



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**ESTUDIO DE LA RED DE CONMUTACIÓN POR PAQUETES CON  
ARQUITECTURA IMS PARA LA SOLUCIÓN DEL TRÁFICO DE VOZ DE  
COMUNICACIONES MÓVILES.**

AUTOR:

Peñaherrera Romero, Juan José

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de  
**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

TUTOR:

M. Sc. Zamora Cedeño, Néstor Armando

Guayaquil, Ecuador

16 de Septiembre del 2020



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Peñaherrera Romero, Juan José** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**.

TUTOR

Néstor Zamora C.

M. Sc. Zamora Cedeño, Néstor Armando

DIRECTOR DE CARRERA

Miguel Sánchez

M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 16 días del mes de septiembre del año 2020



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Peñaherrera Romero, Juan José**

**DECLARÓ QUE:**

El trabajo de titulación **Estudio de la red de conmutación por paquetes con arquitectura IMS para la solución del tráfico de voz de comunicaciones móviles**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 16 días del mes de septiembre del año 2020

EL AUTOR

---

PEÑAHERRERA ROMERO, JUAN JOSE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Peñaherrera Romero, Juan José**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Estudio de la red de conmutación por paquetes con arquitectura IMS para la solución del tráfico de voz de comunicaciones móviles**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 16 días del mes de septiembre del año 2020

EL AUTOR

---

PEÑAHERRERA ROMERO, JUAN JOSE

# REPORTE DE URKUND

Jueves 13 de agosto del 2020

ANÁLISIS URKUND – PEÑAHERRERA

Urkund Report - Titulacion Penaherrera.pdf (D77749325) (1).pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Archivo Edición Ver Firmar Ventana Ayuda

Inicio Herramientas Urkund Report - Tit... x

1 / 53 100%

**URKUND**

### Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** Titulacion Penaherrera.pdf (D77749325)  
**Submitted:** 8/13/2020 6:51:00 PM  
**Submitted By:** nestor.zamora@cu.ucsg.edu.ec  
**Significance:** 2 %

Sources included in the report:

Titulacion Penaherrera.pdf (D77326289)  
Final.Okey.docx (D14978081)

Instances where selected sources appear:

2

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación está dedicado a:

A mis padres Fausto y Carmen quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me permitieron llegar a cumplir un objetivo más, gracias por su incondicional apoyo y su ejemplo.

A mis hermanos Gabriel y Francisco por su cariño y sus consejos durante todo este proceso, por estar siempre conmigo. A toda mi familia que siempre me acompañan en mis sueños y metas.

**EL AUTOR**

**PEÑAHERRERA ROMERO, JUAN JOSÉ**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme cumplir este objetivo, por sus bendiciones y por guiarme en la vida.

Gracias a mis padres Fausto y Carmen, a mis hermanos Gabriel y Francisco por su absoluto apoyo, por creer en mí, por su confianza, por los valores y consejos que me han formado.

Agradezco a mis docentes de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi preparación profesional, de manera especial, al M. Sc. Néstor Armando Zamora Cedeño, tutor de mi investigación que con su conocimiento, experiencia y paciencia guio mi trabajo.

EL AUTOR

PEÑAHERRERA ROMERO, JUAN JOSÉ



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. 

**M. Sc. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESUS**  
DECANO

f. 

**M. Sc. PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO**  
COORDINADOR DEL ÁREA

f. 

**M. Sc. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO**  
OPONENTE



## Índice General

Índice de Figuras .....	XIII
Índice de Tablas .....	XV
Resumen.....	XVI
Abstract .....	XVII
Capítulo 1: Descripción General del Trabajo de Titulación .....	2
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Definición del Problema.....	4
1.4. Justificación del Problema.....	4
1.5. Objetivos del Problema de Investigación.....	5
1.5.1. Objetivo General.....	5
1.5.2. Objetivos Específicos.....	5
1.6. Hipótesis.....	5
1.7. Metodología de Investigación.....	5
Capítulo 2: Fundamentación Teórica .....	7
2.1. Tecnología móvil.....	7
2.1.1. Desarrollo de comunicaciones celulares.....	7
2.1.2. Conceptos clave de comunicaciones celulares.....	7
2.1.3. Conceptos básicos de comunicaciones celulares.....	8
2.1.4. Sistema celular para la reutilización de frecuencias.....	9
2.2. Tecnologías de acceso celular.....	10
2.2.1. Requisitos para un esquema de acceso múltiple.....	10
2.2.2. FDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia).....	10
2.2.3. TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo).....	11
2.2.4. CDMA (Acceso Múltiple por División de Código).....	11

2.2.5	OFDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal) .....	11
2.3	Conmutación de circuitos .....	12
2.3.1	Establecimiento de circuitos .....	13
2.3.2	Transferencia de datos .....	13
2.3.3	Desconexión del circuito .....	14
2.4	Conmutación de paquetes.....	14
2.4.1	Paquetes.....	15
2.4.2	Direcciones. ....	15
2.4.3	Manejo de errores.....	15
2.4.4	Recuentos de saltos.....	16
2.4.5	Longitud. ....	16
2.4.6	Prioridad.....	16
2.4.7	Carga Útil.....	16
2.5	Generación Cero. ....	17
2.5.1	PTT (Push to Talk). ....	17
2.5.2	MTS (Sistema de Telefonía Móvil).....	17
2.5.3	AMTS (Sistema Avanzado de Telefonía Móvil).....	17
2.6	Primera Generación. ....	17
2.6.1	NMT (Nordic Mobile Telephone).....	18
2.6.2	AMPS (Sistema Avanzado de Telefonía Móvil). ....	18
2.7	Segunda Generación.....	19
2.7.1	Limitaciones de la segunda generación.....	21
2.7.2	2.5G.....	21
2.7.3	2.75G.....	23
2.7.4	Elementos básicos de arquitectura GSM .....	23
2.8	Tercera Generación.....	29

2.8.1	3.5G.....	30
2.8.2	3.75G.....	31
2.8.3	Arquitectura 3G.....	31
2.9	Cuarta Generación .....	36
2.9.1	Nuevas características LTE .....	37
2.9.2	Arquitectura 4G.....	39
<b>Capítulo 3: Diseño y Pruebas .....</b>		<b>44</b>
3.1	Red actual 3G CNT en Guayaquil.....	44
3.1.1	Interfaces de la red actual 3G .....	45
3.2	IMS.....	46
3.2.1	Arquitectura IMS .....	46
3.3	Soluciones de voz LTE .....	49
3.3.1	IMS/SRVCC.....	49
3.3.2	OTT (Over The Top).....	50
3.3.3	CSFB.....	51
3.3.4	SVLTE .....	51
3.4	Arquitectura VoLTE.....	52
3.4.1	Capa de soporte de operación .....	55
3.4.2	Capa de servicio .....	56
3.4.3	Capa de Core.....	57
3.4.4	Capa de acceso.....	60
3.4.5	Capa terminal .....	61
3.5	Interfaces y protocolos .....	62
3.6	Servicios de voz IMS.....	64
3.6.1	VoWIFI .....	64
3.6.2	Servicio de video HD .....	66
3.7	Software de O&M.....	67

3.7.1	U2000 .....	67
3.7.2	LMT .....	69
3.8	Comparativa de tecnologías 3G y VoLTE mediante prueba de llamadas .....	74
3.8.1	Flujo de llamada 3G-3G .....	74
3.8.2	Trazado de llamada de tecnología 3G-3G .....	77
3.8.3	Flujo de llamada VoLTE-VoLTE .....	83
3.8.4	Trazado de llamada de tecnología VoLTE-VoLTE .....	85
3.8.5	Virtudes de la red IMS .....	88
	Conclusiones. ....	89
	Recomendaciones. ....	90
	Bibliografía .....	91

## Índice de Figuras

### Capítulo 2

Figura 2. 1: Diferentes formas de división de frecuencia según los estándares .....	11
Figura 2. 2: Circuito conmutado entre emisor y receptor de una llamada....	14
Figura 2. 3: Arquitectura de red GSM 2G .....	24
Figura 2. 4: Arquitectura de red UMTS 3G .....	32
Figura 2. 5: Red de Subsistema de radio UMTS.....	33
Figura 2. 6: Arquitectura de red 4G.....	39
Figura 2. 7: Interfaces entre las partes del sistema .....	40
Figura 2. 8: Red de acceso radioeléctrico 4G .....	41
Figura 2. 9: Core de red EPC 4G.....	42
Figura 2. 10: División funcional entre EUTRAN y EPC .....	43

### Capítulo 3

Figura 3. 1: Arquitectura general red 3G CNT .....	44
Figura 3. 2: Interfaces actuales de la red 3G Guayaquil .....	45
Figura 3. 3: Arquitectura de red IMS .....	47
Figura 3. 4: Soluciones de voz LTE .....	49
Figura 3. 5: Arquitectura de red VoLTE .....	53
Figura 3. 6: Interfaces en los dominios IMS y CS .....	62
Figura 3. 7: Interfaces para acceso.....	62
Figura 3. 8: Flujo de registro de establecimiento de llamada por WI-FI .....	65
Figura 3. 9: Posición del U200 en la jerarquía TMN .....	67
Figura 3. 10: Interfaz gráfica del U2000 .....	68
Figura 3. 11: Registro de alarmas en U2000 .....	68
Figura 3. 12: Funcionalidades del “fácil O&M” .....	69
Figura 3. 13: Interfaz principal del LMT.....	71
Figura 3. 14: Interfaz principal del servidor cliente FTP del LMT .....	72
Figura 3. 15: Interfaz principal del Trace Viewer.....	73
Figura 3. 16: Flujo de llamada de tecnología 3G-3G .....	76
Figura 3. 17: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 1-36) .....	77

Figura 3. 18: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 37-72) .....	77
Figura 3. 19: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 73-108) .....	78
Figura 3. 20: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 109-144) .....	78
Figura 3. 21: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 145-180) .....	78
Figura 3. 22: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 181-216) .....	79
Figura 3. 23: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 217-252) .....	79
Figura 3. 24: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 253-288) .....	79
Figura 3. 25: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 289-324) .....	80
Figura 3. 26: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 325-360) .....	80
Figura 3. 27: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 361-396) .....	80
Figura 3. 28: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 397-432) .....	81
Figura 3. 29: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 433-468) .....	81
Figura 3. 30: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 469-504) .....	81
Figura 3. 31: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 505-540) .....	82
Figura 3. 32: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 541-576) .....	82
Figura 3. 33: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 577-612) .....	82
Figura 3. 34: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 597-632) .....	83
Figura 3. 35: Flujo de llamada de tecnología VoLTE-VoLTE .....	84
Figura 3. 36: Trazado de llamada de VoLTE-VoLTE (señalización 1-36) ...	85
Figura 3. 37: Trazado de llamada de VoLTE-VoLTE (señalización 37-72) .	85
Figura 3. 38: Trazado de llamada de VoLTE-VoLTE (señalización 73-108)	86
Figura 3. 39: Trazado de llamada de VoLTE-VoLTE (señalización 109-144) .....	86
Figura 3. 40: Trazado de llamada de VoLTE-VoLTE (señalización 145-180) .....	86
Figura 3. 41: Trazado de llamada de VoLTE-VoLTE (señalización 181-216) .....	87
Figura 3. 42: Trazado de llamada de VoLTE-VoLTE (señalización 217-252) .....	87
Figura 3. 43: Trazado de llamada de VoLTE-VoLTE (señalización 233-268) .....	87

## Índice de Tablas

### Capítulo 2

Tabla 2. 1: Características 1G .....	19
Tabla 2. 2: Características 2G .....	29
Tabla 2. 3: Características 3G .....	36
Tabla 2. 4: Características 4G .....	43

### Capítulo 3

Tabla 3. 1: Funciones de jerarquías lógicas de arquitectura IMS .....	48
Tabla 3. 2: Elementos de red de arquitectura VoLTE .....	53
Tabla 3. 3: Elementos de red, productos y funciones de capa de soporte de operación VoLTE .....	55
Tabla 3. 4: Elementos de red, productos y funciones de capa de servicio VoLTE .....	56
Tabla 3. 5: Elementos de red, productos y funciones de capa de Core VoLTE .....	58
Tabla 3. 6: Elementos de red, productos y funciones de capa de acceso VoLTE .....	60
Tabla 3. 7: Protocolos y sus funciones implicados en la solución VoLTE ....	63
Tabla 3. 8: Ventajas del servicio de VoWIFI .....	64
Tabla 3. 9: Ventajas de servicio de videollamadas HD.....	66
Tabla 3. 10: Descripción de los componentes de la interfaz principal del LMT .....	71
Tabla 3. 11: Descripción de los componentes de la interfaz principal del cliente FTP.....	72
Tabla 3. 12: Descripción de los componentes de la interfaz principal del Trace viewer .....	73

## Resumen

En el presente trabajo investigativo se estudia la arquitectura IMS (IP Multimedia Subsystem) con red de conmutación por paquetes y su funcionamiento detallando los requerimientos del diseño de red en cuanto a Hardware y Software, el protocolo SIP (Protocolo de Inicio de Sesión) y la señalización que se utiliza para el enlace de llamadas mediante los servicios de IMS que operan totalmente por IP (Protocolo de Internet) especialmente VoLTE (Voz por LTE) en HD (Alta Definición), se mencionan servicios adicionales como VoWIFI (Voz por Wifi) y videollamadas en HD, que proponen evolucionar la tecnología 3G CS (conmutación por circuitos) utilizada y comercializada actualmente en Ecuador para el establecimiento de llamadas de voz en tecnología móvil ofreciendo mejores parámetros de QoS (Calidad de Servicio). Se hace una comparación entre las dos tecnologías mediante pruebas de llamadas en la que los registros de los trazados permiten analizar las señalizaciones y protocolos involucrados en el proceso.

**Palabras claves: IMS, SIP, IP, VOLTE, HD, VOWIFI, CS, QOS.**



## **Abstract**

In the present research work, the IMS (IP Multimedia Subsystem) architecture with a packet-switched network and its operation is studied, detailing the requirements of the network design in terms of Hardware and Software, the SIP protocol (Session Initiation Protocol) and signaling which are used to link calls through IMS services that operate totally over IP (Internet Protocol) especially VoLTE (Voice over LTE) in HD (High Definition), additional services such as VoWIFI (Voice over WIFI) and HD video calls are mentioned, which propose to evolve the 3G CS (Circuit Switching) technology currently used and marketed in Ecuador for the establishment of voice calls in mobile technology, offering better QoS (Quality of Service) parameters. A comparison is made between the two technologies by means of call tests in which the records of the traces allow to analyze the signals and protocols involved in the process.

**Keywords: IMS, SIP, IP, VOLTE, HD, VOWIFI, CS, QOS.**

## **Capítulo 1: Descripción General del Trabajo de Titulación**

### **1.1. Introducción.**

En la actualidad se ha podido apreciar la gran evolución que ha tenido la tecnología en cuanto a las comunicaciones móviles. Desde su surgimiento, las comunicaciones móviles tienen dentro de sus principales objetivos garantizar altos valores de eficiencia y conectividad en cualquier sitio. El incremento que experimentan los usuarios en la telefonía móvil es notable, y sus exigencias en cuanto a servicios y aplicaciones también lo son. Con el desarrollo de las generaciones móviles de segunda y tercera generación (GSM y UMTS respectivamente) se hizo posible la oferta de nuevos servicios y aplicaciones; tales como la comunicación de voz y video en vivo en línea, la navegación en internet a alta velocidad, la subida y descarga rápida de videos, juegos online interactivos y otros servicios que inducen a la creación de una plataforma que pueda manejar estas velocidades de transmisión.

Es por esto que 3GPP, decidió desarrollar LTE (Long Term Evolution). Este es un estándar diferente a las antiguas generaciones, principalmente en la transmisión de voz, ya que los servicios de voz migran de la conmutación de circuitos a la conmutación de paquetes, las ventajas del uso de la voz por IP o VoIP (Voice over Internet Protocol) son numerosas, pero el uso de la conmutación de paquetes en el servicio de voz implica considerar un grupo de elementos que inciden en la calidad de servicio, es decir, dar prioridad a los paquetes IP que transporten servicio de voz. La voz sobre LTE se declara como VoLTE. Es la evolución más novedosa en tecnología IP y se perfecciona muy rápido.

Una solución para voz sobre LTE se necesita tan pronto desde que los terminales móviles comienzan a utilizar el acceso a 4G. VoLTE ofrece varias ventajas tanto para el operador como para los usuarios finales al mejorar la eficiencia espectral y de red. Los despliegues de los de resolución de problemas y optimizaciones para mejorar la calidad de servicio de voz de alta definición.

## **1.2. Antecedentes.**

Anteriormente, GSM fue creado para operar en servicios de tiempo real, en tecnología CS (Circuit Switching), con servicio de transmisión de datos solo posible mediante una conexión de conmutación de circuitos, con baja tasa de flujo de información. El primer paso hacia una red basada en intercambio de paquetes por IP ocurrió en el avance de GSM a GPRS, utilizando la misma interfaz aérea y red de acceso, TDMA (Acceso múltiple por división de tiempo).

Luego, para llegar a tasas de información más altas UMTS usó conmutación de circuitos para servicios de llamadas y una conmutación por paquetes para conexiones de servicios de intercambio de datos.

Las especificaciones de LTE son realmente estables, con la ventaja adicional de las actualizaciones que se han presentado en todas las versiones 3GPP consecuentes. Unas de las principales motivaciones del estándar LTE son garantizar la continuidad de servicio en el futuro y optimizar el sistema de PS (Packet Switching). LTE o EUTRAN (Evolved Universal Terrestrial Access Network), presentado por 3GPP R8, es la parte de acceso al Sistema de paquetes evolucionado (EPS).

El sistema de paquetes evolucionado está absolutamente basado en IP. Tanto los servicios de tiempo real como los servicios de datacom son transmitidos por protocolos IP. La dirección IP se asigna cuando el terminal este encendido y se desengancha cuando el celular esta apagado.

La 3GPP se propuso crear la IMS, que planea ser una arquitectura que soporta el tráfico de voz, datos y multimedia al cambiar paquetes a dirección IP sin importar los métodos para llegar al destino: teléfonos celulares, fijos, PC y cualquier dispositivo que pueda tener dirección IP. Solo se necesita que los terminales utilicen SIP (Protocolo de Inicio de Sesión).

En el año 2017 el autor William Gabriel Rendón Álava realizó una evaluación de métodos para realizar mediciones de calidad de servicio VoIP en redes móviles 4G en ambientes urbanos de Guayaquil, en la que analiza los parámetros necesarios de cobertura y calidad de una red LTE para establecer una comunicación de VoIP en donde finalmente recomienda utilizar su estudio para trabajos relacionados al análisis de señalización SIP y la futura masificación de su implementación.

IMS caracteriza una estructura y un diseño base para el tráfico de multimedia mediante infraestructura basada en conmutación de paquetes a través del protocolo de Internet. Esto permite incorporarse en un sistema de amplia gama de beneficios para cualquier dispositivo con enlace a Internet, independientemente de si es fijo o móvil.

Según (Bnamericas, 2018) Los servicios de VoLTE se comenzaron a comercializar en el mundo en el 2012, siendo en el 2017 Brasil el primer país de Latinoamérica que lo desplegó. Luego países como Colombia, Chile y México también se unieron a la expansión de VoLTE como servicio comercial.

### **1.3. Definición del Problema.**

La acelerada evolución de las comunicaciones móviles a nivel mundial genera un estado de alerta a las operadoras de telecomunicaciones en el mercado porque se ven en la necesidad de implementar nuevas formas de tecnologías que ofrezcan mejor calidad servicio (Qos). Actualmente en Ecuador las llamadas de celulares son por conmutación de circuitos (CS) es decir, el flujo de llamadas utiliza la red 3G para el tráfico de voz. La tecnología actual presenta problemas, tales como el método de compresión que no permite que la voz sea de mejor calidad, el tiempo de establecimiento de la llamada que dura hasta 7seg, y utiliza bastantes recursos energéticos del dispositivo.

### **1.4. Justificación del Problema.**

El uso de la red 4G para llamadas permitirá escuchar la voz en alta definición. Debido a que las llamadas se comprimen mejor en forma de paquetes enviados por IP. El resultado es una calidad de voz mucho más clara. Además de las llamadas de voz, La tecnología VOLTE en conjunto con la red IMS ofrece más servicios de comunicaciones, así como VoWIFI que mediante la conexión WIFI se engancha a la red EPC (Evolved Packet Core) o 4G para luego registrarse con IMS, lo cual representa un ahorro de consumo de datos. Otro de los beneficios es la capacidad de posibilidad de hacer videollamadas en HD, así como también la integración RCS (Rich Communication Services) para servicios de mensajería.

Es importante realizar la investigación del tema ya que con los análisis y estudios técnicos se obtendrán resultados que contribuyan al desarrollo de las telecomunicaciones del país ya que esta tecnología aún no está comercializada en Ecuador. Las redes de conmutación por paquetes permiten integrar VOIP con telefonía fija y celular por lo que este proyecto investigativo es factible porque su estudio es de gran aporte para la innovación tecnológica.

## **1.5. Objetivos del Problema de Investigación.**

### **1.5.1. Objetivo General.**

- Analizar la red de conmutación de paquetes que utiliza la arquitectura IMS para la convergencia de redes de comunicaciones móviles.

### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

- Describir la tecnología actual utilizada para el tráfico de voz mediante comunicaciones móviles.
- Detallar el funcionamiento de la conmutación por paquetes, la señalización y protocolos utilizados en la arquitectura IMS.
- Analizar las ventajas que ofrecen los servicios de conmutación por paquetes de la arquitectura IMS.
- Diseñar la red Core basada en IMS.

## **1.6. Hipótesis.**

Con la solución de red IMS que utiliza conmutación por paquetes, se demostraran los beneficios que brinda este avance tecnológico que mejora la calidad de servicio y el rendimiento de los dispositivos celulares en las comunicaciones móviles.

## **1.7. Metodología de Investigación.**

La metodología para llevar a cabo este trabajo es de investigación descriptiva, enfocado a las comunicaciones móviles y los beneficios que presentan las nuevas generaciones de tecnología para el procesamiento de voz en llamadas. También es analítica porque revisa estándares y normativas de la 3GPP referentes a las comunicaciones inalámbricas de tal forma que se

pueden analizar los parámetros técnicos de los servicios de la red, por lo que permite entender su funcionamiento y su aporte tecnológico.

## **Capítulo 2: Fundamentación Teórica**

### **2.1. Tecnología móvil.**

La tecnología de telefonía móvil o telecomunicaciones celulares ha estado en uso generalizado desde principios de la década de 1980. Desde su primera introducción, su uso ha aumentado muy rápidamente en la medida en que una parte importante de la población mundial tiene acceso a la tecnología. Desde los países desarrollados hasta los en crecimiento, la tecnología de telefonía móvil o comunicaciones celulares se ha instalado en todos los países del mundo.

#### **2.1.1. Desarrollo de comunicaciones celulares.**

Aunque las comunicaciones celulares ahora se aceptan en la vida cotidiana, tomó muchos años para que su desarrollo se produjera.

Aunque los conceptos básicos para la tecnología de las comunicaciones celulares se propusieron en la década de 1940, no fue hasta mediados de la década de 1980 que la tecnología y los sistemas de radio se desplegaron para permitir una disponibilidad generalizada. (Poole, 2016b)

Cada generación de teléfonos móviles tenía sus propios objetivos y era capaz de proporcionar diferentes niveles de funcionalidad.

También puede haber habido varias normas competidoras diferentes dentro de las diferentes generaciones. Para las comunicaciones celulares 3G había dos estándares principales, pero para 4G sólo había uno, ya que había un consenso global sobre el sistema a utilizar y esto facilitó la itinerancia global.

#### **2.1.2. Conceptos clave de comunicaciones celulares.**

Como su nombre indica, la tecnología de telecomunicaciones celulares se basa en el concepto de utilizar un gran número de estaciones base cada una cubriendo un área pequeña o celda. Con cada estación base comunicándose con un número razonable de usuarios, significa que todo el sistema puede acomodar un gran número de conexiones, y los niveles de uso de frecuencia son buenos.

Un sistema de comunicaciones celulares tiene un número de áreas diferentes, cada una de las cuales realiza una función diferente. Las principales áreas que se detallan a continuación son las principales a las que normalmente se hace referencia al hablar de los sistemas de comunicaciones celulares. Cada una de estas áreas a menudo se puede dividir mucho más en diferentes entidades.

Teléfono móvil o equipo de usuario, UE: El equipo de usuario o teléfono móvil es el elemento de un sistema de comunicaciones móviles que el usuario ve. Se conecta a la red y permite al usuario acceder a los servicios de voz y datos. El equipo de usuario también podría ser un dongle utilizado para acceder a los datos en un ordenador portátil, o también podría ser un módem en otra forma de dispositivo, por ejemplo, las comunicaciones celulares están empezando a ser utilizado para Internet de las cosas, aplicaciones IoT y como resultado podría ser conectado a un medidor inteligente para enviar automáticamente lecturas de medidores o podría ser utilizado para cualquiera de un host de otras aplicaciones.

Red de acceso radioeléctrico, RAN: La red de acceso radioeléctrico está en la periferia del sistema de comunicaciones celulares. Proporciona el enlace al equipo de usuario de la red celular. Comprende una serie de elementos y, en general, incluye la estación base y el controlador de la estación base. Con el avance de la tecnología de las comunicaciones celulares, los términos utilizados y exactamente lo que contienen están cambiando, pero su función básica sigue siendo esencialmente la misma.

Red principal: La red principal es el concentrador del sistema de comunicaciones celulares. Gestiona el sistema general, así como el almacenamiento de datos de usuario, gestiona el control de acceso, enlaza con el mundo externo y proporciona una serie de otras funciones.

### **2.1.3 Conceptos básicos de comunicaciones celulares.**

Los sistemas celulares son ampliamente utilizados hoy en día y la tecnología celular necesita ofrecer un uso muy eficiente del espectro de frecuencias disponible. Con miles de millones de teléfonos móviles en uso en todo el mundo hoy en día, es necesario volver a utilizar las frecuencias



disponibles muchas veces sin interferencia mutua de un teléfono celular a otro.

Es este concepto de reutilización de frecuencia que está en el corazón mismo de la tecnología celular. Sin embargo, la tecnología de infraestructura necesaria para apoyarla no es sencilla, y requirió una inversión significativa para poner en línea las primeras redes celulares.

Los primeros planes para los sistemas de radioteléfonos utilizaron un único transmisor central para cubrir una amplia área. Estos sistemas de radioteléfono sufrían el número limitado de canales disponibles.

A menudo, las listas de espera para la conexión eran muchas veces mayores que el número de personas que estaban realmente conectadas. En vista de estas limitaciones, esta forma de tecnología de las radiocomunicaciones no despegó en gran medida. El equipo era grande y estos sistemas de radiocomunicaciones no eran convenientes de usar o transportar.

#### **2.1.4 Sistema celular para la reutilización de frecuencias.**

El método que se emplea es permitir que las frecuencias sean reutilizadas. Cualquier transmisor de radio sólo tendrá un área de cobertura determinada. Más allá de esto, el nivel de señal caerá a un limitado por debajo del cual no se puede utilizar y no causará interferencia significativa a los usuarios asociados con un transmisor de radio diferente. Esto significa que es posible volver a utilizar un canal una vez fuera del rango del transmisor de radio. Lo mismo es cierto en la dirección inversa para el receptor, donde sólo será capaz de recibir señales en un rango dado. De esta manera es posible organizar dividir un área en varias regiones más pequeñas, cada una cubierta por un transmisor / estación receptora diferente.

Estas regiones se conocen convenientemente como células, y dan lugar al nombre de una tecnología "celular" utilizada hoy en día. Estas células se muestran a menudo como formas hexagonales que encajan convenientemente entre sí. En realidad, este no es el caso. Tienen límites irregulares debido al terreno sobre el que viajan. Colinas, edificios y otros objetos hacen que la señal se atenúe y disminuya de manera diferente en cada dirección.

También es muy difícil definir el borde exacto de una celda. La intensidad de la señal se reduce gradualmente y hacia el borde del rendimiento de la célula caerá. Como los propios móviles tendrán diferentes niveles de sensibilidad, esto añade una mayor atenuación del borde de la célula. Por lo tanto, nunca es posible tener un corte agudo entre las células. En algunas áreas pueden solaparse, mientras que en otras habrá un "agujero" en la cobertura.

## **2.2. Tecnologías de acceso celular**

En cualquier sistema o tecnología celulares, es necesario tener un método que permita a varios usuarios múltiples acceder a él y utilizarlo simultáneamente. A medida que la tecnología celular ha progresado se han utilizado diferentes esquemas de acceso múltiple. Forman el cuerpo y la forma en que funciona la tecnología de radio del sistema celular.

Hay cuatro esquemas principales de acceso múltiple que se utilizan en los sistemas celulares que van desde las primeras tecnologías celulares analógicas a las tecnologías celulares que se están desarrollando para su uso en el futuro.

### **2.2.1 Requisitos para un esquema de acceso múltiple.**

Hay una serie de requisitos que cualquier esquema de acceso múltiple debe ser capaz de cumplir:

- Capacidad para manejar a varios usuarios sin interferencias mutuas.
- Capacidad para maximizar la eficiencia del espectro
- Debe ser robusto, lo que permite la facilidad de traspaso entre las células.

### **2.2.2 FDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia).**

Accesa las celdas dependiendo de las frecuencias. Básicamente, separa el espectro en distintos canales de voz, al dividir el ancho de banda en varios canales uniformemente según las frecuencias de transmisión. Los usuarios comparten el canal de comunicación, pero cada uno utiliza uno de los diferentes subcanales particionados por la frecuencia. Mayormente es utilizada para las transmisiones analógicas, aun cuando es capaz de transmitir información digital. (Comunicación, 2011)

### 2.2.3 TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo).

Divide el canal de transmisión en particiones de tiempo. Comprime las conversaciones digitales y luego las envía utilizando la señal de radio por un período de tiempo. En este caso, distintos usuarios comparten el mismo canal de frecuencia, pero lo utilizan en diferentes intervalos de tiempo. Debido a la compresión de la información digital, esta tecnología permite tres veces la capacidad de un sistema analógico utilizando la misma cantidad de canales. (Comunicación, 2011)

### 2.2.4 CDMA (Acceso Múltiple por División de Código).

Esta tecnología, luego de digitalizar la información la transmite a través de todo el ancho de banda del que se dispone, a diferencia de TDMA y FDMA. Las llamadas se sobrepone en el canal de transmisión, diferenciadas por un código de secuencia único. Esto permite que los usuarios compartan el canal y la frecuencia. Como es un método adecuado para la transmisión de información encriptada, se comenzó a utilizar en el área militar. Esta tecnología permite comprimir de 8 a 10 llamadas digitales para que ocupen lo mismo que ocupa una llamada analógica. (Comunicación, 2011)

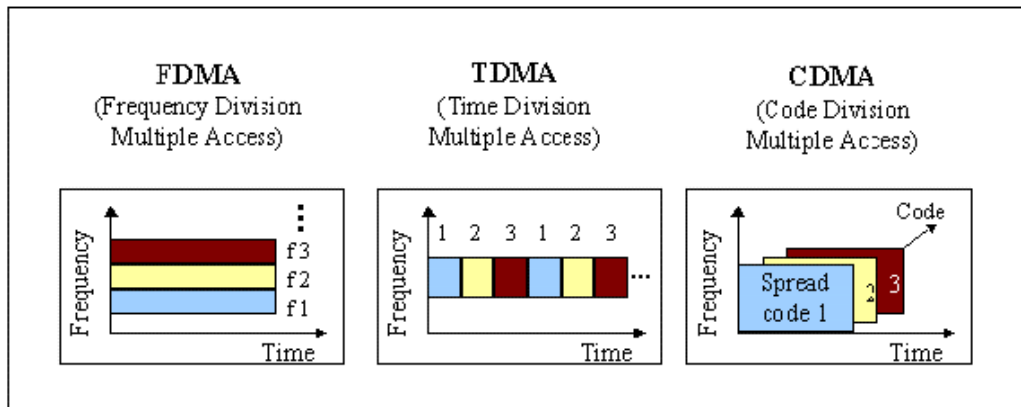


Figura 2. 1: Diferentes formas de división de frecuencia según los estándares  
Fuente: (Comunicación, 2011)

### 2.2.5 OFDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal).

OFDMA se considera para la cuarta generación de tecnologías celulares junto con las evoluciones para la tercera generación de sistemas celulares. (Poole, 2016b)

Es una forma de formato de señal que utiliza un gran número de portadoras espaciadas cercanas que se modulan cada una con flujo de datos de baja velocidad. Normalmente se esperaría que las señales estrechas espaciadas interfirieran entre sí, pero al hacer las señales ortogonales entre sí no hay interferencia mutua. Los datos que se transmitirán se comparten a través de todos los transportes y esto proporciona resiliencia contra el desvanecimiento selectivo de los efectos de múltiples trayectorias,

Para utilizar OFDM como una tecnología de acceso múltiple para la tecnología celular, se utilizan dos métodos diferentes, uno para el enlace de subida y otro para el enlace de bajada. En el enlace descendente, el móvil recibe toda la señal transmitida por la estación base y extrae los datos destinados al móvil en particular. En el enlace ascendente, uno o más portadores se asignan a cada micro teléfono dependiendo de los datos que se transmitirán, etc. De esta manera, la red celular es capaz de controlar cómo se enviarán y reciben los datos.

