31
Figura 19. Arquitectura actual del operador Claro.....	32
Figura 20. Arquitectura modular propuesta.....	33
Figura 21. Arquitectura funcional propuesta.....	34
Figura 22. Señalización Gx y Señalización Sy.....	35
Figura 23. Señalización Gy.....	35
Figura 24. Flujo Initial Spending Limit Report Request.....	36
Figura 25. Flujo Intermediate Spending Limit Report Request.....	37
Figura 26. Flujo Final Spending Limit Report Request.....	38
Figura 27. Flujo Spending Limit Report.....	39

Figura 28. Configuración de parámetros Sy.....	41
Figura 29. Configuración de peers “Front End” de la interfaz Sy.....	41
Figura 30. Configuración de rutas de salida “Front End” de la interfaz Sy.....	42
Figura 31. Configuración de peers “Front End” de la interfaz Sy.....	43
Figura 32. Configuración de rutas de salida “Back End” de la interfaz Sy.....	44
Figura 33. Configuración del Realm del PCRF y los peers de los OCCs.....	46
Figura 34. Configuración del servicio Sy en el PCRF.....	48
Figura 35. Configuración de contadores y estados en el PCRF.....	49
Figura 36. Línea provisionada con el servicio Sy en el PCRF.....	50
Figura 37. Línea provisionada con un plan Sy en el SDP del OCS.....	50
Figura 38. Comunicación entre el PCRF y el OCS.....	51
Figura 39. Diagrama Gantt del proyecto.....	53
Figura 40. Reclamos presentados por el servicio móvil - 2018 al 2020.....	54
Figura 41. Cantidad de reclamos por motivo del operador Claro.....	55

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Tecnologías móviles.....	10
Tabla 2. Velocidades teóricas por tecnología.....	11
Tabla 3. RGs configurados en el operador Claro.....	23
Tabla 4. Contadores y estados de la interfaz Sy.....	40
Tabla 5. Lista de peers “Front End” configurados para la Interfaz Sy.....	42
Tabla 6. Lista de rutas y aplicación de salida del “Front End” configurados para la Interfaz Sy.....	43
Tabla 7. Lista de peers “Back End” configurados para la interfaz Sy.....	44
Tabla 8. Lista de rutas y aplicación de salida del “Back End” configurados para la interfaz Sy.....	45
Tabla 9. Lista de peers de los OCCs configurados en el SDP.....	47
Tabla 10. Actividades del proyecto.....	52
Tabla 11. Cantidad de reclamos por motivo del operador Claro.....	55

RESUMEN

En el presente trabajo de suficiencia profesional se describe las experiencias académicas del área de planificación de red de la empresa América Móvil S.A.C, durante la Implementación del control de velocidad mediante la interfaz Sy para mejorar la navegación del servicio de datos a los usuarios del operador Claro en zonas congestionadas de la red móvil, antes de esta implementación, no existía manera de controlar la velocidad de navegación; si bien existen otros operadores móviles en el país y Latinoamérica, no todos tienen un control de la velocidad de navegación, esto se debe a la resistencia de algunos operadores para implementar soluciones con interfaces abiertas y basadas en una arquitectura *cloud*, como lo recomiendan el *TeleManagement fórum* (TMF) y la *Third Generation Partnership Project* (3GPP); por lo tanto, se comprueba que existen pocas implementaciones de este tipo, donde se integran o adecuan plataformas críticas como el *Online Charging System* (OCS) o el *Policy and Charging Rules Function* (PCRF).

Esta implementación se desarrolló en un contexto donde el uso del servicio de datos móviles aumentó hasta convertirse en el más importante, respecto a los servicios móviles de voz y los *Short Message Service* (SMS), debido a que permitía al usuario conectarse a las diferentes aplicaciones y servicios de Internet. Respecto al control de velocidad mediante la interfaz Sy para la gestión y control del proyecto se empleó la metodología ágil mientras que para el resto de las fases de diseño, implementación y validación de la solución se utilizó la metodología *Kanban* las cuales permitieron alcanzar los objetivos.

Finalmente, la implementación de control de velocidad mediante la interfaz Sy optimizó parte de los recursos de la red móvil en las diferentes tecnologías, permitiendo garantizar un servicio aceptable a los clientes y reducir un 60% la cantidad de reclamos sobre el servicio de datos.

ABSTRACT

In the present work of professional sufficiency, the academic experience of the network planning team of the company América Móvil SAC is described, during the Implementation of speed control through the Sy interface to improve the navigation of the data service to the operator's users Of course. Before this implementation, CLARO had no way of controlling the browsing speed of its users, although there are other mobile operators in the country and Latin America, not all of them have control of browsing speed due to the resistance of some operators to implement solutions with open interfaces and based on a cloud architecture as recommended by the TMF forum and 3GPP, so there are few implementations of this type where critical platforms such as the OCS online charging platform "Online Charging System" or the PCRF "are integrated or adapted. Policy and Charging Rules Function".

This implementation was developed in a context where the use of the mobile data service increased until it became the most important with respect to mobile voice and SMS services, because it allowed the user to connect to the different applications and Internet services.

. In the implementation of speed control through the Sy interface, the agile methodology was used for the management and control of the project, while for the rest of the phases of the project (integration, configuration and validation of the solution) the Kanban methodology was used, which we made it possible to achieve the objectives within the established timeframe.

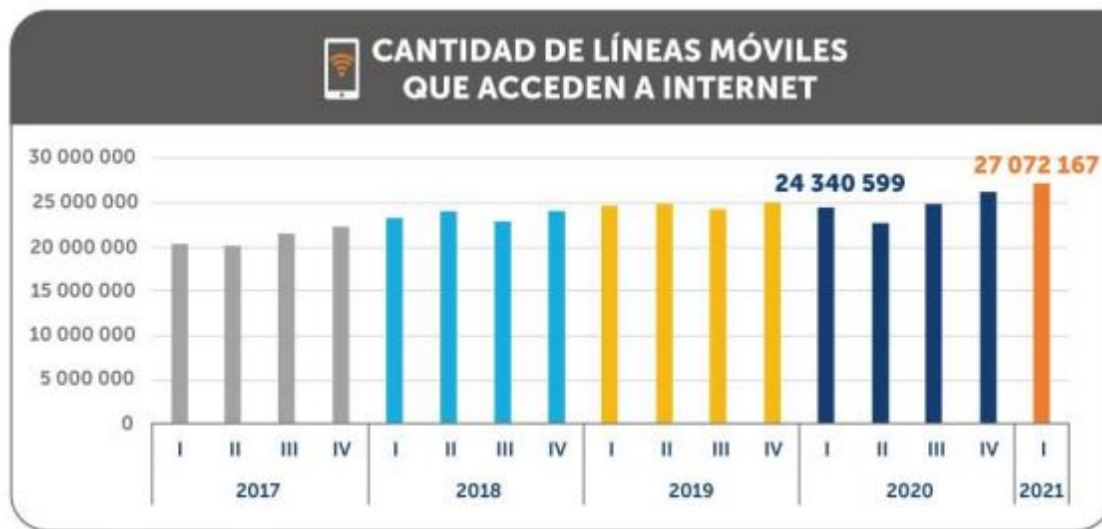
Finally, the implementation of speed control through the Sy interface generated positive results such as the optimization of part of the mobile network resources in the different technologies, allowing an acceptable service customer and reducing in 60% the number of complaints about data service.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las telecomunicaciones se están mejorando de manera significativa, sobre todo, en lo que respecta a la telefonía móvil. De la misma forma las necesidades y maneras usadas para comunicarse están cambiando; por ejemplo, antes para elegir un operador móvil se evaluaba la cobertura o si los amigos y familiares tenían el mismo operador, esto debido al alto costo de las llamadas. En la actualidad, el servicio de voz y *Short Message Service* (SMS) son desplazados, en su mayoría, por el servicio de datos móviles. Esto generó que más de 27 millones de líneas móviles accedan al internet usando el servicio de datos de algún operador, como lo demuestra el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL) en su reporte estadístico del 2021 como se comprueba en la figura 1.

Figura 1.

Cantidad de líneas móviles que acceden a Internet



Fuente: “Reporte estadístico N° 03, junio 2021” (OPSITEL)

El uso del servicio de datos móviles en el Perú se ha incrementado en los últimos años. Sin embargo, no siempre fue rápido, ya que hace una década estuvo lejos de las velocidades actuales. El servicio de datos se volvió más rápido debido al

ancho de banda a partir de la tecnología 3G, esto permitió enviar mayor cantidad de información en menor tiempo. En paralelo se implementaron los primeros sistemas operativos para teléfonos móviles como el Android e iOS, los cuales junto al servicio de datos iniciaron la era de las aplicaciones móviles, convirtiéndose las redes sociales en las más importantes herramientas para comunicarse.

Durante los últimos años, el operador Claro se fue adaptando para soportar las nuevas tecnologías móviles y el incremento de uso del servicio de datos, pero también ha tenido problemas relacionados a la navegación de algunos de sus clientes debido a una saturación en algunos nodos de la red móvil, por lo cual se identificó la necesidad de controlar la velocidad de navegación, por ese motivo se usaron las plataformas *Policy and Charging Rules Function (PCRF)* y *Online Charging System (OCS)*, pero no se logró alcanzar los objetivos previstos. Después de revisar diferentes alternativas se optó, como solución a este problema, la implementación del control de velocidad mediante la interfaz Sy, la cual permitirá mejorar la navegación del servicio de datos a los usuarios de Claro basándose en los estándares de la 3GPP y será detallado en los capítulos II y III del presente trabajo de suficiencia profesional.











CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1. Contexto

En la actualidad se está dejando de usar el servicio de voz y el SMS, sobre todo para usar principalmente el servicio de internet móvil. El servicio de datos se desarrolló con la tecnología 3G y su velocidad fue incrementándose con las nuevas tecnologías móviles, alcanzando en la actualidad velocidades superiores a 100 Mbps, aproximadamente (López, 2020), como se muestra en la figura 2.

Figura 2

Características de las 5 generaciones móviles

1G	2G	3G	4G	5G
				
				
1981	1992	2001	2010	2020
2 Kbps	64 Kbps	2 Mbps	100 Mbps	10 Gbps
Servicio básico de telefonía analógico	Servicio básico de telefonía digital (GSM) + mensajes de texto	Llega Internet al móvil	Banda ancha real (video HD)	Internet de las cosas

Fuente: Carlos López (2020)

El aumento del uso del servicio de Internet móvil en los últimos años ocasionó que los diferentes operadores móviles, como en el caso de la empresa Claro, estén adecuándose e implementando nuevos cambios en su red. Sin embargo, en el 2017 se incrementó los reclamos por problemas en el servicio de datos (internet móvil). El área de ingeniería identificó como problema principal que no existía una forma de

controlar la velocidad de navegación y se demostró que las centrales de datos asignaban la velocidad en base a la capacidad y cantidad de usuarios conectados.

1.2. Delimitación temporal, espacial y metodológica del trabajo

1.2.1. Delimitación temporal.

El tiempo de Implementación del control de velocidad mediante la interfaz *Sy* para mejorar la navegación de los usuarios del operador móvil de Claro se inicia en agosto del 2017 hasta abril del 2018.

1.2.2. Delimitación espacial.

El control de velocidad mediante la interfaz *Sy* solo se aplica dentro del Perú, figura 3, para el caso de usuarios de Claro que hacen *Roaming* en otros países se tiene el acuerdo que el operador de los otros países decide que velocidad de navegación asignarle.

Figura 3.

Mapa oficial del Perú



Fuente: Plataforma Nacional de Datos Georreferenciados Geo Perú (2021)

1.2.3. Delimitación conceptual.

En el seguimiento del proyecto de implementación del control de velocidad por la interfaz *Sy*, se empleó la metodología *Agile*, figura 4; mientras que, para las fases de integración, implementación y validación se utilizó la metodología Kanban, figura 5.

Figura 4

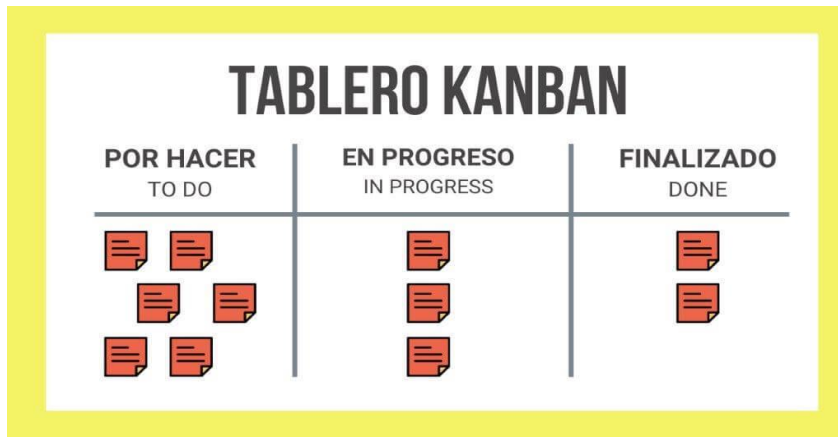
Metodología Agile



Fuente: Progressa Lean (2020)

Figura 5

Tablero Kanban



Fuente: Casafranca Johana (2021)

1.3. Formulación de objetivos

1.3.1. Objetivo general.

Implementar el control de velocidad mediante la interfaz Sy para mejorar la navegación del servicio de datos a los usuarios del operador Claro en zonas congestionadas de la red móvil.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Diseñar el control de velocidad mediante la interfaz Sy para mejorar la navegación del servicio de datos de los clientes del operador Claro en zonas congestionadas de la red móvil.
- Implementar el control de velocidad mediante la interfaz Sy para mejorar la navegación del servicio de datos de los clientes del operador Claro en zonas congestionadas de la red móvil.
- Validar el funcionamiento del control mediante la interfaz Sy para mejorar la navegación del servicio de datos de los clientes del operador Claro en zonas congestionadas de la red móvil.

1.4. Justificación

La implementación del control de velocidad mediante la interfaz Sy tiene el objetivo de controlar la velocidad de navegación del servicio de datos de los usuarios del operador Claro, con la finalidad de asignar adecuadamente la velocidad en las BTS y los nodos de la red móvil a los clientes. Por lo tanto, desde la perspectiva social esta implementación garantiza un adecuado servicio de datos a los clientes del operador Claro. Finalmente, desde la perspectiva económica esta implementación beneficia a la empresa reduciendo costos e inversión en la ampliación o construcción de más nodos o BTS en las zonas saturadas.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En el presente trabajo de suficiencia profesional se consideraron los siguientes antecedentes:

2.1.1. Nacionales.

El autor García Camizán (2020) en su tesis denominada: *“Satisfacción del usuario de telefonía móvil en el Perú”*, la cual consistió en realizar una medición del grado de satisfacción de los usuarios móviles en el Perú, aplicando una metodología de investigación cuantitativa y donde como resultado presentó las siguientes conclusiones:

El 44% del total de los usuarios de telefonía móvil en el Perú están insatisfecho con el servicio de los diferentes operadores móviles principalmente por problemas de cobertura y calidad del servicio ofrecido al cliente.

Un aspecto que repercute para que un usuario permanezca fiel a su operador es que encuentre mayor satisfacción en la calidad de servicio, esto se debe a que la mayoría de las personas últimamente dedican gran parte de su tiempo a los dispositivos electrónicos.

Este antecedente sirve para identificar la problemática actual con el servicio de datos en algunas zonas y realizar un análisis de los problemas que se presentan actualmente con los servicios móviles y de qué manera se puede mejorar la calidad de estos servicios ofrecidos a los clientes por parte del operador Claro.

El autor Arque Quispe (2018) en su tesis denominada: *Implementación 4G a nivel OCS (Online Charging System)* mencionó que el uso del servicio de internet, mediante los celulares, móvil se incrementó en consecuencia surge la necesidad de mejorar la calidad del servicio. Por ese motivo, aparecen nuevas funcionalidades, así como ofertas comerciales. Finalmente se presentan las descripciones de los protocolos de señalización *Diameter*, que son sugeridos para la implementación e

integración de la red LTE, básicamente entre los nodos del EPC (*Evolved Packet Core*) y la plataforma OCS (*Online Charging System*).

En este antecedente se indica que el uso del servicio de datos ha aumentado por lo que es necesario una integración en la red LTE entre el EPC y el OCS para soportar nuevas funcionalidades y un adecuado control del servicio de Datos para el cual recomienda usar el protocolo de señalización *Diameter*, el cual es normado por la 3GPP y será usado en el presente trabajo de suficiencia profesional para la implementación del control de velocidad mediante la interfaz Sy.

El Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (2015) en su libro denominado: “*Infraestructura de redes móviles en el Perú: Análisis y recomendaciones para promover su mejora*”, concluyó que existe demanda de los usuarios por los servicios móviles, según las estimaciones nacionales; por lo tanto, se debe trabajar en la infraestructura de redes por lo que se debe considerar el aumento de nuevos Nodos B, el crecimiento de las capacidades de los mismos, el reúso de las BTS 2G para instalar nuevas tecnologías (Nodos B 3G). Es así como la “mejora de infraestructura de redes” comprende: a) el despliegue de nuevas estaciones base; b) el aumento en la capacidad de las antenas o del *backhaul*; c) el reúso de las mismas torres o *sites*; d) así como la cooperación entre diferentes empresas para compartir espacios comunes o la infraestructura.

En el mismo libro OPSITEL indica que hay una relación entre calidad de la red móvil y la infraestructura desplegada por los operadores, ya que es uno de los factores que impactaría directamente en la calidad del servicio. En tal sentido, un déficit de infraestructura generaría el congestionamiento de las estaciones base. En la investigación se encontró que a medida que crece la infraestructura de redes 3G (expresada en cantidad de Nodos B por km²), la cantidad de estaciones congestionadas tiende a disminuir, lo mismo sucede con la ocupación promedio de dichos Nodos B, los cuales tienden a disminuir a medida que aumenta el nivel de infraestructura. Por lo tanto, se llega a determinar que, a mayor infraestructura, mejora la calidad del servicio.

El anterior antecedente sirve de base para identificar que la infraestructura de la red móvil que implementan los operadores móviles en el país impacta

significativamente en la calidad de servicio pero en la actualidad donde hay infraestructura consolidadas para las redes móviles 2G, 3G y 4G esto no es suficiente y seguir realizando estas implementaciones tienen alto costo de inversión para los operadores móviles por lo cual en este trabajo se busca demostrar que con el control de velocidad mediante la interfaz S-MME se puede gestionar adecuadamente los recursos de la red impactando positivamente en el performance de las BTS y Nodos B

2.1.2. Internacionales.

El autor Bermúdez Pareja (2016) presentó la tesis denominada: “*Itinerancia en redes móviles*”, y en la cual concluyó que la tecnología 4G reafirma la tendencia al alza del consumo de datos y la demanda de una mejor experiencia de usuario. El autor indica que la descarga de imágenes, vídeos o la navegación por internet son un mismo número de megas para un teléfono 3G o 4G y que el aumento del consumo en los dispositivos que utilizan redes LTE es consecuencia de la velocidad de navegación. A su vez detalla la arquitectura e interoperabilidad de las redes 4G LTE, partiendo de las actuales redes desplegadas 2G/3G y cómo éstas han evolucionan a una red completamente IP, de la misma manera detalla que el protocolo SS7 está dejando de usarse por el protocolo *Diameter*.

En su trabajo el autor afirmó que, en la red de acceso, es función del *eNodeB* asegurar la QoS necesaria sobre el interfaz radio y que el PCRF puede usarse para indicar los parámetros requeridos de QoS requeridos al PGW. A su vez el PGW envía la QoS y otra serie de parámetros, que serán utilizados por el terminal de usuario en la navegación

El antecedente anterior fundamenta que un usuario en una red 4G genera mayor consumo que en una red 2G o 3G en un mismo intervalo de tiempo debido a que tiene una velocidad mayor. A su vez, muestra una forma de controlar la navegación de los clientes mediante el control del QoS desde el PCRF hacia el PGW de la red móvil, lo cual sirve de modelo referencial al control de velocidad mediante la interfaz S-MME que se detalla en este trabajo de suficiencia profesional.

El autor Gualda Muñoz (2016) en su proyecto final de carrera titulado: “Estudio de los protocolos de LTE”, el cual tenía el objetivo de hacer un análisis de las redes

LTE y las interfaces que actualmente están disponibles dentro de las tecnologías móviles y donde se explicó sobre el protocolo *Diameter* que está presente en las interfaces existentes entre los elementos dentro de la red LTE.

En el capítulo 8, Control de Políticas y Facturación (PCC) el autor afirmó que en las redes LTE el operador de red determina el tipo de servicio, los recursos y cómo se facturará el servicio. Una vez que el usuario establece una sesión el PCRF determina la regla PCC (*Policy and Charging Control*) a utilizar para cada uno de los SDF (*Service Data Flow*) basándose en la política del operador. El PCEF (PGW) detecta cada SDF y aplica una regla PCC para cada uno de los SDFs. El PCEF, asimismo, identifica la QoS a aplicar a los SDF y al canal. Esta información es gestionada por cada una de las entidades EPS (UE, eNB, SGW, PGW y MME). Finalmente, el autor identificó las principales necesidades que la tecnología LTE cubrirá:

- Una mayor tasa de subida y bajada en la conexión de datos.
- Una reducción de la complejidad y de los costes de la arquitectura.
- Redes basadas en conmutación por paquetes mediante el protocolo IP.

El antecedente anterior sirve de base para comprender cómo se puede usar al PCRF para aplicar políticas de cobro o control a la navegación del usuario; sin embargo, estas son definidas al momento de iniciar la sesión de navegación y no pueden ser modificadas en tiempo real o en función al tipo de tráfico que realiza el usuario; por lo tanto, esto último es una funcionalidad que será posible mediante la implementación de la interface *Sy* para el control de velocidad de navegación del servicio de datos del presente trabajo.

El autor Palomares Fernández (2015) en su tesis: *Configurador de capacidad para redes LTE*, planteó el objetivo principal de diseñar un configurador de capacidad que ayude a definir el ancho de banda necesario que los operadores móviles deben disponer en sus redes para satisfacer a sus clientes. Los objetivos específicos fueron: a) analizar la estructura de los protocolos de señalización MAP y *Diameter* usados en 3G y 4G, respectivamente; b) comparar ambos protocolos en función de su eficiencia; c) diseñar un configurador de capacidad de entrada que tome en cuenta el número de abonados, número de transacciones por segundo, etc.,

esto permitirá calcular el ancho de banda; d) aplicar el configurador de capacidad en un entorno comercial.

Finalmente, el autor concluyó que, a nivel de rapidez, el protocolo *Diameter* resultar menos eficiente que el protocolo MAP, pero si es requerido transmitir más información en menos señalización el más eficiente es el protocolo *Diameter*, sobre todo por su versatilidad; es decir, por su adaptación sin necesidad de realizar cambios sustanciales en los protocolos, en contraposición a MAP, el cual es un protocolo rígido y no escalable. También concluyó que con el diseño del configurador de capacidad y su aplicación a un entorno comercial, se obtiene el ancho de banda necesario.

