



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN

Trabajo monográfico para optar al Título de
Ingeniero en Electrónica.

“DESARROLLO DE UN ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE
APERTURA ENTRE ROAMING PARTNERS PARA LOS
SERVICIOS DE CONECTIVIDAD INTERNACIONAL A
SUSCRIPTORES”.

Autores:

Br. Pedro José Flores Acosta

Br. Andriks Leonardo Jarquín Barrios

Br. Domingo Lenin Mora Ayala

Tutora:

Msc. Dora Inés Reyes Chávez.

Noviembre 2023.

Managua, Nicaragua.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios todo poderoso y a las personas que han sido mi luz en el camino del conocimiento y mi mayor fuente de inspiración, mi familia. Que, con su constante amor, apoyo incondicional, palabras de aliento y ánimo en los momentos más difíciles, se convirtieron en la base estructural que hizo posible este logro académico. A ustedes, que con gratitud y cariño les dedico este esfuerzo y viaje educativo.

Pedro José Flores Acosta.

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por el regalo de la vida, la salud, la sabiduría y la inteligencia para culminar esta etapa formativa. A mis padres, quienes en todo momento han estado presentes en mi educación, apoyándome y animándome, y por haber inculcado valores cristianos y ayudarme a ser una mejor persona. A mi esposa, por motivarme a completar mis estudios.

Andriks Leonardo Jarquín Barrios.

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por darme la fortaleza para finalizarlo, por darme salud e iluminarme para cumplir todos mis objetivos durante mi etapa de estudiante y ahora en mi fase como profesional por abrirme puertas y permitir mostrar mis capacidades, también dedico este trabajo a mi esposa y a mi familia por todo su amor, su apoyo incondicional y por motivarme e inculcarme a buenos valores y seguir hacia adelante para culminar mi carrera universitaria.

Domingo Lenin Mora Ayala.

Agradecimientos

Agradezco de todo corazón a Dios todo poderoso por permitirme finalizar esta travesía académica, a mi Madre y Padre quienes han sido mi fuente inagotable de inspiración y sabiduría, les agradezco que por inculcarme la importancia de la educación. A mis hermanos, quienes compartieron conmigo los desafíos y triunfos y les agradezco por su amistad y apoyo inquebrantable. Y de manera especial a mi Esposa quien ha sido mi motivación constante. Estoy profundamente agradecido por tener a estas maravillosas personas en mi vida y este logro también les pertenece ya que, sin su apoyo, este trabajo no hubiese sido posible, gracias totales.

Pedro José Flores Acosta.

Agradezco inmensamente a Dios por darme el don de la vida y la oportunidad de culminar mis estudios. Doy gracias a mis padres, por todo el amor que me han brindado, por los sacrificios que han realizado para que pueda crecer en mi vida profesional. Doy gracias a mi esposa, por su amor y comprensión, por estar conmigo incondicionalmente. Agradezco a mis tíos: Denis, Ruth, Alida y su esposo Paulo por el apoyo brindado durante el curso de mis estudios universitarios.

Andriks Leonardo Jarquín Barrios.

Doy gracias a Dios por darme la vida, por permitirme desarrollarme personal, académica y profesionalmente, por haberme dado la fuerza, paciencia y entusiasmo para finalizar este trabajo a pesar de las dificultades. A mi esposa, gracias por tu incondicional y silencioso apoyo, por tu fe, esperanza, estímulo constante y comprensión. Por estar ahí en los momentos difíciles, por el ánimo que me brinda día con día, por ser incondicional en mi vida y por ser mi mayor motivación para llegar a culminar mi carrera universitaria, Agradezco a mis padres por brindarme los medios necesarios para poder culminar mis estudios

Domingo Lenin Mora Ayala.

Resumen

El presente trabajo de investigación se centra en los procesos de apertura entre roaming partners para los servicios de conectividad internacional a suscriptores en el ámbito de las telecomunicaciones. El objetivo principal es analizar y comprender en profundidad las configuraciones, validaciones y flujos asociados con el roaming, destacando la importancia de la colaboración entre operadores y la interoperabilidad de los elementos de red.

El estudio inicia con una introducción que destaca la relevancia del roaming en las comunicaciones móviles internacionales, detalla la importancia de este servicio y explica los tipos de itinerancia de datos o voz existentes, así como los actores involucrados: operadores locales móviles de red (HPLMN) como los operadores móviles de red visitados (VPLMN).

Posteriormente se aborda la evaluación previa de lanzamientos comerciales asociados a los acuerdos entre Operadores de Red Móvil (MNO), dentro de los cuales se detallan los compromisos adquiridos entre operadores de redes móviles y roaming hub regulados a nivel internacional por la GSMA.

Finalmente, nos sumergimos en las configuraciones esenciales de la infraestructura de red, abordando elementos clave como Centro de Conmutación Móvil (MSC), Servidor Local de abonados (HSS), Nodo de Soporte de Servicios GPRS(SGSN) y Entidad de Gestión De Movilidad (MME); para los cuales se detallan, los procesos de configuración de servicios roaming, incluida la asignación de rutas, la gestión de acuerdos CAMEL y la movilidad del suscriptor. Además, se exploran las validaciones necesarias para garantizar una conectividad efectiva.

Índice

Dedicatoria	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	iii
Índice	iv
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tablas	xi
I. Introducción.....	1
II. Objetivos	2
III. Diseño Metodológico	3
IV. Justificación	4
Capítulo 1. Tendencia del roaming: Definición, Características, tipos, evolución histórica y actores principales en la Era de la Conectividad Global	5
1.1. Definición y Características del roaming	5
1.1.1. Características Claves del roaming.....	6
1.1.1.1. Interconexión de redes	6
1.1.1.2. Itinerancia internacional	7
1.1.1.3. Acceso a servicios	7
1.1.1.4. Identificación del usuario	7
1.1.1.5. Facturación y compensación	9
1.1.1.6. Calidad de Servicios (QoS).....	9
1.1.1.7. Roaming de Datos	10
1.1.1.8. Notificaciones de costos	11
1.1.1.9. Acuerdos de roaming o Itinerancia de Datos	11
1.2. Tipos de Servicios roaming: Nacional e Internacional	12
1.2.1. Roaming Nacional	12
1.2.2. Roaming Internacional	12
1.3. Evolución Histórica de Itinerancia de datos o roaming.	14
1.4. Actores Involucrados en el roaming.	21
1.4.1. Operadores de Red Móvil (MNO).....	21
1.4.2. Operadores de Red Móvil Visitante (VPMN)	21
1.4.2.1. Proporcionar Cobertura en Áreas Visitadas	22
1.4.2.2. Roaming Acuerdos	22
1.4.2.3. Autenticación y Autorización	22
1.4.2.4. Facturación y Compensación.....	22

1.4.2.5.	Calidad de Servicios (QoS).....	23
1.4.2.6.	Gestión de Tráfico	23
1.4.2.7.	Soporte técnico y Resolución de Problemas.....	23
1.4.2.8.	Cumplimiento Normativo.....	23
1.4.2.9.	Interconexión	23
1.4.2.10.	Actualización de Redes	23
1.4.2.11.	Seguridad de la Red	23
1.4.3.	Operadores de Servicios roaming.....	24
1.4.3.1.	Responsabilidades específicas de los operadores de servicios roaming se encuentran:.....	24
1.4.4.	Proveedor de Clearing House.....	25
1.5.	Tendencias Actuales en Servicios roaming.....	26
1.5.1.	Roaming 5G	26
1.5.2.	eSIM y roaming.....	28
1.5.2.1.	Tarifas roaming más asequibles	29
1.5.2.2.	Seguridad roaming	29
1.5.2.3.	IoT & roaming	29
2.	Capítulo 2. Documentación de los distintos acuerdos comerciales existentes en Roaming.....	30
2.1.	Tipos de Acuerdos roaming.	30
2.1.1.	Acuerdo unilateral.....	30
2.1.2.	Acuerdo bilateral.....	30
2.1.3.	Acuerdos de Tarifas a Suscriptores.....	30
2.1.4.	Consideraciones para la facturación entre operadoras	33
2.2.	Evaluación y establecimiento de Acuerdos	35
2.2.1.	Evaluación comercial y técnica para establecer acuerdo de apertura de servicios roaming	35
2.2.1.1.	Evaluación de Mercado	35
2.2.1.2.	Beneficios Recíprocos	36
2.2.1.3.	Tecnología Compatible	37
2.2.1.4.	Marcos Regulatorios.....	37
2.2.1.5.	Seguridad de la Red	37
2.2.1.6.	Evaluación de CAMEL en acuerdos de roaming.....	38
2.2.2.	Acuerdo Comercial entre Operador y roaming Hub.....	39
2.2.2.1.	Ejemplo de Acuerdo Marco de servicio entre roaming HUB y Operador móvil	39

2.2.2.2.	Ejemplo de Anexo: Interconexión de roaming de Datos entre roaming Hub y MNO	42
2.2.2.3.	Ejemplo de Anexo: Unidad Técnica de roaming Global	44
2.2.2.4.	Ejemplo de Anexo: Descripción del Servicio Diameter LTE	46
2.3.	Proceso para garantizar Calidad de Servicio (QoS) en roaming	48
2.3.1.	Pruebas Interstandard roaming and Interoperability Testing (IREG).	48
2.3.1.1.	Servicios Básicos.....	48
2.3.1.2.	Servicio SMS	50
2.3.2.	Pruebas TADIG	51
2.4.	Partes Involucradas en los Acuerdos.....	53
2.4.1.	Los Operadores de Red Móvil	56
2.4.1.1.	Las funciones de los MNO son las siguientes:.....	57
2.4.2.	Proveedores de Servicios roaming (roaming Hubs)	58
2.4.2.1.	Servicios Ofrecidos por roaming HUBS o Carriers IPX	60
2.5.	Reseñas Sobre Marcos Regulatorios roaming (Nacional e Internacional).....	62
2.5.1.	Reseña Nacional.	62
2.5.2.	Reseña Internacional.....	63
2.5.2.1.	Caso Unión Europea	63
2.5.2.2.	Caso Comunidad Andina	65
2.5.2.3.	Principios de GSMA.....	66
3.	Capítulo 3. Procesos y configuraciones en las distintas plataformas de Evolved Packet System (EPS).	70
3.1.	Plataformas de Evolved Packet System (EPS) involucradas en Servicios roaming.	70
3.1.1.	Public Land Mobile Network (PLMN)	71
3.1.2.	Red Troncal (Core Network) y Red de Acceso (RAN).....	72
3.1.2.1.	Dominio de Circuitos (CS Domain)	73
3.1.2.2.	Domino de Paquetes (PS Domain)	73
3.1.3.	Entidades de Red Troncal - Core Network (Dominio PS- Dominio CS).....	74
3.1.3.1.	The Home Subscriber Server (HSS)	74
3.1.3.1.1.	Funcionalidades de HSS	74
3.1.3.2.	Centro de Autenticación (Authentication Center, AuC).....	77
3.1.3.3.	Registro de Ubicación de Visitantes (VLR)	77
3.1.3.4.	SMS Gateway MSC (SMS-GMSC)	80
3.1.4.	Entidades de Dominio CS.....	81

3.1.4.1.	Centro de Conmutación de Servicios Móviles (MSC).....	81
3.1.5.	Entidades de Dominio EPC PS	86
3.1.5.1.	Mobility Managment Entity - MME	86
3.1.5.2.	Gateways.....	88
3.1.5.3.	Server GPRS Support Node SGSN	93
3.1.5.4.	Redes de acceso NO 3GPP confiables y no confiables	95
3.1.5.5.	3GPP AAA Server	96
3.1.5.6.	3GPP AAA Proxy.....	96
3.1.6.	Entidades específicas de sistemas 3GPP.....	96
3.1.6.1.	Servicios CAMEL	96
3.1.6.2.	Signaling Gateway Function (SGW).....	97
3.1.6.3.	Agente de Enrutamiento Diameter (DRA)	97
3.1.6.4.	Policy and Charging Rules Function (PCRF)	98
3.2.	Configuraciones realizadas en las diferentes plataformas EPS (Evolved Packet System) asociadas a servicios roaming	100
3.2.1.	Configuraciones de acuerdos comerciales roaming en EPC, específicamente entidades CS	101
3.2.1.1.	Configuraciones en Centro de Conmutación de Servicios Moviles CS – MSC	101
3.2.1.2.	Configuraciones en Punto de Señalización de Transferencia - STP..	106
3.2.2.	Configuraciones de Servicios roaming en plataforma HSS	108
3.2.2.1.	Plantillas de acuerdos roaming CAMEL en HSS	109
3.2.3.	Configuraciones de servicios roaming en plataformas SGSN/MME	114
3.2.3.1.	Listado de Configuración MME de control de acceso S1 E-UTRAN (LST S1ACCAREALST) en USN 9810.....	115
3.2.3.2.	Adición de configuraciones MME de control de acceso S1 E-UTRAN (LST S1ACCAREALST) en USN 9810	117
3.2.3.3.	Configuración SGSN de relaciones correspondientes IMSI-GT	118
3.2.3.4.	Configuraciones MME&SGSN sobre control de acceso de suscriptores a una Red Movil Terrestre Pública (PLMN)	119
3.3.	Validaciones de escenarios de servicios roaming	123
3.3.1.	Escenario de llamada originada por el movil (MOC)	123
3.3.1.1.	Flujo de llamada SIP de ROAMER IN.....	124
Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones		128
4.1	Conclusión.....	128

4.2. Recomendaciones	129
Bibliografía	131
Glosario	138

Índice de Figuras.

<i>Figura 1. Puntos de Acceso inalámbrico (YMANT, 2023)</i>	6
<i>Figura 2. Estructura de IMEI. (Tech-invite, 2023)</i>	8
<i>Figura 3. Estructura de IMEISV. (Tech-invite, 2023)</i>	9
<i>Figura 4. Proceso del roaming internacional. (GSM Associations., 2012)</i>	13
<i>Figura 5. Logo de Sistema Global para Comunicaciones móviles (GSM). (Wikipedia, 2023)</i>	15
<i>Figura 6. Proceso del Clearing House. (Tutorialspoint)</i>	25
<i>Figura 7. Tecnología 5G Standalone utilizando Evolved Packet Core (EPC). (Orange, 2022)</i>	26
<i>Figura 8. Ilustración de la eSIM. (López, 2015)</i>	28
<i>Figura 9. Precios cliente prepago Tigo Nicaragua (Tigo Nicaragua, 2023)</i>	32
<i>Figura 10. Pruebas IREG (Carrillo Albeño, 2017)</i>	50
<i>Figura 11. Flujo SMS MO desde VPLMN hacia HPLMN (OCHOA GÓMEZ & ORTIZ FIERRO, 2012)</i>	51
<i>Figura 12. Ejemplo de certificación TCC por IR21 (Benavides, Amaya, & Delgado, 2019)</i>	53
<i>Figura 13. Roles de proveedor de servicios a MNO (Rodríguez Aparicio, 2011)</i> 54	
<i>Figura 14 . Infraestructura de una red MNO- Proveedor de servicios (Lutu & Jun)</i>	56
<i>Figura 15. Todos los servicios roaming Hubs (GRUPO VODAFONE, 2023)</i>	60
<i>Figura 16. Administración de Clearing House (Rodríguez Aparicio, 2011)</i>	62
<i>Figura 17. Estructura roaming VPLMN & HPLMN (Huawei Technologies Co., Ltd, 2013)</i>	70
<i>Figura 18. Arquitectura EPS (Evolved Packet System). (Huawei Technologies Co., Ltd, 2013)</i>	71
<i>Figura 19. Arquitectura GUL</i>	72
<i>Figura 20. Funcionalidades HSS</i>	75
<i>Figura 21. HSS. (3GPP TS 23.002 v16, 2020)</i>	76
<i>Figura 22. Arquitectura MSC</i>	83
<i>Figura 23. MSC SERVER: Mobile Switching Centre Server</i>	84
<i>Figura 24. Arquitectura Media Gateway</i>	86
<i>Figura 25. Mobility Managment Entity (MME)</i>	88
<i>Figura 26. SGW: Serving Gateway</i>	90
<i>Figura 27. Packet Data Network Gateway</i>	93
<i>Figura 28. Serving GPRS Support Node (SGSN)</i>	95
<i>Figura 29. Agente de Enrutamiento de Diámetro (DRA) (DRA, s.f.)</i>	98
<i>Figura 30. Arquitectura roaming 3GPP para escenarios de Accesos. (3GPP TS 23.401, 2023)</i>	99
<i>Figura 31. Definición de Identidad de Abonado Móvil Internacional (IMSI) CRITC en MSC VPLMN (Ericsson, 2020)</i>	104

<i>Figura 32. Listado de tablas de análisis de B - Marcaciones salientes hacia CR.</i>	105
<i>Figura 33. Listado de Rutas Salientes hacia Carrier de LDI</i>	106
<i>Figura 34 Print Señalización asociado a Global Title de CRITC (ORACLE STP r17, 2023)</i>	107
<i>Figura 35. Lista de códigos de puntos de Señalización Internacional (ISPC) (UIT - T Q.708, 2020)</i>	108
<i>Figura 36. Gestor HUAWEI para plataformas HSS&PGW (Huawei Technologies Co., Ltd)</i>	109
<i>Figura 37. Listado de tablas CAMEL roaming en HSS HUAWEI (Huawei Technologies Co., Ltd)</i>	111
<i>Figura 38. Gestor USN9810. (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD., 2014)</i>	115
<i>Figura 39. Listado de Registros de control de acceso en S1 Mode E-UTRAN. (Huawei Technologies Co., Ltd., s.f.)</i>	116
<i>Figura 40. Interfaz S1 en Red de Acceso E-UTRAN</i>	117
<i>Figura 41. Listado de Correspondencia IMSI-GT</i>	118
<i>Figura 42. Listado de accesos a suscriptores VPLMN en red HPLMN. (Huawei Technologies Co., Ltd., s.f.)</i>	119
<i>Figura 43. Listado de Mapeo entre IMSI-HSS (Huawei Technologies Co., Ltd., s.f.)</i>	120
<i>Figura 44. Listado de Rutas de Dominio en USN 9810. (Huawei Technologies Co., Ltd., s.f.)</i>	122
<i>Figura 45. Display de estatus de rutas DRA definida</i>	122
<i>Figura 46. Registro de suscriptor en red visitada VPLMN (Ericsson, 2020)</i>	123
<i>Figura 47. Escenario de llamadas MOC Back Home.</i>	124
<i>Figura 48. Flujo SIP de llamada MOC en VPLMN. Fase 1</i>	125
<i>Figura 49. Flujo SIP de llamada MOC en VPLMN. Fase 2</i>	126
<i>Figura 50. Drive Test Suscriptor CRITC en NICMS</i>	126

Índice de Tablas

Tabla 1.	<i>Evolución de Precios, Unión Europea (Nogales Yáñez, 2019)</i>	31
Tabla 2.	<i>Tabla de precios por minutos para clientes prepago</i>	32
Tabla 3.	<i>Protocolos Diameter (GSM Associations, 2013)</i>	47
Tabla 4.	<i>Formulario IR.21 (GSM Associations, 2013)</i>	52
Tabla 5.	<i>Estructura de TADIG en IR21. (IR21, 2013)</i>	101
Tabla 6.	<i>E212 Series Number & E.214 Mobile Global Title. (IR21, 2013)</i>	102
Tabla 7.	<i>Network Node Global Title Number Range (Ericsson, 2020)</i>	106
Tabla 8.	<i>Información de Elementos de Red - CRITC Direcciones Global Title. (IR21, 2013)</i>	112
Tabla 9.	<i>Información de Elementos de Red - NICMS Direcciones Global Title</i>	113

I. Introducción

La implementación de servicios roaming es esencial en el mundo actual, donde el uso de dispositivos móviles y los viajes nacionales e internacionales son cada vez más comunes. El roaming permite a los usuarios mantener una conexión constante a internet y servicios básicos como mensajería y llamadas de voz telefónicas mientras viajan, lo que se ha convertido en una necesidad para muchas personas. Sin embargo, implementar servicios roaming no es una tarea sencilla, ya que requiere una gran cantidad de colaboración entre compañías de telefonía, reguladores y proveedores externos de servicios.

En este documento, se explicará el proceso de implementación de servicios de roaming entre partners, detallando las consideraciones comerciales para tener en cuenta antes de lanzar el servicio, los requerimientos técnicos tanto en plataformas internas como externas (proveedores y otras operadoras) y aplicar las configuraciones en plataformas como EPC.

En el desarrollo de la investigación explicaremos los conceptos de roaming, así como los actores involucrados en su despliegue, se abordarán las funciones de los elementos de la red móvil y su interrelación, principalmente a nivel CORE.

El presente estudio permitirá a los lectores familiarizarse con el roaming como tema relevante en la industria de las telecomunicaciones, esperando que los resultados de estas sean de utilidad para futuras investigaciones.

II. Objetivos

Objetivo General:

1. Desarrollar un estudio de procesos técnico - comerciales de apertura entre roaming partners (RP) para los servicios de conectividad a suscriptores.

Objetivos Específicos:

1. Documentar los distintos acuerdos de lanzamientos comerciales existentes en roaming, con el propósito evaluativo de las mejores prácticas al momento implementación de servicios de roaming entre partners.
2. Determinar los requerimientos técnicos a nivel de plataformas internas y proveedores externos para establecer los acuerdos entre RP's.
3. Detallar los procesos de configuraciones en las distintas plataformas de Evolved Packet Core (EPC) que permita a los usuarios acceder a servicios asociados a estos gestores móviles.

III. Diseño Metodológico

En este apartado se describe la metodología utilizada en la realización de este trabajo, para la construcción investigativa fueron aplicados los métodos exploratorio-documental-descriptiva-aplicada.

Exploratorio, ya que la investigación tiene como propósito destacar los aspectos fundamentales en los procesos de apertura entre roaming partners, los cuales no han sido abordado o suficientemente ampliados en Nicaragua.

Documental, debido a que la investigación fue realizada apoyándose en fuentes de información asociadas a entes de regularización de servicios móviles a nivel global, tal como la GSMA, la cual posee un enfoque aplicado en técnicas documentales. La primera etapa de la investigación se basó en la recopilación y comprensión profunda asociada a los procesos de apertura entre roaming partners para los servicios de conectividad internacional a suscriptores.

Descriptiva, ya que se describen a detalles los acuerdos Roaming existentes, así como los servicios ofrecidos a usuarios finales.

Aplicada, porque se realiza la demostración o aplicación de los conocimientos presentados en el transcurso de la investigación, reflejados finalmente en las configuraciones dentro de las distintas plataformas de core network para despliegue de servicios Roaming.

IV. Justificación

Existe la necesidad de comprender el mundo de las telecomunicaciones más allá de lo que se nos transfiere en conocimiento a través del pensum de la carrera de Ingeniería Electrónica. Debido a eso, este trabajo monográfico está orientado a documentar los distintos procesos por los cuales aquellas compañías que ofrecen servicios de comunicaciones móviles de manera local/nacional se interesan en expandir su portafolio de servicios ofrecidos a mercados internacionales, de una manera estratégica mediante el servicio de ROAMING, logrando ampliar su cobertura generando así una mayor presencia de mercado tanto para Home Public Land Mobile Network (HPLMN), como para Visited Public Land Mobile Network VPLMN, para lo cual HPMLN sería red local móvil pública y VPLMN sería la red móvil visitada.

Durante el proceso de apertura de acuerdos ROAMING es esencial el uso de distintas plataformas y proveedores externos existentes, los cuales son encargados gestionar la interconexión para el envío y recepción de flujos de datos entre ambos operadores interesados en dar apertura a convenios ROAMING.

Con esta investigación se pretende elaborar un documento que sirva a futuros ingenieros electrónicos y de carreras afines, mediante el cual se aborde a nivel técnico - comercial en qué consiste y cómo se desarrolla el proceso de roaming entre diferentes partners, abordando las distintas fases y requerimientos para poder realizar la apertura de acuerdos.

Capítulo 1. Tendencia del roaming: Definición, Características, tipos, evolución histórica y actores principales en la Era de la Conectividad Global

1.1. Definición y Características del roaming

La Itinerancia, más conocida por su término en inglés roaming es un concepto que define la capacidad de un dispositivo inalámbrico para poder desplazarse de una zona de cobertura a otra. Cada zona de cobertura está gobernada por un Access point name (APN) diferente. El concepto de roaming o itinerancia, cuando es utilizado en las redes inalámbricas significa que el dispositivo cliente puede desplazarse e ir registrándose en diferentes bases o puntos de accesos, sin perder en ningún momento acceso a la red. (Gómez & Ortiz Fierro, 2012)

Para que esta itinerancia sea posible, tiene que haber una pequeña superposición en las coberturas de los puntos de acceso, de tal manera que los usuarios puedan desplazarse y siempre tengan cobertura. Los puntos de acceso incorporan un algoritmo de decisión que, en base al consumo y distancia, deciden cuando una estación debe desconectarse de un punto de acceso y conectarse a otro más favorable. En la Figura 1 se muestra la configuración típica de centros y campus donde existen diferentes puntos de acceso, que van proporcionando a los usuarios conexión al desplazarse por las diferentes zonas. (Gómez & Ortiz Fierro, 2012)

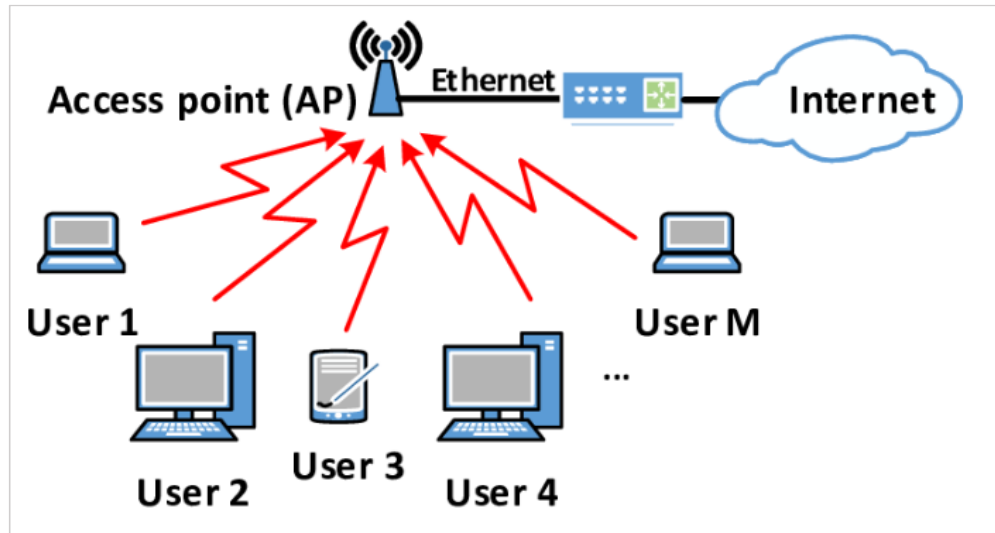


Figura 1. Puntos de Acceso inalámbrico (YMANT, 2023)

En síntesis, el roaming es un servicio que extiende la cobertura de utilización de los servicios de voz y mensajería del usuario de móvil que permite al usuario continuar utilizando el número de teléfono de su operadora local y sus servicios de datos en cualquier otro país.

1.1.1. Características Claves del roaming

1.1.1.1. Interconexión de redes

El roaming implica la interconexión de las redes de diferentes operadores de telefonía móvil para permitir que los suscriptores de un operador puedan usar los servicios de otro operador mientras se encuentran fuera de su área de cobertura.

La interconexión de las redes de diferentes operadores de telefonía móvil ha evolucionado significativamente en los últimos años, con la implementación de regulaciones como “Roam Like at Home” y la reducción de tarifas por parte de muchos operadores. (Galicia Telecom, 2023)

1.1.1.2. Itinerancia internacional

La itinerancia internacional, también conocida como roaming internacional, es un concepto utilizado en telecomunicaciones que se refiere a la posibilidad de un dispositivo inalámbrico de utilizar una cobertura de red distinta de la que tiene contratada en su país de origen. (Wikipedia, 2023)

1.1.1.3. Acceso a servicios

Los usuarios en roaming tiene acceso a una gama de servicios (según plan contratado) que pueden llegar a incluir: llamadas de voz, mensajes de textos, acceso a internet y servicios de datos; sin embargo, las tarifas de roaming suelen ser diferentes y a menudo más altas que las tarifas que pagan los suscriptores de manera local.

1.1.1.4. Identificación del usuario

Para que un usuario pueda acceder a los servicios de roaming, su dispositivo móvil debe ser identificado por la red visitada. Esto se realiza mediante de la autenticación de la tarjeta subscriber identify module (SIM), estas tarjetas SIM son necesarias para utilizar un teléfono móvil para comunicarse. almacena de forma segura el número de identidad de abonado móvil internacional (IMSI). (simbase, 2023)

La IMSI es un número de 15 dígitos que consta del código de país móvil (MCC) que identifica el país, el código de red móvil (MNC) que identifica el operador de la red móvil (MNO) y el número de identificación de estación móvil (MSIN) que identifica al suscriptor. (Comisión Europea, 2023)

Además del IMSI también se cuenta con el Mobile Station Internacional subscriber directory number (MSISDN) que es un numero único que identifica a un abonado móvil en una red móvil GSM o UMTS. Se utiliza para identificar un suscriptor móvil cuando realiza una llamada o envía un SMS, es el número de teléfono que este asociado a una única tarjeta SIM y se utiliza para enrutar llamadas al suscriptor.

De manera similar se presenta el mobile station roaming number (MSRN) que es un numero de directorio asignado temporalmente a un móvil para una llamada terminada en un móvil. Permite que la red establezca una conexión entre la parte que llama y el suscriptor móvil en itinerancia. (Wikipedia, 2022)

La identidad de la SIM cuenta con una identidad internacional de equipo móvil (IMEI) que se utilizan para identificar el dispositivo en la red, este IMEI es un código de 15 a 17 dígitos que consta de tres partes; el código de aprobación de tipo (TAC), un número de serie único y un dígito de control. (Tech-invite, 2023)

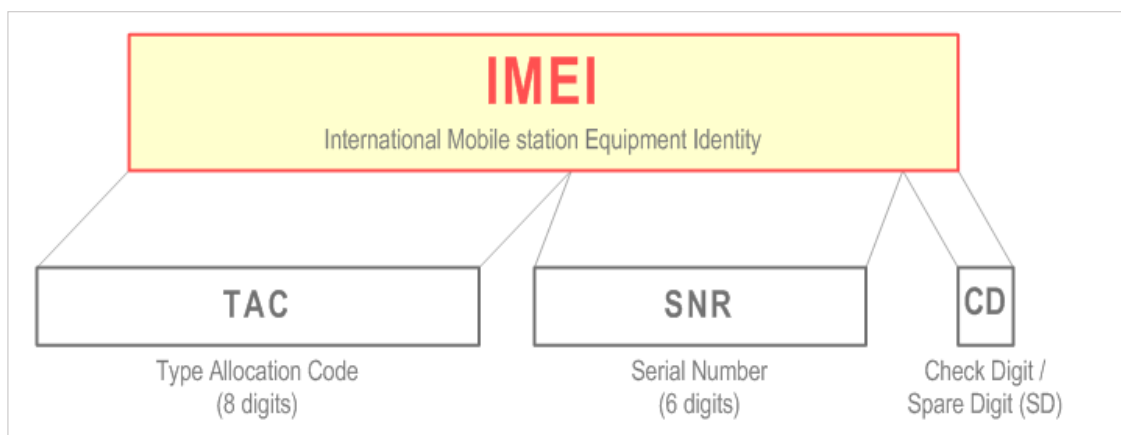


Figura 2. Estructura de IMEI. (Tech-invite, 2023)

La SIM también cuenta con otro identificador llamado International mobile station equipment identify and software version number (IMEISV). El IMEISV es un código único que se utiliza para identificar una estación móvil, consta de 16 dígitos decimal que consta de 4 partes; código de aprobación de tipo (TAC), código de ensamblaje final (FAC), número de serie (SNR) y número de versión de software (SVN). (IMEI.INFO, 2023)

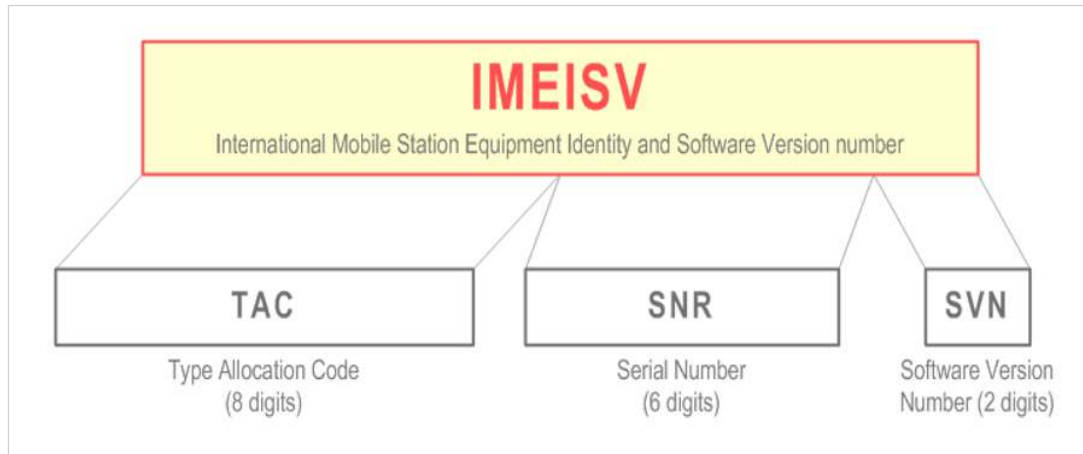


Figura 3. Estructura de IMEISV. (Tech-invite, 2023)

1.1.1.5. Facturación y compensación

Los operadores de telefonía móvil tienen acuerdos de facturación y compensación para el roaming. Esto implica que el operador del usuario en itinerancia factura al operador del usuario en función de estos acuerdos.

1.1.1.6. Calidad de Servicios (QoS)

Los acuerdos de roaming también puede incluir parámetros de calidad de servicios (QoS), los cuales garantizan un nivel mínimo de calidad en las llamadas y las velocidades de datos para los usuarios en roaming.

Para la GSMA ha establecido parámetros de calidad para garantizar un nivel constante de servicio para los suscriptores móviles. Estos parámetros cubren varios aspectos del rendimiento de la red y la prestación de servicios. A continuación, se detallan algunos de los parámetros de calidad que rige la GSMA:

- a. **Cobertura:** Los operadores móviles se esfuerzan por brindar una cobertura confiable tanto áreas urbanas como rurales. La GSMA establece estándares para requisitos mínimos de cobertura, asegurando que los usuarios puedan acceder a servicios móviles en una amplia gama de ubicaciones.

- b. **Capacidad:** Para satisfacer la creciente demanda de servicios móviles, los operadores deben asegurarse de que sus redes tengan capacidad suficiente para manejar el tráfico de voz y datos. La GSMA define los requisitos de capacidad para mantener una experiencia de usuario de alta calidad, incluso durante los períodos de mayor uso. (GSMA, 2015)
- c. **Tiempo de configuración de llamada:** el tiempo que conlleva para establecer una conexión de llamadas es un aspecto esencial para la calidad del servicio. La GSMA establece requisitos mínimos de tasas de éxito de llamadas para garantizar una comunicación de voz fiable. (GSMA, 2015)
- d. **Rendimiento de datos:** a medida que aumenta el uso de datos móviles, los operadores deben proporcionar suficiente rendimiento de datos para ofrecer una experiencia de internet fluida y receptiva. La GSMA establece estándares para el rendimiento mínimo de datos para admitir diversas aplicaciones y servicios. (GSMA, 2015)
- e. **Latencia:** La latencia se refiere al retraso entre el envío de una solicitud y la recepción de una respuesta. La baja latencia es crucial para las aplicaciones en tiempo real, como llamadas de voz y video. La GSMA define requisitos de latencia máxima para garantizar una experiencia de usuario perfecta.
- f. **Pérdidas de paquetes:** La pérdida de paquetes puede degradar la calidad de las llamadas de voz y video, así como interrumpir las transferencias de datos. La GSMA establece estándares para tasas de máximas pérdidas de paquetes para mantener un alto nivel de calidad de servicio.