### **2.3 Conmutación de circuitos**

Para la transmisión de datos de emisor a receptor, se establecen enlaces de comunicación. En una simple red de computadoras sólo un enlace que conecta el remitente y el receptor sería suficiente. Pero para redes más grandes, existirá más de una ruta. En tal caso, los métodos de conmutación de red ayudan a establecer una conexión adecuada entre los terminales de comunicación. La información se conmuta entre diferentes canales o enlaces. Hay técnicas de conmutación disponibles para datos digitales como conmutación de circuitos, conmutación de paquetes, conmutación de mensajes y conmutación de celda. Estos métodos se eligen en función de sus requisitos de eficiencia y ancho de banda.

Este método de conmutación establece una ruta de comunicación dedicada entre el emisor y el receptor. El enlace se establece en forma física entre dos estaciones presentes en la red. El enlace se establecerá, mantendrá y terminará para cada sesión de comunicación. El ejemplo más común de conmutación de circuitos es la red telefónica analógica.

Este método de conmutación proporciona un retardo de bits constante y un canal de velocidad de datos fijo entre el remitente y el receptor. La

capacidad completa del canal está dedicada durante la duración de una conexión. Cuando los datos deben transferirse de remitente a receptor, en primer lugar, el remitente envía una solicitud a la estación de conmutación para el establecimiento de una conexión. El receptor responde con un acuse de recibo. Después de recibir la señal de confirmación, el remitente inicia la transmisión de datos. Esta técnica se utiliza comúnmente para el servicio de voz, la red pública de teléfono (PSTN), y la red digital de servicios integrados (ISDN), red de malla óptica, etc. son algunos de los ejemplos de redes de conmutación de circuitos. (Cisco, 2020)

En este tipo de conmutación, hay un conjunto de switches conectados con los enlaces físicos. Aquí, una vez que se establece la ruta dedicada entre el remitente y el receptor, permanece igual hasta que uno de los usuarios termina la conexión. Los datos fijos se transmiten y este tipo de conmutación se utiliza muy bien para transferir datos de voz.

Hay tres fases en el establecimiento de una red de conmutación de circuitos. Son; establecimiento de circuitos, transferencia de datos y desconexión de circuitos.

### **2.3.1 Establecimiento de circuitos.**

Esta es la fase de configuración del circuito. Aquí se establece el enlace entre el emisor y el receptor. Cuando una conexión tiene que ser establecida entre la estación A y la estación B, la estación A envía una petición de conexión al nodo 1 a través de un canal dedicado entre la estación A y el nodo 1. A continuación, nodo 1 envía la solicitud a todos los nodos conectados a él. La petición se remite entre los Nodos que finalmente forman una ruta a la estación B. Según su estación de estado B, se envía el acuse de recibo si no está ocupado. Por lo tanto, se establecerá un enlace de comunicación dedicado entre la estación A y la estación B.

### **2.3.2 Transferencia de datos**

Todas las conexiones internas en el enlace de comunicación son dúplex. Antes de iniciar la comunicación, los recursos que se utilizarán están reservados para ese vínculo. Algunos de estos recursos son switches de buffer, tiempo de procesamiento del switch, puertos de entrada/salida del

switch. En este método, los switches de barra transversal se utilizan comúnmente. Después del establecimiento del enlace, los datos se transmitirán continuamente con una velocidad de datos fija tanto para el emisor como para el receptor. En este método de conmutación, los datos no se empaquetan. (Procus, 2020)

### 2.3.3 Desconexión del circuito

La ruta dedicada establecida entre el emisor y el receptor se mantendrá durante toda la duración de la comunicación hasta que cualquiera de los usuarios la termine. Después de la terminación de la red, una señal de notificación se propaga a todos los Nodos en el enlace para liberar los recursos reservados.

Por ejemplo, un usuario realiza una llamada, el teléfono marcado se utiliza para establecer los switches en los intercambios a lo largo de la ruta de la llamada, de tal forma que se establece un circuito continuo entre el emisor y el receptor de la llamada. (Cisco, 2020)

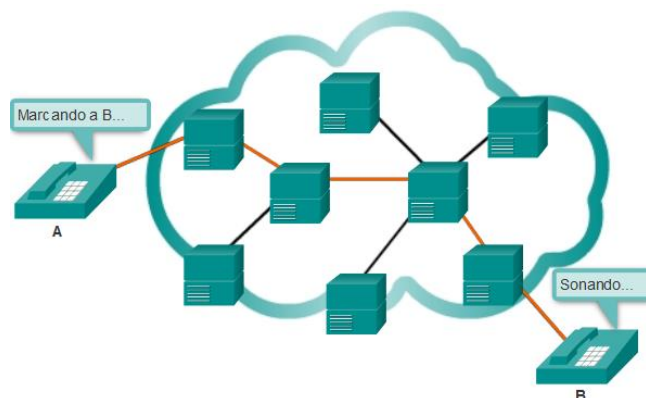


Figura 2. 2: Circuito conmutado entre emisor y receptor de una llamada  
Fuente: (Cisco, 2020)

### 2.4 Conmutación de paquetes.

La conmutación de paquetes es un método de comunicación de red utilizado en los sistemas de telecomunicaciones, mediante el cual los datos se agrupan en bloques llamados paquetes y se enrutan a través de una red utilizando una dirección de destino contenida en cada paquete.

Al dividir la información de comunicación en paquetes, permite que la misma ruta se comparta entre muchos usuarios en una red. También significa que cada paquete puede tomar una ruta diferente a su destino. Las redes telefónicas de voz regulares a menudo se conmutan por circuitos en lugar de conmutadas por paquetes; por el cual, durante la conexión de llamada, todos los recursos en ese circuito no están disponibles para otros usuarios.

#### **2.4.1 Paquetes**

Un paquete individual es una unidad de datos que se enruta entre un origen y un destino a través de Internet u otra red conmutada por paquetes. Si un archivo como un archivo de correo electrónico, GIF o HTML se envía a través de una transmisión basada en paquetes, la capa TCP (Protocolo de control de transmisión) del TCP/IP dividirá el archivo en fragmentos que son tamaños optimizados para el enrutamiento. Cada fragmento se conoce como paquete y se numera por separado y se lleva junto con una dirección de destino. Los paquetes pueden entonces viajar en diversas rutas al destino, pero cuando todos llegan, se vuelven a montar en el formato original (por la capa TCP en el extremo receptor).

Según (Carritech, 2019) Todos los paquetes tienen una arquitectura básica o una cabecera, carga y "footer", pero dependiendo del protocolo que se esté utilizando también pueden contener más información, como la que se enumera a continuación:

#### **2.4.2 Direcciones.**

Para rutear un paquete a través de una red, el paquete debe contener dos direcciones de red, la primera es la dirección de origen del host (emisor) y la segunda la dirección de destino del host receptor (receptor).

#### **2.4.3 Manejo de errores.**

Los paquetes contienen suma de comprobación, bits de paridad o comprobaciones de redundancia cíclica. Cada uno de ellos detecta los errores que pueden ocurrir durante la transmisión.

Se realiza un cálculo preliminar antes de que se envíe el paquete, en el transmisor. Una vez que se recibe el paquete, la suma de comprobación se

recalcula y se compara con el primer cálculo que está contenido en el paquete. Si se observa alguna discrepancia, el paquete se puede corregir o descartar. Cualquier información descartada se conoce como pérdida de paquetes y será tratada por el protocolo de red.

#### **2.4.4 Recuentos de saltos.**

Cuando un paquete es defectuoso, pueden terminar atravesando un circuito cerrado. Si no se hizo nada al respecto, eventualmente podría acumularse, congestionando en última instancia la red hasta el punto de falla. Para abordar esto, se agrega un campo de "tiempo de vida" al paquete. El valor de este campo se reduce en uno cada vez que el paquete pasa a través de un nodo de red. Si el campo alcanza cero, el ruteo no ha podido transmitir con éxito los datos y el paquete será desechado.

#### **2.4.5 Longitud.**

Algunos paquetes contendrán un campo que identifique la longitud total del paquete. En algunos tipos de red, sin embargo, la longitud está implícita por la duración de la transmisión y por lo tanto esta información se considera innecesaria y se omite.

#### **2.4.6 Prioridad.**

Cuando una red implementa QoS (Calidad de Servicio), da prioridad a ciertos tipos de paquetes sobre otros. El campo de prioridad se utiliza para identificar qué cola de paquetes se debe utilizar. Una cola de alta prioridad se vacía más rápidamente que una cola de menor prioridad en los puntos de la red donde se está produciendo la congestión.

#### **2.4.7 Carga Útil.**

La carga útil son los datos o el cuerpo de la información. Puede variar en longitud, pero el protocolo de red, así como el equipo utilizado en la ruta generalmente establecerá una longitud máxima. Si es necesario, algunas redes romperán los paquetes más grandes para arriba en paquetes más pequeños si la carga útil es demasiado grande.



## **2.5 Generación Cero.**

Con respecto a los estándares utilizados por esta generación de comunicaciones, se debe presentar lo siguiente:

### **2.5.1 PTT (Push to Talk).**

Se utiliza una velocidad de transferencia similar para la transmisión y la recopilación de voz, segregando entre los dos procedimientos a través de un botón: presionar para hablar, soltar para escuchar.

### **2.5.2 MTS (Sistema de Telefonía Móvil).**

Era el estándar principal de la telefonía celular. Entre sus cualidades, se destaca que debe ser ayudado por un especialista en comunicaciones fijas en los dos lados. La administración fue ofrecida por la empresa norteamericana Bell (AT&T hoy) y se utilizó el 17 de junio de 1946.

### **2.5.3 AMTS (Sistema Avanzado de Telefonía Móvil).**

Casi no tuvo difusión, siendo utilizado únicamente en Japón. Trabajaron en la banda de 900MHz.

## **2.6 Primera Generación.**

La tecnología 1G reemplazó la tecnología 0G, que contaba con radioteléfonos móviles y tecnologías tales como (algunos mencionados anteriormente); Mobile Telephone System (MTS), Advanced Mobile Telephone System (AMTS), Improved Mobile Telephone Service (IMTS) y Push to Talk (PTT). En 1979, el primer sistema celular en el mundo entró en funcionamiento por Nippon Telephone and Telegraph (NTT) en Tokio, Japón. 1G es la primera generación de tecnología de teléfonos celulares. Eran teléfonos celulares analógicos y se introdujeron en 1980. En Europa dos sistemas analógicos más populares fueron Nordic Mobile Telephone (NMT) y (TACS) otros sistemas analógicos también se introdujeron en el mismo año en toda Europa. Todos los sistemas ofrecían capacidad de traspaso e itinerancia, pero las redes celulares no podían interoperar entre países. Este fue el principal inconveniente de las redes móviles de primera generación. 1G tenía un servicio poco confiable de baja capacidad, enlaces pobres de voz y

pésima seguridad ya que las llamadas de voz fueron reproducidas de nuevo en las torres de radio haciendo estas llamadas susceptibles a no deseados. En Estados Unidos AMPS fue lanzado por primera vez el estándar 1G en 1982. El sistema AMPS recibió un ancho de banda de 40 MHz dentro del rango de frecuencias de 800-900 MHz por la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC). En 1988 se asignó ancho de banda adicional de 10 MHz, llamado espectro expandido (ES) a AMPS. Italia utilizó un sistema de telecomunicaciones llamado RTMI. EN el Reino Unido, se utilizó YACS. Francia usó RadioComm 2000. En Alemania Occidental, Portugal y Sudáfrica se utilizó un estándar de telecomunicaciones conocido como C-450. (Meraj U. & Kummar, 2015)

A partir de la primera generación surgen los primeros teléfonos móviles representados por su grande tamaño y peso, y sus funciones análogas muy simple. Su tecnología análoga tenía una serie de desventajas, por ejemplo, que solo se podía utilizarse para la transmisión de voz, y su seguridad poco confiable, lo que hizo posible que una persona sintonizara las llamadas externas con una sintonización de radio.

### **2.6.1 NMT (Nordic Mobile Telephone).**

Tecnología celular análoga creado inicialmente para trabajar en países nórdicos, por ejemplo, Finlandia, Dinamarca o Noruega, y que fue famosa por su buena gestión de implementación. Sus frecuencias eran de 450MHz y 900MHz.

### **2.6.2 AMPS (Sistema Avanzado de Telefonía Móvil).**

Es un estándar de comunicación análoga celular destinado a teléfonos de primera generación y creado a mediados de la década de 1980 por Bell, y ofrecía señal a todo al país, su desventaja es que sigue siendo solo para transmisión de voz. Sus versiones análogas y digitales son utilizados aun en su país de origen, a pesar de que también se extendió con ligeros ajustes a diferentes naciones, por ejemplo, Inglaterra (TACS y ETACS) o Japón (MCS-L1 o JTAC). AMPS se caracteriza por tener 832 canales, cada uno con un ancho de 30KHz, cubriendo rango de frecuencias de 800MHz a 900MHz (la mitad del rango se utiliza para la transferencia y la otra mitad para la

descarga). La teoría del "handover" también se presenta con AMPS, que consiste en cambiar de una celda a otra cuando los niveles de señal son débiles. Esta idea se encontrará se desarrolló muy bien en las generaciones siguientes.

AMPS dejó dos promesas pendientes. La solución a la existencia de varios estándares y la otra, implementar otros servicios que satisfagan el tráfico de voz. Con estos antecedentes de referencia, se alcanzó la segunda era de la comunicación celular.

Tabla 2. 1: Características 1G

CARACTERÍSTICAS	1G
Año de introducción	1980
Tecnología	AMPS
Velocidad de datos	2.4Kbps - 14.4Kbps
Ancho de banda	Análoga
Método de acceso	FDMA
Conmutación	Circuitos

Fuente: Autor

## 2.7 Segunda Generación.

Hubo un par de cambios importantes que marcaron el cambio de los estándares 1G a 2G. En primer lugar, a diferencia de la comunicación analógica en 1G, los estándares 2G se basaban en la comunicación digital, tanto en la ruta radioeléctrica como entre entidades de red. En segundo lugar, los procesos de estandarización 2G tenían por objeto hacer más realista la noción de itinerancia global. La estandarización en 1G nunca fue elaborada, lo que llevó a un estándar nacional que no ofrecía itinerancia más allá de las fronteras nacionales. Sin embargo, los estándares 2G dieron lugar a la aceptación global y, en consecuencia, a la itinerancia a regiones más grandes. En 1991 se lanzó 2G en Finlandia. 2G proporcionó servicios de SMS, MMS, y mensajes de imagen. En esta tecnología había una mejor seguridad en los mensajes ya que se cifraban digitalmente. Todos los mensajes de texto se cifran digitalmente, lo que permite la transferencia de datos de tal manera que sólo el receptor previsto puede recibirlos y leerlos. El sistema 2G utiliza tecnología de acceso móvil digital como TDMA y CDMA. El TDMA divide la señal en los slots de tiempo mientras que como CDMA afecta un aparato a

cada usuario un código especial para comunicarse a través de un canal físico multiplex. GSM fue el primer sistema 2G. GSM tiene origen en Europa. GSM es el estándar más admirado de todas las tecnologías móviles utilizadas en más de 212 países, en el mundo.

El estándar GSM hace que la itinerancia internacional sea muy común entre los operadores de telefonía móvil, lo que permite a los suscriptores utilizar sus teléfonos en muchas partes del mundo. GSM usa TDMA en sus bandas de 900 y 1800 MHz que tienen que capacidad de hasta 8 llamadas por canal. GSM también enruta datos conmutados por circuitos a velocidad hasta 14.4kbps. Se han desarrollado nuevas tecnologías basadas en el sistema GSM original, lo que conduce a algún sistema avanzado.

Principalmente, hay cuatro tecnologías 2G, como se explica a continuación:

Global system for mobile communication (GSM): Entre las tecnologías 2G, el GSM es el más popular. El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI) desarrolló las especificaciones GSM en 1989. Los primeros sistemas GSM utilizaron un espectro de frecuencias de 25 Mhz en la banda de 900 Mhz. Este espectro de frecuencia de 25 Mhz se dividió en 124 frecuencias portadoras de 200Khz cada una. Un solo canal de radio de 200Khz se compartió entre ocho usuarios, asignando un intervalo de tiempo único a cada uno de ellos. Por lo tanto, el GSM se considera como una combinación de dos técnicas de multiplexación, a saber, el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) y el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA). En los últimos tiempos, hay otras dos variantes de GSM operando a una frecuencia de 1800Mhz (1,8 Ghz) y 1900 Mhz (1,9 Ghz).

Personal digital communications (PDC): mientras que la mayoría de los países adoptaron la tecnología GSM, el PDC ganó una inmensa popularidad en Japón. Fuera de Japón, sin embargo, PDC que opera a 800 Mhz y 1500 Mhz frecuencias, no es muy popular. Dado que el éxito de PDC se limita a Japón, las empresas de telecomunicaciones japonesas estaban tratando de trabajar hacia tecnologías 3G. Otra razón para que Japón muestre un gran interés en el 3G es que la capacidad 2G se está quedando rápidamente sin ancho de banda y enfrentando problemas de escalabilidad. Esta es

posiblemente la razón por la que Japón es uno de los primeros países donde la red 3G fue desplegada comercialmente

IS-95: mientras que la mayoría de las redes 2G se basaban en FDMA y TDMA, una compañía por su nombre Qualcomm diseñó un esquema de acceso múltiple por división de código (CDMA). Este esquema utiliza códigos separados para distinguir entre los datos transmitidos por diferentes usuarios en la misma frecuencia. El IS-95 es popular en Corea del Sur y los Estados Unidos.

US-TDMA (o D-AMPS): Otro sistema 2G popular en América del Norte es el Digital-advanced Mobile Phone Services (D-AMPS). Es compatible con AMPS y es una versión digital de la tecnología AMPS de primera generación.

### **2.7.1 Limitaciones de la segunda generación.**

Aunque las redes 2G provocaron un cambio importante en la forma en que se construyeron las redes móviles, tenían sus limitaciones, algunas de las cuales son las siguientes:

Tarifas de transferencia bajas: las redes 2G están diseñadas principalmente para ofrecer servicios de voz a los suscriptores. Por lo tanto, la tasa de transferencia ofrecida por estas redes era baja.

Aunque las tasas varían según las tecnologías, la tasa media es del orden de decenas de kilobits por segundo.

Baja eficiencia para los servicios de conmutación de paquetes: con la creciente popularidad de Internet, existe una creciente demanda entre los clientes de acceso a Internet no sólo en casa o en la oficina, sino también cuando están en movimiento. El acceso inalámbrico a Internet con las redes 2G no se implementó de manera eficiente.

Múltiples estándares: con una multitud de estándares de la competencia en su lugar, un usuario inalámbrico puede vagar sólo en aquellas redes que soportan el mismo estándar. Esto permite al usuario sólo itinerancia limitada. Aunque los estándares 2G eran y mejores con respecto a sus predecesores 1G, todavía carecían de la capacidad de ofrecer itinerancia global completa y eran semi globales en este sentido. (Kaarainen et al., 2005)

### **2.7.2 2.5G**

Se hicieron esfuerzos para mejorar las redes 2G eliminando estos principales impedimentos para su crecimiento. El objetivo principal era realizar cambios mínimos en la arquitectura de red existente. El resultado fue la "generación 2.5". Las diferentes categorías de redes 2.5G se explican de la siguiente manera:

High speed circuit switched data (HSCSD): para eludir el inconveniente de las bajas velocidades de datos, una solución simple es utilizar múltiples intervalos de tiempo en lugar de uno. Dado que un canal GSM proporciona velocidades de 9,6 Kbps o 14,4 Kbps, mediante el uso de hasta cuatro canales, se puede obtener una velocidad de 57,6 Kbps. Este es el principio de HSCSD. La ventaja de este esquema es que requiere cambios mínimos en la arquitectura de red; su otra cara es que utiliza el cambio de circuito, que se considera ineficiente en términos de uso de recursos. Para una mejor utilización de los recursos, el cambio de paquetes se utiliza GPRS, que se explica a continuación, utiliza la conmutación de paquetes.

General packet radio service (GPRS): GPRS ofrece servicios de datos (por ejemplo, acceso a Internet) mediante un dominio de conmutación de paquetes (es decir, GPRS reserva recursos radioeléctricos solo cuando hay datos para enviar; esto proporciona un uso eficiente de los recursos de red). GPRS utiliza de 1 a 8 canales de radio en la frecuencia de 200 Khz para ofrecer velocidades de hasta 115 Kbps. Una ventaja importante de GPRS es que proporciona un medio para migrar hacia la red 3G. Esto se debe a que los componentes de red principales de GPRS (por ejemplo, SGSN y GGSN) son una parte integral de la red 3G Core. Aunque los componentes de software en entidades de red 2.5, los componentes básicos de la arquitectura de red en entidades de red 3G, la arquitectura de red básica y las interfaces de red siguen siendo las mismas.

GPRS es la extensión de la red 2G existente para tener la capacidad de lanzar servicios basados en paquetes mientras mejora las velocidades de datos soportadas por estas redes. El término "segunda generación y media" se utiliza para describir los sistemas 2G que han implementado un dominio conmutado por paquetes además del dominio conmutado por circuito. GPRS proporcionó velocidades de datos desde 56 Kbps hasta 384 Kbps, utilizando la base de datos HLR, VLR, EIR y AuC con tecnologías HSCSD, GPRS y

EDGE. Proporciona servicios como acceso al Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas (WAP), Servicio de Mensajería Multimedia (MMS) y para servicios de comunicación por Internet como correo electrónico y acceso a la Web Mundial. Las redes 2.5G pueden admitir servicios como WAP, MMS, juegos móviles SMS, y directorio de búsqueda y acceso a Internet. (Meraj U. & Kummar, 2015)

### **2.7.3 2.75G**

Enhanced data for global evolution (EDGE): mediante el uso de mejores técnicas de modulación, las velocidades de datos de GSM y GPRS podrían aumentar hasta tres veces. Esta mejora se denomina EDGE para GSM y GPRS mejorado (EGPRS) para GPRS. Usando EGPRS, se puede obtener una velocidad de 384 Kbps.

La red GPRS evolucionó a redes EDGE con la introducción de la codificación 8PSK. Las velocidades de datos mejoradas para GSM Evolution, Enhanced GPRS (EGPRS) o IMT Single Carrier (IMT-SC) es una tecnología de comunicaciones móviles digital, compatible con versiones anteriores que permite mejorar las velocidades de transmisión de datos, como una extensión además del estándar GSM. EDGE se desplegó en redes GSM a partir de 2003 inicialmente por AT&T en los Estados Unidos. EDGE está estandarizado por 3GPP como parte de la familia GSM, y es una actualización que proporciona un posible aumento triple en la capacidad de las redes GSM /GPRS. La especificación logra velocidades de datos más altas hasta 384 Kbps cambiando a métodos de codificación más sofisticados (8PSK), dentro de los intervalos de tiempo GSM existentes. La tecnología EDGE es una versión extendida de GSM. Permite la transmisión clara y rápida de datos e información. EDGE transfiere datos en menos segundos si se compara con la tecnología GPRS. Por ejemplo, un archivo de texto típico de 40 KB se transfiere en solo 2 segundos en comparación con la transferencia desde la tecnología GPRS, que es de 6 segundos. (Meraj U. & Kummar, 2015)

### **2.7.4 Elementos básicos de arquitectura GSM**

A continuación, en la figura 2.3 se muestran los elementos básicos de una red GSM de segunda generación:

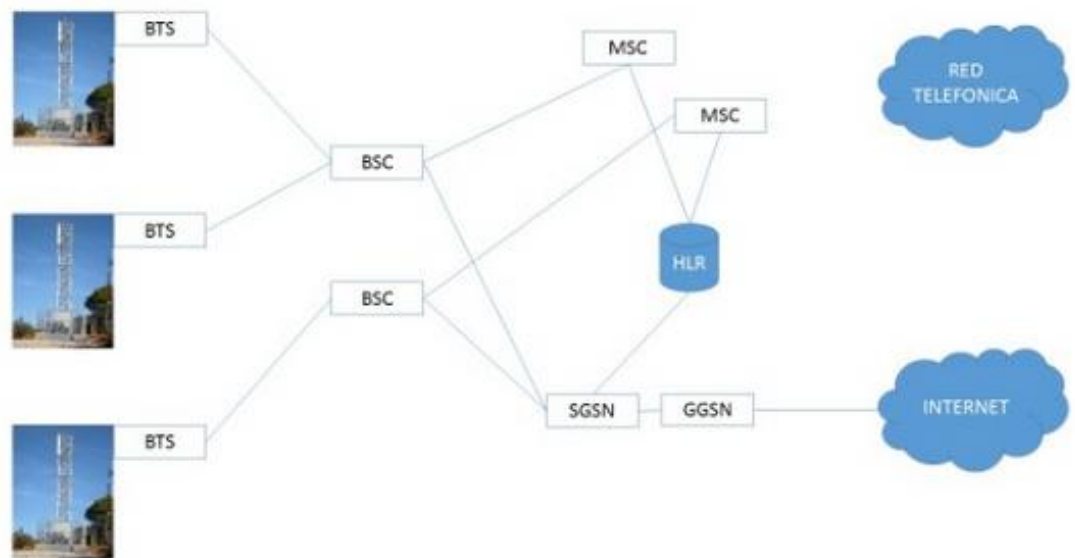


Figura 2. 3: Arquitectura de red GSM 2G  
Fuente: (Tecnológicos, s/f)

La arquitectura de red GSM consta de diferentes elementos, incluyendo Base Station Subsystem BSS, Network & Switching Subsystem NSS, Operation & Support Subsystem, así como elementos como: MSC, AuC, HLR, VLR, etc.

La arquitectura de red GSM proporcionaba una arquitectura simple y a la vez eficaz para proporcionar los servicios necesarios para un sistema de comunicaciones celulares o móviles 2G.

Había cuatro elementos principales en la arquitectura general de la red GSM, y estos a menudo podrían dividirse aún más. Elementos como el controlador de la estación base, MSC, AuC, HLR, VLR y similares se unen para formar el sistema general.

La arquitectura de red GSM 2G, aunque ahora reemplazada, ofrece una excelente introducción a algunas de las capacidades básicas necesarias para configurar una red de telefonía de comunicaciones móviles y cómo todas las entidades operan juntas.

Con el fin de que el sistema GSM funcione juntos como un sistema completo, la arquitectura de red general reúne una serie de identidades de red de datos, cada una con varios elementos.



La arquitectura de red GSM se define en las especificaciones GSM y se puede agrupar en cuatro áreas principales:

- Subsistema de red y conmutación (NSS)
- Subsistema de estación base (BSS)
- Estación móvil (MS)
- Subsistema de operación y soporte (OSS)

Los diferentes elementos de la red GSM funcionan juntos, y el usuario no es consciente de las diferentes entidades dentro del sistema.

Como la red GSM está definida pero las especificaciones y estándares, permite que el sistema funcione de forma fiable juntos independientemente del proveedor de los diferentes elementos.

La arquitectura general de la red proporcionó ser muy exitosa y fue desarrollada aún más para permitir la evolución 2G para transportar datos y luego con más evoluciones para permitir el establecimiento de 3G.

#### Subsistema de conmutación de red (NSS)

La arquitectura del sistema GSM contiene una variedad de elementos diferentes y a menudo se denomina la red principal. Se trata esencialmente de una red de datos con una entidad diversa que proporciona el control principal y la interconexión para toda la red móvil. Los principales elementos dentro de la red principal incluyen:

Centro de conmutación de servicios móviles (MSC): El elemento principal dentro del área de red principal de la arquitectura de red GSM general es el Centro de servicios de conmutación móvil (MSC). El MSC actúa como un nodo de conmutación normal dentro de una red digital de servicios integrados (ISDN), pero también proporciona funcionalidad adicional para permitir que se admitan los requisitos de un usuario móvil. Estos incluyen el registro, la autenticación, la ubicación de la llamada, los traspasos entre MSC y el ruteo de llamadas a un suscriptor móvil. También proporciona una interfaz a la ISDN para que las llamadas de comunicaciones móviles se puedan enrutar desde la red móvil a un teléfono conectado a un teléfono fijo. Se proporcionan interfaces a otros MSC para permitir que se realicen llamadas a móviles en diferentes redes.

Registro de ubicación de inicio (HLR): esta base de datos contiene toda la información administrativa sobre cada suscriptor junto con su última

ubicación conocida. De esta manera, la red GSM puede rutear las llamadas a la estación base relevante para la MS. Cuando un usuario conmuta en su teléfono, el teléfono se registra con la red y de esto es posible determinar con qué BTS se comunica para que las llamadas entrantes se puedan rutear apropiadamente. Incluso cuando el teléfono no está activo (pero encendido) se vuelve a registrar periódicamente para asegurarse de que la red (HLR) es consciente de su última posición. Hay un HLR por red, aunque puede distribuirse entre varios por razones operativas.

Registro de ubicación de visitantes (VLR): Contiene información seleccionada del HLR que permite proporcionar los servicios seleccionados para el suscriptor individual. El VLR se puede implementar como una entidad separada, pero comúnmente se realiza como una parte integral del MSC, en lugar de una entidad separada. De esta manera el acceso se hace más rápido y más conveniente.

Registro de Identidad de Equipo (EIR): El EIR es la entidad que decide si un equipo móvil determinado puede ser permitido en la red. Cada equipo móvil tiene un número conocido como la Identidad Internacional de Equipos Móviles. Este número, como se mencionó anteriormente, se instala en el equipo y es comprobado por la red durante el registro. Dependiendo de la información contenida en el EIR, el móvil puede ser asignado uno de los tres estados - permitido en la red, acceso prohibido, o monitoreado en caso de sus problemas.

Centro de autenticación (AuC): El AuC es una base de datos segura que contiene el código que también está en la tarjeta SIM del usuario. Se utiliza para la autenticación y para el cifrado en el canal de radio.

Gateway Mobile Switching Centre (GMSC): El GMSC es el punto al que se enruta inicialmente una llamada de terminación ME, sin ningún conocimiento de la ubicación de la EM. El GMSC está así a cargo de obtener el MSRN (número de itinerancia de la estación móvil) del HLR basado en el MSISDN (número ISDN de la estación móvil, el "número de directorio" de un MS) y rutear la llamada al MSC visitado correcto. La parte "MSC" del término GMSC es engañosa, ya que la operación de puerta de enlace no requiere ninguna vinculación a un MSC.

Puerta de enlace de SMS (SMS-G): La puerta de enlace SMS-G o SMS es el término que se utiliza para describir colectivamente las dos puertas de enlace de servicios de mensajes cortos definidas en los estándares GSM. Las dos puertas de enlace controlan los mensajes dirigidos en direcciones diferentes. El SMS-GMSC (Short Message Service Gateway Mobile Switching Centre) es para mensajes cortos que se envían a un ME. El SMS-IWMSC (Short Message Service Inter-Working Mobile Switching Centre) se utiliza para los mensajes cortos originados con un móvil en esa red. El rol SMS-GMSC es similar al del GMSC, mientras que el SMS-IWMSC proporciona un punto de acceso fijo al Centro de servicio de mensajes cortos.