Este antecedente nos sirve de base para el empleo del protocolo *Diameter* en la implementación de la interfaz Sy que se usara para comunicar al OCS y el PCRF en el presente trabajo de suficiencia debido a que es más flexible y permite enviar más información. Adicionalmente aporta la idea de implementar un configurador de capacidad que en función a determinados parámetros de entrada asigne un ancho de banda adecuado a los usuarios de la red pero en el caso de este proyecto el parámetro a controlar será la velocidad mas no el ancho de banda y si bien estos dos parámetros están vinculados, son dos cosas distintas; el primero, es la velocidad con la que se transmiten los datos mientras que, el segundo, es la cantidad de datos que pueden transmitir en un determinado tiempo. A su vez, tanto la velocidad como el ancho de banda terminaran impactando en la calidad de servicio que se le asigna al usuario final.

2.2. Bases teóricas

Las bases teóricas del presente trabajo de suficiencia profesional son las siguientes:

2.2.1. Generaciones de la telefonía móvil

La historia de la telefonía móvil está conformada principalmente por las siguientes generaciones según la Universidad Internacional de Valencia (2018) y como son indicadas en la Tabla 1.

Tabla 1

Generaciones de la red móvil

Característica	Generaciones de la red móvil						
	1G	2G	2.5G	3G	3.5G	4G	5G
Año	1970 - 1980	1980 - 1990	2000 -2003	2000	2008	2010	2020
Tecnología	Analógica	Digital	Digital	IP	IP	IP	IP
Velocidad de Trasmisión	1kbps a 2,4 kbps	14kbps a 64 Kbps	115kbps (GPRS) / 384 kbps (EDGE)	384Kbps a 2Mbps	384Kbps a 14 Mbps	100 Mbps	10 Gbps
Conmutación	Conmutación de circuitos	Conmutación de circuitos	Conmutación de paquetes	Paquetes (IP) excepto para la interfaz aire	Paquetes (IP)	Paquetes (IP)	Conmutación virtual y múltiples paquetes.
Multiplexación	FDMA	TDMA y CDMA	keying-GMSK (GPRS) y EDGE (8-PSK)	Interfaz de radio llamada WCDMA CDMA2000 1X	HSDPA es una actualización de W-CDMA	OFDM, CDMA y LMDS	Access CDMA y BDMA
Estándares	AMPS	GSM, CDMA, JDC e iDEN	GPRS y EDGE	UMTS (WCDMA) estandarizado por el 3GPP y CDMA 2000 estandarizada por 3GPP2.	HSDPA, HSPA+, LTE(E-UTRA) <i>Wimax</i> (IEEE 802.16e-2005)	LTE-TDD y LTE-FDD	LTE Advanced Pro, IP LAN / WAN/ PAN & WWW
Servicios	Solo Voz	Voz digital, SMS, <i>Roaming</i> , conferencia y servicios suplementarios	<i>Push-to-Talk</i> , WAP, MMS, juegos móviles, video llamadas y acceso a correo electrónico.	Mejora en la calidad de servicio de voz e internet, televisión móvil, servicios de localización (LBS)	Todos los servicios ofrecidos en 3G a mayor velocidad. <i>Wimax</i> .	Acceso móvil a aplicaciones de internet de forma dinámica, telefonía IP y computación en la nube.	IoT, videos y juegos en alta definición, telemedicina.

2.2.2. Velocidades teóricas de las principales tecnologías móviles.

La velocidad del servicio de internet móvil según Jiménez Javier (2021) es la cantidad de bits que se transfieren en determinado tiempo. A su vez esta velocidad se divide de la siguiente forma:

- a) Velocidad de descarga: es la velocidad que se usa para acceder a internet como acceder a las redes sociales, ver videos, descargar archivos entre otros.
- b) Velocidad de subida: es la velocidad que se usa para subir información a internet como documentos, videos entre otros ya sea mediante una aplicación de correo u otra aplicación similar.

Tabla 2

Velocidades teóricas por tecnología

Tecnología	Nombre	Variante	Download Speed (Max)	Upload Speed (Max)
2.5G	GPRS	GPRS	114 kbps	20 kbps
	EDGE	EDGE	384 kbps	64 kbps
		3G	3.1 Mbps	1 Mbps
3G	3G	HSDPA	7.2 Mbps	3 Mbps
		HSPA	14 Mbps	5.8 Mbps
		HSPA+	56 Mbps	22 Mbps
4G	LTE	LTE	100 Mbps	50 Mbps
	LTE Advanced	LTE Advanced	1 Gbps	500 Mbps

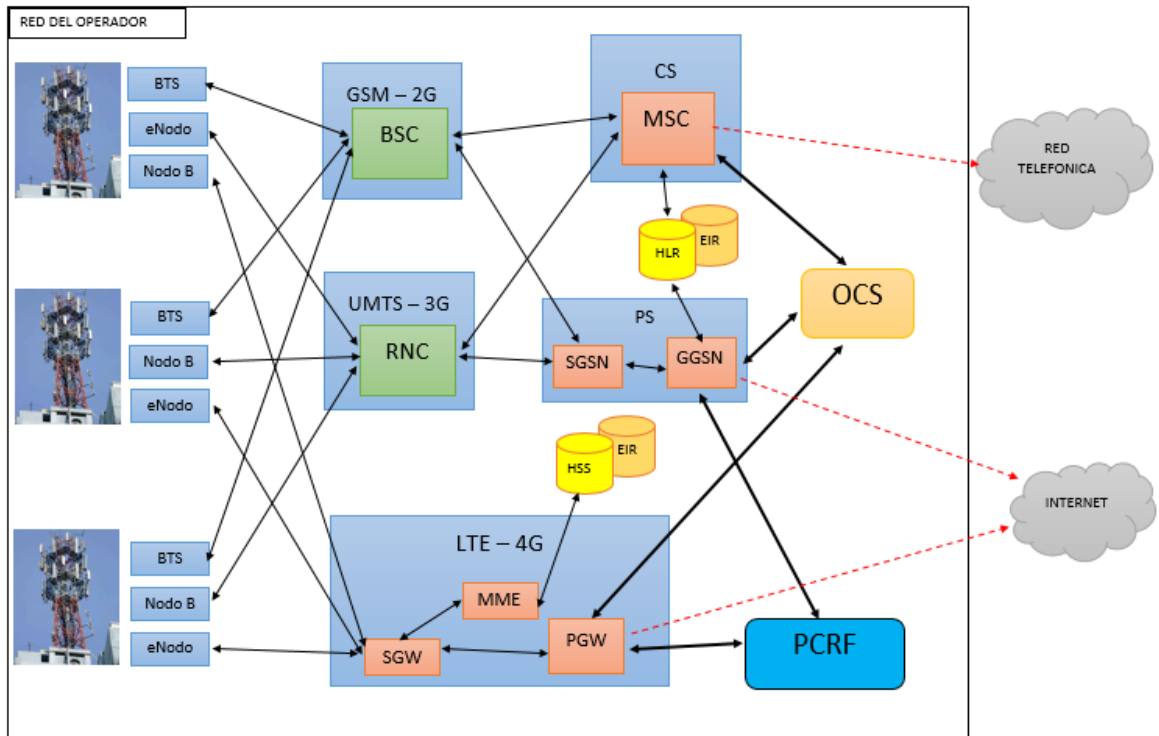
Fuente: Bermúdez Pareja (2016)

2.2.3. Red móvil.

Actualmente, en las redes móviles del país conviven tres tecnologías móviles y, cada una, con algunos elementos diferentes. Sin embargo, existen elementos comunes que facilitan que los usuarios puedan conectarse usando las diferentes tecnologías e incluso tan solo con una llamada. A continuación, se presenta un esquema simplificado de una red móvil en la figura 6 donde se muestran los elementos más relevantes:

Figura 6.

Esquema simplificado de la red móvil.



Fuente: Elaboración propia

El esquema muestra los *sites* donde están los equipos que transmiten el servicio en cada una de las tecnologías. Una de las partes de mayor costo de la red móvil es el emplazamiento en los *sites* y no por los equipos de telecomunicaciones, sino porque en algunos lugares es necesario pagar alquiler y energía eléctrica, si son lugares alejados se complica el mantenimiento. Por lo tanto, cuando aparece una nueva tecnología, los emplazamientos de un operador se usan en las tres tecnologías principales. Los elementos que componen las tres principales tecnologías se presentan en la figura 7:

Figura 7.

Principales tecnologías móviles



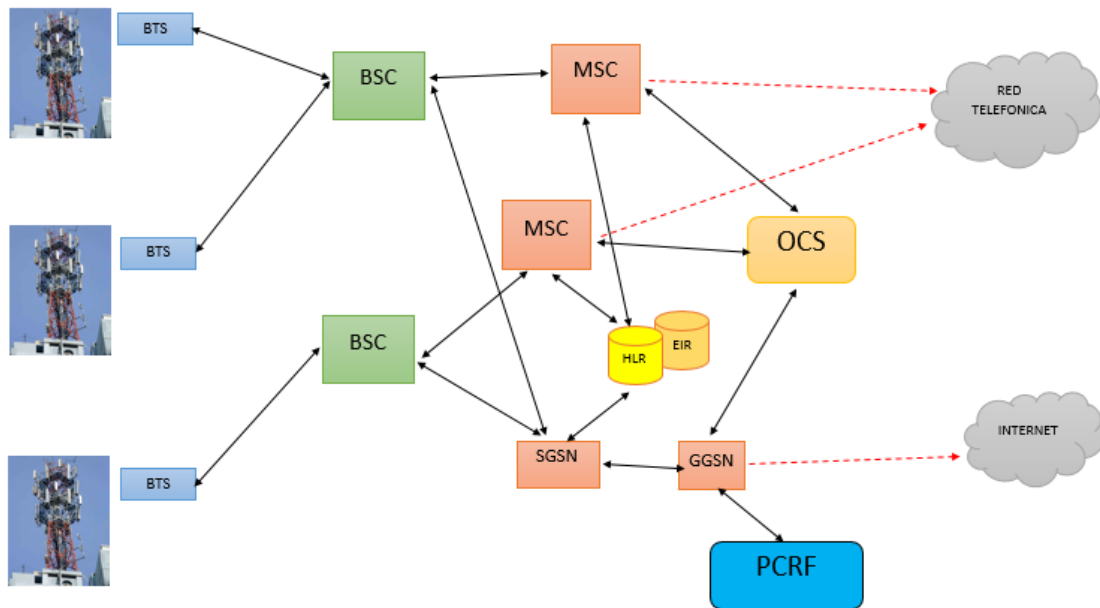
Fuente: 3GPP

a) GSM:

Siglas de *Global System for Mobile*. La GSM según el GSMA es una tecnología digital utilizada para transmitir servicios de voz y datos móviles, la cual opera en las bandas de 850MHz y 1.9GHz en América, su arquitectura se visualiza en la figura 8

Figura 8.

Arquitectura de una red GSM



Fuente: Elaboración propia

- BTS

Siglas de *Base Transceiver Station*. La BTS según la 3GPP (2021) es el componente de la red móvil que gestiona las celdas. Esta emite y recibe las señales mediante las antenas situadas en la torre. También existe una BTS por emplazamiento conectada a varias antenas que cubren al sector circular denominado celda.

- BSC

Siglas de «*Base Station Controller*». EL BSC según la 3GPP (2021) es el componente de red móvil en la PLMN que controla un determinado número de BTSs de un área. Estas a la vez se conectan al mismo BSC. El elemento BSC controla el funcionamiento de las BTSs conectadas e incluso participan cuando un usuario móvil pasa de una BTS a otra (*hand-over*). A partir de la generación 2.5 G el componente BSC diferencia el tráfico de voz y de datos.

- MSC

Siglas de «*Mobile Switching Center*». El MSC según la 3GPP (2021) es el componente de la red móvil encargado del establecimiento y control de las llamadas originantes y terminantes de los dispositivos móviles, a los cuales se conectan las BSCs y las RNCs solo para recibir llamadas de voz. Las llamadas de datos siguen un camino diferente. La tecnología utilizada por estas centrales permite que los usuarios logren conectarse desde cualquier lugar.

- HLR

Siglas de «*Home Location Register*». El HLR según la 3GPP (2021) es el elemento de la red que almacena el registro de ubicación e información de los usuarios.

- VLR

Siglas de «*Visitor Location Register*». El VLR Según la 3GPP (2021) es elemento de la red móvil donde se almacena la información de los abonados que están conectados en determinado MSC. Esto permite no preguntar, continuamente, al HLR por la información de un abonado. También contiene información relacionada con la posición en la red y el estado actual.

- EIR

Siglas de «*Equipment Identification Register*». El EIR según la 3GPP (2021) en el sistema GSM es la entidad lógica que se encarga de almacenar y comprobar en la red móvil las identidades del equipo móvil internacional (IMEIs), utilizadas en el sistema GERAN, UTRAN y E-UTRAN, es decir los dispositivos tienen un identificador IMEI único en el mundo. En caso de los equipos robados los operadores registran los IMEIs de estos dispositivos en la lista negra del EIR para bloquear cualquier servicio mediante estos dispositivos.

- AuC

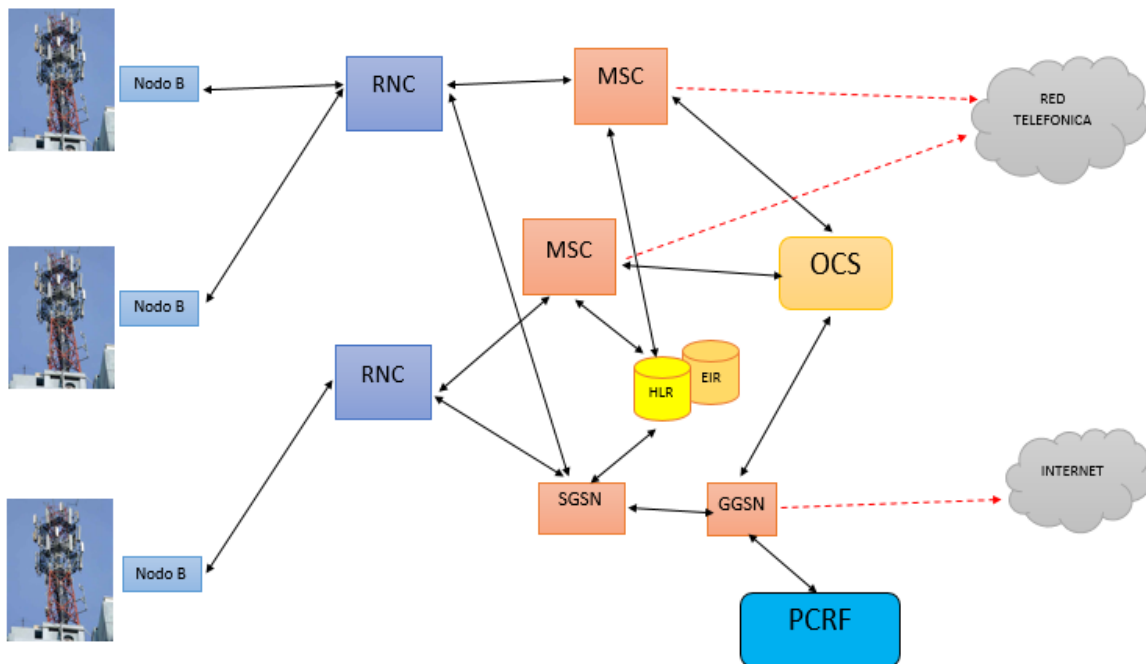
Siglas de «*Authetication Center*». El AuC según la 3GPP (2021) es un elemento asociado al HLR el cual almacena una clave de identidad para cada abonado móvil registrado en el HLR, para mantener la confidencialidad las claves no se almacenan en la red, siendo protegidas por el AuC.

b) UMTS:

Siglas de «*Universal Mobile Terrestrial System*». El UMTS según la 3GPP (2021) es una tecnología móvil de la tercera generación, sucesora de la tecnología GSM, además la capacidad del ancho de banda es compartida por los usuarios que se encuentran conectados a una misma estación y la calidad del servicio puede variar dependiendo de la distancia del abonado a la estación. La Arquitectura de una red móvil UMTS se muestra en la figura 9.

Figura 9.

Arquitectura de una red UMTS



Fuente: Elaboración propia.

- **Nodo B**

El Nodo B según la 3GPP (2021) es el componente de la red móvil que gestiona una o más celdas UTRAN, parecido a la BTS en la tecnología GSM. Además, estos nodos están ubicados en la caseta de los emplazamientos conectados a las antenas que emiten y reciben las señales 3G.

- **RNC**

Siglas de «*Radio Network Controller*». El RNC según la 3GPP (2021) es el elemento de la red móvil en la PLMN que cuenta con las funciones para el control de uno o más nodos B, es decir, realiza una función análoga al elemento BSC en la tecnología GSM. Al igual que la BSC, la RNC discrimina entre conexiones de voz y de datos siguiendo rutas separadas.

- **SGSN**

Siglas de «*Serving GPRS Support Node*». El SGSN según la 3GPP (2021) es el elemento de la red móvil que recibe las comunicaciones de datos de las BSCs y

de las RNCs. Las funciones del SGSN son: la distribución de los paquetes de datos y la gestión de los usuarios conectados en los nodos B del área gestionada.

Adicionalmente, el SGSN se comunica con los MME y SGW para facilitar y hacer más rápido los cambios entre la tecnología 3G y 4G cuando se pierde la cobertura de esta última.

- GGSN

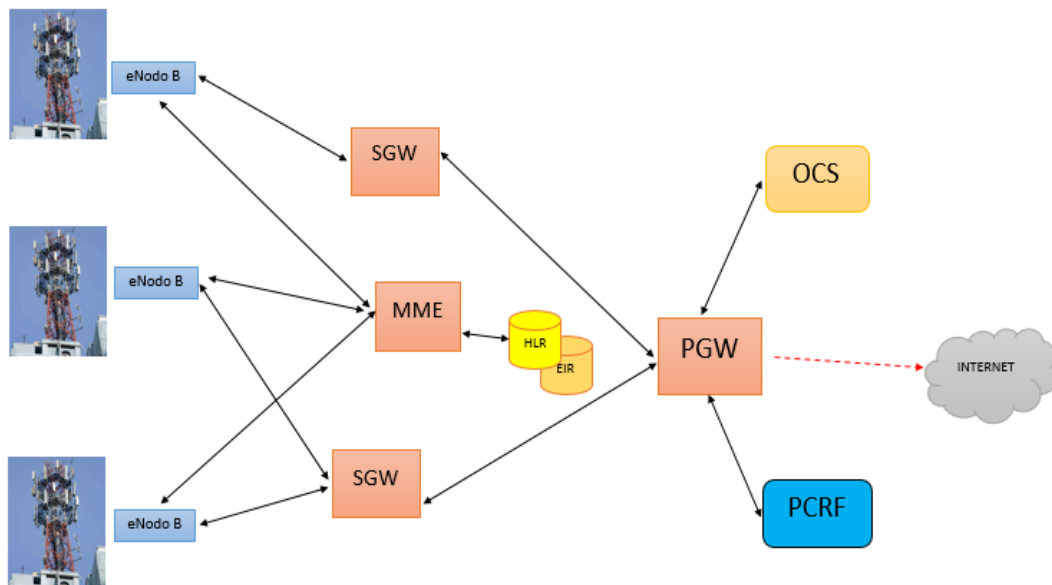
Siglas de «*Gateway GPRS Support Node*». El GGSN según la 3GPP (2021) es el componente de la red móvil que almacena los datos del abonado desde el HLR y recibe las comunicaciones de los usuarios desde los SGSNs. Los GGSNs no controlan los SGSNs, así que pueden recoger comunicaciones de cualquier SGSN incluso en otro país. Las comunicaciones que se acogen son de usuarios pertenecientes al operador. El GGSN realiza también funciones de control y envía todos los datos necesarios para la facturación hacia el PCRF y OCS respectivamente.

c) LTE

Siglas de «*Long Term Evolution*». El LTE según la 3GPP (2021) es una tecnología móvil de la cuarta generación basada en la transmisión de banda ancha inalámbrica. Esta tecnología contempla conexiones de datos principalmente, no hay conexiones de voz que actualmente se realizan en 2G o 3G, pero en el caso de las llamadas estas se realizarán con la tecnología VoLTE o Voz sobre LTE. La arquitectura de una red LTE se muestra en la figura 10 donde se puede apreciar que es bastante simple, comparado con las anteriores tecnologías.

Figura 10.

Arquitectura e una red LTE



Fuente: Elaboración propia

- eNode B

«*Enhanced Node B*». El eNode según la 3GPP (2021) es el elemento de la red móvil que gestiona una o más celdas E-UTRAN. Además, el eNode B incorpora las funciones del elemento RNC, la cual no tiene controlador, ya que se conecta directamente a una red TCP/IP del operador, por ese motivo no hay llamadas de voz convencionales y el teléfono tiene que pasar a 2G o 3G para realizar una llamada de voz, pero en el caso de llamadas en VoLTE o VoIP (*voice over IP*) si permite las conexiones de voz en 4G.

- HSS

Siglas de «*Home Subscriber Server*». El HSS según la 3GPP (2021) es la entidad de las redes móviles LTE que contiene la información relacionada a los abonados, es decir es la evolución del elemento HLR utilizado en las redes 4G o LTE.

- MME

Siglas de «*Mobility Management Entity*». El MME según la 3GPP (2021) es el elemento principal del plano de control para gestionar el acceso de los usuarios de

una red de cuarta generación. Aunque los eNodes B no necesitan de un controlador es necesario un elemento común que gestione la red y que se encargue de las funciones comunes como el control del dispositivo móvil realizando la identificación del usuario en combinación con el HSS, hasta la elección del elemento SGW que gestiona la comunicación.

- **SGW**

Siglas de «Serving Gateway». El SGW según la 3GPP (2011) es el elemento que funciona como puerta de enlace a la red E-UTRAN y recibe las comunicaciones de datos de los eNodes B. Además, aísla el tráfico de gestión para que no llegue al elemento PGW que son generados por los movimientos de los dispositivos en la red.

- **PGW**

Siglas de «Packet Data Network Gateway». El PGW según la 3GPP (2011) es el elemento de la red móvil que gestiona el plano usuario mediante la asignación de IPs y reglas a los usuarios móviles. Sustituye al GGSN, ya que es la frontera entre la red móvil y la red TCP/IP del operador. Además, controla los datos y transmite la información para la facturación del cliente.

Los tres elementos anteriores: MME, SGW y PGW son conocidos como EPC o *Evolved Packet Core*.

2.2.4. OCS (Online charging system).

El *Online charging system* (OCS) según la 3GPP (2011) es el elemento de la red móvil que controla y realizar el cobro en tiempo real de los servicios proporcionados a los usuarios móviles. Los principalmente servicios proporcionados al cliente son los de voz, SMS y datos, pero el OCS también permite el control de otros servicios complementarios como MMS, servicios de valor agregado (VAS), *roaming*, suscripciones entre otros.