1.1.1.7. Roaming de Datos

El acceso a datos móviles es una parte importante del roaming en la era de los Smartphones. Los usuarios pueden acceder a internet, usar aplicaciones y enviar correos electrónicos mientras están en roaming. Para que este acceso se lleve a cabo debe usar una configuración la cual es la Access point name (APN) esta configuración se debe ser desde el móvil y esta permite que los

dispositivos móviles se conecten a la red de un operador y acceda a todas sus capacidades. (Hexnode, 2022)

El APN este compuesto por dos partes que son las siguientes:

- a. El identificador de red de la APN; esto define a que red externa está conectado el Gateway GPRS Support Node (GGSN) / Packet Data Network Gateway (PGW) y opcionalmente a un servidor solicitado por la MS. Esta parte es obligatoria de la APN. (TS 23.003 V18, 2023)
- b. El identificador del Operador APN; esto define en que red troncal PLMN GPRS/EPS está ubicado el GGSN/PGW. Esta parte del APN es opcional. (TS 23.003 V18, 2023)

1.1.1.8. Notificaciones de costos

Para evitar sorpresas en las facturas, los operadores suelen enviar notificaciones a los usuarios en roaming para informarles sobre las tarifas aplicables y los costos asociados antes de que utilicen los servicios en el extranjero.

1.1.1.9. Acuerdos de roaming o Itinerancia de Datos

Los operadores móviles celebran acuerdos de roaming con otros operadores, para garantizar que sus usuarios tengan acceso a servicios cuando viajan. Estos acuerdos pueden ser bilaterales o multilaterales, y suelen implicar negociaciones comerciales.

Hoy en día el roaming es esencial para que las personas se mantengan conectadas mientras viajan, pero es importante que los usuarios comprendan las tarifas y las condiciones asociadas al servicio para evitar sorpresas en sus facturas. Las regulaciones gubernamentales, también desempeñan un papel en la regulación de las tarifas de roaming internacionales para proteger a los consumidores.

1.2. Tipos de Servicios roaming: Nacional e Internacional

1.2.1. Roaming Nacional

Es asociado a cuando los clientes de un operador hacen uso de las redes de otras operadoras dentro del mismo país. Se requiere de este tipo de roaming cuando la red local no brinda servicios en todos los territorios estados de la nación (Estados Unidos y Brasil son buenos ejemplos). (Gómez & Ortiz Fierro, 2012)

Para los operadores de telefonía móvil que no tienen licencia nacional, brindar una cobertura perfecta a lo largo de todo el país es, lejos, mucho más importante que el roaming internacional. Esto sucede en los Estados Unidos, donde el espectro fue otorgado en cientos de pequeñas áreas de licencias y los operadores se concentraron en la creación del roaming con otros operadores, en primer lugar, dentro del país, por esta razón el estándar ANSI-41, que se extendió masivamente en los Estados Unidos, tiene capacidades de roaming entre operadores muy sólidos. En Europa por otra parte los operadores recibieron licencias nacionales pero debido a los estrechos vínculos comerciales y a la proximidad de los países, el roaming internacional adquirió una gran importancia. (Gómez & Ortiz Fierro, 2012)

1.2.2. Roaming Internacional

Es un servicio que permite a los suscriptores de un operador usar los servicios de otro operador mientras se encuentre fuera de su área de cobertura en otro país. (Roberts, 2019)

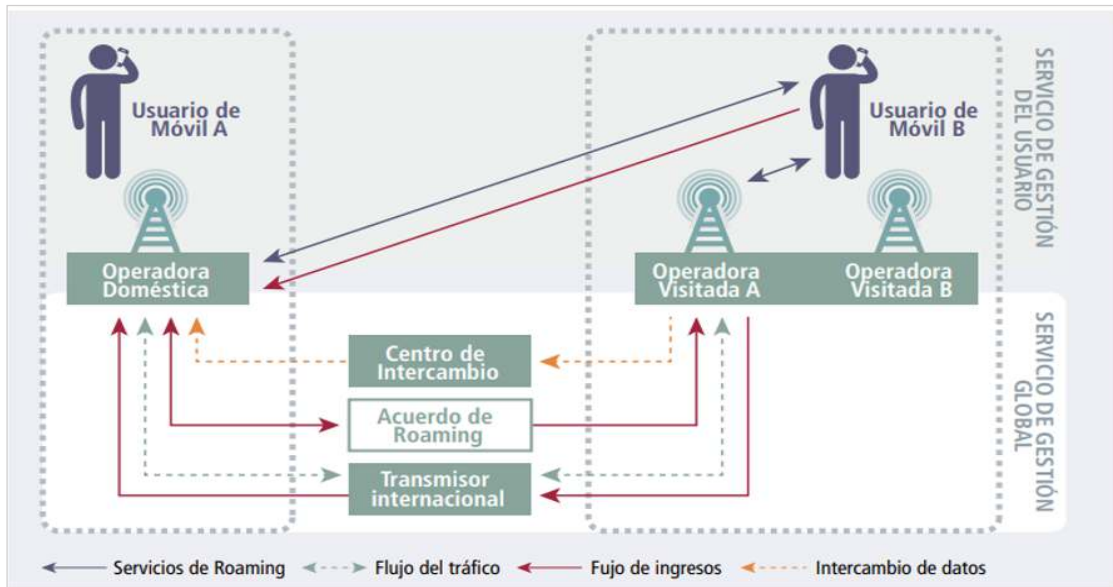


Figura 4. Proceso del roaming internacional. (GSM Associations., 2012)

Este servicio funciona de manera similar al roaming nacional, ubicando otras redes que funcionen dentro del país que se visita y conectando el teléfono a estas.

El roaming internacional se está convirtiendo cada vez más, en un servicio importante para los operadores de telefonía móvil, por las dos razones principales que se detallan a continuación:

- Satisfacer la demanda del cliente, para retener a los clientes actuales y atraer nuevos clientes.
- Ser una significativa fuente de ingreso para los operadores.

El crecimiento de la demanda del roaming internacional está impulsado por el aumento en los viajes internacionales, así como la expansión de la telefonía móvil ya que se han instalado redes de telefonía en todo el mundo. Debido a que los teléfonos móviles se han convertido en un componente estándar en la vida diaria, los viajeros requieren usar sus dispositivos inalámbricos cuando viajan al exterior.

1.3. Evolución Histórica de Itinerancia de datos o roaming.

A continuación, se explica de manera cronológica, la evolución del roaming en telecomunicaciones:

- **1980's:** La proliferación de redes móviles estaba en pleno auge. A medida que estas redes crecían, la necesidad de establecer conexiones entre ellas se hacía más evidentes. Aquí es donde empieza el concepto del roaming a tomar forma, no había una solución bien establecida, la proliferación de redes móviles estaba limitada a las propias redes locales y los usuarios no podían usar sus teléfonos en otras áreas.
- **1990s:** Ya existían servicios roaming que permitían a los suscriptores de teléfonos móviles realizar y recibir llamadas mientras viajaban fuera del área de cobertura de su red doméstica. Sin embargo, estos servicios no estaban tan extendido ni era tan asequibles como lo son hoy en día. A continuación, se presenta algunos puntos clave sobre roaming en ese año:
 - a. **Costo:** Los servicios roaming en los años 1990 implicaban dos costos: el de operador que tenía el suscriptor y el de operador extranjero que atendía al suscriptor durante su viaje. (Nyberg, 2011)
 - b. **Limitaciones:** Los servicios roaming en la década de 1990 tenían limitaciones y los suscriptores a menudo estaban sujetos a cargos adicionales por usar el dispositivo móvil mientras estaban viajando. (Nyberg, 2011)
 - c. **roaming europeo:** En Europa aun no existía el concepto de roaming gratuito durante 90 días (no consecutivos) al año. Esta idea se introduciría más tarde para ofrecer a los suscriptores opciones roaming más asequibles y flexibles. (Xataka, 2017)
- **1991:** El GSM (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles) se convirtió en el primer estándar de telefonía móvil en Europa que permitió el roaming internacional.

Unos de los principales impulsores de los servicios roaming fue el desarrollo del estándar del Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSMA). GSM era una tecnología celular digital que permitía roaming internacional entre redes que implementaban el estándar. GSM introdujo por primera vez en 1991 y rápidamente se convirtió en el estándar dominante para las telecomunicaciones móviles en todo el mundo. (Alertify, 2023)

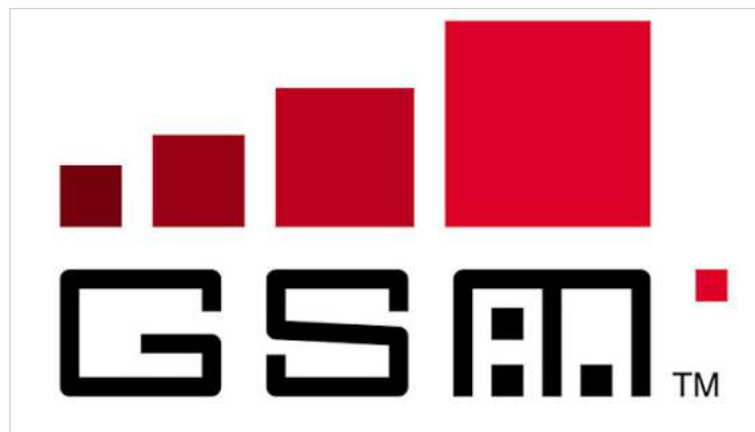


Figura 5. Logo de Sistema Global para Comunicaciones móviles (GSM).
(Wikipedia, 2023)

La introducción de GSM permitió una itinerancia fluida entre redes que implementaron el estándar. Esto significaba que los suscriptores podrían viajar a diferentes países y seguir utilizando sus teléfonos móviles sin tener que preocuparse por problemas de compatibilidad. La implementación GSM también allano el camino para el desarrollo de otras tecnologías celulares digitales tales como 3G, 4G que ampliaron aún más las capacidades de los servicios roaming. (Alertify, 2023)

- **1997:** La ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de normalización de las Telecomunicaciones) ha publicado recomendaciones relacionadas con los servicios roaming móvil internacional (IMR). Estas recomendaciones tienen como objetivo establecer requisitos técnicos para

los servicios roaming y mejorar la prestación de los servicios IMR en beneficio de los suscriptores. Algunas de las recomendaciones clave incluyen:

- a. **Información transparente:** Proporcionar información transparente sobre las tarifas minorista y la estructura de IMR antes de que los suscriptores realicen itinerancia internacional.
 - b. **Alertas de uso:** envío de alertas de uso a los usuarios cuando comienzan roaming.
 - c. **Límites de costos:** implementación de límites de costo de roaming para proteger a los suscriptores de cargos inesperados.
 - d. **Elección del suscriptor:** permitir a los suscriptores elegir la red de visita.
 - e. **Medidas especiales de protección de suscriptores:** implantación de medidas especiales de protección de suscriptores en caso de roaming involuntario en zonas fronterizas.
- **1999:** El 3GPP (Proyecto Asociado de Tercera Generación) publicó una especificación técnica que permitía el roaming entre diferentes sistemas de telefonía móvil.
- **2000:** A principios de la década de 2000, los servicios roaming para suscriptores de teléfonos móviles continuaron evolucionando, ofreciendo funciones más avanzadas y conectividad mejorada. A continuación, se detalla algunos avances claves en roaming durante el año 2000:
- a. **GPRS roaming Exchange (GRX):** En el año 2000, la GSM Association (GSMA) introdujo el concepto de GPRS roaming Exchange (GRX). Esta central actuó como HUB para las conexiones del servicio general de radio por paquetes (GPRS) de los suscriptores en roaming, permitiendo una interconexión más eficiente entre operadores y facilitando la transición a sistemas de tercera generación. (Wikipedia, s.f.)
 - b. **Expansión de la itinerancia de datos:** Con la introducción de GPRS y, posteriormente la tecnología de velocidades de datos

mejoradas para la evolución GSM (EDGE), los servicios de itinerancia de datos estuvieron más disponibles, lo que permitió a los suscriptores de teléfonos acceder a internet y otros servicios de datos mientras viajaban. (Wikipedia, s.f.)

- c. **Desafíos con las tarifas de roaming:** El alto costo de los servicios roaming particularmente el roaming de datos, siendo un desafío para los suscriptores de teléfonos móviles. En 2007, la Unión Europea (UE) introdujo regulaciones para abordar estos problemas, lo que llevo a la implementación de la política “roaming Like at Home” en 2017, que permite a los residentes de UE/EEE pagar precios internos de roaming dentro de UE/EEE. (Europea, 2022)
 - d. **Cámaras de compensación de roaming global:** En el año 2000, Eletronic Data Systems (EDS) lanzo un servicio de cámara de compensación de roaming global, que proporcionaba una plataforma centralizada para que los operadores inalámbricos intercambiaran datos de roaming y liquidar transacciones financieras. (Jensen, 2000)
- **2007:** La Unión Europea (UE) adopto regulaciones para reducir los cargos de roaming dentro de los países miembros de la UE, lo que resulto en una disminución significativa de los costos de roaming para los suscriptores dentro de la UE. Algunas de las regulaciones más importantes incluyen:
- a. **Roam Like at Home:** Esta regulación permite a los suscriptores de la UE y del EEE llamar, enviar mensaje y usar datos móviles en otros países de la UE sin tener que pagar tarifas adicionales.
 - b. **Contratos sin servicios de roaming:** Los operadores también puede ofrecer contratos sin servicios roaming o contratos alternativos diseñados específicamente para el roaming con tarifas que quedan fuera el ámbito de la normativa de la UE. (Europea, 2022)

- c. **Control de uso de roaming:** Los operadores pueden controlar y comprobar la actividad de los suscriptores durante el periodo de cuatro meses. Si el uso de los servicios roaming supera el de los nacionales, el operador puede ponerse en contacto con el suscriptor y pedirle que aclare la situación. (Europea, 2022)
 - d. **Recargo por uso excesivo de roaming:** Si el suscriptor sigue pasando más tiempo en el extranjero que en su país y su consumo de roaming sigue superando al nacional, el uso de operador puede empezar a cobrarle un recargo por el uso de servicio roaming. (Europea, 2022)
- **Década de 2010:** Se introdujo el concepto de “roaming de datos” con la popularización de los smartphones. Los suscriptores podían acceder a datos móviles mientras viajaban, lo que llevo a una mayor demanda de servicios de roaming de datos.
- **2012:** La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y la Asociación GSM (GSMA) colaboraron en la iniciativa “roaming global” para mejorar la experiencia de los suscriptores de servicios roaming a nivel internacional. A continuación, se presentan algunos aspectos destacados de esa colaboración:
- a. Definición de arquitectura y especificaciones de roaming: La GSMA a través de sus grupos de redes (NG) y el grupo de acuerdos y soluciones mayorista (WAS), define la arquitectura y las especificaciones de roaming, lo que permite que roaming funcione sin problemas para todos los servicios de telecomunicaciones, incluyendo datos, voz y mensajería. (GSMA)
 - b. Facilitación de transacciones mayorista roaming: La GSMA es responsable de la facturación mayorista de servicio roaming, los principios de cobro y las especificaciones técnicas. A través de su red de eBusiness la GSMA está facilitando la transformación digital de estos procesos, en nombre de la industria para lograr

transacciones mayoristas de servicios roaming internacional más rápidas, más transparente, seguras y precisas. (GSMA)

- c. Objetivo de proporcionar precios claros y transparentes: La GSMA tiene como misión de proporcionar a los suscriptores precios claro y transparentes para los servicios móviles cuando viajan internacionalmente junto con la previsibilidad y la capacidad de gestionar sus gastos de roaming. (GSMA)
 - d. Iniciativas de transparencia roaming de datos; en 2012, la GSMA lanzo la iniciativa de transparencia de roaming de datos, que incluía la implementación de un límite de gasto mensual en roaming de datos para ayudar a los suscriptores a gestionar sus facturas roaming, así como él envió de alertas cuando alcanza el límite de datos. (GSMA)
 - e. Participación de operadores móviles de todo el mundo: La GSMA ha reunido a operadores móviles de todo el mundo a incorporar la iniciativa de puertas de enlace abiertas, que tiene como objetivo ayudar a la industria móvil, a los desarrolladores ya los proveedores de servicios en la nube a colaborar en el desarrollo de API de red universal. Esta iniciativa cuenta con apoyo de operadores que representan el 60% de las conexiones móviles a nivel mundial. (GSMA)
- **2017:** Se produjeron varios cambios significativos en roaming, especialmente en la UE, donde se implementaron regulaciones para eliminar las cargas por roaming y permitir a los suscriptores utilizar sus servicios móviles sin costos adicional mientras viajan dentro de la UE.

A continuación, se presentan algunos aspectos destacados sobre roaming en 2017:

- a. **Eliminación de cargos por roaming en la UE:** A partir de 15 de junio del 2017 los suscriptores de telefonía móvil en la UE ya no tenían que pagar costos adicionales por el uso de servicios de voz,

datos y mensajería mientras viajan dentro de la UE. Esta iniciativa se conoce como “Roam Like at Home” (RLAH) o “Itinerancia como en casa”. (Unión Europea, 2017)

b. Acuerdo político sobre tarifas mayorista de roaming: El parlamento europeo y el consejo llegaron a un acuerdo político sobre las nuevas normas que debían aplicar los operadores en el mercado de roaming mayorista. Esto incluye la fijación de precios máximos que los operadores debe pagar entre sí por el uso de sus respectivas redes cuando sus suscriptores viajan al extranjero en la UE. (Comision Europea, 2022)

c. Beneficios para los suscriptores: La eliminación de las cargas por roaming en la UE permitió a los suscriptores utilizar sus servicios móviles de la misma manera que lo harían en su país de origen, lo que les brindaría mayor libertad y flexibilidad mientras viajan. (Roaming gratis en Europea 2017, todo lo que tiene que saber, 2017)

d. Impacto en la industria de las telecomunicaciones: La eliminación de los cargos por roaming en la UE tuvo un impacto significativo en la industria de las telecomunicaciones, ya que los operadores tuvieron que adaptarse a un nuevo modelo de negocio y buscar formas alternativas de generar ingresos. (Alonso, 2017)

La evolución del roaming ha estado impulsada por avances en la tecnología móvil, regulaciones gubernamentales y acuerdos de cooperación entre operadores. Hoy en día, los usuarios pueden viajar a nivel internacional y seguir utilizando sus dispositivos móviles de manera más accesible y económica gracias a las mejoras en el roaming.

1.4. Actores Involucrados en el roaming.

En la industria de las telecomunicaciones, el servicio de roaming involucra a una serie de actores que son parte fundamental del servicio, a continuación, se presenta una descripción general de los principales actores:

1.4.1. Operadores de Red Móvil (MNO)

Son las compañías telefónicas que proveen servicios para clientes de telefonía móvil. Los MNO poseen, operan y alquilan el acceso a redes inalámbricas, que utilizan ondas de radio para proporcionar servicios móviles de voz y datos a sus abonados. (Wikipedia, 2022) (TechEdu, 2023)

Los MNO tienen una serie de responsabilidades y tareas que incluyen entre otras cosas:

- a. Operación y mantenimiento de la infraestructura de red, incluyendo torres, antenas y equipos asociados.
- b. Gestión del espectro radioeléctrico, incluyendo la adquisición y asignación de frecuencias.
- c. Provisión de servicio de voz y datos a los abonados, incluyendo la gestión del tráfico y la calidad del servicio.
- d. Facturación y cobro por los servicios prestados.
- e. Soporte al Cliente, incluyendo la resolución de problemas técnicos del servicio y la atención al cliente.

1.4.2. Operadores de Red Móvil Visitante (VPMN)

Cuando un suscriptor de un operador móvil realiza un viaje o se encuentra fuera de área de cobertura de su operador doméstico, se conecta a la red de un operador móvil visitante quien proporciona servicios de red temporal a los suscriptores visitantes.

1.4.2.1. Proporcionar Cobertura en Áreas Visitadas

El rol principal de un VPMN es ofrecer cobertura de red móvil a los suscriptores de otros operadores tales como Home public land mobile network (HPLMN), cuando estos viajan o se desplazan a su área de servicio. Esto implica permitir que los suscriptores visitantes utilicen sus servicios de voz, datos y mensajes dentro de su red. (MPIRICAL)

1.4.2.2. Roaming Acuerdos

En el caso de las VPMN, los acuerdos de roaming son especialmente importantes, ya que su principal función es proporcionar servicios de comunicación a los suscriptores visitantes. Sin estos acuerdos, los suscriptores visitantes no podrían acceder a los servicios de la VPMN y tendrían que depender de redes de terceros o de servicios de itinerancia internacional, que suelen ser más costosos. (PabloYglesias, 2022)

1.4.2.3. Autenticación y Autorización

La autenticación en una VPMN se logra a través de credenciales de inicio de sesión, como un nombre de usuario y una contraseña, que el suscriptor visitante debe proporcionar al conectarse a la red del operador anfitrión.

La autorización de una VPMN esto puede incluir la capacidad de realizar llamadas, enviar mensajes de texto y acceder a internet. La autorización se basa en los acuerdos de roaming establecidos entre los operadores, que especifican los servicios disponibles y las tarifas asociadas para los suscriptores visitante.

1.4.2.4. Facturación y Compensación

Los VPMN deben realizar un seguimiento del uso de los servicios por parte de los suscriptores visitantes y facturar a los operadores de origen (HPLMN) por lo servicios proporcionados. También puede recibir compensación por el uso de su red por parte de los suscriptores visitantes.

1.4.2.5. Calidad de Servicios (QoS)

Los VPMN debe garantizar una calidad de servicios adecuado para los suscriptores visitantes, lo que implica proporcionar una experiencia de usuario satisfactoria en términos de llamadas de voz, conectividad de datos y calidad de llamadas.

1.4.2.6. Gestión de Tráfico

Deben gestionar eficazmente el tráfico de los suscriptores visitantes para evitar congestiones y garantizar un uso eficiente de los recursos de red.

1.4.2.7. Soporte técnico y Resolución de Problemas

Los VPMN deben de proporcionar soporte técnico y resolver problemas relacionados con los servicios de roaming para los suscriptores visitantes. Esto incluye la resolución de problemas de conectividad, configuración de dispositivos y asistencia general.

1.4.2.8. Cumplimiento Normativo

Debe cumplir con la regulaciones y estándares de la industria, así como con las políticas de seguridad y privacidad de datos.

1.4.2.9. Interconexión

Mantener acuerdos de interconexión con otros operadores de redes móviles y fijas para permitir la comunicación entre diferentes redes.

1.4.2.10. Actualización de Redes

Continuar invirtiendo en la mejora y actualización de sus redes para ofrecer servicios de alta calidad a los suscriptores visitantes y satisfacer las demandas de datos en constante crecimiento.

1.4.2.11. Seguridad de la Red

Garantizar la seguridad de la red para proteger tanto a los suscriptores visitantes como a la propia infraestructura de red.

1.4.3. Operadores de Servicios roaming

Tiene una serie de responsabilidades y roles que deben cumplir para garantizar un servicio de calidad. En general, los operadores de servicios de roaming debe cumplir con las regulaciones y normativas establecidas por los organismos reguladores del país donde se encuentran. Además, debe garantizar que los usuarios tengan acceso a una red alta calidad y que los servicios de roaming estén disponibles en todo momento.

1.4.3.1. Responsabilidades específicas de los operadores de servicios roaming se encuentran:

1.4.3.1.1. Garantizar la calidad del servicio

Los operadores de servicios roaming debe garantizar que los usuarios tengan acceso a una red de alta calidad y que los servicios estén disponibles en todo momento. Esto incluye la capacidad de realizar llamadas, enviar mensajes y navegar por internet sin interrupciones.

1.4.3.1.2. Garantizar la seguridad del servicio

Los operadores de servicios roaming debe garantizar que la información del usuario este seguro y protegida en todo momento. Esto incluye la protección contra fraude y el robo de identidad.

1.4.3.1.3. Garantizar la transparencia del servicio

Los operadores de servicios roaming debe proporcionar información clara y precisa sobre los costos y tarifas asociadas con el servicio. Esto incluye información sobre las tarifas por minutos, mensajes y datos, así como cualquier cargo adicional.

1.4.3.1.4. Garantizar la interoperabilidad del servicio

Los operadores de servicios roaming debe garantizar que sus redes sean compatibles con las redes de otros operadores. Esto permite a los usuarios acceder a servicios roaming en cualquier parte del mundo.

1.4.3.1.5. Garantizar la resolución rápida de problemas

Los operadores de servicios roaming debe garantizar que los problemas técnicos se resuelvan rápidamente para minimizar el impacto en los usuarios. Esto incluye problemas relacionados con la conectividad, la calidad del servicio y cualquier otro problema técnico.

1.4.4. Proveedor de Clearing House

Es una institución financiera que actúa como intermediario entre dos partes que realizan una transacción financiera. Su función principal es garantizar que la transacción se realice sin problema, con el comprador recibiendo los bienes que desea adquirir y el vendedor recibiendo la cantidad correcta pagada por los bienes negociables que está vendiendo. (CFI, 2023) (Investopedia, s.f.)

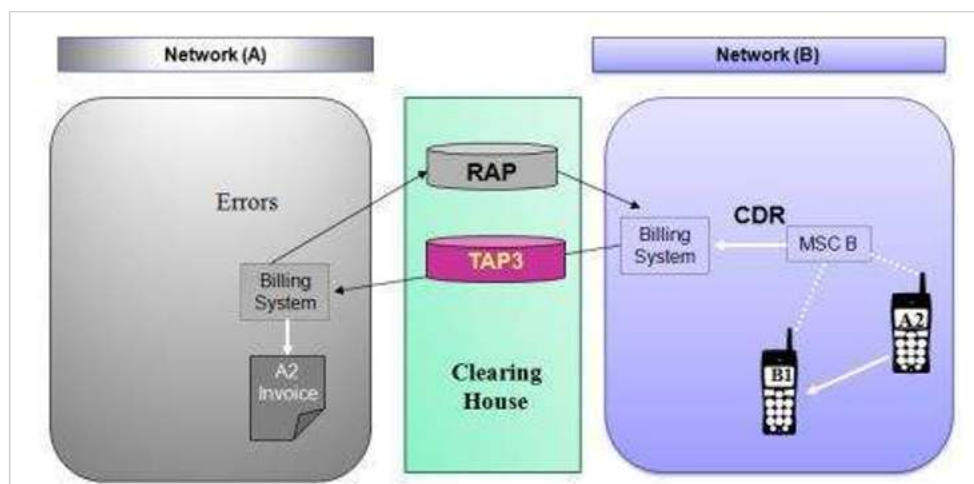


Figura 6. Proceso del Clearing House. (Tutorialspoint)

Las responsabilidades de una casa de compensación incluyen “compensar” o finalizar las operaciones, liquidar las cuentas de negociación, recopilar pagos de margen, regular la entrega de los activos a sus nuevos propietarios y reportar datos de negociación.

Para facilitar el proceso de facturación y liquidación, los operadores móviles pueden utilizar soluciones especializadas que cumplan con los estándares Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSMA), como procedimiento de cuentas transferidas (TAP), procedimientos de contabilidad de roaming (RAP) y Evolución de facturación y cobro (BCE).

1.5. Tendencias Actuales en Servicios roaming

Las tendencias actuales en servicios roaming refleja la evolución de la industria de las telecomunicaciones y como los operadores móviles se adaptan a las demandas cambiantes de los consumidores y las tecnologías emergentes. Aquí algunas tendencias clave de roaming en la actualidad.

1.5.1. Roaming 5G

La red 5G se está expandiendo rápidamente ya que es una solución eficaz para las necesidades empresariales emergentes que la red LTE no puede soportar: actualizaciones de velocidad, menor latencia, mayor capacidad y mayor ancho de banda. Los primeros en adoptarlos lanzaron servicios comerciales 5G aprovechando su infraestructura de red de radio 4G existente con la introducción de 5G New Radio (NR), el llamado 5G Non-Standalone (NSA) (Orange, 2022)

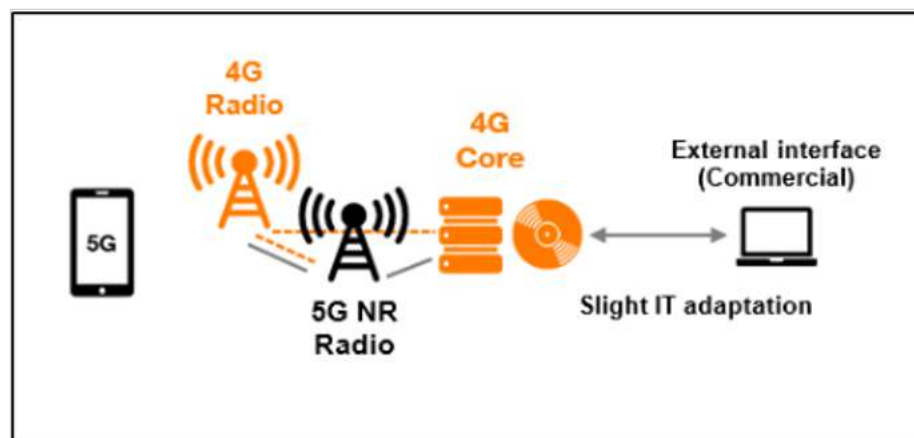


Figura 7. Tecnología 5G Standalone utilizando Evolved Packet Core (EPC).
(Orange, 2022)

Considerando que las inversiones en 4G siguen en curso y que la adopción de la tecnología por parte de los consumidores aún se encuentra en su etapa incipiente, 5G se perfila como una tecnología a mediano y largo plazo en América Latina y el Caribe. Esto es particularmente válido considerando las limitaciones a corto plazo respecto de la disponibilidad a dispositivos 5G y los potenciales desafíos regulatorios (incluyendo el espectro). (GSMA "La Economía Móvil en América Latina y el Caribe 2018", 2018)

Actualmente, el 5G se está introduciendo en el mercado como 5G NSA, mientras que los operadores están trabajando en 5G Standalone (SA). Con esta próxima evolución, los operadores podrán ofrecer nuevos casos de uso que requieren una latencia Ultra baja, una confiabilidad muy alta y/o una conectividad masiva al internet de las cosas (IoT). (Orange, 2022)

La mayoría de los operadores que actualmente ofrecen servicios 5G dependen de las redes NSA, que se construyen utilizando un CORE 4G/LTE y facilita los acuerdos de roaming existente. Sin embargo, cada vez hay más operadores que han implementado con éxito redes 5G SA, como son: Próximos en Bélgica, DirecTV en Colombia, Singtel en Singapur, China Telecom en China, Rogers en Canadá y Vodafone en Alemania. (Junquera, 2021)

Con la implementación de redes 5G en todo el mundo, se espera que el roaming 5G se convierta en una tendencia importante. Los operadores están trabajando en acuerdos de roaming para permitir que los suscriptores utilicen las redes 5G cuando viajen a otros países.

La GSMA Intelligence espera que la cobertura 5G comience con su rápida expansión para 2025 cuando alcance a poco más del 40% de la población. La adopción comenzará a aumentar una vez que la cobertura alcance la masa crítica en los mercados clave, con proyecciones que indican que para 2025, las conexiones 5G superarán los 62 millones, equivalentes al 8% de las conexiones totales en la región. (GSMA "La Economía Móvil en América Latina y el Caribe 2018", 2018)

1.5.2.eSIM y roaming.

La eSIM es la abreviatura de Embedded SIM (SIM incorporada) y es una versión digital de una tarjeta SIM. La eSIM te permite conectarte a tu red sin tener que lidiar con un chip físico. En lugar de almacenar toda esa información necesaria en una tarjeta SIM, puedes descargar esos datos a tu dispositivo a través de internet, activar tu eSIM y conectarte a tu red de forma completamente virtual. (AT&T, 2023)

La ventaja más evidente que la eSIM puede representar para los suscriptores es la posibilidad de simplificar y agilizar bastante la burocracia a la hora de cambiar de operadora. Incluso podría simplificar el cambio del plan de datos dentro de una misma operadora. Sin embargo, para que esta SIM embebida llegue a buen puerto debe superar con éxito un reto importante: sus especificaciones deben ser aceptadas por las operadoras, los fabricantes de smartphones y las empresas que actualmente está fabricando las tarjetas SIM físicas. (López, 2015)



Figura 8. Ilustración de la eSIM. (López, 2015)

El grupo de trabajo que se está encargando de definir estas especificaciones existe desde hace tiempo, y no está constituido únicamente por Apple o Samsung, sino también por otros fabricantes de teléfonos móviles como Huawei, Sony y LG, e incluso por varios fabricantes de tarjetas SIM, como STMicroelectronics, Valid y Oberthur Technologies, entre otros. Es esencial que lleguen a un acuerdo porque la eSIM aspira a ser un estándar que garantice la interoperabilidad con independencia de la operadora, del fabricante del móvil y del propietario de la propia SIM electrónica. Y también pretende ser el formato universalmente utilizado en el futuro en dispositivos móviles con conexión a las redes telefónicas. (López, 2015)

1.5.2.1. Tarifas roaming más asequibles

Muchos operadores están reduciendo las tarifas de roaming internacional para hacer que los servicios sean más asequibles para los viajeros. Algunos incluso ofrecen planes de roaming ilimitados para datos y llamadas rápida en el extranjero.

1.5.2.2. Seguridad roaming

La seguridad roaming es una preocupación creciente. Los operadores están implementando medidas de seguridad avanzadas para proteger la privacidad y la integridad de los datos de los suscriptores en itinerancia.

1.5.2.3. IoT & roaming

El Internet de las cosas (IoT) está impulsando a la necesidad de los acuerdos de roaming para dispositivos conectados, como sensores y dispositivos inteligentes. Esto permite que las aplicaciones de IoT funcionen globalmente.

Están tendencias reflejan como el roaming continúa siendo una parte integral de la experiencia de los usuarios de telefonía móvil en un mundo cada vez más conectados. Los operadores están trabajando para hacer que el acceso a servicios roaming sea más conveniente, asequibles y eficiente para los viajeros.

Capítulo 2. Documentación de los distintos acuerdos comerciales existentes en Roaming.

2.1. Tipos de Acuerdos roaming.

A nivel comercial existen dos tipos de acuerdos entre operaciones móviles, los cuales son:

2.1.1. Acuerdo unilateral.

Se permite el acceso solo a una de las redes involucradas al usuario visitante por lo general este tipo de acuerdos surgen cuando no existe un negocio rentable para alguno de los dos operadores por los altos costos y pocos usuarios que se registren a el destino específico o bien porque ya existe un acuerdo con otro operador del país en cuestión (Carrillo Albeño, 2017).

2.1.2. Acuerdo bilateral.

El más utilizado, se permite el acceso en la red de ambos operadores para sus usuarios, teniendo como restricción haber finalizado las pruebas correspondientes de IREG y TADIG en ambas redes, en el caso de que exista problemas en alguna red con algún tipo de servicio o la validación de tarificación del acuerdo para ser usado comercialmente hasta que los mismos se solucionen (Carrillo Albeño, 2017).

A continuación, se describe la facturación que existe hacia el suscriptor y las consideraciones para la facturación entre operadoras.

2.1.3. Acuerdos de Tarifas a Suscriptores.

En este punto podemos comparar las variaciones de tarifas correspondientes a diferentes regiones del mundo. Esto puede variar en dependencia de regulaciones nacionales, acuerdos entre operaciones pertenecientes a una misma transnacional o acuerdos de libre comercio (Nogales Yáñez, 2019).

Un ejemplo de establecimiento de tarifas es la Unión Europea, que es uno de los mercados donde hay más información disponible y por la cantidad de países y

operaciones se llegó a una regulación que estandariza los precios roaming por sus servicios para los usuarios finales. (Nogales Yáñez, 2019).

Tabla 1. Evolución de Precios, Unión Europea (Nogales Yáñez, 2019)

Línea de tiempo de fijaciones de tarifas por la Comisión Europea

Descripción	2007	2012	1 Julio 2014	30 Abril 2016**	15 Junio 2017***
Llamadas de voz salientes (por minuto)	€0.49	€0.29	€0.19	Precio doméstico + un incremento de €0.05	Roaming como en casa – sin fee extras, el mismo precio doméstico.
Mensajes de texto saliente (por evento)	€0.28	€0.09	€0.06	Precio doméstico + un incremento de €0.02	
Datos (data download, por MB*)	€6	€0.7	€0.20	Precio doméstico + un incremento de €0.05	

Para Nicaragua, las dos principales operadoras móviles ofrecen servicio “sin costo” para sus clientes hacia la mayoría de los países de la región.