Estas entidades fueron las principales utilizadas dentro de la red GSM. A menudo la red principal general se distribuía por todo el país donde se encontraba la red. Esto dio cierta resiliencia en caso de fracaso. Aunque el sistema GSM era esencial para un sistema de voz, la red principal era una red de datos, ya que todas las señales se manejaban digitalmente.

#### Subsistema de estación base (BSS)

La sección del subsistema de estación base (BSS) de la arquitectura de red GSM 2G que se asocia fundamentalmente con la comunicación con los móviles de la red.

Consta de dos elementos:

Base Transceiver Station (BTS): El BTS utilizado en una red GSM comprende los receptores del transmisor de radio, y sus antenas asociadas que transmiten y reciben para comunicarse directamente con los móviles. El BTS es el elemento de definición para cada celda. El BTS se comunica con los móviles y la interfaz entre los dos se conoce como la interfaz Um con sus protocolos asociados.

Controlador de estación base (BSC): El BSC forma la siguiente etapa de nuevo en la red GSM. Controla un grupo de BTS, y a menudo se encuentra con uno de los BTS en su grupo. Gestiona los recursos radioeléctricos y controla elementos como el traspaso dentro del grupo de BTS, asigna canales y similares. Se comunica con los BTS a través de lo que se denomina la interfaz de Abis.

El elemento del subsistema de estación base de la red GSM utilizaba la tecnología de acceso radioeléctrico para permitir que varios usuarios accedan

al sistema simultáneamente. Cada canal soportaba hasta ocho usuarios y al permitir que una estación base tuviera varios canales, cada estación base podía acomodar un gran número de suscriptores.

Las estaciones base son cuidadosamente localizadas por el proveedor de la red para permitir la cobertura completa de un área. El área que se cubre por una estación base a menudo se conoce como una celda.

Como no es posible evitar la superposición de las señales en las celdas adyacentes, los canales utilizados en una celda no se utilizan en la siguiente. De este modo, se reduce la interferencia que reduciría la calidad de la llamada manteniendo una reutilización de frecuencia suficiente.

Es importante tener los diferentes BTS conectados con el BSS y los BSS conectados de nuevo a la red principal.

Como se requerían más datos con el uso creciente de la red GSM, y también a medida que otras tecnologías celulares como 3G se generalizaron, muchos enlaces utilizaban Ethernet de grado portador.

#### Estación móvil

Las estaciones móviles (MS), los equipos móviles (ME) o como son más conocidos, los teléfonos celulares o móviles son la sección de una red de comunicaciones móviles GSM que el usuario ve y opera. En los últimos años su tamaño ha disminuido drásticamente, mientras que el nivel de funcionalidad ha aumentado considerablemente. Otra ventaja es que el tiempo entre las cargas ha aumentado significativamente.

Hay una serie de elementos en el teléfono celular, aunque los dos elementos principales son el hardware principal y la SIM.

El hardware en sí contiene los elementos principales del teléfono móvil, incluyendo la pantalla, la caja, la batería y la electrónica utilizada para generar la señal, y procesar el receptor de datos y ser transmitido.

La estación móvil, o ME también contiene un número conocido como la Identidad Internacional de Equipos Móviles (IMEI). Esto se instala en el teléfono en la fabricación y "no se puede" cambiar. Se accede por la red durante el registro para comprobar si el equipo ha sido reportado como robado.

La SIM o el módulo de identidad del suscriptor contiene la información que proporciona la identidad del usuario a la red. Contiene una variedad de

información, incluyendo un número conocido como La Identidad Internacional de Suscriptor Móvil (IMSI). Como esto se incluye en la SIM, y significa que al mover la tarjeta SIM de un móvil a otro, el usuario podría cambiar fácilmente los móviles. La facilidad de cambiar los móviles manteniendo el mismo número significaba que las personas actualizarían regularmente, creando así un flujo de ingresos adicional para los proveedores de red y ayudando a aumentar el éxito financiero general de GSM.

#### Subsistema de operación y soporte (OSS)

El subsistema de soporte de operación o OSS es un elemento dentro de la arquitectura general de red de comunicaciones móviles GSM que está conectado a los componentes del SEN y el BSC. Se utiliza para controlar y monitorear la red GSM general y también se utiliza para controlar la carga de tráfico del BSS. Cabe señalar que a medida que aumenta el número de BS con la escala de la población de abonados, algunas de las tareas de mantenimiento se transfieren al BTS, lo que permite ahorrar en el costo de propiedad del sistema.

La arquitectura de red GSM 2G sigue un método lógico de operación. Es mucho más simple que las arquitecturas de red de telefonía móvil actuales que utilizan entidades definidas por software para permitir un funcionamiento muy flexible. Sin embargo, la arquitectura GSM 2G muestra las funciones básicas de voz y operativas que se necesitan y cómo encajan entre sí. Como el sistema GSM era todo digital, la red era una red de datos.

Tabla 2. 2: Características 2G

CARACTERÍSTICAS	2G
Año de introducción	1993
Tecnología	IS-95, GSM
Velocidad de datos	14.4Kbps
Ancho de banda	25Mhz
Método de acceso	TDMA/FDMA
Conmutación	Circuitos/Paquetes

Fuente: Autor

## 2.8 Tercera Generación

3G es la tercera generación de estándares y tecnología de telefonía móvil, superando 2G, y antes de 4G. Se basa en la Unión Internacional de

Telecomunicaciones (UIT) que formuló un plan para implementar la banda de frecuencias mundial en la gama 2000 MHz, que apoyará un estándar único y omnipresente de comunicación inalámbrica para todos los países del mundo. Este plan se llama International Mobile Telephone 2000 (IMT-2000), Standard. La evolución 3G para los sistemas CDMA llevó a CDMA 2000. Varias variantes de CDMA 2000 se basan en las tecnologías IS-95 e IS-95B. La evolución 3G para GSM es IS-136 y conduce a la banda ancha CDMA (WCDMA), también llamado Servicio Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), W-CDMA se basa en la red GSM. CDMA 2000 y W-CDMA, seguirán siendo la principal tecnología 3G popular. 3rd. Generation Partnership Project (3GPP) ha continuado ese trabajo mediante la definición de un sistema móvil que cumple con la norma IMT-2000. Las tecnologías 3G permiten a los operadores de red ofrecer a los usuarios una gama más amplia de servicios más avanzados mientras logran una mayor capacidad de red a través de una mayor eficiencia espectral. Los servicios incluyen telefonía de voz inalámbrica de área amplia, videollamadas y datos inalámbricos de banda ancha, televisión móvil, GPS (sistema de posicionamiento global) y videoconferencia. todo en un entorno móvil. 3G tiene las siguientes mejoras en 2.5G y redes anteriores: transmisión de audio y vídeo mejorada. Varias veces mayor velocidad de datos. Compatibilidad con videoconferencias. Navegación web a velocidades más altas. Soporte IPTV (TV a través de Internet). (Meraj U. & Kummar, 2015)

### **2.8.1 3.5G**

High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA) es un protocolo de telefonía móvil, también llamado 3.5G, que proporciona un camino evolutivo suave para redes 3G basadas en UMTS que permite mayores velocidades de transferencia de datos. HSDPA es un servicio de datos basado en paquetes en enlace descendente W-CDMA con transmisión de datos de hasta 8-10 Mbit/s (y 20 Mbit/s para sistemas MIMO) en un ancho de banda de 5MHz en el enlace descendente WCDMA. Las implementaciones de HSDPA incluyen modulación y codificación adaptables (AMC), salida múltiple de entrada múltiple (MIMO), solicitud automática híbrida (HARQ), búsqueda rápida de celdas y diseño avanzado del receptor. (Meraj U. & Kummar, 2015)

### **2.8.2 3.75G**

El 3.75G se refiere a las tecnologías más allá de las tecnologías inalámbricas/móviles 3G bien definidas. High Speed Uplink Packet Access (HSUPA) es una tecnología de evolución de enlace de subida UMTS / WCDMA. La tecnología de telecomunicaciones móviles HSUPA está directamente relacionada con HSDPA y las dos son gratuitas entre sí. HSUPA mejorará las aplicaciones avanzadas de datos de persona a persona con velocidades de datos más altas y simétricas, como el correo electrónico móvil y los juegos de persona a persona en tiempo real. Las aplicaciones empresariales tradicionales, junto con muchas aplicaciones de consumo, se beneficiarán de una mayor velocidad de enlace ascendente. HSUPA impulsará inicialmente el enlace ascendente UMTS / WCDMA hasta 1.4Mbps y en versiones posteriores hasta 5.8Mbps.

### **2.8.3 Arquitectura 3G**

La red UMTS se basaba en la utilizada para el 2G, aunque se observaron cambios importantes en alguna terminología y en la red de acceso radioeléctrico.

Con el cambio de 2G a 3G, el énfasis para los sistemas cambió de un enfoque en las comunicaciones de voz móviles a los datos móviles y la conectividad general.

Las bases de la red UMTS se habían establecido cuando se lanzó GSM. Esto proporcionó los elementos de acceso básicos, así como la voz conmutada del circuito. La adición de datos de paquetes con GPRS requería que se agregara entidades de red adicionales. Fue la combinación de estos dos elementos de red lo que proporcionó la base para la arquitectura de red 3G UMTS.

La red de acceso radioeléctrico cambió considerablemente a medida que se utilizaba una interfaz radioeléctrica completamente nueva basada en el uso de CDMA. También el nombre del teléfono se cambió a equipo de usuario indicando un cambio en su uso de sólo un teléfono de voz a un conjunto de datos que podría haber sido un teléfono, PDA o portátil, con muchos ordenadores portátiles que requieren un dongle 3G para conectarse a un puerto USB.

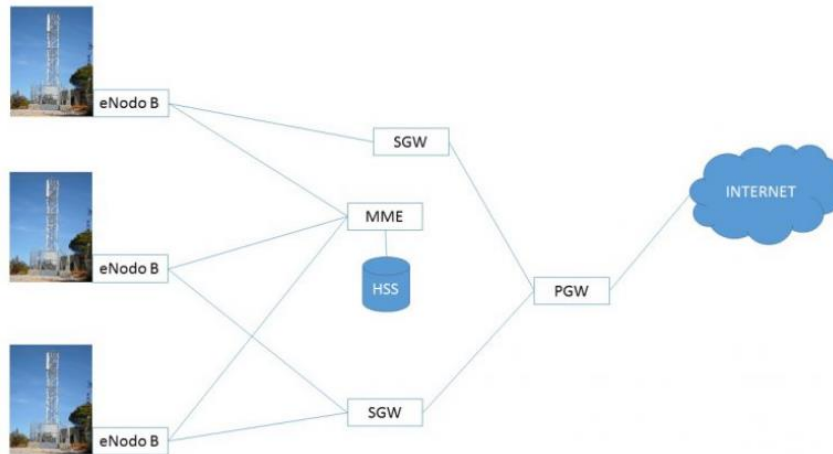


Figura 2. 4: Arquitectura de red UMTS 3G  
Fuente: (Tecnológicos, s/f)

La arquitectura de red UMTS se puede dividir en tres elementos principales:

**Equipo de usuario (UE):** El equipo de usuario o UE es el nombre dado a lo que anteriormente se denominaba el móvil o teléfono celular. El nuevo nombre se eligió porque la funcionalidad considerablemente mayor que podría tener el UE. También podría ser cualquier cosa entre un teléfono móvil utilizado para hablar con un terminal de datos conectado a un ordenador sin capacidad de voz.

**Subsistema de red de radio (RNS):** El RNS también conocido como UMTS Radio Access Network, UTRAN, es el equivalente del subsistema de estación base anterior o BSS en GSM. Proporciona y gestiona la interfaz aérea de la red general.

**Red principal:** La red principal proporciona todo el procesamiento y la gestión centrales del sistema. Es el equivalente del subsistema de conmutación de red GSM o NSS.

La red principal es entonces la entidad general que interactúa con redes externas, incluida la red telefónica pública y otras redes de telecomunicaciones celulares.

### 3G UMTS Radio Network Subsystem

Esta es la sección de la red 3G UMTS / WCDMA que interconecta con el UE y la red principal. La red general de acceso radioeléctrico, es decir, colectivamente todo el subsistema de red de radio se conoce como UTRAN UMTS Radio Access Network.



El subsistema de red radioeléctrica también se conoce como UMTS Radio Access Network o UTRAN.

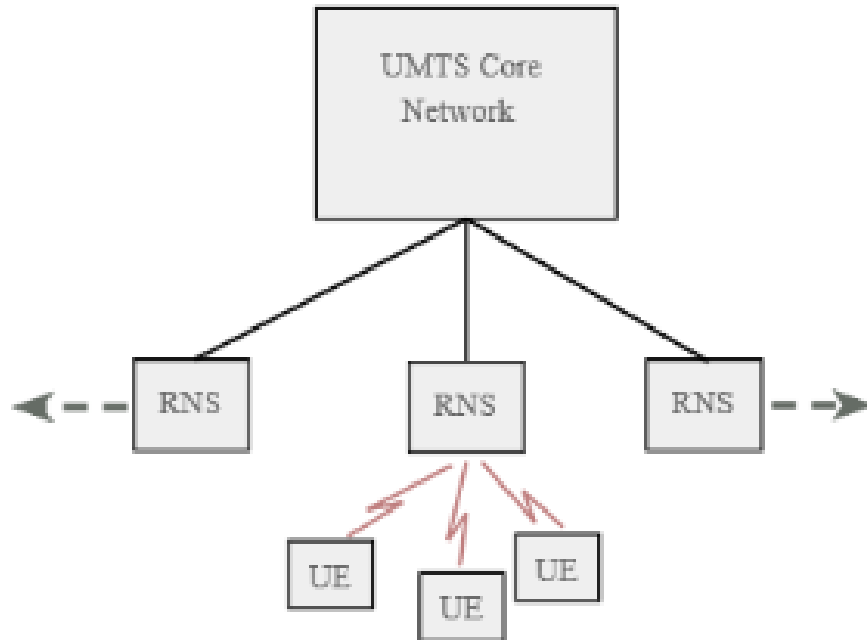


Figura 2. 5: Red de Subsistema de radio UMTS  
Fuente: (Poole, 2016a)

### 3G UMTS Core Network

La arquitectura de red principal 3G UMTS es una migración de la que se utiliza para GSM con otros elementos superpuestos para habilitar la funcionalidad adicional demandada por UMTS.

En vista de las diferentes formas en que se pueden transportar los datos, la red principal de UMTS puede dividirse en dos áreas diferentes:

**Elementos conmutados de circuito:** Estos elementos se basan principalmente en las entidades de red GSM y llevan datos de una manera conmutada por circuito, es decir, un canal permanente durante la duración de la llamada.

**Elementos conmutados por paquetes:** Estas entidades de red están diseñadas para transportar datos de paquetes. Esto permite un uso de red mucho mayor, ya que la capacidad se puede compartir y los datos se llevan como paquetes que se rutean según su destino.

Algunos elementos de red, en particular los que están asociados con el registro, son compartidos por ambos dominios y funcionan de la misma manera que lo hicieron con GSM.

#### Elementos conmutados por circuito

Los elementos conmutados por circuito de la arquitectura de red principal de UMTS incluyen las siguientes entidades de red:

Centro de conmutación móvil (MSC): Esto es esencialmente el mismo que dentro de GSM, y gestiona las llamadas conmutadas de circuito en camino.

Gateway MSC (GMSC): Esta es efectivamente la interfaz a las redes externas.

#### Elementos conmutados por paquetes

Los elementos conmutados por paquetes de la arquitectura de red principal 3G UMTS incluyen las siguientes entidades de red:

Servicio GPRS Support Node (SGSN): Como su nombre indica, esta entidad se desarrolló por primera vez cuando se introdujo GPRS, y su uso se ha llevado a la arquitectura de red UMTS. El SGSN proporciona una serie de funciones dentro de la arquitectura de red UMTS.

Administración de la movilidad Cuando un UE se asocia al dominio conmutado de paquetes de la red principal de UMTS, el SGSN genera información MM basada en la ubicación actual del móvil.

Gestión de sesiones: El SGSN gestiona las sesiones de datos que proporcionan la calidad de servicio requerida y también administran lo que se denominan los contextos PDP (Protocolo de datos de paquetes), es decir, las tuberías sobre las que se envían los datos.

Interacción con otras áreas de la red: El SGSN puede gestionar sus elementos dentro de la red solamente comunicándose con otras áreas de la red, por ejemplo, MSC y otras áreas conmutadas por circuito.

Facturación. Esto se logra mediante la supervisión del flujo de datos de usuario a través de la red GPRS. Los CDR (registros de detalles de llamadas) son generados por el SGSN antes de ser transferidos a las entidades de carga (función de gateway de carga, CGF).

Nodo de soporte GPRS de gateway (GGSN): Al igual que el SGSN, esta entidad también se introdujo por primera vez en la red GPRS. El nodo de

soporte GPRS de puerta de enlace (GGSN) es el elemento central dentro de la red conmutada de paquetes UMTS. Maneja el trabajo entre la red conmutada de paquetes UMTS y las redes conmutadas de paquetes externas, y se puede considerar como un router muy sofisticado. En la operación, cuando el GGSN recibe los datos dirigidos a un usuario específico, marca si el usuario está activo y después remite los datos al SGSN que sirve al UE determinado.

#### Elementos compartidos

Los elementos compartidos de la arquitectura de red principal 3G UMTS incluyen las siguientes entidades de red:

Registro de ubicación de inicio (HLR): esta base de datos contiene toda la información administrativa sobre cada suscriptor junto con su última ubicación conocida. De esta manera, la red UMTS puede rutear las llamadas al RNC/nodo B relevante. Cuando un usuario conmuta en su UE, se registra con la red y de esto es posible determinar con qué nodo B se comunica para que las llamadas entrantes se puedan rutear apropiadamente. Incluso cuando el UE no está activo (pero encendido) se vuelve a registrar periódicamente para asegurarse de que la red (HLR) es consciente de su última posición con su ubicación actual o la última ubicación conocida en la red.

Registro de identidad de equipo (EIR): El EIR es la entidad que decide si un equipo UE determinado puede ser permitido en la red. Cada equipo UE tiene un número conocido como la Identidad Internacional de Equipos Móviles. Este número, como se mencionó anteriormente, se instala en el equipo y es verificado por la red durante el registro.

Centro de autenticación (AuC): El AuC es una base de datos segura que tiene el código secreto también encontrada en la tarjeta USIM del usuario.

Con la introducción de 3G UMTS hubo muchos términos nuevos que aparecieron para los elementos de red. Dos comunes fueron UTRA y UTRAN. Las normas UTRA para el acceso radioeléctrico UMTS y UTRAN para la red de acceso radioeléctrico UMTS cubren los elementos de la red de acceso radioeléctrico, incluidos elementos como lo que solía llamarse la estación de transceptor base y el controlador de la estación base, etc.

A veces, la red de acceso terrestre UTRAN, UMTS también se conoce como el subsistema de red de radio, o RNS.

## Red de acceso radioeléctrico UMTS, UTRAN

La red de acceso radioeléctrico UMTS, UTRAN o subsistema de red de radio, RNS consta de dos componentes principales:

Controlador de red de radio, RNC: Este elemento del subsistema UTRAN / red de radio controla el nodo B que está conectado a él, es decir, los recursos radioeléctricos en su dominio. El RNC lleva a cabo la gestión de los recursos radioeléctricos y algunas de las funciones de gestión de la movilidad, aunque no todas. También es el punto en el que se realiza el cifrado / descifrado de datos para proteger los datos del usuario de las escuchas.

Nodo B: El nodo B es el término utilizado en UMTS para denotar el transceptor de la estación base. Esta parte de la UTRAN contiene el transmisor y el receptor para comunicarse con los UE dentro de la célula. Participa con el RNC en la gestión de recursos. NodoB es el término 3GPP para la estación base, y a menudo los términos se utilizan indistintamente. Para facilitar el traspaso efectivo entre el nodo B bajo el control de diferentes RNC, el RNC no sólo se comunica con la red principal, sino también con los RNC vecinos.

Tabla 2. 3: Características 3G

CARACTERÍSTICAS	3G
Año de introducción	2001
Tecnología	IMT2000, WCDMA
Velocidad de datos	3.1Mbps
Ancho de banda	25Mhz
Método de acceso	WCDMA
Conmutación	Circuitos/Paquetes

Fuente: Autor

La interfaz Gr permite ver el perfil que tiene un usuario. La interfaz Gi nos permite tener acceso al internet.

## 2.9 Cuarta Generación

Al proporcionar velocidades de datos mucho más altas y un rendimiento mejorado mucho, así como menores costos operativos, el sistema comenzó a implementarse en su forma básica alrededor de 2008. Las primeras

implementaciones se conocían simplemente como LTE, pero las implementaciones posteriores fueron designadas 4G LTE Advanced y más tarde todavía 4G LTE Pro. No sólo se mejoró la red de acceso radioeléctrico para 4G LTE, sino que la arquitectura de red se renovó permitiendo una menor latencia y una interconectividad mucho mejor entre los elementos de la red de acceso radioeléctrico (RAN).

3GPP “3rd Generation Partnership Project” que supervisó el desarrollo del sistema UMTS 3G comenzó el trabajo en la evolución de la tecnología celular 3G. El trabajo sobre LTE comenzó con un estudio de viabilidad iniciado en 2004, que se finalizó para su inclusión en la versión 7 de 3GPP. Las especificaciones del Core LTE se incluyeron en la versión 8. (Poole, 2016c)

El taller estableció una serie de requisitos de alto nivel para la nueva tecnología:

- Mayor aprovisionamiento de servicios: más servicios a menor costo con una mejor experiencia de usuario
- Flexibilidad de uso de las bandas de frecuencia existentes y nuevas
- Arquitectura simplificada, interfaces abiertas
- Permitir un consumo de energía de terminal razonable

En términos de cifras reales, los objetivos para las implementaciones iniciales de LTE incluían velocidades de descarga de 100Mbps, y velocidades de carga de 50Mbps por cada 20MHz de espectro. Además de esto LTE era necesario para soportar al menos 200 usuarios activos en cada celda de 5MHz. (es decir, 200 llamadas telefónicas activas). También se establecieron objetivos para la latencia en la entrega de paquetes IP. Con el creciente uso de servicios como VoIP, juegos y muchas otras aplicaciones donde la latencia es preocupante, es necesario establecer cifras para esto. Como resultado se ha establecido una figura de latencia de sub-10ms para paquetes IP pequeños.(Poole, 2016c)

### **2.9.1 Nuevas características LTE**

LTE ha introducido una serie de nuevas tecnologías en comparación con los sistemas celulares anteriores. Permiten a LTE poder operar de manera más eficiente con respecto al uso del espectro, y también proporcionar las velocidades de datos mucho más altas que se requieren.

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex): La tecnología OFDM se utilizó para el formato de señal para LTE porque permitía transmitir de manera eficiente anchos de banda de datos altos, al tiempo que proporcionaba un alto grado de resiliencia a las reflexiones y la interferencia. Como los datos se llevaban a cabo en un gran número de portadores, si algunos faltaban como resultado de la interferencia de las reflexiones, etc., el sistema todavía era capaz de hacer frente. Los esquemas de acceso diferían entre el enlace de subida y el enlace de bajada: OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access se utilizó en descarga; y SC-FDMA (Single Carrier - Frequency Division Multiple Access) fue utilizado en el enlace de subida. SC-FDMA se utilizó en vista del hecho de que su relación de potencia pico a promedio es menor que para OFDMA este fue y es un factor importante para la duración de la batería del teléfono móvil. (Poole, 2016c)

MIMO (Multiple Input Multiple Output): Uno de los principales problemas que han encontrado los sistemas de telecomunicaciones anteriores fue el de las señales múltiples que surgen de las muchas reflexiones que se encuentran. Mediante el uso de MIMO, estas trayectorias de señal adicionales podrían ser utilizadas para aprovechar y pudieron ser utilizadas para aumentar el rendimiento.

LTE MIMO es básicamente una tecnología de antena, ya que utiliza una serie de antenas para proporcionar las mejoras de rendimiento. El concepto básico de MIMO utiliza la propagación de señal multi-trayecto que está presente en todas las comunicaciones terrestres. En lugar de proporcionar interferencias, estas trayectorias se pueden utilizar para aprovechar.

SAE (System Architecture Evolution): Con la velocidad de datos muy alta y los requisitos de baja latencia para 3G LTE, era necesario evolucionar la arquitectura del sistema para permitir el rendimiento mejorado. Un cambio fue que varias de las funciones manejadas anteriormente por la red principal fueron transferidas a la periferia. De este modo, los tiempos de latencia podrían reducirse y enrutarse los datos más directamente a su destino. Como parte de la actualización de un core de paquetes evolucionado, EPC fue desarrollado para asegurarse de que los datos del paquete se enrutaron de la manera más eficiente posible.

Datos IP: 4G LTE es un sistema de datos IP. 3G UMTS había incluido voz conmutada por circuito, pero LTE no tenía provisiones para ninguna voz conmutada de circuito. Originalmente se había anticipado que los operadores suministrarían la capacidad de datos y la voz sería a través de aplicaciones OTT. Dado que los operadores perderían ingresos significativos, ya que la voz, en ese momento, constituía un elemento importante de los ingresos. Para superar esto GSMA propuso el estándar para la conectividad de voz como el esquema de voz sobre LTE, VoLTE.

4G LTE se convirtió en la tecnología de comunicaciones móviles principal. Tanto las tecnologías de primera como la segunda generación se centraron en la voz y el 3G se trasladó a los datos móviles. 4G LTE mejoró en los aspectos de datos móviles de las comunicaciones móviles, centrándose en este aspecto para permitir la conectividad general de datos móviles.

### 2.9.2 Arquitectura 4G

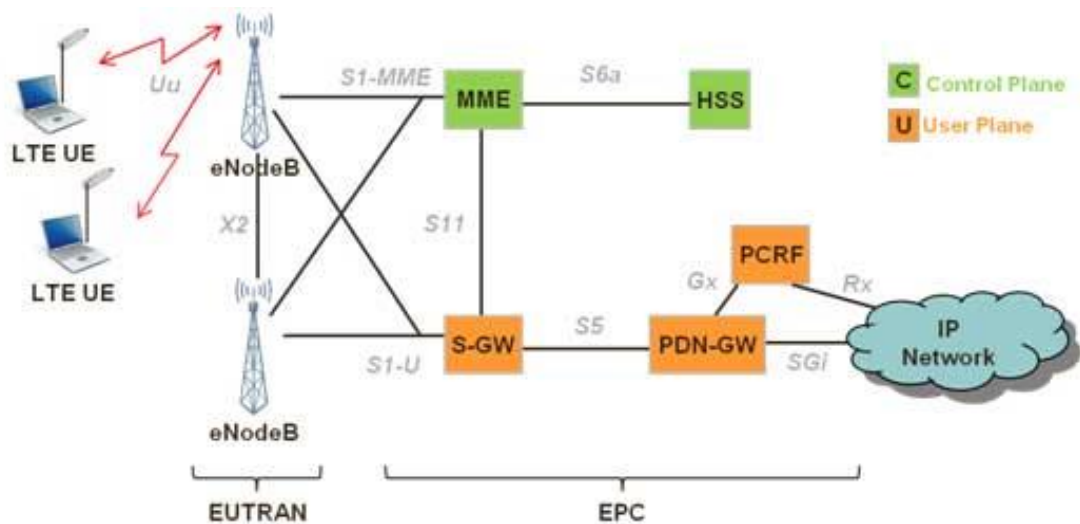


Figura 2. 6: Arquitectura de red 4G

Fuente: (IPv6, 2014)

La arquitectura de red de alto nivel de LTE de acuerdo a (Tutorialspoint, 2020) se compone de los siguientes tres componentes principales:

- El Equipo de Usuario (UE).
- La Red de Acceso Radioeléctrico Terrestre (E-UTRAN) de los UMTS evolucionados.
- El núcleo de paquetes evolucionado (EPC).

Se comunica al exterior con redes enrutadas por paquetes, tales como IMS, Internet redes corporativas privadas. Las interfaces entre las diferentes partes del sistema se denotan Uu, S1 y SGi como se muestra a continuación en la figura 2.7:

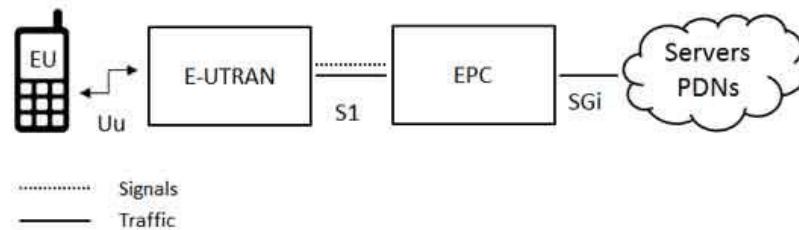


Figura 2. 7: Interfaces entre las partes del sistema  
Fuente: (Tutorialspoint, 2020)

#### El equipo de usuario (UE)

La arquitectura interna del equipo de usuario para LTE es idéntica a la utilizada por UMTS y GSM que es en realidad un equipo móvil (ME). El equipo móvil consta de los siguientes módulos importantes:

**Terminación móvil (MT):** Se ocupa de todas las funciones de comunicación.

**Equipo terminal (TE):** Esto termina los flujos de datos.

**Tarjeta de circuito integrado universal (UICC):** También se conoce como la tarjeta SIM para equipos LTE. Ejecuta una aplicación conocida como Módulo de identidad de suscriptor universal (USIM).

Un USIM almacena datos específicos del usuario muy similares a la tarjeta SIM 3G. Esto mantiene información sobre el número de teléfono del usuario, la identidad de la red doméstica y las claves de seguridad, etc.

#### El E-UTRAN (La red de acceso)

La arquitectura de la red de acceso radioeléctrico terrestre (E-UTRAN) UMTS evolucionada se muestra en la figura 2.8.

El E-UTRAN maneja las comunicaciones de radio entre el núcleo de paquetes móvil y evolucionado y sólo tiene un componente, las estaciones base evolucionadas, llamadas eNodeB o eNB. Cada eNB es una estación



base que controla los móviles en una o más celdas. La estación base que se está comunicando con un móvil se conoce como su eNB de servicio.

LTE se comunica con una sola estación base y una celda a la vez y hay siguientes dos funciones principales compatibles con eNB:

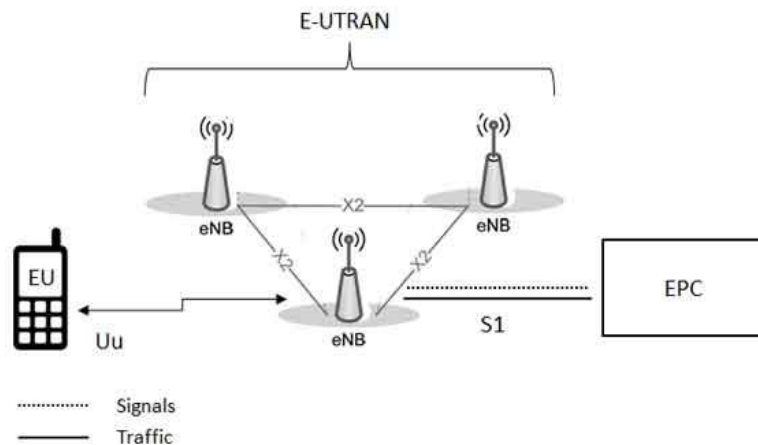


Figura 2. 8: Red de acceso radioeléctrico 4G  
Fuente: (Tutorialspoint, 2020)

El eNB envía y recibe transmisiones de radio a todos los móviles utilizando las funciones de procesamiento de señal analógica y digital de la interfaz de aire LTE.

El eNB controla el funcionamiento de bajo nivel de todos sus móviles, enviándoles mensajes de señalización como comandos de traspaso.

Cada eNB se conecta con el EPC por medio de la interfaz S1 y también se puede conectar a las estaciones base cercanas por la interfaz X2, que se utiliza principalmente para la señalización y el reenvío de paquetes durante el traspaso.

El núcleo de paquetes evolucionado (EPC) (la red principal)

La arquitectura de Evolved Packet Core (EPC) se ha ilustrado a continuación. Hay pocos componentes más que no se han mostrado en el diagrama para mantenerlo simple tales como el registro de identidad de equipos (EIR) y la función de reglas de control y carga de políticas (PCRF).