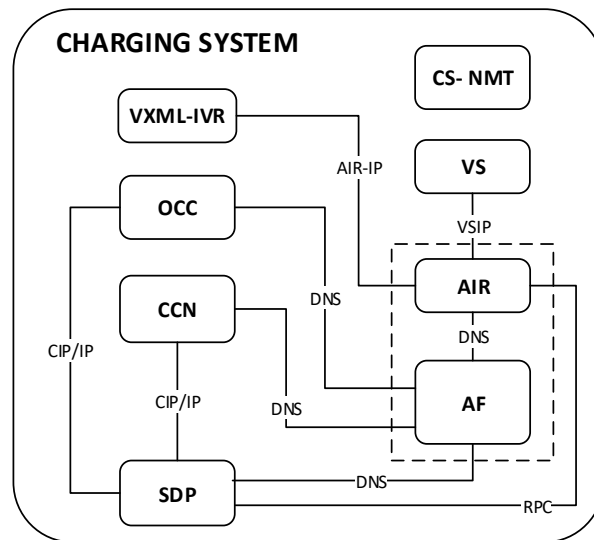
El OCS según la 3GPP (2011) debe facilitar las siguientes funcionalidades:

- Controlar y establecer las reglas para la clasificación y cobro en línea o fuera de línea de los servicios proporcionados al cliente.
- Gestionar los saldos y cuentas de los suscriptores hacia los *Business support systems* (BSS)

- Generar los *Call detail record* (CDR) y transferirlos a los sistemas de reprocesamiento del Operador.
 - Monitorear e informar límites y saldos de gastos basados en suscripción o configuración dentro del OCS, hacia la función de políticas y reglas de cobro.
 - Controlar y habilitar las sesiones de navegación del cliente en función al saldo del cliente.
 - Gestionar la provisión y compra de saldos de los abonados móviles
- Adicionalmente, según Ericsson (2016) el sistema OCS puede realizar el control en línea del cobro en todas las redes móviles, como 2G, 3G y 4G, y se desarrolla para soportar las nuevas tecnologías de red. A su vez el OCS facilita la segmentación del mercado, ofertas de servicios y segmentación de suscriptores. En el caso del operador Claro su OCS es del fabricante Ericsson el cual se muestra en la figura 11:

Figura 11.

Arquitectura de OCS del proveedor Ericsson



Fuente: "América Móvil Perú S.A.C"

Los principales elementos que conforman el OCS de Ericsson (2016) son los siguientes:

- OCC

Siglas de «Online Charging Control». Es el elemento del OCS que controla y procesa la señalización *Diameter* del servicio de datos mediante la interfaz Gy y el servicio de VoLTE mediante la interfaz Ro, la cual envía al SDP para la ejecución del cobro correspondiente al abonado.

- SDP

Siglas de «Service Data Point». Es el elemento del OCS donde se almacena la información del cliente y se realiza el cobro de los servicios proporcionados al abondo en tiempo real de cualquier servicio.

- CCN

Siglas de «Charging Control Node». Es el elemento del OCS que controla y procesa la señalización de los servicios de voz mediante el protocolo *Camel*, la cual se envía al SDP para la ejecución del cobro correspondiente al abonado.

- AIR

Siglas de «Account Information and Refill». Es el elemento del OCS que controla y procesa la provisión y recargas de los abonados. En el AIR principal del OCS se encuentra un módulo denominado Account Finder (AF) el cual es el encargado de indicar a los señalizadores de datos OCCs y de voz CCNs en cual SDP se encuentra registrado el cliente para reportar el consumo y se pueda realizar el cobro del servicio.

2.2.5. PCRF (Policy Control Rule Function).

El PCRF según la 3GPP (2011) es un elemento funcional que abarca la decisión de control de políticas y funcionalidades del suscriptor. El PCRF proporciona control de red con respecto a la detección del tráfico del servicio de datos, la QoS y el cobro (excepto la gestión de crédito) hacia el PCEF.

Las decisiones de la regla PCRF pueden basarse en uno o más de los siguientes:

- Información obtenida del AF mediante la interfaz Rx como la información relacionada con la sesión, los medios y el suscriptor.

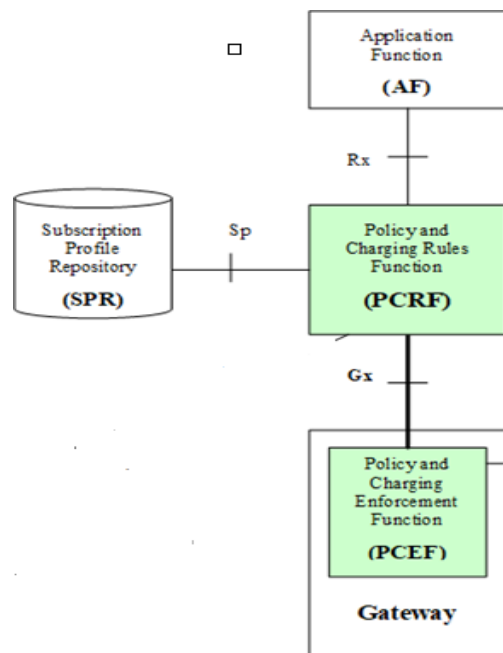
- Información obtenida del PCEF mediante la interfaz Gx como atributos del portador IP-CAN, tipo de solicitud e información relacionada con el suscriptor.

- Información obtenida del SPR mediante la interfaz Sp como datos relacionados con el suscriptor y el servicio de la red que reúne información en tiempo real, esto permite la generación de reglas y decisiones de política para cada suscriptor activo en la red.

Todas las políticas y reglas definidas por el PCRF serán indicados mediante la interfaz GX en el *Policy and Charging Enforcement Function* PCEF que para el caso del operador Claro vendrían a ser los SPGW y GGSN como se muestra en la figura 12 que detalla la arquitectura funcional del PCRF:

Figura 12.

Arquitectura funcional PCRF



2.2.6. Rating group.

El *Rating group* (RG) es un tráfico de datos de un segmento de IPs, URLs o *hostnames* que pertenecen a una aplicación como *Youtube*, *Facebook* entre otras, el cual es marcado mediante etiquetas. Los RGs son usados para diferenciar el tipo de tráfico que realiza el cliente y aplicar cobros diferenciados por parte del OCS.

Finalmente permiten evaluar tendencias de tráfico y uso de aplicaciones de los usuarios móviles de la red de Claro. La lista de RGs configurados en la red del operador Claro se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Rgs configurados en el operador Claro

ESTADO	N° RG	SERVICIO	TIPO	AMBIENTE		
				PRODUCCION	TEST	
SE ENVÍA AL OCS	2	Internet	Tráfico cobrado	SI	SI	
	25	Facebook/Twitter	Tráfico cobrado	SI	SI	
	26	WhatsApp	Tráfico gratuito	SI	SI	
	28	Correo	Tráfico cobrado	SI	SI	
	32	Snapchat	Tráfico cobrado	SI	SI	
	35	Waze	Tráfico cobrado	SI	SI	
	34	YouTube	Tráfico cobrado	SI	SI	
	33	Claro Video	Tráfico gratuito	SI	SI	
	36	Instagram	Tráfico cobrado	SI	SI	
	38	Instagram usuarios nuevos	Tráfico gratuito	SI	SI	
	41	Netflix	Tráfico cobrado	NO	SI	
	44	TikTok	Tráfico cobrado	SI	SI	
	45	Teletrabajo	Tráfico cobrado	SI	SI	
	58	MINEDU	Tráfico gratuito	NO	SI	
	63	Google RCS	Tráfico gratuito	SI	SI	
	1	URLs gratuitas	Tráfico gratuito	SI	SI	
	NO SE ENVÍAN AL OCS	5	DNS	Tráfico gratuito	SI	SI
		23	Speed test	Tráfico gratuito	SI	SI
		42	Facebook Flex	tráfico gratuito	SI	SI
51		Señalización	Tráfico gratuito	SI	SI	

Fuente: América Móvil Perú S.A.C

2.2.7. 3GPP (Third Generation Partnership Project)

Los proyectos de asociación de tercera generación (3GPP) reúnen a siete organizaciones de desarrollo de estándares de telecomunicaciones en el mundo (ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TSDSI, TTA, TTC), conocidas como "Socios Organizacionales", estos generan estándares y especificaciones técnicas de las tecnologías móviles de tercera generación y posteriores con el propósito de fomentar así su desarrollo en el mundo.

El enfoque principal de todas las versiones 3GPP es que el sistema sea compatible con versiones anteriores y posteriores siempre que sea factible, para

garantizar un adecuado funcionamiento del equipo y sistema para beneficio del usuario final.

La especificación de la interfaz Sy está contenida en la normativa 3GPP TS 129.219 *release 11* (Anexo C).

La interfaz Sy según la 3GPP (2015) permite la transferencia de información del estado del contador de políticas, las cuales son el gasto del suscriptor desde el OCS hacia el PCRF y sus funciones más relevantes son:

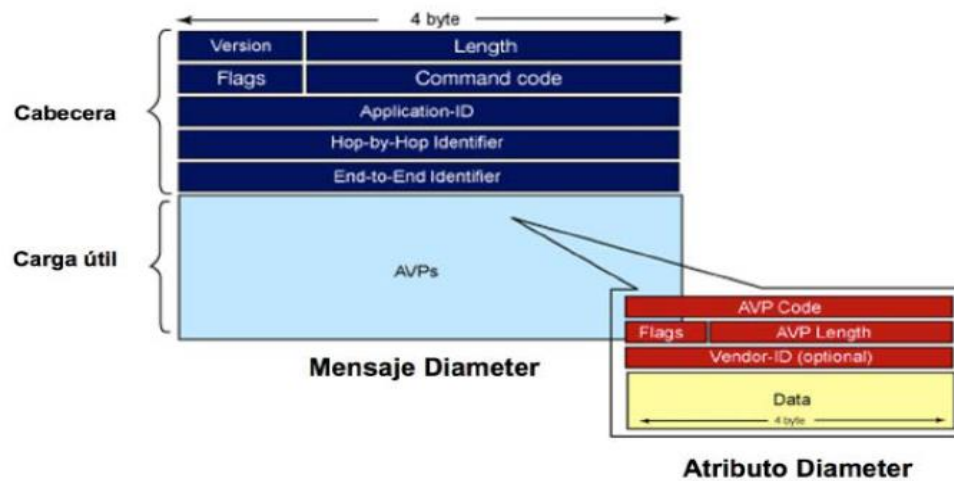
- Solicitud de informes de estado del contador de políticas del PCRF al OCS
- Notificación de informes de límite de gasto de OCS a PCRF.
- Cancelación de informes de límite de gasto de PCRF a OCS.

2.2.8 Protocolo Diameter

El protocolo Diameter según Millán Tejedor (2017) es un protocolo de comunicación entre pares a nivel de aplicación basándose en el modelo OSI (*Open System Interconnection*), que utiliza una mensajería petición-respuesta. El protocolo *diameter* junto al protocolo SIP (*Session initiation protocol*) son los sucesores del protocolo SS7 (*Signaling system numer 7*) empleados en las redes 2G y 3G inicialmente. El protocolo *diameter* está conformado de una cabecera fija y un conjunto de atributos, estos atributos son conocidos como AVP (*Attribute-Value pair*). Algunos ejemplos de AVP son: “Origin-Host AVP”, “Origin-Realm AVP”, “Session-Id AVP”, “Result-Code AVP” entre otros. La figura 13 presenta la estructura de la señalización *Diameter*:

Figura 13.

Protocolo Diameter



Fuente: Milán Tejedor (2017)

Los principales mensajes para establecer una comunicación mediante el protocolo *Diameter* según la 3GPP (2020) son los siguientes:

- CCR-I (Credit Control Request Initial): Es el mensaje que solicita iniciar una comunicación mediante la interfaz.
- CCA-I (Credit Control Answer Initial): Es el mensaje de respuesta a un mensaje que solicita el inicio de una comunicación mediante la interfaz.
- CCR-U (Credit Control Request Update): Es el mensaje para actualizar una información mediante la interfaz.
- CCA-U (Credit Control Answer Update): Es el mensaje de respuesta a un mensaje que solicita actualizar información mediante la interfaz.
- RAR (Re-Auth-Request): Es el mensaje que solicita una actualización inmediata debido a un evento externo de provisión.
- RAA(Re-Auth-Answer): Es la respuesta al mensaje que solicito una actualización inmediata debido a un evento externo de provisión.
- CCR-T (Credit Control Request Terminate): Es el mensaje que solicita cerrar una comunicación establecida en la interfaz.

- **CCA-T (Credit Control Answer Terminate):** Es el mensaje de respuesta a un mensaje que solicita el cierre de una comunicación establecida mediante la interfaz.

2.3. Definición de términos básicos

- **Diameter:** Es el protocolo de señalización recomendado por la 3GPP para el servicio de datos.
- **DRA:** Es el elemento usado para conectar los diferentes elementos de la red móvil y sus respectivas interfaces.
- **Interfaz Gy:** Es un tipo de interfaz diameter usada entre el Packet Core y el OCS
- **Interfaz Gx:** Es un tipo de interfaz diameter usada entre el Packet Core y el PCRF
- **Interfaz Sy:** Es la interfaz que se implementara para el control de velocidad de la navegación del cliente e integrara al OCS y PCRF de la Red PLMN
- **OCS:** Elemento de la Red móvil que realiza el control de cobro en línea.
- **Evolved Packet Core (EPC):** Es el conjunto de centrales de datos que proporciona el servicio de datos en las diferentes tecnologías 2G, 3G y 4G.
- **PCRF:** Es el elemento de la red móvil que aplica políticas y reglas a los usuarios móviles

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

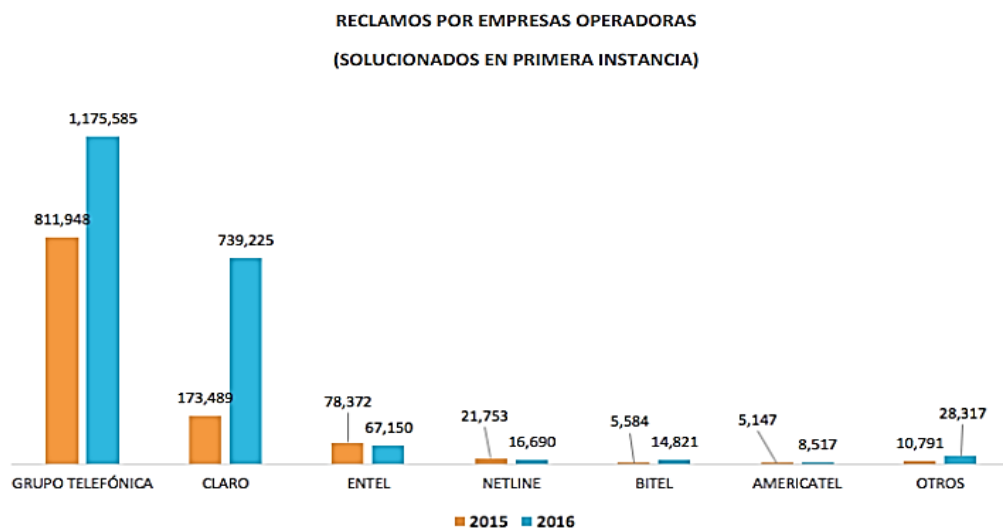
El presente capítulo se realiza el análisis y la identificación del problema, seguido del modelo de solución propuesto y sus resultados obtenidos.

3.1. Determinación y análisis del problema

En los últimos meses del año 2016 y durante el año 2017 se registró un incremento de reclamos por parte de los usuarios sobre el servicio de datos, como se muestra en la figura 14. Por lo general, la mayor parte de los reclamos son ocasionados por una mala facturación, pero a partir del 2016 los reclamos relacionados a la calidad del servicio representaron un porcentaje considerable como se muestra en la figura 15.

Figura 14.

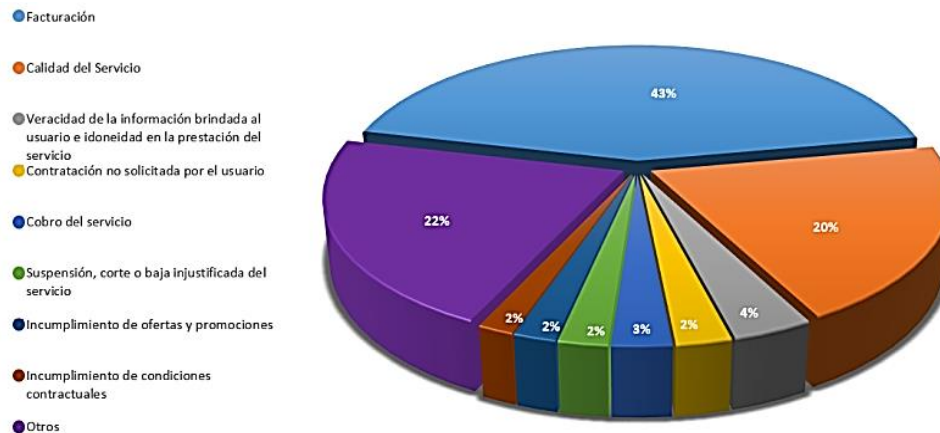
Reclamo por empresas operadoras



Fuente: "Reporte estadístico, abril 2017" (OPSITEL)

Figura 15.

Categorización de reclamos



Fuente: “Reporte estadístico, abril 2017” (OPSITEL)

Los problemas de calidad de servicio son principalmente la lentitud o problemas de navegación ocasionados por una saturación de la *Base Transceiver Station* (BTS) o nodo B, elementos donde se conectan los usuarios para usar el servicio de internet móvil. Parte de estos problemas eran a consecuencia del incremento de los usuarios del servicio de datos del operador Claro en los últimos años. Es así como, en aquellas épocas, las centrales de datos asignaban una velocidad de navegación denominada “*best effort*”, la cual consistía en asignar una velocidad en función a los recursos y cantidad de usuarios conectados a la BTS o Nodo B.

Adicionalmente, a los problemas de navegación por saturación en las BTS o Nodos se comenzaron a ofrecer planes ilimitados del servicio de datos en los distintos operadores, como se muestra en la figura 16, que permitían al cliente navegar en cualquier momento y por todo tipo de tráfico, lo cual ocasionó un incremento de consumo de los recursos de las BTS y Nodos B de la red móvil generando un incremento de reclamos por una parte de los clientes.

Figura 16.

Línea de tiempo planes ilimitados



Fuente: “Análisis de planes de servicio móvil con datos “ilimitados”, 2017” (OPSITEL)

3.1.1. Formulación del problema.

En base a lo detallado en el fragmento anterior se identificó un incremento de reclamos de clientes por problemas en la navegación del servicio de datos a partir del 2016 debido a que en determinadas zonas las BTSs y nodos B estaban saturados. Asimismo, se identificó la necesidad de un control de velocidad de la navegación de servicio de datos por parte del operador Claro.

En respuesta a estos problemas se propuso la implementación del control de velocidad mediante la interfaz Sy. Asimismo, esta interfaz debía integrar las plataformas OCS y PCRF para lograr controlar la velocidad de navegación de los usuarios móviles en tiempo real y de esa manera mejorar el uso de los recursos de la red para reducir los reclamos por una mala calidad de servicio que se incrementaron desde el 2016.

3.1.2. Problema general.

¿Cómo implementar el control de velocidad mediante la interfaz Sy mejora la navegación del servicio de datos a los usuarios del operador Claro en las zonas congestionadas de la red móvil?

3.1.3. Problemas específicos.

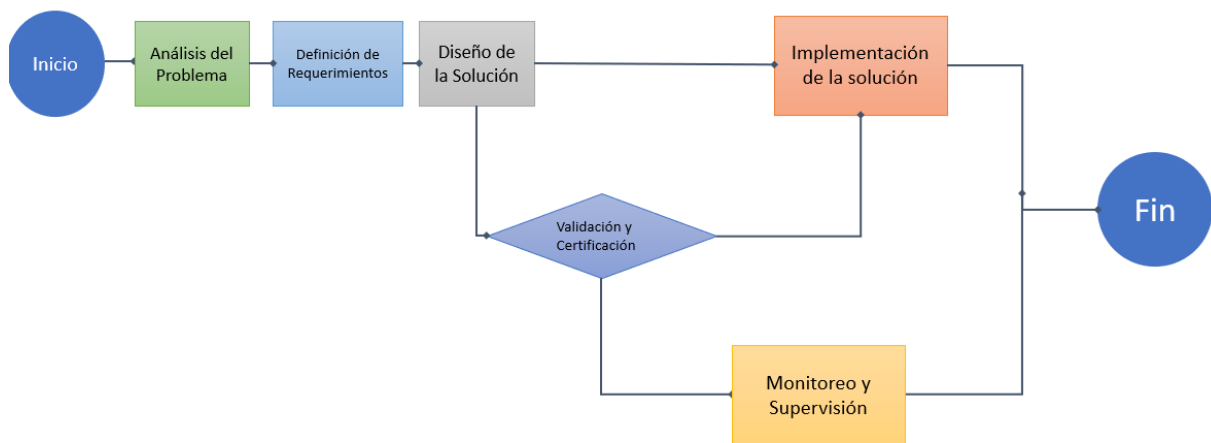
- ¿Cómo diseñar el control de velocidad mediante la interfaz Sy para mejorar la navegación de los clientes del operador Claro en las zonas congestionadas de la red móvil?
- ¿Cómo se implementa el control de velocidad mediante la interfaz Sy para mejorar el servicio de datos de los clientes del operador Claro en las zonas congestionadas de la red móvil?
- ¿De qué manera se puede validar el funcionamiento del control de velocidad mediante la interfaz Sy para mejorar la navegación de los clientes del operador Claro en las zonas congestionadas de la red móvil?

3.2. Modelo propuesto de solución

El presente proyecto consiste en la implementación de control de velocidad del servicio de datos mediante la interfaz Sy y tiene la finalidad de mejorar la navegación de los usuarios del operador Claro. La cronología de las fases del proyecto se indica en el diagrama de flujos de la figura 17, las cuales son detalladas el diagrama de bloques de la figura 18.

Figura 17.

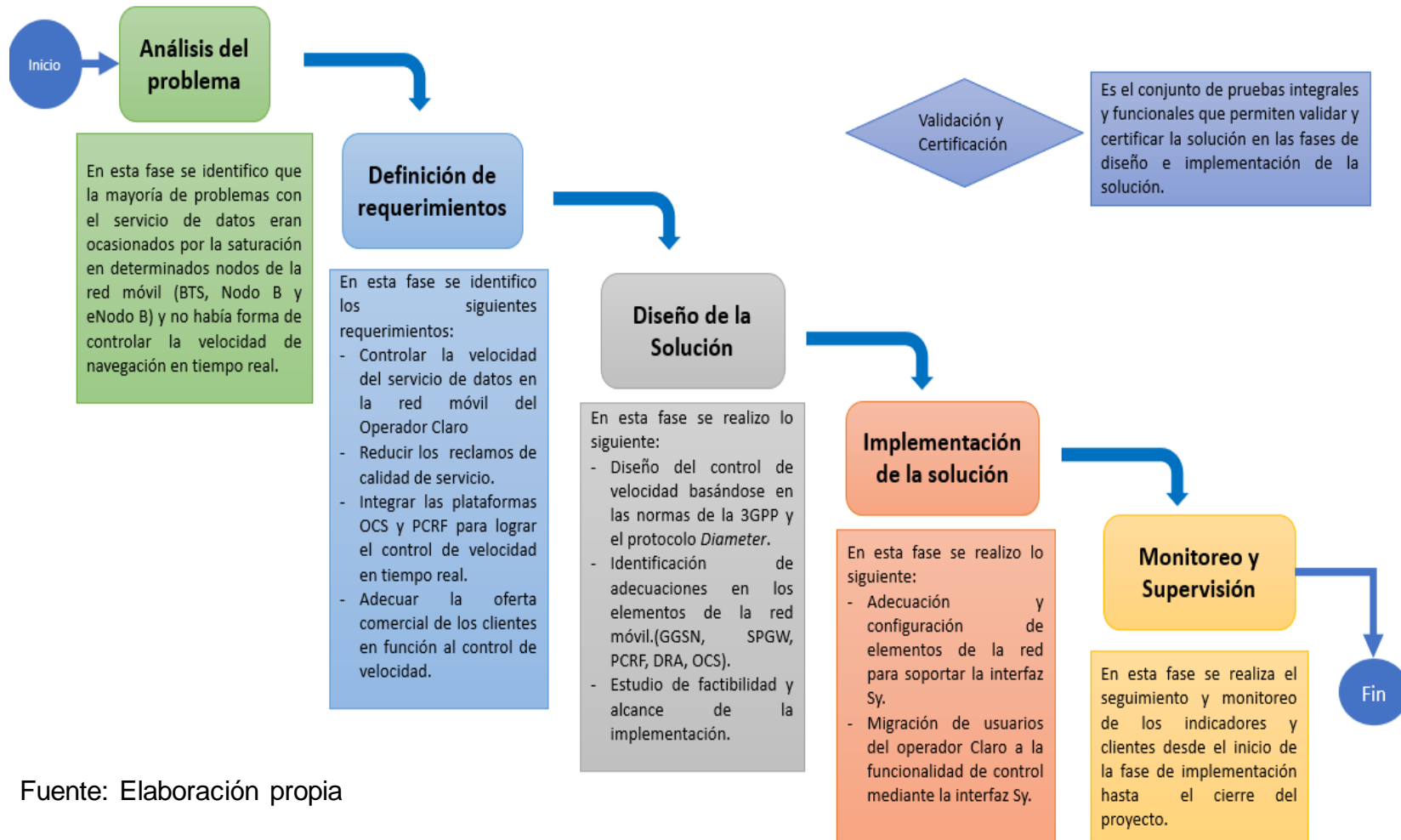
Diagrama de flujo del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Figura 18.