Tigo Nicaragua ofrece servicio sin costo para planes postpagos superiores a \$15.99 dólares mensuales a 20 destinos de la región, en cuanto a planes prepago, estos tienen la misma tarifa nacional para Centro América y paquetes prepago de 3 días a \$10 dólares y 10 días a costo de \$20 dólares para Estados Unidos y otros países de América. (Tigo Nicaragua, 2023)

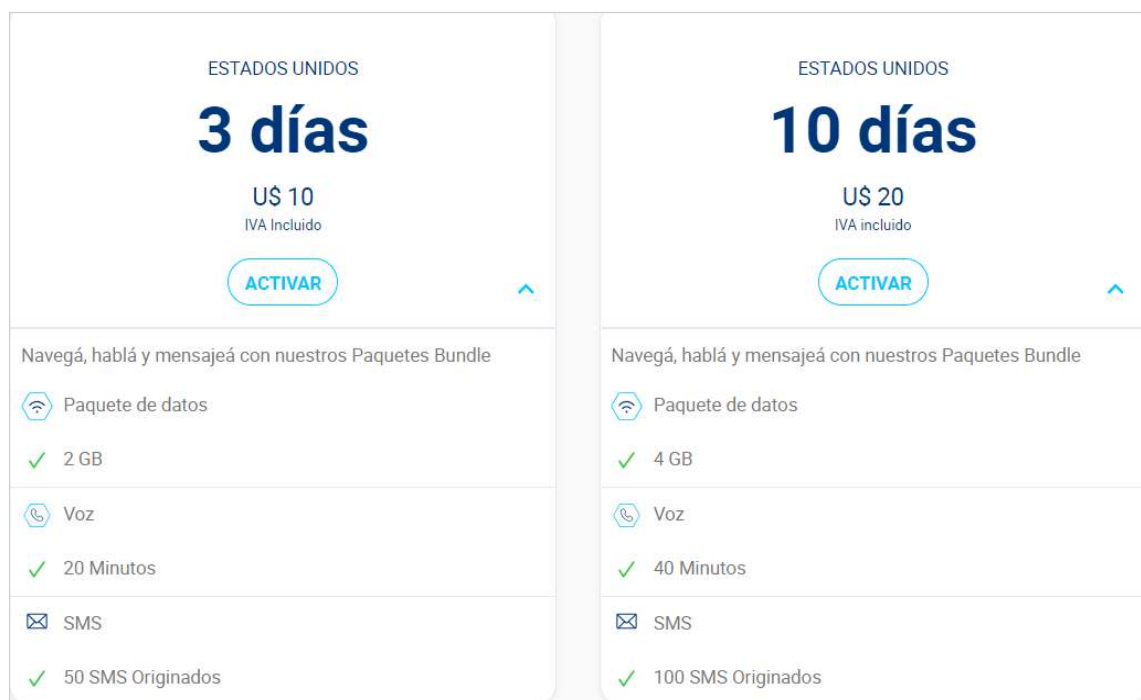


Figura 9. Precios cliente prepago Tigo Nicaragua (Tigo Nicaragua, 2023)

Claro Nicaragua ofrece servicio roaming gratuito para usuarios postpago en todo el continente americano y tarifas fijas de llamadas para usuarios prepago. (Claro Nicaragua, 2023).

Tabla 2. Tabla de precios por minutos para clientes prepago.

PAQUETES DE ROAMING	ESTADOS UNIDOS	AMÉRICA
10 mins.	\$11.00	\$13.00
15 mins.	\$15.00	\$16.50
25 mins.	\$22.00	\$26.00
250 mins.	\$42.20	\$50.20

Estos precios se logran principalmente gracias a la presencia de ambas empresas en la región, lo que facilita la apertura de acuerdos comerciales roaming.

2.1.4.Consideraciones para la facturación entre operadoras

Para analizar este punto primero es necesario describir que es roaming desde el punto de vista comercial, el cual sería de la siguiente forma. (Benavides, Amaya, & Delgado, 2019)

- El usuario móvil A dispone del servicio "International Mobile roaming" o El usuario móvil A dispone del servicio IMR con su operador doméstico y se conecta automáticamente con la red visitada A en el extranjero. Esto implica el intercambio de tráfico entre el operadore doméstico y el operador visitado A, en este intercambio existe un acuerdo mayorista entre ellos el cual especifica como se habilita este tráfico en la red del operador visitado A.
- Usualmente, el operador doméstico tiene acuerdos mayoristas con otros operadores del país visitado. El usuario móvil A puede llamar a su país a través de redes visitadas del otro país con las que haya establecido acuerdos mayoristas. Las llamadas se tramitan por medio de servicios internacionales de tránsito.
- El usuario móvil A paga el precio minorista por el servicio roaming al operador doméstico (no le paga al operador visitado). En el caso en que el usuario móvil A no hay usado los acuerdos mayoristas con el operador visitado B, no tendrá pagos adicionales.
- El operador visitado A envía los archivos de procedimientos de cuentas transferidas (TAP) a una Clearing House, que a su vez lo envía al operador doméstico, para propósitos de facturación. Con esta información, el operador doméstico paga al operador visitado los cargos mayoristas acordados. A su vez, el operador visitado le paga al operador internacional por el tránsito, y el operador internacional le paga al operador doméstico los cargos de terminación de llamadas en el país de origen.

Al establecer un acuerdo comercial para roaming las operadoras deben tener en cuenta los costos por barreras estructurales y técnicas los cuales según la plataforma GSMA serían: (GSM Associations, 2013)

- **La doble tasación:** incrementa los precios al por menor. Esto significa que los precios al por menor pueden ser ineficientemente altos, lo que afecta a la industria y a los usuarios de móvil, así como a los ingresos del estado.
- **Fraude:** El fraude sigue siendo una preocupación financiera importante para las operadoras. A pesar de los crecientes esfuerzos para su erradicación, causa pérdidas de hasta el cinco por ciento del total de los ingresos en América Latina y puede llegar hasta un 25 por ciento cuando los usuarios utilizan roaming. La GSMA y los organismos regionales están desarrollando iniciativas para reducir el fraude y más del 80 por ciento de las operadoras de América Latina han mejorado el denominado Intercambio de Datos roaming en Tiempo Casi Real (NRTRDE). Para que el fraude sea reducido significativamente, tiene que hacerse cumplir el NRTRDE mediante acuerdos generales roaming, lo que requiere un incremento de las inversiones en tecnología y de las negociaciones de esos acuerdos generales roaming.
- **Los gateways internacionales:** son los sistemas a través de los que se realizan y reciben llamadas internacionales. En aquellos lugares donde los tránsitos internacionales no están liberalizados, sus costes suponen una proporción significativa de los costes totales del roaming. Incluso con el incremento del volumen, no hay posibilidad de negociar los precios para aquellas operadoras que trabajan a través de tránsitos monopolizados.

2.2. Evaluación y establecimiento de Acuerdos

2.2.1. Evaluación comercial y técnica para establecer acuerdo de apertura de servicios roaming

El proceso de evaluación de una Operadora Móvil para establecer un nuevo acuerdo comercial no es muy diferente al de cualquier otra industria. Se evalúa principalmente factibilidad a nivel comercial, técnico, regulatorio entre otros.

Por ejemplo; para América latina según datos de GSMA para 2025 se espera que el porcentaje de suscriptores únicos crezca a un 90%, representando una adecuada tendencia de crecimiento a conectividad de suscriptores, que al año 2019 existía un 67% de suscriptores móviles únicos que se traduce a 422 millones de suscriptores en toda América Latina (GSMA Association)

Los operadores móviles consideran varias cuestiones fundamentales antes de abrir un nuevo acuerdo roaming con otro operador. Algunas de las consideraciones clave incluyen: (GSMA & BLUENOTE, 2013).

Los operadores móviles consideran varias cuestiones fundamentales antes de abrir un nuevo acuerdo roaming con otro operador. Algunas de las consideraciones clave incluyen: (GSMA & BLUENOTE, 2013).

2.2.1.1. Evaluación de Mercado

Los operadores evalúan si existe una demanda significativa de servicios de roaming en la región o país objetivo, determinando la frecuencia con la que los clientes viajan al extranjero y utilizan sus dispositivos móviles en redes fuera de su país de origen. Esto puede basarse en la cantidad de turismo, viajes de negocios y suscriptores que podrían beneficiarse de servicios roaming. Así como también el análisis de tendencia de evolución de red en los próximos años.

También se evalúa la competencia en el mercado de roaming para comprender cómo se posicionan frente a otros MNO y qué ventajas competitivas pueden ofrecer. Otra forma en que la competencia afecta la evaluación comercial es si otras operadoras ofrecen servicios de valor agregado, tales como un ancho de

banda superior (roaming de alta velocidad), roaming 5G, VoIP, sms sin costo, servicio de atención al cliente entre otros que puedan ser atractivos a los potenciales clientes. (GSMA Association)

2.2.1.2. Beneficios Recíprocos

Los beneficios recíprocos son un componente clave en la evaluación de acuerdos comerciales de roaming entre operadores móviles (MNO). Estos beneficios se refieren a las ganancias y ventajas que obtienen los operadores de ambas partes del acuerdo, y son fundamentales para garantizar que el acuerdo sea mutuamente beneficioso. A continuación, se detallan los beneficios recíprocos más relevantes:

- **Ampliación de Cobertura:** Un MNO puede expandir su área de cobertura permitiendo que sus suscriptores se conecten a la red de roaming de otro MNO.
- **Aumento de Ingresos:** Ambos MNO pueden aumentar sus ingresos mediante la facturación cruzada. Cuando un suscriptor de un MNO utiliza servicios en la red de roaming de otro MNO, se generan ingresos que se comparten entre las partes de acuerdo con las tarifas acordadas.
- **Mayor Retención de Clientes:** Ofrecer servicios de roaming a sus suscriptores les brinda una experiencia de usuario mejorada y les ayuda a mantenerse conectados mientras viajan. Esto puede aumentar la lealtad del cliente y reducir la rotación de clientes.
- **Acceso a Nuevos Mercados:** Los acuerdos de roaming permiten a los MNO expandirse a nuevos mercados sin tener que invertir en infraestructura local. Esto facilita la entrada a regiones internacionales y el acceso a nuevos grupos de clientes (GSMA Association).

2.2.1.3. Tecnología Compatible

Cuando dos MNO desean establecer un acuerdo de roaming, es esencial que sus redes sean compatibles desde el punto de vista tecnológico. Esto implica que las redes deben ser capaces de comunicarse entre sí y permitir que los suscriptores se conecten sin problemas. La falta de compatibilidad puede llevar a problemas técnicos y una mala experiencia del usuario.

Las redes compatibles pueden garantizar una alta calidad de servicio para los suscriptores en roaming. Esto incluye una buena calidad de llamadas, velocidad de datos razonable y tiempos de latencia bajos.

Otra forma en la que redes compatibles son importantes es en la gestión y el mantenimiento de la red, lo que puede ahorrar tiempo y costos operativos. Los equipos de soporte y operaciones pueden trabajar de manera más eficiente cuando las tecnologías son compatibles. (GSMA Association)

2.2.1.4. Marcos Regulatorios

Las normativas locales e internacionales pueden establecer reglas y requisitos específicos que los MNO deben cumplir al celebrar acuerdos de roaming. Los operadores deben estar al tanto de estas regulaciones y asegurarse de que sus acuerdos cumplan con los requisitos legales y regulatorios.

Algunos reguladores establecen límites a las tarifas que los operadores pueden cobrar por los servicios de roaming. Esto puede afectar la evaluación financiera de un acuerdo, ya que las tarifas reguladas pueden limitar las oportunidades de ingresos, esto sucede en zonas como la Unión Europea dónde los operadores están obligados a proporcionar ROAMING en todos los países sin cobro adicional para los suscriptores. (GSMA Association)

2.2.1.5. Seguridad de la Red

La seguridad de la red es fundamental para proteger la privacidad de los datos de los suscriptores. Los acuerdos de roaming involucran la transmisión de datos de usuarios a través de redes de diferentes operadores y países. Garantizar la integridad y la confidencialidad de estos datos es esencial para cumplir con las

regulaciones de privacidad y proteger la información personal de los suscriptores.

Los MNO deben saber responder a diversas amenazas de seguridad, como ataques cibernéticos, malware y fraudes. Los MNO deben garantizar que sus acuerdos incluyan medidas de seguridad sólidas para proteger las redes contra estas amenazas. Esto puede incluir firewalls, detección de intrusiones, autenticación sólida y encriptación de datos.

En caso de presentarse un incidente que comprometa la seguridad de la red roaming los acuerdos deben incluir procedimientos para la gestión de incidentes de seguridad. Esto implica la notificación y la respuesta a incidentes de seguridad, así como la colaboración entre los operadores en la resolución de problemas de seguridad. (GSMA Association)

2.2.1.6. Evaluación de CAMEL en acuerdos de roaming

CAMEL (Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic) es un estándar que permite a los operadores móviles personalizar y mejorar la funcionalidad de sus redes. En el contexto de los acuerdos de roaming, CAMEL desempeña un papel importante al influir en la calidad y personalización de los servicios que los suscriptores pueden disfrutar cuando viajan a través de redes de operadores asociados. Un acuerdo CAMEL puede influir en el establecimiento de acuerdo roaming de la siguiente manera:

- **Personalización de servicios:** CAMEL permite a los operadores diseñar servicios específicos que se activarán cuando un suscriptor se encuentre en una red visitada. Esto significa que los servicios, como el reenvío de llamadas o la detección de llamadas fraudulentas, se pueden personalizar según las preferencias del suscriptor, lo que mejora la experiencia del usuario durante el roaming.
- **Consistencia en la prestación de servicios:** los suscriptores pueden esperar la misma funcionalidad y calidad de servicio, independientemente de dónde se encuentren, lo que contribuye a la satisfacción del cliente.

- **Eficiencia de la facturación y la compensación:** Los operadores utilizan acuerdos CAMEL para establecer tarifas y procedimientos de facturación para los servicios roaming personalizados.
- **Cumplimiento Normativo:** CAMEL asegura que los servicios cumplan con los requisitos regulatorios tanto en las redes de origen como en las redes visitadas. Esto garantiza la seguridad y la privacidad de los datos del usuario y evita problemas regulatorios (GSMA Association).

2.2.2. Acuerdo Comercial entre Operador y roaming Hub

Se presenta un ejemplo acuerdo comercial entre un MNO y un Roving Hub en el establecieron un “Acuerdo Marco de Servicios”, que contempla términos y condiciones para las partes en la prestación del servicio en referencia, generando obligaciones para ambas partes.

El acuerdo contiene 3 anexos en los que están establecidas las disposiciones, responsabilidades y obligaciones adquiridas tanto por el cliente que es el MNO y el proveedor del servicio roaming Hub.

A continuación, se mencionan algunos puntos relevantes tanto del Acuerdo Marco de Servicio, como de los Anexos de servicio firmados por el MNO y el proveedor de servicio roaming.

2.2.2.1. Ejemplo de Acuerdo Marco de servicio entre roaming HUB y Operador móvil

Se presentan algunos aspectos relevantes del Acuerdo Marco de Servicio tales como:

- Se establece que, para solicitar los Servicios, el Cliente deberá complementar y enviar a roaming Hub la Orden de Servicio correspondiente. Las condiciones que se aplican a cada tipo de Orden de Servicio (incluyendo plazo y cancelación, entrega y prueba) se describen en el Programa de Servicio. Una Orden de Servicio no será efectiva hasta que sea aceptada por el roaming Hub.

- El roaming Hub podrá cambiar o modificar un servicio mediante notificación previa por escrito al Cliente en los siguientes casos:
 - a) **Cambios en la gestión de servicios:** El proveedor puede cambiar la forma en que se opera/gestiona el Servicio mediante notificación por escrito con 30 días de antelación al Cliente, los SLA del Servicio no se verán afectados.
 - b) **Cambios en los Servicios:** El proveedor podrá, en cualquier momento, proponer al Cliente un cambio de un Servicio mediante la puesta a disposición de una nueva versión de los Anexos de Servicio correspondientes y el Cliente podrá, a su entera discreción, optar por aceptar dicho cambio en los Horarios de Servicio (formalizando una modificación del MSA).
 - c) **Eliminación gradual de los Servicios:** El roaming Hub puede eliminar gradualmente un Servicio, lo que significa que no se prestará ninguna nueva prestación de ese Servicio.
- En el acuerdo marco las partes declaran de buena fe, que no están y no han estado inmersas en actos ilícitos para concretar la relación comercial entre el operador y la empresa de servicios de roaming hubs, como se describe a continuación: Las Partes, incluyendo cualquiera de sus subsidiarias, representantes o agentes involucrados en el objeto de este Acuerdo, declaran y garantizan a su leal saber y entender que: no han participado, en relación con este Acuerdo, no participan y no participarán en ninguna acción que viole la Ley de Prácticas Corruptas en el Extranjero (FCPA) de los Estados Unidos de América, la Ley contra el Soborno del Reino Unido de 2010, o cualquier otra ley o reglamento que se aplique en el territorio en el que las Partes tengan sus negocios; no ha realizado, acordado o prometido realizar en relación con este Acuerdo y no hará, acordará o prometerá realizar, directa o indirectamente, un pago a ningún proveedor, cliente, entidad gubernamental, candidato político, servidor público, empleado de una entidad pública extranjera o cualquier otra persona en posición de afectar el negocio con el fin de influir en

cualquier decisión de dicha persona con el fin de obtener un beneficio indebido.

- Respecto a la facturación en el Acuerdo Marco de Servicio indica que: A menos que se disponga lo contrario en el Acuerdo, las tarifas adeudadas en virtud de cada Servicio se pagarán de acuerdo con los términos de pago en virtud de este Acuerdo. El proveedor de roaming emitirá facturas al Cliente por los Servicios prestados, y estas facturas corresponderán a los cargos relacionados con cada Servicio.
- Se establece en el acuerdo que las partes involucradas (cliente y proveedor) en la prestación de los Servicios, no violarán los Derechos de Propiedad Intelectual de ningún tercero (GSMA Association).

Por otro lado, el *Acuerdo Marco de Servicio* también contiene las causales para la suspensión de servicios:

- **Suspensión por incumplimiento del cliente:** Si el Cliente no paga cualquier cantidad no disputada a su vencimiento y dicha cantidad permanece sin pagar treinta días después, el roaming Hub puede, sin perjuicio de sus otros derechos y recursos, enviar al Cliente una notificación informando al Cliente del incumplimiento y brindando una oportunidad para que el Cliente subsane dicho incumplimiento. Si el Cliente no subsana su incumplimiento en un plazo de sesenta días a partir de la recepción de la Notificación de Solución, el roaming Hub tendrá derecho a suspender o rescindir los Servicios acordados en el contrato.
- **Suspensión forzosa:** Si el ROAMING HUB se ve obligado a suspender un Servicio o Servicios para cumplir con una orden, instrucción o solicitud del gobierno, una organización de servicios de emergencia u otra autoridad administrativa competente, ROAMING HUB hará todo lo posible para notificar al Cliente el requisito de suspender el Servicio o los Servicios antes de dicha suspensión, el ROAMING HUB tendrá derecho a

suspender los Servicios con efecto inmediato y sin ninguna otra formalidad y sin responsabilidad.

- **Recuperación ante desastres:** ROAMING HUB deberá, en un plazo de treinta (30) días y sin coste adicional para el Cliente, desarrollar un plan de recuperación ante desastres y continuidad del negocio que se implementará en caso de desastre, interrupción importante del negocio u otro evento similar ("Desastre") que tenga o pueda tener un impacto grave en la capacidad de ROAMING HUB para prestar los Servicios. (GSMA Association)

2.2.2.2. Ejemplo de Anexo: Interconexión de roaming de Datos entre roaming Hub y MNO

Se detallan algunos ítems relevantes de un anexo sobre interconexión de Marco de Servicio:

- Según el anexo, el alcance del Servicio se basa en los siguientes aspectos: proporcionar un sistema de comunicación aislado y exclusivo para el intercambio de tráfico IP entre proveedores de servicios (Cliente y sus Socios) que evite el acceso de terceros no relacionados y prestar el Servicio en el PoP (protocolo de oficina de correos) más cercano al Cliente.
- El roaming Hub ofrece servicios de Red de Transporte, servicio DNS (Servidor de nombre de dominios), que permitirá al Cliente conectarse a la red del proveedor a través de una VPN (red privada virtual) que ofrece alto QoS y llegar a los Socios del Cliente para el intercambio de datos del Usuario Final en escenarios de itinerancia.
- Para garantizar la interoperabilidad, todos los proveedores de servicios telefónicos conectados a la red de itinerancia de datos del roaming Hub IPX (así como a la red troncal IP de cualquier otro proveedor IPX) deberán cumplir con las siguientes reglas comunes:

- a) El tráfico no debe pasar a través de más de dos redes de proveedores IPX.
 - b) Admitir QoS de extremo a extremo.
 - c) Uso de BGP como protocolo de enrutamiento.
 - d) Direccionamiento IP público.
 - e) ASN público (número de sistema autónomo) o ASN privado registrado por la GSMA.
 - f) Uso de atributos de comunidades BGP para separar diferentes proveedores de servicios telefónicos.
 - g) De acuerdo con el documento GPRS IR.34.
- Para la prestación de una orden de servicio el roaming Hub recibirá del Cliente un Formulario de Orden de Servicio completado y una descripción de la conectividad de roaming de datos y acceso IPX. El equipo de aprovisionamiento del proveedor proporcionará el acceso y la conectividad. El equipo de aprovisionamiento usará los formularios de pedido de servicio completados para aprovisionar y configurar los servicios.
 - En el anexo I, se establece el procedimiento para la atención de ordenes de servicios solicitadas por la operadora. El centro de operaciones del roaming Hub funcionará las 24 horas del día, los 7 días de la semana. El Servicio se presta de forma continua. El proveedor asignará recursos para manejar hasta dos procesos de aprovisionamiento de pedidos de servicio inicial simultáneos/paralelos para el Cliente. Cuando la capacidad de aprovisionamiento de ROAMING HUB esté completamente ocupada, se pondrán en cola más órdenes de servicio de CLIENTE (GSMA Association).

Un aspecto muy importante del Anexo son los KPI's del servicio que se detallan a continuación.

- Retraso de ida y vuelta (RTD): El tiempo que tarda un paquete en ir de un punto a otro y regresar.

- La medición de estos retrasos se realizará mediante muestras recogidas cada 5 minutos. Cada muestra constará de paquetes de sondeo especiales, según lo definido por RFC 2330, de 100 bytes (20 para el encabezado IP, 8 para el encabezado UDP y 72 para la carga útil) cada uno.
- Los valores de retardo se obtienen tomando el retardo promedio periódico diario entre los enrutadores de tránsito seleccionados dentro de la red IPX. El promedio diario de todas las mediciones recogidas se comunicará mensualmente al Cliente a través de los informes accesibles a través de la Web. El valor obtenido será la base de cualquier reclamación por parte del CLIENTE.
- Pérdida de paquetes (PL): relación entre el total de paquetes perdidos y el total de paquetes enviados durante un período de tiempo determinado (GSMA Association).

Pérdida de paquetes (PL): relación entre el total de paquetes perdidos y el total de paquetes enviados durante un período de tiempo determinado (GSMA Association).

2.2.2.3. Ejemplo de Anexo: Unidad Técnica de roaming Global

Se establece en el Anexo del acuerdo que el Proveedor le brindará al Cliente servicios adicionales de:

- PRUEBAS IREG
- GESTIÓN DE LA CALIDAD
- APROVISIONAMIENTO DE SERVICIOS
- CONFIGURACIÓN DEL SERVICIO
- SOPORTE DE PROBLEMAS
- GESTIÓN DE PROBLEMAS
- SOPORTE DEL SISTEMA
- DISEÑO DE ITINERANCIA
- GESTIÓN DEL RENDIMIENTO

- GESTIÓN CONTABLE (FACTURACIÓN/TADIG)
- SS7 / SIGTRAN TRANSPORT (servicios de transportista SCCP)
- CONVERSIÓN UIT/ANSI
- DIRECCIÓN DE TRÁFICO
- SMS DE BIENVENIDA

De acuerdo con el anexo, los SLO (Service Level Operation) definen el Nivel de Servicio para todos los servicios prestados por la Proveedor al Operador que son.

- Disponibilidad de la red
- Unidades locales para pruebas y propósito de IREG
- Procedimiento de escalamiento

El anexo también define lo que el roaming Hub aceptará como "incidente", que es una falla general que afecte a cualquier servicio que afecte a cualquiera de los Operadores. Las incidencias se clasificarán de acuerdo con la siguiente lista:

- **Fallos críticos:** falla de los servicios de roaming que afecte a todos los roamers o a cualquier cliente VIP considerado de cualquier Red.
- **Fallos graves:** fallo de los servicios de itinerancia que afectan a un Servicio para cualquier Red.

Ante el reporte de un incidente el proveedor proporciona una solución escalable y eficaz para entender y gestionar el negocio de roaming internacional. Además, el servicio ofrece un sistema de monitorización global que permite examinar las actividades de itinerancia de los abonados itinerantes en tiempo real, proporcionando sesiones de itinerancia de captura y presentación para actividades de resolución de problemas (GSMA Association).

Ante el reporte de un incidente el proveedor proporciona una solución escalable y eficaz para entender y gestionar el negocio de roaming internacional. Además, el servicio ofrece un sistema de monitorización global que permite examinar las actividades de itinerancia de los abonados itinerantes en tiempo real,

proporcionando sesiones de itinerancia de captura y presentación para actividades de resolución de problemas (GSMA Association).

2.2.2.4. Ejemplo de Anexo: Descripción del Servicio Diameter LTE

Este anexo describe su función como: El servicio de intercambio Diameter del roaming Hub, que está diseñado para ayudar a aliviar los desafíos a los que se enfrentarán los operadores durante la transición a una red totalmente IP, ofreciendo una sólida escalabilidad, seguridad, enrutamiento, mediación flexible y gestión de roaming de suscriptores. El servicio Diameter Exchange del roaming Hub ayudará a los operadores LTE a lanzar rápidamente el roaming LTE a nivel mundial sin la preocupación de problemas de interoperabilidad con los diferentes proveedores de señalización de Diameter y otros operadores LTE desplegados, Diameter es la versión renovada de lo que anteriormente se conocía como Señalización de Número 7.

Según el anexo respecto al servicio LTE Diameter, el roaming Hub proporcionará modelos técnicos y comerciales eficientes de Hubbing o Service Transit por medio de enrutamiento Diameter y capacidades de relé/proxy. Este enfoque reduce el número de interconexiones de señalización y garantiza la escalabilidad general.

Según el anexo las siguientes interfaces son compatibles con la red Diameter del roaming Hub:

Tabla 3. Protocolos Diameter (GSM Associations, 2013)

Nodos	ID de interfaz	Protocolo
MME - HSS	S6a	Protocolo de base de diámetro (IETF RFC 3588) y 3GPP TS 29.272)
S4-SGSN - HSS	S6d	Protocolo de base de diámetro (IETF RFC 3588) y 3GPP TS 29.272)
SGW - PGW	T8	GTP (GTP-C 3GPP TS 29.274 y GTP-U 3GPP TS 29.281) o PMIP (IETF RFC 5213) y 3GPP TS 29.275)
hPCRF - vPCRF	S9	Protocolo de base de diámetro (IETF RFC 3588 [3]) y 3GPP TS 29.125)

Las capacidades del servicio de intercambio de diameter que ofrece el roaming Hub son: Agente Relay Diameter, Agente Proxy Diameter, capacidades básicas Diameter, enrutamiento con otros proveedores Diameter, transporte: Diameter sobre protocolo TCP y sobre STCP, Servicio de STCP Homing, redundancia geográfica, control de sobrecarga de tráfico y seguridad avanzada en Diameter.

En cuanto a control de precios, el anexo establece Tarifa basada en Diameter MSU: el roaming Hub contará el número total de mensajes de solicitud/respuesta de Diameter intercambiados entre el Cliente y las Plataformas de Enrutamiento de la infraestructura Diameter del proveedor durante el mes y aplicará cargos basados en el volumen total de los mensajes.

En el anexo se establece también, cual es la medición del KPI de disponibilidad, el cual se realizará mensualmente para la plataforma LTE Diameter. Para LTE se aplica el sistema de Diameter del 99.99%. (AnónimoIII, 2022)

2.3. Proceso para garantizar Calidad de Servicio (QoS) en roaming

La calidad de servicio en un acuerdo de apertura roaming se determina mediante los resultados de pruebas estandarizadas a nivel de servicios de voz *Pruebas IREG International roaming Experts Group* y datos *Pruebas TADIG. (Transferred Account Data Interchange Group)*

2.3.1. Pruebas Interstandard roaming and Interoperability Testing (IREG).

Estas pruebas se basan en el protocolo definido por la GSMA IR.24 (End to End Functionality Capability Specification for Inter – PLMN roaming).

Las pruebas IREG se realizan para garantizar que un dispositivo móvil pueda cambiar de una red a otra sin problemas, que la autenticación y los servicios continúen funcionando correctamente y que no haya problemas de interoperabilidad entre las redes móviles de diferentes operadores o tecnologías. Estas pruebas son fundamentales para garantizar una experiencia de usuario fluida cuando se viaja y se utiliza un dispositivo móvil en redes de otros operadores. (Carrillo Albeño, 2017)

2.3.1.1. Servicios Básicos

En las pruebas de servicios básicos no se debe tener ningún servicio suplementario activo sobre el IMSI que se utilizará. Además, es recomendable que, a la hora en que se realizan las pruebas, sean registradas por un reloj en ambas redes involucradas para tener una mayor certeza y que sea más fácil detectar un CDR (Call Detail Record). (Carrillo Albeño, 2017)

En las pruebas se habla de un MS (a) y un HPLMN (a) que son los elementos de una RED A, y de un VPLMN (b) que es la red visitada.

El proceso consiste en encender el MS(a) obligando a gestionar una actualización de registro en la VPLMN(b) por lo que será necesario verificar en la MSC de la VPLMN que da cobertura al MS(a) se haya creado un VLR para el

IMSI/MSISDN correspondiente de la MS(a), además en el HLR de la red casa se debe tener la dirección del VLR al que corresponda a la red visitada. A continuación, se deben realizar los siguientes pasos:

- **Servicios del control del operador:** se debe establecer una llamada utilizando el MS(a) y el operador de la red Home procede a borrar el registro del MS(a) a través de una interfaz de máquina directamente en el HLR. La prueba es satisfactoria si en primer lugar la llamada establecida se libera y además si el registro en el VLR de la red visitada es borrado. Esta prueba demuestra que es posible la cancelación del registro por el operador de la red Home. Otra prueba que debe realizarse con el manejo del operador de la red Home es la activación de la restricción de llamadas salientes y entrantes del MS(a) con lo cual en la red visitada no será posible originar o recibir llamadas asegurando al operador que puede eliminar estos servicios en caso se reporte el extravío del MS(a) o bien se llegue a un límite de crédito establecido.
- **MS (1) y MS (2) ambos en roaming en la VPLMN:** para iniciar esta prueba es que ambos MS estén correctamente registrados en la red visitada y que ninguno de ellos tenga una restricción de llamada asignada. Procedimiento: se origina una llamada desde el MS (1) al MS (2) la cual debe atenderse y dejarla enlazada por lo menos durante 30 segundos, la llamada debe cumplir con los estándares de calidad de voz de la red visitada, además de permitir la correcta visualización del número llamante.
- **PSTN (b) llama a MS (a) con VLR perdido en la VMSC (b):** es necesario establecer una llamada desde un teléfono de la PSTN(b) hacia el MS(a). Si la llamada es completada en la primera prueba esta debe mantenerse establecida por lo menos durante 30 segundos, de lo contrario será necesario realizar una segunda prueba, lo que nos ayudará a comprobar que la actualización del registro del MS(a) si es posible.

- **PSTN (b) llama a MS (a) sin registro y en roaming en la VPLMN (b):**
Como requisito para esta prueba es necesario que el MS(a) no tenga registro en la red visitada por lo que al intentar un enlazar una llamada a la MS(a) debemos obtener un anuncio indicando que la MS(a) no está disponible (OCHOA GÓMEZ & ORTIZ FIERRO, 2012).

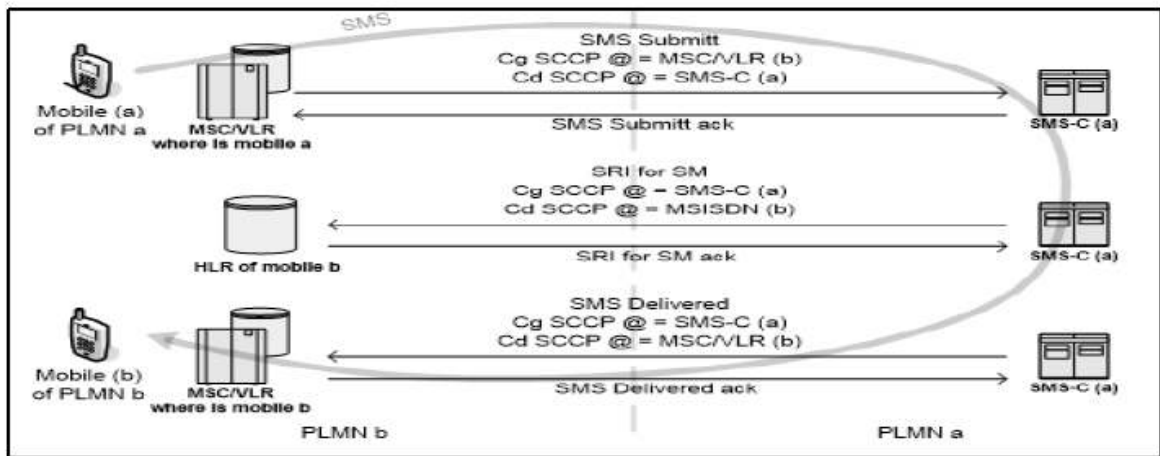


Figura 10. Pruebas IREG (Carrillo Albeño, 2017)

2.3.1.2. Servicio SMS

Para poder realizar las pruebas correspondientes de mensajes cortos es necesario validar que el servicio esté activo para el MS(a), así también que no existan servicios suplementarios activos, específicamente para SMS. A continuación, se describen las pruebas que deben realizarse para verificar el correcto funcionamiento de este servicio en una visitada.

- **SMS Originante:** Se utilizarán dos MS haciendo roaming en la VPLMN(b) los cuales deben tener aprovisionado el servicio SMS en el HLR y para este caso MS1(a) está encendido y registrado en la VPLMN(b) y MS2(a) se debe apagar luego de haber logrado un registro exitoso en la VPLMN(b).

Procedimiento: MS1(a) envía un mensaje de 160 caracteres a MS2(a), luego del envío se enciende MS2(a) y se espera la entrega del SMS, para que la prueba sea exitosa la entrega del mensaje no debe ocurrir a más

de dos minutos de haber encendido MS2(a) (OCHOA GÓMEZ & ORTIZ FIERRO, 2012)

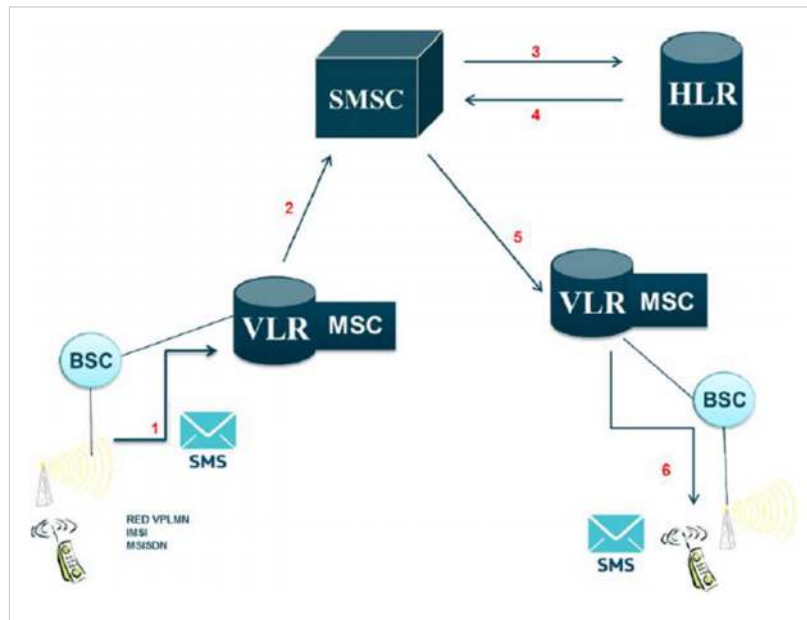


Figura 11. Flujo SMS MO desde VPLMN hacia HPLMN (OCHOA GÓMEZ & ORTIZ FIERRO, 2012)

2.3.2.Pruebas TADIG

Las pruebas TADIG van orientadas a validar la correcta tarificación de cada uno de los escenarios probados en el IR.24. Cada operador tiene asignado un código TADIG reportado en la GSM Association para poder utilizarlo como identificador primario en los archivos tales como el TAP (Tranferred Account Procedure) en el que se incluyen los cobros asociados a servicios de roaming de un operador en específico. (Carrillo Albeño, 2017)

El código TADIG se compone de dos campos con una longitud de cinco caracteres de los cuales los primeros tres representan el código de país y los siguientes dos caracteres representan al operador, la recomendación de la GSMA es MCC+MNC siendo estos los definidos en el IR.21 de una red ya que estos son los que se garantiza sean soportados por la mayoría de los sistemas de tarificación. (GSM Asociations, 2013)

Para el caso de Nicaragua se poseen los siguientes códigos TADIG:

- NICEN (Código TADIG de Claro Nicaragua)
- NICMS (Código TADIG de Tigo Nicaragua)
- NIC – representa el código de país
- EN – Código de Claro
- MS – Código de Tigo

Las pruebas de TADIG incluyen la revisión en los diferentes sistemas de tarificación de la red visitada en búsqueda de los CDRs o registros de duración de llamada con los que se puede asociar un costo previamente establecido en el acuerdo de roaming que se ha acordado comercialmente, todos estos registros son utilizados para generar un archivo TAP el cual es enviado a la red casa para su validación y su respectiva aprobación (Carrillo Albeño, 2017).