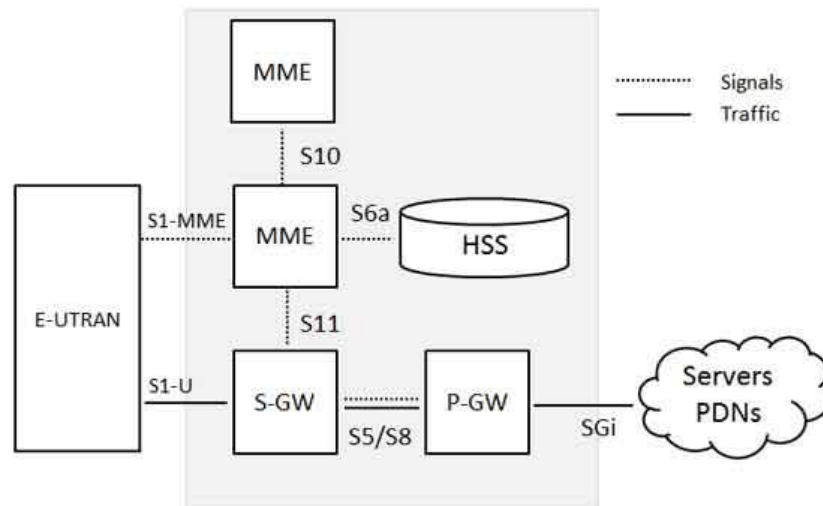


Figura 2. 9: Core de red EPC 4G  
Fuente: (Tutorialspoint, 2020)

A continuación, se muestra una breve descripción de cada uno de los componentes mostrados en la arquitectura anterior:

El componente Home Subscriber Server (HSS) se ha llevado adelante desde UMTS y GSM y es una base de datos central que contiene información sobre todos los suscriptores del operador de red.

El gateway de la red de datos de paquetes (PDN) (P-GW) se comunica con el mundo exterior, es decir, redes de datos de paquetes PDN, utilizando la interfaz SGi. Cada red de datos de paquetes se identifica mediante un nombre de punto de acceso (APN). La puerta de enlace PDN tiene el mismo rol que el nodo de soporte GPRS (GGSN) y el nodo de soporte GPRS de servicio (SGSN) con UMTS y GSM.

El gateway de servicio (S-GW) actúa como router, y adelante los datos entre la estación base y el gateway PDN.

La entidad de gestión de movilidad (MME) controla el funcionamiento de alto nivel del móvil mediante mensajes de señalización y Home Subscriber Server (HSS).

La función de control de políticas y reglas de carga (PCRF) es un componente que no se muestra en el diagrama anterior, pero es responsable de la toma de decisiones de control de políticas, así como de controlar las funcionalidades de carga basadas en flujo en la función de aplicación de control de políticas (PCEF), que reside en el P-GW.

La interfaz entre el servicio y los gateways PDN se conoce como S5/S8. Esto tiene dos implementaciones ligeramente diferentes, a saber, S5 si los dos dispositivos están en la misma red, y S8 si están en redes diferentes.

### División funcional entre el E-UTRAN y el EPC

El diagrama siguiente muestra la división funcional entre el E-UTRAN y el EPC para una red LTE:

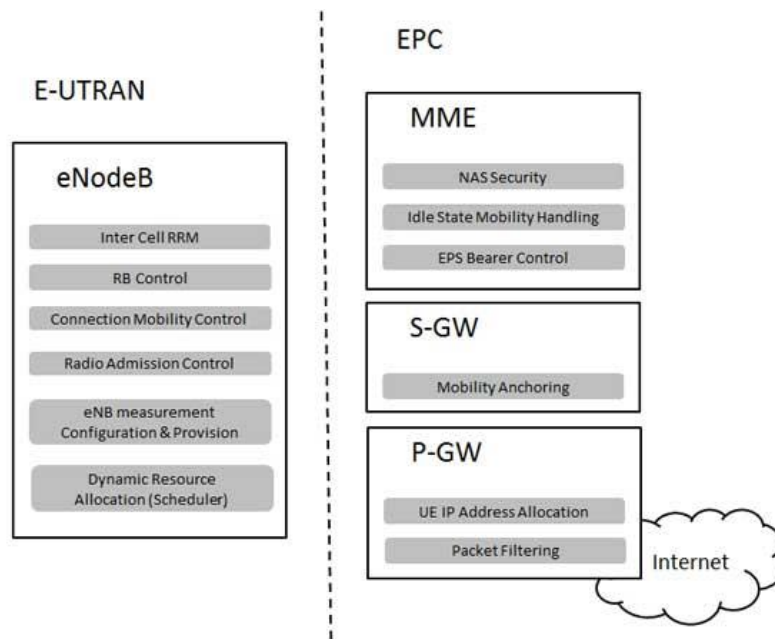


Figura 2. 10: División funcional entre EUTRAN y EPC  
Fuente: (Tutorialspoint, 2020)

Tabla 2. 4: Características 4G

CARACTERÍSTICAS	4G
Año de introducción	2009
tecnología	LTE, WiMAX
Velocidad de datos	100Mbps
Ancho de banda	100Mhz
Método de acceso	OFDMA/SC-FDMA
Conmutación	Paquetes

Fuente: Autor

## Capítulo 3: Diseño y Pruebas

### 3.1 Red actual 3G CNT en Guayaquil

A continuación, de acuerdo a la investigación de (Cevallos A., 2017) se mostrará una representación de la red 3G CNT en Guayaquil-Ecuador, la misma que sigue siendo comercializada en cuanto al Core de voz y su tecnología de conmutación por circuitos. Cabe recalcar que las demás operadoras de servicios de telecomunicaciones en Ecuador aun utilizan la misma técnica de conmutación de llamadas.

En la figura 3.1 se mostrará la arquitectura detallada de 3G de un proveedor de servicio de voz en la ciudad de Guayaquil, la cual cuenta con dos controladores de red de radio (Radio Network Controller, RNC) y estos son conectados a los nodos B, para posteriormente llegar a los usuarios. A nivel de core se puede ubicar dos los cuales son: Core de voz de dominio de Core Switch que es un conmutador de núcleo y el Core datos de Packet Switch como dominio que se utiliza para unir los datos que son transmitidos.

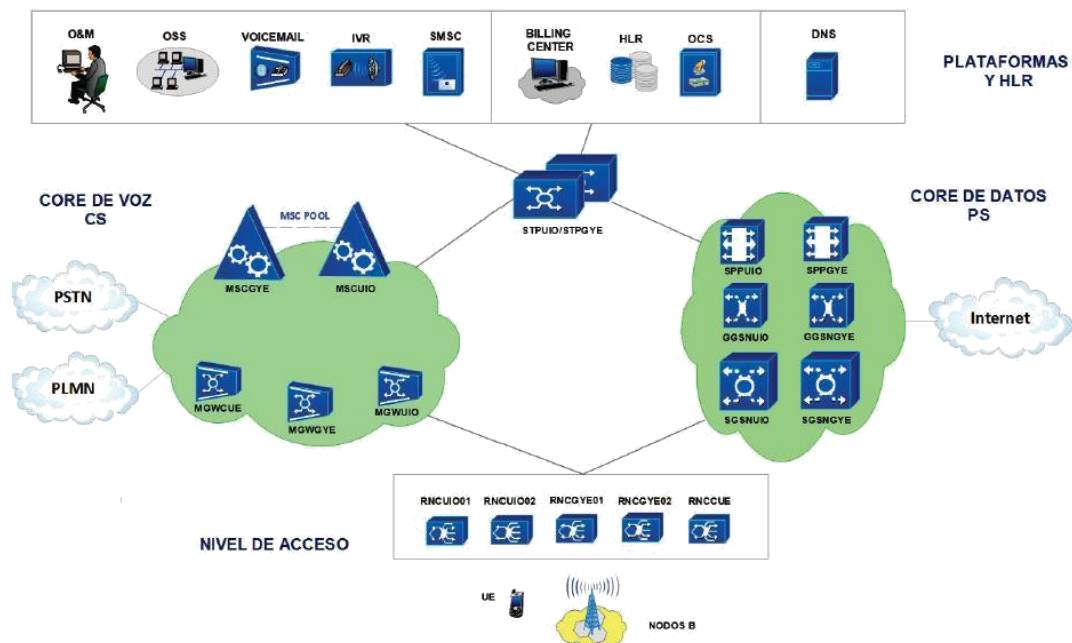


Figura 3. 1: Arquitectura general red 3G CNT

Fuente: (Cevallos A., 2017)

El nodo B es la estación transceptora de base (Base Transceiver Station, BTS) que se encarga de la transmisión y recepción de radio el cual se utiliza para la comunicación directa con los dispositivos móviles.

PSNT es la red de telefonía pública conmutada (Public Switched Telephone Network, PSNT) es una red que mejora el servicio de comunicación de voz, también se encarga de garantizar un óptimo servicio del QoS.

### 3.1.1 Interfaces de la red actual 3G

En la figura se mostrará las diferentes interfaces de red 3G que existen en Guayaquil según (Cevallos A., 2017).

La interfaz Uu utiliza el protocolo RCC de radio, recurso y control, está interfaz permite que los usuarios se comuniquen simultáneamente utilizando diferentes códigos.

La interfaz Lb se encarga de señalar a la red móvil, en esta interfaz se produce en transporte de voz, datos hacia el usuario.

La interfaz Iur está conectada entre el RNC que es el control de red de radio, esta interfaz soporta el soft-handover que se caracteriza ya que un teléfono móvil puede conectarse simultáneamente a 2 llamadas.

La interfaz Iu-Cs permite que se conecte el core de voz con los componentes de acceso.

La interfaz Iu-PS permite que el core de datos sea conectado a los componentes de acceso.

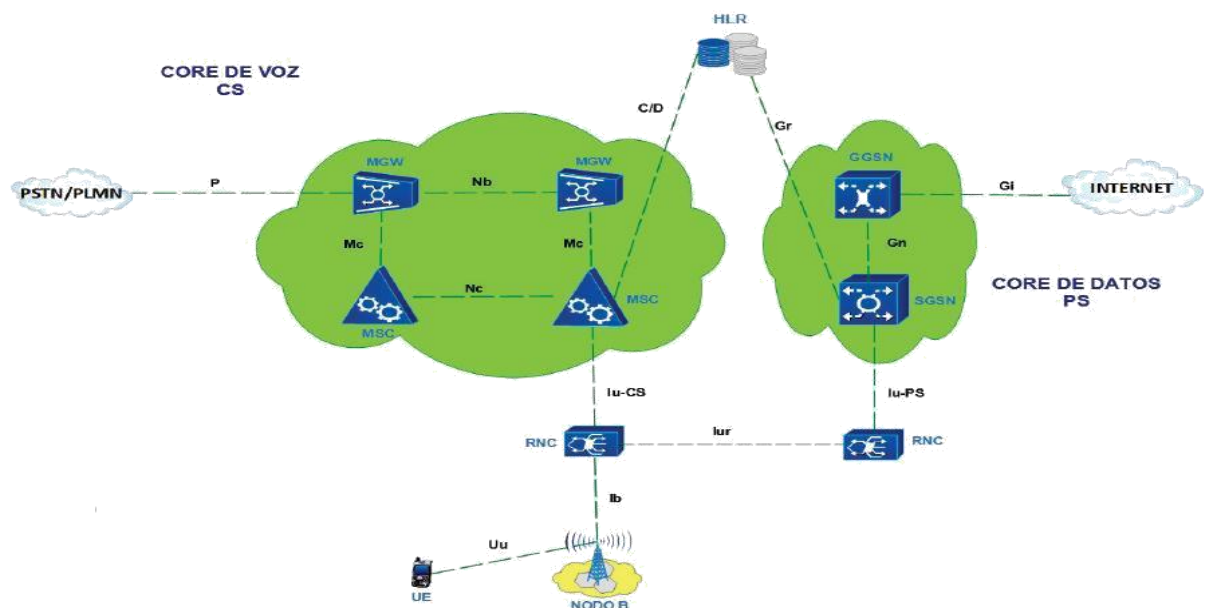


Figura 3. 2: Interfaces actuales de la red 3G Guayaquil  
Fuente: (Cevallos A., 2017)

La interfaz Mc tiene como función la ubicación y detención al centro de conmutación móvil (Mobile Switching Center, MSC).

La interfaz Nb permite controlar y transportar. La interfaz Nc permite controlar en la red las llamadas.

La interfaz Gn se encarga que los datos sean señalizados entre el nodo de soporte de servicio GPRS (Serving GPRS Support Node, SGSN).

## **3.2 IMS**

Muchos servicios exitosos están disponibles hoy en día en Internet, incluyendo correo electrónico, navegación web, chat y descarga/transmisión de audio y video, Skype, entre otros que ya están proponiendo servicios de telefonía por Internet y comunicaciones multimedia. Como la telefonía es simplemente otra aplicación de Internet, cualquier empresa, incluso si no es un proveedor de acceso, puede proporcionar un servicio de telefonía. Los actores anteriores ya están activos en este mercado, pero todos proponen soluciones propias de telefonía por Internet. En este contexto, los operadores de telecomunicaciones se han visto en la alternativa de reposicionar su negocio hacia servicios de IP, incluida la telefonía. El subsistema multimedia IP (IMS) es la única solución estandarizada en el mundo de las telecomunicaciones.

IMS ofrece sesiones multimedia en tiempo real (sesión de voz, sesión de vídeo, sesión de conferencia, etc.) y sesiones multimedia no en tiempo real (Push to talk, Presence, mensajería instantánea) vía red IP. IMS se dirige a la convergencia de servicios prestados indiferentemente por distintos tipos de redes: fijas, móviles, Internet.

### **3.2.1 Arquitectura IMS**

IMS es una arquitectura estandarizada NGN (Next Generation Network) para operadores de servicios móviles y fijos. Utiliza una implementación de voz sobre IP (VoIP) basada en una implementación estandarizada 3GPP del SIP y se ejecuta sobre el estándar protocolo de Internet (IP). Se admiten los sistemas telefónicos existentes tanto conmutado por paquetes o conmutado por circuitos. El objetivo de IMS no es sólo ofrecer nuevos servicios, sino

mejorar los actuales, de esta manera, IMS dará al operador de red y a los proveedores de servicios la capacidad de controlar y cobrar por cada servicio. Además, los usuarios deben poder usar todos sus servicios durante la itinerancia, así como desde su red doméstica. Para lograr este objetivo, IMS utiliza protocolos IP estándar abiertos, definidos por el IETF. Por lo tanto, una sesión multimedia entre dos usuarios de IMS, entre un usuario de IMS y un usuario en Internet, y entre dos usuarios en Internet se establece utilizando exactamente el mismo protocolo.

En la figura 3.3 se presenta la arquitectura de la red IMS.

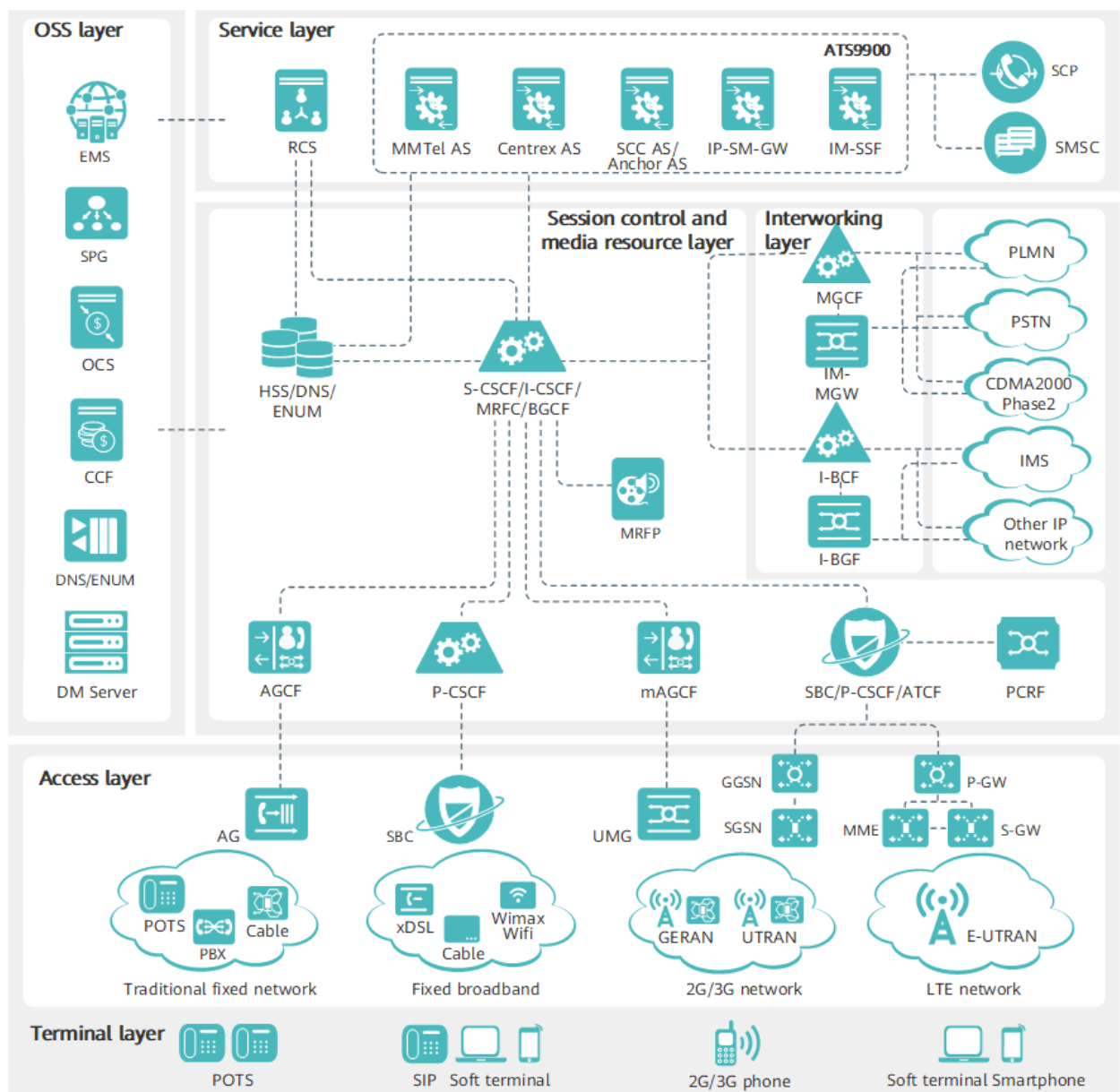


Figura 3. 3: Arquitectura de red IMS  
Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020a)

La solución IMS consta de seis capas lógicas: capa del sistema de soporte de operaciones (OSS), capa de servicio, control de sesión y capa de recursos multimedia, capa de Inter funcionamiento, capa de acceso y capa de terminal.

Tabla 3. 1: Funciones de jerarquías lógicas de arquitectura IMS

Jerarquía lógica	Función
Capa de servicio	Consta de diferentes servidores de recursos y proporciona varios servicios (juegos, conferencias y mensajería instantánea) y capacidades de servicio (recursos de grupo y medios).
Control de sesión y capa de recursos multimedia	Realiza las siguientes funciones: Registro Autenticación Control de enrutamiento de sesiones Activación del servicio Topología oculta Selección de rutas Control de recursos Inter funcionamiento
Capa de acceso	Realiza el control de recursos de QoS basado en la directiva local basada en servicios (SBLP) y el control portador basado en servicios (SBBC) y utiliza la función de reglas de carga y directiva (PCRF) para administrar los recursos de red de acceso. Proporciona el subsistema de conexión de red (NASS) para redes fijas. NASS consiste en la ubicación de la sesión de conectividad y la función de repositorio (CLF) y la función de configuración de acceso a la red (NACF) e implementa las funciones de administración de ubicación y configuración de acceso a la red para redes fijas. Proporciona funciones de traducción de direcciones de red (NAT) en la capa de acceso e interfuncionamiento para admitir el recorrido NAT para redes empresariales.
Capa de Inter funcionamiento	Habilita el Inter trabajo entre las redes IMS y las redes PSTN, PLMN, NGN y H.323. Utiliza la función de control de puerta de enlace de medios (MGCF) y la función de control de puerta de enlace de ruptura (BGCF) para habilitar el Inter funcionamiento entre las redes IMS, PSTN y PLMN. Utiliza el gateway de señalización (SG) para convertir la señalización. Utiliza el gateway de medios multimedia IP (IM-MGW) para convertir secuencias de medios (el IM-MGW también puede proporcionar funciones SG). Utiliza la función de control de borde (I-BCF) para habilitar el Inter funcionamiento entre las redes VoIP IMS y SIP y utiliza la función de puerta de enlace fronteriza (I-BGF) para convertir secuencias de medios.



Capa OSS	<p>Consta de las siguientes entidades funcionales:</p> <p>Función de recogida de carga (CCF)</p> <p>Sistema de recargo en línea (OCS)</p> <p>Puerta de enlace de aprovisionamiento de servicios (SPG)</p> <p>Sistema de gestión de elementos (EMS)</p> <p>Servidor de nombres de dominio (DNS)</p> <p>E.164 número al servidor de asignación URI (ENUM)</p> <p>Proporciona las siguientes funciones:</p> <p>Gestión de redes</p> <p>Almacenamiento de datos de suscripción</p> <p>Facturación</p> <p>Portal web unificado</p> <p>Adressing</p>
Capa terminal	Conecta varios tipos de terminales.

Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020a)

Basado en tecnologías de soluciones de voz LTE, hay cuatro soluciones de voz comerciales: IMS/SRVCC, OTT, CSFB y SVLTE. Cada solución tiene su propia ventaja. En general, la IMS/SRVCC es la solución final. En esta solución, los servicios de voz operan sobre las redes IMS y LTE. Los suscriptores pueden navegar entre la red LTE y 2G/3G.

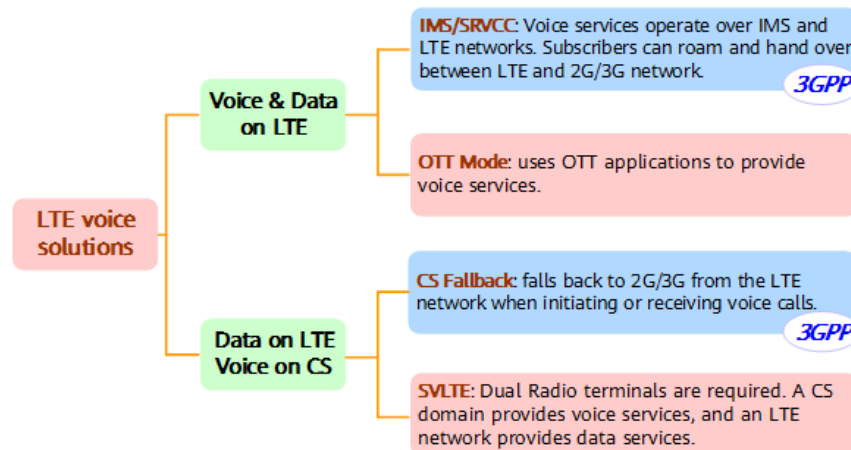


Figura 3. 4: Soluciones de voz LTE  
Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020b)

### 3.3 Soluciones de voz LTE

#### 3.3.1 IMS/SRVCC

Una solución de voz basada en IMS definida por la 3rd Generation Partnership Project (3GPP). Mediante el uso de IMS, la evolución de voz sobre LTE (VoLTE) hereda los servicios de voz tradicionales y SMS, así como la integración de servicios de voz con una amplia variedad de servicios.

## **Ventajas**

VoLTE hereda todos los servicios proporcionados por un dominio de circuito conmutado (CS).

Proporciona control de calidad de servicio (QoS) de extremo a extremo (E2E) para garantizar la calidad de voz.

Los operadores VoLTE pueden competir con los operadores OTT mediante el uso de IMS para proporcionar más servicios multimedia para las llamadas de voz sobre IP (VoIP).

Los suscriptores pueden conservar sus identificadores, como los números ISDN internacionales de estaciones móviles (MSISDN). Esto ahorra recursos MSISDN y aumenta los ingresos por servicios para los operadores.

Se admite la itinerancia y el interfuncionamiento de red. Las especificaciones 3GPP se han definido para la arquitectura IMS, que es la red principal de próxima generación.

## **Desventajas**

VoLTE debe desplegar o reconstruir muchos elementos de red (NEs) en IMS.

### **3.3.2 OTT (Over The Top)**

OTT utiliza software de voz como Skype para proporcionar servicios de voz para los suscriptores LTE. El software de voz se conecta a una red LTE a través de una red de telecomunicaciones móvil o fija.

## **Ventajas**

Los operadores OTT no necesitan cambiar sus redes en gran medida, Solo necesitan implementar servidores OTT.

Se ofrecen servicios multimedia enriquecidos, lo que mejora la experiencia del usuario.

## **Desventajas**

La solución de voz OTT es menos confiable en comparación con las soluciones de voz de nivel portador.

Una garantía de QoS E2E no está disponible.

Es difícil proporcionar servicios públicos y reglamentarios, como llamadas de emergencia.

La itinerancia y el interfuncionamiento de la red son difíciles porque no se han definido especificaciones estándar para OTT.

### **3.3.3 CSFB**

CSFB reutiliza un dominio CS para proporcionar servicios de voz para los suscriptores LTE mientras que confía en una red LTE para proporcionar servicios de datos. Cuando los suscriptores LTE originan los servicios de voz, la red les indica que retrocedan a un dominio CS.

#### **Ventajas**

Los portadores CSFB no necesitan desplegar el IMS o cambiar sus redes en gran medida.

#### **Desventajas**

Los portadores CSFB deben actualizar todos los servidores MSC para admitir CSFB.

Aumenta el retardo en las conexiones de voz, lo que afecta a la experiencia del usuario.

Al cambiarse de dominio de 4G a CS (3G) el terminal utiliza muchos recursos energéticos que provoca descarga de batería acelerada.

### **3.3.4 SVLTE**

Los terminales de voz y LTE (SVLTE) simultáneos, también llamados terminales Dual Radio, están conectados a redes LTE y 2G/3G al mismo tiempo. Un dominio CS proporciona los servicios de voz, y una red LTE proporciona los servicios de datos.

#### **Ventajas**

Los operadores SVLTE no necesitan cambiar sus redes. Sin embargo, sus redes deben ser compatibles con los terminales SVLTE.

Los terminales SVLTE ofrecen la misma experiencia de servicio que los terminales CS. No hay aumento en el retardo de la llamada.

## **Desventajas**

Los terminales deben ser compatibles con los chips de doble radio. Esto aumenta el consumo de energía y el costo de fabricación de los terminales.

### **3.4 Arquitectura VoLTE**

La red VoLTE consta de la capa de soporte de operaciones, la capa de servicio, la capa de core, la capa de acceso y la capa de terminal. La solución Huawei VoLTE construye IMS y LTE en un dominio CS en vivo para proporcionar una garantía de calidad de servicio (QoS) E2E, llamadas de voz y video de alta calidad y servicios de datos enriquecidos. Con esta solución, los operadores pueden evolucionar sus redes 2G/3G en redes LTE para ampliar su negocio de ofrecer solo voz a voz en multimedia avanzada. Los suscriptores pueden utilizar varios terminales LTE como CSFB, Single Radio y terminales Dual Radio para acceder a una red LTE o a una red 2G/3G. Cuando los suscriptores salen de la cobertura LTE, la red LTE entrega sin problemas las llamadas a una red 2G/3G. El aprovisionamiento de servicios centralizado, la administración de redes y la carga están disponibles en la arquitectura VoLTE.

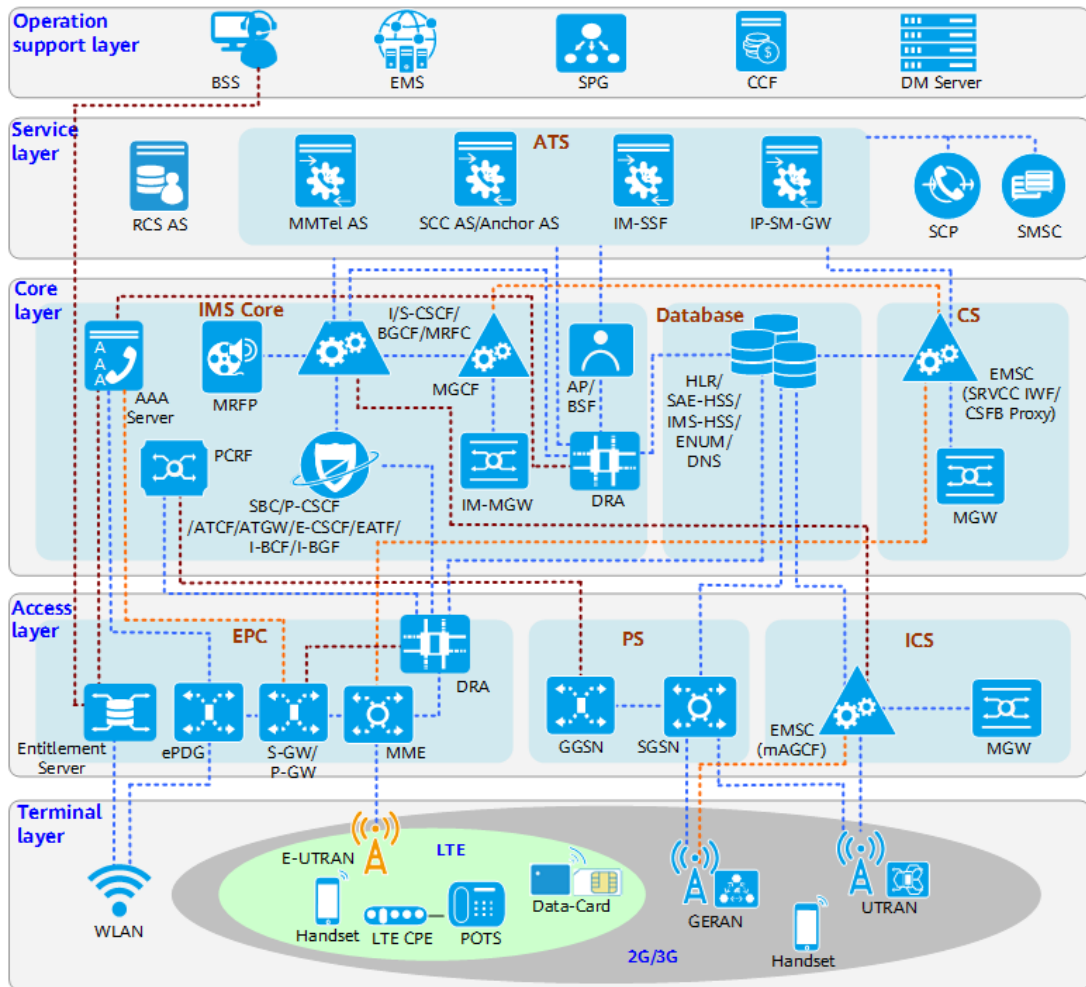


Figura 3. 5: Arquitectura de red VoLTE  
Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020c)

En la tabla 3.2 a continuación, se muestran los nombres de los elementos de red que conforman la arquitectura de la solución VoLTE basada en IMS.