Diagrama de bloques del proyecto



Fuente: Elaboración propia

3.2.1 Diseño del control de velocidad mediante la interfaz Sy.

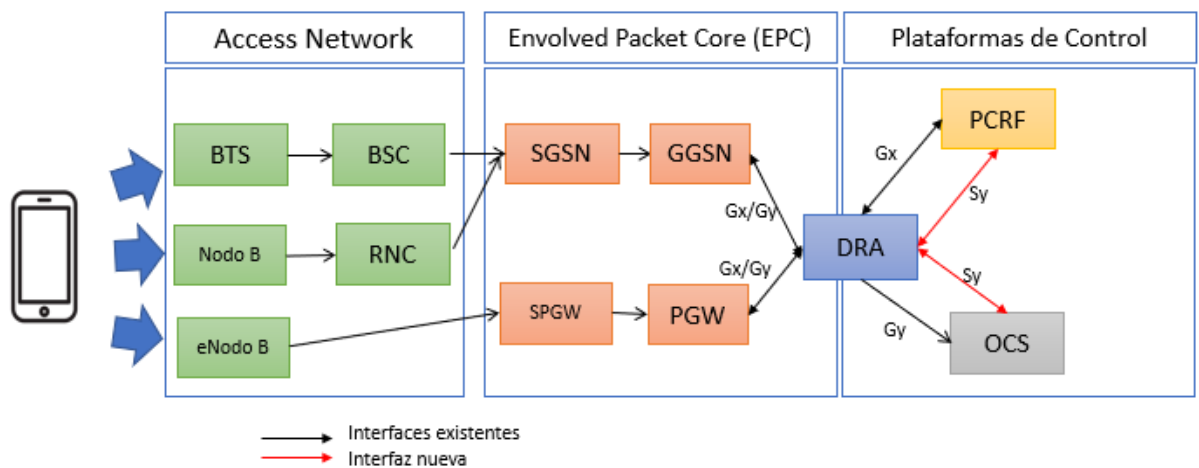
En el diseño del control de velocidad mediante la interfaz Sy se elaboraron las siguientes arquitecturas y definiciones:

a) Arquitectura del operador Claro

La arquitectura de la red móvil del operador Claro se adecuo a la mostrada en la figura 19 para la implementación de la interfaz Sy para el control de velocidad del servicio de Datos.

Figura 19.

Arquitectura actual del operador Claro



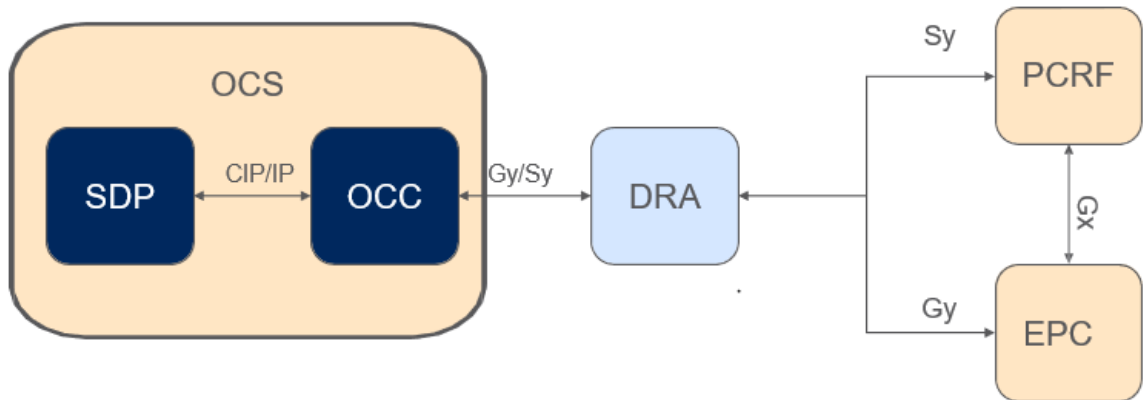
Fuente: Elaboración propia

b) Arquitectura modular propuesta

En el diseño del presente proyecto se propuso la siguiente arquitectura modular desde el enfoque del OCS, la cual es representada en la figura 20.

Figura 20.

Arquitectura modular propuesta



Fuente: Elaboración propia

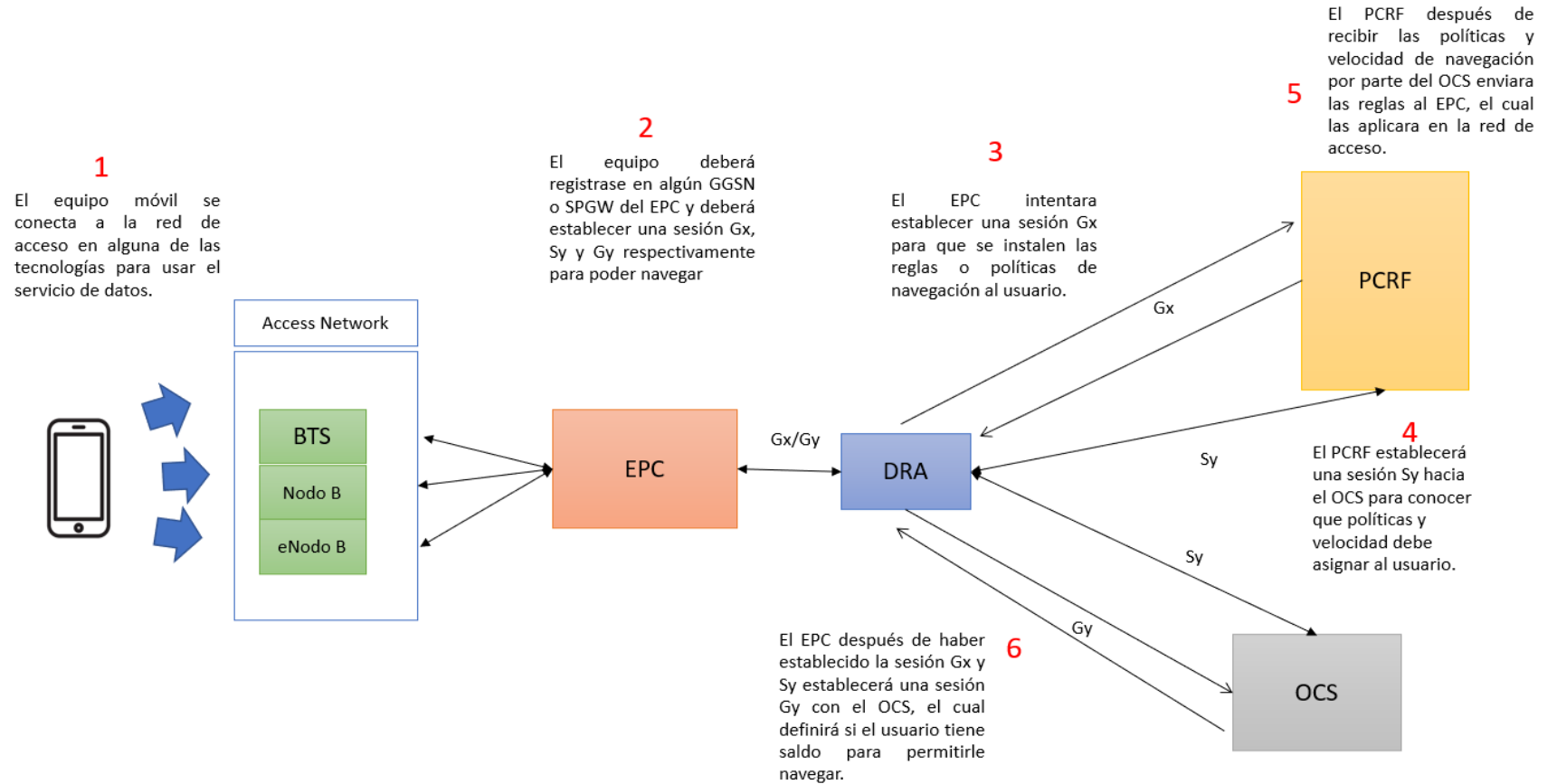
La interfaz Sy es utilizada para transmitir la información del estado de los contadores de políticas, los cuales son configurados en el SDP y están relacionados con el consumo del suscriptor en función al tipo de tráfico que realice. La señalización Sy se envía entre el OCS y PCRF, mediante los enlaces implementados en el DRA y usando el protocolo *Diameter*.

c) Arquitectura funcional propuesta

En el proyecto se elaboró una arquitectura funcional que detalla el funcionamiento del servicio de datos con el control de velocidad mediante la interfaz Sy implementada, la arquitectura funcional se muestra en la figura 21.

Figura 21.

Arquitectura funcional propuesta

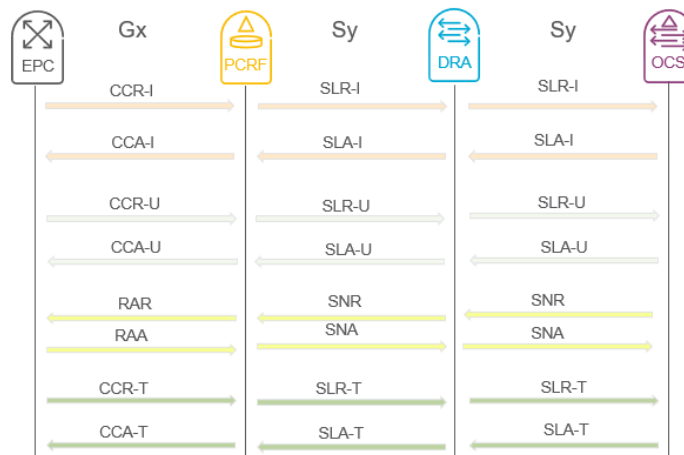


Fuente: Elaboración propia

d) Definición de la Señalización *Diameter*

En el diseño de la interfaz Sy se utilizó de referencia la norma TS 29.219 *release 11* de la 3GPP (Anexo A) para la integración entre el OCS y PCRF. A su vez esta interfaz complementa su funcionamiento con las interfaces Gy y Gx en la red móvil del Operador Claro. Las interfaces de control y señalización son mostradas en la figura 22 y 23.

Figura 22.
Señalización Gx y señalización Sy



Fuente: Elaboración propia

Figura 23.
Señalización Gy

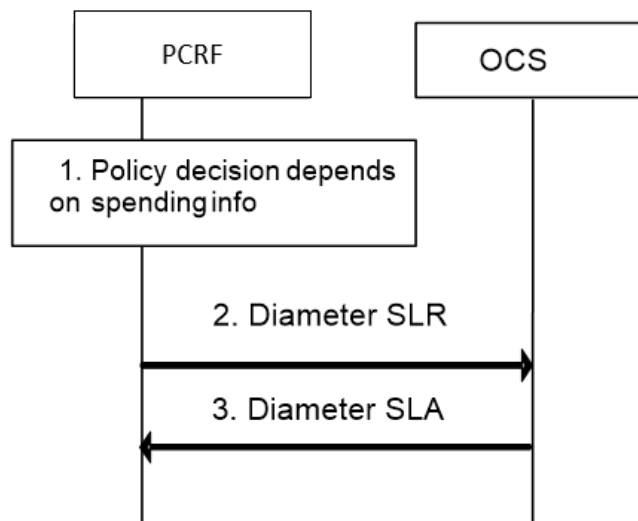


Fuente: Elaboración propia

- e) Funcionamiento de la señalización *Diameter* definida para la interfaz Sy
- Initial spending limit report request
 1. El PCRF recupera información de la suscripción que indica que las decisiones dependen de los contadores de políticas mantenidos en el OCS.
 2. El PCRF envía un comando *Diameter* SLR, que incluye:
 - AVP Subscription-Id,
 - AVP de la lista de identificadores de contador de políticas
 - AVP SLR-Type que se establece en el valor INITIAL_REQUEST (0).
 3. El OCS verifica si hay una sesión Sy en curso asociada con el AVP de Id. Si no hay una sesión Sy: Envía *Diameter* SLA al PCRF, que incluye: AVP de informe de estado de contador de política para cada identificador de contador de política solicitado. En caso no se proporcione identificadores de contador de política, el SLA *Diameter* incluye un AVP de informe de estado de contador de política para todos los identificadores aplicables al suscriptor. El flujo definido para el *Initial Spending Limit Report Request* se muestra en la figura 24.

Figura 24.

Flujo: "Initial Spending Limit Report Request"

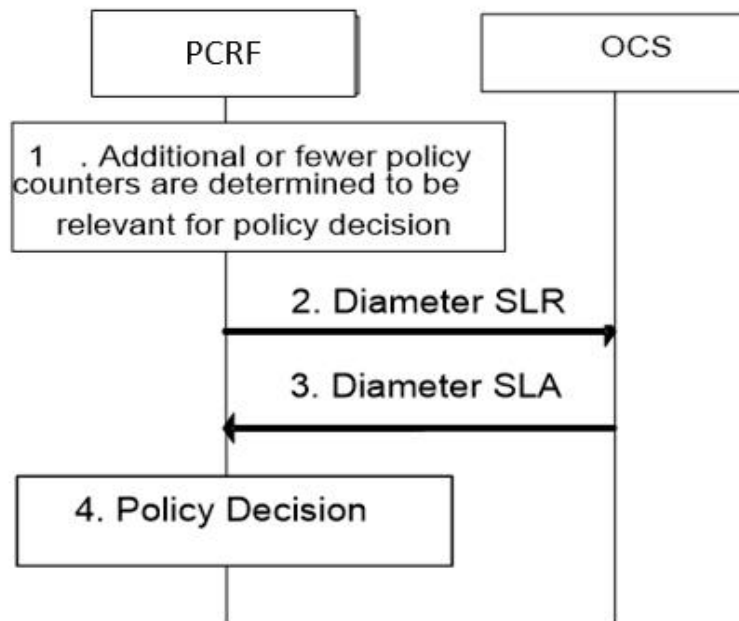


Fuente: 3GPP (2015)

- Intermediate spending limit report request
 1. El PCRF está programado para modificar la lista de contadores de políticas suscritas, ejemplo el PCRF determina que las notificaciones de cambios en el estado del contador de políticas para algunos contadores ya no son necesarias.
 2. El PCRF está configurado para enviar un comando *Diameter SLR* que incluye:
 - AVP de Subscription-Id.
 - AVP de contadores de políticas, que contiene la lista de identificadores de contadores de políticas.
 - AVP de tipo de solicitud SL que se establece en el valor INTERMEDIATE_REQUEST (1).
 3. El OCS envía el comando *Diameter SLA* al PCRF que incluye:
 - AVP (Policy-Counter-Status-Report) que contiene el identificador del contador de políticas, es decir el valor de estado actual. El flujo definido para el *Intermediate Spending Limit Report Request* se muestra en la figura 25.

Figura 25.

Flujo "Intermediate Spending Limit Report Request"



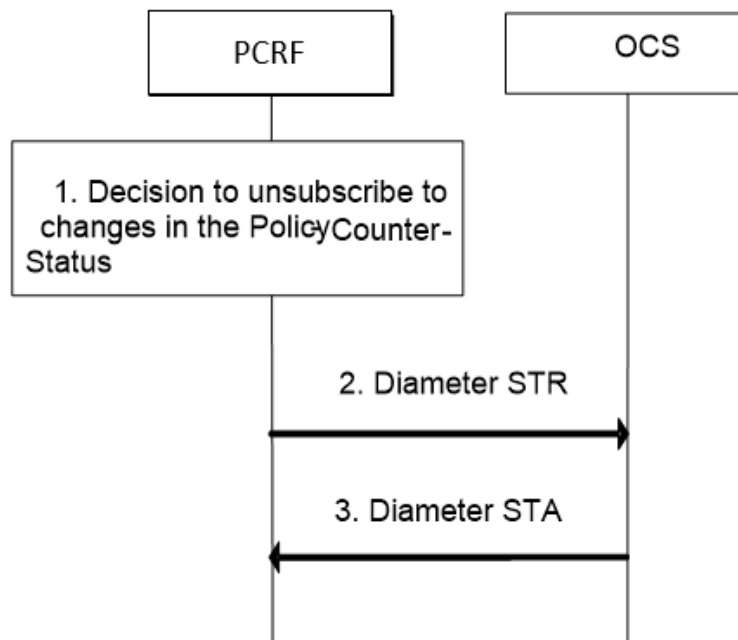
Fuente: 3GPP (2015)

- Final spending limit report request
 1. El PCRF determina las decisiones de política para un usuario dado, ya no dependen de los contadores de políticas para los cuales el PCRF tiene suscripciones existentes para la notificación de cambio de estado.
 2. El PCRF envía el comando *Diameter* STR al OCS para cancelar la solicitud de notificación del OCS sobre el estado del contador de políticas. La solicitud incluye la causa de terminación que contiene el motivo por el cual la sesión se finalizó, la cual está establecida en "DIAMETER_LOGOUT".
 3. El OCS envía el comando *Diameter* STA al PCRF con Result-Code que contiene el resultado de la operación.

El flujo definido para el *Final Spending Limit Report Request* se muestra en la figura 26.

Figura 26.

Flujo "Final Spending Limit Report Request"



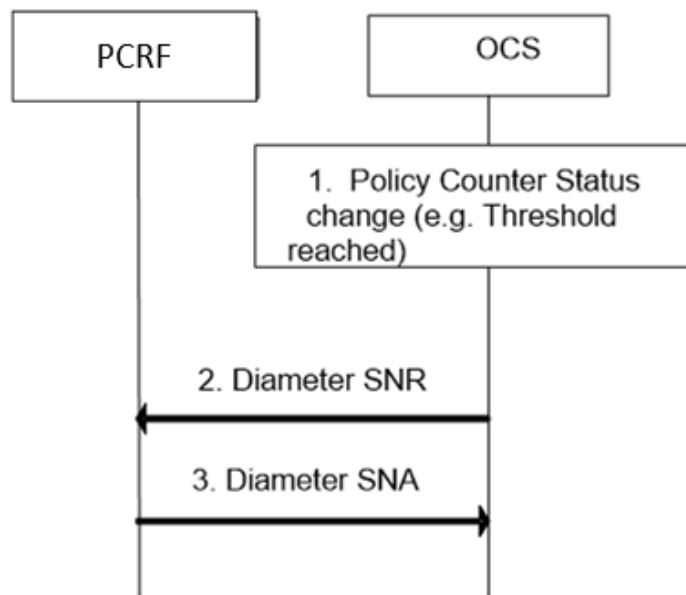
Fuente: 3GPP (2015)

- Spending limit report
 1. El OCS permite detectar que el estado de los identificadores de un contador de políticas cambió.
 2. El OCS envía el comando *Diameter* SNR al PCRF asociada con cada sesión Sy afectada, incluyendo: Policy-Counter-Status-Report AVP.
Si varios contadores cambian de estado al mismo tiempo, el OCS puede agrupar las notificaciones de cambio de estado en una sola solicitud de Informe de límite de gasto al PCRF enviando múltiples Policy-Counter-Status-Report AVP.
 3. El PCRF reconoce la solicitud enviando un comando *Diameter* SNA:
 - AVP de código de resultados establecido en DIAMETER_SUCCESS.

El flujo definido para el *Spending Limit Report* se muestra en la figura 27.

Figura 27.

Flujo "Spending Limit Report"



Fuente: 3GPP (2015)

f). Contadores y estados definidos

En la Implementación del control de velocidad mediante la interfaz Sy se definieron los siguientes contadores y estados, los cuales se muestran en la tabla 4. Estos contadores y lógica fueron configurados en el OCS, PCRF y CORE de la red móvil.

Tabla 4

Contadores y estados de la Interfaz Sy

Policy Counter	S_CM_Unlim_Sy Estado	Acción
Velocidad (Q_CM_Unlim_Sy_Speed)	Normal	Navegación a "Best Efort"
	level4	Navegación a 500 Mbps
	level3	Navegación a 100 Mbps
	level2	Navegación a 50 Mbps
	level1	Navegación a 5 Mbps
Tethering (Q_CM_Unlim_Sy_Tether)	Exhausted	Navegación a 512 Kbps
	Normal	Puede compartir internet
	Exhausted	No puede compartir internet

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Implementación de la Interfaz Sy.

En la implementación de la interfaz Sy para el control de velocidad del servicio de datos de los usuarios móviles del operador Claro se realizaron los siguientes trabajos:

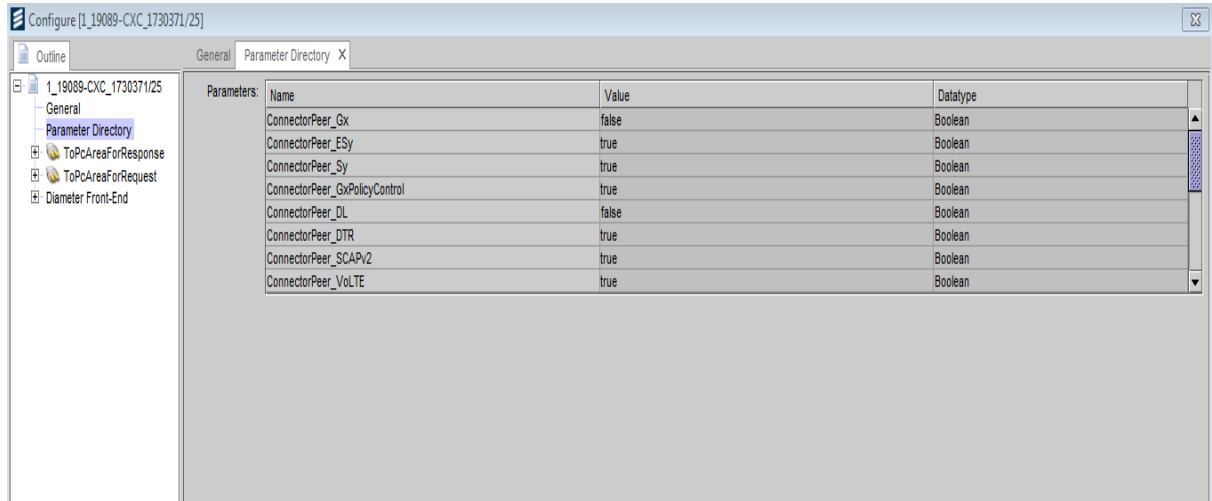
a) Configuración en el OCS:

▪ Procedimiento de configuración en el OCC:

1. El trabajo en el OCC inicia con la configuración de los parámetros de la interfaz Sy en el OCC. Esta configuración se muestra en la figura 28.