Estas pruebas son documentadas en el formulario de GSMA IR.21 que completan diferentes operadoras previo al lanzamiento de un acuerdo comercial roaming y del que se puede ver un fragmento en la siguiente imagen.

Tabla 4. Formulario IR.21 (GSM Associations, 2013)

GSM Association Official Document IR.21		Non Confidential				
ROUTING INFORMATION						
TADIG Code: XXXYY						
Section ID: 4 (Mandatory)						
ITU-T E.164 Number series	Country Code (CC)	National Destination Code (NDC)	SN Range Start	SN Range Stop	Primary International DPC⁴	Secondary International DPC⁵
MSISDN Number Range(s):						

Una vez se han aprobado todos los escenarios de pruebas realizados en el IR.21 por la red Home se procede a generar un TCC (TAP Testing Completion Certificate) en el que se indica la conformidad de la red Home y el correlativo del

archivo TAP que fue certificado, a continuación, un ejemplo de TCC. (Benavides, Amaya, & Delgado, 2019)

TAP TESTING COMPLETION CERTIFICATE
This certificate confirms the successful completion of TAP Testing between
PLMN (a): Telefónica Móviles Guatemala, S.A. (GTMGTG)
and
PLMN (b): Orange Liechtenstein (LIEVE)
for the following scenario :
TELEFÓNICA MÓVILES GUATEMALA, S.A. acting as the HPLMN , has successfully processed the TAP Test Files:
TDLIEVEGTMGTG00054 TDLIEVEGTMGTG00055
received from Orange Liechtenstein (LIEVE) acting as the VPLMN .
On behalf of Telefónica Móviles Guatemala, S.A.
Date: Feb 03, 2009

Figura 12. Ejemplo de certificación TCC por IR21 (Benavides, Amaya, & Delgado, 2019)

2.4. Partes Involucradas en los Acuerdos

Los acuerdos comerciales entre diferentes operadoras MNO para ofrecer el servicio roaming se realiza a menudo dentro de las mismas operadoras radicadas en diferentes países o regiones, sin embargo, para obtener acceso a diferentes mercados lo más común es utilizar roaming hubs internacionales que ofrezcan los servicios de intermediación, optimización, compensación, entre otros.

Para efectos prácticos solo se menciona el término roaming hubs, aunque estás empresas suelen ofrecer servicios que son complementarios e independientes a la vez. A continuación, se presenta gráfica de los servicios adicionales que ofrecen los roaming hubs:

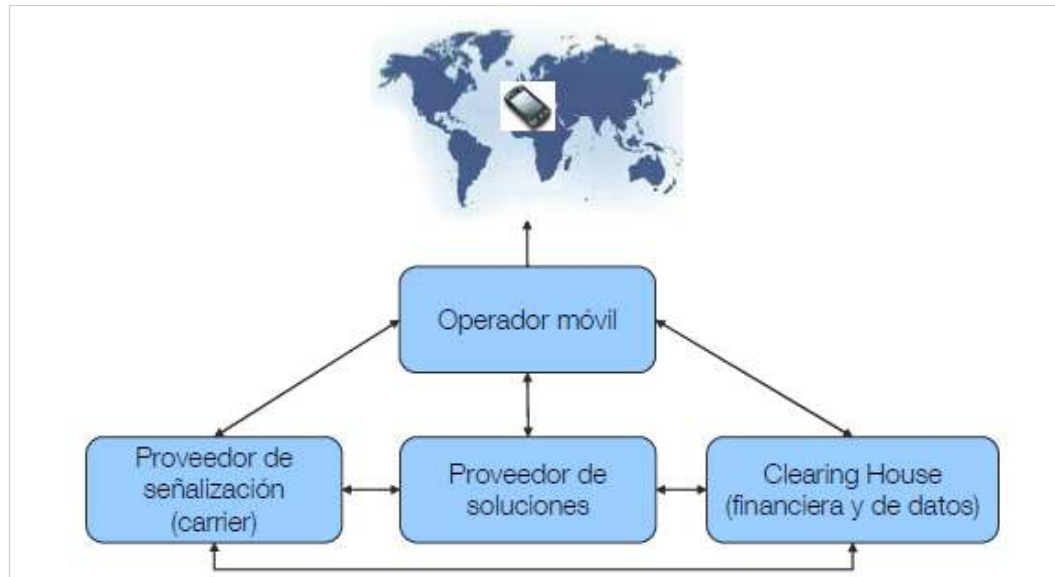


Figura 13. Roles de proveedor de servicios a MNO. (Rodríguez Aparicio, 2011)

Los servicios complementarios que ofrecen los roaming Hubs en Señalización y Clearing House consisten en:

- **Señalización S7 o Diameter:** El Sistema de Señalización por Canal Común n.º 7 (SS7) ahora conocido como Señalización Diameter es un conjunto de protocolos de señalización telefónica empleado en la mayor parte de redes telefónicas mundiales. Los proveedores de señalización SS7 son responsables de proporcionar servicios de señalización a los operadores de telecomunicaciones, lo que les permite establecer y finalizar llamadas, traducir números, mecanismos de tarificación prepago y envío de mensajes cortos (SMS) (Rodríguez Aparicio, 2011).

En resumen, los proveedores de señalización SS7 son esenciales para el correcto funcionamiento de las redes telefónicas, ya que proporcionan servicios de señalización que permiten a los operadores establecer y finalizar llamadas, entre otras funciones. (Rodríguez Aparicio, 2011)

- **Clearing House:** Una cámara de compensación o clearing house es una institución financiera que ofrece servicios de compensación de pagos y

liquidación a sus miembros sobre transacciones de productos financieros. La cámara de compensación actúa como contrapartida de las partes contratantes, siendo comprador para la parte vendedora y vendedor para la parte compradora. Además, determina diariamente los depósitos de garantía por posiciones abiertas y liquida diariamente las pérdidas y ganancias. (Rodríguez Aparicio, 2011)

La cámara de compensación también recoge las garantías inherentes a las condiciones de cada producto financiero y con cargo a ellas garantiza el cumplimiento de las obligaciones. Las cámaras de compensación garantizan el mercado, ya que, si una de las partes no cumple su obligación, la cámara cubrirá las pérdidas. (Rodríguez Aparicio, 2011)

La perspectiva desde Clearing House sobre roaming se puede resumir en los siguientes pasos:

- a. **Acuerdo de roaming:** Si un proveedor de servicios no tiene cobertura en una ciudad o país en particular, realiza un acuerdo de roaming con otro proveedor de servicios que tenga en esa área. (Tutorialspoint)
- b. **Recopilación y clasificación de CDR:** los registros de detalles de llamadas (CDR) generados en la red visitada son recopilados y calificados por el socio de roaming. Estos CDR clasificados se envían luego al proveedor de servicios real del suscriptor itinerante. (Tutorialspoint)
- c. **Facturación al suscriptor final:** el proveedor de servicios real cobra al suscriptor final todos los servicios de roaming proporcionados en función de sus cargos de servicios predefinidos. Los cargos pueden variar según el plan móvil del suscriptor y el país de destino. (Tutorialspoint)
- d. **Liquidación entre socios de itinerancia:** los socios de itinerancia liquidan sus finanzas mensualmente intercambiando CDR de itinerancia reales e informes basados en esos CDR. Estos procesos de liquidación garantizan que el operador del suscriptor itinerante reciba una compensación por los servicios prestados por el operador de red visitado.

Documentado lo anterior, se procede a describir los roles que desempeñan los MNO y los roaming Hubs en el negocio roaming.

2.4.1. Los Operadores de Red Móvil

Los Operadores de Red Móvil son la parte más activa de la relación comercial roaming, posee su propia licencia de red de radio y todos los elementos necesarios, junto con la capacidad de proporcionar soluciones de extremo a extremo al usuario final. El MNO suele poseer una infraestructura de red móvil completa, atención al cliente, marketing, facturación y también la asignación del espectro radioeléctrico como 3G, 4G, 5G y LTE. En muchas ocasiones se puede prescindir de roaming Hubs cuando el roaming es de frontera – países que comparten frontera – o cuando cuentan con una infraestructura regional que les permite gestionar el servicio de Itinerancia. (Benavides, Amaya, & Delgado, 2019)

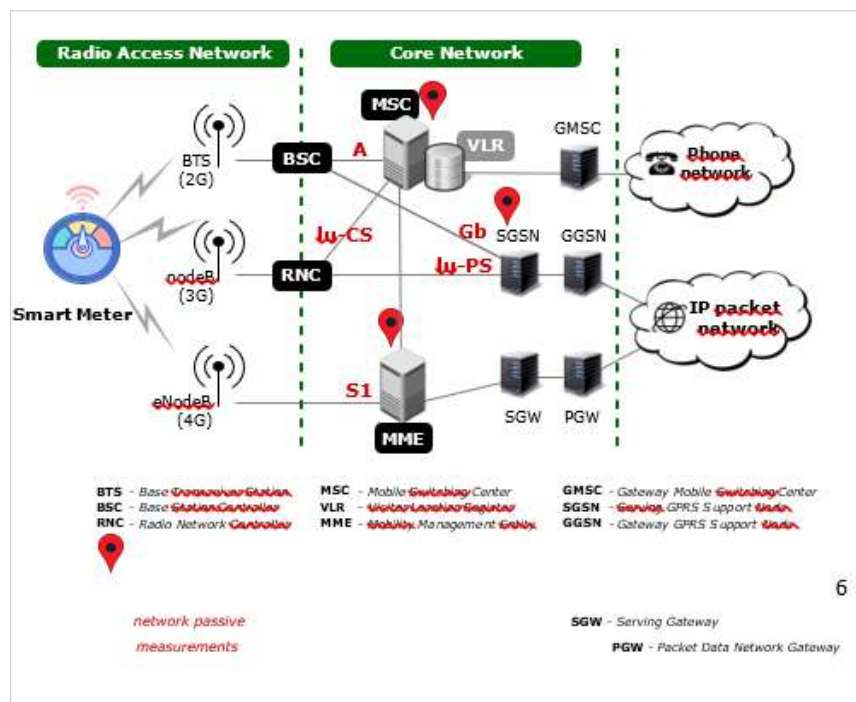


Figura 14 . Infraestructura de una red MNO- Proveedor de servicios (Lutu & Jun)

2.4.1.1. Las funciones de los MNO son las siguientes:

2.4.1.1.1. Proveedores de Servicios Domésticos

Los operadores móviles ofrecen servicios de telecomunicaciones, como llamadas, mensajes de texto y datos, a sus suscriptores en sus mercados nacionales.

2.4.1.1.2. Acuerdos roaming

Los operadores móviles celebran acuerdos roaming con otros operadores para permitir que sus suscriptores utilicen las redes de estos operadores cuando viajan fuera de su área de cobertura. Estos acuerdos pueden ser bilaterales o multilaterales y a menudo implican tarifas roaming.

2.4.1.1.3. Conectividad Global

A través de estos acuerdos, los operadores móviles brindan conectividad global a sus usuarios. Esto permite que los suscriptores realicen y reciban llamadas, envíen mensajes de texto y utilicen datos móviles incluso cuando están en el extranjero.

2.4.1.1.4. Facturación y Compensación

Los operadores móviles deben realizar un seguimiento del uso de roaming de sus suscriptores y facturarlos por estos servicios. Además, deben compensar a los operadores de redes visitadas por el uso de sus redes.

2.4.1.1.5. Gestión de Redes

Los operadores móviles deben administrar sus redes para garantizar que funcionen de manera eficiente y ofrezcan una buena calidad de servicio a sus suscriptores tanto en su red doméstica como en redes roaming.

2.4.1.1.6. Negociación de Acuerdos Comerciales

Los equipos de negociación de roaming de los operadores móviles participan en la negociación de acuerdos con otros operadores. Esto incluye la fijación de tarifas de roaming y la definición de los términos y condiciones del acuerdo.

2.4.1.1.7. Servicios de Valor Agregado

Algunos operadores móviles ofrecen servicios de valor agregado a sus suscriptores cuando están en roaming, como paquetes de datos roaming o servicios de itinerancia de alta velocidad.

2.4.1.1.8. Cumplimiento Normativo

Deben cumplir con regulaciones nacionales e internacionales relacionadas con el roaming, incluyendo la protección de datos y la seguridad de la red.

2.4.1.1.9. Atención al Cliente

Los operadores móviles brindan asistencia a sus suscriptores que pueden enfrentar problemas técnicos o preguntas sobre el uso de roaming en el extranjero.

Los operadores móviles desempeñan un papel central en el negocio roaming al proporcionar conectividad global a sus suscriptores, gestionar acuerdos comerciales con otros operadores y garantizar una experiencia de usuario sólida tanto en su red doméstica como en redes roaming. Esto es fundamental para mantener la comunicación efectiva de los usuarios móviles en un mundo cada vez más conectado.

2.4.2. Proveedores de Servicios roaming (roaming Hubs)

El concepto de Hub, o concentrador, no es nuevo para la industria. Existe una gran variedad de opciones, incluyendo concentradores de iSMS, iMMS, roaming y compensación (Clearing) y todos cumplen una función similar. En base a los distintos requerimientos de los operadores, la roaming Hubs les permite llegar a operadores con múltiples conectividades, disminuir sus esfuerzos y tiempos de prueba, acelerar el tiempo de lanzamiento al mercado para nuevos servicios y facilitar la liquidación de operaciones entre operadores. (GSM Associations, 2013)

En el entorno de LTE roaming, los operadores de servicios móviles pueden conectarse con un roaming Hub de LTE, que a su vez facilitará la conectividad con la comunidad general de operadores, compuesta por operadores que también están conectados al mismo roaming Hub. (GSM Associations, 2013)

La tendencia hacia las soluciones gestionadas por un proveedor viene provocada mayoritariamente como una reacción ante la complejidad del mercado de la itinerancia, pudiendo dejar en manos de una empresa externa especializada parte de las tareas asociadas a su negocio. Por otro lado, es una manera de reducir precios en un mercado cuyos márgenes se han visto muy erosionados, trasladando esa presión a los suministradores. Esto se consigue mediante una solución de costes compartidos entre todos los actores implicados, por lo que el precio resulta mucho menor que la alternativa de tener una solución interna. (Rodríguez Aparicio, 2011)

El roaming Hub de LTE deberá ofrecer además una función de DRA - Diameter Relay Agent - externa ejecutada sobre el mismo concentrador para facilitar la implementación activa a los operadores de servicios móviles. Los operadores pueden optar por utilizar de inmediato esta función de DRA externa para conectarse con socios de roaming (Rodríguez Aparicio, 2011).

De acuerdo con (Rodríguez Aparicio, 2011) “Como se mencionó anteriormente los proveedores internacionales de roaming Hubs normalmente incluyen soluciones de Señalización DRA y Número 7, además servicios de clearing house”.

Entre las principales empresas que ofrecen estos servicios destacamos Syniverse, Vodafone, Orange, Comfone.

Entre las ventajas de usar un roaming hub, también conocido como carriers, o IPX están los siguientes:

- **Tiempo de comercialización más rápido:** Debido a su conectividad a diferentes comunidades MNO permiten que un nuevo actor pueda establecer contratos rápidamente para servicios ROAMING.
- **Simplificación de procesos:** Optimización de los flujos financieros con netting multilateral para reducir los flujos de pagos. Firmar un solo contrato para varias relaciones. (GRUPO VODAFONE, 2023)

- **Cobertura de alta calidad:** Los hubs tienen capacidad de gestionar diferentes tecnologías de comunicación (VoLTE, 5G NSA, LTE-M, NB IoT).
- **Ahorro comparado con acuerdos directos entre MNO:** Al tener una infraestructura internacional permite que interconexión a diferentes operaciones se reduce los costos de operación y capital que existirían si los acuerdos fueran directos. (ORANGE, 2023)

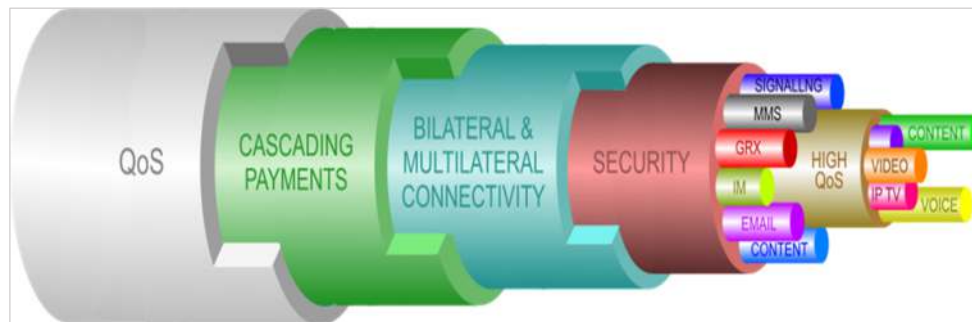


Figura 15. Todos los servicios roaming Hubs (GRUPO VODAFONE, 2023)

2.4.2.1. Servicios Ofrecidos por roaming HUBS o Carriers IPX

2.4.2.1.1. GRX Legacy Service

Es utilizado como una red de transporte sin reconocimiento de servicios con conectividad IP completa entre proveedores de servicios.

2.4.2.1.2. SIGTRAN (Transit of SCCP traffic over IP)

SS7, es un protocolo de señalización que transportaba tradicionalmente el protocolo de aplicación móvil a través de enlaces TDM. En los últimos años, muchos proveedores de servicios y proveedores de puertas de enlace internacionales (IGP) han adoptado SIGNaling TRANsport (SIGTRAN: es decir, SS7 sobre IP).

2.4.2.1.3. IPX Voice Service

En el servicio de Voz sobre IP, existen dos tipos de VoIP a considerar en IPX:

- Voz que se origina en un portador de circuito (por ejemplo, voz GSM) y luego se encapsula en protocolos de protocolo de transporte en tiempo real (RTP)/protocolo de datagramas de usuario (UDP)/IP. Aquí, la señalización que probablemente se utilizará es el Protocolo de inicio de sesión con ISUP encapsulado (SIP-I). Esto se denomina voz 3GPP Versión 4.
- Voz que se origina en un portador de paquete (por ejemplo, protocolo de inicio de sesión (SIP) 3GPP o voz del subsistema multimedia IP (IMS)). Nuevamente, los medios se transmitirán como RTP/UDP/IP, pero la señalización estandarizada para voz es 3GPP-SIP o SIP-I.

2.4.2.1.4. DNS

Servidor de Nombre de Dominio, tradicionalmente para roaming de datos (GPRS, 3G, LTE, 5G) utilizado para la resolución de los Nombres de los Puntos de Acceso APN, determina la dirección del Nodo de Soporte GPRS del Gateway ancla (GGSN).

2.4.2.1.5. MMS and SMS Hubbing

El transporte MMS entre operadores de redes móviles utiliza transporte IPX. SMS Hubbing normalmente se basa en el transporte SS7 para el envío masivo de mensajes a nivel internacional.

2.4.2.1.6. Señalización SS7

Como proveedores de señalización, tradicionalmente de Numeración 7 - SS7 – los roaming Hubs son los responsables en transportar tráfico de voz y de datos en nombre de los operadores, lo que implica un volumen de tráfico tal que los lleva a tener su propia infraestructura de red en distintas regiones para no tener que subcontratar el acceso a determinadas rutas, pasando a través de otros carriers.

2.4.2.1.7. Clearing House

Como parte de sus servicios de clearing house también suelen ofrecer los servicios de protección contra el fraude; gestión de contenidos; conciliación financiera; sistemas de generación de informes de roaming; acuerdos a nivel de servicio entre operadores.

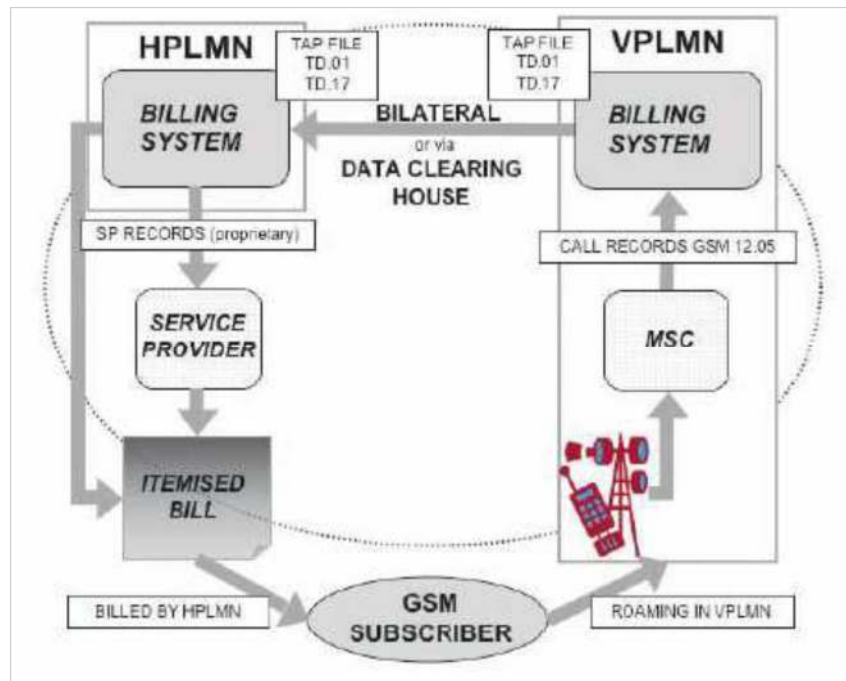


Figura 16. Administración de Clearing House (Rodríguez Aparicio, 2011)

2.5. Reseñas Sobre Marcos Regulatorios roaming (Nacional e Internacional)

2.5.1. Reseña Nacional.

La legislación nicaragüense regula en la ley N°. 1003, aprobada el 02 de octubre de 2019, “Ley Del Digesto Jurídico Nicaragüense De La Materia De Telecomunicaciones Y Servicios Postales” en su capítulo II, artículo 3 y 4 establece que tanto a los operadores interconectados como a los usuarios provenientes de acuerdos roaming se les deberá atender sin discriminación y con los mismos niveles de calidad brindados a sus propios usuarios.

Así en su capítulo II, artículo 3 y 4 establece que tanto a los operadores interconectados como a los usuarios provenientes de acuerdos roaming se les deberá atender sin discriminación y con los mismos niveles de calidad brindados a sus propios usuarios.

También en el capítulo V, artículo 23, establece “En los casos del Servicio de Itinerancia (ROAMING) entre operadores móviles a nivel nacional se dará aviso al usuario visitante de manera automática de la prestación de dicho servicio mediante:

- Un mensaje en su equipo terminal móvil que le indique el servicio de Itinerancia (ROAMING).
- Identificación visual en la pantalla del terminal de la red en la que se encuentre en Itinerancia (roaming).”

El artículo 24 de la misma ley indica que “en los casos del Servicio de Itinerancia (ROAMING) entre operadores móviles a nivel Nacional se dará aviso de manera automática de la prestación de dicho servicio al usuario visitante mediante un mensaje en su equipo terminal móvil que le indique este servicio.”

2.5.2. Reseña Internacional

No existe una regulación internacional universal para abordar tarifas, calidad de servicio o servicios ofertados en roaming, sin embargo, podemos encontrar regulaciones regionales tales como los de la Unión Europea, creada originalmente en 2017, renovada en 2022 y válida hasta 2032 que provee de un marco regulatorio para precios, calidad. (Europea, 2022)

2.5.2.1. Caso Unión Europea

La ley europea establece que los abonados deben tener la velocidad o el acceso a 5G si normalmente tiene 5G en casa. En algunos casos no es posible ofrecer la misma calidad porque la red puede no ser tan buena como la que usa normalmente en casa, su operador debe hacer todo lo posible para ofrecer la

misma calidad que en casa cuando esto es técnicamente posible. Su operador debe informarle sobre cómo el servicio de itinerancia puede diferir del servicio que utiliza en su hogar. Esta información debe estar disponible en su contrato y hacerse pública, por ejemplo, en el sitio web de su operador. (Xataka, 2017)

Sobre los servicios de emergencia al entrar en el área de un VPLMN debe recibir un mensaje recordándole los números de emergencia. Para los viajes no terrestres, principalmente en barco y se conecta a una red no terrestre (como la satelital) deberá recibir un mensaje automático para alertarlo, para que pueda evitar cargos inesperados. (Union Europea, 2022)

Cuando un usuario traspase su frontera hacia otro país de la UNION su operador le enviará un mensaje automático con su información básica sobre roaming, incluidos los límites de datos de uso razonable que el operador pueda aplicar, así como información sobre ciertos servicios que no son gratuitos, como llamar al servicio al cliente o líneas de ayuda de aerolíneas y seguros. Estos servicios de valor añadido suelen estar sujetos a cargas más elevadas cuando se telefonea desde el extranjero. (Union Europea, 2022)

El nuevo Reglamento sobre itinerancia establece tarifas mayoristas más bajas, reduciendo para los operadores el coste de utilizar redes en el extranjero para prestar servicios a sus clientes cuando estos se encuentran en el extranjero. Los límites máximos de las tarifas al por mayor se fijan en niveles que garantizan que los operadores puedan mantener y recuperar el coste de la prestación de servicios de itinerancia a los consumidores. (Union Europea, 2022)

Para los servicios de datos, el nuevo Reglamento establece los siguientes límites al por mayor: 2 €/GB en 2022, 1,8 €/GB en 2023, 1,55 €/GB en 2024, 1,3 €/GB en 2025, 1,1 €/GB en 2026 y 1 €/GB de 2027 en adelante. Para la telefonía vocal: 0,022 €/min en 2022-2024 y 0,019 €/min de 2025 en adelante para los mensajes SMS: 0,004 €/SMS en 2022-2024 y 0,003 €/SMS de 2025 en adelante. (Union Europea, 2022)

2.5.2.2. Caso Comunidad Andina

La COMUNIDAD ANDINA (CAN) es un organismo supranacional compuesto por Colombia, Bolivia, Ecuador y Perú. Esta región tiene una regulación comunal para la regulación de roaming. La CAN plantea intervención de los precios minoristas similar a la decisión de la Unión Europea de eliminar el cobro del roaming internacional bajo el esquema RLAH (roaming Like at Home – roaming como en casa), mientras que para el mercado mayorista se propone una metodología de retail minus que difiere de los precios fijos con senda decrecientes que estableció la Unión Europea. (Benavides, Amaya, & Delgado, 2019)

La CAN plantea un precio techo igual al valor por MB, minuto o SMS que el cliente paga en su plan en la red doméstica, para cada uno de los servicios de datos, voz saliente local, voz saliente desde países miembros, SMS local, y SMS saliente desde países miembros, y establece un período de dos años de ajuste, así:

- Desde el 1 de enero de 2020 y hasta el 31 de diciembre de 2020 inclusive, multiplicando cada precio por 1.2.
- Desde el 1 de enero de 2021 y hasta el 31 de diciembre de 2021 inclusive, multiplicando cada precio por 1.1.

A partir del 1 de enero de 2022, el techo a los precios minorista no tendrá multiplicador. Adicionalmente, los precios techo minoristas para los servicios de voz y SMS salientes al país de origen serán determinados por los correspondientes valores de larga distancia entre el país de origen y el destino. En cuanto a las políticas de uso justo, la CAN deja a cargo del operador móvil los indicadores para prevenir reventa de planes y que el usuario roaming tenga residencia en el país de origen. También propone la posibilidad de un umbral de tráfico de voz móvil entrante con base en el promedio de minutos entrantes recibidos por el usuario en los últimos tres meses cuando se encuentra en su país de origen, una medida de poca transparencia. (Benavides, Amaya, & Delgado, 2019)

Para las tarifas mayoristas de los servicios de voz saliente local, voz saliente a otros países miembros, datos y SMS, la CAN propone como techo un descuento del 30% sobre el valor promedio de las tarifas minoristas, con base en los precios promedio por unidad por año utilizando información de los últimos dos periodos. Estos valores serían calculados e informados por los reguladores de cada país. (Benavides, Amaya, & Delgado, 2019)

2.5.2.3. Principios de GSMA

La GSMA (Asociación GSM) es una organización que representa a operadores móviles y otras empresas relacionadas con la industria de las comunicaciones móviles a nivel mundial. Desempeña un papel importante en la regulación y estandarización de la tecnología móvil, incluido el roaming. Esta asociación establece protocolos, normativas y formatos que se aplican en las relaciones de los diferentes MNO y Carriers (roaming Hubs).

Algunas formas en las que la GSMA interviene en la regulación de roaming:

- **Estándares Técnicos:** La GSMA desempeña un papel clave en el desarrollo y la promoción de estándares técnicos para la industria de las comunicaciones móviles. Esto incluye estándares relacionados con el roaming, como acuerdos sobre frecuencias y tecnologías de acceso.
- **Acuerdos de Interconexión:** La GSMA ayuda a facilitar acuerdos de interconexión entre operadores móviles en todo el mundo. Estos acuerdos son fundamentales para permitir que los suscriptores de diferentes operadores se conecten entre sí mientras están en roaming.
- **Regulaciones de Itinerancia (roaming):** La GSMA trabaja con reguladores y gobiernos para promover políticas y regulaciones de roaming equitativas y razonables. Esto incluye la fijación de límites de tarifas de roaming para proteger a los usuarios finales de tarifas excesivas.
- **Identidad del Dispositivo Móvil:** La GSMA gestiona la base de datos global de Identidad de Equipos Móviles (IMEI), que se utiliza para

identificar dispositivos móviles. Esto es importante para combatir el fraude y el uso de dispositivos robados en la red.

- **Seguridad y Fraude:** La GSMA trabaja en la promoción de medidas de seguridad en las redes móviles y en la lucha contra el fraude en roaming. (GSM Associations, 2013)

GSM Associations elabora informes de referencia IR, que son documentos técnicos y operativos. Estos informes proporcionan pautas, estándares y mejores prácticas para la industria de las comunicaciones móviles. Los IR de GSMA son una referencia importante para operadores móviles, fabricantes de equipos y otras partes interesadas en la industria.

Los IR de GSMA abarcan una amplia gama de temas relacionados con las redes móviles, la tecnología móvil y los servicios de comunicación. Estos documentos son utilizados para garantizar la interoperabilidad, la calidad del servicio y la implementación efectiva de soluciones técnicas en la industria de las comunicaciones móviles.

Cada IR se centra en un tema específico, como la itinerancia internacional, la seguridad de la red, la mensajería móvil, la tecnología de acceso radioeléctrico y muchos otros. Estos informes son desarrollados en colaboración con expertos de la industria y se actualizan regularmente para reflejar los avances tecnológicos y las mejores prácticas en constante evolución.

Algunos de los Informes de referencia más importantes son:

- **IR.21 - Interconexión entre Redes Móviles en roaming:** Este informe es fundamental para la interconexión de redes móviles en roaming. Proporciona pautas técnicas y operativas para permitir que los operadores móviles se conecten y ofrezcan servicios a sus suscriptores mientras están en roaming en redes extranjeras. Contiene información sobre la implementación de interfaces y procedimientos de señalización necesarios para la roaming internacional. También establece cómo deben

funcionar las redes de operadores móviles cuando se conectan en un entorno de roaming.

- **IR.65 - Supervisión y Resolución de Problemas de roaming Internacional:** Este informe se centra en la supervisión y resolución de problemas relacionados con la itinerancia internacional. Proporciona pautas para garantizar una experiencia de roaming de alta calidad para los usuarios finales. Ayuda a los operadores a identificar y solucionar problemas técnicos y operativos que puedan surgir durante la itinerancia. También establece procedimientos para la solución de disputas entre operadores móviles en casos de problemas persistentes de roaming.
- **IR.88 - Acuerdos de roaming Internacional:** Este informe se ocupa de la implementación de acuerdos de roaming internacional. Define pautas y mejores prácticas para los operadores móviles al establecer acuerdos de roaming con sus socios. Esto incluye detalles sobre la facturación, la interconexión, la calidad del servicio y otros aspectos clave de los acuerdos de roaming. Ayuda a garantizar que las negociaciones y los acuerdos entre operadores móviles sean efectivos y equitativos.
- **IR.49 - Itinerancia de Datos:** Este informe se enfoca en la itinerancia de datos, que es fundamental para la prestación de servicios de datos durante el roaming. Proporciona recomendaciones sobre cómo los operadores móviles deben gestionar la itinerancia de datos, incluyendo aspectos técnicos, facturación de datos en roaming y calidad del servicio de datos. Con el crecimiento de los servicios de datos móviles, IR.49 se ha vuelto cada vez más relevante.
- **IR.24 Inter-Service Provider IP Backbone Guidelines:** Este documento proporciona directrices para el diseño, la implementación y la operación de una red IP de respaldo entre proveedores de servicios móviles. El objetivo es facilitar la interoperabilidad y la calidad de servicio de las aplicaciones basadas en IP, como la voz sobre LTE (VoLTE) y el vídeo sobre LTE (ViLTE).

- **IR.25 IMS roaming and Interworking Guidelines:** Este documento proporciona directrices para el roaming y la interconexión de los servicios basados en el Subsistema Multimedia IP (IMS), como la voz sobre LTE (VoLTE) y el vídeo sobre LTE (ViLTE). El objetivo es garantizar una experiencia de usuario consistente y de alta calidad en diferentes redes y regiones.
- **IR.34: Guidelines for IPX Provider networks:** Este documento proporciona directrices para el diseño, la implementación y la operación de una red IP Exchange (IPX) entre proveedores de servicios móviles. El objetivo es ofrecer una plataforma segura, eficiente y rentable para el transporte y el intercambio de tráfico IP entre diferentes redes.

Capítulo 3. Procesos y configuraciones en las distintas plataformas de Evolved Packet System (EPS).

3.1. Plataformas de Evolved Packet System (EPS) involucradas en Servicios roaming.

Con respecto a Core de paquetes existen múltiples elementos a nivel de red HPLMN y VPLMN que en conjunto permiten la comunicación bilateral y así los usuarios puedan hacer uso de los servicios requeridos o acordados en un acuerdo comercial.