Tabla 3. 2: Elementos de red de arquitectura VoLTE

Servidor AAA: servidor de autenticación, autorización y contabilidad	Anclaje AS: servidor de aplicaciones de anclaje	AP: proxy de autenticación
ATCF: función de control de transferencia de acceso	ATGW: puerta de enlace de transferencia de acceso	ATS: servidor de telefonía avanzada
BGCF: función de control de puerta de enlace fronteriza	BSF: función de arranque del servidor	BSS: sistema de apoyo empresarial
CCF: función de recogida de carga	Proxy CSFB: proxy de reserva conmutado por circuito	DMS: servidor de administración de dispositivos
DNS: servidor de nombres de dominio	DRA: agente de enrutamiento de diámetro	EATF: función de transferencia de acceso de emergencia

E-CSCF: función de control de sesión de llamada de emergencia	E-UTRAN: red de acceso universal terrestre evolucionado	EMS: sistema de gestión de elementos
eMSC: servidor MSC mejorado	Servidor de derechos	ENUM: Número E.164 a asignación uniforme de identificadores de recursos
ePDG: puerta de enlace de datos de paquetes evolucionada	GERAN: Red de acceso radioeléctrico GSM/EDGE	GGSN: nodo de soporte GPRS de puerta de enlace
HLR: registro de ubicación de la casa	I-CSCF: función de control de sesión de interrogación-llamada	IM-MGW: Puerta de enlace de medios multimedia IP
IM-SSF: Función de conmutación de servicio multimedia IP	IMS-HSS: Servidor de suscriptor doméstico del subsistema multimedia IP	IP-SM-GW: Puerta de enlace de mensajes cortos IP
LTE CPE: Equipo del cliente de Long Term Evolution	mAGCF: función de control de puerta de enlace de acceso móvil	MGCF: función de control de puerta de enlace de medios
MGW: puerta de enlace de medios	MME: entidad de gestión de movilidad	MMTel AS: servidor de aplicaciones de telefonía multimedia
Servidor MSC: servidor central de conmutación móvil	MRFC: controlador de funciones de recursos multimedia	MRFP: procesador de funciones de recursos multimedia
P-CSCF: función de control de sesión de llamada proxy	P-GW: Puerta de enlace PDN	PCRF: función de reglas de política y carga
POTS: servicio telefónico simple y antiguo	RCS AS: servidor de aplicaciones de suite de comunicación enriquecido	S-CSCF: función de control de sesión de llamada de servicio
SGSN: nodo de soporte GPRS al servicio	S-GW: puerta de entrada de servicio	SAE-HSS: evolución de la arquitectura del sistema servidor de suscriptores domésticos
SBC: controlador de borde de sesión	SCC AS: centralización de servicio y servidor de aplicaciones de continuidad	SCP: punto de control de servicio
SMSC: centro de servicio de mensajes cortos	SPG: pasarela de aprovisionamiento de servicios	SRVCC IWF: función de interfuncionamiento de continuidad de la llamada de voz de radio única
USCDB: Base de datos unificada del centro de suscriptores	UTRAN: red universal de acceso radioeléctrico terrestre	WLAN: red inalámbrica de área local

Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020c)

### 3.4.1 Capa de soporte de operación

La capa de soporte de operaciones consta del sistema de administración de elementos (EMS), la puerta de enlace de aprovisionamiento de servicios (SPG), la función de recopilación de carga (CCF) y el servidor de administración de dispositivos (DMS) para proporcionar las siguientes funciones:

- Gestión de redes
- Almacenamiento de datos de suscripción
- Proporcionar un portal web unificado para el aprovisionamiento de servicios
- Carga
- Gestión de dispositivos

Las tablas a continuación muestran los elementos, el equipo y su función

Tabla 3. 3: Elementos de red, productos y funciones de capa de soporte de operación VoLTE

Elemento de red	Equipo	Función
DMS	TMS9950	Proporciona administración de dispositivos, configuración de datos, aprovisionamiento de servicios y actualizaciones para terminales.
Spg	SPG2800	Proporciona una interfaz de aprovisionamiento de servicios unificada y un portal web. Envía los comandos de aprovisionamiento de servicios recibidos del sistema de soporte empresarial (BSS) al HSS, ENUM y ATS.
Ccf	iCG9815	Recoge los mensajes del pedido de contabilidad (ACR) sobre la interfaz Rf de IMS NEs tales como el CSCF, el ATS, y el MGCF, genera los CDR basados en los mensajes ACR, y envía los CDR a un centro de facturación (BC).
Ems	MAE Access/U2020	Interoperaciones con el BSS para administrar LOS NA de manera centralizada.

Bss	-	Proporciona funciones de servicio al cliente, aprovisionamiento de servicios, cobro y liquidación. Interopera con el servidor de derechos a través de la interfaz SOAP para activar o desactivar el servicio VoWiFi para UE primario y secundario.
-----	---	---

Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020c)

### 3.4.2 Capa de servicio

La capa de servicio consta de varios servidores de aplicaciones y servidores de recursos para proporcionar servicios diversificados, como los servicios de mensajes cortos de conferencia e IP. También se proporcionan capacidades de servicio, como la activación y el anclaje del servicio de red inteligente tradicional (IN).

Tabla 3. 4: Elementos de red, productos y funciones de capa de servicio VoLTE

Elemento de red	Equipo	Función
ATS	ATS9900	<p>MMTel AS: ofrece servicios básicos y complementarios de telefonía multimedia.</p> <p>SCC AS: realiza la selección del dominio de acceso de terminación (T-ADS) y trabaja con el SRVCC IWF y el ATCF/ATGW para proporcionar la continuidad mejorada de la llamada de voz de radio única (eSRVCC).</p> <p>Ancla AS: rutea las llamadas del suscriptor VoLTE del dominio CS a la red IMS por medio de la redirección de números.</p> <p>IP-SM-GW: proporciona el intertrabajo del mensaje corto entre los dominios IMS y CS.</p> <p>IM-SSF: activa los servicios IN basados en las configuraciones locales de IM-SSF y la información de suscripción proporcionada por el S-CSCF.</p> <p>El MMTel AS y SCC AS/Anchor AS, y el IP-SM-GW y el IM-SSF se pueden desplegar por separado.</p>



RCS	RCS9880	<p>El servicio RCS se puede introducir para mejorar la experiencia del usuario proporcionando a los suscriptores servicios multimedia como mensajería instantánea, transferencia de archivos y uso compartido de imágenes y vídeos.</p> <p>RCS AS: proporciona las funciones Open Mobile Alliance Instant Message (OMA IM), Presence, XML document management server (XDMS) y Data sync (DS) para admitir los servicios IM, Presence y Network Address Book.</p>
-----	---------	--

Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020c)

### 3.4.3 Capa de Core

La capa principal consta de un dominio IMS, un dominio CS y una base de datos de suscriptores.

Un dominio de IMS proporciona funciones como el registro de suscriptores LTE, la autenticación, el control de enrutamiento de sesión, la activación de servicios, la selección de rutas, el control de recursos, el interfuncionamiento entre dominios y el control de acceso.

EL dominio CS proporciona la administración de la movilidad y los servicios de voz básicos para los suscriptores LTE en una red 2G/3G, incluyendo el registro, la autenticación, el anclaje, los servicios tradicionales IN, los trasposos, y el CSFB.

El HLR, EL IMS-HSS y el SAE-HSS se pueden implementar como entidades independientes o integrarse como HLR/HSS convergentes.

El HLR/HSS convergente integra las funciones de USCDB, HLR, IMS-HSS y SAE-HSS para almacenar los datos de servicio de los suscriptores de VoLTE. Los dominios CS, IMS y EPC obtienen los datos del suscriptor del HLR/HSS convergente.

Si una red activa no tiene el HLR/HSS convergente implementado, IMS-HSS y SAE-HSS se pueden utilizar para implementar los servicios VoLTE.

En la tabla se muestran las funciones de los elementos de red que conforman el diseño Core de arquitectura VoLTE, con su respectivo equipo (Hardware).

Tabla 3. 5: Elementos de red, productos y funciones de capa de Core VoLTE

NE	Equipo	Función
HLR/HSS convergente	HSS9860	Integra las funciones de USCDB, HLR, IMS-HSS y SAE-HSS para el almacenamiento centralizado de datos de suscriptores de VoLTE y proporciona datos de suscriptor para los elementos de red en los dominios CS, IMS y EPC.
ENUM/DNS	HSS9860	Consulta varios registros de datos, como registros de datos de dirección (A), dirección IPv6 (AAAA), servicio (SRV), puntero de autoridad de nomenclatura (NAPTR) y servidor de nombres (NS).
PCRF	UPCC	Proporciona directivas de QoS y control de carga.
AP/BSF	Uim	Combina los siguientes NEs: BSF: autentica UE y genera la clave de acceso compartido entre UE y redes. AP: utiliza la clave de acceso compartido para autenticar las solicitudes de acceso al servicio de los suscriptores y reenvía los mensajes de autenticación.
eMSC (proxy SRVCC IWF y CSFB)	MSOFTX3000	Combina los siguientes elementos de red: SRVCC IWF: proporciona SRVCC para garantizar la continuidad de la llamada cuando los terminales se mueven de una red LTE a una red 2G/3G. Proxy CSFB: permite a los suscriptores LTE retroceder a un dominio CS para proporcionar servicios de voz para ellos.
MGCF	MSOFTX3000 o UGC3200	Realiza el interfuncionamiento entre un dominio IMS y una red telefónica pública conmutada (RTC) o una red móvil terrestre pública (PLMN).
MGW e IM-MGW	UMG8900/Cloud SE2980	Proporciona canales de medios de audio para intertrabajar entre un dominio IMS y un RTC o PLMN.
MRFP	MRP6600	Proporciona recursos de reproducción de anuncios, recursos de recopilación de dígitos y recursos de conferencia de voz.
I-CSCF, S-CSCF, BGCF y MRFC	CSC3300	Combina los siguientes elementos de red para proporcionar control de llamadas, activación de servicio y enrutamiento: I-CSCF: ubicado en la red doméstica como punto de contacto dentro de la red de un operador para todas las conexiones destinadas a un suscriptor de ese operador. El I-CSCF interroga al HSS para asignar un S-CSCF para el registro del suscriptor. S-CSCF: situado en la red doméstica como el nodo IMS central. El S-CSCF procesa las peticiones de registro, autentica a los

		<p>suscriptores, rutea el tráfico, y controla la activación del servicio.</p> <p>BGCF: situado en la red doméstica para seleccionar un MGCF para las llamadas entre un dominio IMS y un PSTN o PLMN. El BGCF está integrado en el S-CSCF para mejorar la fiabilidad del BGCF, así como para reducir la necesidad de BGC independientes y retrasos en la conexión de llamadas.</p> <p>MRFC: controla el MRFP para reproducir anuncios, recopilar dígitos y controlar los recursos de voz.</p>
<p>P-CSCF, SBC, ATCF, ATGW, E-CSCF, EATF, I-BCF e I-BGF</p>	<p>CloudSE2980</p>	<p>P-CSCF: situado en la red visitada como el primer punto de contacto para los suscriptores dentro de un dominio IMS. El P-CSCF adelanta la señalización del SIP entre los suscriptores del SIP y sus redes domésticas.</p> <p>SBC: proporciona la función de puerta de enlace fronteriza principal (C-BGF), la función de puerta de enlace fronteriza de interconexión (I-BGF), el controlador de borde de sesión de acceso (A-SBC) y la función de controlador de borde de sesión de interconexión (I-SBC).</p> <p>El C-BGF se despliega en el borde de una red de acceso para proporcionar la protección contra ataques y el recorrido de la traducción de direcciones de red (NAT).</p> <p>El I-BGF proporciona los canales de medios para que un dominio IMS intertrabaje con otras redes que utilizan la señalización del SIP o H.323. Se utiliza para el control portador al intertrabajar con el I-BCF. Por ejemplo, es responsable de la conversión de QoS, NAT y códec.</p> <p>El A-SBC realiza la conversión entre la señalización IPv4 y las direcciones de medios y las direcciones de señalización y medios IPv6, lo que permite a los terminales IPv4 e IPv6 acceder a las redes principales IPv4.</p> <p>El I-SBC realiza la conversión entre la señalización IPv4 y la dirección de medios y la señalización IPv6 y las direcciones multimedia, lo que permite que las redes principales IPv4 intertrabajen con otras redes IPv4 o IPv6.</p> <p>ATCF y ATGW: ubicados entre el P-CSCF y el I-CSCF/S-CSCF y trabaja con el SCC AS para proporcionar eSRVCC.</p> <p>E-CSCF: selecciona un punto de respuesta de seguridad pública (PSAP) basado en la ubicación del suscriptor cuando un suscriptor inicia una llamada de emergencia.</p> <p>EATF: proporciona continuidad de la sesión para llamadas de emergencia. Ancla llamadas y entrega llamadas entre una red LTE y una red 2G/3G.</p>

		I-BCF: se utiliza para el control de sesión durante el interfuncionamiento entre el dominio local y una red IP externa.
Servidor AAA	Uim	Sirve como el centro de autenticación unificado. El servidor AAA interomeda con el servidor de derechos y el ePDG sobre la interfaz SWm para autenticar a los suscriptores VoWiFi. Interconecta con el P-GW sobre la interfaz S6b e interconecta con el HLR/HSS convergente sobre la interfaz SWx. El servidor AAA actualiza las direcciones P-GW almacenadas en el HLR/HSS convergente para asegurar las conexiones PDN ininterrumpidas para los suscriptores que vagan entre las redes LTE y WiFi.
DRA	Sps	Un dispositivo de conversión de señalización utilizado para recibir mensajes de diámetro y enrutar los mensajes a otros nodos de diámetro en función de la información que se encuentra en el mensaje, por ejemplo, Destination-Realm. DRA es compatible con las funciones de relé de diámetro y proxy de diámetro.

Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020c)

### 3.4.4 Capa de acceso

La capa de acceso controla el acceso LTE y proporciona administración de movilidad para los suscriptores LTE de las siguientes maneras:

Cuando un suscriptor LTE está en un área de cobertura LTE, el suscriptor puede acceder a un dominio IMS a través de un dominio EPC.

Cuando el suscriptor se mueve fuera del área de cobertura LTE, el suscriptor puede acceder un dominio IMS a través de la característica de los servicios centralizados IMS (ICS) construida en una red 2G/3G.

Si la red 2G/3G no soporta una característica ICS, el suscriptor accede a un dominio CS heredado.

Tabla 3. 6: Elementos de red, productos y funciones de capa de acceso VoLTE

NE	Producto	Función
eMSC (mAGCF)	MSOFTX3000	Ayuda a los suscriptores ICS en un dominio CS a registrarse con un dominio IMS y proporciona servicios básicos y suplementarios para ellos.

S-GW y P-GW	UGW9811	<p>S-GW en un dominio EPC: sirve como punto de anclaje para el plano de usuario entre las redes de acceso 3GPP. Mediante el uso del S-GW, el tráfico se puede tunelizar entre una red de acceso y el S-GW sin preocuparse por la diferencia entre las interfaces de red de acceso 3GPP.</p> <p>P-GW en un dominio EPC: sirve como punto de anclaje entre una red de acceso 3GPP y una red de acceso no 3GPP. Proporciona una interfaz para el intertrabajo con redes de datos de paquetes externas (PDN).</p>
Señora	USN9810	Proporciona la función de administración de movilidad, incluida la gestión del contexto del suscriptor y el estado de movilidad y la asignación de identidades de suscriptor temporales.
GGSN	UGW9811	Enruta y encapsula paquetes de datos entre redes de servicio de radio de paquetes generales (GPRS) y redes de datos externas.
SGSN	USN9810	Reenvía los paquetes entrantes y salientes del Protocolo de Internet (IP) a las estaciones móviles (MS) dentro del área de servicio. Rastrea la ubicación de MS e implementa la seguridad y el control de acceso.
Servidor de derechos	Mdl	<p>Autoriza y activa el servicio VoWiFi para terminales, incluyendo: rápida autenticación a los terminales y consulta el estado del servicio VoWiFi de los terminales.</p> <p>Registra direcciones de contacto de emergencia (aplicables solo a regiones de América del Norte) y emite cláusulas de exención.</p> <p>Notifica a los terminales del éxito en la activación del servicio VoWiFi.</p>
ePDG	UGW9811	Se conecta al servidor de autenticación, autorización y contabilidad (AAA) y al gateway PDN (P-GW), y proporciona los canales de señalización y servicio de datos para los terminales a los que se accede en modo no confiable.

Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020c)

### 3.4.5 Capa terminal

Los terminales LTE se pueden clasificar en terminales VoLTE y terminales que no son VoLTE. Para los terminales VoLTE, los servicios de voz son proporcionados por las redes IMS y LTE. Para los terminales que no son

de VoLTE, los servicios de voz son proporcionados por redes CS y los servicios de datos son proporcionados por redes LTE.

### 3.5 Interfaces y protocolos

A continuación, se enumeran las ubicaciones, funciones, pilas de protocolos y especificaciones de interfaces en la solución VoLTE.

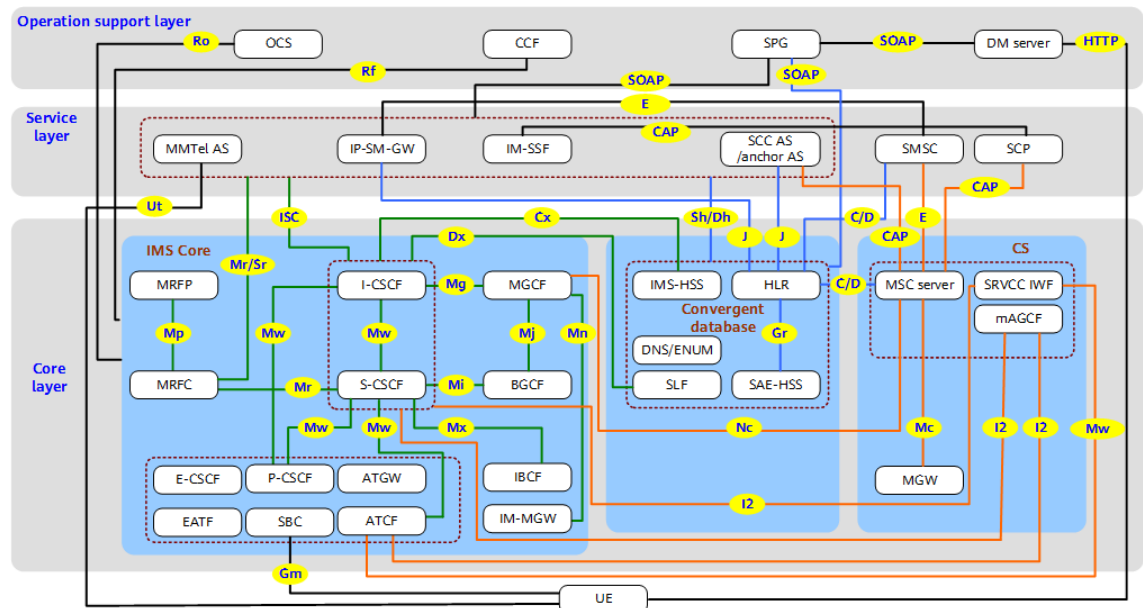


Figura 3. 6: Interfaces en los dominios IMS y CS  
Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020c)

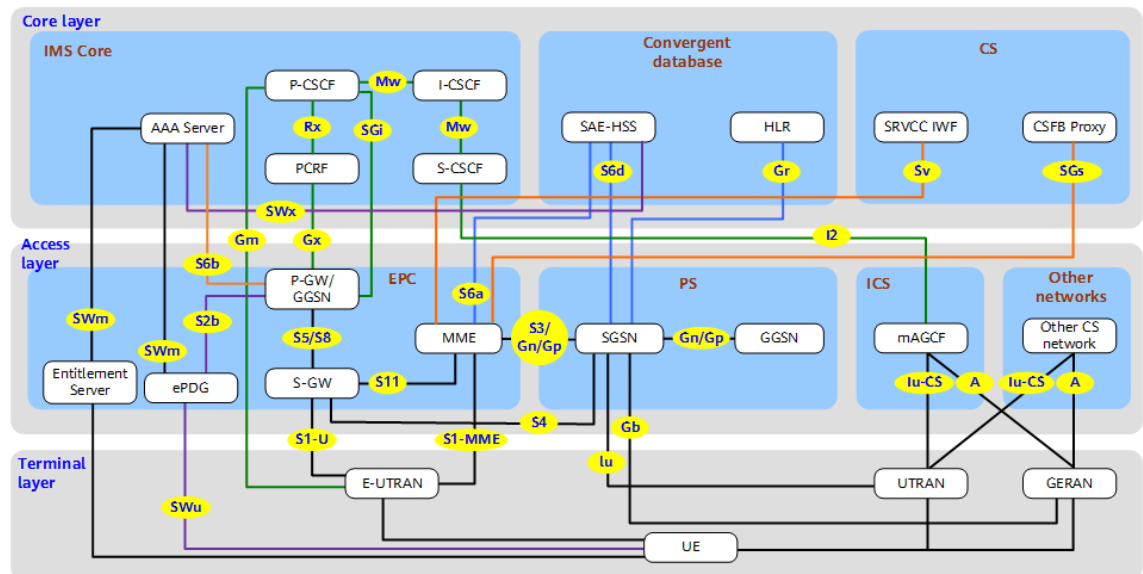


Figura 3. 7: Interfaces para acceso  
Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020c)

## Protocolos

Tabla 3. 7: Protocolos y sus funciones implicados en la solución VoLTE

Protocolo	Función
SIP	Se utiliza para controlar las llamadas entre IMS o CS NEs.
Diámetro	Se utiliza para entregar los datos de suscripción y autenticación entre el CSCF, el MME, y el HSS, e intercambiar la información de carga entre el CCF/OCS y el IMS.
H.248	Se utiliza para intercambiar mensajes entre el controlador de puerta de enlace de medios (incluido el servidor MSC, MGCF y MRFC) y el gateway de medios (incluidos MGW, IM-MGW y MRFP).
MAP	Se utiliza para definir un medio de intercambio de información entre los elementos de red para realizar la función de itinerancia y SMS de la UE.
CAP	Situado entre el Service Switching Point (SSP)/IM-SSF y SCP, el CAP se utiliza para permitir que los suscriptores CS o IMS utilicen los servicios tradicionales IN.
ISUP	Se utiliza para señalar el intertrabajo entre el servidor MSC/ancla AS y el MGCF/otros servidores MSC.
BICC	Se utiliza para establecer, modificar y terminar las llamadas para transmitir las señales de control de llamadas entre los servidores MSC a través de la interfaz E.
GTP-C	Se utiliza para intercambiar mensajes entre el MME y el SRVCC IWF, S-GW y SGSN y entre el GGSN y el SGSN.
GTP-U	Se utiliza para intercambiar mensajes entre el eNodeB y el S-GW, entre el RNC y el SGSN, y entre el GGSN y el SGSN.
S1-AP	Se utiliza para intercambiar mensajes entre el eNodeB y el MME.
SGsAP	Se utiliza para realizar la gestión de la movilidad y los procedimientos de paginación entre las redes EPC y CS.
SOAP	Se utiliza para proporcionar servicios a los suscriptores para el HSS/HLR/AS.
HTTP	Se utiliza para intercambiar mensajes entre los terminales y el servidor DM y AS.
IP	Se utiliza para transmitir mensajes entre UE y el P-CSCF.
IKEv2	Se utiliza para transmitir mensajes entre UE y ePDG.
GTPv2	Se utiliza para transmitir mensajes entre ePDG y P-GW.

Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020c)

### 3.6 Servicios de voz IMS

#### 3.6.1 VoWIFI

El servicio voz sobre Wi-Fi (VoWIFI) permite a los suscriptores acceder a redes EPC mediante Wi-Fi y registrarse con redes IMS para que puedan utilizar servicios IMS como llamadas de voz, SMS y servicios complementarios.

Las conexiones Wi-Fi son complementarias a la cobertura de la red LTE. Cuando las señales de red LTE no están disponibles, los suscriptores pueden usar Wi-Fi para acceder a las redes EPC. Las redes LTE y Wi-Fi proporcionan la función de traspaso para garantizar la continuidad de voz para los suscriptores que se mueven entre las dos redes.

El acceso no confiable incluye cualquier tipo de acceso Wi-Fi que el operador no tenga control, por ejemplo, el acceso Wi-Fi doméstico de los suscriptores.

El acceso de confianza es un acceso Wi-Fi creado por el operador.

### Ventajas

Tabla 3. 8: Ventajas del servicio de VoWIFI

	Ventajas
Portadores	Proporcionar servicios de IMS para los suscriptores que acceden a redes EPC mediante conexiones Wi-Fi, mejorando la satisfacción de los suscriptores en áreas con señales de red LTE deficientes. Proporcione a los suscriptores una excelente experiencia de servicio de voz, mejorando la lealtad de los suscriptores y la tasa de registro.
Suscriptores	Utiliza conexiones Wi-Fi para acceder a redes EPC y utilizar servicios IMS a costos más bajos. Navega sin problemas entre redes Wi-Fi y redes 3GPP de confianza para servicios de voz.

Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020b)



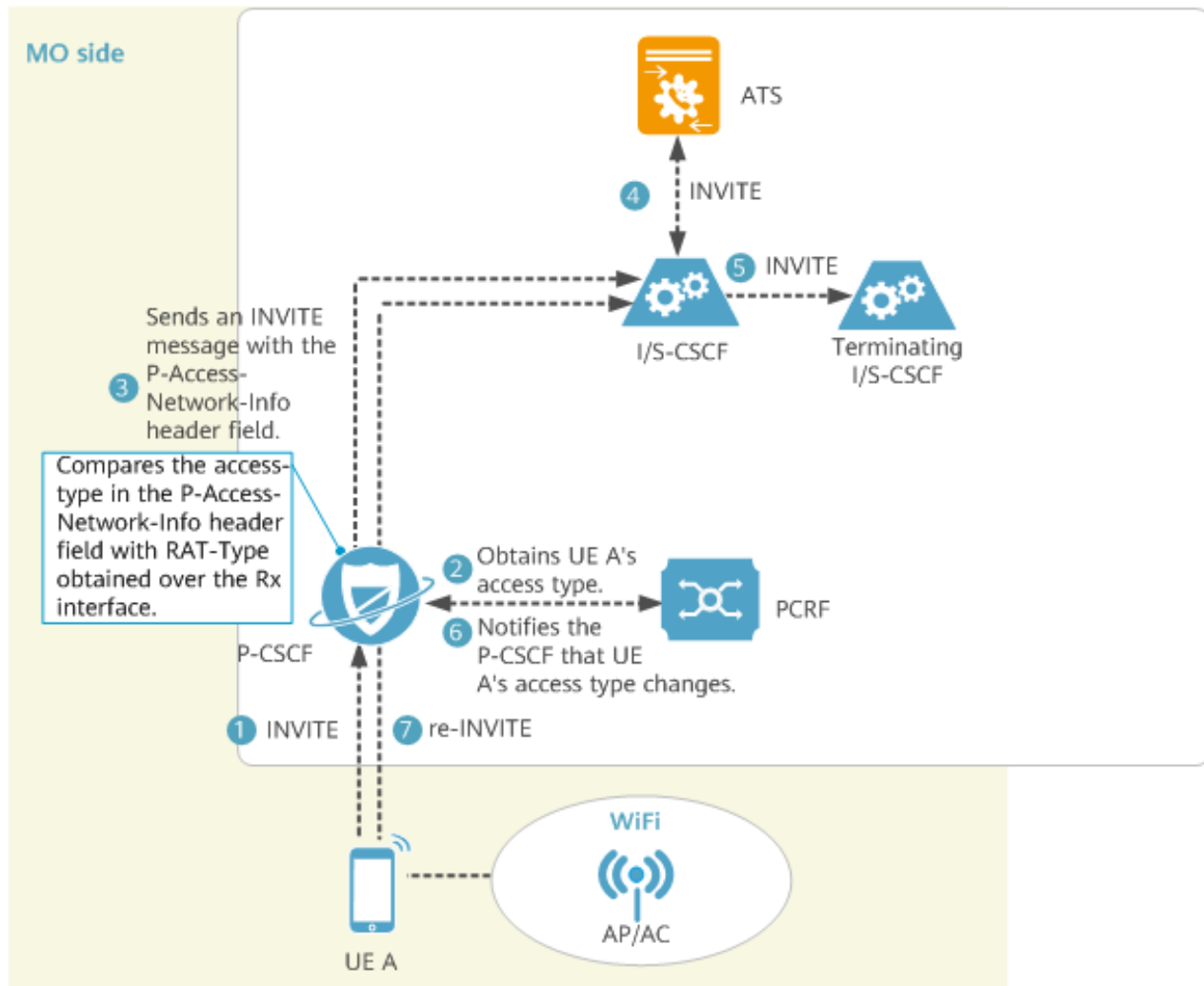


Figura 3. 8: Flujo de registro de establecimiento de llamada por WI-FI  
Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020b)

Para admitir VoWIFI, el ePDG, el servidor AAA y el servidor de derechos se agregan a la arquitectura de red VoLTE existente. El ePDG proporciona acceso a la red EPC para UE mediante conexiones Wi-Fi. El servidor AAA autentica los UE y obtiene los datos de la suscripción del HLR/HSS convergente. El servidor de derechos implementa la autenticación automática y la autorización en el servicio VoWIFI para UE.

Un UE accede al ePDG a través de una red Wi-Fi. El ePDG con el servidor AAA para autenticar el UE. Después de que se autentique el UE, el ePDG adelanta una solicitud de servicio al P-GW sobre la interfaz S2b. Después de que el UE esté conectado a la red EPC, se registra con una red IMS. Después del registro, el UE puede utilizar los servicios de IMS.

### 3.6.2 Servicio de video HD

La solución VoLTE cuenta con alto ancho de banda y baja latencia, que son dos factores clave que ayudan a los operadores a proporcionar servicios de videollamadas de alta definición (HD).

VoLTE utiliza un mecanismo de reserva de vídeo para garantizar una experiencia de usuario satisfactoria. El mecanismo de reserva de vídeo permite establecer una llamada de audio si no se puede establecer una videollamada entre suscriptores, maximizando así la tasa de finalización de llamadas.

#### Ventajas

Tabla 3. 9: Ventajas de servicio de videollamadas HD

	Ventajas
Portadores	Los transportistas pueden proporcionar servicios de videollamadas, mejorando así su competitividad y aumentando las fuentes de ingresos.
Suscriptores	Los suscriptores pueden usar videollamadas HD y tener una mejor experiencia de usuario.

Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020c)

El servicio HD Video es un servicio VoLTE básico y se puede implementar para proporcionar videollamadas de alta calidad para los suscriptores de VoLTE.

El procedimiento de configuración de la videollamada es similar al procedimiento de configuración de la llamada de audio. La diferencia es que el cuerpo SDP en el mensaje inicial INVITE de una videollamada contiene información de audio y vídeo. Esta información se utiliza en la asignación de ancho de banda de audio y vídeo y en el establecimiento dedicado de portadores de audio y vídeo. Una videollamada establecida entre los suscriptores de VoLTE en una red LTE se utiliza para ilustrar el procedimiento del servicio de video.