Figura 28.

Configuración de parámetros Sy



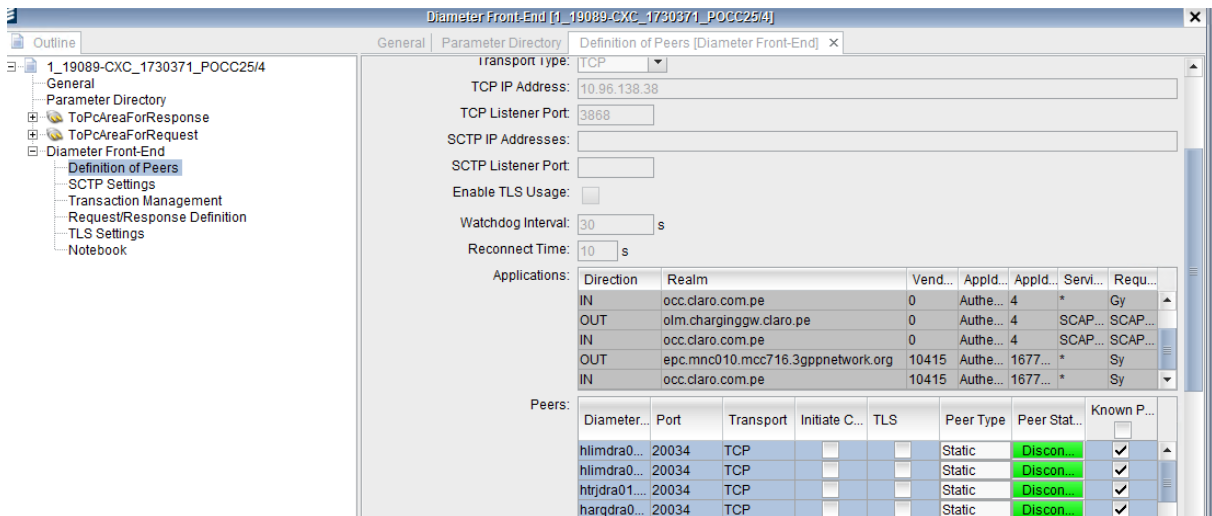
Fuente: “América Móvil Perú S.A.C”

2. El segundo paso en el OCC es realizar la configuración del *Front End*, es decir la comunicación desde el OCC hacia los DRAs para la cual se realiza lo siguiente:

- Configuración de los peers indicando la dirección, el *realm* y aplicación que se usara para la interfaz Sy. Esta configuración se muestra en la figura 29.

Figura 29.

Configuración de peers “Front End” de la interfaz Sy



Fuente: “América Móvil Perú S.A.C”

La lista de los peers a configurar y sus parámetros se indican en la tabla 5.

Tabla 5

Lista de peers “Front End” configurados para la Interfaz Sy

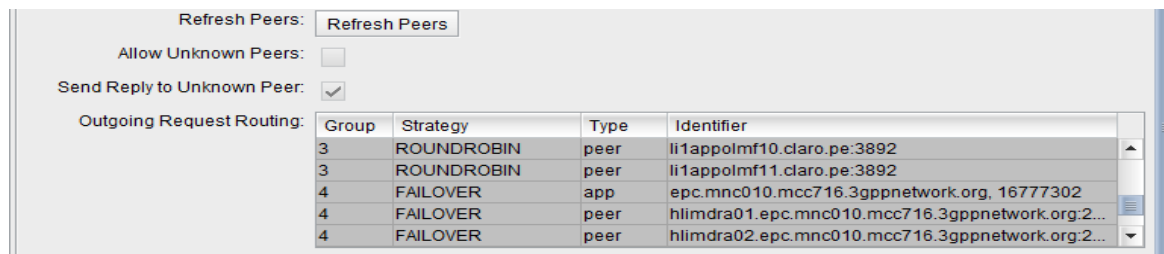
Direction	Realm	Vendor-Id	Appld-Type	Appld-Value	Service-context-Id	Request/Response
IN	occ.claro.com.pe	10415	Authentication	16777302	*	Sy
OUT	huawei.claro.com.pe	10415	Authentication	16777302	*	Sy
IN	sdp1.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
IN	sdp2.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
IN	sdp3.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
IN	sdp4.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
IN	sdp5.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
IN	sdp6.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
IN	sdp17.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
IN	sdp18.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
IN	sdp19.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
IN	sdp20.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
IN	sdp21.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
IN	sdp22.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy

Fuente: “América Móvil Perú S.A.C”

- Configuración de las rutas de salida hacia los DRAs de la red móvil del operador Claro para lograr la comunicación con el PCRF mediante la interfaz Sy. Esta configuración se muestra en la figura 30.

Figura 30.

Configuración de rutas de salida “Front End” de la interfaz Sy



Fuente: “América Móvil Perú S.A.C”

La lista de aplicación y rutas de salida se con sus parámetros se indican en la tabla 6.

Tabla 6

Lista de rutas y aplicación de salida del “Front End” configurados para la Interfaz Sy

Group	Strategy	Type	Identifier
4	FAILOVER	app	huawei.claro.com.pe, 16777302
4	FAILOVER	peer	hlimdra01.epc.mnc010.mcc716.3gppnetwork.org:20034
4	FAILOVER	peer	hlimdra02.epc.mnc010.mcc716.3gppnetwork.org:20034
4	FAILOVER	peer	htrjdra01.epc.mnc010.mcc716.3gppnetwork.org:20034
4	FAILOVER	peer	harqdra01.epc.mnc010.mcc716.3gppnetwork.org:20034

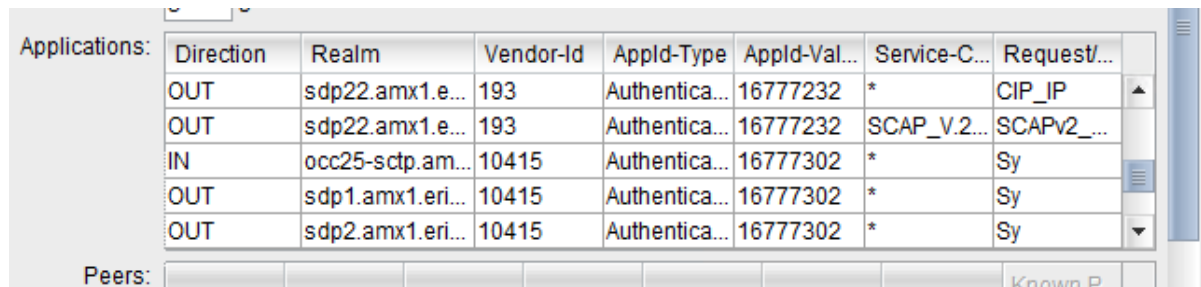
Fuente: “América Móvil Perú S.A.C”

3. El último paso en el OCC es realizar la configuración del “Back End”, es decir la comunicación desde el OCC hacia los SDPs para la cual se realiza lo siguiente:

- Configuración de los peers indicando la dirección, el *realm* y aplicación que se usara para la interfaz Sy. Esta configuración se muestra en la figura 31.

Figura 31.

Configuración de peers “Front End” de la interfaz Sy



The screenshot shows a configuration window with a table of Applications and a section for Peers. The Applications table has the following data:

Direction	Realm	Vendor-Id	Appld-Type	Appld-Val...	Service-C...	Request/...
OUT	sdp22.amx1.e...	193	Authentica...	16777232	*	CIP_IP
OUT	sdp22.amx1.e...	193	Authentica...	16777232	SCAP_V.2...	SCAPv2_...
IN	occ25-sctp.am...	10415	Authentica...	16777302	*	Sy
OUT	sdp1.amx1.eri...	10415	Authentica...	16777302	*	Sy
OUT	sdp2.amx1.eri...	10415	Authentica...	16777302	*	Sy

Below the Applications table, there is a section for Peers with a table that is partially visible, showing a 'Known P...' entry.

Fuente: “América Móvil Perú S.A.C”

La lista de los peers a configurar y sus parámetros se indican en la tabla 7.

Tabla 7

Lista de peers “Back End” configurados para la Interfaz Sy

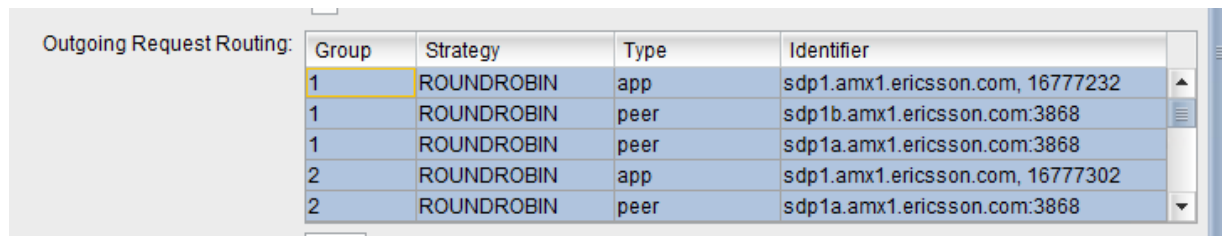
Direction	Realm	Vendor-Id	AppId-Type	AppId-Value	Service-Context-Id	Request/Response
IN	huawei.claro.com.pe	10415	Authentication	16777302	*	Sy
OUT	sdp1.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
OUT	sdp2.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
OUT	sdp3.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
OUT	sdp4.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
OUT	sdp5.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
OUT	sdp6.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
OUT	sdp17.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
OUT	sdp18.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
OUT	sdp19.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
OUT	sdp20.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
OUT	sdp21.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy
OUT	sdp22.amx1.ericsson.com	10415	Authentication	16777302	*	Sy

Fuente: “América Móvil Perú S.A.C”

- Configuración de las rutas hacia los SDPs del OCS del operador Claro para consultar la velocidad de navegación que se debe asignar al usuario. Esta configuración se muestra en la figura 32.

Figura 32.

Configuración de rutas de salida “Back End” de la interfaz Sy



Group	Strategy	Type	Identifier
1	ROUNDROBIN	app	sdp1.amx1.ericsson.com, 16777232
1	ROUNDROBIN	peer	sdp1b.amx1.ericsson.com:3868
1	ROUNDROBIN	peer	sdp1a.amx1.ericsson.com:3868
2	ROUNDROBIN	app	sdp1.amx1.ericsson.com, 16777302
2	ROUNDROBIN	peer	sdp1a.amx1.ericsson.com:3868

Fuente: “América Móvil Perú S.A.C”

La lista de aplicación y rutas de salida se con sus parámetros se indican en la tabla 8.

Tabla 8*Lista de rutas y aplicación de salida del "Back End" configurados para la Interfaz Sy*

Group	Strategy	Type	Identifier
4	ROUNDROBIN	App	sdp1.amx1.ericsson.com, 16777302
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp1a.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp1b.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	App	sdp2.amx1.ericsson.com, 16777302
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp2a.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp2b.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	App	sdp3.amx1.ericsson.com, 16777302
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp3a.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp3b.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	App	sdp4.amx1.ericsson.com, 16777302
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp4a.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp4b.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	App	sdp5.amx1.ericsson.com, 16777302
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp5a.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp5b.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	App	sdp6.amx1.ericsson.com, 16777302
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp6a.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp6b.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	App	sdp17.amx1.ericsson.com, 16777302
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp17a.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp17b.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	App	sdp18.amx1.ericsson.com, 16777302
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp18a.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp18b.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	App	sdp19.amx1.ericsson.com, 16777302
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp19a.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp19b.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	App	sdp20.amx1.ericsson.com, 16777302
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp20a.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp20b.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	App	sdp21.amx1.ericsson.com, 16777302
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp21a.amx1.ericsson.com:3868

4	ROUNDROBIN	Peer	sdp21b.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	App	sdp22.amx1.ericsson.com, 16777302
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp22a.amx1.ericsson.com:3868
4	ROUNDROBIN	Peer	sdp22b.amx1.ericsson.com:3868

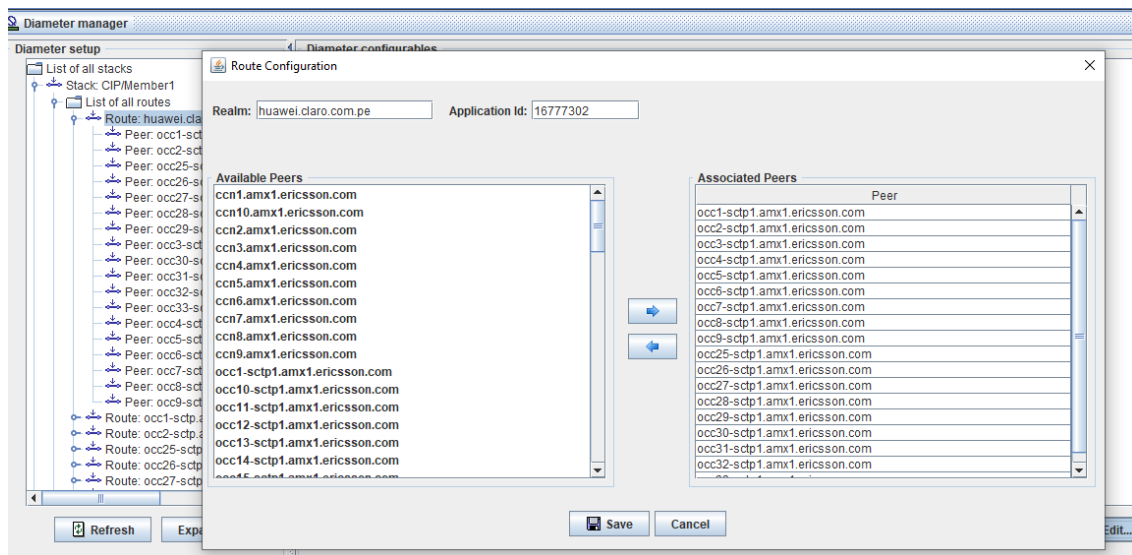
Fuente: "América Móvil Perú S.A.C"

- Procedimiento de configuración en el SDP:

1. Configuración del *Realm* del PCRF y los peers correspondientes a cada OC en la opción *Diameter* mánager del SDP. Esta configuración se muestra en la figura 33.

Figura 33.

Configuración del Realm del PCRF y los peers de los OCCs.



Fuente: "América Móvil Perú S.A.C"

La Lista de peer de los OCCs configurados en los SDPs se muestra en la tabla 9.

Tabla 9

Lista de peers de los OCCs configurados en el SDP

Numero de Peer	FQDN
Peer1	occ1-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer2	occ2-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer3	occ3-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer4	occ4-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer5	occ5-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer6	occ6-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer7	occ7-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer8	occ8-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer9	occ9-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer10	occ25-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer11	occ26-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer12	occ27-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer13	occ28-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer14	occ29-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer15	occ30-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer16	occ31-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer17	occ32-sctp1.amx1.ericsson.com
Peer18	occ33-sctp1.amx1.ericsson.com

Fuente: "América Móvil Perú S.A.C"

b). Configuración en el PCRF

En el PCRF se realiza la creación y configuración del servicio S_CM_Unlim_Sy con sus respectivos parámetros lo cual permitirá establecer la comunicación hacia el OCS. Esta configuración se muestra en la figura 34.

Figura 34.

Configuración del servicio Sy en el PCRF.

S_CM_Unlim_Sy	
Service Details	
Service Details Service View	
Basic Information	
Name	S_CM_Unlim_Sy
Type	VALUE_ADDED_SERVICE
APN	
APN Match Type	Full Matching
VPN	
Account	
Activated By	PCEF
Precedence (0..2147483645)	20
Gracetime(1..1440)	
QoS Mode	Replace
Is Meter To Basic	Yes
Subscription Forced	Yes
Absolute Validity Period	
Duration	
Provided Till Bill Date	No
Subscription Notification	
Modification Notification	
Start Notification	
End Notification	

Fuente: "América Móvil Perú S.A.C"

Después de la creación del servicio Sy se procede con la configuración de los estados y contadores del servicio Sy tal como se indicó en la Tabla 4. Esta configuración se muestra en la figura 35.

Figura 35.

Configuración de contadores y estados en el PCRF.

The screenshot displays a web interface for PCRF configuration. At the top, there are two tabs: "Service Details" (selected) and "Service View". Below the tabs, the interface is divided into three main sections: "Policy", "Quota", and "Roam Region".

Policy Section: A table with two columns: "Name" and "Description".

Name	Description
P_CM_Unlim_Sy	

Quota Section: A table with six columns: "Name", "Type", "Value", "Slice(%)", "Slice(KB)", and "Description".

Name	Type	Value	Slice(%)	Slice(KB)	Description
Q_CM_Unlim_Sy_Speed_1					
Q_CM_Unlim_Sy_Tether_1					

Roam Region Section: A table with four columns: "Identify", "Quota Value(KB)", "PLMN Group", and "Description".

Identify	Quota Value(KB)	PLMN Group	Description
----------	-----------------	------------	-------------

Fuente: "América Móvil Perú S.A.C"

3.2.3 Validación del funcionamiento de la solución.

El control de velocidad del servicio de datos mediante la interfaz Sy solo funcionara en los usuarios del operador Claro que tengan provisionado el servicio Sy en el PCRF y un plan con la estructura Sy en el SDP del OCS tal como se muestra en las figuras 36 y 37 respectivamente.

Figura 36.

Línea provisionada con el servicio Sy en el PCRF.

```
+++ USCDB 2020-11-24 17:32:57
PCRF #028623
%%LST PSRV: USRIDENIFIER="51991795335";%%
RETCODE = 0 Operation succeeded

Service Name           Service Package Name      Usage Level  Subscription Date  Start Date
S_RoamMonth_topel      NULL                       Normal       2019-08-15 03:07:14  NULL
S_RoamClaroMax_ClaroSF_1  NULL                       Normal       2019-10-15 04:34:24  NULL
S_CM_Unlim_Sy          NULL                       Normal       2020-11-12 00:03:17  NULL

Total count = 3

There is together 1 report
```

Fuente: "América Móvil Perú S.A.C"

Figura 37.

Línea provisionada con un plan Sy en el SDP del OCS.

SDP09A - SDP Management Application

System Edit Call settings SDP admin Events Sys admin Tools Window Help

Connect

View account

Subscriber ID: 51931503736 View

FAF service charged: No

Policy sessions Charging sessions Account management counters Offers Periodic account management Usage counters and thresholds

Accounts & accumulators Block status Life cycle dates Announcements

Offer ID	Product ID	Start	Expiry	Connected DA	PAM Service ID
172437	-	2018-05-12	Never	-	-
270218	-	2020-12-13	Never	-	-
270219	-	2020-12-13	Never	-	-
270220	-	2020-12-13	Never	-	-
270221	-	2020-12-13	Never	-	-
270222	-	2020-12-13	Never	-	-
301275	-	2021-06-14	Never	-	-

Attributes

Attribute name	Value
ADMINExternalProductIdentifier	Maxlim75SY_One
CFSSID	
pamClassid	
PamIndicatorReactivation	
PamIndicatorSuspension	
POID	
schedulerIDMonthly	
TemplateVersion	

Fuente: "América Móvil Perú S.A.C"

El funcionamiento del control de velocidad del servicio de datos mediante la interfaz fue validado con la captura de paquetes transmitidos entre el PCRF y OCS como se muestra en la figura 38. De la información obtenida, se comprueba que el PCRF inicia una comunicación con el OCS mediante la interfaz Sy consultando la velocidad que se asignara al cliente, seguidamente el OCS responde la consulta en los AVP: Policy-Counter-Identfier (2901) y AVP: Policy-Counter-Status (2902). El AVP 2901 contiene el valor Q_CM_Unlim_Sy_Speed_1 que representa la variable de velocidad de navegación sobre el cual se ejecutara una acción. De la misma forma el AVP 2902 sirve para indicar la acción ha realizar sobre la variable indicada en el AVP 2901, para el caso de la figura 38 el valor es normal lo cual según las acciones definidas en la tabla 4 el usuario navegara en una velocidad “best effort”, es decir, una velocidad de navegación sin restricciones.

Finalmente, con la implementación realizada el OCS es la plataforma con la funcionalidad de asignar la velocidad de navegación a los clientes del operador Claro mediante la interfaz Sy hacia los demás elementos de la red móvil.

Figura 38.
Comunicación entre el PCRF y el OCS.

No.	Time	Source	Destination	Source	Origin-Host	Protocol	Length
1	2020-11-03 23:35:57.437744	10.165.244...	10.96.133.169	10.165.244...	hlimpcrf02.epc.mnc010.mcc716.3gppnetwork.org	DIAMETER	372
2	2020-11-03 23:35:57.467487	10.96.130.201	10.96.130.49	10.96.130.201	hlimpcrf02.epc.mnc010.mcc716.3gppnetwork.org	DIAMETER	440
3	2020-11-03 23:35:57.476977	10.96.130.49	10.96.130.201	10.96.130.49	sdp8a.amx1.ericsson.com	DIAMETER	396
4	2020-11-03 23:35:57.482817	10.96.133.169	10.165.244.101	10.96.133.169	sdp8a.amx1.ericsson.com	DIAMETER	372
5	2020-11-03 23:38:16.515079	10.96.130.49	10.96.130.201	10.96.130.49	sdp8a.amx1.ericsson.com	DIAMETER	380
6	2020-11-03 23:38:16.580636	10.96.130.201	10.96.130.49	10.96.130.201	occl9-sctpl.amx1.ericsson.com	DIAMETER	284
7	2020-11-03 23:38:55.690096	10.96.130.49	10.96.130.201	10.96.130.49	sdp8a.amx1.ericsson.com	DIAMETER	380
8	2020-11-03 23:38:55.719672	10.96.130.201	10.96.130.49	10.96.130.201	occl9-sctpl.amx1.ericsson.com	DIAMETER	284
9	2020-11-03 23:42:21.942870	10.96.130.49	10.96.130.201	10.96.130.49	sdp8a.amx1.ericsson.com	DIAMETER	380
10	2020-11-03 23:42:21.963072	10.96.130.201	10.96.130.49	10.96.130.201	occl9-sctpl.amx1.ericsson.com	DIAMETER	300


```

Policy-Counter-Status-Report: 00000b55c000021000028af515f434d5f556e6c696d5f53...
  AVP: Policy-Counter-Identfier(2901) l=33 f=VM- vnd=TGPP val=Q_CM_Unlim_Sy_Speed_1
    AVP Code: 2901 Policy-Counter-Identfier
    > AVP Flags: 0xc0, Vendor-Specific: Set, Mandatory: Set
    AVP Length: 33
    AVP Vendor Id: 3GPP (10415)
    Policy-Counter-Identfier: Q_CM_Unlim_Sy_Speed_1
    Padding: 000000
  AVP: Policy-Counter-Status(2902) l=18 f=VM- vnd=TGPP val=Normal
    AVP Code: 2902 Policy-Counter-Status
    > AVP Flags: 0xc0, Vendor-Specific: Set, Mandatory: Set
    AVP Length: 18
    AVP Vendor Id: 3GPP (10415)
    Policy-Counter-Status: Normal
    Padding: 0000
  AVP: Policy-Counter-Status-Report(2903) l=68 f=VM- vnd=TGPP
    AVP Code: 2903 Policy-Counter-Status-Report
  
```

0130	31 00 00 00 00 00 0b 5c	c0 00 00 12 00 00 28 af	1	Normal
0140	4e 6f 72 6d 61 6c 00 00	00 00 0b 57 c0 00 00 44	Normal	U
0150	00 00 28 af 00 00 0b 55	c0 00 00 22 00 00 28 af	U	U
0160	51 5f 43 4d 5f 55 6e 6c	69 6d 5f 53 79 5f 54 65	Q_CM_Unl	im_Sy_Te
0170	74 68 65 72 5f 31 00 00	00 00 0b 56 c0 00 00 12	ther_1	V
0180	00 00 28 af 4e 6f 72 6d	61 6c 00 00	Norm al	

Fuente: “América Móvil Perú S.A.C”

3.2.4 Cronograma del proyecto.

En la implementación del control de velocidad mediante la interfaz Sy se definieron las actividades indicadas en la tabla 10 y se representan en el diagrama de Gantt de la figura 39.