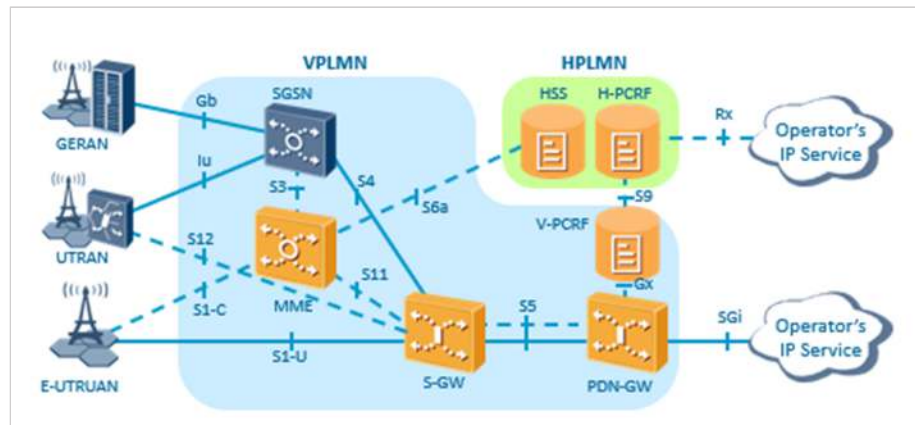


Figura 17. Estructura roaming VPLMN & HPLMN (Huawei Technologies Co., Ltd, 2013)

Las arquitecturas de red contempladas en la familia de sistemas especificados por 3GPP se adaptan a la arquitectura genérica visualizada en el siguiente gráfico. Así pues, tal como se representa en la figura siguiente, los sistemas 3GPP abarcan la especificación del equipo de usuario (User Equipment, UE) y de una infraestructura de red que se divide de forma lógica en una infraestructura de red troncal (Core Network, CN) y una de red de acceso (Radio Access Network, RAN). (Vodafone, 2010)

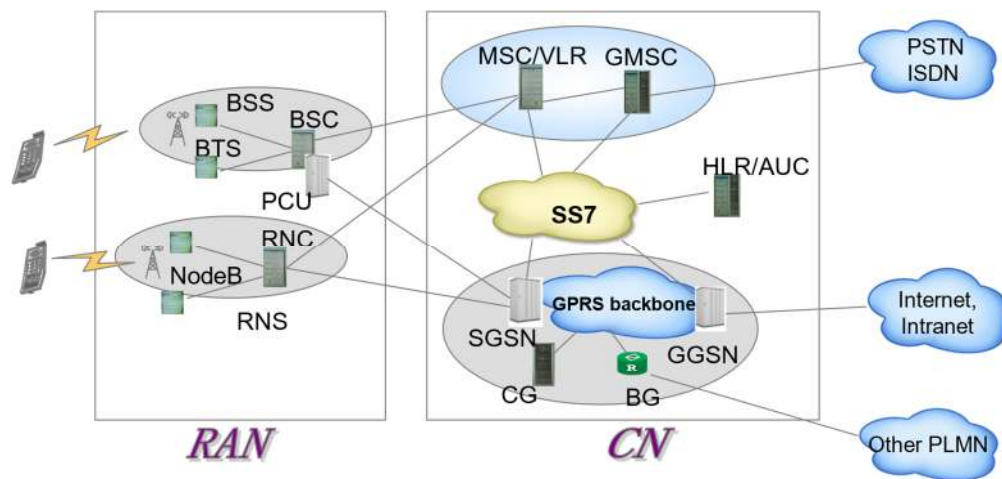


Figura 18. Arquitectura EPS (Evolved Packet System). (Huawei Technologies Co., Ltd, 2013)

3.1.1. Public Land Mobile Network (PLMN)

Red Móvil Terrestre Pública (PLMN) tiene como propósito específico brindar servicios de telecomunicaciones móviles terrestres al público. La PLMN (Public Land Mobile Network) es un conglomerado de elementos tales como MSC (MSC (Mobile Switching Center) para CS (Circuit Switch), para GPRS/UMTS el SGSN (Serving GPRS Support Node) o MME para EPC (Evolved Packet Core) en el dominio PS dentro de un plan de numeración común (por ejemplo, el mismo código de destino nacional) y un plan de enrutamiento común. Los MSC son las interfaces funcionales entre las redes fijas y una PLMN para el establecimiento de llamadas en el dominio CS.

El GGSN y el SGSN son las interfaces funcionales entre las redes fijas y una PLMN para la transmisión de paquetes en el dominio GPRS PS. En el caso del dominio EPC PS, el PDN GW, el Serving - GW y el SGSN y el MME son las interfaces funcionales entre las redes fijas y una PLMN para la transmisión de paquetes.

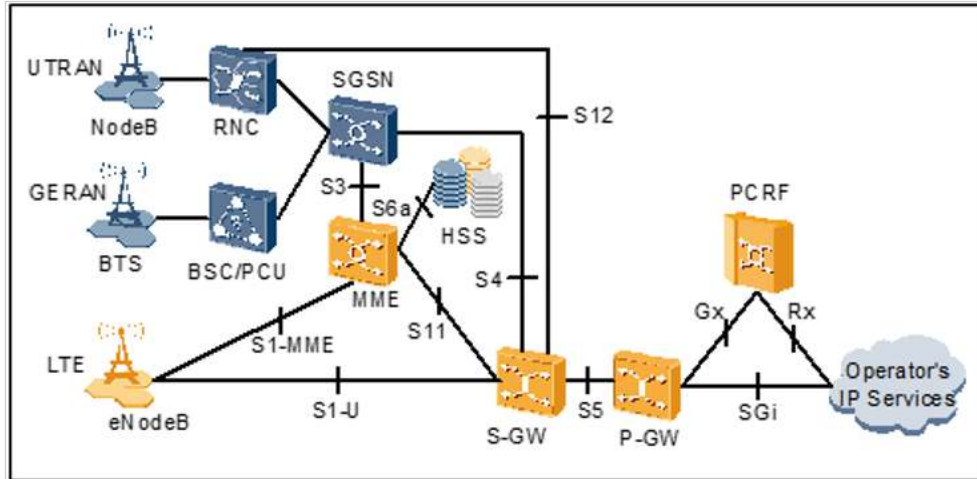


Figura 19. Arquitectura GUL

Funcionalmente, las PLMN pueden considerarse entidades de telecomunicaciones independientes, incluso aunque diferentes PLMN puedan estar interconectadas a través de la RDSI/PSTN y las PDN para reenviar llamadas o información de red. Puede existir un tipo similar de interconexión para la interacción entre los MSC/SGSN/MME de una PLMN.

3.1.2.Red Troncal (Core Network) y Red de Acceso (RAN)

Respecto a la red de acceso RAN (Radio Access Network), 3GPP ha especificado tres tipos de redes de acceso diferentes: GERAN (GSM/EDGE Radio Access Network), UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) y E-UTRAN (Evolved UTRAN). Las redes de acceso GERAN y UTRAN forman parte del sistema 3G UMTS mientras que E-UTRAN es la nueva red de acceso del sistema LTE. Cada red de acceso define su propia interfaz radio para la comunicación con los equipos de usuario: GERAN, también denominada de forma habitual simplemente como GSM, utiliza un acceso basado en TDMA, la tecnología utilizada en UTRAN es WCDMA y, E-UTRAN ha apostado por la tecnología OFDMA. Asimismo, la interconexión de las redes de acceso a la red troncal se realiza mediante interfaces AN-CN específicas a cada una de ellas.

Respecto a la red troncal CN (Core Network), ésta se divide de forma lógica en un dominio de circuitos (Circuit Switched, CS, Domain), un dominio de paquetes (Packet Switched, PS, Domain) y el subsistema IP Multimedia (IP Multimedia Subsystem, IMS). En adelante, nos referiremos a estos tres componentes como dominio CS, dominio PS y subsistema IMS, respectivamente. (3GPP TS 23.002 v16, 2020)

En resumen, la red troncal CN (Core Network) está constituido por un dominio de conmutación de circuitos (CS) y un dominio de conmutación de paquetes (PS) (que incluye GPRS y EPC). Estos dos dominios se diferencian por la forma en que soportan el tráfico de usuarios, como se explica a continuación.

Estos dos dominios se superponen, es decir, contienen algunas entidades comunes. Una PLMN puede implementar solo un dominio o ambos dominios.

3.1.2.1. Dominio de Circuitos (CS Domain)

El dominio CS se refiere al conjunto de todas las entidades CN que ofrecen "tipo de conexión CS" para el tráfico de usuarios, así como todas las entidades que apoyan la señalización relacionada. Un "tipo de conexión CS" es una conexión para la cual la red dedicada. Los recursos se asignan en el establecimiento de la conexión y se liberan en el momento en que se libera la conexión. Las entidades específicas del dominio CS son: MSC, GMSC, VLR.

3.1.2.2. Dominio de Paquetes (PS Domain)

El dominio PS se refiere al conjunto de todas las entidades CN que ofrecen "tipo de conexión PS" para el tráfico de usuarios, así como todas las entidades que soportan la señalización relacionada. Una "conexión tipo PS" transporta la información del usuario mediante una concatenación autónoma de bits denominada paquetes: cada paquete se puede enrutar independientemente del anterior. Las entidades específicas del dominio PS son las entidades específicas de GPRS, es decir, entidades específicas de SGSN y GGSN y EPS.

3.1.3. Entidades de Red Troncal - Core Network (Dominio PS-Dominio CS)

3.1.3.1. The Home Subscriber Server (HSS)

El HSS o “Servidor Local de Suscriptores” es la base de datos centralizada de los perfiles de usuario. Diseñado para redes de cuarta y quinta generación, como plataforma contiene la información relacionada con la suscripción, perfil de llamadas y APN (Nombre de Punto de Acceso), para respaldar a las plataformas de red que realmente manejan llamadas/sesiones.

Proporciona soporte a los servidores de control de llamadas para completar los procedimientos de enrutamiento local o roaming resolviendo autenticación, autorización, resolución de nombres/direcciones, Access point name (APN), dependencias de ubicación, gestión de sesiones etc.

Este es responsable de conservar la siguiente información relacionada con el usuario:

- Información de identificación (IMSI-MSISDN), servicios y dirección del usuario.
- Información de seguridad del usuario: información de control de acceso a la red para autenticación y autorización.
- En escenarios roaming es el encargado de recolectar la información de VPLMN o red visitada y realizar los disparos de consultas hacia las plataformas de cobro, quienes, conforme a tarifas de región establecidas por cada operador local, aplicaran el cobro. (ETSI, 2020)

3.1.3.1.1. Funcionalidades de HSS (Home Subscriber Server)

El Servidor Local de Abonados – HSS es parte clave en la arquitectura de red IMS (IP Multimedia Subsystem), en redes de Evolved Packet Core (EPC) y posee múltiples funcionalidades que serán descritas a continuación. (3GPP TS 23.002 v16, 2020)

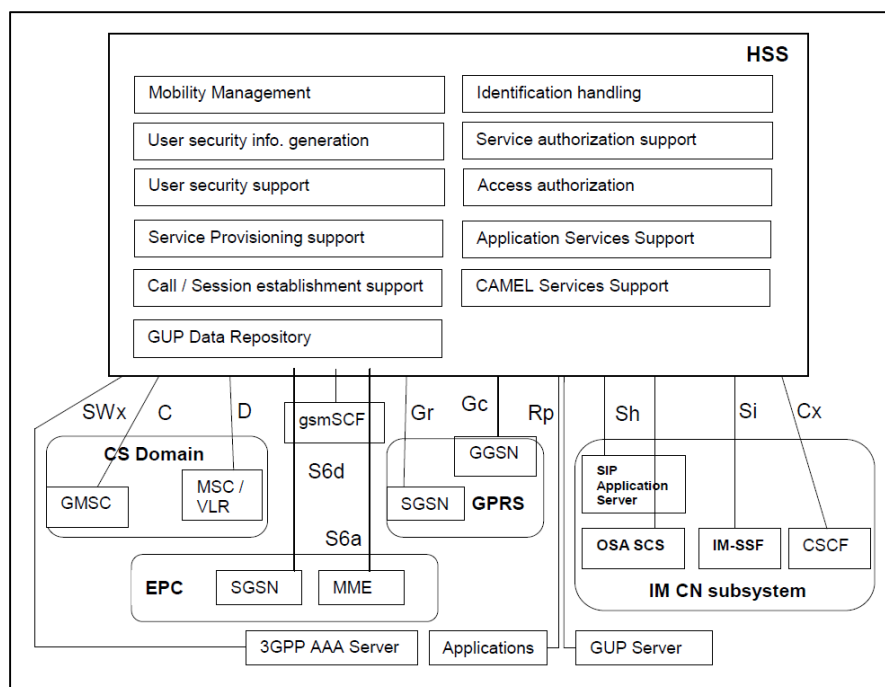


Figura 20. Funcionalidades HSS

- **Almacenamiento de Información de Suscriptores:** El HSS almacena información específica de los suscriptores, incluyendo datos de identificación (IMSI, MSISDN), información de seguridad (claves de autenticación y cifrado), preferencias de servicios y más.
- **Autenticación y Autorización de Usuarios:** El HSS es responsable de autenticar a los usuarios que intentan acceder a la red y autorizar su conexión, garantizando que solo los usuarios válidos tengan acceso a los servicios.
- **Gestión de Movilidad:** El HSS gestiona la movilidad de los usuarios dentro de la red, permitiendo que los suscriptores se registren en diferentes ubicaciones y facilitando una experiencia de comunicación continua a medida que los usuarios se desplazan.
- **Control de Acceso y Seguridad:** Proporciona información de control de acceso y seguridad necesaria para garantizar que los usuarios tengan un acceso seguro a la red y a los servicios.

- **Gestión de Perfiles de Usuario:** Define y gestiona perfiles de usuario que incluyen información sobre los servicios a los que un usuario tiene acceso y cómo se deben configurar para ese usuario específico.
- **Integración con Redes y Servicios:** Facilita la integración con aplicaciones y servicios de terceros, permitiendo a los operadores proporcionar una amplia gama de servicios a los suscriptores.
- **Soporte a la Movilidad:** Permite a los usuarios mantener la continuidad de servicio mientras se desplazan entre diferentes áreas de cobertura o redes móviles, garantizando que las llamadas y los datos no se interrumpan abruptamente.
- **Manejo de Llamadas y Sesiones:** El HSS facilita el establecimiento y manejo de llamadas y sesiones para los usuarios, asegurando que las comunicaciones sean correctas y se enrutan correctamente.
- **Gestión de la Red:** Ayuda en la gestión y configuración de la red en su conjunto, asegurando una operación eficiente y confiable. (3GPP TS 23.002 v16, 2020)

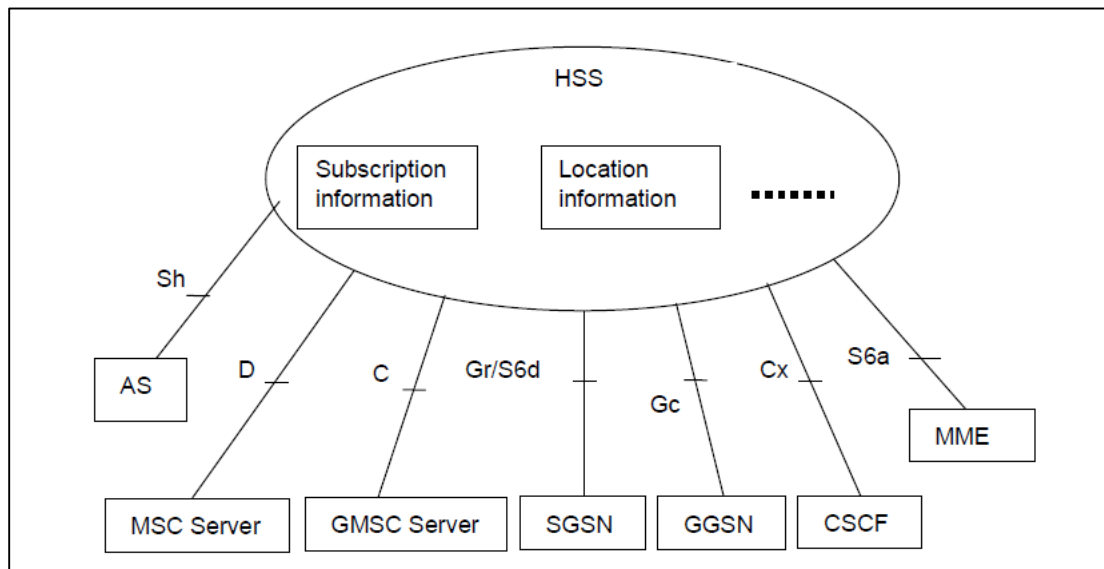


Figura 21. HSS. (3GPP TS 23.002 v16, 2020)

3.1.3.2. Centro de Autenticación (Authentication Center, AuC)

El AuC puede considerarse un subconjunto del HSS (Home Server Subscriber) que tiene la siguiente funcionalidad para el dominio CS y el dominio PS:

- El AuC está asociado con un HLR (Home Local Register) y almacena una clave de identidad para cada suscriptor móvil registrado en el HLR. Esta clave se utiliza para generar datos de seguridad para cada suscriptor móvil.
- Datos que se utilizan para la autenticación mutua de la Identidad del Abonado Móvil Internacional (IMSI) y la red.
- una clave utilizada para comprobar la integridad de la comunicación a través de la ruta de radio entre la estación móvil y la red.
- Una clave utilizada para cifrar la comunicación a través de la ruta de radio entre la estación móvil y la red.
- El AuC se comunica únicamente con su HLR asociado a través de una interfaz no estandarizada denominada interfaz H.

El HLR solicita los datos necesarios para la autenticación y el cifrado del AuC a través de la interfaz H, los almacena y los entrega al VLR, al SGSN y al MME, que los necesitan para realizar las funciones de seguridad de una estación móvil.

3.1.3.3. Registro de Ubicación de Visitantes (VLR)

Una estación móvil en itinerancia en un área de MSC (Mobile Switching Center) o dentro de un área de grupo GERAN/UTRAN está controlada por un Registro de Ubicación de Visitantes (VLR). Cuando un móvil o terminal (MS) ingresa a una nueva área de ubicación, inicia un procedimiento de registro. La MSC (Mobile Switching Center) a cargo de esa área detecta este registro y transfiere a un Registro de Ubicación de Visitantes la identidad del área de ubicación donde está situado el MS. Si el MS (Mobile Station, Dispositivo móvil) aún no está registrado en el VLR, el VLR y el HLR intercambian información para permitir el manejo adecuado de las llamadas CS que involucran a la MS (Mobile Station, Dispositivo móvil). (3GPP TS 23.002 v16, 2020)

La plataforma VLR puede estar a cargo de una o varias áreas del MSC. El VLR contiene también la información necesaria para gestionar el establecimiento o recepción de llamadas por las MS (Mobile Station, Dispositivo móvil) registrados en su base de datos (para algunos servicios suplementarios el VLR puede tener que obtener información adicional del HLR).

- La Identidad Internacional de Abonado Móvil (IMSI).
- El número RDSI internacional del dispositivo móvil (MSISDN).
- El número temporal del dispositivo móvil, utilizado para servicios ROAMING (MSRN). (TS 23.003 V18, 2023)
- La Identidad Temporal de la Estación Móvil (TMSI), si corresponde.
- La identidad de la estación móvil local (LMSI), si se utiliza.
- El área de ubicación donde se ha registrado la estación móvil.
- La identidad del SGSN donde se ha registrado el MS. Solo
- Aplicable a PLMN que soportan GPRS y que tienen una interfaz Gs entre MSC/VLR y SGSN;
- la última ubicación conocida y la ubicación inicial del MS;
- la identidad de la MME donde se ha registrado el MS. Solo se aplica a PLMN que admiten EPC y CS Fallback y que tienen una interfaz SG entre MSC/VLR y MME.
- El VLR también contiene parámetros de servicio suplementarios adjuntos al abonado móvil y recibidos del HLR.
- La organización de los datos del abonado se describe en (TS 23.008, 2022).

3.1.3.3.1. Registro de Identidad del Equipo (EIR)

En contexto roaming, el Registro de Identidad del Equipo (Equipment Identity Register, EIR) desempeña un papel fundamental en la gestión de identidades de equipos móviles, especialmente International Mobile Equipment Identities (IMEIs), pero con enfoque en situaciones de roaming o itinerancia de voz/datos entre operadores. Aquí se describen sus funciones en este contexto:

- **Gestión de IMEIs en Itinerancia-roaming:** EIR gestiona y almacena IMEIs específicos de dispositivos móviles que están en roaming. Esto puede incluir tanto IMEIs locales como IMEIs de visitantes.
- **Intercambio de Información:** El EIR puede intercambiar información sobre IMEIs con EIRs de otros operadores, especialmente en el contexto de roaming. Esto permite a los operadores compartir datos y garantizar una gestión de IMEI más amplia y efectiva.
- **Verificación Internacional de IMEIs:** Durante el roaming, el EIR verifica la validez de los IMEIs de los dispositivos móviles que acceden a la red. Esto es crucial para garantizar que solo los dispositivos autorizados y legítimos tengan acceso a la red, independientemente de su origen.
- **Prevención de Fraude a Nivel Internacional:** El EIR contribuye a prevenir el uso de dispositivos robados o fraudulentos a nivel internacional, ya que los IMEIs bloqueados o marcados como no autorizados se detectan y manejan de manera consistente en las redes de roaming.
- **Compatibilidad y Coherencia:** Asegura que las políticas de gestión de IMEIs sean coherentes y aplicables entre diferentes operadores durante situaciones de uso de servicios roaming, manteniendo un enfoque estandarizado y de conformidad con regulaciones globales.
- **Integración con Acuerdos de Itinerancia - roaming:** El EIR se integra dentro de los acuerdos de roaming entre operadores para garantizar que las políticas de gestión de IMEIs sean acordadas y respetadas mutuamente.
- **Acceso a Información Internacional:** Facilita el acceso y la actualización de información relacionada con IMEIs a nivel internacional, lo que es esencial para mantener la integridad de la red de roaming y garantizar la seguridad y la calidad del servicio.

En resumen, el EIR en situaciones de roaming juega un papel crucial al garantizar que las políticas de gestión de IMEIs sean consistentes, efectivas y

cumplan con los estándares internacionales, contribuyendo así a la seguridad y la confiabilidad de las comunicaciones móviles en entornos de roaming.

3.1.3.4. SMS Gateway MSC (SMS-GMSC)

El SMS Gateway MSC (SMS-GMSC) actúa como una interfaz entre un Centro de Servicio de Mensajes Cortos y la PLMN, para permitir la entrega de mensajes cortos a estaciones móviles desde el Centro de Servicio (SC).

El SMS Gateway, desempeña una función importante en situaciones de roaming al facilitar el enrutamiento de mensajes de texto (SMS) entre la red de un operador y la red de un operador visitante. Sus funciones principales en roaming incluyen.

- **Interconexión de Redes:** El SMS-GMSC actúa como un punto de interconexión entre la red del operador móvil de origen (la red del remitente del SMS) y la red del operador móvil visitante (la red donde se encuentra el destinatario del SMS)
- **Enrutamiento de Mensajes:** Cuando un mensaje SMS se envía desde un suscriptor de un operador a un suscriptor de otro operador mientras están en roaming, el SMS-GMSC se encarga de enrutar ese mensaje desde la red de origen HPLMN a la red de destino VPLMN.
- **Conversión de Protocolos:** Puede ser necesario convertir protocolos y formatos de mensajes para que sean compatibles con las redes del operador de origen y de destino.
- **Entrega de Mensajes:** Garantiza que el mensaje SMS se entregue de manera efectiva al destinatario en la red del operador visitante, independientemente de su ubicación geográfica.
- **Gestión de Tarifas y Facturación:** El SMS-GMSC también puede desempeñar un papel en la gestión de tarifas y facturación, asegurando que los operadores involucrados acuerden y apliquen las tarifas de roaming apropiadas para los mensajes SMS.
- **Compatibilidad con Estándares:** Debe cumplir con los estándares de señalización SMS, como el protocolo SMPP (Short Message Peer-to-

Peer), para permitir la comunicación efectiva entre las redes de diferentes operadores.

- **Optimización de la Entrega:** A menudo, el SMS-GMSC puede optimizar la entrega de mensajes, asegurando que los mensajes lleguen a su destino de la manera más eficiente posible.

Es esencial para garantizar que los mensajes SMS se entreguen de manera confiable y eficiente entre redes de diferentes operadores. Facilita la comunicación de texto entre suscriptores, sin importar en qué parte del mundo se encuentren, y desempeña un papel importante en la interoperabilidad de redes de telecomunicaciones móviles.

3.1.4. Entidades de Dominio CS

3.1.4.1. Centro de Conmutación de Servicios Móviles (MSC)

El Centro de Conmutación de Servicios Móviles (Mobile Services Switching Centre, MSC) desempeña un papel crucial en el contexto roaming. Actúa como una interfaz entre el sistema de radio y las redes fijas, encargándose de gestionar los servicios conmutados por circuito hacia y desde las estaciones móviles.

En un escenario roaming, donde los usuarios móviles se desplazan entre diferentes áreas geográficas, varios MSCs pueden ser necesarios para proporcionar cobertura. Cada MSC se encarga de la conmutación y señalización para las estaciones móviles dentro de su área designada. Cuando se aplica la Conexión Intra-dominio de Nodos de RAN a Múltiples Nodos de CN (Core Network), varios MSCs pueden servir a un área de grupo.

Cada MSC está conectado a las BSCs y RNCs de su área de influencia, pero también a su VLR (aunque suele ser una funcionalidad incluida dentro de la propia MSC), y debe tener acceso a los HLRs tanto propios como de los distintos operadores, así como interconexión con las redes de telefonía de otros operadores.

Funciones principales:

- Encaminamiento de llamadas.
- Tarificación
- Estado del terminal
- Gestión y control de llamadas hacia/desde el Subsistema Radio.

Es importante destacar que, aunque varios MSCs puedan cubrir un área de grupo, cada estación móvil individual es atendida por un único MSC a la vez. El MSC debe tener en cuenta la asignación de recursos de radio y la movilidad de los suscriptores, lo que le lleva a realizar procedimientos adicionales para asegurar una gestión eficaz de las comunicaciones en un entorno de roaming. Estos procedimientos son esenciales para garantizar una transición suave y sin interrupciones de los servicios a medida que los usuarios móviles se desplazan entre diferentes áreas geográficas.

Su Área de Servicio está constituida por el conjunto de Áreas de Localización (LA, Location Area) que gestionan los diferentes Controladores de Radio (BSCs y RNCs) que dependen de la MSC.

Con la llegada del 3G (UMTS), sus funciones se dividieron en dos entidades: Servidor MSC y MGW.

MSC desempeña un papel fundamental en la gestión de servicios móviles en un entorno de roaming, asegurando que las comunicaciones de los usuarios móviles sean manejadas de manera eficiente y sin interrupciones a medida que se desplazan entre diferentes ubicaciones geográficas. (3GPP TS 23.002 v16, 2020) (3GPP TS23.012, 2022) (3GPP TS 23.009 , 2022)

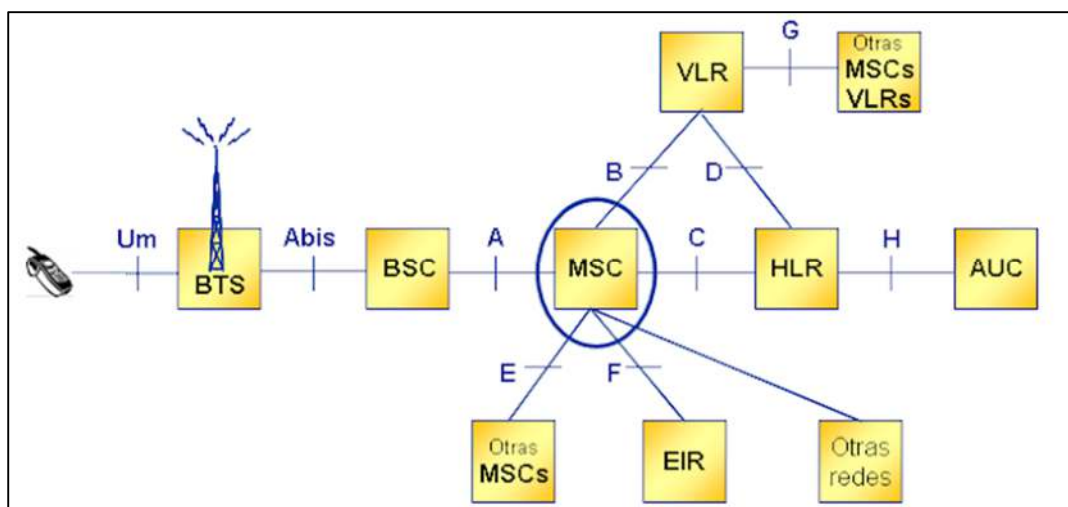


Figura 22. Arquitectura MSC

3.1.4.1.1. Servidor MSC

El MSC Server (Servidor del Centro de Conmutación Móvil) es un componente importante en la red de comunicaciones móviles, y en el contexto del roaming desempeña funciones esenciales:

- **Control de Llamadas y Movilidad:** El MSC Server se encarga del control de llamadas tanto originadas como terminadas por los usuarios móviles en el dominio de conmutación de circuito (CS). Esto implica terminar la señalización entre el usuario móvil y la red y traducirla en señalización relevante entre redes. Es responsable de controlar el estado de la llamada y la conexión de canales de medios en una pasarela de conmutación de circuito (CS-MGW).
- **Base de Datos de Visitante (VLR):** El MSC Server también incluye una Base de Datos de Visitante (VLR) que almacena datos de servicio de los suscriptores móviles, lo que permite la gestión de llamadas en el área de visita.
- **Datos Relacionados con CAMEL:** Además de los datos de servicio, el MSC Server almacena datos relacionados con CAMEL (Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic). CAMEL es un estándar que permite aplicaciones personalizadas en las redes móviles.

Cuando el MSC Server se ha mejorado para admitir SRVCC (Single Radio Voice Call Continuity), desempeña funciones adicionales para respaldar la continuidad de llamadas de voz entre redes 4G y 2G/3G. Esto incluye la preparación de la reubicación y la transferencia de sesiones desde IMS (IP Multimedia Subsystem) a CS (conmutación de circuito), así como la coordinación de procedimientos de entrega de llamadas de voz y transferencia de sesiones.

Si el MSC Server se ha mejorado para admitir Servicios Centralizados de IMS (como se define en TS 23.292), también se encarga de la interconexión entre el dominio de CS y IMS, traduciendo la señalización del usuario a través de la interfaz CS (A/Iu y E) a señalización SIP en IMS y viceversa.

En resumen, el MSC Server es un componente crucial en el contexto del roaming, ya que se encarga de funciones críticas relacionadas con el control de llamadas, la movilidad y la continuidad de llamadas de voz, lo que garantiza que los usuarios móviles puedan realizar y recibir llamadas de manera efectiva mientras se desplazan entre diferentes redes y tecnologías.

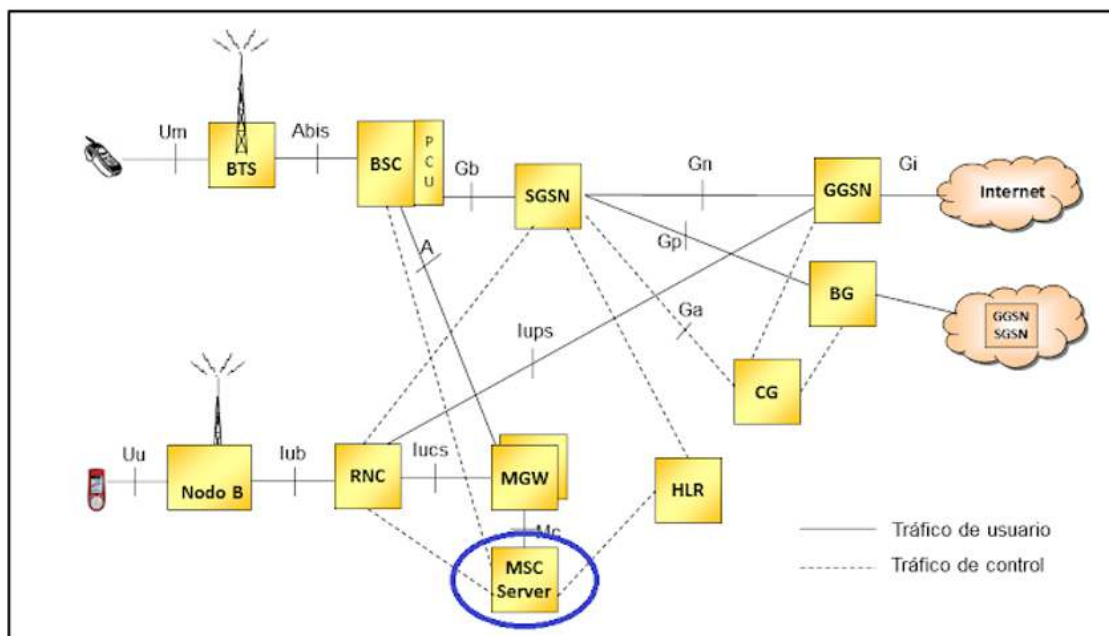


Figura 23. MSC SERVER: Mobile Switching Centre Server.

3.1.4.1.2. Circuit Switched- Media Gateway Function (CS-MGW)

Tiene un papel importante en la red de comunicaciones móviles. Resumiendo, entre sus funciones principales tenemos que el CS-MGW actúa como un punto de terminación de transporte PSTN/PLMN para una red definida y establece la interfaz entre UTRAN y la red principal.

Terminación de Canales Bearer: El CS-MGW es responsable de la terminación de canales bearer (canales de transporte de voz o datos) que provienen de una red de conmutación de circuito. Esto permite la transmisión de voz y datos entre la red móvil y otras redes.

Procesamiento de Medios: El CS-MGW también maneja flujos de medios, como flujos RTP (Real-time Transport Protocol) en una red IP. Puede realizar conversiones de medios, control de canales bearer y procesamiento de carga útil, que incluye tareas como códecs, cancelación de eco y funciones específicas para dispositivos móviles.

Interacción con Otros Componentes: Colabora con otros componentes de la red, como el Media Gateway Control Function (MGCF), el servidor MSC y el servidor GMSC para el control de recursos y la gestión de llamadas.

Gestión de Recursos Propios: Administra recursos propios, como canceladores de eco, que son esenciales para garantizar la calidad de las llamadas.

Compatibilidad con Diversos Códigos de Voz: El CS-MGW debe admitir diferentes códecs de voz y protocolos de trama para satisfacer las necesidades de los servicios en la red móvil.

Aplicando hacia servicios roaming, el CS-MGW es fundamental para garantizar la conectividad de voz y datos entre los usuarios móviles y las redes a las que se conectan mientras están en itinerancia de Voz. Su capacidad de terminar y procesar señales de voz y datos de manera eficiente es esencial para ofrecer servicios de alta calidad a los suscriptores móviles mientras se desplazan entre diferentes áreas geográficas y redes.

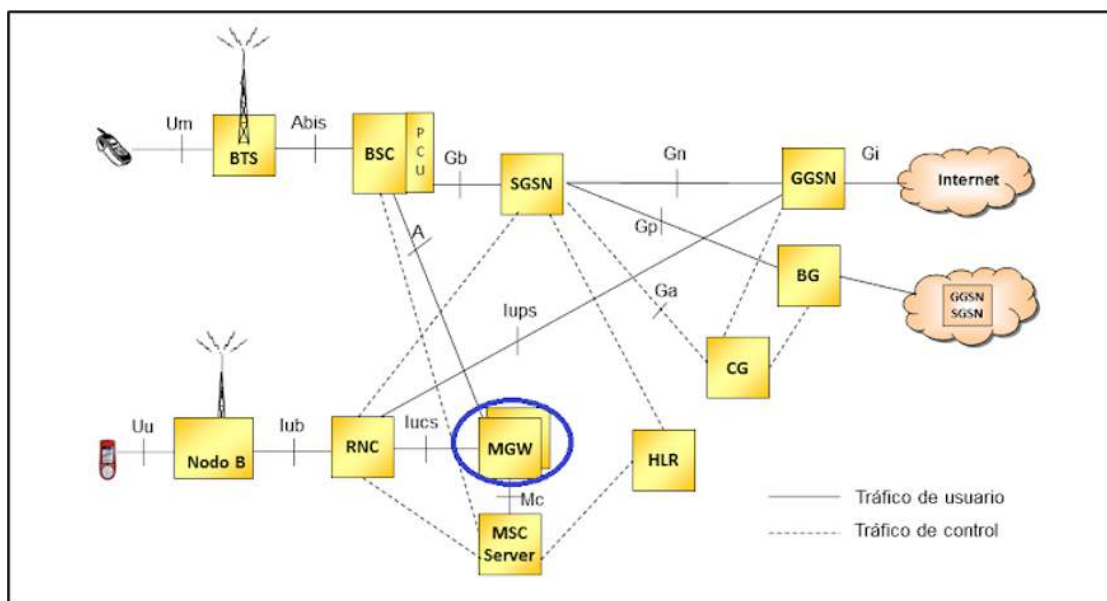


Figura 24. Arquitectura Media Gateway

3.1.5. Entidades de Dominio EPC PS

3.1.5.1. Mobility Managment Entity - MME

La entidad MME – Mobility Managment Entity o Entidad de Gestion de Movilidad en español, constituye el elemento principal del plano de control de la red LTE para gestionar el acceso de los terminales a través de E-UTRAN. Todo terminal que se encuentre registrado en la red LTE y sea accesible a través de E-UTRAN, tiene una entidad MME asignada. La elección de la entidad MME se realiza en el proceso de registro y depende de aspectos tales como la ubicación geográfica del terminal en la red (cada MME sirve a un conjunto determinado de eNBs) así como a criterios de balanceo de cargas (gracias al soporte de la interfaz S1-flex). Dicha entidad mantiene un contexto de datos del usuario (e.g., identificadores del usuario, conexiones y servicios portadores EPS activos, claves de seguridad, datos de localización del usuario en la red, etc.) y articula todas las gestiones que se realicen con relación a dicho usuario (e.g., establecimiento de servicios portadores EPS, etc.)

En resumen, ejecuta las siguientes funciones:

Autenticación y Autorización de Acceso: La MME se encarga de autenticar y autorizar el acceso de los usuarios a través de E-UTRAN. Esto implica verificar la identidad de los usuarios, autenticarlos y autorizar su acceso a la red LTE basándose en los datos del usuario obtenidos desde el HSS (Home Subscriber Server).