### 3.7 Software de O&M

#### 3.7.1 U2000

El U2000 iManager de Huawei es un sistema avanzado de gestión de red orientado al protocolo IP. Es parte de la solución de operación y mantenimiento. El U2000 tiene todas las funciones para trabajar como un sistema de gestión de elementos EMS (Element Management System) y de red según la jerarquía TMN (Telecommunication Management Network). (Cruz M, s/f)

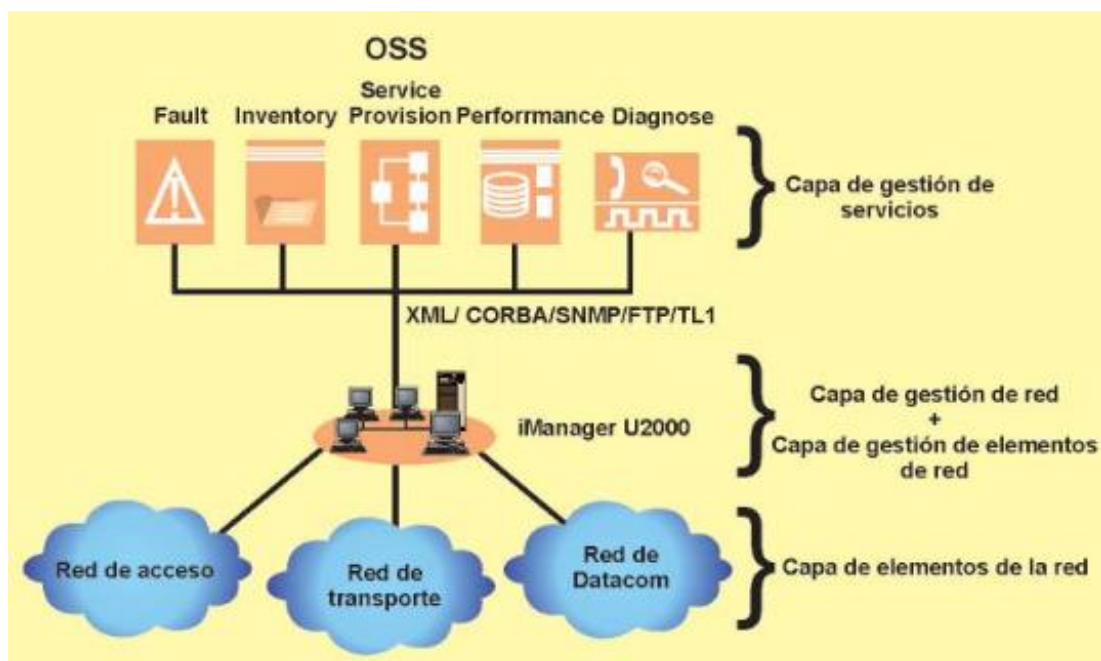


Figura 3. 9: Posición del U2000 en la jerarquía TMN  
Fuente: (Cruz M, s/f)

El U2000 mejora las capacidades de administración de redes convergentes, escalabilidad y facilidades de implementación de un NMS de cara al cliente de nueva generación. Es capaz de realizar gestión y provisión de los servicios entre dominios lo que posibilita la implementación y supervisión visualizada de los canales punto a punto Edge to Edge (E2E), Es decir, posibilita conocer el trayecto de los servicios a lo largo de las redes IP lo cual resulta de vital importancia para desarrollar una gestión de fallas más proactiva. Presenta una amplia gama de funcionalidades entre las que se destacan: la gestión de la topología, gestión de alarmas, gestión de la seguridad, gestión del desempeño, gestión de inventario, gestión de los logs

del sistema, gestión de la base de datos, gestión de los parámetros de comunicación de los NE (Network Elements), monitoreo del sistema, gestión de reportes y gestión del diagnóstico de fallas. Gestión del diagnóstico de fallas es una de las principales bondades que presenta el sistema se encuentra en esta funcionalidad. La gestión del diagnóstico de fallas no solo permite detectar interrupciones de hardware, sino que además puede detectar y diagnosticar las fallas de la red IP y de los servicios que en ella se transportan, así como garantizar la calidad del servicio (QoS). (Cruz M, s/f)

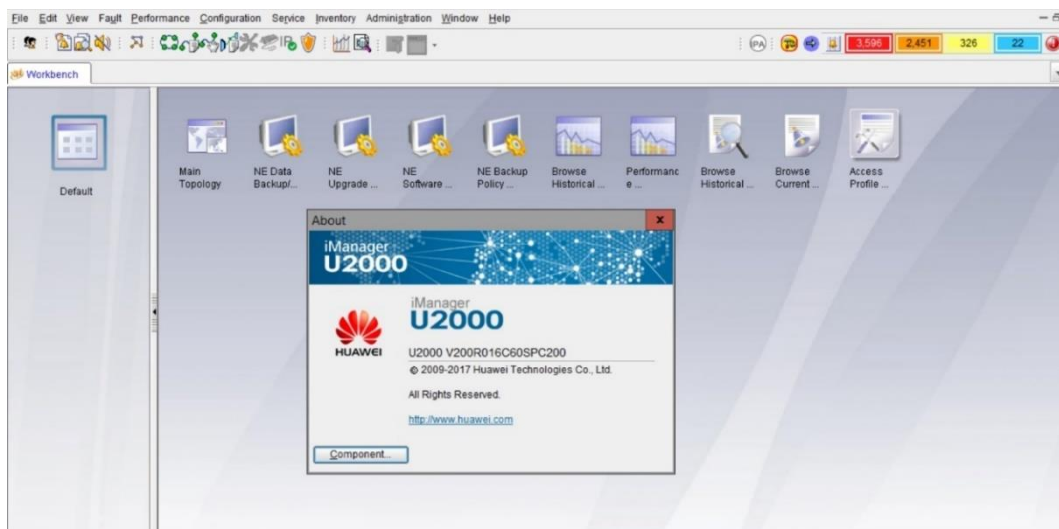


Figura 3. 10: Interfaz gráfica del U2000  
Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2019)

Severity	Name	MO Name	Occurred On (NT)	Cleared On (NT)	Remarks
Minor	Board Overload	Board Type=BBP, Cabinet No.=0, Subra.	01/16/2018 08:31:57	01/16/2018 08:32:02	Cabinet No.=0, Subrack No.=0, Slot No.=3, Board Type=
Minor	Board Overload	Board Type=BBP, Cabinet No.=0, Subra.	01/16/2018 08:24:14	01/16/2018 08:25:19	Cabinet No.=0, Subrack No.=0, Slot No.=0, Board Type=
Warning	X2 Interface Fault	eNodeB Function Name=WNG029MM1_	01/16/2018 08:23:00	01/16/2018 08:27:52	eNodeB Function Name=WNG029MM1_PASARWONOC
Critical	MODULE RECT FAIL	WNG029MM1_PASARWONOGIRI	01/16/2018 08:23:00		Cabinet No.=0, Subrack No.=40, Slot No.=0, Port No.=1
Critical	MAINS FAIL	WNG029MM1_PASARWONOGIRI	01/16/2018 08:23:00		Cabinet No.=0, Subrack No.=40, Slot No.=0, Port No.=0
Warning	X2 Interface Fault	eNodeB Function Name=WNG029MM1_	01/16/2018 07:56:42	01/16/2018 08:22:30	eNodeB Function Name=WNG029MM1_PASARWONOC
Minor	RF Unit External Power Supply Insufficient	WNG029MM1_PASARWONOGIRI	01/16/2018 07:54:54	01/16/2018 08:22:30	Cabinet No.=0, Subrack No.=64, Slot No.=0, Specific Pri
Minor	RF Unit External Power Supply Insufficient	WNG029MM1_PASARWONOGIRI	01/16/2018 07:53:18	01/16/2018 08:22:30	Cabinet No.=0, Subrack No.=82, Slot No.=0, Specific Pri
Minor	RF Unit External Power Supply Insufficient	WNG029MM1_PASARWONOGIRI	01/16/2018 07:52:25	01/16/2018 08:22:30	Cabinet No.=0, Subrack No.=80, Slot No.=0, Specific Pri
Minor	RF Unit External Power Supply Insufficient	WNG029MM1_PASARWONOGIRI	01/16/2018 07:52:00	01/16/2018 08:22:30	Cabinet No.=0, Subrack No.=81, Slot No.=0, Specific Pri
Minor	RF Unit External Power Supply Insufficient	WNG029MM1_PASARWONOGIRI	01/16/2018 07:51:48	01/16/2018 08:22:30	Cabinet No.=0, Subrack No.=62, Slot No.=0, Specific Pri
Minor	RF Unit External Power Supply Insufficient	WNG029MM1_PASARWONOGIRI	01/16/2018 07:51:47	01/16/2018 08:22:30	Cabinet No.=0, Subrack No.=60, Slot No.=0, Specific Pri
Major	Monitoring Device Power Supply Problem	Board Type=EMU, Cabinet No.=0, Subra.	01/16/2018 07:48:47	01/16/2018 08:22:30	Cabinet No.=0, Subrack No.=40, Slot No.=0, Board Type
Warning	X2 Interface Fault	eNodeB Function Name=WNG029MM1_	01/16/2018 07:46:34	01/16/2018 07:51:56	eNodeB Function Name=WNG029MM1_PASARWONOC
Critical	MAINS FAIL	WNG029MM1_PASARWONOGIRI	01/16/2018 07:43:45	01/16/2018 08:22:30	Cabinet No.=0, Subrack No.=40, Slot No.=0, Port No.=0
Warning	X2 Interface Fault	eNodeB Function Name=WNG029MM1_	01/16/2018 07:36:56	01/16/2018 07:37:56	eNodeB Function Name=WNG029MM1_PASARWONOC
Critical	MAINS FAIL	WNG029MM1_PASARWONOGIRI	01/16/2018 06:56:10	01/16/2018 07:42:13	Cabinet No.=0, Subrack No.=40, Slot No.=0, Port No.=0
Critical	MODULE RECT FAIL	WNG029MM1_PASARWONOGIRI	01/16/2018 06:54:48	01/16/2018 08:22:30	Cabinet No.=0, Subrack No.=40, Slot No.=0, Port No.=1
Warning	X2 Interface Fault	eNodeB Function Name=WNG029MM1_	01/16/2018 03:04:48	01/16/2018 03:07:37	eNodeB Function Name=WNG029MM1_PASARWONOC
Major	User Plane Path Fault	WNG029MM1_PASARWONOGIRI	01/15/2018 23:56:48	01/15/2018 23:57:28	User Plane Host ID=0, PEERIP=10.40.137.193, USERL
Major	User Plane Path Fault	WNG029MM1_PASARWONOGIRI	01/15/2018 23:56:48	01/15/2018 23:57:28	User Plane Host ID=0, PEERIP=10.40.137.109, USERL
Major	User Plane Path Fault	WNG029MM1_PASARWONOGIRI	01/15/2018 23:56:48	01/15/2018 23:57:28	User Plane Host ID=0, PEERIP=10.40.137.105, USERL

Figura 3. 11: Registro de alarmas en U2000  
Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2019)

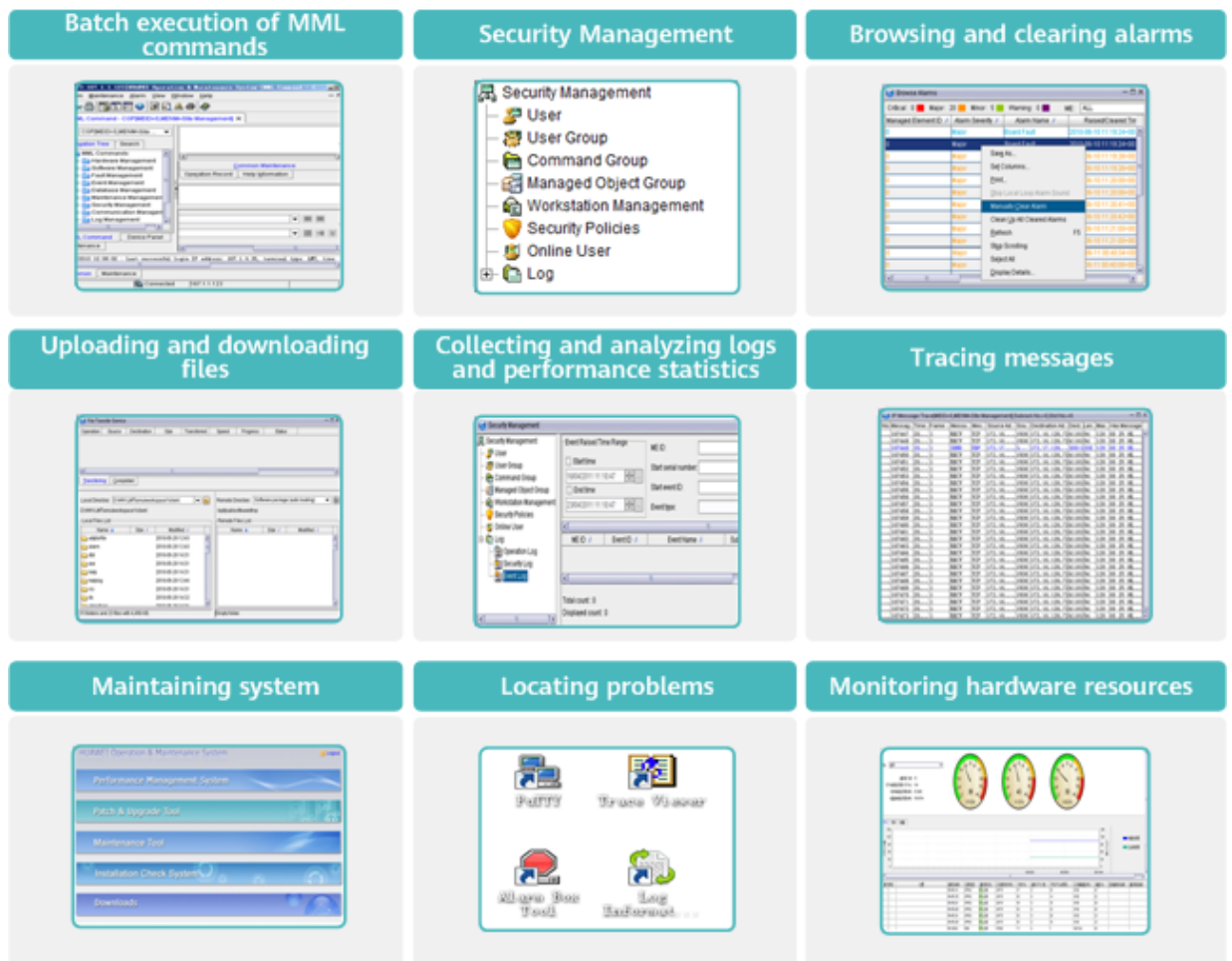


Figura 3. 12: Funcionalidades del “fácil O&M”  
Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020a)

### 3.7.2 LMT

Al utilizar el terminal de mantenimiento local (LMT), debe conocer los siguientes conceptos:

LMT, LMT PC y LMT.

#### LMT

El LMT es un concepto lógico. Se refiere al terminal de operación y mantenimiento (OM) instalado con el grupo de software Huawei Local Maintenance Terminal y conectado a la red OM real del NE relacionado. Usted puede utilizar el LMT para operar y mantener un NE.

#### LMT PC

El PC LMT es el hardware del LMT. Se refiere al equipo que se va a instalar con la aplicación LMT.

## **Aplicación LMT**

La aplicación LMT se refiere a la aplicación propietaria de Huawei, el grupo de software Huawei Local Maintenance Terminal, que está instalado en el PC LMT.

### **Funciones**

El sistema funciona en modo cliente/servidor. El LMT actúa como cliente, y el módulo de administración posterior (BAM) actúa como el servidor.

El LMT se comunica con el servidor a través de una red de área local (LAN) o una red de área amplia (WAN). Como terminal operativo, el LMT proporciona una interfaz gráfica de usuario (GUI) para el funcionamiento y mantenimiento de equipos. En el LMT, puede ejecutar los comandos MML, los resultados de la ejecución de consultas, los mensajes de seguimiento, las alarmas de consulta y recopilar estadísticas de rendimiento.

### **Redes OM**

El mantenimiento local o remoto es aplicable al NE. El mantenimiento local se realiza en el LMT, y el mantenimiento remoto se realiza a través de la red OM.

### **Componentes de la LMT**

El Terminal de Mantenimiento Local es un subsistema de la aplicación LMT. En la GUI del terminal de mantenimiento local, puede realizar tareas, como la administración de la autoridad, el mantenimiento del equipo, el seguimiento de mensajes y la supervisión en tiempo real. El terminal de mantenimiento local admite muchos comandos de Man Machine Language (MML) para la configuración y el mantenimiento del sistema. Además, proporciona ayuda detallada en línea.

A continuación, se presentan sus interfaces de acuerdo con la función que pueden realizar, agregando una tabla que explica sus componentes.

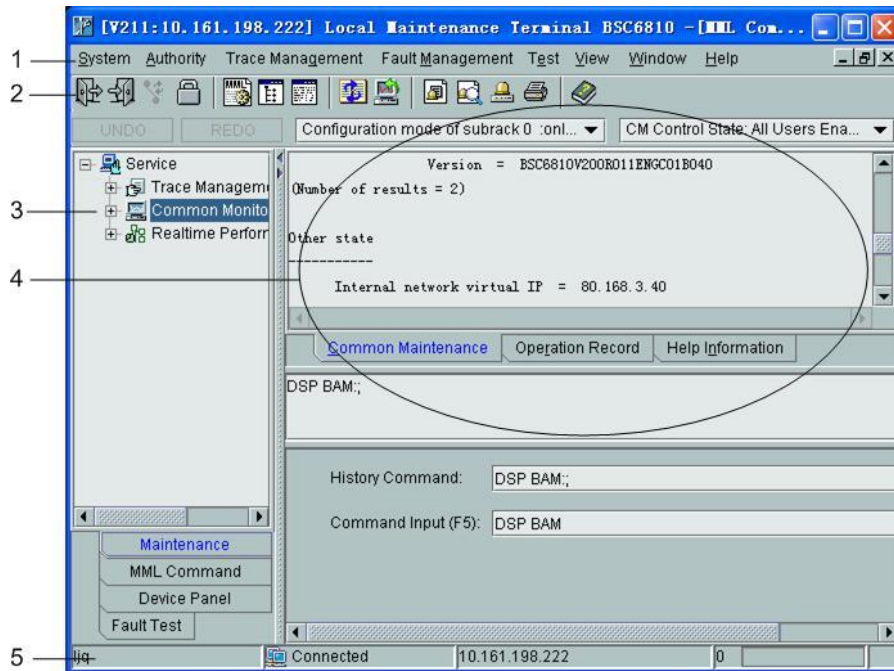


Figura 3. 13: Interfaz principal del LMT  
Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2009)

Tabla 3. 10: Descripción de los componentes de la interfaz principal del LMT

Número	Campo	Descripción
1	Barra de menús	Muestra los menús para el funcionamiento del sistema.
2	Barra	Proporciona iconos de acceso directo para el funcionamiento del sistema.
3	Panel de navegación	Muestra los objetos de operación en la estructura de árbol.
4	Zona de objetos	Realiza el funcionamiento del sistema.
		Mostrar detalles de los objetos de operación
		Muestra el cliente MML cuando el comando MML está activo en el panel del árbol de navegación-
5	Barra de estado	Muestra el nombre del usuario actual, el estado de la conexión y la dirección IIP externa virtual del servidor de BAM.

Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2009)

## Servidor cliente FTP

El cliente FTP es una herramienta FTP para la aplicación LMT. Permite que el LMT se comuniquen con el servidor FTP a través del protocolo FTP.

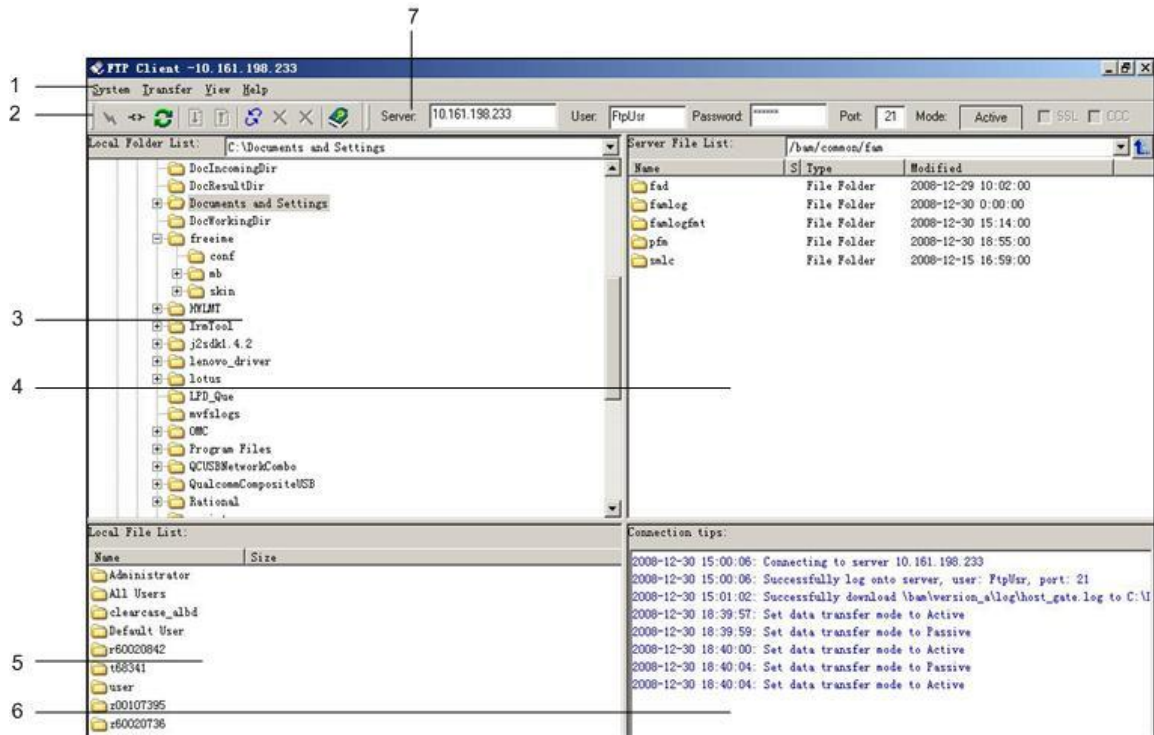


Figura 3. 14: Interfaz principal del servidor cliente FTP del LMT  
Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2009)

Tabla 3. 11: Descripción de los componentes de la interfaz principal del cliente FTP.

Número	Campo	Descripción
1	Barra de menú	Proporciona menús para el funcionamiento del sistema.
2	Barra	Proporciona iconos de acceso directo para el funcionamiento del sistema.
3	Panel de lista de directorios locales	Muestra los directorios que están en uso.
4	Panel de lista de archivos de servidor	Muestra los archivos y carpetas en el servidor FTP conectado
5	Panel de lista de archivos local	Muestra los archivos y carpetas en el directorio elegido.
6	Panel de la punta de conexión	Muestra la información de operación y el estado de la conexión con el servidor FTP
7	Barra de entrada del servidor	Incluye el nombre del servidor, el nombre de usuario, la contraseña, el número de puerto y el modo.

Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2009)



## Trace viewer de LMT

Puede utilizar el Visor de seguimiento para abrir archivos de seguimiento (\*.tmf) para ver los datos de seguimiento y repetir las situaciones de seguimiento. El Visor de seguimiento es una herramienta sin conexión.

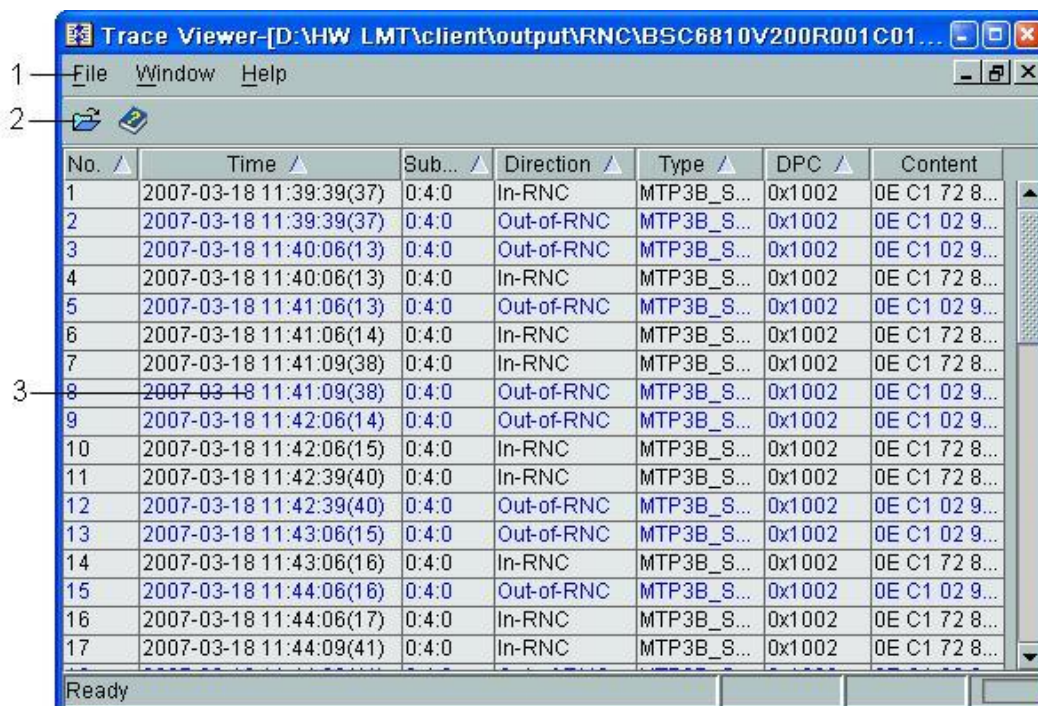


Figura 3. 15: Interfaz principal del Trace Viewer

Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2009)

Tabla 3. 12: Descripción de los componentes de la interfaz principal del Trace viewer

Número	Campo	Descripción
1	Barra de menús	Proporciona menús para el funcionamiento del sistema.
2	Barra	Proporciona iconos de acceso directo para el funcionamiento del sistema.
3	Ventana de exploración de mensajes	Muestra el contenido de los archivos (.tmf).

Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2009)

### **3.8 Comparativa de tecnologías 3G y VoLTE mediante prueba de llamadas**

A continuación, las pruebas de llamadas de 3G-3G y VoLTE-VoLTE mediante la herramienta de software “trace viewer” utilizando la infraestructura del diseño de red Huawei en la cual se puede diferenciar los protocolos y señalización del funcionamiento de cada tecnología de acuerdo con su flujo de llamada.

#### **3.8.1 Flujo de llamada 3G-3G**

La señalización de la llamada 3G-3G es la siguiente:

-El UE de origen envía un mensaje de solicitud de servicio CM que lleva la información de la célula, el tipo de servicio, el ID de usuario, y los parámetros de autenticación sobre el UE-O al MSC/VLR.

-El MSC/VLR envía un mensaje DE ID COMMON al RNC de origen.

-El flujo de autenticación y cifrado se inicia en el lado del autor de la llamada. En este proceso, el MSC puede necesitar obtener el conjunto de autenticación del HLR/AuC.

-Si el proceso de cifrado no se inicia después de que finalice el proceso de autenticación, el MSC/VLR envía un mensaje de aceptación del servicio CM para notificar a la UE-O que se ha aceptado la solicitud de acceso al servicio. Si el proceso de cifrado se inicia después de que finalice el proceso de autenticación, indica que la solicitud de acceso al servicio ha sido aceptada por el MSC/VLR; por lo tanto, el MSC/VLR no necesita enviar el mensaje de la aceptación del servicio CM, y el UE-O envía directamente un mensaje de configuración que lleva el número llamado y la capacidad portadora del UE-O al MSC/VLR.

-Al recibir los datos sobre el UE-O, el MSC/VLR determina si la llamada puede continuar en función del tipo de servicio y los datos de suscripción sobre el UE-O. Si la llamada puede continuar, el MSC/VLR devuelve un mensaje de procedimiento de llamada al UE-O.

-El MSC/VLR analiza el número al que se llamó, localiza el HLR y, luego, envía un mensaje de MAP SEND ROUTING INFORMATION REQ al HLR.

-El HLR consulta el VLR que sirve el UE-T basado en el IMSI del UE-T y, envía un mensaje de MAP\_PROVIDE\_ROAMING\_NUMBER\_IND a este VLR para solicitar un MSRN.

-El VLR asigna un MSRN para el UE-T y, a continuación, devuelve un mensaje de MAP\_PROVIDE\_ROAMING\_NUMBER\_RSP que lleva el MSRN al HLR.

-El HLR envía un mensaje MAP\_SEND\_ROUTING\_INFORMATION\_CNF que lleva el MSRN al MSC/VLR que sirve al UE-O.

-El MSC/VLR envía un mensaje PAGING al UE-T a través del RNC de terminación (RNC-T), y espera una respuesta de paginación.

-Se inicia el flujo de establecimiento portador en el lado del llamador. Para obtener más información, consulte Flujo de establecimiento de portador (interfaz lu habilitada para IP).

-Si la paginación es acertada, el UE-T envía un mensaje PAGING\_RESPONSE al RNC-T, que reenvía transparente el mensaje al MSC/VLR.

-El MSC/VLR envía un mensaje COMMON ID al RNC-T.

La autenticación y el flujo de cifrado se inician en el lado del destinatario, que es lo mismo que el flujo en el lado del llamador.

-El MSC/VLR envía un mensaje de configuración al UE-T para configurar la llamada.

-El UE-T responde con un mensaje CALL\_CONFIRMED para aceptar la llamada.

-El MSC/VLR establece el portador del plano del usuario en el lado del destinatario de la manera del mismo modo que el establecimiento del portador en el lado del llamador.

-Se alerta al destinatario y el UE-T envía un mensaje de alerta al MSC/VLR. Al recibir el mensaje, el MSC/VLR también envía un mensaje de alerta al UE-O.

-El MSC/VLR envía un mensaje MOD\_REQ, indicando al MGW que reproduzca el tono de llamada.

-El MGW devuelve un mensaje MOD\_REPLY al MSC/VLR y reproduce el tono de llamada.

-El destinatario responde a la llamada y el UE-T envía un mensaje de conexión al MSC/VLR.

- Al recibir el mensaje de la conexión, el MSC/VLR envía un mensaje MOD REQ, indicando al MGW que deje de reproducir el tono de llamada.
- El MGW devuelve un mensaje MOD REPLY al MSC/VLR y deja de reproducir el tono de llamada.
- El MSC/VLR envía un mensaje de conexión al UE-O.
- El UE-O envía un mensaje de confirmación de la conexión al MSC/VLR. El MSC/VLR reenvía de forma transparente este mensaje al UE-T. A continuación, se establece la llamada.
- La persona que llama y el destinatario inician la conversación.
- Después de un período de tiempo el UE-O inicia el flujo de la cancelación de la llamada.