Tabla 10.

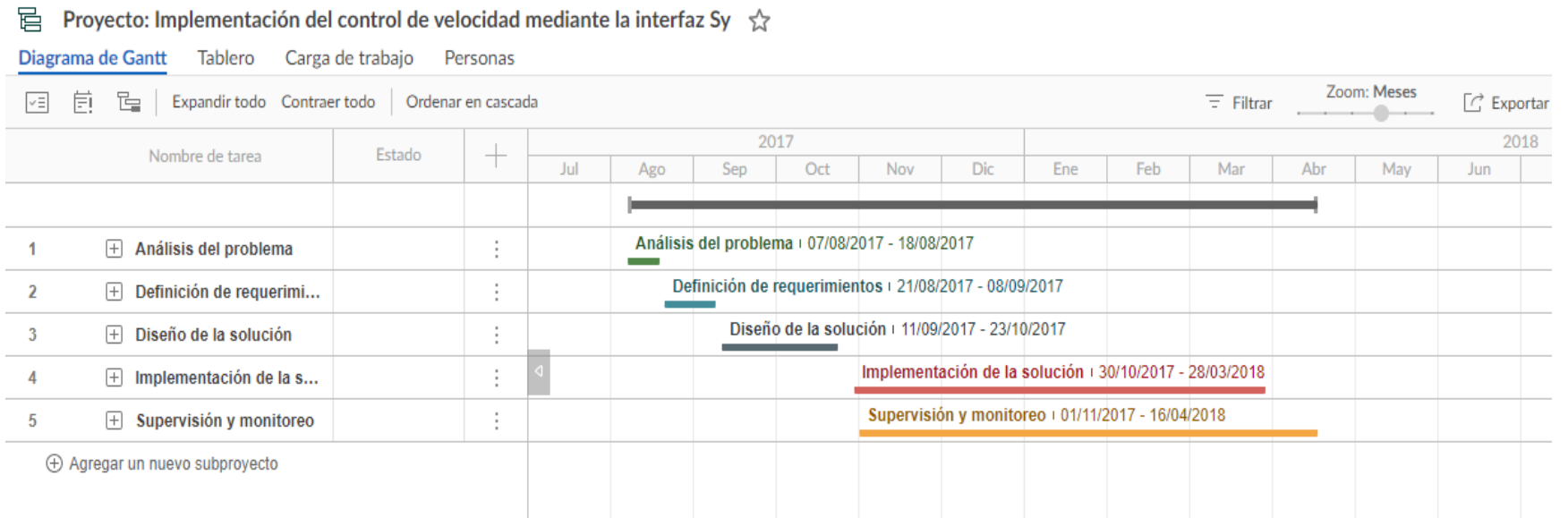
Actividades del Proyecto

Nombre de tarea	Fecha de inicio planificada	Fecha de finalización planificada
Análisis del problema	7/08/2017	18/08/2017
Análisis de los problemas en el servicio de Datos	7/08/2017	11/08/2017
Delimitación de impactos y riesgos	14/08/2017	18/08/2017
Definición de requerimientos	21/08/2017	8/09/2017
Definición de objetivos	21/08/2017	25/08/2017
Definición de requerimientos funcionales	21/08/2017	1/09/2017
Definición del alcance técnico y funcional	28/08/2017	8/09/2017
Diseño de la solución	11/09/2017	23/10/2017
Diseño de la interfaz Sy	11/09/2017	16/10/2017
Identificación de adecuaciones en elementos de la red	11/09/2017	18/09/2017
Estudio de factibilidad e impacto	25/09/2017	6/10/2017
Definición de trabajos para las adecuaciones en la red móvil	25/09/2017	23/10/2017
Implementación de la solución	30/10/2017	28/03/2018
Implementación de enlaces para la Interfaz Sy	30/10/2017	17/11/2017
Adecuación en los GGSNs y SPGWs del EPC	13/11/2017	31/01/2018
Creación de Servicios y contadores en el PCRF	8/01/2018	31/01/2018
Upgrade de la versión del OCS para soportar Sy	8/01/2018	5/02/2018
Configuración de la lógica Sy en los SDPs del OCS y el PCRF	5/02/2018	2/03/2018
Habilitación de la funcionalidad Sy en el OCS y PCRF	19/03/2018	28/03/2018
Supervisión y monitoreo	1/11/2017	16/04/2018
Monitoreo y supervisión durante trabajos de los elementos de la red móvil	1/11/2017	16/04/2018
Monitoreo y supervisión durante la migración de los usuarios	1/03/2018	16/04/2018

Fuente: Elaboración propia

Figura 39.

Diagrama de Gantt del proyecto



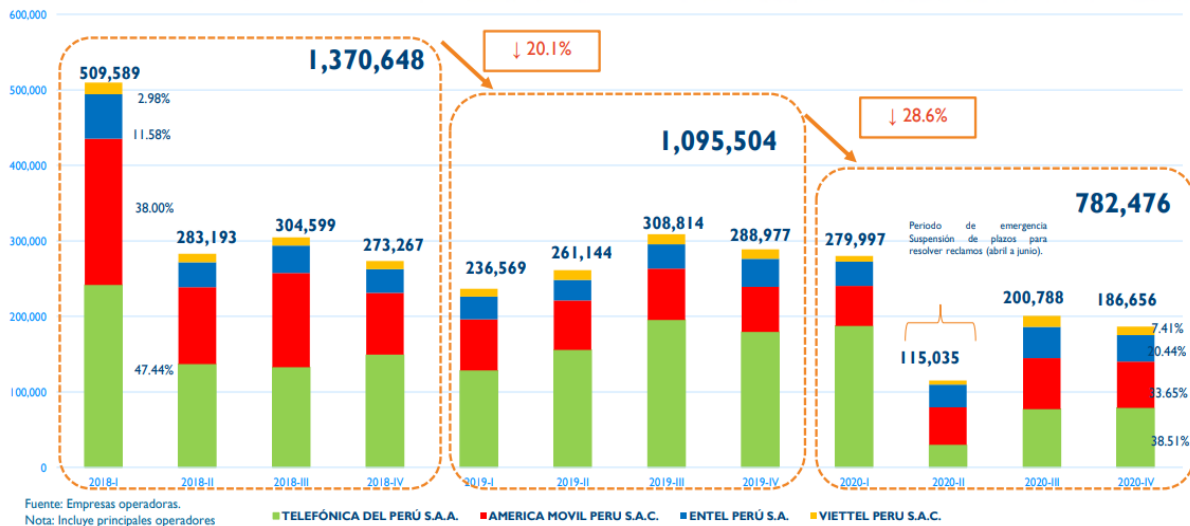
Fuente: Elaboración propia

3.3. Resultados

La implementación del control de velocidad mediante la interfaz Sy redujo las zonas congestionadas de la red móvil ocasionando que los reclamos relacionados al servicio móvil del operador Claro comenzaran a reducirse significativamente a partir del mes de abril del año 2018 como se visualiza en la figura 40 del *Ranking* elaborado por OPSITEL.

Figura 40.

Reclamos presentados por el servicio móvil - 2018 al 2020

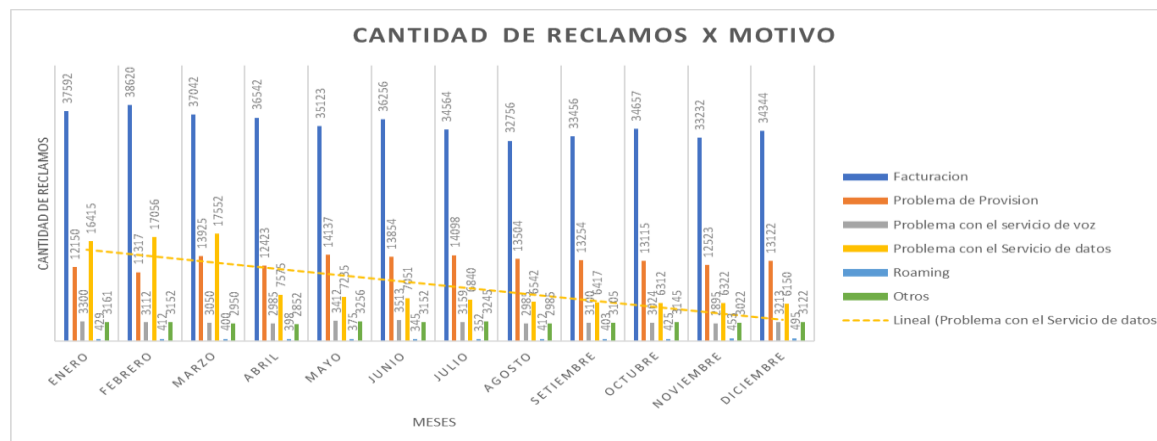


Fuente: “Ranking de desempeño de la atención de reclamos” OPSITEL (2021)

Sin embargo, para obtener un cálculo exacto de los resultados de la implementación del control mediante la interfaz Sy se solicitó al área de atención tecnológica de Claro el reporte de reclamos de clientes del año 2018 el cual se muestra en la figura 41 y tabla 11.

Figura 41.

Cantidad de reclamos por motivo del operador Claro



Fuente: "América Móvil Perú S.A.C"

Tabla 11.

Cantidad de reclamos por motivo del operador Claro

Año	2018											
Motivo de Reclamo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Facturación	37592	38620	37042	36542	35123	36256	34564	32756	33456	34657	33232	34344
Problema de provisión	12150	11317	13925	12423	14137	13854	14098	13504	13254	13115	12523	13122
Problema con el servicio de voz	3300	3112	3050	2985	3412	3513	3159	2985	3100	3024	2895	3213
Problema con el Servicio de datos	16415	17056	17552	7575	7235	7051	6840	6542	6417	6312	6322	6150
Roaming	429	412	400	398	375	345	352	412	403	425	453	495
Otros	3161	3152	2950	2852	3256	3152	3245	2985	3105	3145	3022	3122

Fuente: "América Móvil Perú S.A.C"

Del reporte de reclamos de clientes del año 2018 se evidencio que en los primeros tres meses el operador Claro tenía alrededor de 17000 reclamos por mes relacionados al servicio de datos, sin embargo, desde el mes de abril con el control de velocidad mediante la interfaz Sy los reclamos sobre el servicio de datos se redujo a un promedio 6700 reclamos por mes. En base a ello se validó que con control de velocidad mediante la interfaz Sy se redujo un 60.6% los reclamos generados por problemas en el servicio de datos. Sin embargo, se evidencia que hay una cantidad restante de reclamos los cuales son ocasionados por otro factor en la red móvil.

CONCLUSIONES

1. La implementación de la interfaz Sy permite controlar la velocidad de navegación del servicio de internet móvil de los usuarios en las BTS, Nodos B y eNodos B de la red móvil del Operador Claro.
2. El control de velocidad mediante la interfaz Sy, diseñado siguiendo la normativa de la 3GPP y empleando el protocolo *Diameter* funciona correctamente en los sistemas móviles vigentes (GSM, UMTS y LTE).
3. De los resultados obtenidos se comprueba que con el control de velocidad mediante la interfaz Sy redujo en un 60% los reclamos relacionados a problemas con el servicio de datos.
4. Los resultados obtenidos demuestran que mediante la implementación de un control se puede reducir zonas congestionadas en la red móvil sin necesidad de implementar más infraestructura por parte del Operador móvil.

RECOMENDACIONES

1. En base al trabajo de suficiencia laboral realizado, se recomienda que aparte de implementar nueva infraestructura para redes móviles, también se implementen controles que optimicen los recursos de la red móvil para garantizar un correcto servicio de Datos a los usuarios.
2. En base a los resultados obtenidos con la interfaz Sy, se recomienda usarla para controlar otros factores que intervienen en la calidad de servicio o en otras funcionalidades del servicio de datos.
3. A pesar de que se logró reducir en un 60% los reclamos por problemas con el servicio de datos se recomienda revisar los factores en la red móvil que aun ocasionan un promedio de 6700 reclamos por mes para este servicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arque Quispe, G. F. (2018) *Implementación 4G a nivel OCS (Online Charging System)*. Tesis Para optar por el Título de Ingeniero de Telecomunicaciones
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/17664>
- Bermúdez Pareja, Rubén (2016) *Itinerancia en redes móviles* Tesis para obtener el título de Ingeniero de Telecomunicaciones
<https://repositorio.upct.es/handle/10317/7128>
- Casafranca Johana (2021) *¿Por qué usar el tablero Kanban?*
<https://agileisnow.com/2021/02/21/por-que-usar-el-tablero-kanban/>
- Calle Cáceres, Camilo Iván (2013) *Estudio y Análisis Técnico comparativo entre las tecnologías 4G Long Term Evolution (LTE) y LTE Advanced* proyecto previo a la obtención del título ingeniero en Electrónica y telecomunicaciones
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17148/1/2014AJIEE-29.pdf>
- Ericsson (2016) *“Architecture OCS” Documento de especificaciones Técnicas de Fabricante Ericsson*
- García Camizán, E. (2020) *Satisfacción del usuario de telefonía móvil en el Perú: una revisión teórica* (Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de Bachiller en Administración y Negocios Internacionales)
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4414>
- GSMA (Asociación GSM) <https://www.gsma.com/aboutus/gsm-technology>

- Gualda Muñoz, Javier (2016) *Estudio de los protocolos de LTE*. Proyecto final de carrera
https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/98231/pfc_build.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Guevara Toledo, Andrea Patricia & Vásquez Alarcón, Viviana Gabriela (2013) *Estado actual de las redes LTE en Latinoamérica* Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniera en Electrónica y Telecomunicaciones
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/349/3/Tesis.pdf>
- Jiménez Javier (2021) *Ancho de banda, velocidad y ping: conoce que es cada término*
Artículo científico
<https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/que-es-ancho-banda-velocidad-ping/>
- López Ardao, C. (2020) *5G: más conexiones, más rápidas y con mayor cobertura*.
<https://theconversation.com/5g-mas-conexiones-mas-rapidas-y-con-mayor-cobertura-149577>
- Martinez Ballesteros, L. G. (2014) *Towards QoE-aware Mobile Infrastructures*. Tesis de Licenciatura en Tecnología de la información y la comunicación
<http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:717277/FULLTEXT01.pdf>
- Millán Tejedor, Ramón Jesús (2017) *Qué es... DSR (Diameter Signaling Router)*
Artículo Científico
<https://www.ramonmillan.com/documentos/diametersignalingrouter.pdf>
- Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (2021) Ranking de desempeño de la atención de reclamos

<https://repositorio.osiptel.gob.pe/handle/20.500.12630/762>

Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (2021) Reporte estadístico N° 03, junio 2021” (OPSITEL). Perú registró un incremento del tráfico de datos de 79% en el primer trimestre del año

<https://repositorio.osiptel.gob.pe/xmlui/handle/20.500.12630/754>

Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (2017) *Reporte estadístico N° 31, abril 2017*. Reclamos de usuarios aumentó 68% al alcanzar 2 millones 135 mil casos

<https://repositorio.osiptel.gob.pe/handle/20.500.12630/471>

Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (2017)

Análisis de planes de servicio móvil con datos “ilimitados”

<https://repositorio.osiptel.gob.pe/handle/20.500.12630/100>

Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (2015)

Infraestructura de redes móviles en el Perú: Análisis y recomendaciones para promover su mejora libro publicado por OPSITEL

<https://sociedadtelecom.pe/libros->

[osiptel/wpcontent/uploads/2019/05/infraestructura-redes.pdf](https://repositorio.osiptel.gob.pe/wpcontent/uploads/2019/05/infraestructura-redes.pdf)

Palomares Fernández, Israel (2015) *Configurador de capacidad para redes LTE*.

Tesis para optar el Título de Ingeniero de Telecomunicaciones

<https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/26577>

Progressa Lean (2020) ¿Qué es la metodología Agile y por qué está de moda?

<https://www.progressalean.com/metodologia-agile/>

Rodríguez Zorrilla, M. J. (2014) *Propuesta de optimización de una red de transporte para redes de telefonía móvil*. Tesis Para optar por el Título de Ingeniero.
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/8925>

Universidad Internacional de Valencia (2018) *Evolución de la red de comunicación móvil, de 1G al 5G*. Artículo científico.
<https://www.universidadviu.com/int/actualidad/nuestros-expertos/evolucion-de-la-red-de-comunicacion-movil-del-1g-al-5g>

3GPP (Third Generation Partnership Project)
<https://www.3gpp.org/about-3gpp/about-3gpp>

3GPP (Third Generation Partnership Project) (2021) *Technical Specification Group Services and System Aspects; Network architecture (Release 17)*
<https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=728>

3GPP (Third Generation Partnership Project) (2020) *Technical Specification Group Services and System Aspects; Telecommunication management; charging management, Online Charging System (OCS): Applications and interfaces (Release 16)*
<https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=1913>

3GPP (Third Generation Partnership Project) (2013) *Technical Specification Group Core Network and Terminals; Policy and Charging Control (PCC) over Gx reference point (Release 9)*
<https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=1672>

ANEXOS

ANEXO A: LISTA DE ACRÓNIMOS

AMPS:	Advanced Mobile Phone System
APN:	Access Point Network
ARP:	Allocation and retention priority
AuC:	The Authentication Center
AVP:	Attribute Value Pairs
BDMA:	Band Division Multiple Access
BSC:	Base Station Controller
CCR:	Credit Control Request
CCR-I:	Credit Control Request Initial
CCR-T:	Credit Control Request Terminate
CCR-U:	Credit Control Request Update
CDMA:	Code Division Multiple Access
CDR:	Call Detail Record
DRA:	Diameter Routing Agent
EDGE:	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EIR:	Equipment Identification Register
eNode B:	Enhanced Node B
ETSI:	Europea Telecomunicaciones Stand Ards Institute
EPC:	Evolved Packet Core
FDD:	Frequency Division Dúplex
FDMA:	Frequency Division Multiple Access
GERAN:	GSM EDGE Radio Access Network
GGSN:	Gateway GPRS Support Node
GPRS:	General Packet Radio Servic
GSM:	Global System for Mobile Communications

GSMA:	Global System for Mobile Communications Association
HLR:	Home Location Register
HSS:	Home Subscriber Server
HSDPA:	High Speed Downlink Packet Access
IMSI:	International Mobile Subscriber Identity
IOT:	Internet of Things
LTE:	Long Term Evolution
MAP:	Mobile Application Part
MME:	Mobility Management entity
MSC:	Mobile Switching Center
OCS:	Online Charging System
OFCS:	Offline Charging System
OFDMA:	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
OPSITEL:	Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones
PCRF:	Policing & Charging Rules Function
PLMN:	Public Land Mobile Network
PSTN:	Public Switched Telephone Network
QoS:	Quality of Service
RG:	Rating Group
SDP:	Service Data Flow
SGSN:	Serving GPRS Support Node
SGW:	Serving Gateway
SMS:	Short Message Service
TCP:	Transmission Control Protocol
TDD:	Time-division duplexing
TDMA:	Time Division Multiple Access
TMF:	TeleManagement fórum
UMTS:	Universal Mobile Terrestrial System
WCDMA:	Wideband Code Division Multiple Access
WIMAX:	Worldwide Interoperability for Microwave Access
3GPP:	3rd Generation Partnership Project

ANEXO B: GLOSARIO DE TÉRMINOS

Ancho de Banda: Cantidad de información que se pueden transmitir por un canal en un determinado periodo de tiempo. Su unidad de medida es el Mbps

Conmutación de circuitos: Es el establecimiento de un camino de comunicación único (dedicado) entre dos elementos de una red.

Conmutación de paquetes: Es la transmisión de información mediante paquetes entre dos elementos de una red, de forma independiente.

Emplazamiento: conjunto de equipos pasivos que se encuentran en una estructura de comunicaciones móviles como antenas, alimentadores de energía, equipos de transmisiones, propiedad inmobiliaria entre otros.

Nodo B: Equipos conectados a las antenas que emiten y reciben señales 3G para gestionar las celdas.

PACKET CORE: Es una arquitectura que proporciona el servicio de datos en 2G, 3G y 4G.

PLMN: Red de un operador de Telefonía móvil.

Señales analógicas: Señal que transporta información en una onda representada por una función matemática continua.

Señales digitales: Señal que transporta información codificada en valores discretos.

Señalización: Conjunto de normas y reglas que se utilizan para intercambiar información entre los elementos de una red.

ETSI TS 129 219 V11.7.0 (2015-07)



**Digital cellular telecommunications system (Phase 2+);
Universal Mobile Telecommunications System (UMTS);
LTE;
Policy and charging control:
Spending limit reporting over Sy reference point
(3GPP TS 29.219 version 11.7.0 Release 11)**



ReferenceRTS/TSGC-0329219vb70

KeywordsGSM, LTE, UITS

ETSI

650 Route des Lucioles
F-06921 Sophia Antipolis Cedex - FRANCE

Tel. : +33 4 92 94 42 00 Fax: +33 4 93 65 47 16

Siret N° 348 623 562 00017 - NAF 742 C
Association à but non lucratif
enregistrée à la Sous-Prefecture de
Grasse (06) N° 7803/88

Important notice

The present document can be downloaded
from: <http://www.etsi.org/standards-search>

The present document may be made available in electronic versions and/or in print. The content of any electronic and/or print versions of the present document shall not be modified without the prior written authorization of ETSI. In case of any existing or perceived difference in contents between such versions and/or in print, the only prevailing document is the print of the Portable Document Format (PDF) version kept on a specific network drive within ETSI Secretariat.

Users of the present document should be aware that the document may be subject to revision or change of status.

Information on the current status of this and other ETSI documents is available at
<http://portal.etsi.org/tb/status/status.asp>

If you find errors in the present document, please send your comment to one of the following services:

<https://portal.etsi.org/People/CommitteeSupportStaff.aspx>

Copyright Notification

No part may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm except as authorized by written permission of ETSI.

The content of the PDF version shall not be modified without the written authorization of ETSI. The copyright and the foregoing restriction extend to reproduction in all media.

ETSI

© European Telecommunications Standards Institute 2015.
All rights reserved.

DECT™, PLUGTESTS™, UMTS™ and the ETSI logo are Trade Marks of ETSI registered for the benefit of its Members.

3GPP™ and LTE™ are Trade Marks of ETSI registered for the benefit of its Members and of the 3GPP Organizational Partners.

GSM® and the GSM logo are Trade Marks registered and owned by the GSM Association.