Gestión de Servicios Portadores EPS: La MME coordina la señalización necesaria para establecer, mantener, modificar y liberar los servicios portadores EPS. Estos servicios portadores son esenciales para el envío de paquetes IP entre los equipos de usuario y la red externa.

Gestión de Movilidad en Modo Idle: La MME realiza un seguimiento de la ubicación de los usuarios que se encuentran en modo "idle," es decir, dispositivos que no tienen ninguna conexión de control activa con E-UTRAN. Esto implica la gestión de áreas de seguimiento y procedimientos de actualización de áreas de seguimiento para obtener información de localización de los usuarios registrados en la red LTE.

Señalización para Soporte de Movilidad Entre EPS y Redes 3GPP: La entidad MME es responsable de la señalización que permite la movilidad entre EPS y redes 3GPP, lo que facilita el intercambio de información entre E-UTRAN y las redes 3GPP tradicionales. Esto es esencial para la gestión conjunta de la movilidad.

Terminación de Protocolos de Señalización NAS: Los protocolos de señalización NAS fluyen entre el equipo de usuario y la entidad MME asignada. Estos protocolos admiten funciones de control de acceso, gestión de conexiones a redes externas, establecimiento de servicios portadores EPS y gestión de la movilidad de los dispositivos en modo idle. (Vodafone, 2010) (3GPP TS 23.401, 2023) (3GPP TS 23.402 v18.2.0, 2023) (3GPP TS 36.300, 2023)

Mobility Management Entity (MME) desempeña un papel central en la gestión de servicios de roaming en la red LTE. Garantizando la autenticación, autorización y

movilidad de usuarios, así como la interconexión de redes, lo que permite a suscriptores mantener una conectividad fluida mientras se desplazan en áreas internas o externas pertenecientes tanto como otros operadores como suscriptores roaming. (3GPP TS 23.002 v16, 2020)

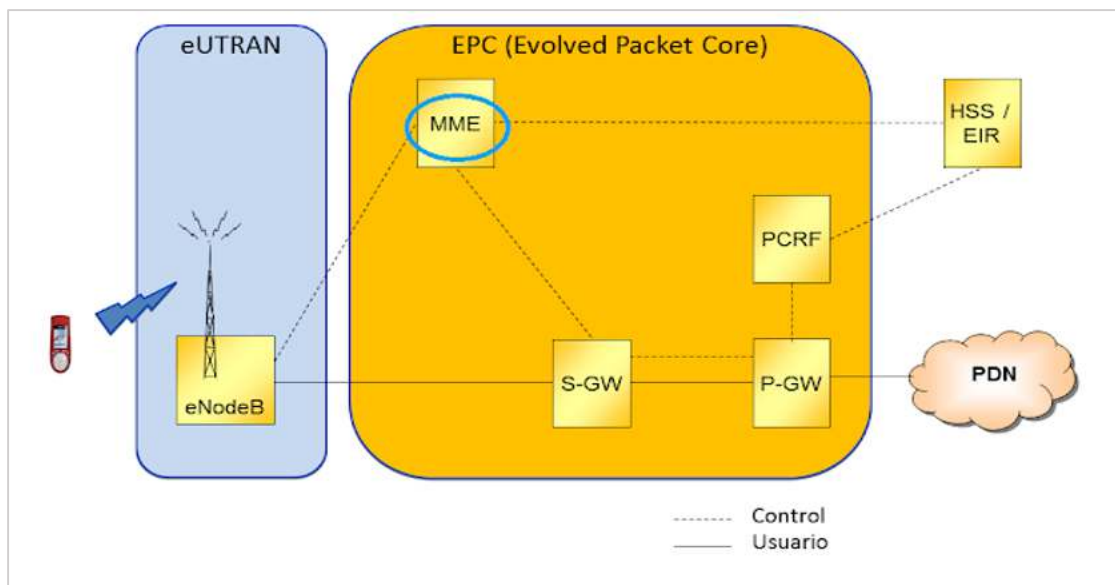


Figura 25. Mobility Managment Entity (MME)

3.1.5.2. Gateways

3.1.5.2.1. Serving GW (S-GW)

Esta entidad es clave en la arquitectura de Envolved Packet System (EPS), el cual es utilizado en tecnologías como LTE (Long-Term Evolution). Actúa de pasarela del plano de usuario entre E-UTRAN y la red troncal EPC. Al igual que sucede con la entidad MME, un usuario registrado en la red LTE dispone de una entidad S-GW asignada en la EPC a través de la cual transcurre su plano de usuario. La asignación de la pasarela S-GW responde también a criterios geográficos, así como de balanceo de cargas. Entre las principales funciones del S-GW podemos destacar:

- Enrutamiento de Datos; Cuando un dispositivo móvil, como un teléfono inteligente o una tableta, se encuentra en una ubicación donde no puede ser atendido directamente por su operador de origen (Operador Local, HPLMN), el Serving Gateway se encarga de enrutar los datos entre el dispositivo y la red de destino o el operador visitado (VPLMN). Esto permite que los usuarios continúen utilizando sus servicios de datos móviles incluso cuando están fuera de la red de su operador principal.
- La entidad S-GW proporciona un punto de anclaje en la red troncal EPC con respecto a la movilidad del terminal entre eNBs. De esta forma, en un proceso de handover entre dos eNBs, el cambio del plano de usuario puede únicamente derivar en un cambio del servicio portador S1 entre los eNBs implicados y el S-GW, manteniéndose sin cambios el resto del plano de usuario (camino entre S-GW y P-GW).
- La funcionalidad de punto de anclaje también se aplica a la gestión de movilidad con las otras redes de acceso 3GPP (UTRAN y GERAN). De esta forma, equipos de usuario que se conecten a la red LTE a través de UTRAN o GERAN, disponen también de un S-GW asociado en la red troncal EPC por el que fluye su plano de usuario. Esta configuración, junto con otras posibilidades de interconexión con otras redes que ofrece LTE,
- Almacenamiento temporal de los paquetes IP de los usuarios en caso de que los terminales se encuentren en modo mode idle. En la red LTE, el plano de usuario entre S-GW y el equipo de usuario puede “desactivarse” cuando no haya tráfico para transmitir. Es decir, aunque las conexiones y servicios portadores EPS permanezcan activos, un terminal puede encontrarse en estado idle y, por tanto, no estar conectado a ningún eNB. Así pues, cuando se recibe tráfico de la red externa dirigido a un usuario en modo idle, este tráfico llega hasta la entidad S-GW a cargo de ese usuario, que retiene temporalmente los paquetes IP e inicia (a través de la señalización pertinente con la entidad (MME) el restablecimiento del plano de usuario hasta el equipo de usuario.

- Encaminamiento del tráfico de usuario. Como todo el tráfico de un usuario fluye a través de una pasarela S-GW, ésta alberga la información y funciones de encaminamiento necesarias para dirigir el tráfico de subida (tráfico IP proveniente de los equipos de usuario) hacia la pasarela (o pasarelas) P-GW que corresponda y el tráfico de bajada (proveniente de las pasarelas P-GW) hacia el eNB a través del cual se encuentra conectado el equipo de usuario. Es importante destacar que, aunque un usuario puede tener múltiples conexiones establecidas con diferentes pasarelas P-GW de forma simultánea, todo el tráfico atraviesa una única S-GW. (Vodafone, 2010) (3GPP TS 23.401, 2023) (3GPP TS 23.402 v18.2.0, 2023) (3GPP TS 23.401, 2023)

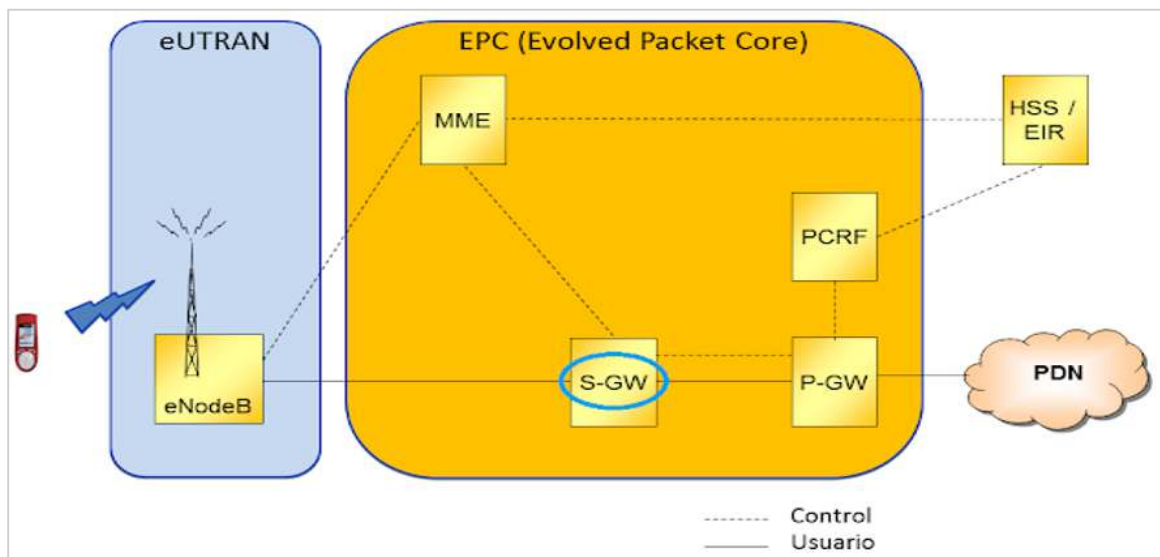


Figura 26. SGW: Serving Gateway

3.1.5.2.2. Packet Data Network Gateway (P-GW)

Esta entidad es la encargada de proporcionar conectividad entre la red LTE (Long-Term Evolution) y las redes externas (denominadas como Packet Data Network, PDN, en las especificaciones 3GPP). Es decir, a través de la entidad P-GW, un usuario conectado al sistema LTE resulta “visible” en la red externa.

Por tanto, los paquetes IP generados por el usuario se inyectan en la red externa a través de esta pasarela y, viceversa, todo el tráfico IP dirigido a un terminal LTE proveniente de la red externa va a ser encaminado hasta el P-GW. Un usuario tiene asignada como mínimo una pasarela P-GW desde su registro en la red LTE. Entre las principales funciones de la pasarela P-GW podemos destacar:

- **Enrutamiento de Datos:** Cuando un dispositivo móvil se encuentra en una ubicación donde no puede ser atendido directamente por su operador de origen (Home Operator), el P-GW se encarga de enrutar los datos entre el dispositivo y la red de destino o el operador visitado (Visited Operator). Esto permite que los usuarios continúen utilizando sus servicios de datos móviles incluso cuando están fuera de la red de su operador principal.
- **Gestión de Conexiones de Datos:** El P-GW es responsable de establecer y gestionar las conexiones de datos para los dispositivos móviles. Esto incluye la asignación de direcciones IP, la administración de sesiones y la gestión de recursos de red para garantizar un servicio de datos eficiente.
- **Políticas de Calidad de Servicio (QoS):** El P-GW aplica políticas de Calidad de Servicio (QoS) a las conexiones de datos, lo que permite priorizar el tráfico de acuerdo con las necesidades de las aplicaciones y servicios. Esto asegura que los servicios críticos, como las llamadas de voz sobre IP o aplicaciones de videoconferencia, reciban la prioridad adecuada.
- **Interconexión de Redes:** El P-GW facilita la comunicación entre la red de su operador de origen y la red del operador visitado cuando un dispositivo móvil está en un área de roaming. Garantiza que los datos se entreguen de manera eficiente y permite que los usuarios accedan a servicios de datos mientras se desplazan.
- **Gestión de Sesiones de Datos:** El P-GW controla las sesiones de datos de los dispositivos móviles, lo que incluye el establecimiento,

mantenimiento y finalización de conexiones de datos. Asegura que las sesiones de datos se administren adecuadamente y que los recursos de la red se utilicen eficientemente.

- **Seguridad:** El P-GW juega un papel importante en la seguridad de las conexiones de datos. Puede aplicar medidas de seguridad, como el cifrado de datos, para proteger la privacidad y la integridad de la información transmitida a través de la red.

En resumen, el Packet Data Network Gateway (P-GW) es un componente esencial en el contexto del roaming en las redes móviles. Tiene un papel fundamental en el enrutamiento de datos, la gestión de conexiones de datos, la aplicación de políticas de Calidad de Servicio, la interconexión de redes y la seguridad de las conexiones de datos. Su función principal es garantizar que los usuarios móviles puedan acceder a servicios de datos de manera continua y segura mientras se desplazan entre diferentes áreas de servicio y operadores de telecomunicaciones. (3GPP TS 23.402 v18.2.0, 2023) (3GPP TS 23.401, 2023)

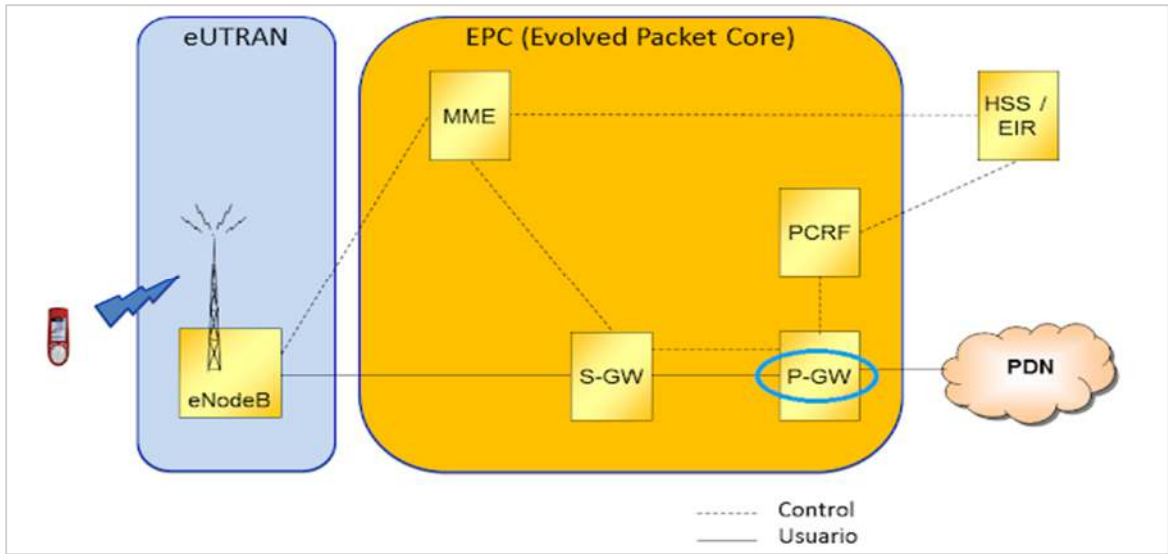


Figura 27. Packet Data Network Gateway

3.1.5.3. Server GPRS Support Node SGSN

El Server GPRS Support Node es un nodo de conmutación de paquetes de igual nivel jerárquico a un Centro de Conmutación de Servicios Móviles (MSC) es un elemento clave en las redes móviles GSM, GPRS y algunas redes 3G como UMTS. A continuación, te proporciono detalles, funcionamiento e hitos de impacto relacionados con el SGSN en el contexto de servicios de itinerancia roaming.

A nivel de detalles este se encarga de los siguientes pasos.

- **Ubicación en la Red:** El SGSN es un nodo central en la red de acceso por radio de GSM, GPRS y UMTS, y su función principal es gestionar la movilidad de los usuarios dentro de su área de cobertura.
- **Gestión de Contexto:** El SGSN mantiene una base de datos de contexto para los usuarios registrados en su área de servicio. Esto incluye información sobre la ubicación del usuario, los servicios activos y la información necesaria para enrutar datos hacia y desde el usuario.

- **Gestión de Sesiones:** El SGSN administra las sesiones de datos para los usuarios móviles. Esto implica la creación, mantenimiento y terminación de sesiones de datos a medida que los usuarios se desplazan por la red.
- **Interfaz Gb y Gn:** El SGSN se comunica con la estación base a través de la interfaz Gb en redes GPRS y con otros SGSN a través de la interfaz Gn. Estas interfaces permiten la transferencia de datos y la gestión de la movilidad.

A nivel de servicios roaming este se encarga de:

- **Intercambio de Datos con HLR:** El SGSN interactúa con el HLR (Home Location Register) de la red del usuario para obtener información sobre la autenticación y autorización del usuario en la red visitada.
- **SGSN VPLMN:** El SGSN del operador visitado se encarga de gestionar la ubicación y las sesiones de datos del usuario mientras se encuentra en el extranjero. Esto implica enrutar los datos al usuario y garantizar que el usuario esté autorizado a utilizar los servicios, mediante la autenticación y geolocalización.
- **Facturación y Registros:** El SGSN en el operador visitado también recopila información relevante para la facturación y registros de uso, que se enviará al operador doméstico para la facturación del usuario.
- **Seguridad:** El SGSN es responsable de garantizar que las comunicaciones entre el usuario y la red sean seguras. Esto incluye la autenticación y cifrado de datos. (3GPP TS 23.401, 2023) (3GPP TS 23.060, 2022)

Para admitir múltiples PDN, se aplicará la misma relación de confianza a todas las PDN a las que el UE se conecta desde una determinada red de acceso no 3GPP, es decir, no será posible acceder a una PDN utilizando la red de acceso no 3GPP como “CONFIABLE”, mientras que el acceso a otro PDN que utilice la misma red de acceso no 3GPP que es “NO CONFIABLE”. (3GPP TS 23.402 v18.2.0, 2023)

3.1.5.5. 3GPP AAA Server

Servicios de autenticación, autorización y gestión de ubicación para acceder a la EPS. También contiene información necesaria relacionada con el usuario para otorgar acceso a acceso que no sea 3GPP. También coordina la información necesaria para soportar la movilidad entre accesos 3GPP y no 3GPP, como la coordinación de la información PDN GW. Interactúa con HSS para mantener información consistente para los usuarios que respaldan la movilidad y la continuidad del servicio entre el acceso 3GPP y no 3GPP. (3GPP TS 23.402 v18.2.0, 2023)

3.1.5.6. 3GPP AAA Proxy

El proxy AAA 3GPP brinda soporte para usuarios itinerantes de acceso que no son 3GPP en la VPLMN y necesitan los servicios de autenticación, autorización y administración de ubicación para obtener acceso a EPS. También puede proporcionar información relacionada con la itinerancia para soportar escenarios de encadenamiento. Si se necesita un S-GW para acceso no 3GPP en la red visitada, el proxy AAA 3GPP selecciona un S-GW para el UE durante la conexión inicial o adjuntar entrega. (3GPP TS 23.402 v18.2.0, 2023)

3.1.6. Entidades específicas de sistemas 3GPP

3.1.6.1. Servicios CAMEL

Los servicios CAMEL (Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic) se refieren a las características que definen y controlan el comportamiento de servicios específicos en una red de telefonía móvil. CAMEL es un estándar de red que permite a los operadores de telefonía móvil

personalizar y definir servicios y lógica específica en sus redes para brindar funcionalidades avanzadas y personalizadas a los suscriptores.

CAMEL se puede utilizar para el control de sesiones y costos. También se puede utilizar para otros servicios específicos del operador. Los datos de suscripción recibidos a través de Gr, como se describe en (3GPP TS 23.078 v17, 2022).

3.1.6.2. Signaling Gateway Function (SGW)

El Signaling Gateway Function (SGW), en español "Función de Puerta de Señalización" realiza la conversión de señalización (en ambos sentidos) a nivel de transporte entre el transporte basado en SS7 de señalización utilizada en redes anteriores a Rel-4, y el transporte de señalización basado en IP posiblemente utilizado en redes posteriores a R99 (es decir, entre Sigtran SCTP/IP y SS7 MTP). El SGW no interpreta la capa de aplicación (por ejemplo, MAP, CAP, BICC, ISUP), pero es posible que tenga que interpretar la capa SCCP o SCTP subyacente para garantizar el enrutamiento adecuado de la señalización. No está directamente relacionado con el roaming de voz y datos, sino que se centra en la gestión del tráfico de señalización en la red de acceso de radio. (3GPP TS 23.002 v16, 2020)

3.1.6.3. Agente de Enrutamiento Diameter (DRA)

Un DRA (agente de enrutamiento de Diameter) es un elemento funcional en una red 3G o 4G (como LTE) que proporciona capacidades de enrutamiento en tiempo real para garantizar que los mensajes se enruten entre los elementos correctos de la red. El DRA fue introducido por el 3GPP para hacer frente al aumento del tráfico de señalización de Diameter y la creciente complejidad de las redes LTE 4G.

Parte de esta complejidad proviene de las mejoras que los proveedores de servicios de comunicaciones (CSP) introducen en las redes LTE 3G y 4G, como la tarificación escalonada, la facturación convergente y el control de la aplicación de políticas. Estos servicios requieren otras funcionalidades basadas en

Diameter, como PCRF, PCEF, HSS para soportar conexiones complejas de servicio al usuario. Un DRA controla y gestiona la señalización de Diameter entre estos elementos para garantizar que se realizan las conexiones adecuadas.

Las redes con arquitecturas complejas y múltiples nodos de Diameter requieren un avanzado motor de enrutamiento contextual de Diameter. Elegir un DRA que sea capaz de un enrutamiento contextual avanzado es esencial para gestionar la complejidad de la red y sacar partido a todo lo que el 4G LTE tiene que ofrecer. (IETF RFC 3588, 20003)

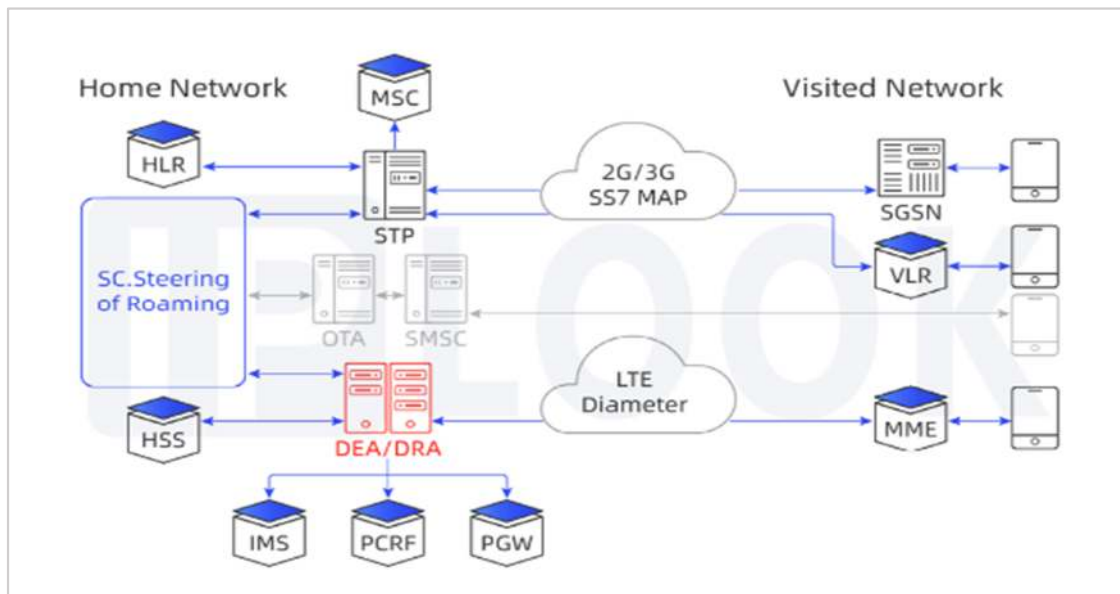


Figura 29. *Agente de Enrutamiento de Diámetro (DRA) (DRA, s.f.)*

3.1.6.4. Policy and Charging Rules Function (PCRF)

La entidad PCRF forma parte del marco funcional denominado PCC (Policy and Charging Control), que se utiliza para controlar los servicios portadores que ofrece la red LTE (activación y determinación de los parámetros de QoS asociados a cada servicio portador) así como realizar el control de los mecanismos de tarificación (tarificación on-line, off-line, medición del volumen de datos transferido, tiempo transcurrido, etc.).

Así pues, mediante la interfaz Gx, el PCRF gestiona los servicios portadores EPS de la red LTE mediante el envío de unas reglas de uso (reglas PCC) que sirven para configurar la operación de unas funciones específicas del plano de usuario de la pasarela P-GW (e.g., funciones que limitan la tasa de transferencia en bits/s de los servicios portadores) (3GPP TS 23.203 v17, 2021)

En un escenario sin itinerancia, sólo hay una única PCRF en la HPLMN asociada con una sesión Ip Connectivity Access Network (IP-CAN) de un UE o suscriptor. En un escenario de itinerancia roaming con interrupción local del tráfico y/o cuando se aplica una interfaz Gxx, hay dos PCRF asociadas con la sesión IP-CAN de un UE:

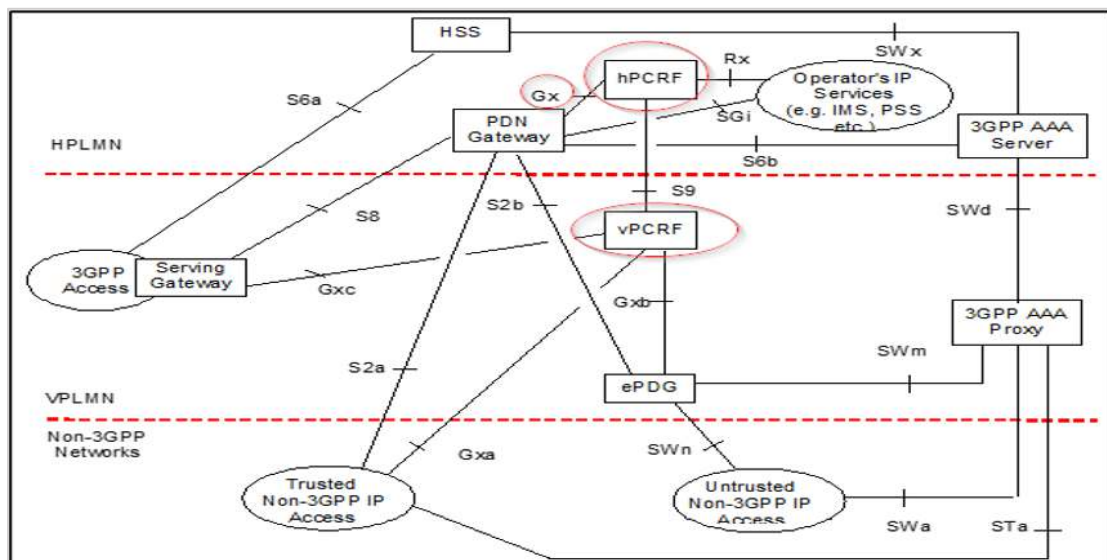


Figura 30. Arquitectura roaming 3GPP para escenarios de Accesos. (3GPP TS 23.401, 2023)

3.1.6.4.1. H-PCRF que reside en H-PLMN

La H-PCRF (Función de reglas de cobro y política local) es un elemento funcional que abarca funcionalidades de decisión de control de cobro y política en la HPLMN y en la VPLMN. El H-PCRF incluye funcionalidad tanto para el acceso enrutado local como para el acceso visitado (ruptura local).

Si se utiliza una sesión de control de puerta de enlace y se indica un establecimiento de sesión de control de puerta de enlace a través de S9, se aplica uno o más de los siguientes casos:

- La H-PCRF conoce una (o varias) sesiones IP CAN enrutadas localmente que pueden vincularse a la sesión de control de puerta de enlace. Para dichas sesiones IP CAN, la H-PCRF actuará como se describe en la cláusula 6.2.1.4.2.
- La H-PCRF no conoce ninguna sesión IP CAN que pueda vincularse a la sesión de control de puerta de enlace. Este es el caso cuando aún no se ha iniciado un proceso de establecimiento de sesión IP CAN a través de Gx o S9.

3.1.6.4.2. V-PCRF que reside en V-PLMN

La V-PCRF proporciona funciones para hacer cumplir las políticas del operador visitado con respecto a la autorización QoS solicitada por el operador local como lo indican los acuerdos de roaming. La V-PCRF informa a la H-PCRF cuando se ha denegado una solicitud y puede proporcionar la información de QoS aceptable.

Dentro de una sesión Ip Connectivity Access Network (IP-CAN), se puede seleccionar una V-PCRF diferente cuando se establece una nueva sesión de control de puerta de enlace.

3.2. Configuraciones realizadas en las diferentes plataformas EPS (Evolved Packet System) asociadas a servicios roaming

El EPS desempeña un papel fundamental para garantizar que los usuarios móviles puedan acceder a servicios y conectividad mientras viajan fuera de su red doméstica. Para lograr esto, varios módulos dentro del EPS realizan configuraciones específicas. A continuación, se describen estas configuraciones esenciales mediante un ROAD MAP a través de estas plataformas, utilizando

como modelo al roaming Partner “CRITC-Liberty Costa Rica”. Para poder realizar un lanzamiento de servicios roaming (CAMEL, 3G, LTE)

3.2.1. Configuraciones de acuerdos comerciales roaming en EPC, específicamente entidades CS

3.2.1.1. Configuraciones en Centro de Conmutación de Servicios Mviles CS – MSC

A como esta estandarizado en GSMA, cada operador tiene un código único TADIG. Haciendo referencia a la red de Costa Rica cuyo TADIG CODE es “CRITC”, donde el código el Grupo de Intercambio de Datos de Cuentas Transferidas (TADIG) es un número que identifica de manera única a un operador de red móvil (GSMA TD.13, 2019)

Tabla 5. Estructura de TADIG en IR21. (IR21, 2013)

RAEX IR.21 document (schema vers. 16.0)

ORGANISATION INFORMATION

Section ID: 1 (Mandatory)

Organisation name:	LIBERTY TELECOMUNICACIONES DE COSTA RICA LY, S.A.
Country initials:	CRI

TADIG summary

TADIG Code	MCC	MNC	VPMN / HPMN	Network type
CRITC	712	04	HPMN	Terrestrial
CRITC	712	04	HPMN	M2M Dedicated

Como parte de las configuraciones en MSC es abruptamente necesario como parte del proceso, realizar configuraciones previas asociadas al “E. 212, Plan de Identificación Internacional para Redes Públicas y Suscriptores” pertenecientes al roaming Partner (RP) CRITC. (ITU E.212, 2017)

Tabla 6. E212 Series Number & E.214 Mobile Global Title. (IR21, 2013)

E. 212 Number series	Mobile Country Code (MCC)	Mobile Network Code (MNC)
	712	04
E. 214 Mobile Global Title (MGT)	Country Code of MGT (CC)	Network Code of MGT (NC)
	506	600

Como primera instancia se realiza la declaración de IMSI NUMBER SERIES ANALYSIS DATA en la MSC, lo cual registrará la movilidad y accesibilidad en CS de los suscriptores pertenecientes al operador móvil CRITC, contenido en el IR 21 del operador.

Ejemplo:

La siguiente serie de comandos es para definir el IMSI series Number de HPLMN-CRITC en red VPLMN- NICMS, en esta última es donde se supone que los usuarios realizarán uso de servicios Roaming:

- MGIZI;
- MGICI;
- MGISI:IMSI=71204,m=5-506600,na=4,anres=OBA-300&BO-116&PLMN-1&MAPVER-2&CBA-54&CBAZ-0&CAMEL-1;
- MGIAI;

Donde la función de el comando MGIZI es utilizado para inhabilitar la protección establecida el análisis de las tablas series de números IMSI (Identidad de Abonado Móvil Internacional) en las centrales móviles. (Ericsson, 2020)

- El comando MGICI es utilizado para ordenar una copia de la información contenida en las tablas IMSI Number Series Analysis Serie Data, en las tablas NOP (No Operativas). (Ericsson, 2020)
- El comando MGISI es utilizado para levantar o inicializar el análisis de series de números IMSI para un grupo de suscriptores móviles, en el

ejemplo utilizado es el operador CRITC. Este comando siempre debe incluir los ANRES obligatorios. (Ericsson, 2020)

- MGIAI; El comando activa o inicia en la tabla, las modificaciones ejecutadas, que previamente estaban en no está operativa, para que entre en funcionamiento. La tabla de operativa utilizada anteriormente se guardará durante un periodo de protección, el valor predeterminado de esta protección de tablas es 24 hrs. Después del período de protección, se podrán especificar nuevos datos para el análisis de series de números IMSI (Identidad Internacional de Abonado Móvil).

Si se especifican los parámetros M (Modificante IMSI) el cual está asociado a la longitud del E. 212 de CRITC - 71204, con una longitud de 5 dígitos en este caso y NA (Nature Address) o en español llamado como dirección naturales donde el valor "NA=3" es para series nacionales y "NA=4" está condicionado para series Internacionales, los siguientes datos se utilizan durante el análisis del número IMSI para abordar el Registro de Ubicación Base (HLR) como Título Global (GT) para la Parte de Control de Conexión de Señalización (SCCP).

Si no se especifican los parámetros M (Modificante IMSI) y NA (Dirección Natural), se utilizan los siguientes datos durante el análisis del número IMSI para abordar el HLR como un GT para la SCCP (Punto de control de conexión de señalización).

```

<ngisp:imsi=71204;
MT IMSI NUMBER SERIES ANALYSIS DATA

OPERATING TABLE

IMSI      M      NA  ANRES
71204     5-506600  4  OBA-300
          BO-116
          PLMN-1
          MAPVER-2
          INOPER-10
          CBA-54
          CBAZ-0
          CAMEL-1

END

```

Figura 31. Definición de Identidad de Abonado Móvil Internacional (IMSI) CRITC en MSC VPLMN (Ericsson, 2020)

- Donde el valor IMSI, es el numero E.212=71204, asociado a roaming Partner CRITC.
- El valor M= 5-506600 este asociado al modificante E.212 en E. 214, es decir que el valor “5” se obtiene de los 5 dígitos que conforman el prefijo IMSI aperturado para CRITC el cual es 71204, seguido del valor MGT E.214 el cual es una combinación de Código Pais (CC) + Código de Red.
- El valor NA=4 es el predeterminado para series Internacionales.
- Miscellaneous Analysis Result (ANRES) o Resultado de análisis varios el cual está asociada al IMSI number. Donde el OBA y BO son los árboles de llamadas Internacionales por donde se realizará el análisis de llamada.
- CBA, se utiliza para indicar si se prohibirán las llamadas internacionales y los mensajes cortos de origen, excepto los dirigidos al país PLMN de origen.
- CBAZ, se utiliza para indicar si se deben prohibir las llamadas interzonales y los mensajes cortos de origen, excepto aquellos dirigidos al país PLMN de origen.
- Camel se utiliza para definir la fase camel soportada por el operador que visitara la red.

- La opción INOPER especifica el grupo de operadores para acceder a IN. Se utiliza para el enrutamiento de llamadas en los servidores GMSC y MSC/VLR con uso paralelo de varios operadores. (ERICSSON, 2020)

3.2.1.1.1. Listado de marcaciones series 506 LDI

Como de las validaciones de llamadas salientes hacia todos los destinos 506- Costa rica, se listan las marcaciones 506 a nivel B-NUMBER ANALYSIS DATA existentes.

```
<anbsp:B=64-506;
B-NUMBER ANALYSIS DATA
OPERATING AREA
B-NUMBER
```

	MISCELL	F/N	ROUTE	CHARGE	L	A
64-5						
64-50						
64-506						
64-5061			RC=446	CC=62	L=8-24	
	M=0-00					
	BNT=1					
64-5062			RC=446	CC=62	L=8-24	
	M=0-00					
	BNT=1					
64-5063			RC=446	CC=62	L=8-24	
	M=0-00					
	BNT=1					
64-5064			RC=446	CC=62	L=8-24	
	M=0-00					
	BNT=1					
64-5065			RC=446	CC=62	L=8-24	
	M=0-00					
	BNT=1					
64-5066			RC=446	CC=62	L=8-24	
	M=0-00					
	BNT=1					
64-5067			RC=446	CC=62	L=8-24	
	M=0-00					
	BNT=1					
64-5068			RC=446	CC=62	L=8-24	
	M=0-00					
	BNT=1					
64-5069			RC=446	CC=62	L=8-24	
	M=0-00					
	BNT=1					
END						

Figura 32. Listado de tablas de análisis de B - Marcaciones salientes hacia CR.

En la imagen anterior se observa que todas las marcaciones salientes por el árbol 64, destinado a salidas internaciones, tiene aperturado todas las marcaciones 506.