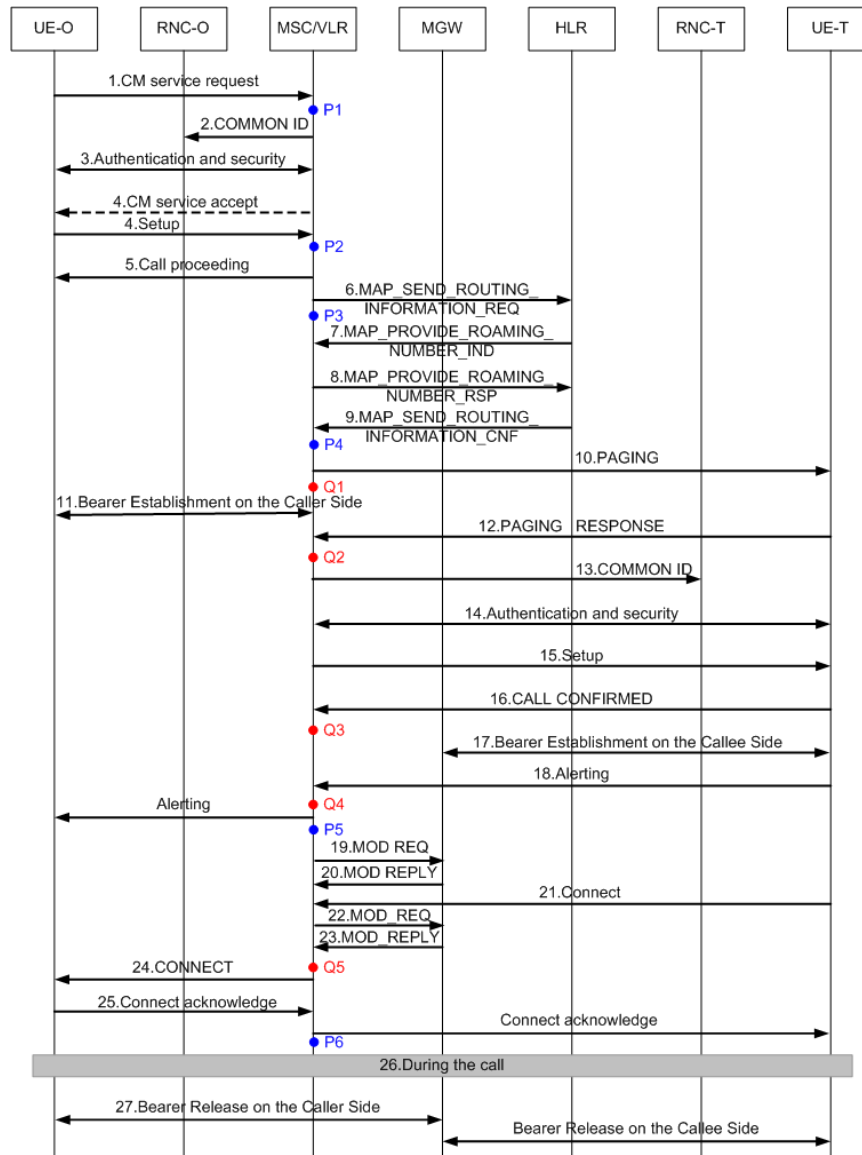


Figura 3. 16: Flujo de llamada de tecnología 3G-3G  
Fuente: (Technologies Co., Ltd, 2020a)











No.	TimeStamp	Msg Interface	Msg Type	Cal-ID	Msg Body
397	2020-05-21 08:31:00.878	TRC_MI_MMI_RABM	MMHO_RABM_RAB_ASSIGN_REQ_RSP		27 04 00 00 DF 00 00 27 04 00 00 19 01 00 00 39
398	2020-05-21 08:31:00.890	TRC_MI_RABM_CM	RABM_CMHO_RAB_ASSIGN_REQ_RSP		27 04 00 00 19 01 00 27 04 00 00 D3 00 00 00 80
399	2020-05-21 08:31:00.890	TRC_MI_CM_CCB	CM_CCB_CONNECT_NET		27 04 00 00 D3 00 00 27 04 00 00 D1 00 00 00 5
400	2020-05-21 08:31:00.914	<TRC_MI_FROM_IU	RN_CC_ALERTING		27 04 00 32 01 00 00 27 04 00 00 E2 00 00 00 16
401	2020-05-21 08:31:00.914	TRC_MI_RANAP_MMI	RN_MM_DIRECT_TRANSFER		27 04 00 00 E2 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 00 1
402	2020-05-21 08:31:00.914	TRC_MI_MMI_CM	MMI_CM_DATA_IND		27 04 00 00 DF 00 00 27 04 00 00 D3 00 00 00 0
403	2020-05-21 08:31:00.926	TRC_MI_CM_CCB	CM_CCB_ALERTING		27 04 00 00 D3 00 00 27 04 00 00 D1 00 00 00 1
404	2020-05-21 08:31:00.927	TRC_MI_MCCB_CCF	MCCB_CCF_ALERTING		27 04 00 00 D1 00 00 27 04 00 00 D7 00 00 00 5
405	2020-05-21 08:31:00.927	TRC_MI_CCF_CM	ALERTING		27 04 00 00 D7 00 00 27 04 00 00 D3 00 00 00 5
406	2020-05-21 08:31:00.927	TRC_MI_SM_CRO	SMMSS_SEND_TONE_REQ		27 04 00 00 D3 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 29
407	2020-05-21 08:31:00.927	TRC_MI_MM_CM	MM_MM_MMCC_DATA_REQ		27 04 00 00 D3 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 00 2
408	2020-05-21 08:31:00.927	TRC_MI_MMI_RANAP	MMI_RANAP_DIRECT_TRANSFER_REQ		27 04 00 00 DF 00 00 27 04 00 00 E2 00 00 00 3
409	2020-05-21 08:31:00.927	<TRC_MI_TO_IU	RN_CC_ALERTING		27 04 00 00 E2 00 00 27 04 00 00 32 01 00 00 42
410	2020-05-21 08:31:00.927	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_DB_QUERY_TONECONFIG		27 04 00 00 77 01 00 27 04 00 00 77 01 00 00 18
411	2020-05-21 08:31:00.927	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_RES_STATE_SEND		27 04 00 00 77 01 00 27 04 00 00 77 01 00 00 58
412	2020-05-21 08:31:00.927	TRC_MI_CRO_H248	H248MSG_SEND_TONE_REQ		27 04 00 00 77 01 00 91 01 00 79 01 00 00 3E
413	2020-05-21 08:31:00.927	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_RES_STATE_SEND		27 04 00 00 77 01 00 27 04 00 00 77 01 00 00 58
414	2020-05-21 08:31:00.927	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		27 04 00 00 77 01 00 27 04 00 00 77 01 00 00 79
415	2020-05-21 08:31:00.927	TRC_MI_SCOPUSER_MSG	N_DATA_REQ		2F 02 22 03 01 83 64 01 00 01 29 00 14 40 25 00 00
416	2020-05-21 08:31:00.927	TRC_MI_SCOPDPC_MSG	DT1		1F 00 06 02 00 83 7F A5 7B 99 06 00 4F 01 13 00 14 40
417	2020-05-21 08:31:00.927	TRC_MI_M3UA_USER	SCCP		02 83 7F A5 7B 99 06 00 4F 01 13 00 14 40 25 00
418	2020-05-21 08:31:00.964	<TRC_MI_TO_H248	MOD_REQ		00 00 01 91 00 00 01 79 00 00 01 91 00 00 01 2C 00
419	2020-05-21 08:31:00.964	TRC_MI_M3UA_LINKSET	SCCP		01 00 01 91 00 00 00 48 02 10 00 40 00 00 25 EE 00
420	2020-05-21 08:31:01.162	>TRC_MI_FROM_H248	MOD_REPLY		00 00 01 91 00 00 01 79 00 00 01 91 00 00 01 2C 00
421	2020-05-21 08:31:01.154	TRC_MI_H248_CRO	H248MSG_SEND_TONE_RSP		91 01 00 00 79 01 00 27 04 00 00 77 01 00 00 36
422	2020-05-21 08:31:01.154	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_RES_STATE_SEND		27 04 00 00 77 01 00 27 04 00 00 77 01 00 00 58
423	2020-05-21 08:31:01.154	TRC_MI_CRO_SM	SMMSS_MODIFY_CHAR_REQ		27 04 00 00 77 01 00 27 04 00 00 D3 00 00 00 22
424	2020-05-21 08:31:01.154	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		27 04 00 00 77 01 00 27 04 00 00 77 01 00 00 79
425	2020-05-21 08:31:03.639	>TRC_MI_FROM_IU	RN_CC_CONNECT		27 04 00 00 32 01 00 27 04 00 00 E2 00 00 00 16
426	2020-05-21 08:31:03.639	TRC_MI_RANAP_MMI	RN_MM_DIRECT_TRANSFER		27 04 00 00 E2 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 00 1
427	2020-05-21 08:31:03.639	TRC_MI_MM_CM	MMI_CM_DATA_IND		27 04 00 00 D3 00 00 27 04 00 00 D3 00 00 00 0
428	2020-05-21 08:31:03.643	TRC_MI_SM_CRO	SMMSS_MODIFY_CHAR_REQ		27 04 00 00 D3 00 00 27 04 00 00 D3 00 00 00 28
429	2020-05-21 08:31:03.643	TRC_MI_CM_CCB	CM_CCB_CONNECT		27 04 00 00 D3 00 00 27 04 00 00 D1 00 00 00 1
430	2020-05-21 08:31:03.643	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		27 04 00 00 D1 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 00 3
431	2020-05-21 08:31:03.643	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		27 04 00 00 D1 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 00 3
432	2020-05-21 08:31:03.643	TRC_MI_MCCB_CCF	MCCB_CCF_CONNECT		27 04 00 00 D1 00 00 27 04 00 00 D7 00 00 00 5

Figura 3. 28: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 397-432)

Fuente: Autor

No.	TimeStamp	Msg Interface	Msg Type	Cal-ID	Msg Body
433	2020-05-21 08:31:03.643	TRC_MI_CCF_SSF	CCF_SSF_MET_EDP3		27 04 00 00 D7 00 00 27 04 00 00 12 01 00 00 21
434	2020-05-21 08:31:03.643	TRC_MI_SSF_CCF	SSF_CCF_CONTINUE		27 04 00 00 12 01 00 27 04 00 00 00 00 00 00 09
435	2020-05-21 08:31:03.644	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_DB_QUERY_MCPRORITY		27 04 00 00 77 01 00 27 04 00 00 77 01 00 00 0C
436	2020-05-21 08:31:03.644	TRC_MI_CRO_H248	H248MSG_MODIFY_CHAR_REQ		27 04 00 00 D1 00 00 27 04 00 00 D3 00 00 00 24
437	2020-05-21 08:31:03.644	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		27 04 00 00 77 01 00 27 04 00 00 77 01 00 00 79
438	2020-05-21 08:31:03.651	TRC_MI_CCF_CM	CONNECT		27 04 00 00 D7 00 00 27 04 00 00 D3 00 00 00 5
439	2020-05-21 08:31:03.651	TRC_MI_SM_CRO	SMMSS_STOP_TONE_REQ		27 04 00 00 D3 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 1
440	2020-05-21 08:31:03.651	TRC_MI_MM_CM	MM_MM_MMCC_DATA_REQ		27 04 00 00 D3 00 00 27 04 00 00 D3 00 00 00 0
441	2020-05-21 08:31:03.651	TRC_MI_MMI_RANAP	MMI_RANAP_DIRECT_TRANSFER_REQ		27 04 00 00 DF 00 00 27 04 00 00 E2 00 00 00 3
442	2020-05-21 08:31:03.651	<TRC_MI_TO_IU	RN_CC_CONNECT		27 04 00 00 E2 00 00 27 04 00 00 32 01 00 00 2
443	2020-05-21 08:31:03.651	TRC_MI_SCOPUSER_MSG	N_DATA_REQ		1B 02 22 03 01 83 6C 01 00 01 13 00 14 40 DF 00 00
444	2020-05-21 08:31:03.651	TRC_MI_SCOPDPC_MSG	DT1		1F 00 06 02 00 83 7F A5 7B 99 06 00 4F 01 13 00 14 40
445	2020-05-21 08:31:03.651	TRC_MI_M3UA_USER	SCCP		02 83 7F A5 7B 99 06 00 4F 01 13 00 14 40 25 00
446	2020-05-21 08:31:03.680	>TRC_MI_TO_H248	MOD_REQ		00 00 01 91 00 00 01 79 00 00 01 91 00 00 01 2C 00
447	2020-05-21 08:31:03.681	TRC_MI_M3UA_LINKSET	SCCP		01 00 01 91 00 00 00 34 02 10 00 2A 00 00 25 EE 00
448	2020-05-21 08:31:03.817	>TRC_MI_FROM_H248	MOD_REPLY		00 00 01 91 00 00 01 79 00 00 01 91 00 00 01 2C 00
449	2020-05-21 08:31:03.823	TRC_MI_H248_CRO	H248MSG_MODIFY_CHAR_RSP		91 01 00 00 79 01 00 27 04 00 00 77 01 00 00 40
450	2020-05-21 08:31:03.823	TRC_MI_CRO_SM	SMMSS_MODIFY_CHAR_RSP		27 04 00 00 77 01 00 27 04 00 00 D3 00 00 00 1
451	2020-05-21 08:31:03.823	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		27 04 00 00 77 01 00 27 04 00 00 77 01 00 00 79
452	2020-05-21 08:31:03.823	TRC_MI_CRO_H248	H248MSG_STOP_TONE_REQ		27 04 00 00 77 01 00 91 01 00 79 01 00 00 09
453	2020-05-21 08:31:03.823	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_RES_STATE_SEND		27 04 00 00 77 01 00 27 04 00 00 77 01 00 00 58
454	2020-05-21 08:31:03.823	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		27 04 00 00 77 01 00 27 04 00 00 77 01 00 00 79
455	2020-05-21 08:31:03.860	<TRC_MI_TO_H248	MOD_REQ		00 00 01 91 00 00 01 79 00 00 01 91 00 00 01 2C 00
456	2020-05-21 08:31:03.860	>TRC_MI_FROM_IU	RN_CC_CONNECT_ACKNOWLEDGE		27 04 00 00 E2 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 00 1
457	2020-05-21 08:31:03.967	TRC_MI_RANAP_MMI	RN_MM_DIRECT_TRANSFER		27 04 00 00 E2 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 00 1
458	2020-05-21 08:31:03.967	TRC_MI_MM_CM	MMI_CM_DATA_IND		27 04 00 00 DF 00 00 27 04 00 00 D3 00 00 00 0
459	2020-05-21 08:31:03.977	TRC_MI_CM_CCF	CM_CCF_CONNECT_ACKNOWLEDGE		27 04 00 00 D3 00 00 27 04 00 00 D7 00 00 00 0
460	2020-05-21 08:31:03.977	TRC_MI_M3UA_LINKSET	SCCP		01 00 01 91 00 00 00 34 02 10 00 2A 00 00 25 EE 00
461	2020-05-21 08:31:03.977	TRC_MI_CCF_CCB	CONNECT_ACKNOWLEDGE		27 04 00 00 D7 00 00 27 04 00 00 D1 00 00 00 0
462	2020-05-21 08:31:03.977	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	MCCB_DB_CONNECT_ACKNOWLEDGE		27 04 00 00 D1 00 00 27 04 00 00 D3 00 00 00 0
463	2020-05-21 08:31:03.977	TRC_MI_MCCB_MAP	CM_MAP_CALL_CONNECTED		27 04 00 00 D1 00 00 27 04 00 00 D3 00 00 00 0
464	2020-05-21 08:31:03.977	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		27 04 00 00 D1 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 00 3
465	2020-05-21 08:31:03.977	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		27 04 00 00 D1 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 00 3
466	2020-05-21 08:31:03.977	TRC_MI_MM_CM	MM_MM_MMCC_DATA_REQ		27 04 00 00 D3 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 00 0
467	2020-05-21 08:31:03.977	TRC_MI_MMI_RANAP	MMI_RANAP_DIRECT_TRANSFER_REQ		27 04 00 00 DF 00 00 27 04 00 00 E2 00 00 00 3
468	2020-05-21 08:31:03.977	<TRC_MI_TO_IU	RN_CC_CONNECT_ACKNOWLEDGE		27 04 00 00 E2 00 00 27 04 00 00 32 01 00 00 2

Figura 3. 29: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 433-468)

Fuente: Autor

No.	TimeStamp	Msg Interface	Msg Type	Cal-ID	Msg Body
469	2020-05-21 08:31:03.977	TRC_MI_SCOPUSER_MSG	N_DATA_REQ		1B 02 22 03 01 83 6C 01 00 01 13 00 14 40 DF 00 00
470	2020-05-21 08:31:03.977	TRC_MI_SCOPDPC_MSG	DT1		1F 00 06 02 00 83 7F A5 7B 99 06 00 4F 01 13 00 14 40
471	2020-05-21 08:31:03.977	TRC_MI_M3UA_USER	SCCP		02 83 7F A5 7B 99 06 00 4F 01 13 00 14 40 25 00
472	2020-05-21 08:31:04.021	TRC_MI_H248_CRO	H248MSG_STOP_TONE_RSP		91 01 00 00 79 01 00 27 04 00 00 77 01 00 00 36
473	2020-05-21 08:31:04.021	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_RES_STATE_SEND		27 04 00 00 77 01 00 27 04 00 00 77 01 00 00 58
474	2020-05-21 08:31:04.021	TRC_MI_CRO_SM	SMMSS_STOP_TONE_RSP		27 04 00 00 77 01 00 27 04 00 00 D3 00 00 00 22
475	2020-05-21 08:31:04.021	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		27 04 00 00 77 01 00 27 04 00 00 77 01 00 00 79
476	2020-05-21 08:31:08.379	>TRC_MI_FROM_H248	MOD_REPLY		00 00 01 91 00 00 01 79 00 00 01 91 00 00 01 2C 00
477	2020-05-21 08:31:08.379	>TRC_MI_FROM_CAP	TC_L_CANCEL_IND		02 00 27 04 00 33 01 00 00 27 04 00 00 0F 01 00
478	2020-05-21 08:31:18.547	>TRC_MI_FROM_IU	RN_CC_DISCONNECT		27 04 00 00 32 01 00 27 04 00 00 E2 00 00 00 19
480	2020-05-21 08:31:18.556	TRC_MI_RANAP_MMI	RN_MM_DIRECT_TRANSFER		27 04 00 00 E2 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 00 0
481	2020-05-21 08:31:18.547	TRC_MI_MM_CM	MMI_CM_DATA_IND		27 04 00 00 DF 00 00 27 04 00 00 D3 00 00 00 0
482	2020-05-21 08:31:18.556	TRC_MI_M3UA_LINKSET	SCCP		01 00 01 91 00 00 00 38 02 10 00 2E 00 00 25 EE 00
483	2020-05-21 08:31:18.556	TRC_MI_CM_CCB	CM_CCB_RELEASE_COMPLETE		27 04 00 00 D3 00 00 27 04 00 00 D3 00 00 00 0
484	2020-05-21 08:31:18.556	TRC_MI_MM_CM	MM_MM_MMCC_DATA_REQ		27 04 00 00 D3 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 00 0
486	2020-05-21 08:31:18.556	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		27 04 00 00 D1 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 00 3
487	2020-05-21 08:31:18.556	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		27 04 00 00 D1 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 00 3
488	2020-05-21 08:31:18.556	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		27 04 00 00 D1 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 00 3
489	2020-05-21 08:31:18.556	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		27 04 00 00 D1 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 00 3
490	2020-05-21 08:31:18.556	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_MSG_SORT		27 04 00 00 D1 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 00 3
491	2020-05-21 08:31:18.556	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		27 04 00 00 D1 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 00 3
492	2020-05-21 08:31:18.556	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		27 04 00 00 D1 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 00 3

No.	TimeStamp	Msg Interface	Msg Type	Call-ID	Msg Body
505	2020-05-21 08:31:18.556	TRC_MI_SSF_MFEAM	SSF_FEAM_TC_CONTINUE_REQ		27 04 00 00 12 01 00 00 27 04 00 00 01 00 00 42...
506	2020-05-21 08:31:18.556	TRC_MI_SSF_MFEAM	SSF_FEAM_TC_CONTINUE_REQ		27 04 00 00 12 01 00 00 27 04 00 00 02 01 00 18...
507	2020-05-21 08:31:18.557	<TRC_MI_TO_CAP	RN_CC_RELEASE		27 04 00 00 E2 00 00 27 04 00 00 32 01 00 00 30...
508	2020-05-21 08:31:18.557	<TRC_MI_TO_CAP	TC_INVOKE_REQ		02 00 27 04 00 00 0F 01 00 00 27 04 00 00 33 01 00...
509	2020-05-21 08:31:18.557	<TRC_MI_TO_CAP	TC_INVOKE_REQ		02 00 27 04 00 00 0F 01 00 00 27 04 00 00 33 01 00...
510	2020-05-21 08:31:18.557	<TRC_MI_TO_CAP	TC_CONTINUE_REQ		02 00 27 04 00 00 0F 01 00 00 27 04 00 00 33 01 00...
511	2020-05-21 08:31:18.557	TRC_MI_SCPUPUSER_MSG	N_DATA_REQ		1D 00 22 03 01 83 6C 01 00 01 17 00 14 40 13 00 0...
512	2020-05-21 08:31:18.557	TRC_MI_SCPDPDC_MSG	DT1		23 00 08 02 00 83 7F A8 7B A9 00 00 40 81 00 01 1...
513	2020-05-21 08:31:18.557	TRC_MI_TCAPUSER_MSG	TC_INVOKE_REQ		21 00 E4 43 00 48 C0 14 40 00 00 02 02 FF 14 00 F...
514	2020-05-21 08:31:18.557	TRC_MI_TCAPUSER_MSG	TC_INVOKE_REQ		26 00 0E 43 00 5C 04 14 40 00 00 03 FF 14 00 F...
515	2020-05-21 08:31:18.557	TRC_MI_TCAPUSER_MSG	TC_CONTINUE_REQ		1E 00 07 43 00 0B 03 0F FF 03 04 14 40 00 00 13 E...
516	2020-05-21 08:31:18.557	TRC_MI_TCAPSCCP_MSG	N_UNITDATA_REQ		8E 00 02 83 82 00 00 00 0E 81 03 0E 1B 0B 12 9...
517	2020-05-21 08:31:18.557	TRC_MI_M3UA_USER	SCCP		02 83 7F A8 7B A9 00 00 40 81 00 01 17 00 14 40 13...
518	2020-05-21 08:31:18.557	TRC_MI_SCPUPUSER_MSG	N_UNITDATA_REQ		4E 00 03 05 83 82 00 00 00 0E 81 03 0E 1B 0B 1...
519	2020-05-21 08:31:18.557	TRC_MI_SCPDPDC_MSG	UDT		8C 00 09 02 03 83 57 A5 7B E9 08 81 03 0E 19 0B 1...
520	2020-05-21 08:31:18.557	TRC_MI_M3UA_USER	SCCP		02 83 7F A8 7B E9 08 81 03 0E 19 0B 12 92 00 11 0...
521	2020-05-21 08:31:18.775	TRC_MI_TCAPSCCP_MSG	N_UNITDATA_IND		3F 00 00 03 83 EE 65 5F 92 01 00 0E 81 03 0E 19 0B...
522	2020-05-21 08:31:18.775	TRC_MI_TCAPUSER_MSG	TC_CONTINUE_IND		0A 08 42 00 41 00 01 02 92 14 40 00 00
523	2020-05-21 08:31:18.775	TRC_MI_TCAPUSER_MSG	TC_INVOKE_IND		13 00 6F 42 00 10 14 40 00 00 00 04 FF 00 00 01
524	2020-05-21 08:31:18.783	<TRC_MI_FROM_CAP	TC_CONTINUE_IND		02 00 27 04 00 00 33 01 00 00 27 04 00 00 01 00...
525	2020-05-21 08:31:18.783	<TRC_MI_FROM_CAP	TC_INVOKE_IND		02 00 27 04 00 00 33 01 00 00 27 04 00 00 01 00...
526	2020-05-21 08:31:18.795	TRC_MI_M3UA_LINKSET	SCCP		01 00 01 01 00 00 40 02 10 00 38 00 00 25 EE 00
527	2020-05-21 08:31:18.783	TRC_MI_MFEAM_SSF	FEAM_SSF_TC_CONTINUE_IND		27 04 00 00 0F 01 00 00 27 04 00 00 12 01 00 00 15...
528	2020-05-21 08:31:18.795	TRC_MI_SSF_MFEAM	SSF_FEAM_TC_END_REQ		27 04 00 00 12 01 00 00 27 04 00 00 0F 01 00 00 15...
529	2020-05-21 08:31:18.796	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		27 04 00 00 01 00 00 27 04 00 00 C8 00 00 0 3...
530	2020-05-21 08:31:18.796	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		27 04 00 00 01 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 0 3...
531	2020-05-21 08:31:18.796	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		27 04 00 00 01 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 0 3...
532	2020-05-21 08:31:18.796	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_MSI_SORT		27 04 00 00 01 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 0 2...
533	2020-05-21 08:31:18.796	TRC_MI_SSF_BILL_TRACE	ISM_CAMEL_BILL_REQ		27 04 00 00 12 01 00 00 27 04 00 00 C1 00 00 0 5...
534	2020-05-21 08:31:18.796	TRC_MI_MBILL_DBMS	DB_QUERY_BILL_MANAGE_TBL		27 04 00 00 01 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 0 8...
535	2020-05-21 08:31:18.796	TRC_MI_MBILL_DBMS	DB_QUERY_BILL_MANAGE_TBL		27 04 00 00 01 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 0 8...
536	2020-05-21 08:31:18.796	TRC_MI_MBILL_DBMS	DB_QUERY_BILL_MANAGE_TBL		27 04 00 00 01 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 0 8...
537	2020-05-21 08:31:18.796	TRC_MI_MBILL_DBMS	DB_QUERY_BILL_MANAGE_TBL		27 04 00 00 01 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 0 8...
538	2020-05-21 08:31:18.796	TRC_MI_MBILL_DBMS	DB_QUERY_BILL_MANAGE_TBL		27 04 00 00 01 00 00 27 04 00 00 C9 00 00 0 8...
539	2020-05-21 08:31:18.796	TRC_MI_SSF_CCF	SSF_CCF_RELEASE_CALL		27 04 00 00 12 01 00 00 27 04 00 00 0F 01 00 00 1F...
540	2020-05-21 08:31:18.796	<TRC_MI_TO_CAP	TC_END_REQ		02 00 27 04 00 00 0F 01 00 00 27 04 00 00 33 01 00...

Figura 3. 31: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 505-540)  
Fuente: Autor

No.	TimeStamp	Msg Interface	Msg Type	Call-ID	Msg Body
541	2020-05-21 08:31:18.796	TRC_MI_TCAPUSER_MSG	TC_END_REQ		10 00 69 43 00 3D 0F 03 04 14 40 00 00 00 04 00...
542	2020-05-21 08:31:18.796	TRC_MI_TCAPSCCP_MSG	N_UNITDATA_REQ		2D 00 02 83 82 00 00 00 0E 81 03 0E 1B 0B 12 9...
543	2020-05-21 08:31:18.807	TRC_MI_M3UA_LINKSET	SCCP		01 00 01 01 00 00 40 02 10 00 38 00 00 25 EE 00
544	2020-05-21 08:31:18.807	TRC_MI_SCPUPUSER_MSG	N_UNITDATA_REQ		27 04 00 00 0F 01 00 00 27 04 00 00 0F 01 00 00 15...
545	2020-05-21 08:31:18.796	TRC_MI_SCPDPDC_MSG	UDT		28 00 09 02 03 83 57 A5 7B E9 08 81 03 0E 19 0B 1...
546	2020-05-21 08:31:18.796	TRC_MI_M3UA_USER	SCCP		02 83 7F A8 7B E9 08 81 03 0E 19 0B 12 92 00 11 0...
547	2020-05-21 08:31:18.807	TRC_MI_CCF_CCB	RELEASE_COMPLETE		27 04 00 00 03 00 00 27 04 00 00 03 00 00 0 1...
548	2020-05-21 08:31:18.807	TRC_MI_M3UA_LINKSET	CMH_CCF_RELEASE_COMPLETE		27 04 00 00 03 00 00 27 04 00 00 03 00 00 0 1...
549	2020-05-21 08:31:18.807	TRC_MI_CM_CCF	CMH_CCF_RELEASE_COMPLETE		27 04 00 00 03 00 00 27 04 00 00 03 00 00 0 1...
550	2020-05-21 08:31:18.807	TRC_MI_CCF_CCB	RELEASE_COMPLETE		27 04 00 00 03 00 00 27 04 00 00 03 00 00 0 1...
551	2020-05-21 08:31:18.808	TRC_MI_M3UA_LINKSET	M3UA_DIRECT_TRANSFER_REQ		27 04 00 00 03 00 00 27 04 00 00 03 00 00 0 1...
552	2020-05-21 08:31:18.808	<TRC_MI_TO_CAP	RN_CC_DISCONNECT		27 04 00 00 E2 00 00 27 04 00 00 32 01 00 00 2F...
553	2020-05-21 08:31:18.808	TRC_MI_SCPUPUSER_MSG	N_DATA_REQ		1C 00 22 03 01 83 6A 01 00 01 16 00 14 40 12 00 0...
554	2020-05-21 08:31:18.808	TRC_MI_SCPDPDC_MSG	DT1		22 00 08 02 00 83 7F A8 7B 99 06 00 40 5F 00 01 18...
555	2020-05-21 08:31:18.808	TRC_MI_M3UA_USER	SCCP		02 83 7F A8 7B 99 06 00 40 5F 00 01 18 00 14 40 12...
556	2020-05-21 08:31:18.836	>TRC_MI_FROM_CAP	RN_CC_RELEASE_COMPLETE		27 04 00 00 32 01 00 00 27 04 00 00 E2 00 00 18...
557	2020-05-21 08:31:18.836	TRC_MI_M3UA_LINKSET	RN_M3UA_DIRECT_TRANSFER		27 04 00 00 E2 00 00 27 04 00 00 03 00 00 0 1...
558	2020-05-21 08:31:18.836	TRC_MI_M3UA_LINKSET	RN_M3UA_DIRECT_TRANSFER		27 04 00 00 E2 00 00 27 04 00 00 03 00 00 0 1...
559	2020-05-21 08:31:18.843	TRC_MI_CM_RABM	CMH0_RABM_RESOURCE_REL_REQ		27 04 00 00 03 00 00 27 04 00 00 03 00 00 0 1...
560	2020-05-21 08:31:18.854	TRC_MI_M3UA_LINKSET	VDR_M3UA_TmsReloc		E5 00 00 00 FA 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 0 0...
561	2020-05-21 08:31:18.843	TRC_MI_M3UA_LINKSET	RABM_M3UA_REL_REQ		27 04 00 00 03 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 0 0...
562	2020-05-21 08:31:18.843	TRC_MI_M3UA_LINKSET	MMI_VLR_TmsRelocReq		27 04 00 00 03 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 0 0...
563	2020-05-21 08:31:18.865	TRC_MI_M3UA_LINKSET	SCCP		01 00 01 01 00 00 02 02 10 00 02 30 00 25 EE 00
564	2020-05-21 08:31:18.865	TRC_MI_M3UA_LINKSET	MMI_RANAP_IU_REL_CMD_REQ		27 04 00 00 DF 00 00 27 04 00 00 E2 00 00 16...
565	2020-05-21 08:31:18.865	<TRC_MI_TO_CAP	IU_RELEASE_COMMAND		27 04 00 00 E2 00 00 27 04 00 00 32 01 00 00 25...
566	2020-05-21 08:31:18.865	TRC_MI_SCPUPUSER_MSG	N_DATA_REQ		12 00 22 03 01 83 6C 01 00 01 00 01 00 08 00 0...
567	2020-05-21 08:31:18.865	TRC_MI_SCPDPDC_MSG	DT1		18 00 06 02 00 83 7F A8 7B A9 00 00 40 81 00 01 0...
568	2020-05-21 08:31:18.865	TRC_MI_M3UA_USER	SCCP		02 83 7F A8 7B A9 00 00 40 81 00 01 00 00 01 00...
569	2020-05-21 08:31:18.907	TRC_MI_M3UA_LINKSET	SCCP		01 00 01 01 00 00 40 02 10 00 19 00 00 25 EE 00
570	2020-05-21 08:31:18.907	>TRC_MI_FROM_CAP	IU_RELEASE_COMPLETE		27 04 00 00 32 01 00 00 27 04 00 00 E2 00 00 0F...
571	2020-05-21 08:31:18.907	TRC_MI_RANAP_IU	RN_M3UA_REL_RELEASE_COMPLETE		27 04 00 00 E2 00 00 27 04 00 00 03 00 00 0 1...
572	2020-05-21 08:31:18.907	TRC_MI_CM_RABM	CMH0_RABM_RESOURCE_REL_REQ		27 04 00 00 DF 00 00 27 04 00 00 03 00 00 0 1...
573	2020-05-21 08:31:18.907	TRC_MI_M3UA_LINKSET	MMI_VLR_SETMIBESTATUS		27 04 00 00 DF 00 00 27 04 00 00 FA 00 00 0 0...
574	2020-05-21 08:31:18.907	TRC_MI_SCPUPUSER_MSG	RN_DISCONNECT_REQ		07 00 00 03 01 83 C0 01 00 00 05 01 00 01 00 00 0...
575	2020-05-21 08:31:18.907	TRC_MI_SCPDPDC_MSG	RLSD		0E 04 02 00 83 7F A8 7B A9 04 00 40 61 03 F0 9 0...
576	2020-05-21 08:31:18.907	TRC_MI_M3UA_USER	SCCP		02 83 7F A8 7B A9 04 00 40 61 03 F0 9B 00 00 00...