Intellectual Property Rights

IPRs essential or potentially essential to the present document may have been declared to ETSI. The information pertaining to these essential IPRs, if any, is publicly available for ETSI members and non-members, and can be found in ETSI SR 000 314: "*Intellectual Property Rights (IPRs); Essential, or potentially Essential, IPRs notified to ETSI in respect of ETSI standards*", which is available from the ETSI Secretariat. Latest updates are available on the ETSI Web server (<http://ipr.etsi.org>).

Pursuant to the ETSI IPR Policy, no investigation, including IPR searches, has been carried out by ETSI. No guarantee can be given as to the existence of other IPRs not referenced in ETSI SR 000 314 (or the updates on the ETSI Web server) which are, or may be, or may become, essential to the present document.

Foreword

This Technical Specification (TS) has been produced by ETSI 3rd Generation Partnership Project (3GPP).

The present document may refer to technical specifications or reports using their 3GPP identities, UMTS identities or GSM identities. These should be interpreted as being references to the corresponding ETSI deliverables.

The cross reference between GSM, UMTS, 3GPP and ETSI identities can be found under <http://webapp.etsi.org/key/queriform.asp>.

Modal verbs terminology

In the present document "shall", "shall not", "should", "should not", "may", "need not", "will", "will not", "can" and "cannot" are to be interpreted as described in clause 3.2 of the [ETSI Drafting Rules](#) (Verbal forms for the expression of provisions).

"must" and "must not" are NOT allowed in ETSI deliverables except when used in direct citation.

Contents

Intellectual Property Rights	2
Foreword.....	2
Modal verbs terminology.....	2
Foreword.....	5
1 Scope.....	6
2 References.....	6
3 Definitions and abbreviations.....	7
3.1 Definitions.....	7
3.2 Abbreviations.....	7
4 Sy reference point.....	7
4.1 Overview.....	7
4.2 Sy Reference model.....	8
4.3 Subscriber Spending Limits.....	9
4.4 Functional elements.....	10
4.4.1 PCRF.....	10
4.4.2 OCS.....	10
4.5 Spending Limits procedures over Sy reference point.....	10
4.5.1 Initial/Intermediate Spending Limit Report Request.....	10
4.5.1.1 General.....	10
4.5.1.2 Detailed behaviour of the PCRF.....	11
4.5.1.3 The behaviour of the OCS.....	11
4.5.2 Spending Limit Report.....	12
4.5.2.1 General.....	12
4.5.2.2 The behaviour of the OCS.....	13
4.5.2.3 Detailed behaviour of the PCRF.....	13
4.5.3 Final Spending Limit Report Request.....	13
4.5.3.1 General.....	13
4.5.3.2 Detailed behaviour of the PCRF.....	13
4.5.3.3 The behaviour of the OCS.....	14
5 Sy protocol.....	14
5.1 Protocol support.....	14
5.1.1 Use of Diameter base protocol.....	14
5.1.2 Void.....	14
5.1.3 Accounting functionality.....	14
5.1.4 Transport protocol.....	14
5.1.5 Advertising Application Support.....	14
5.1.6 Use of the Supported-Features AVP.....	15
5.2 Initialization and maintenance of connection and session.....	15
5.3 Sy specific AVPs.....	15
5.3.1 Policy-Counter-Identifier AVP.....	16
5.3.2 Policy-Counter-Status AVP.....	16
5.3.3 Policy-Counter-Status-Report AVP.....	16
5.3.4 SL-Request-Type AVP.....	16
5.3.5 Pending-Policy-Counter-Information AVP.....	17
5.3.6 Pending-Policy-Counter-Change-Time AVP.....	17
5.4 Sy re-used AVPs.....	17
5.5 Sy specific Experimental-Result-Code AVP values.....	17
5.5.1 General.....	17
5.5.2 Permanent Failures.....	17
5.5.3 Transient Failures.....	18
5.6 Sy Messages.....	18
5.6.1 Command-Code Values.....	18

5.6.2	Spending-Limit-Request (SLR) command	18
5.6.3	Spending-Limit-Answer (SLA) command	19
5.6.4	Spending-Status-Notification-Request (SNR) command	19
5.6.5	Spending-Status-Notification-Answer (SNA) command	19
5.6.6	Session-Termination-Request (STR) command	20
5.6.7	Session-Termination-Answer (STA) command	20
Annex A (informative): Change history		21
History		22

Foreword

This Technical Specification has been produced by the 3rd Generation Partnership Project (3GPP).

The contents of the present document are subject to continuing work within the TSG and may change following formal TSG approval. Should the TSG modify the contents of the present document, it will be re-released by the TSG with an identifying change of release date and an increase in version number as follows:

Version x.y.z

where:

- x the first digit:
 - 1 presented to TSG for information;
 - 2 presented to TSG for approval;
 - 3 or greater indicates TSG approved document under change control.
- y the second digit is incremented for all changes of substance, i.e. technical enhancements, corrections, updates, etc.
- z the third digit is incremented when editorial only changes have been incorporated in the document.

1 Scope

The present document provides the stage 3 specification of the Sy reference point for the present release. The functional requirements and the stage 2 specifications of the Sy reference point are contained in TS 23.203 [2]. The Sy reference point lies between the Policy and Charging Rule Function (PCRF) and the Online Charging System (OCS). The internal OCS functionality for policy counter provision management pertaining to Sy is specified in TS 32.296 [16].

2 References

The following documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of the present document.

- References are either specific (identified by date of publication, edition number, version number, etc.) or non-specific.
- For a specific reference, subsequent revisions do not apply.
- For a non-specific reference, the latest version applies. In the case of a reference to a 3GPP document (including a GSM document), a non-specific reference implicitly refers to the latest version of that document *in the same Release as the present document*.

- [1] 3GPP TR 21.905: "Vocabulary for 3GPP Specifications".
- [2] 3GPP TS 23.203: "Policy Control and Charging architecture".
- [3] IETF RFC 3588: "Diameter Base Protocol".
- [4] IETF RFC 4005: "Diameter Network Access Server Application".
- [5] IETF RFC 4006: "Diameter Credit Control Application".
- [6] IETF RFC 5719: "Updated IANA Considerations for Diameter Command Code Allocations".
- [7] IETF RFC 2234: "Augmented BNF for syntax specifications".
- [8] 3GPP TS 29.213: "Policy and charging control signalling flows and Quality of Service (QoS) parameter mapping".
- [9] 3GPP TS 23.335: "User Data Convergence (UDC); Technical realization and information flows; Stage 2".
- [10] 3GPP TS 29.335: "User Data Convergence (UDC); User Data Repository Access Protocol over the Ud interface; Stage 3".
- [11] Void.
- [12] Void.
- [13] IETF RFC 791: "Transmission Control Protocol".
- [14] IETF RFC 4960: "Stream Control Transmission Protocol".
- [15] 3GPP TS 29.229: "Cx and Dx interfaces based on the Diameter protocol".
- [16] 3GPP TS 32.296: "Telecommunication management; charging management; Online Charging System (OCS) applications and interfaces".

3 Definitions and abbreviations

3.1 Definitions

For the purposes of the present document, the terms and definitions given in TR 21.905 [1] and the following apply. A term defined in the present document takes precedence over the definition of the same term, if any, in TR 21.905 [1].

policy counter: A mechanism within the OCS to track spending applicable for a subscriber.

policy counter identifier: A reference to a policy counter in the OCS for a subscriber.

policy counter status: A label whose values are not standardized and that is associated with a policy counter's value relative to the spending limit(s) (the number of possible policy counter status values for a policy counter is one greater than the number of thresholds associated with that policy counter, i.e. policy counter status values describe the status around the thresholds). This is used to convey information relating to subscriber spending from OCS to PCRF. Specific labels are configured jointly in OCS and PCRF.

spending limit: A spending limit is the usage limit of a policy counter (e.g. monetary, volume, duration) that a subscriber is allowed to consume.

spending limit report: a notification, containing the current policy counter status generated from the OCS to the PCRF via the Sy reference point.

3.2 Abbreviations

For the purposes of the present document, the abbreviations given in TR 21.905 [1] and the following apply. An abbreviation defined in the present document takes precedence over the definition of the same abbreviation, if any, in TR 21.905 [1].

OCS	Online charging system
OFCS	Offline charging system
PCEF	Policy and Charging Enforcement Function
PCRF	Policy and Charging Rule Function
SLA	Spending-Limit-Answer (SL-Answer)
SLR	Spending-Limit-Request (SL-Request)
SNA	Spending-Status-Notification-Answer (SN-Answer)
SNR	Spending-Status-Notification-Request (SN-Request)
STA	Session-Termination-Answer (ST-Answer)
STR	Session-Termination-Request (ST-Request)

4 Sy reference point

4.1 Overview

The Sy reference point is located between the Policy and Charging Rules Function (PCRF) and the Online Charging System (OCS). The Sy reference point enables transfer of policy counter status information relating to subscriber spending from OCS to PCRF and supports the following functions:

- Request of policy counter status reporting from PCRF to OCS and subscribe to or unsubscribe from spending limit reports (i.e. notifications of policy counter status changes).
- Notification of spending limit reports from OCS to PCRF.
- Cancellation of spending limit reporting from PCRF to OCS.

Since the Sy reference point resides between the PCRF and OCS in the HPLMN, roaming with home routed or visited access as well as non-roaming scenarios are supported in the same manner.

The stage 2 level requirements for the Sy reference point are defined in TS 23.203 [2].

Signalling flows related to the Sy interface are specified in TS 29.213 [8].

4.2 Sy Reference model

The Sy reference point is defined between the PCRF and the OCS. The relationships between the different functional entities involved are depicted in figures 4.2.1 and 4.2.2.

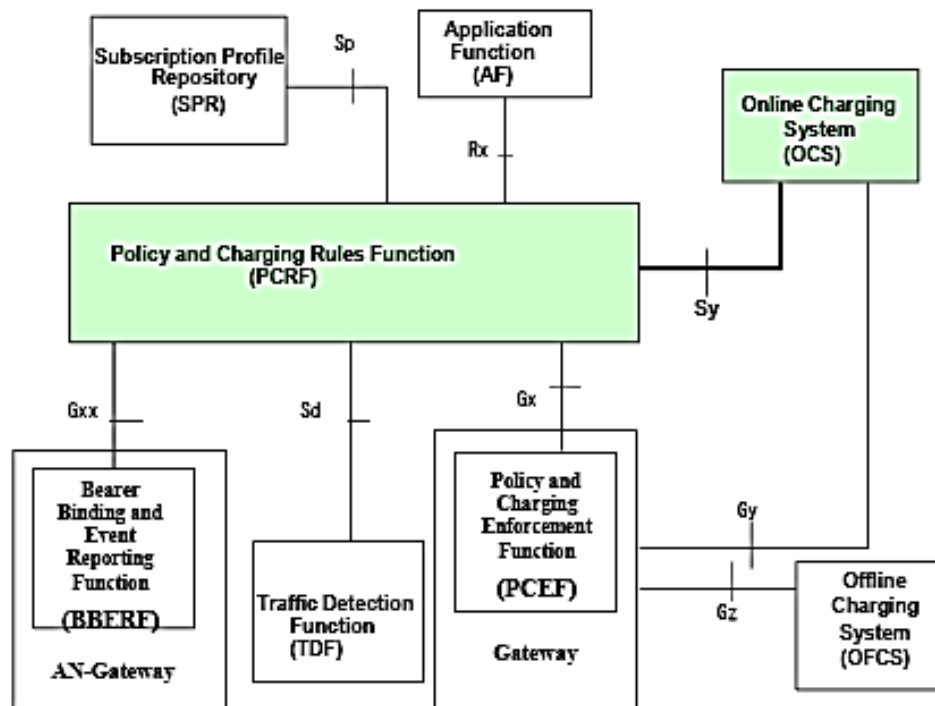


Figure 4.2.1: Sy reference point at the Policy and Charging Control (PCC) architecture with SPR

With the UDC-based architecture, as defined in TS 23.335 [9] and applied in TS 23.203 [2], the UDR replaces SPR and the Ud reference point provides access to the subscription data in the UDR. The Ud interface as defined in TS 29.335 [10] is the interface between the PCRF and the UDR. The relationships between the different functional elements are depicted in figure 4.2.2. When UDC architecture is used, SPR and Sp, whenever mentioned in this document, is replaced by UDR and Ud.

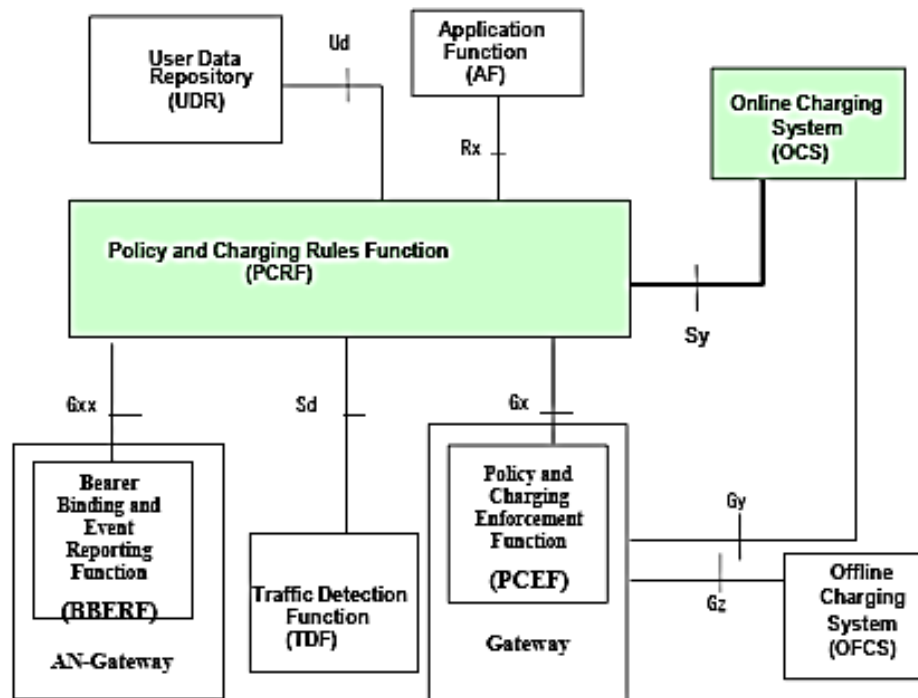


Figure 4.2.2: Sy reference point at the Policy and Charging Control (PCC) architecture with UDR

NOTE 1: The details associated with the Sp reference point are not specified in this Release. The SPR's relation to existing subscriber databases is not specified in this Release.

NOTE 2: The UDC Application Informational Model related to the PCRF is not specified in this Release.

NOTE 3: PCEF is located in the Gateway node implementing the IP access to the PDN. Refer to annexes of TS 23.203 [2] for application to specific IP-CAN types.

NOTE 4: Refer to annexes A.5 and H.2 of TS 23.203 [2] for application of AN-Gateways.

4.3 Subscriber Spending Limits

Policy decisions based on spending limits is a function that allows the PCRF to make policy decisions based on the status of policy counters that are maintained in the OCS. The PCRF uses the policy counter statuses received from the OCS as input to its policy decisions, e.g. downgrade the QoS (e.g. APN-AMBR) or modify the PCC/QoS/ADC Rules.

When the status of policy counters is first required to make a policy decision for a subscriber, the PCRF uses the Initial Spending Limit Report Request procedure. The PCRF may request specific or all policy counter statuses to be reported by the OCS for the user. The OCS provides the status to the PCRF of the requested policy counters, and will notify the PCRF of any changes in the status of those policy counters. Optionally, the OCS can provide one or more pending statuses for a requested policy counter with the times that have to be applied. The pending status of a policy counter shall autonomously become the current status of a policy counter at the PCRF when the indicated corresponding time is reached. Subsequently, the provided information for pending statuses of a policy counter shall overwrite the previously received information.

NOTE 1: The mechanism for provisioning the policy counters in the OCS is out of scope of this document.

NOTE 2: A policy counter in the OCS can represent the spending for one or more services, one or more devices, one or more subscribers, etc. The representation is operator dependent. There is no explicit relationship between Charging-Key and policy counter.

The PCRF may request reporting for specific policy counter(s) that it is not currently subscribed and/or cancel reporting for specific policy counter status(es) using the Intermediate Spending Limit Report Request. The PCRF may cancel spending limit reporting for all policy counter(s) using the Final Spending Limit Report Request.

The updated subscriber profile may also trigger the PCRF sending the Initial/Intermediate/Final Spending Limit Report Request to the OCS to subscribe and/or cancel reporting for policy counter status(es). If spending limit reporting for a policy counter is enabled, the OCS shall notify the PCRF of changes in the status of this policy counter (e.g. daily spending limit of \$2 reached) and optionally pending statuses of this policy counter with the activation time (e.g. due to a billing period that will expire at midnight).

4.4 Functional elements

4.4.1 PCRF

The Policy Control and Charging Rules Function (PCRF) is a functional element that encompasses policy control decision and flow based charging control functionalities.

The PCRF may take information on the subscriber's spending status into account in its policy decisions. The PCRF may request spending limit reporting for policy counters from the OCS using the Initial or Intermediate Spending Limit Report Request procedure as specified in clause 4.5.1. The PCRF may cancel spending limit reporting for specific policy counter(s) using the Intermediate Spending Limit Report Request procedure, or for all policy counter(s) using the Final Spending Limit Report Request procedure as specified in clause 4.5.3.

The PCRF shall have at least one active IP-CAN session to be able to initiate an Sy session to be used when required for spending limit reporting for that subscriber. The PCRF shall terminate the Sy session when the last IP-CAN session for that subscriber is terminated or no IP-CAN session for the same user depends on the spending status information provided over Sy reference point.

The PCRF may use the status of each relevant policy counter as input to its policy decision as required by the decision logic.

4.4.2 OCS

The Online Charging System (OCS), for the purpose of policy decisions based on the subscriber's spending, shall

- maintain the policy counter statuses applicable for a subscriber
- report the policy counter status values for the subscriber when requested to the PCRF
- when a policy counter status changes, report the change to the PCRF

4.5 Spending Limits procedures over Sy reference point

4.5.1 Initial/Intermediate Spending Limit Report Request

4.5.1.1 General

This procedure shall be used by the PCRF to request the status of policy counters available at the OCS, and to subscribe or unsubscribe to updates of policy counters by the OCS.

This procedure is mapped to the Spending-Limit-Request/Answer commands specified in section 5.6.

Table 4.5.1.1/1: Initial/Intermediate Spending Limit Report Request

Information element name	Mapping to Diameter AVP	Cat.	Description
User Identity	Subscription-Id	C	This IE shall contain the identity of the user. It shall be present in the initial request when the SL-Request-Type=INITIAL_REQUEST.
Request Type	SL-Request-Type	M	This IE shall indicate whether this is the initial or a subsequent request for the user.
Subscribed Policy Counter Identifier List	Policy-Counter-Identifier	0	This IE shall indicate the list of policy counter identifiers to be subscribed to. In the intermediate spending limit report request procedure, this list overrides a previously provisioned list. If omitted in either the Initial or Intermediate Spending Limit Report Request procedures the PCRF requests subscription to all available policy counters.

Table 4.5.1.1/2: Initial/Intermediate Spending Limit Report Response

Information element name	Mapping to Diameter AVP	Cat.	Description
Policy Counter Status Report	Policy-Counter-Status-Report	0	If present, this information element shall contain a policy counter identifier, the current status value and if applicable pending policy counter statuses with the activation times.
Result	Result-Code or Experimental-Result	M	This IE shall contain the result of the operation.

4.5.1.2 Detailed behaviour of the PCRF

The PCRF shall make use of this procedure when it determines for a subscriber that

- The status of policy counter(s) to which the PCRF does not have an existing subscription for status change notifications is/are required.
- The status of one or more, but not all, policy counter(s) to which the PCRF has an existing subscription for status change notifications are no longer required.

NOTE: The Final Spending Limit Request procedure in clause 4.5.3 is used to remove all subscriptions.

In the initial request, i.e. when the request is sent for the first time for the Subscriber, the PCRF shall set the SL-Request-Type AVP to the value INITIAL_REQUEST (0). For subsequent requests for the same Subscriber, the PCRF shall set the SL-Request-Type AVP to INTERMEDIATE_REQUEST (1).

For each policy counter that the PCRF requires the current status and notifications of future status changes, the PCRF shall indicate the concerned policy counter identifiers in the request. Alternatively, the policy counter identifiers may be omitted if the PCRF requires the current status and notifications of future status changes of all available policy counters.

4.5.1.3 The behaviour of the OCS

Upon reception of the request from the PCRF, the OCS shall check if there is an ongoing Sy session associated with the received Session-Id AVP. If there is no Sy session and the SL-Request-Type AVP is set to INITIAL_REQUEST, an Sy session is created on the OCS. If there is an Sy session and the SL-Request-Type AVP is not set to INTERMEDIATE_REQUEST (1), the OCS shall return a response with the Result-Code set to DIAMETER_INVALID_AVP_VALUE and with the Failed-AVP AVP containing the SL-Request-Type AVP. If there is no Sy session and the SL-Request-Type AVP is not set to INITIAL_REQUEST (0), the OCS shall return a response with the Result-Code AVP set to DIAMETER_UNKNOWN_SESSION_ID.

Upon reception of the request from the PCRF provided with explicit Policy Counter Identifier(s):

If all the policy counter identifiers are known to the OCS, the OCS shall be able to subsequently notify the PCRF of any policy counter state changes and/or additions, removals or changes of pending policy counter statuses along with their activation time.

ETSI

If a policy counter identifier is known by the OCS, but is not applicable to the subscriber (e.g. not provisioned), the OCS may use an operator configured policy counter status to indicate this to the PCRF.

If the OCS is configured to accept the request provided with unknown policy counter identifier(s), and if the OCS determines that one or more policy counter identifiers are unknown, an operator configured policy counter status may be used to indicate the policy counter identifier(s) determined as unknown by OCS. The status of known policy counter identifier(s) shall be returned to the PCRF in the same procedure in this case.

Alternatively, if the OCS is configured to reject the request provided with unknown policy counter identifier(s), and if the OCS determines that one or more policy counter identifiers are unknown, the OCS shall return a response with the Experimental-Result-Code AVP set to `DIAMETER_ERROR_UNKNOWN_POLICY_COUNTERS` and with the Failed-AVP AVP indicating the unknown policy counter identifiers. If the SL-Request-Type AVP is set to `INITIAL_REQUEST` when this failure occurs, the Sy session is not created. If the SL-Request-Type AVP is set to `INTERMEDIATE_REQUEST (1)` when this failure occurs, then none of the changes in the request take effect but the Sy session is maintained.

When the PCRF provides a new subscribed policy counter identifier list, the OCS shall remove any policy counter identifiers no longer in the list from association with the Sy session such that the OCS will no longer notify the PCRF of those policy counter state changes.

If an initial or intermediate request contains no policy counter identifiers, the OCS shall subsequently notify the PCRF of all available policy counter state changes and optionally the pending policy counter statuses with the activation times. If the OCS has no available policy counters for that subscriber during the Initial Spending Limit Report Request procedure, it sets the Experimental-Result-Code to `DIAMETER_ERROR_NO_AVAILABLE_POLICY_COUNTERS`, and the Sy session is not created.

If the user identified in an initial request is not known to the OCS, the OCS shall reject the Spending Limit Report Request by including the result code of `DIAMETER_USER_UNKNOWN` in the Spending Limit Report Answer. In this case, the Sy session is not created.

Upon successful creation of an Sy session, the OCS shall include the current status of all subscribed policy counters (if any) in the response and set the Result-Code to `DIAMETER_SUCCESS`.