Adicionalmente se valida que estas estén siendo entregadas al routing RC= 446, el cual para este caso están asociado al Carrier HUB de llamadas LDI. Donde en la Figura 37, como primario se observa el Carrier AURIS y como secundario al Carrier STWS (Telefónica Global Solutions)

```
<anrsp:RC=446;
ROUTING CASE DATA
OPERATING AREA
```

RC	CCH	BR	ROUTING	SP	DATA
446	YES		P01=1 R=AURISO	MM3	COT EST SI ESS ESR
					0 256 0 3
					BNT RN SPR OLI OLI2
					00 0
					ISC FCP D
					0
			P01=2 R=STIWS10	MM3	COT EST SI ESS ESR
					0 256 0 3
					BNT RN SPR OLI OLI2
					00 0
					ISC FCP D
					0

Figura 33. Listado de Rutas Salientes hacia Carrier de LDI

3.2.1.2. Configuraciones en Punto de Señalización de Transferencia - STP

El Punto de Señalización de Transferencia (STP) es un elemento clave en las redes de telecomunicaciones, especialmente en el contexto de redes de conmutación de circuitos como el Sistema de Señalización 7 (SS7). El STP tiene un papel importante en el roaming y en la gestión de llamadas y servicios en redes móviles, tanto el roaming-IN como en roaming-Out.

A través de un rango específico por cada operador contenido en el IR21, esto es conocido como “Network Nodes Global Title Number Range’s” lo cual en español sería Rangos de Numeros de Titulo Global de Nodos de Red.

Tabla 7. Network Node Global Title Number Range (Ericsson, 2020)

Network Nodes Global Title Number Range(s)							
	506	600	00000	09999			MNO
MSRN Number Range(s)							
	506	600	01000	01999			
E. 212 Number series		Mobile Country Code (MCC)		Mobile Network Code (MNC)			
		712		04			
E. 214 Mobile Global Title (MGT)		Country Code of MGT (CC)		Network Code of MGT (NC)			
		506		600			

Siendo utilizado para enrutar mensajes de señalización entre los nodos de la red. Su función principal es asegurar que los mensajes de señalización, como los que se utilizan para establecer y gestionar llamadas telefónicas, lleguen al destino correcto. También tiene como funcionalidad la conmutación entre redes externas o roaming.

Para el caso usado como ejemplo asociado a la red VPLMNS cuyo TADIG es CRITC, la configuración a implementar en HPLMN, específicamente en un STP ORACLE son las siguientes.

- Print de validación de MGT

rtrv-gta:gttsn=mgt:gta=506600000

```

Command Executed
> rtrv-gta:gttsn=mgt:gta=506600000

STPNODE 23-10-28 14:08:01 MST EAGLE 46.3.2.0-68.32.0
rtrv-gta:gttsn=mgt:gta=506600000
Command entered at terminal #19.
;

Command Accepted - Processing
STPNODE 23-10-28 14:08:01 MST EAGLE 46.3.2.0-68.32.0

GTTSN      NETDOM  SETTYPE  NPSN      NDGT
mgt        itu     CDGTA   -----  3,5,6,7,8,9,10,11,13,14

GTA table is (3946 of 269999) 1% Full.
;

STPNODE 23-10-28 14:08:01 MST EAGLE 46.3.2.0-68.32.0

START GTA  END GTA  XLAT  RI  ITU PC
506        506      dpc   gt  3-191-7
HRNSET=dflt SSN=--- CCGT=no
GTMODID=----- TESTMODE=off
FALLBACK=sysdflt
OPTSN=e214ni2ri CGSELID=----- CDSELID=----- OPCS=-----
ACTSN=----- PPMEASREQD= no
CGPCACTION=dflt

Command Retrieved 1 Entries
;
Command Executed

```

Figura 34 Print Señalización asociado a Global Title de CRITC (ORACLE STP r17, 2023)

Donde los rangos “START GTA” y “END GTA” es el rango NGT asociado al operados CRITC.

Con respecto al Rango ITU PC, el cual esta normado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT - T Q.708, 2020). Cada proveedor es poseedor de

un rango ISPC UNICO. En este caso el usado es el ISPC=3-191-7, “Telefónica International Wholesale Services USA, Inc”. El cual pertenece a uno de los principales proveedores IPX en la región de CA.

<i>País/ Zona geográfica</i>			
<i>ISPC</i>	<i>DEC</i>	<i>Nombre único del punto de señalización</i>	<i>Nombre del operador del punto de señalización</i>
3-191-1	7673	New York, NY	T-Systems North America, Inc
3-191-2	7674	Newark, NJ	Global Crossing Telecommunications, Inc
3-191-3	7675	Atlanta, GA	BellSouth International
3-191-4	7676	Charlotte, NC	BellSouth International
3-191-5	7677	Portland, OR	Digital Communications Consulting LLC
3-191-6	7678	Los Angeles, CA	ComNet (USA) LLC
3-191-7	7679	Boca Raton, FL	Telefonica International Wholesale Services USA, Inc
3-192-2	7682	New York, NY	Level 3 Communications, LLC
3-192-3	7683	Miami, FL	LD Telecommunications, Inc
3-192-4	7684	Dallas, TX	IP Deliver
3-192-5	7685	Los Angeles, CA	China Telecom (USA) Corporation
3-192-6	7686	Madison, WI	Digital Communications Consulting LLC
3-192-7	7687	New York, NY	Reliance Communications, Inc
3-193-0	7688	Los Angeles, CA	Reliance Communications, Inc
3-193-2	7690	Miami, FL	Orbitel S.A. E.S.P.
3-193-3	7691	New York, NY	Orbitel S.A. E.S.P.

Figura 35. Lista de códigos de puntos de Señalización Internacional (ISPC) (UIT - T Q.708, 2020)

Para definir la declaración Global Title (GT) de un roaming Partner hacia un Point Code de señalización se realiza mediante el siguiente comando. (ORACLE STP r17, 2023)

Comando para crear correlación entre GT<->SPC en plataforma de señalización STP:

```
ent-gta:gttsn=E164:gta=506:egta=506:xlata=dpc:ri=gt:pci=3-191-7:mrnsset=dflt
```

3.2.2. Configuraciones de Servicios roaming en plataforma HSS

Como parte de las configuraciones roaming-IN para brindar los servicios adecuados, tanto como itinerancia de llamadas-Datos y así como los servicios CAMEL, se procede a dar de alta las siguientes configuraciones en el Servidor de Datos de abonado HSS.

Ya que, en este caso el ejemplo tomado como HPLMN posee desplegado en su infraestructura de red HSS & P-GW es perteneciente al vendor HUAWEI, por lo cual se utilizará la siguiente plataforma SDB HUAWEI quien ejerce como HSS&PGW.



Figura 36. Gestor HUAWEI para plataformas HSS&PGW (Huawei Technologies Co., Ltd)

Con respecto a HSS, todo acuerdo CAMEL debe ser registrado en plantillas de configuraciones donde se consolidan absolutamente todos los destinos y acuerdos roaming en una red HPLMN, es decir en estas plantillas administrativas este contenido todos los destinos VPLMN que un suscriptor tiene accesibilidad. (Huawei Technologies Co., Ltd., s.f.)

3.2.2.1. Plantillas de acuerdos roaming CAMEL en HSS

Como concepto básico, CAMEL es una solución de red inteligente (IN) para redes GSM, TD-SCDMA y WCDMA.

CAMEL permite a los operadores de redes GSM, TD-SCDMA y WCDMA ofrecer servicios específicos de operador a suscriptores que se encuentran en itinerancia fuera de sus HPLMN. CAMEL es una función de la red, no un servicio complementario.

CAMEL ha evolucionado en cuatro fases y pueden ser configuradas en USN9810.

CAMEL Fase 1: CAMEL se aplica a actividades relacionadas con llamadas MOC originadas y MOT terminadas en dispositivos móviles.

CAMEL Fase 2: CAMEL se aplica a las invocaciones de servicios suplementarios.

CAMEL Fase 3: CAMEL se aplica a servicios de mensajes cortos originados en dispositivos móviles (MO SMS), sesiones de servicio general de radio por paquetes (GPRS), contextos de protocolo de datos por paquetes (PDP) y control de datos de abonado en el HLR y señalización a través de la red.

CAMEL Fase 4: CAMEL se aplica a los servicios de mensajes cortos terminados en dispositivos móviles (MT SMS).

Los comandos siguientes por visualizar en nodo HSS se utilizan para administrar las plantillas de acuerdos de roaming CAMEL. Las plantillas de acuerdos de roaming CAMEL pueden ser consultadas mediante el comando LST CAMELROAMTPL.

LST CAMELROAMTPL se utiliza para consultar todas las plantillas de acuerdo de itinerancia CAMEL en un HLR virtual o todos los registros de datos de prefijo de número VLR o SGSN en una plantilla de acuerdo de itinerancia CAMEL.

Para consultar todos los registros de datos de prefijo de número VLR o SGSN en una plantilla de acuerdo de roaming CAMEL, especifique tanto el número de serie HLR como el ID de plantilla. (Huawei Technologies Co., Ltd., s.f.)

```
%%LST CAMELROAMTPL:HLRSN=1,TPLID=1;%%  
RETCODE = 0 SUCCESS0001:Operation is successful  
  
          HLRSN = 1  
          TPLID = 1  
          TPLNAME = CAMELROAMTPL  
          VLRSGSNNAME = VLR1  
          VLRSGSNP1 = 12345678910  
  
Total count = 5  
  
There is together 1 report
```

Figura 37. Listado de tablas CAMEL roaming en HSS HUAWEI (Huawei Technologies Co., Ltd)

Y valores o acuerdos nuevos a estas plantillas se agregan mediante ADD CAMELROAMTPL y definen los VLR y SGSN específico al roaming Partner CRITC con el cual se dará apertura a un acuerdo de roaming CAMEL en el HSS.

ADD CAMELROAMTPL: HLRSN=1, TPLID=0, PROV=TRUE,
VLRSGSNP="506600", CAMEL=PHASE1, VLRSGSNNAME="CRITC".

Donde CAMEL=PHASE1, es establecido de esa manera debido a que la operadora HPLMN-NICMS únicamente soporta acuerdos CAMEL1.

Donde VLRSGSNP es el parámetro que especifica el prefijo o dirección Global Title del número VLR o SGSN que se agregará a la plantilla del acuerdo de roaming CAMEL. Cabe recalcar que cada elemento VLR o SGSN de los operadores HPLMN o VPLMN poseen un rango único de dirección Global Title, en el caso del ejemplo en cuestión CRITC es el MGT E. 214 = 506600, por ende, todas las direcciones Global Title de esos nodos inician con el rango de "Country Code MGT (CC)" y "Network Code MGT(NC)"

Tabla 8. Información de Elementos de Red - CRITC Direcciones Global Title. (IR21, 2013)

RAEX IR.21 document (schema vers. 16.0)	
NETWORK ELEMENTS INFORMATION	
Section ID: 13 (Optional)	
Section is applicable for the following TADIG codes: CRITC	
Node type	GT address / Address range
MSC	506 6
MGW	506 6
MGW	506 6
SMSC	506 6
SGSN	506 6
SGSN	
SGSN	
SGSN	
PGW	
HLR	506 6
HLR	506 6
GGSN	

Estas declaraciones en las tablas de acuerdos CAMEL son esenciales, ya que como HPLMN-NICMS se habilita a que todos los suscriptores NI, tengan permitido o autorizado el uso de servicios CAMEL roaming Out en una red VPLMN-CRITC, en este caso haciendo referencia a CRITC. Siendo el caso donde el escenario es el contrario y CRITC se convierte en red local, ahora como HPLMN-CRITC deberá configurar en su tabla la apertura las direcciones Global Title de VPLMN o en este caso NICMS.

Tabla 9. Información de Elementos de Red - NICMS Direcciones
Global Title

RAEX IR.21 document (schema vers. 15.0)		
NETWORK ELEMENTS INFORMATION		
TADIG code: NICMS Section ID: 13 (Optional)		
Node type	Node ID	GT address / Address range
HLR		505 810
MSC/VLR-2G		505 810
SMSC		505 810
GGSN		
SGSN-2G+3G		505 810
GGSN		
MSC/VLR-2G+3G		505 810
HSS		505 810
HSS		505 810
SMSC		505 810
SMSC		505 810
SMSC		505 810
SMSC		505 810
SGSN-2G+3G		505 810
GGSN		
GGSN		

CAMEL es un medio para agregar aplicaciones inteligentes a las redes móviles para proporcionar servicios de valor agregado de nivel de operador cuando los suscriptores están en roaming entre redes móviles. Agrega flexibilidad en el seguimiento y control de las llamadas realizadas por los suscriptores. Después de que los suscriptores registren una plantilla de acuerdo de roaming CAMEL, los operadores pueden proporcionar servicios de red inteligentes personalizados a los suscriptores incluso si se desplazan fuera de sus HPLMN.

Los acuerdos CAMEL entre redes están planificados por los operadores. Si el VLR o SGSN donde un abonado está en itinerancia tiene un acuerdo de itinerancia CAMEL con el HLR, el VLR o SGSN soporta los servicios CAMEL especificados por la HPLMN del abonado y cobra los servicios. Luego, el HLR entregará información de suscripción CAMEL de origen (O-CSI) cuando el abonado itinerante intenta realizar una llamada o entregará información de

suscripción CAMEL de terminación (T-CSI) cuando el VLR o SGSN intenta enrutar una llamada al abonado itinerante.

Las plantillas de acuerdos de roaming CAMEL están asociadas con plantillas O-CSI (agregadas por ADD OCSITPL) y plantillas T-CSI (agregadas por ADD TCSITPL). Antes de que el HLR determine si entregar datos O-CSI o T-CSI para un abonado que está en itinerancia fuera de su HPLMN, el HLR comprueba si el VLR o SGSN en servicio tiene un acuerdo de itinerancia CAMEL con el HLR y si el VLR o SGSN en servicio admite CAMEL.

3.2.3. Configuraciones de servicios roaming en plataformas SGSN/MME

A nivel operativo en una gran parte de redes u operadores los nodos SGSN como el MME, sus funciones son gestionada por un mismo equipo, tal como sucede en este caso de análisis asociados a configuraciones PS en una red HPLMN.

Específicamente en este caso se utilizará la descripción de gestor USN 9810 perteneciente a Vendor HUAWAEI.

El USN9810 es un dispositivo central en la red de evolución de la arquitectura del sistema (SAE). Proporciona las funciones de una Entidad de Gestión de la Movilidad (MME). Como parte de una red central 2G/3G/4G, también puede proporcionar las funciones de un nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN). (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD., 2014)

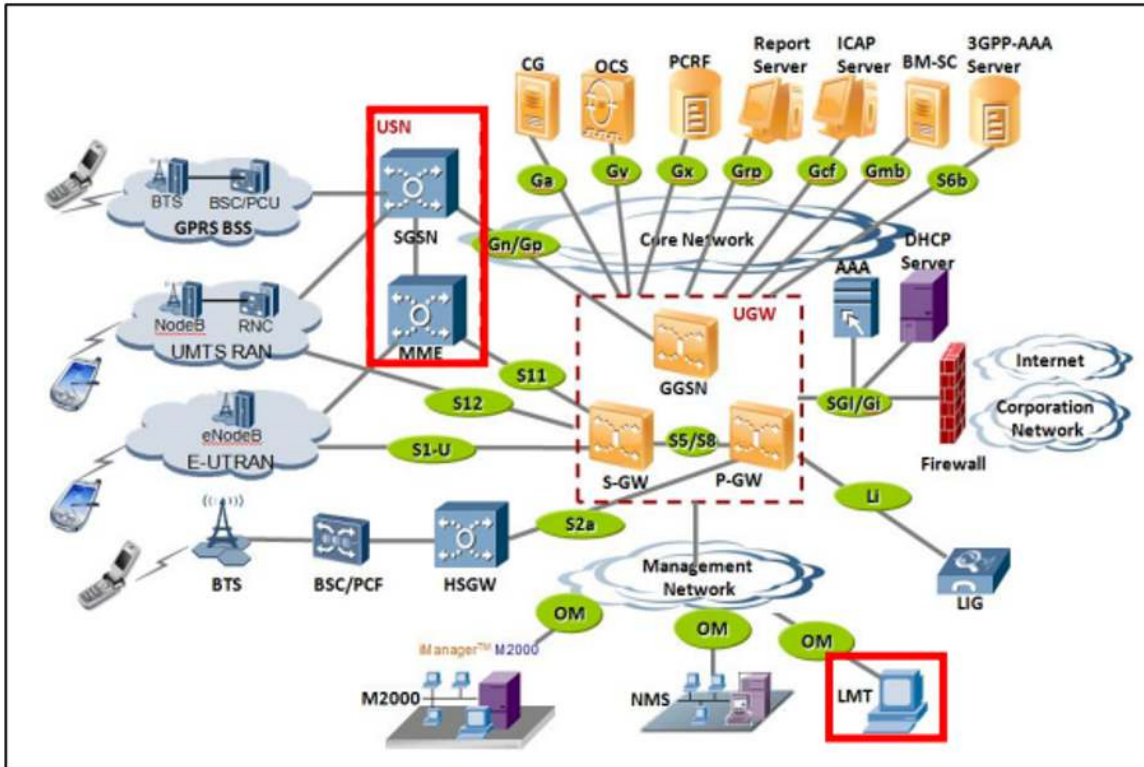


Figura 38. Gestor USN9810. (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD., 2014)

Al igual que en la apertura de VLR o SGSN para servicios CAMEL Fase 1 utilizado para llamadas CS, las siguientes configuraciones asociadas a servicios de paquetes de datos (PS).

3.2.3.1. Listado de Configuración MME de control de acceso S1 E-UTRAN (LST S1ACCAREALST) en USN 9810

LST S1ACCAREALST, este comando se utiliza para consultar registros para control de acceso en modo S1. Para proceder a enlistar dichos registros de control de acceso en modo S1, se debe ejecutar el siguiente comando.

Donde los principales parámetros de red son Código Movil de Pais (MCC) y Código de Red Movil (MNC). También se le suma el parámetro Subscriber Name o Nombre de Suscriptor, el cual en este caso se asocia la definición a un rango de de numero de series E.212 (MCC + MNC), el cual para este caso sería el 71204.

```

%%LST SIACCAREALST: SUBRANGE=SPECIAL_IMSIPRE, IMSIPRE="71204";%%
RETCODE = 0  Operation succeeded

The result is as follows:
-----
                Area Range = Area Group
                Mobile Country Code = 712
                Mobile Network Code = 04
                Tracking Area Code = NULL
                Tracking Area Code Range = NULL
                Area group ID = 1
                Subscriber Range = SPECIAL_IMSIPRE
                IMSI Prefix = 71204
                Subscriber group ID = 0
                Network Operator Identity = NULL
                User Equipment Type = NULL
                Control Type = ALLOW
Reject UEs with Specific RFSP Values = No
                Cause Value = NULL
                Customized Cause Value = NULL
(Number of results = 1)

---      END

```

Figura 39. Listado de Registros de control de acceso en S1 Mode E-UTRAN.
(Huawei Technologies Co., Ltd., s.f.)

Esto es esencial en temas de accesibilidad para todos aquellos suscriptores en escenario IN, es decir usuarios asociados a CRITC tratando de conectarse en red LTE NICMS, ya que El eNB se conecta a la red troncal EPC a través de la interfaz S1. Dicha interfaz está desdoblada en realidad en dos interfaces diferentes: S1-MME para sustentar el plano de control y S1-U como soporte del plano de usuario. (3GPP TS 36.300, 2023) (3GPP TS 36.401 V17.10, 2022)

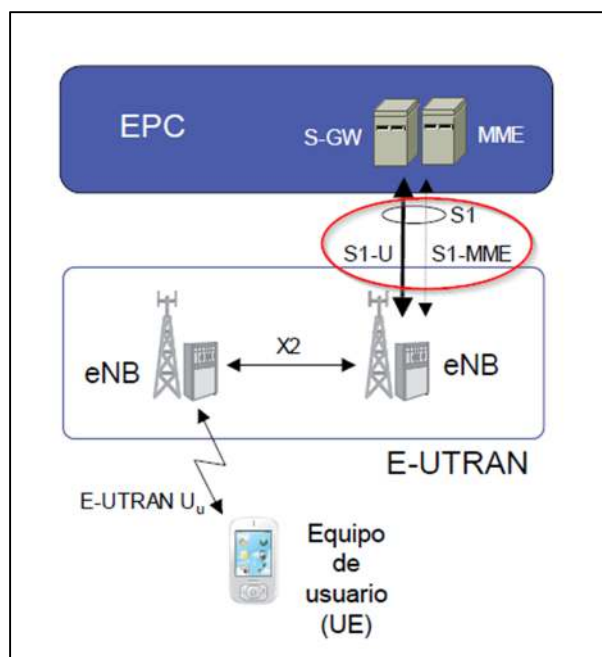


Figura 40. Interfaz S1 en Red de Acceso E-UTRAN

3.2.3.2. Adición de configuraciones MME de control de acceso S1 E-UTRAN (LST S1ACCAREALST) en USN 9810

Si a nivel de control de acceso S1 no existiere registro de CRITC, se procede a configurarlo mediante el siguiente comando ADD S1ACCAREALST. Como ejemplo tendría la siguiente nomenclatura.

Ejemplo:

```
ADD          S1ACCAREALST:          AREA=AG,          AREAID=1,
SUBRANGE=SPECIAL_IMSIPRE,  IMSIPRE="71204",  CTRLTYPE=ALLOW,
SUBRFSP=NO;
```

- Donde el parámetro IMSIPRE es mandatorio.
- Donde el parámetro "CTRLTYPE=ALLOW" es obligatorio y especifica si el tipo de control de acceso es permitido o rechazado para los usuarios pertenecientes a HPLMN-CRITC en la red VPLMN-NICMS.

3.2.3.3. Configuración SGSN de relaciones correspondientes IMSI-GT

LST IMSIGT; comando que es utilizado para realizar consultas sobre la asignación entre el prefijo de identidad de abonado móvil internacional (IMSI) y el código de país (CC)+número de acceso a la red (NAN). (Huawei Technologies Co., Ltd., s.f.)

```
%%LST IMSIGT: IMSIPRE="71204";%%  
RETCODE = 0  Operation succeeded  
  
IMSI-GT conversion table  
-----  
                IMSI Prefix = 71204  
CC_network access No. = 506600  
  Mobile network name = CRITC  
(Number of results = 1)  
  
---      END
```

Figura 41. Listado de Correspondencia IMSI-GT

ADD IMSI-GT; Este comando se utiliza para agregar la asignación entre el prefijo de identidad de abonado móvil internacional (IMSI) y la combinación de un código de país (CC) y un número de acceso a la red (NAN). Los registros de mapeo se deben agregar ejecutando este comando para todos los IMSI de los UE en la HPLMN y los IMSI de los UE que pueden desplazarse a la HPLMN.

Durante el direccionamiento HLR basado en IMSI, el sistema necesita consultar esta tabla. Dos casos son los siguientes:

- El IMSI se convierte al título global (GT) según el estándar E.214 cuando el valor del prefijo IMSI es diferente del valor del número de acceso a la red CC_. El principio de conversión es convertir la parte que coincide con el valor. del prefijo IMSI en el IMSI al valor de CC_network access No...

La parte restante en el IMSI no cambia. En la mayoría de los casos se adopta E.214.

- El IMSI se convierte al GT según el estándar E.212 cuando el valor del prefijo IMSI es el mismo que el valor del número de acceso a la red CC_. El principio de conversión es convertir la parte que coincide con el valor del prefijo IMSI. en el IMSI al valor de CC_network access No. (este último y el primero son iguales). La parte restante del IMSI no cambia.

3.2.3.4. Configuraciones MME&SGSN sobre control de acceso de suscriptores a una Red Movil Terrestre Pública (PLMN)

3.2.3.4.1. Listado de conexiones en tabla PLMN (LST CONNECTPLMN)

Este comando se utiliza para consultar una tabla de red móvil terrestre pública (PLMN) conectada. Esta tabla contiene información sobre cada PLMN conectada, por ejemplo, si los UE o suscriptores en una PLMN conectada esto permite que puedan acceder a la red para hacer uso de servicios móviles.

```
%%LST CONNECTPLMN: MCC="712", MNC="04";%%
RETCODE = 0  Operation succeeded

Connect PLMN table
-----
      Mobile country code = 712
      Mobile network code = 04
      Matched IMSI = NULL
      Country code = 506
      Network operator identity = 0
      SM allowed = Yes
      Maximum Bearer number = 11
      SMS allowed = Yes
      Correct SMS center allowed = Not allow
      Corrected SMS center = NULL
      LCS allowed = Yes
      Protocol type = GTP
      Operator Name = XXXXXXXX
      Exclusive connect PLMN = No
```

Figura 42. Listado de accesos a suscriptores VPLMN en red HPLMN. (Huawei Technologies Co., Ltd., s.f.)

3.2.3.4.2. Adicionar PLMN externa y asociar HPLMN (ADD CONNECTPLMN::)

Es usado para que el PLMN externo pueda ser declarado en las listas de acceso a servicios de una Red Movil Terrestre Publica Local HPLMN.

Ejemplo:

```
ADD CONNECTPLMN: MCC="712", MNC="04", CC="506", SM=YES,
SMS=YES, SMSCR=NO, COUNTRYORAREANAME="CRITC";
```

Donde el parámetro "SM=YES" permite que HPLMN habilite Session Managment (SM) a todos aquellos suscriptores externos a HPLMN.

Parámetro "SMS=YES" a través de este la HPLMN permite a los suscriptores externos a la red a poder hacer uso del servicio de numeros cortos en mensajería o Short Message. (Huawei Technologies Co., Ltd., s.f.)

3.2.3.4.3. Listado de Mapeo entre IMSI-HSS (LST IMSIHSS)

Este comando se utiliza para consultar la relación de mapeo entre un conjunto de identidades de abonado móvil internacional (IMSI) y un servidor de abonado local (HSS).

```
%%LST IMSIHSS: IMSIPRE="71204";%%
RETCODE = 0  Operation succeeded

IMSI and HSS mapping table
-----
                IMSI Prefix   =   71204
                HSS realm name = epc.mnc004.mcc712.3gppnetwork.org
Diameter Route Group Index   = NULL
                Mobile network name = XXXXXXXX
(Number of results = 1)

---      END
```

Figura 43. Listado de Mapeo entre IMSI-HSS (Huawei Technologies Co., Ltd., s.f.)

Donde “HSS Real Name” está asociado al identificador único que pertenece a cada operador Móvil, información contenida en la especificación técnica de 3GPP (TS 23.003 V18, 2023)

El mapeo de IMSI-HSS en el VPLMN-NICMS es fundamental para la gestión de la movilidad del suscriptor. Permite a la VPLMN-NICMS informar al HPLMN-CRITC sobre la ubicación del suscriptor para garantizar que esté disponible para recibir llamadas, mensajes y datos mientras está en la red visitada.

Garantizando que los suscriptores puedan disfrutar de una experiencia de servicio fluida y que los servicios se facturen y cobren correctamente, sin importar donde se encuentren dentro de la red de itinerancia o VPLMN. (Huawei Technologies Co., Ltd., s.f.)

3.2.3.4.4. Listado de configuraciones asociadas a Rutas Diameter (DRA) (LST DMRT;;)

Las rutas de dominio de Diámetro o Diameter, son utilizadas para que el USN9810 seleccione una entidad par basada en el nombre de dominio de una entidad par. las HPLMN (Home Public Land Mobile Network o Red de Móvil Terrestre Público Local) se asocian con sus propios HSS (Home Subscriber Server) y servidores AAA (Authentication, Authorization, and Accounting) para gestionar la autenticación y la autorización de sus suscriptores en redes visitadas (VPLMN). Para permitir el roaming de sus suscriptores en redes visitadas, las HPLMN utilizan DRA para enrutar los mensajes Diameter, especialmente aquellos relacionados con las interfaces S6a y S6d.

Las entidades de red que acceden a la base de datos HSS para gestionar el acceso al servicio roaming de conectividad de la red troncal EPC son las siguientes. Cuando el acceso se realiza a través de E-UTRAN, la entidad MME es la que interactúa con la base de datos a través de la interfaz S6a (3GPP TS 23.401, 2023). Cuando el acceso es a través de UTRAN o GERAN, el acceso a HSS se realiza desde el Server GPRS Support Node (SGSN) mediante la interfaz S6d. (3GPP TS 23.060, 2022)

Cuando el acceso es a través de redes no 3GPP, el acceso se canaliza a través del servidor AAA mediante la interfaz SWz. (3GPP TS 29.272 v17.4.0, 2022) (Huawei Technologies Co., Ltd., s.f.)

```
%#LST DMRT: ROUTEIDX=4;##
RETCODE = 0 Operation succeeded

The result is as follows:
```

Route index	Application name	Default route	Mode	Destination entity realm name	Peer entity index	Route name	Priority	Weight	Description
4	S6a/S6d	NO	Robin	epc.mnc004.mcc712.3gppnetwork.org	5	to-DRA _s _TG_GRX	NULL	NULL	CRITC_to-DRA_MIAMI_routel
4	S6a/S6d	NO	Robin	epc.mnc004.mcc712.3gppnetwork.org	4	to-DRA _s _TG_GRX	NULL	NULL	CRITC_CR_to-DRA_BOCA_RATON_routel

(Number of results = 2)

Figura 44. Listado de Rutas de Dominio en USN 9810. (Huawei Technologies Co., Ltd., s.f.)

También se puede consultar el estatus mismo de la ruta DRA con el comando **DSP DMRT:ROUTEIDX;**.

```
%#DSP DMRT: ROUTEIDX=4;##
RETCODE = 0 Operation succeeded

The result is as follows:
-----
Route index    = 4
Route name     = to-DRAs_TG_GRX
Route status   = UP
(Number of results = 1)

---      END
```

Figura 45. Display de estatus de rutas DRA definida

3.2.3.4.5. Adición de configuraciones asociadas a Rutas Diameter (DRA) (ADD DMRT;)

Si las asociaciones de rutas de dominio no existen, estas pueden ser dadas de altas mediante el comando **ADD DMRT;**.

```
ADD          DMRT:          ROUTEIDX=189,          ISDEFAULT=NO,
RSELMODE=SELMODE_ROUND_ROBIN,          REALMNAME="
epc.mnc004.mcc712.3gppnetwork.org",          PEERIDX=5,          ROUTENAM="to-
DRAs_TG_GRX", DESC="CRITC_to-DRA_MIA_route1";
```

```
ADD          DMRT:          ROUTEIDX=189,          ISDEFAULT=NO,
RSELMODE=SELMODE_ROUND_ROBIN,          REALMNAME="
epc.mnc004.mcc712.3gppnetwork.org",          PEERIDX=4,          ROUTENAM="to-
DRAs_TG_GRX", DESC="CRITC_DRA_BOCA_RATON_route1";
```

Se realizan 2 configuraciones PEER hacia el Carrier IPX perteneciente a cada operador, en este ejemplo se utiliza a Telefónica Global Solutions y se observan 2 destinos hacia “DRA Boca Raton” y “DRA MIAMI”, que ejercen funciones de principal y secundario.

3.3. Validaciones de escenarios de servicios roaming

Posteriormente que hayamos hecho el road map para las configuraciones a continuación se mostrara las validaciones de este acuerdo aperturado.

3.3.1. Escenario de llamada originada por el movil (MOC)

Se valida registro de una simcard CRITC en red NICMS.

```
<MGSLP:IMSI=712040037981084,ALL;
MT MOBILE SUBSCRIBER LIST

SUBSCRIBER IDENTITY
IMSI          MSTAT      MSISDN          CAT
712040037981084  REG      50663149208      10

SUBSCRIBER NON SUPPLEMENTARY SERVICE DATA

BASIC SERVICE DATA
SPCH          SMS          FX

LOCATION SERVICES DATA
PAI
N

ICS INDICATOR
0
```

Figura 46. Registro de suscriptor en red visitada VPLMN (Ericsson, 2020)

3.3.1.1. Flujo de llamada SIP de ROAMER IN

A continuación, se validará el flujo de una llamada asociada a un Roamer IN realizando MOC Back Home.

Donde como primera se definirá los elementos actores en una llamada.

Rutas en Centro de Conmutación de Servicios Moviles (MSC): Como primera instancia, tenemos las rutas internas existentes en las centrales, las cuales realizan las funciones de conmutación para enrutar las llamadas desde el suscriptor roamer en VPLMN hacia su HPLMN.

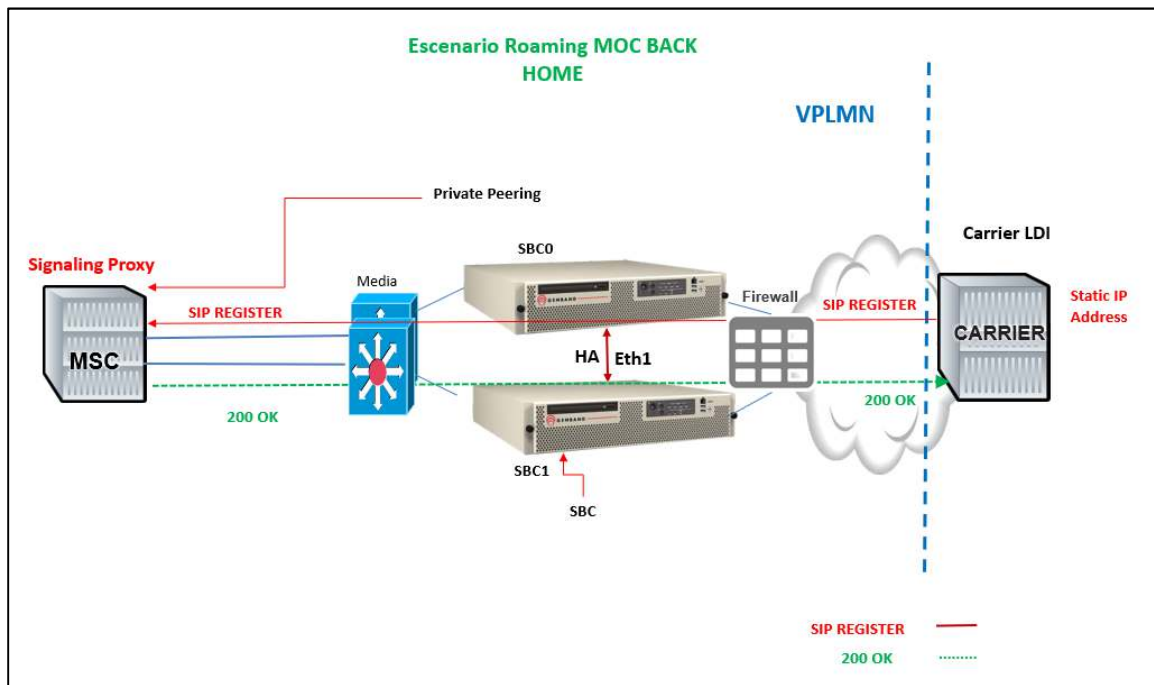


Figura 47. Escenario de llamadas MOC Back Home.

Previo a tener contacto con HPLMN, en VPLMN las rutas "MSC" las centrales realizan el disparo de llamada LDI a través de un "Private Peering" que es la ruta de interconexión directa y privada entre Centro de Conmutación de Servicios Moviles (MSC) y Session Border Controler (SBC), el cual es el punto entre MNO y roaming Hub.

En la Figura 48, se visualiza la primera fase de llamada móvil originante (MOC) y los distintos pasos de interacción entre los elementos de CORE y el Carrier LDI.

Donde la llamada es generada por el suscriptor y visualizada en la siguiente imagen como un INVITE SDP que va desde las MSC (1) hacia el Private Peering(2) quien posteriormente le entrega a través de Media Converter, convierte este tráfico de TDM hacia IP través del elemento MEDIA en imagen 53.

Una vez que el flujo de llamada es SIP procede a enrutarse a través del Session Border Controles (SBC) en la red local, quien a su vez enruta esta llamada hacia el Carrier o roaming Hub de llamadas. Este último se encarga de mediar y enrutar el tráfico entre 2 Operadores móviles de Red (MNO).

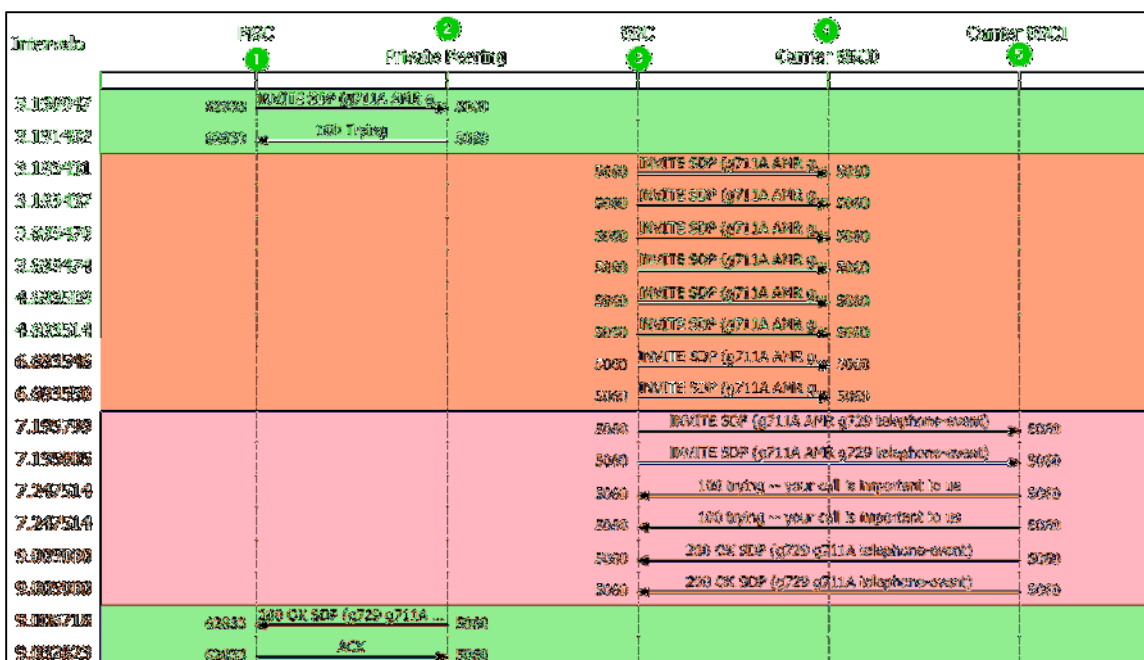


Figura 48. Flujo SIP de llamada MOC en VPLMN. Fase 1

En la siguiente Figura 49, se observa que una vez la llamada fue establecida, se genera un SIP response “BYE” desde el origen en VPLMN, es decir el suscriptor finaliza la llamada voluntariamente, volviendo a generar todos los pasos de comunicación entre NICMS <->Carrier <-> CRITC.

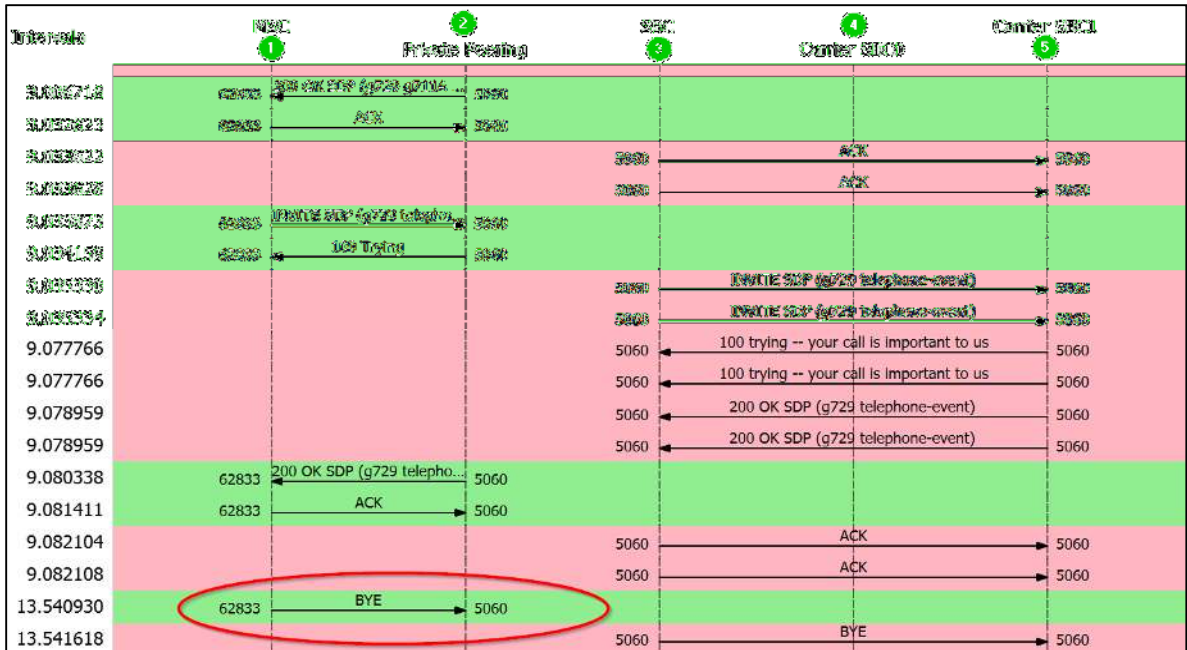


Figura 49. Flujo SIP de llamada MOC en VPLMN. Fase 2

Adicionalmente la siguiente figura es una validación a través de la herramienta de DriveTest TEMS, en la cual se observa el resumen de eventos exitosos asociados a roamer CRITC en NICMS.

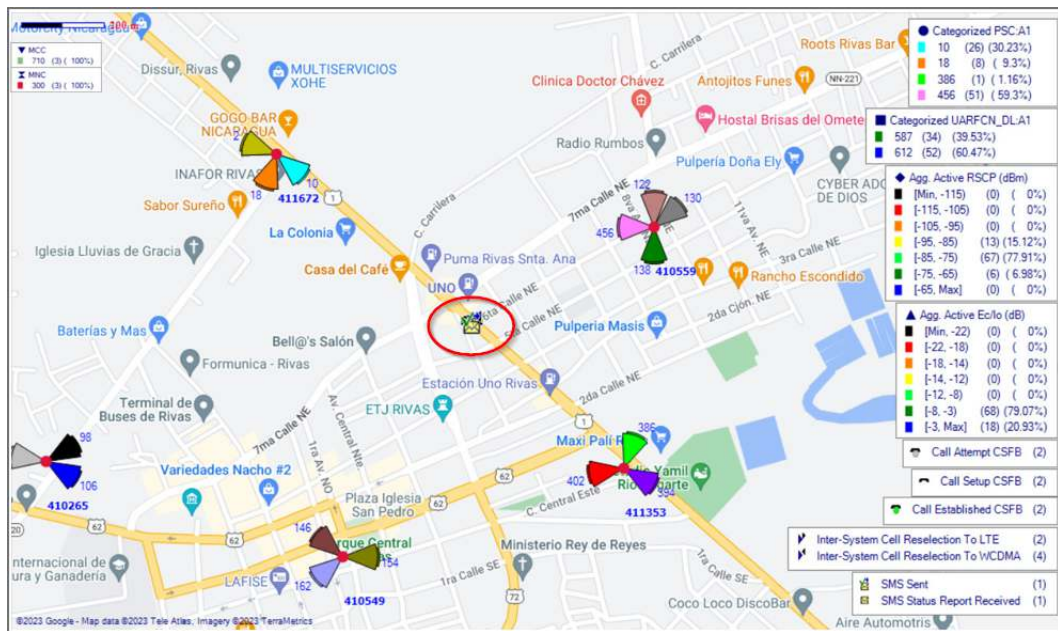


Figura 50. Validación de servicios Llamada/SMS de suscriptor CRITC en red visitada VPLMN-NICMS.

En la siguiente figura se observará el muestreo de Calidad/Potencia vs Throughput experimentado por el usuario CRITC en red VPLMN.



Figura 51. Validación de servicios de Throughput de suscriptor CRITC en red visitada VPLMN-NICMS.

Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

En este trabajo se revela la importancia crítica del roaming en la industria de las telecomunicaciones y su continuo crecimiento como facilitador clave de la conectividad global. Desde sus inicios hasta la actualidad, se ha observado su evolución y su papel fundamental para satisfacer las demandas de conectividad de los usuarios en un mundo cada vez más interconectado.

El estudio exhaustivo de los procesos técnicos y comerciales entre los socios roaming resalta la complejidad y la necesidad de una evaluación minuciosa de los acuerdos comerciales existentes. Al identificar las mejores prácticas ha sido crucial para comprender y mejorar la implementación de los servicios de roaming entre socios.

Asimismo, la determinación de los requisitos técnicos tanto a nivel interno de las plataformas como en los proveedores externos ha sido esencial para garantizar la interoperabilidad y la calidad de los servicios entre los socios de roaming. La comprensión detallada de las configuraciones en las plataformas EPC ha demostrado ser un factor decisivo para permitir el acceso eficiente y efectivo a los servicios relacionado con la gestión móvil

En resumen, este estudio ha proporcionado una visión holística de los elementos críticos en el ecosistema del roaming, destacando la necesidad de una colaboración efectiva entre los actores involucrados y una comprensión profunda de los aspectos comerciales, técnicos y regulatorios para ofrecer servicios de conectividad sin interrupciones y de alta calidad a los suscriptores en un entorno globalizado y en constante evolución.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda considerar para futuros estudios, abordar los distintos procesos o manuales de certificaciones por tecnologías 4G/5G asociadas a servicios de roaming internacional de voz o de datos.

Es también recomendado realizar investigaciones similares en donde se abarquen los principales desafíos regulatorios ante casos donde el enfoque sea hacia zonas donde no exista cobertura móvil.

Es recomendable también en trabajos posteriores donde se especifique el despliegue de acuerdos Roaming en redes 5G, con énfasis en la estructura y proyección en arquitecturas de redes según la 3GPP.

Otro trabajo complementario es la investigación sobre análisis y despliegues de nodos asociados a Evolved Packet Core (EPC), referente a guías de despliegue y optimización de redes en estos nodos de red troncal o core network (CN).

Por otro parte, instamos a nuestra alma mater Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), específicamente a Facultad de Electrotecnia y Computación (FEC), la consideración de la inclusión de los tópicos asociados a temas de Core Network (CN) (Red Troncal) en su plan de estudios, complementando las clases existentes sobre Red de Acceso. Así mismo, Dada la creciente importancia estratégica de la infraestructura de red troncal en las telecomunicaciones modernas, creemos que una ampliación curricular en áreas como el despliegue de nodos EPC, la gestión de tráfico y los protocolos asociados a la Core Network sería de un valor significativo.

Esta solicitud se basa en la observación de que las redes de acceso compartido, aunque fundamentales, se ven complementadas y optimizadas de manera eficiente por una comprensión profunda de la Core Network. Creemos que una inmersión más extensa en estos temas enriquecerá nuestra formación académica y nos equipará mejor para abordar los desafíos tecnológicos

emergentes en el ámbito de las telecomunicaciones. Estamos seguros de que esta ampliación no solo beneficiará nuestra educación, sino que también contribuirá al prestigio académico de la institución al adaptarse a las demandas cambiantes de la industria.

Bibliografía

- 3GPP TS 23.002 v16. (09 de 07 de 2020). *3GPP Network Architecture*. Obtenido de <https://www.3gpp.org/DynaReport/23002.htm>
- 3GPP TS 23.009 . (01 de 04 de 2022). *"Handover procedures"*. Obtenido de <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=732>
- 3GPP TS 23.060. (30 de 03 de 2022). *"General Packet Radio Service (GPRS)"*. Obtenido de <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=758>
- 3GPP TS 23.078 v17. (01 de 04 de 2022). *"Customised Applications for Mobile network Enhanced Logic (CAMEL) Phase 4; Stage 2"*. Obtenido de <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=766>
- 3GPP TS 23.203 v17. (23 de 12 de 2021). *"Policy and charging control architecture"*. Obtenido de <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=810>
- 3GPP TS 23.401. (19 de 09 de 2023). *3GPP*. Obtenido de General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access: <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=849>
- 3GPP TS 23.402 v18.2.0. (21 de 06 de 2023). *"Architecture enhancements for non-3GPP accesses"*. Obtenido de <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=850>
- 3GPP TS 29.272 v17.4.0. (23 de 09 de 2022). *"Evolved Packet System (EPS); Mobility Management Entity (MME) and Serving GPRS Support Node (SGSN) related interfaces based on Diameter protocol"*. Obtenido de <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=1690>
- 3GPP TS 36.300. (06 de 07 de 2023). *"Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRAN) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)"*. Obtenido de <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=2430>

- 3GPP TS 36.401 V17.10. (23 de 06 de 2022). *"Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Architecture description"*. Obtenido de <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=2442>
- 3GPP TS23.012. (01 de 04 de 2022). *"Location management procedures"*. Obtenido de <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=735>
- Alertify*. (15 de Octubre de 2023). Obtenido de <https://alertify.eu/history-of-roaming-services/>
- Alonso, S. M. (13 de Junio de 2017). *Cincodías*. Obtenido de https://cincodias.elpais.com/cincodias/2017/06/12/companias/1497272813_245053.html
- Anónimo II. (2022). Acuerdo Marco de Servicio.
- AnónimolI. (2022). Anexo II UNIDAD TÉCNICA DE ROAMING GLOBAL.
- AnónimolIII. (2022). Anexo I INTERCONEXIÓN DE ROAMING DE DATOS TGS - TCN.
- AnónimolIII. (2022). Anexo III SERVICIO DIAMETER LTE.
- AT&T*. (2023). Obtenido de <https://www.att.com/es-us/wireless/what-is-esim/>
- Banda Ancha*. (28 de Febrero de 2023). Obtenido de <https://bandaancha.eu/articulos/como-sabe-tu-compania-que-dispositivo-10097>
- Benavides, J., Amaya, R., & Delgado, M. (2019). *EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DE LA COMUNIDAD ANDINA SOBRE EL SERVICIO DE ROAMING INTERNACIONAL PARA SERVICIOS DE VOZ Y DATOS*. Bogotá: FEDESARROLLO.
- Carrillo Albeño, M. A. (2017). *ACUERDOS DE ROAMING PARA SERVICIOS DE VOZ Y DATOS Y APLICACIÓN DE PROTOCOLO CAMEL PARA IMPLEMENTACIÓN DE ROAMING PREPAGO*. Ciudad de Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- CFI*. (2023). Obtenido de <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/valuation/clearing-house/>
- Cid, M. (2012). *Comparativa de tarifas de navegación en roaming europeo*. Recuperado el 5 de 10 de 2023, de <http://xatakaon.com/internet-movil/comparativa-de-tarifas-de-navegacion-en-roaming-europeo>

- Claro Nicaragua. (2023). <https://asistencia.claro.com.ni/>. Obtenido de <https://asistencia.claro.com.ni/soporte/Claro-M%C3%B3vil/roaming-Prepago>
- Comision Europea. (07 de Junio de 2022). Obtenido de <https://digital-strategy.ec.europa.eu/es/policies/roaming-history>
- Comisión Europea. (27 de Octubre de 2023). Obtenido de https://cross-legacy.ec.europa.eu/content/Glossary%3AInternational_Mobile_Subscriber_Identity_%28IMSI%29_en
- DRA. (s.f.). *"Agente de Enrutamiento de Diametro DRA"*. Obtenido de <https://www.iplook.com/products/diameter-routing-agent>
- Ericsson. (05 de 06 de 2020). "Library Explorer MSC-S 18.3". *"EN/LZN 7160468 R3A"*.
- ERICSSON. (05 de 06 de 2020). "Traffic Set-up of IN/CAMEL Calls and SMS in". *9/1553-CSA 121 01/10 Uen A*.
- ETSI. (07 de 2020). *3GPP TS 23.002 version 16.0.0 Release 16*. Obtenido de ETSI: https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/123000_123099/123002/16.00.00_60/ts_123002v160000p.pdf
- Europea. (Diciembre de 2022). Obtenido de https://europa.eu/youreurope/citizens/consumers/internet-telecoms/mobile-roaming-costs/index_es.htm
- Galicia Telecom. (Agosto de 2023). Obtenido de <https://www.galiciatelecom.com/noticias/evolucion-del-roaming-de-tarifas-elevadas-a-la-era-roam-like-at-home>
- Gómez, G. O., & Ortiz Fierro, F. (2012). *Manual para Establecer la Certificación del Servicio de roaming Internacional de Voz sobre una Red GSM*. Mexico, D.F: Universidad Nacional Autónoma de México.
- GRUPO VODAFONE. (2023). <https://www.vodafone.com/>. Obtenido de <https://www.vodafone.com/about-vodafone/where-we-operate/voice-and-roaming-services/roaming-hub>
- GSM Associations. (2013). <https://www.gsma.com>. Obtenido de <https://www.gsma.com/latinamerica/es/roaming-redes-lte/>
- GSM Associations. (2013). IR.21GSM Association roaming Database, Structure and Updating Procedures. *GSM Associations*.

GSM Associations. (Julio de 2012). *Explicación del roaming movil*. Obtenido de <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2012/08/GSMA-Mobile-roaming-web-Spanish.pdf>

GSMA. (s.f.). Obtenido de https://www.gsma.com/futurenetworks/ip_services/roaming/

GSMA. (s.f.). Obtenido de <https://www.gsma.com/newsroom/press-release/gsma-launches-data-roaming-transparency-initiative/>

GSMA. (s.f.). Obtenido de https://www.gsma.com/futurenetworks/ip_services/roaming/

GSMA. (s.f.). Obtenido de <https://www.gsma.com/services/roaming-services/>

GSMA. (s.f.). Obtenido de <https://www.gsma.com/publicpolicy/regulatory-environment/roaming>

GSMA. (s.f.). Obtenido de <https://www.gsma.com/newsroom/press-release/gsma-launches-data-roaming-transparency-initiative/>

GSMA. (s.f.). Obtenido de <https://www.gsma.com/newsroom/press-release/chinas-three-largest-mobile-operators-join-gsma-open-gateway-initiative/>

GSMA "La Economía Movil en America Latina y el Caribe 2018". (2018). Obtenido de <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2018/12/Mobile-Economy-2018-ESP.pdf>

GSMA & BLUENOTE. (2013). Desarrollo del roaming Internacional en Latinoamérica. *GSM Associations*.

GSMA. (25 de Febrero de 2015). Obtenido de <https://www.gsma.com/latinamerica/resources/qos/>

GSMA Association. (s.f.). *Economía Movil en America Latina*. Obtenido de <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2020/02/Mobile-Economy-Latin-America-2019-Spanish-Executive-Summary.pdf>

GSMA Latin America. (2011). *Personalizar servicios para los suscriptores en entornos de roaming*. GSMA Associations.

GSMA TD.13. (17 de 05 de 2019). *"TADIG Code Naming Conventions"*. Obtenido de https://membergateway.sharepoint.com/:w:/r/sites/OfficialDocuments/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7BA33330B0-FE4E-4808-86FC-7A01FBDBC27C%7D&file=TD.13%20v12.7.docx&action=default&mobileredirect=true

Hexnode. (27 de Septiembre de 2022). Obtenido de <https://www.hexnode.com/blogs/what-is-apn-access-point-name-and-how-to-change-it-on-mobile-phones/>

Huawei Technologies Co., Ltd. (07 de 08 de 2013). "SAE Network Fundament".

Huawei Technologies Co., Ltd. (s.f.). "*LMT USN 9810*". Obtenido de <https://support.huawei.com/enterprise/en/enterprise-core-network/sgsn9810-pid-15509>

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (17 de 02 de 2014). "*Security Target for Huawei*". Obtenido de <https://sertit.no/getfile.php/134917-1607951696/SERTIT/Sertifikater/2014/54/ST%20USN9810%20V900R012C00%20ST%20v1.5%20%28final%29.pdf>

Huawei Technologies Co., Ltd. (s.f.). "SingleSDB PGW Web Local Maintenance Terminal".

IETF RFC 3588. (09 de 20003). "*Diameter Base Protocol*". Obtenido de <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc3588>

IMEI.INFO. (2023). Obtenido de <https://www.imei.info/faq-what-is-IMEISV/>

Investopedia. (s.f.). Obtenido de <https://www.investopedia.com/terms/c/clearinghouse.asp>

IR21. (05 de 07 de 2013). "*GSM Association roaming Database, Structure and Updating Procedures*". Obtenido de <https://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads/2013/07/IR.21-v9.1.pdf>

ITU E.212. (02 de 03 de 2017). *Plan de identificación internacional para redes públicas y suscripciones*. Obtenido de <https://www.itu.int/rec/T-REC-E.212-201609-I/es>

Jensen, E. (2000). *Wireless Networks Online*. Obtenido de <https://www.wirelessnetworksonline.com/doc/wireless-2000-eds-launches-global-roaming-cle-0001>

Junquera, R. A. (2021). *TeleSemana*. Obtenido de <https://www.telesemana.com/blog/2021/08/13/que-pasara-con-los-servicios-de-roaming-5g-sa/>

López, J. C. (Julio de 2015). *xataka*. Obtenido de <https://www.xataka.com/moviles/que-es-la-esim-la-tarjeta-llamada-a-ser-la-sim-de-tu-futuro-smartphone>

Lutu, A., & Jun, B. (s.f.). Where Things Roam: Uncovering Cellular IoT/M2M Connectivity.

- MPIRICAL*. (s.f.). Obtenido de <https://www.mpirical.com/glossary/vplmn-visited-public-land-mobile-network>
- Nogales Yáñez, M. (2019). Regulación Estatal y Políticas de Intervención en el Servicio de roaming Internacional. *Universidad Andina Simón Bolívar*.
- Nybnerg, L. (23 de Octubre de 2011). *roaming: el robo del siglo*. Obtenido de <https://www.enriquedans.com/2011/10/roaming-el-robo-del-siglo.html>
- OCHOA GÓMEZ, G., & ORTIZ FIERRO, F. (2012). *MANUAL PARA ESTABLECER LA CERTIFICACIÓN DEL SERVICIO DE ROAMING INTERNACIONAL DE VOZ SOBRE UNA RED GSM*. México DF: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
- ORACLE STP r17. (10 de 2023). Obtenido de "Eagle Command User Guide": <https://docs.oracle.com/en/industries/communications/eagle/47.1/commands-user-guide/whats-new-this-guide.html#GUID-7A82333D-D364-49ED-BFE4-CF3AD1472F90>
- Orange. (2022). Obtenido de <https://internationalcarriers.orange.com/en/our-solutions/roaming/5g-roaming.html>
- ORANGE. (2023). <https://internationalcarriers.orange.com>. Obtenido de <https://internationalcarriers.orange.com/en/our-solutions/roaming/open-roaming-hub.html>
- PabloYglesias. (18 de Mayo de 2022). Obtenido de <https://www.pabloyglesias.com/papel-vpns-sin-roaming-incluido/>
- roaming gratis en Europea 2017, todo lo que tiene que saber* (2017). [Película].
- Roberts, R. (Abril de 2019). *Asesoría Técnica Parlamentaria*. Obtenido de obtienearchivo.bcn.cl
- Rodríguez Aparicio, M. M. (2011). *PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LA ITINERANCIA EN LAS COMUNICACIONES MÓVILES. VISIÓN GLOBAL DEL NEGOCIO DE ROAMING*. Madrid: UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID.
- simbase*. (10 de Mayo de 2023). Obtenido de <https://es.simbase.com/iot-glossary-dictionary/subscriber-identity-module>
- TechEdu*. (2023). Obtenido de <https://techlib.net/techedu/operador-de-red-movil-orm/>
- Tech-invite*. (2023). Obtenido de https://www.tech-invite.com/3m23/toc/tinv-3gpp-23-003_g.html
- Tigo Nicaragua. (2023). <https://www.tigo.com.ni>. Obtenido de <https://www.tigo.com.ni/roaming#pospago>

TS 23.003 V18. (09 de 2023). *3GPP*. Obtenido de <https://www.3gpp.org/DynaReport/23003.htm>

TS 23.008. (03 de 2022). *3GPP*. Obtenido de <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=731>

Tutorialspoint. (s.f.). Obtenido de <https://www.tutorialspoint.com/telecom-billing/roaming-billing.htm>

UIT - T Q.708. (1 de 07 de 2020). *"Lista de Codigos de Puntos de Señalización Internacional"*. Obtenido de https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/sp/T-SP-Q.708B-2020-PDF-S.pdf

Unión Europea. (06 de Abril de 2017). Obtenido de https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_17_885

Union Europea. (16 de 12 de 2022). <https://europa.eu>. Obtenido de https://europa.eu/youreurope/citizens/consumers/internet-telecoms/mobile-roaming-costs/index_es.htm

Vodafone. (2010). *LTE - Nuevas Tendencias en Comunicaciones Móviles*. Catalunya: Fundación Vodafone España.

Wikipedia. (s.f.). Obtenido de https://en.wikipedia.org/wiki/GPRS_roaming_exchange

Wikipedia. (23 de Julio de 2022). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Operador_de_red_m%C3%B3vil

Wikipedia. (11 de Octubre de 2022). Obtenido de https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_Station_roaming_Number

Wikipedia. (27 de Septiembre de 2023). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Itinerancia>

Wikipedia. (22 de Octubre de 2023). Obtenido de <https://en.wikipedia.org/wiki/GSM>

Xataka. (18 de Mayo de 2017). Obtenido de <https://www.xatakamovil.com/mercado/al-final-los-90-dias-al-ano-de-roaming-europeo-gratis-nos-parecera-la-mejor-opcion>

YMANT. (22 de Septiembre de 2023). Obtenido de <https://www.ymant.com/blog/que-es-un-ap-access-point-y-que-usos-y-modos-tiene/>

Glosario.

A

Access point name (APN)

es un identificador específico de red que un operador asigna a un dispositivo para conectarse a Internet o a una red corporativa.

C

Call Detail Record (CDR)

es un registro de datos producido por una central telefonica u otro equipo de telecomunicaciones que documenta los detalles de una llamada telefonica u otras transacciones de telecomunicaciones que pasan a través de esa instalación o dispositivo.

Circuit Switch (CS)

Es un tipo de configuración de red en la que se obtiene una ruta física y se dedica a un única conexión entre dos puntos finales de la red durante la duración de una conexión dedicada.

Circuit Switched - Media Gateway Function (CS-MGW)

es un tipo de gateway de medios que conecta redes tradicionales con conmutación de circuitos a redes basadas en IP.

Core Network (CN)

es una red central, también conocida como red troncal, es un conducto central diseñado para transferir tráfico de red a altas velocidades.

Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic (CAMEL)

es un conjunto de estándares diseñados para funcionar en una red central GSM o en la red del Sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS).

D

Diameter Relay Agent (DRA)

es un tipo de agente de Diámetro que se utiliza para enrutar mensajes de Diámetro a otros nodos de Diámetro con la ayuda de la información de enrutamiento recibida en el mensaje.

E

Eletronic Data Systems (EDS)

Fue una empresa multinacional estadounidense de equipos y servicios de tecnología de la información fundada en 1962 por Ross Perot.

Embedded SIM (E-SIM)

Es una tarjeta SIM que esta integrada en un dispositivo que no se puede quitar. Funciona igual que una tarjeta SIM tradicional; identifica al usuario como un suscriptor móvil y lo conecta a la red de su proveedor de servicios de telecomunicaciones.

Evolved Packet System (EPS)

Arquitectura de red conformada por redes de acceso y una red troncal, que se especializa en transmisión de voz digitalizada, vídeo y multimedia de banda ancha de tercera generación (3G), cuarta generación (4G)

Equipment Identity Register (EIR)

es una entidad de red utilizada en redes GSM que almacena listas de números de identidad de equipo móvil internacional (IMEI).

Evolved UTRAN (E-UTRAN)

Es una red de acceso de radio (RAN) que forma parte del sistema de paquetes evolucionado (EPS) y se utiliza en la ruta de LTE del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP) para redes móviles.

F

Final Assembly code (FAC)

es un código de dos dígitos que forma parte de la Identidad Internacional de Equipo Móvil (IMEI) e identifica el lugar de fabricación o montaje final.

G

Gateway GPRS Support Node (GGSN)

es un elemento de red que forma parte de la red central del servicio general de radio por paquetes (GPRS) y que sirve como puerta de enlace hacia redes externas 2G/3G.

Global System for Mobile Communications (GSM)

es un estándar para la comunicación celular digital que se estableció en 1982 para crear un estándar europeo común de telefonía móvil.

GPRS Roaming Exchange (GRX)

es un servicio que proporciona conectividad IP entre diferentes redes GPRS

GSM Association (GSMA)

es una organización industrial sin fines de lucro que representa los intereses de los operadores de redes móviles en todo el mundo.

H

Home Local Register (HLR)

es una base de datos utilizada en redes de comunicaciones móviles que contiene información sobre suscriptores autorizados que utilizan una red central del Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM).

Home public land mobile network (HPLMN)

Es una red móvil local operada por el operador local de un suscriptor y se utiliza para proporcionar servicios móviles al suscriptor.

Home Subscriber Server (HSS)

es una base de datos utilizada en redes de comunicaciones móviles que contiene información del abonado, perfil del dispositivo e información de estado.

I

International Mobile Equipment Identity – Software Version (IMEISV)

es un número único que se utiliza para identificar una estación móvil (MS) y la versión de software específica instalada en ella.

International mobile roaming (IMR)

Permite a los usuarios de teléfonos móviles utilizar sus dispositivos mientras viajan fuera de su país de origen.

International mobile station equipment identify and software version number · 35

International Mobile Station Equipment Identity (IMEI)

es un número de identificación único para estaciones móviles GSM

IP Multimedia Subsystem (IMS)

es una arquitectura de referencia definida por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) para la prestación de servicios basados en IP.

International Mobile Subscriber Identity (IMSI)

es un número único que identifica a cada usuario de una red celular.

International Roaming Expert Group (IREG)

es un grupo involucrado en la estandarización del roaming y que especifica el punto de referencia de capacidades que dos proveedores de servicios deben soportar antes de firmar acuerdos de roaming.

International Telecommunication Union (ITU)

es una agencia especializada de las Naciones Unidas responsable de muchos asuntos relacionados con las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Internet of thing (IoT)

Se refiere a una red de dispositivos físicos, vehículos, electrodomésticos y otros objetos que están integrados con sensores, software y otras tecnologías que se conectan e intercambian datos con otros dispositivos y sistemas a través de internet u otras redes de comunicaciones.

L

Long-Term Evolution (LTE)

es un estándar inalámbrico de cuarta generación (4G) que proporciona mayor capacidad de red y velocidad para teléfonos móviles y otros dispositivos celulares.

M

Media Gateway (MG)

es un dispositivo que convierte flujos de medios entre diferentes redes de telecomunicaciones, como redes de conmutación de circuitos y de conmutación de paquetes.

Media Gateway Control Function (MGCF)

Es un componente clave del subsistema multimedia IP (IMS) que proporciona una funcionalidad clave para admitir el enrutamiento de IMS a TDM y el inter funcionamiento de medios y señalización entre redes principales IMS/VoLTE, NGN, VoIP y PSTN.

Mobile Country Code (MCC)

es un código de tres dígitos que identifica de forma única el país de origen de un operador de red móvil (MNO).

Mobile Network Code (MNC)

es un número único de dos o tres dígitos que se utiliza para identificar una red móvil terrestre pública (PLMN) a la que pertenece un suscriptor móvil.

Mobile network operator (MNO)

es una empresa que proporciona servicios inalámbricos de comunicación de voz y datos a suscriptores de telefonía móvil.

Mobile Station (MS)

es una estación de radiocomunicaciones que se puede mover y que normalmente se mueve.

Mobile Station Integrated Services Digital Network (MSISDN)

es el número de teléfono asignado a un suscriptor móvil.

mobile station roaming number (MSRN)

Es un número de teléfono definido por E.164 que se utiliza para enrutar llamadas telefónicas en un red móvil desde un centro de conmutación móvil de puerta de enlace (GMSC)

Mobile Switching Center (MSC)

es un componente central de una red móvil que conecta llamadas mediante la conmutación de paquetes de voz digitales entre rutas de red.

Mobility Management Entity (MME)

es un componente clave de la arquitectura de red de Evolución a Largo Plazo (LTE) El MME es responsable de gestionar la movilidad de los dispositivos de los usuarios, como los teléfonos inteligentes, dentro de la red LTE.

N

Near Real Time Roaming Data Exchange (NRTRDE)

es un sistema que permite a los operadores de redes móviles (MNO) intercambiar información de llamadas en roaming casi en tiempo real.

O

Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA)

es una versión multiusuario del popular esquema de modulación digital de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM)

P

Packet Data Network Gateway (PDN-GW)

es un componente crítico de la arquitectura de red Long-Term Evolution (LTE). Permite a los usuarios de teléfonos móviles utilizar sus dispositivos mientras viajan fuera de su país de origen.

Policy and Charging Rules Function (PCRF)

es un componente de software que opera en el núcleo de una red multimedia y es responsable de determinar las reglas de política en tiempo real.

Public Land Mobile Network (PLMN)

es un sistema de comunicación inalámbrica ofrecido por un operador específico en un país específico.

Public Switched Telephone Network (PSTN)

es una red global de redes telefónicas interconectadas operadas por operadores de telefonía nacionales, regionales o locales.

R

Radio Access Network (RAN)

es parte de un sistema de telecomunicaciones móviles que implementa una tecnología de acceso por radio (RAT) y conecta dispositivos de usuario final, como teléfonos inteligentes, a la nube.

Real-time Transport Protocol (RTP)

es un protocolo de red diseñado para manejar tráfico en tiempo real, como audio y vídeo, a través de Internet.

Roam Like at Home (RLAM)

es una normativa establecida por la Unión Europea que permite a los usuarios de teléfonos móviles utilizar su servicio móvil igual que en casa cuando viajan dentro de la Unión Europea y el Espacio Económico Europeo.

S

Serving GPRS Support Node (SGSN)

es un componente clave de la red del Servicio General de Radio por Paquetes (GPRS). proporciona funcionalidad de conmutación, seguridad y autenticación a través del Registro de ubicación local (HLR) para usuarios de GPRS.

Short Message Peer-to-Peer (SMPP)

Es un protocolo abierto estándar de la industria diseñado para proporcionar una interfaz de comunicación de datos flexible para la transferencia de datos de mensajes corto entre entidades externas de mensajes cortos (ESME), entidad de enrutamiento (RE) y entidades de mensajes centro (MC).

Signaling System 7 (SS7)

es un conjunto de protocolos de señalización telefónica desarrollados en la década de 1970 que se utiliza para establecer y cancelar llamadas telefónicas en la mayor parte de la red telefónica pública conmutada mundial.

SIGNaling TRANsport (SIGNTRAN)

es un conjunto de protocolos que proporciona transporte de mensajes de señalización a través de redes IP.

Single Radio Voice Call Continuity (SRVCC)

Es una característica del LTE que permite transferir llamadas de voz entre LTE y servicios de conmutación de circuitos heredados como 2G GSM o 3G UMTS, ya que la cobertura de LTE puede no ser completa.

Singnalling Gateway Function (SGF)

Es un componente de red responsable de transferir mensajes de señalización entre nodos de señalización de canal común (CCS) que se comunican utilizando diferentes protocolos y transportes.

Subscriber identify module (SIM)

es una tarjeta inteligente que almacena información de red e información de suscriptor para un dispositivo móvil, como un teléfono celular o una computadora.

T

Time Division Multiple Access (TDMA)

es un método de acceso a canales utilizado en redes de medios compartidos.

Tranferred Account Procedure (TAP)

es un mecanismo utilizado por los operadores de redes móviles para intercambiar información de facturación de roaming.

Transferred Account Data Interchange Group (TADIG)

es un grupo responsable de garantizar que la facturación del roaming se realice correctamente dentro de las redes móviles.

Transmission Control Protocol (TCP)

es un protocolo de transporte que se utiliza además del Protocolo de Internet (IP) para garantizar una transmisión confiable de paquetes.

Type Allocation Code (TAC)

Es un código de ocho dígitos que forma parte de los códigos de identidad internacional de equipo móvil (IMEI) y de identidad internacional de abonado móvil (IMSI) que se utiliza para identificar de forma exclusiva dispositivos inalámbricos.

U

UMTS Terrestrial Radio Access Network

es una red central, también conocida como red troncal, es un conducto central diseñado para transferir tráfico de red a altas velocidades.

Unión Europea (UE)

es una unión política y económica de 27 países ubicados principalmente en Europa, promueve valores democráticos y es uno de los bloques comerciales más poderosos del mundo

Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)

Es un sistema celular móvil de tercera generación (3G) que se basa en el estándar GSM, está diseñado para proporcionar servicios de conmutación de circuitos y paquetes de alta velocidad, cumpliendo con los requisitos de servicios en alta calidad para aplicaciones de internet.

User Datagram Protocol (UDP)

es un protocolo de capa de transporte utilizado en redes de computadoras para enviar mensajes a otros hosts en una red de Protocolo de Internet (IP).

V

Visited Public Land Mobile Network (VPLMN)

es una red móvil a la que accede un suscriptor cuando se desplaza fuera del área de cobertura de su red local.

Visited Public Mobile Network (VPMN)

es una red móvil que utiliza un suscriptor cuando se desplaza fuera del área de cobertura de su red local.

Visitor Location Register (VLR)

es una base de datos que contiene información sobre suscriptores que han deambulado dentro del área de ubicación de un Centro de Conmutación Móvil (MSC).

W

Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA)

Es un estándar de tercera generación (3G) que emplea el método de acceso al canal de acceso múltiple por división de código de secuencia directa (DS-SS) y el método de duplexación por división de frecuencia (FDD) para proporcionar alta velocidad y servicio de alta capacidad.