4.5.2 Spending Limit Report

4.5.2.1 General

This procedure shall be used by the OCS to notify the PCRF of changes in the status of subscribed policy counter(s).

This procedure is mapped to the `Spending-Status-Notification-Request/Answer` commands specified commands specified in section 5.6.

Table 4.5.2.1/1: Spending Limit Report Request

Information element name	Mapping to Diameter AVP	Cat.	Description
Policy Counter Status Report	Policy-Counter-Status-Report	M	If present, this information element shall contain a policy counter identifier, the current status value and if applicable pending policy counter statuses with the activation times.

Table 4.5.2.1/2: Spending Limit Report Response

Information element name	Mapping to Diameter AVP	Cat.	Description
Result	Result-Code or Experimental-Result	M	This IE shall contain the result of the operation.

4.5.2.2 The behaviour of the OCS

When the status of a specific policy counter changes or when pending statuses associated with the policy counter are added, removed or changed, the OCS shall determine the Sy sessions impacted by the change (i.e. those Sy sessions that have subscribed to status change notifications for the changed policy counter) and send a Spending Limit Report request including the current policy counter status, and if applicable pending policy counter statuses with the activation times to the PCRF associated with each affected Sy session.

If several policy counters change status at the same time, the OCS may group the status change notifications into a single Spending Limit Report request to the PCRF by sending multiple Policy-Counter-Status-Report AVPs in the request.

4.5.2.3 Detailed behaviour of the PCRF

The PCRF shall acknowledge the request by sending a response with a Result-Code AVP set to DIAMETER_SUCCESS and use the status of the received policy counter(s) as input to its policy decision to apply operator defined actions, e.g. downgrade the QoS.

The PCRF shall ignore an unknown policy counter status report for all unknown policy counter identifiers in an SLA or in an SNR from the OCS.

If the PCRF receives a Policy-Counter-Status-Report with one or more Pending-Policy-Counter-Information AVPs, then at the time defined by the Pending-Policy-Counter-Change-Time AVP, the pending Policy-Counter-Status shall autonomously become the current status of a policy counter. Subsequently provided information for pending statuses of a policy counter shall overwrite the previously received information. If the pending policy counter statuses are applicable to a policy counter identifier but the Pending-Policy-Counter-Information AVPs are omitted in the new policy counter status report, the PCRF shall remove all the pending policy counter statuses.

4.5.3 Final Spending Limit Report Request

4.5.3.1 General

This procedure shall be used by the PCRF to unsubscribe to any future updates of policy counters for a given subscriber by the OCS.

This procedure is mapped to the Session-Termination-Request/Answer commands specified in RFC3588 [3].

Table 4.5.3.1/1: Final Spending Limit Report Request

Information element name	Mapping to Diameter AVP	Cat.	Description
Termination Cause	Termination - Cause	M	This IE shall contain the reason why the session was terminated. It shall be set to "DIAMETER_LOGOUT".

Table 4.5.3.1/2: Final Spending Limit Report Response

Information element name	Mapping to Diameter AVP	Cat.	Description
Result	Result-Code	M	This IE shall contain the result of the operation.

4.5.3.2 Detailed behaviour of the PCRF

When the PCRF decides that policy decisions for a given user no longer depend on policy counter(s) to which the PCRF has existing subscriptions for status change notifications, the PCRF shall send the Final Spending Limit Report Request to the OCS.

4.5.3.3 The behaviour of the OCS

Upon reception of the request from the PCRF, the OCS shall check that there is an ongoing Sy session associated with the received Session-Id AVP. If there is no Sy session, the OCS shall return a response with the Result-Code AVP set to `DIAMETER_UNKNOWN_SESSION_ID`.

The OCS shall remove all policy counter subscriptions associated with the Sy session such that the OCS will no longer notify the PCRF of policy counter state changes and close the session by returning a response with the Result-Code AVP set to `DIAMETER_SUCCESS`.

5 Sy protocol

5.1 Protocol support

5.1.1 Use of Diameter base protocol

The Diameter Base Protocol as specified in IETF RFC 3588 [3] shall apply except as modified by the defined support of the methods and the defined support of the commands and AVPs, result and error codes as specified in this specification. Unless otherwise specified, the procedures (including error handling and unrecognised information handling) shall be used unmodified.

With regard to the Diameter protocol defined over the Sy interface, the OCS acts as a Diameter server, in the sense that it is the network element that handles policy counter status requests for a particular realm. The PCRF acts as the Diameter client, in the sense that is the network element requesting policy counter status to the OCS.

A Diameter routing table entry can have a different destination based on the application identifier of the command. The application identifier stored in the command header must match the value of any application identifier AVPs in the command body. Diameter agents (relay, proxy, redirection, translation agents) should use the application identifier in the command header to route to a suitable destination.

5.1.2 Void

5.1.3 Accounting functionality

Accounting functionality (Accounting Session State Machine, related command codes and AVPs) shall not be used on the Sy interface.

5.1.4 Transport protocol

Diameter messages over the Sy interface shall make use of TCP IETF RFC 791 [13] or SCTP IETF RFC 4960 [14].

5.1.5 Advertising Application Support

The Diameter application identifier assigned to the Sy interface application is 16777302.

The PCRF and OCS shall advertise support of the Diameter Sy Application by including the value of the Sy application identifier in the Auth-Application-Id AVP within the Vendor-Specific-Application-Id grouped AVP of the Capabilities-Exchange-Request and Capabilities-Exchange-Answer commands.

The vendor identifier value of 3GPP (10415) shall be included in the Supported-Vendor-Id AVP of the Capabilities-Exchange-Request and Capabilities-Exchange-Answer commands, and in the Vendor-Id AVP within the Vendor-Specific-Application-Id grouped AVP of the Capabilities-Exchange-Request and Capabilities-Exchange-Answer commands.

The Vendor-Id AVP included in Capabilities-Exchange-Request and Capabilities-Exchange-Answer commands that is not included in the Vendor-Specific-Application-Id AVPs as described above shall indicate the manufacturer of the Diameter node as per RFC 3588 [3].

5.1.6 Use of the Supported-Features AVP

The Supported-Features AVP is used during session establishment to inform the destination host about the required and optional features that the origin host supports. The client shall, in the first request in a Diameter session indicate the set of supported features. The server shall, in the first answer within the Diameter session indicate the set of features that it has in common with the client and that the server shall support within the same Diameter session. Any further command messages shall always be compliant with the list of supported features indicated in the Supported-Features AVPs during session establishment. Features that are not advertised as supported shall not be used to construct the command messages for that Diameter session. Unless otherwise stated, the use of the Supported-Features AVP on the Sy reference point shall be compliant with the requirements for dynamic discovery of supported features and associated error handling on the Cx reference point as defined in clause 7.2.1 of TS 29.229 [15].

The base functionality for the Sy reference point is the 3GPP Rel-11 standard and a feature is an extension to that functionality. If the origin host does not support any features beyond the base functionality, the Supported-Features AVP may be absent from the Sy commands. As defined in clause 7.1.1 of TS 29.229 [15], when extending the application by adding new AVPs for a feature, the new AVPs shall have the M bit cleared and the AVP shall not be defined mandatory in the command ABNF.

As defined in TS 29.229 [15], the Supported-Features AVP is of type grouped and contains the Vendor-Id, Feature-List-ID and Feature-List AVPs. On the Sy reference point, the Supported-Features AVP is used to identify features that have been defined by 3GPP and hence, for features defined in this document, the Vendor-Id AVP shall contain the vendor ID of 3GPP (10415). If there are multiple feature lists defined for the Sy reference point, the Feature-List-ID AVP shall differentiate those lists from one another.

On receiving an initial request application message, the destination host shall act as defined in clause 7.2.1 of TS 29.229 [15]. The following exceptions apply to the initial SLR/SLA command pair:

- If the PCRF supports post-Rel-11 Sy, the SLR shall include the features supported by the PCRF within Supported-Features AVP(s) with the M bit cleared.

NOTE: One instance of Supported-Features AVP is needed per Feature-List-ID.

- If the SLR command does not contain any Supported-Features AVP(s) and the OCS supports Rel-11 Sy functionality, the OCS shall not include the Supported-Features AVP in the SLA command. In this case, both PCRF and OCS shall behave as specified in the Rel-11 version of this document.

Once the PCRF and OCS have negotiated the set of supported features during session establishment, the set of common features shall be used during the lifetime of the Diameter session.

5.2 Initialization and maintenance of connection and session

The Diameter protocol between the PCRF and the OCS, shall always keep the session state, and use the same Session-Id parameter for the lifetime of each Diameter session.

Each Diameter session shall identify a Sy session for a given user. In order to indicate that the session state is to be maintained, the Diameter client and server shall not include the Auth-Session-State AVP, either in the request or in the response messages (see IETF RFC 3588 [3]).

The PCRF shall link the Gx session(s) or S9 session with the Sy session at Sy session initialization and maintain that until the IP-CAN session(s) for that subscriber are terminated or no IP-CAN session for the same user depends on the spending status information provided over Sy reference point.

5.3 Sy specific AVPs

Table 5.3.1 describes the Diameter AVPs defined for the Sy reference point, their AVP Code values, types and possible flag values. The Vendor-Id header of all AVPs defined in the present document shall be set to 3GPP (10415).

Table 5.3.1: Sy specific Diameter AVPs

Attribute Name	AVP Code	Clause defined	Value Type	AVP Flag rules (note 1)			
				Must	May	Should not	Must not
Policy-Counter-Identifier	2901	5.3.1	UTF8String	M, V	P		
Policy-Counter-Status	2902	5.3.2	UTF8String	M, V	P		
Policy-Counter-Status-Report	2903	5.3.3	Grouped	M, V	P		
SL-Request-Type	2904	5.3.4	Enumerated	M, V	P		
Pending-Policy-Counter-Information	2905	5.3.5	Grouped	M, V	P		
Pending-Policy-Counter-Change-Time	2906	5.3.6	Time	M, V	P		

NOTE 1: The AVP header bit denoted as 'M', indicates whether support of the AVP is required. The AVP header bit denoted as 'V', indicates whether the optional Vendor-ID field is present in the AVP header. For further details, see RFC 3588 [3].

5.3.1 Policy-Counter-Identifier AVP

The Policy-Counter-Identifier AVP (AVP code 2901) is of type UTF8String, and it uniquely identifies a policy counter that is maintained per subscriber within the OCS.

5.3.2 Policy-Counter-Status AVP

The Policy-Counter-Status AVP (AVP code 2902) is of type UTF8String, and identifies the policy counter status applicable for a specific policy counter and subscriber.

NOTE: The valid values for the Policy-Counter-Status AVP are specific for each Policy-Counter-Identifier value.

5.3.3 Policy-Counter-Status-Report AVP

The Policy-Counter-Status-Report AVP (AVP code 2903) is of type Grouped. It is used by the OCS to report the status of a specific policy counter.

Associated pending policy counter statuses shall always be provided within Pending-Policy-Counter-Information AVPs if the pending policy counter statuses are applicable to the policy counter identifier. If there are no Pending-Policy-Counter-Information AVPs provided within the Policy-Counter-Status-Report AVP, previously provided pending counter statuses are removed. In addition, newly provided pending policy counter statuses overwrite previously provided ones.

AVP Format:

```
Policy-Counter-Status-Report:: =
  < AVP Header: 2903 >
  { Policy-Counter-Identifier }
  { Policy-Counter-Status }
  *{ Pending-Policy-Counter-Information }
  *{ AVP }
```

5.3.4 SL-Request-Type AVP

The SL-Request-Type AVP (AVP code 2904) is of type Enumerated, and informs the OCS whether the SLR command is being sent as part of the initial or intermediate spending limit report request procedure.

The following values are defined:

INITIAL_REQUEST (0)

This value indicates that this is the first request in the Diameter session.

INTERMEDIATE_REQUEST (1)

This value indicates that this is the second or subsequent request in the Diameter session.

5.3.5 Pending-Policy-Counter-Information AVP

The Pending-Policy-Counter-Information AVP (AVP code 2905) is of type Grouped, which contains the pending policy counter status and the active time. If multiple pending policy counter AVPs are included, they shall be sorted in order of change time.

AVP Format:

```
Pending-Policy-Counter-Information ::= < AVP Header: 2905 >
    { Policy-Counter-Status }
    { Pending-Policy-Counter-Change-Time }
    * [ AVP ]
```

NOTE: The valid values for the Pending-Policy-Counter-Information AVP are specific for each Policy-Counter-Identifier value.

5.3.6 Pending-Policy-Counter-Change-Time AVP

The Pending-Policy-Counter-Change-Time AVP (AVP code 2906) is of type Time. This value indicates the NTP time at which the pending policy counter status becomes the current status of a policy counter.

5.4 Sy re-used AVPs

Table 5.4 lists the Diameter AVPs re-used by the Sy reference point from existing Diameter Applications, reference to their respective specifications and a short description of their usage within the Sy reference point. Other AVPs from existing Diameter Applications, except for the AVPs from Diameter base protocol, do not need to be supported. The AVPs from Diameter base protocol are not included in table 5.4, but they are re-used for the Sy reference point. Unless otherwise stated, re-used AVPs shall maintain their 'M', 'P' and 'V' flag settings. Where 3GPP Radius VSAs are re-used, unless otherwise stated, they shall be translated to Diameter AVPs as described in RFC 4005 [4] with the exception that the 'M' flag shall be set and the 'P' flag may be set.

Table 5.4: Sy re-used Diameter AVPs

Attribute Name	Reference	Description
Subscription-Id	IETF RFC 4006 [5]	The identification of the subscription (IMSI, MSISDN, etc)

5.5 Sy specific Experimental-Result-Code AVP values

5.5.1 General

RFC 3588 [3] specifies the Experimental-Result AVP containing Vendor-ID AVP and Experimental-Result-Code AVP. The Experimental-Result-Code AVP (AVP Code 298) is of type Unsigned32 and contains a vendor-assigned value representing the result of processing a request. The Vendor-ID AVP shall be set to 3GPP (10415).

5.5.2 Permanent Failures

Errors that fall within the Permanent Failures category shall be used to inform the peer that the request failed, and the request should not be attempted again.

The Result-Code AVP values defined in Diameter base protocol IETF RFC 3588 [3] are applicable. Also, the following Result-Code AVP value defined in IETF RFC 4006 [5] is applicable:

DIAMETER_USER_UNKNOWN (5030)

This error shall be used by the OCS to indicate to the PCRF that the end user specified in the request is unknown to the OCS and that the Sy session cannot be created.

The following specific Sy Experimental-Result-Code value is defined for permanent failures:

DIAMETER_ERROR_UNKNOWN_POLICY_COUNTERS (5570)

This error shall be used by the OCS to indicate to the PCRF that the OCS does not recognize one or more Policy Counters specified in the request, when the OCS is configured to reject the request provided with unknown policy counter identifier(s).

5.5.3 Transient Failures

Errors that fall within the transient failures category are used to inform a peer that the request could not be satisfied at the time it was received, but may be able to satisfy the request in the future.

The Result-Code AVP values defined in Diameter base protocol IETF RFC 3588 [3] are applicable. Also the following specific Sy Experimental-Result-Code value is defined for transient failures:

DIAMETER_ERROR_NO_AVAILABLE_POLICY_COUNTERS (4241)

This error shall be used by the OCS to indicate to the PCRF that the OCS has no available policy counters for the subscriber.

The PCRF may retry the request based on local configuration or operator policy on receipt of a transient failure.

5.6 Sy Messages

5.6.1 Command-Code Values

This section defines the Command-Code values for the Sy interface application as allocated by IANA from the vendor-specific namespace defined in IETF RFC 5719 [6]. Every command is defined by means of the ABNF syntax IETF RFC 2234 [7], according to the rules in IETF RFC 3588 [3].

The following Command Codes are defined in this specification:

Table 5.6.1: Command-Code values for Sy

Command-Name	Abbreviation	Code	Section
Spending-Limit-Request	SLR	8388635	5.6.2
Spending-Limit-Answer	SLA	8388635	5.6.3
Spending-Status-Notification-Request	SNR	8388636	5.6.4
Spending-Status-Notification-Answer	SNA	8388636	5.6.5

In addition, the Session-Termination-Request and Session-Termination-Answer commands are reused from IETF RFC 3588 [3].

For the commands defined in this specification and reused commands, the Application-ID field shall be set to 16777302.

5.6.2 Spending-Limit-Request (SLR) command

The SLR command, indicated by the Command-Code field set to 8388635 and the 'R' bit set in the Command Flags field, is sent by the PCRF to the OCS as part of the Initial or Intermediate Spending Limit Report Request procedure.

Message Format:

```
<SL-Request> ::= <Diameter Header: 8388635, REQ, PXY >
  < Session-Id >
  { Auth-Application-Id }
  { Origin-Host }
  { Origin-Realm }
  { Destination-Realm }
  { Destination-Host }
  { Origin-State-Id }
  { SL-Request-Type }
```

```

* [ Subscription-Id ]
* [ Policy-Counter-Identifier ]
* [ Proxy-Info ]
* [ Route-Record ]
* [ AVP ]

```

NOTE: Multiple instances of the Subscription-Id AVP in the SLR command correspond to multiple types of identifier for the same subscriber, for example IMSI and MSISDN.

5.6.3 Spending-Limit-Answer (SLA) command

The SLA command, indicated by the Command-Code field set to 8388635 and the 'R' bit cleared in the Command Flags field, is sent by the OCS to the PCRF as part of the Initial or Intermediate Spending Limit Report Request procedure.

Message Format:

```

<SL-Answer> ::= < Diameter Header: 8388635, PKY >
< Session-Id >
[ Auth-Application-Id ]
[ Origin-Host ]
[ Origin-Realm ]
[ Result-Code ]
[ Experimental-Result ]
* [ Policy-Counter-Status-Report ]
[ Error-Message ]
[ Error-Reporting-Host ]
* [ Failed-AVP ]
[ Origin-State-Id ]
* [ Redirect-Host ]
[ Redirect-Host-Usage ]
[ Redirect-Max-Cache-Time ]
* [ Proxy-Info ]
* [ AVP ]

```

5.6.4 Spending-Status-Notification-Request (SNR) command

The SNR command, indicated by the Command-Code field set to 8388636 and the 'R' bit set in the Command Flags field, is sent by the OCS to the PCRF as part of the Spending Limit Report procedure.

Message Format:

```

<SN-Request> ::= < Diameter Header: 8388636, REQ, PKY >
< Session-Id >
[ Origin-Host ]
[ Origin-Realm ]
[ Destination-Realm ]
[ Destination-Host ]
[ Auth-Application-Id ]
[ Origin-State-Id ]
* [ Policy-Counter-Status-Report ]
* [ Proxy-Info ]
* [ Route-Record ]
* [ AVP ]

```

5.6.5 Spending-Status-Notification-Answer (SNA) command

The SNA command, indicated by the Command-Code field set to 8388636 and the 'R' bit cleared in the Command Flags field, is sent by the PCRF to the OCS as part of the Spending Limit Report procedure.

Message Format:

```

<SN-Answer> ::= < Diameter Header: 8388636, PKY >
< Session-Id >
[ Origin-Host ]
[ Origin-Realm ]
[ Result-Code ]
[ Experimental-Result ]
[ Origin-State-Id ]
[ Error-Message ]
[ Error-Reporting-Host ]

```

```

* [ Redirect-Host ]
  [ Redirect-Host-Usage ]
  [ Redirect-Max-Cache-Time ]
* [ Failed-AVP ]
  * [ Proxy-Info ]
  * [ AVP ]

```

5.6.6 Session-Termination-Request (STR) command

The STR command, indicated by the Command-Code field set to 275 and the 'R' bit set in the Command Flags field, is sent by the PCRF to the OCS as part of the Final Spending Limit Report Request procedure.

Message Format:

```

<ST-Request> ::= < Diameter Header: 275, REQ, PXY >
  < Session-Id >
  [ Origin-Host ]
  [ Origin-Realm ]
  [ Destination-Realm ]
  [ Auth-Application-Id ]
  [ Termination-Cause ]
  [ Destination-Host ]
  [ Origin-State-Id ]
* [ Proxy-Info ]
* [ Route-Record ]
* [ AVP ]

```

5.6.7 Session-Termination-Answer (STA) command

The STA command, indicated by the Command-Code field set to 275 and the 'R' bit cleared in the Command Flags field, is sent by the OCS to the PCRF as part of the Final Spending Limit Report Request procedure.

Message Format:

```

<ST-Answer> ::= < Diameter Header: 275, PXY >
  < Session-Id >
  [ Origin-Host ]
  [ Origin-Realm ]
  [ Result-Code ]
  [ Error-Message ]
  [ Error-Reporting-Host ]
* [ Failed-AVP ]
  [ Origin-State-Id ]
* [ Redirect-Host ]
  [ Redirect-Host-Usage ]
  [ Redirect-Max-Cache-Time ]
* [ Proxy-Info ]
* [ AVP ]

```


Annex A

(informative):

Change history

Change history							
Date	TSG #	TSG Doc.	CR	Rev	Subject/Comment	Old	New
2012-03	CP#55	CP-120083	-	-	v 11.0.0 was produced by MOC	2.0.0	11.0.0
2012-06	CP#56	CP-120347	0002	1	Sy Error Case	11.0.0	11.1.0
2012-06	CP#56	CP-120347	0003	1	Sy Corrections	11.0.0	11.1.0
2012-06	CP#56	CP-120347	0004	-	Parameters for Spending Limit Report Request	11.0.0	11.1.0
2012-06	CP#56	CP-120347	0005	-	Command Code for SLR & SLA (R11 29.219)	11.0.0	11.1.0
2012-09	CP#57	CP-120536	0007	-	Clean-up for spending limit description	11.1.0	11.2.0
2012-12	CP#58	CP-120832	0008	1	Clarification of Supported-Features AVP	11.2.0	11.3.0
2012-12	CP#58	CP-120832	0010	4	Addition of values to the Experimental-Result-Code AVP	11.2.0	11.3.0
2013-03	CP#59	CP-130073	0013	3	Addition of values to the Experimental-Result-Code AVP	11.3.0	11.4.0
2013-06	CP#60	CP-130323	0016	1	Time Based Sy Controls	11.4.0	11.5.0
2013-12	CP#62	CP-130673	0017	1	IE name mapping to Diameter AVP missing	11.5.0	11.6.0
2015-06	CP#68	CP-150342	0021	3	Notify a pending policy counter status change	11.6.0	11.7.0
2015-06	CP#68	CP-150342	0024	1	Correction to pending policy counters status report	11.6.0	11.7.0

History

Document history		
V11.2.0	October 2012	Publication
V11.3.0	January 2013	Publication
V11.4.0	April 2013	Publication
V11.5.0	July 2013	Publication
V11.6.0	January 2014	Publication
V11.7.0	July 2015	Publication

ANEXO D: CONSTANCIA DE PARTICIPACION



Constancia de Participación:

Proyecto: Implementación de la Interfaz Sy

Por medio de la presente, dejamos constancia que el Sr. PAUL CESAR DE LA CRUZ BORJA, desempeño el rol de Analista Plataformas de Tarificación, en la Gerencia de Plataformas de Tarificación de la SubDirección Data Center de la Dirección de Red, en la implementación de la Interfaz Sy en los años 2017 y 2018 que el proyecto fue realizado.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Lima, 22 de noviembre del 2021

Atentamente,



Boris Martel Silva
Gerente de plataformas de
tarificación
América Móvil Perú S.A.C