Figura 3. 32: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 541-576)  
Fuente: Autor

No.	TimeStamp	Msg Interface	Msg Type	Call-ID	Msg Body
577	2020-05-21 08:31:18.915	TRC_MI_SM_CRO	SMMSG_RELEASE_TERM_REQ		27 04 00 00 19 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 28...
578	2020-05-21 08:31:18.915	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 79...
579	2020-05-21 08:31:18.915	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_RELEASE_LT		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 79...
580	2020-05-21 08:31:18.915	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 9C...
581	2020-05-21 08:31:18.915	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 9C...
582	2020-05-21 08:31:18.915	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 79...
583	2020-05-21 08:31:18.916	TRC_MI_VLR_MM	VLR_MM_SemStausack		E5 00 00 00 FA 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 0 0...
584	2020-05-21 08:31:19.040	<TRC_MI_TO_H248	SUB_REQ		00 00 01 91 00 00 01 79 00 00 01 91 00 00 01 79 00...
585	2020-05-21 08:31:19.041	>TRC_MI_FROM_H248	SUB_REPLY		00 00 01 91 00 00 01 79 00 00 01 91 00 00 01 79 00...
586	2020-05-21 08:31:19.043	TRC_MI_H248_CRO	H248MSG_RELEASE_TERM_RSP		91 01 00 00 79 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 40...
587	2020-05-21 08:31:19.043	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 9C...
588	2020-05-21 08:31:19.043	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 9C...
589	2020-05-21 08:31:19.043	TRC_MI_CRO_SM	SMMSG_RELEASE_TERM_RSP		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 19 01 00 00 22...
590	2020-05-21 08:31:19.043	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 79...
591	2020-05-21 08:31:19.047	>TRC_MI_FROM_IU	RN_LOC_RELEASE		27 04 00 00 32 01 00 00 27 04 00 00 E2 00 00 16...
592	2020-05-21 08:31:19.047	TRC_MI_RANAP_MM	RN_MM_DIRECT_TRANSFER		27 04 00 00 E2 00 00 27 04 00 00 03 00 00 0 1...
593	2020-05-21 08:31:19.047	TRC_MI_MM_CMI	MM_CMI_DATA_IND		27 04 00 00 DF 00 00 27 04 00 00 03 00 00 0 0...
594	2020-05-21 08:31:19.059	TRC_MI_CM_MMI	CM_MMI_MIMCC_DATA_REQ		27 04 00 00 D3 00 00 27 04 00 00 03 00 00 0 0...
595	2020-05-21 08:31:19.059	TRC_MI_M3UA_LINKSET	SCCP		01 00 01 01 00 00 40 02 10 00 2E 00 00 25 EE 00
596	2020-05-21 08:31:19.059	TRC_MI_CM_RABM	CMH0_RABM_RESOURCE_REL_REQ		27 04 00 00 D3 00 00 27 04 00 00 03 00 00 0 1...
597	2020-05-21 08:31:19.059	TRC_MI_RABM_MM	RABM_MMHO_REL_REQ		27 04 00 00 19 01 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 0 0...
598	2020-05-21 08:31:19.059	TRC_MI_MM_RANAP			

No.	TimeStamp	Msg Interface	Msg Type	Call-ID	Msg Body
597	2020-05-21 08:31:19.059	TRC_MI_RABM_MM	RABM_MMHO_REL_REQ		27 04 00 00 19 01 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 00 0
598	2020-05-21 08:31:19.059	TRC_MI_MM_RANAP	MM_RANAP_DIRECT_TRANSFER_REQ		27 04 00 00 DF 00 00 00 27 04 00 00 E2 00 00 0 2
599	2020-05-21 08:31:19.059	TRC_MI_MM_VLR	MM_VLR_TmrReloc_Req		27 04 00 00 DF 00 00 00 27 04 00 00 FA 00 00 0 1
600	2020-05-21 08:31:19.059	TRC_MI_TO_UU	RN_CC_RELEASE_COMPLETE		27 04 00 00 E2 00 00 00 27 04 00 00 32 01 00 00 30
601	2020-05-21 08:31:19.060	TRC_MI_SCPUSER_MSG	N_DATA_REQ		1D 00 22 03 01 83 8A 01 00 01 17 00 14 40 13 0 0
602	2020-05-21 08:31:19.060	TRC_MI_SCCPDCP_MSG	DT1		23 00 06 02 00 83 7F A8 7B 99 06 00 40 5F 01 17
603	2020-05-21 08:31:19.060	TRC_MI_M3UA_USER	SCCP		02 83 7F A8 7B 99 06 00 40 5F 00 01 17 00 14 40 13
604	2020-05-21 08:31:19.064	TRC_MI_VLR_MM	VDR_MM_TmrReloc		CC 00 00 00 FA 00 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 00 0
605	2020-05-21 08:31:19.074	TRC_MI_M3UA_LINKSET	SCCP		91 00 01 01 00 00 25 02 10 00 23 00 00 25 E5 0
606	2020-05-21 08:31:19.075	TRC_MI_MM_RANAP	MM_RANAP_IU_REL_CMD_REQ		27 04 00 00 DF 00 00 00 27 04 00 00 E2 00 00 0 1
607	2020-05-21 08:31:19.075	TRC_MI_TO_UU	IU_RELEASE_COIMMAND		27 04 00 00 E2 00 00 00 27 04 00 00 32 01 00 00 25
608	2020-05-21 08:31:19.075	TRC_MI_SCPUSER_MSG	N_DATA_REQ		12 00 22 03 01 83 8A 01 00 01 0C 01 01 00 08 0 0
609	2020-05-21 08:31:19.075	TRC_MI_SCCPDCP_MSG	DT1		18 00 06 02 00 83 7F A8 7B 99 06 00 40 5F 01 0
610	2020-05-21 08:31:19.075	TRC_MI_M3UA_USER	SCCP		02 83 7F A8 7B 99 06 00 40 5F 00 01 0C 00 01 00 0
611	2020-05-21 08:31:19.119	TRC_MI_M3UA_LINKSET	SCCP		01 00 01 01 00 00 25 02 10 00 19 00 00 25 E5 00
612	2020-05-21 08:31:19.119	TRC_MI_FROM_IU	IU_RELEASE_COMPLETE		27 04 00 00 32 01 00 00 27 04 00 00 E2 00 00 0F
613	2020-05-21 08:31:19.119	TRC_MI_RANAP_MM	RN_MM_IU_RELEASE_COMPLETE		27 04 00 00 E2 00 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 0 1
614	2020-05-21 08:31:19.119	TRC_MI_MM_RABM	MMHO_RABM_REL_IND		27 04 00 00 DF 00 00 00 27 04 00 00 19 01 00 0 0
615	2020-05-21 08:31:19.119	TRC_MI_MM_VLR	MM_VLR_SETHOBELESTATUS		27 04 00 00 DF 00 00 00 27 04 00 00 FA 00 00 0 1
616	2020-05-21 08:31:19.119	TRC_MI_SCPUSER_MSG	N_DISCONNECT_REQ		07 00 24 03 01 83 8A 01 00 05 01 00
617	2020-05-21 08:31:19.119	TRC_MI_SCCPDCP_MSG	RLSD		0E 00 04 02 00 83 7F A8 7B 99 04 00 40 5F 03 P0 9
618	2020-05-21 08:31:19.119	TRC_MI_M3UA_USER	SCCP		02 83 7F A8 7B 99 04 00 40 5F 03 9A 00 00
619	2020-05-21 08:31:19.131	TRC_MI_SM_CRO	SMMSG_RELEASE_TERM_REQ		27 04 00 00 19 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 28
620	2020-05-21 08:31:19.132	TRC_MI_VLR_MM	VLR_MM_SmMStatusAck		CC 00 00 00 FA 00 00 00 27 04 00 00 DF 00 00 0 1
621	2020-05-21 08:31:19.131	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 78
622	2020-05-21 08:31:19.131	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_RELEASE_LT		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 07
623	2020-05-21 08:31:19.131	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LT_STATE		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 9C
624	2020-05-21 08:31:19.131	TRC_MI_CRO_H248	H248MSG_RELEASE_TERM_REQ		27 04 00 00 77 01 00 00 01 01 00 00 79 01 00 00 41
625	2020-05-21 08:31:19.131	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 78
626	2020-05-21 08:31:19.156	TRC_MI_TO_H248	SUB_REQ		00 00 01 91 00 00 01 78 00 00 01 91 00 00 01 2C 00
627	2020-05-21 08:31:19.247	TRC_MI_H248_CRO	H248MSG_RELEASE_TERM_RSP		81 01 00 00 79 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 40
628	2020-05-21 08:31:19.247	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LT_STATE		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 9C
629	2020-05-21 08:31:19.247	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_RELEASE_LT_STATE		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 9C
630	2020-05-21 08:31:19.247	TRC_MI_CRO_SM	SMMSG_RELEASE_TERM_RSP		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 19 01 00 00 22
631	2020-05-21 08:31:19.247	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		27 04 00 00 77 01 00 00 27 04 00 00 77 01 00 00 78
632	2020-05-21 08:31:19.245	TRC_MI_FROM_H248	SUB_REPLY		00 00 01 91 00 00 01 2C 00 00 01 91 00 00 01 78 00

Figura 3. 34: Trazado de llamada de 3G-3G (señalización 597-632)

Fuente: Autor

### 3.8.3 Flujo de llamada VoLTE-VoLTE

La señalización de la llamada VoLTE-VoLTE es la siguiente:

- UE inicia la llamada VoLTE. Por lo tanto, se conoce como terminal VoLTE de origen.
- El mensaje INVITE se transmite al terminal de terminación VoLTE a través de P-CSCF/S-CSCF/TAS. El mensaje consta de ID de terminal, códigos utilizados por el terminal de origen.
- El terminal de terminación responde con "183 progresos de la sesión". Este mensaje lleva los códecs usados por el terminal de terminación.
- El P-CSCF recibe el mensaje antedicho y señala PCRF para establecer portador dedicado para los medios de voz.
- El portador dedicado es establecido por PGW, SGW, eNB y terminal de origen. QCI apropiado se asigna a dicho portador dedicado. QCI del valor 1 se utiliza para el habla conversacional.
- Paralelamente, P-CSCF reenvía el mensaje "183 session progress" al terminal de origen. Usando esto, el terminal de origen compara los códecs del terminal de terminación con el suyo propio y decide qué tipo de códec se utilizará más.
- El terminal de origen envía PRACK al terminal de terminación que notifica el códec que se utilizará. El terminal de terminación responde con "200 OK".

-Esto establece al portador de voz. Esto se confirma mediante el inicio del mensaje "UPDATE" desde el terminal de origen y la respuesta de "200 OK" desde el terminal de terminación.

-Después de la confirmación, el terminal de terminación comienza a sonar.

-El terminal de terminación transmite el mensaje "PRACK" que confirma el timbre.

-El terminal responde a la llamada.

-El terminal de terminación envía "200 OK" al terminal de origen. Esto indica que se ha respondido a la llamada. Esto se refiere al establecimiento de la sesión. Ahora el tráfico de voz puede fluir a través del portador de voz dedicado establecido que utiliza el QCI del valor 1.

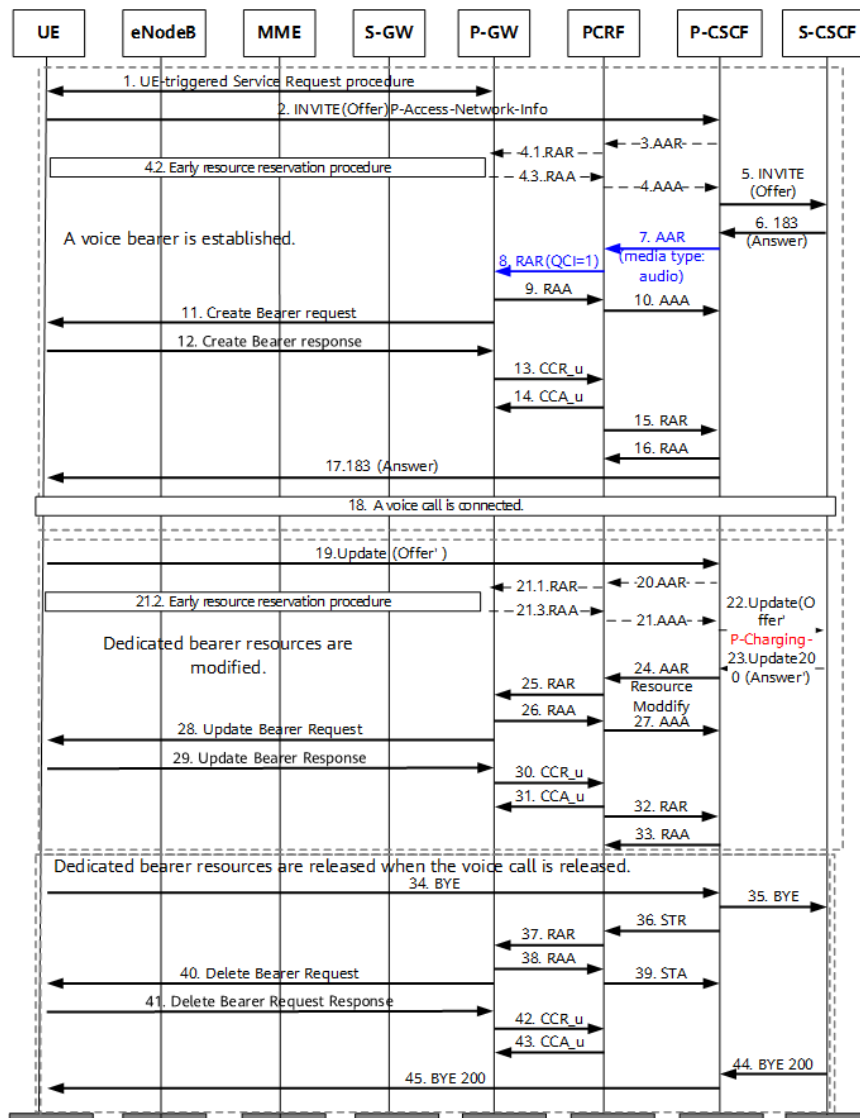


Figura 3. 35: Flujo de llamada de tecnología VoLTE-VoLTE

Fuente: Autor

### 3.8.4 Trazado de llamada de tecnología VoLTE-VoLTE

No.	TimeStamp	Msg Interface	Msg Type	Call-ID	Msg Body
1	2020-02-14 14:57:33.088	>TRC_MI_FROM_SIP	INVITE	f3cdp06036echuc608cguh60f	49 4E 56 49 54 45 20 74 65 6C 3A 42 32 30 35 35 3...
2	2020-02-14 14:57:33.088	<TRC_MI_TO_SIP	100	f3cdp06036echuc608cguh60f	53 49 50 2F 32 2E 30 20 31 30 30 20 54 72 79 59 5E...
3	2020-02-14 14:57:33.090	TRC_MI_SIPAPP_CR	SIPAPP_CB_TRACE		13 04 00 00 5E 01 00 00 13 04 00 00 5E 01 00 00 90
4	2020-02-14 14:57:33.090	TRC_MI_SIPAPP_SIPSL	SIPAPP_SETUP		13 04 00 00 5E 01 00 00 13 04 00 00 16 01 00 00 C
5	2020-02-14 14:57:33.090	TRC_MI_SIPSL_SIPAPP	SIPSL_SETUPACK		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 5E 01 00 00 0
6	2020-02-14 14:57:33.090	TRC_MI_SIP_SOFTPARA	SIP_SOFTPARA_VALUE		51 00 FF FF DB FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
7	2020-02-14 14:57:33.090	TRC_MI_TBL_TRACE	SIP_OFFICE_TYPE_TRUNK		25 00 01 00 00 00 59 67 00 68 20 00 00 FF FF FF
8	2020-02-14 14:57:33.090	TRC_MI_SIP_CC	SIP_CC_SETUP		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 D1 00 00 00 3F
9	2020-02-14 14:57:33.090	TRC_MI_SIPSL_CR	SIPSL_CB_TRACE		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 16 01 00 00 2B
10	2020-02-14 14:57:33.090	TRC_MI_SIPAPP_CR	SIPAPP_CB_TRACE		13 04 00 00 5E 01 00 00 13 04 00 00 5E 01 00 00 90
11	2020-02-14 14:57:33.097	TRC_MI_MCCB_SIP	MCCB_SIP_SETUP_ACKNOWLEDGE		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 16 01 00 00 07
12	2020-02-14 14:57:33.097	TRC_MI_SYS_SOFTPARA_TRACE	SYS_SOFTPARA_VALUE1		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 D1 00 00 00 0
13	2020-02-14 14:57:33.097	TRC_MI_SYS_SOFTPARA_TRACE	SYS_SOFTPARA_VALUE2		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 D1 00 00 00 0
14	2020-02-14 14:57:33.097	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_INTER_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 C9 00 00 00 B
15	2020-02-14 14:57:33.097	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_TRUNK_GROUP		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 C9 00 00 00 6
16	2020-02-14 14:57:33.097	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_INTER_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 C9 00 00 00 B
17	2020-02-14 14:57:33.097	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_DN_ANALYSIS		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 C9 00 00 00 9
18	2020-02-14 14:57:33.097	TRC_MI_MCCB_MCCB	MCCB_MCCB_INFORMATION		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 D1 00 00 00 0
19	2020-02-14 14:57:33.098	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_DN_ANALYSIS		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 C9 00 00 00 9
20	2020-02-14 14:57:33.098	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_NPENNUMANA		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 C9 00 00 00 6
21	2020-02-14 14:57:33.098	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 C9 00 00 00 3
22	2020-02-14 14:57:33.098	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 C9 00 00 00 3
23	2020-02-14 14:57:33.114	TRC_MI_MCCB_CDB	MCCB_CDB_DB_QUERY_ROUTE_NUMBER		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 C9 00 00 00 2
24	2020-02-14 14:57:33.114	TRC_MI_MCCB_CDB	MCCB_CDB_DB_OFC_HUNT		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 C9 00 00 00 0
25	2020-02-14 14:57:33.117	TRC_MI_CDB_MCCB	CDB_MCCB_DB_OFC_HUNT		66 00 00 00 C9 00 00 00 13 04 00 00 D1 00 00 00 F
26	2020-02-14 14:57:33.117	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 C9 00 00 00 6
27	2020-02-14 14:57:33.117	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_TRUNK_GROUP		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 C9 00 00 00 6
28	2020-02-14 14:57:33.118	TRC_MI_MCCB_SIP	MCCB_SIP_MGW_INFO		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 16 01 00 00 45
29	2020-02-14 14:57:33.118	TRC_MI_SIP_CODECLST	SIP_CODEG_CODECLST_INTERSET		51 00 FF 07 00 83 02 6E 00 00 00 00 83 02 6E 00
30	2020-02-14 14:57:33.118	TRC_MI_SM_CRO	SMMSG_PREPARE_BEARER_REQ		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 FF
31	2020-02-14 14:57:33.118	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_DB_QUERY_MCPRIORITY		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 C
32	2020-02-14 14:57:33.118	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 79
33	2020-02-14 14:57:33.118	TRC_MI_CRO_H248	H248MSG_PREPARE_BEARER_REQ		13 04 00 00 77 01 00 00 C1 01 00 00 79 01 00 00 01
34	2020-02-14 14:57:33.118	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 79
35	2020-02-14 14:57:33.130	<TRC_MI_TO_H248	ADD_REQ		00 00 01 C1 00 00 01 79 00 00 01 C1 00 00 01 2C 0
36	2020-02-14 14:57:33.242	>TRC_MI_FROM_H248	ADD_REPLY		00 00 01 C1 00 00 01 2C 00 00 01 C1 00 00 01 79 0

Figura 3. 36: Trazado de llamada de VoLTE-VoLTE (señalización 1-36)  
Fuente: Autor

No.	TimeStamp	Msg Interface	Msg Type	Call-ID	Msg Body
37	2020-02-14 14:57:33.242	>TRC_MI_FROM_H248	NTFY_REQ		00 00 01 C1 00 00 01 2C 00 00 01 C1 00 00 01 79 0
38	2020-02-14 14:57:33.242	<TRC_MI_TO_H248	NTFY_REPLY		00 00 01 C1 00 00 01 79 00 00 01 C1 00 00 01 2C 0
39	2020-02-14 14:57:33.245	TRC_MI_H248_CRO	H248MSG_PREPARE_BEARER_RSP		C1 01 00 00 79 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 06
40	2020-02-14 14:57:33.245	TRC_MI_CRO_SM	SMMSG_PREPARE_BEARER_RSP		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 16 01 00 00 04
41	2020-02-14 14:57:33.245	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LI_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 9C
42	2020-02-14 14:57:33.245	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 79
43	2020-02-14 14:57:33.245	TRC_MI_H248_CRO	H248MSG_BEARER_ESTABLISHED_IND		C1 01 00 00 79 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 38
44	2020-02-14 14:57:33.245	TRC_MI_CRO_SM	SMMSG_BEARER_ESTABLISHED_IND		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 16 01 00 00 1C
45	2020-02-14 14:57:33.253	TRC_MI_SIP_CC	SIP_CC_BEARER_INFO		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 D1 00 00 00 4
46	2020-02-14 14:57:33.253	TRC_MI_SIPSL_CR	SIPSL_CB_TRACE		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 16 01 00 00 2B
47	2020-02-14 14:57:33.253	TRC_MI_SIP_CC	SIP_CC_BEARER_INFO		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 D1 00 00 00 25
48	2020-02-14 14:57:33.266	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 C9 00 00 00 3
49	2020-02-14 14:57:33.266	TRC_MI_MCCB_BICC	MCCB_BICC_SETUP		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 E9 00 00 00 3
50	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_TRUNK_GROUP		21 04 00 00 E9 00 00 00 21 04 00 00 C9 00 00 00 A
51	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_BICC_TRUNK_GRO...		21 04 00 00 E9 00 00 00 21 04 00 00 C9 00 00 00 1
52	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_COMPRESSFLAG_B...		21 04 00 00 E9 00 00 00 21 04 00 00 C9 00 00 00 0
53	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_TRUNK_GROUP		21 04 00 00 E9 00 00 00 21 04 00 00 C9 00 00 00 A
54	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_BICC_TRUNK_GRO...		21 04 00 00 E9 00 00 00 21 04 00 00 C9 00 00 00 1
55	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_BAP_CB		79 01 01 00 21 04 00 00 E9 00 00 00 21 04 00 00 E9
56	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CPC_CB		79 01 01 00 21 04 00 00 E9 00 00 00 21 04 00 00 E9
57	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_SOFT_PARA		79 01 1B 00 21 04 00 00 E9 00 00 00 21 04 00 00 E
58	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_OFC_CB		79 01 06 00 21 04 00 00 E9 00 00 00 21 04 00 00 E9
59	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_OFFICE_CODEG_C...		21 04 00 00 E9 00 00 00 21 04 00 00 C9 00 00 00 3
60	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_TRUNK_GROUP		21 04 00 00 E9 00 00 00 21 04 00 00 C9 00 00 00 A
61	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_BICC_TRUNK_GRO...		21 04 00 00 E9 00 00 00 21 04 00 00 C9 00 00 00 1
62	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_MGW		21 04 00 00 E9 00 00 00 21 04 00 00 C9 00 00 00 6
63	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_MGW_CODEG		21 04 00 00 E9 00 00 00 21 04 00 00 C9 00 00 00 2
64	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_CODEG	GET_CODEG_INTERSECTION		01 BF 5D 09 00 E9 00 00 FF 00 00 00 06 FF FF 0
65	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_CODEG	SET_CODEG_INTERSECTION		01 BF 5D 09 00 E9 00 00 00 00 00 00 06 FF FF 0
66	2020-02-14 14:57:33.273	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 79
67	2020-02-14 14:57:33.273	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_GET_LI_TOPO_RSP		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 BF
68	2020-02-14 14:57:33.273	TRC_MI_CRO_H248	H248MSG_PREPARE_BEARER_REQ		13 04 00 00 77 01 00 00 C1 01 00 00 79 01 00 00 62
69	2020-02-14 14:57:33.273	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 79
70	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_TRUNK_GROUP		21 04 00 00 E9 00 00 00 21 04 00 00 C9 00 00 00 A
71	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_BICC_TRUNK_GRO...		21 04 00 00 E9 00 00 00 21 04 00 00 C9 00 00 00 1
72	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_CCB	BICC_TO_CCB_TYPE_SETUP_ACKNOWLEDGE		21 04 00 00 E9 00 00 00 13 04 00 00 D1 00 00 00 6

Figura 3. 37: Trazado de llamada de VoLTE-VoLTE (señalización 37-72)  
Fuente: Autor

Trace Viewer [C:\Users\C80055040\Desktop\CDR for CS 5-18-2020\Trazas Juan Jose\VolTE\13.1.3 MSXD\1\_UserInterface\_2020-02-14-14-58-23.ptmrf]

No.	TimeStamp	Msg Interface	Msg Type	Call-ID	Msg Body
73	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_TRUNK_GROUP		21 04 00 09 00 00 00 21 04 00 09 00 00 0 A...
74	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_TRUNK_GRO...		21 04 00 09 00 00 00 21 04 00 09 00 00 1...
75	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_TRUNK_GROUP		21 04 00 09 00 00 00 21 04 00 09 00 00 1...
76	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_BICC_TRUNK_GRO...		21 04 00 09 00 00 00 21 04 00 09 00 00 1...
77	2020-02-14 14:57:33.268	TRC_MI_SM_CRO	SMMSG_PREPARE_BEARER_REQ		21 04 00 09 00 00 00 13 04 00 07 01 00 00 84
78	2020-02-14 14:57:33.268	<TRC_MI_TO_H248	ADD_REQ		00 00 01 C1 00 00 01 78 00 00 01 C1 00 00 01 2C 0
79	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_H248_CRO	H248MSG_PREPARE_BEARER_RSP		C1 01 00 00 79 01 00 00 13 04 00 07 01 00 05 05
80	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_CRO_SM	SMMSG_PREPARE_BEARER_RSP		13 04 00 07 01 00 00 21 04 00 09 00 00 04
81	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LT_STATE		13 04 00 07 01 00 00 13 04 00 07 01 00 00 9C
82	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		13 04 00 07 01 00 00 13 04 00 07 01 00 00 79
83	2020-02-14 14:57:33.270	>TRC_MI_FROM_H248	ADD_REPLY		00 00 01 C1 00 00 01 2C 00 00 01 C1 00 00 01 79 0...
84	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_BAP_CB		79 01 01 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
85	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CPC_CB		79 01 01 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
86	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CB_TRACE		01 00 01 01 00 00 00 02 10 00 02 00 00 25 E D...
87	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_DATA_PREPARE_FORWARD_BNC		79 01 0B 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
88	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_TRUNK_GROUP		21 04 00 09 00 00 00 21 04 00 09 00 00 0 A...
89	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_BICC_TRUNK_GRO...		21 04 00 09 00 00 00 21 04 00 09 00 00 0 3...
90	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_TRUNK_CARRIER		21 04 00 09 00 00 00 21 04 00 09 00 00 0 C...
91	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_GET_BSN_FROM_CIC		21 04 00 09 00 00 00 21 04 00 09 00 00 0 1...
92	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_BICC	BICC_TYPE_APM		00 00 04 21 E9 00 00 00 21 04 00 00 31 01 00 00 F...
93	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_BAP_CB		79 01 01 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
94	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CPC_CB		79 01 01 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
95	2020-02-14 14:57:33.272	<TRC_MI_TO_BICC	TO_BICC_TYPE_APM		FF FF FF FF 07 00 04 02 EE 25 00 00 CB 25 00 F...
96	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_H248_USER	BICC		02 80 CB 45 78 59 11 0C 00 00 01 11 48 00 0A 00...
97	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_GET_BSN_FROM_CIC		21 04 00 09 00 00 00 21 04 00 09 00 00 0 1...
98	2020-02-14 14:57:33.272	>TRC_MI_FROM_BICC	FROM_BICC_TYPE_APM		FF FF FF FF 07 00 04 02 CB 25 00 00 EE 25 00 F...
99	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_BICC	BICC_TYPE_APM		00 00 01 9C E9 00 00 00 21 04 00 00 E9 00 00 0 C...
100	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_BAP_CB		79 01 01 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
101	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CPC_CB		79 01 01 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
102	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_TRUNK_GROUP		21 04 00 09 00 00 00 21 04 00 09 00 00 0 C...
103	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_BICC_TRUNK_GRO...		21 04 00 09 00 00 00 21 04 00 09 00 00 0 1...
104	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_CODE_C	GET_CODE_C		01 BF 5D 09 08 09 00 00 FF 0F 0E 0F 0E 80 00 0...
105	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_CODE_C	GET_CODE_C_INTERSECTION		01 BF 5D 09 08 09 00 00 FF 0F 0E 0F 0E 80 00 0...
106	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_SM_CRO	SMMSG_ESTABLISH_BEARER_REQ		21 04 00 09 00 00 00 13 04 00 07 01 00 00 9B
107	2020-02-14 14:57:33.272	TRC_MI_SM_CRO	SMMSG_ESTABLISH_BEARER_REQ		21 04 00 09 00 00 00 13 04 00 07 01 00 00 9B
108	2020-02-14 14:57:33.277	TRC_MI_MCCB_SIP	MCCB_SIP_BEARER_INFO		13 04 00 00 D1 00 00 00 13 04 00 00 16 01 00 00 5

Figura 3. 38: Trazado de llamada de VoLTE-VoLTE (señalización 73-108)  
Fuente: Autor

Trace Viewer [C:\Users\C80055040\Desktop\CDR for CS 5-18-2020\Trazas Juan Jose\VolTE\13.1.3 MSXD\1\_UserInterface\_2020-02-14-14-58-23.ptmrf]

No.	TimeStamp	Msg Interface	Msg Type	Call-ID	Msg Body
109	2020-02-14 14:57:33.477	TRC_MI_SIP_CODECLST	SIP_CODE_C_CODECLST_INTERSET		51 00 FF FF 01 80 02 02 09 AD 0E 00 FF FF FF F
110	2020-02-14 14:57:33.478	TRC_MI_SM_CRO	SMMSG_MODIFY_CHAR_REQ		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 07 01 00 00 B5
111	2020-02-14 14:57:33.478	TRC_MI_SIP_SIPAPP	SIP_SIP_APP_INFO		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 07 01 00 00 69
112	2020-02-14 14:57:33.478	TRC_MI_SM_CRO	SMMSG_MODIFY_CHAR_REQ		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 07 01 00 00 B5
113	2020-02-14 14:57:33.478	<TRC_MI_TO_SIP	183		53 49 50 2F 32 2E 30 20 31 38 33 20 5E 65 73 73 69
114	2020-02-14 14:57:33.478	TRC_MI_SIPAPP_CR	SIPAPP_CB_TRACE		13 04 00 00 5E 01 00 00 13 04 00 00 5E 01 00 00 90
115	2020-02-14 14:57:33.478	TRC_MI_CRO_H248	H248MSG_ESTABLISH_BEARER_BY_MOD_REQ		13 04 00 07 01 00 00 C1 01 00 00 79 01 00 00 40
116	2020-02-14 14:57:33.478	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LT_STATE		13 04 00 07 01 00 00 13 04 00 07 01 00 00 79
117	2020-02-14 14:57:33.514	<TRC_MI_TO_H248	MOD_REQ		00 00 01 C1 00 00 01 78 00 00 01 C1 00 00 01 2C 0
118	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_H248_CRO	H248MSG_ESTABLISH_BEARER_BY_MOD_RSP		C1 01 00 00 79 01 00 00 13 04 00 07 01 00 00 40
119	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_CRO_SM	SMMSG_ESTABLISH_BEARER_RSP		13 04 00 07 01 00 00 21 04 00 09 00 00 00 14
120	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LT_STATE		13 04 00 07 01 00 00 13 04 00 07 01 00 00 79
121	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_CRO_H248	H248MSG_MODIFY_CHAR_REQ		13 04 00 07 01 00 00 C1 01 00 00 79 01 00 00 E
122	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		13 04 00 07 01 00 00 13 04 00 07 01 00 00 79
123	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_H248_CRO	H248MSG_TUNNEL_INFO_UP_IND		C1 01 00 00 79 01 00 00 13 04 00 07 01 00 00 3
124	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_CRO_SM	SMMSG_TUNNEL_INFO_UP_IND		13 04 00 07 01 00 00 21 04 00 09 00 00 00 20
125	2020-02-14 14:57:33.562	>TRC_MI_FROM_H248	MOD_REPLY		00 00 01 C1 00 00 01 2C 00 00 01 C1 00 00 01 79 0...
126	2020-02-14 14:57:33.562	<TRC_MI_TO_H248	NTFY_REQ		00 00 01 C1 00 00 01 78 00 00 01 C1 00 00 01 2C 0
127	2020-02-14 14:57:33.562	<TRC_MI_TO_H248	NTFY_REPLY		00 00 01 C1 00 00 01 78 00 00 01 C1 00 00 01 2C 0
128	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_BAP_CB		79 01 01 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
129	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CPC_CB		79 01 01 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
130	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_BAP_CB		79 01 01 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
131	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CPC_CB		79 01 01 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
132	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CB_TRACE		01 00 01 01 00 00 00 02 10 00 02 00 00 25 E D...
133	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_DATA_PREPARE_TUNNEL_DATA		79 01 0E 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
134	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_GET_BSN_FROM_CIC		21 04 00 09 00 00 00 21 04 00 09 00 00 0 1...
135	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_BICC_BICC	BICC_TYPE_APM		00 00 04 21 E9 00 00 00 21 04 00 00 31 01 00 00 C...
136	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_BAP_CB		79 01 01 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
137	2020-02-14 14:57:33.564	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CPC_CB		79 01 01 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
138	2020-02-14 14:57:33.564	<TRC_MI_TO_BICC	TO_BICC_TYPE_APM		FF FF FF FF 07 00 04 02 EE 25 00 00 CB 25 00 F...
139	2020-02-14 14:57:33.602	TRC_MI_H248_USER	BICC		02 80 CB 45 78 59 11 0C 00 00 01 11 48 00 0A 00...
140	2020-02-14 14:57:33.602	<TRC_MI_TO_H248	MOD_REQ		00 00 01 C1 00 00 01 78 00 00 01 C1 00 00 01 2C 0
141	2020-02-14 14:57:33.648	TRC_MI_H248_CRO	H248MSG_MODIFY_CHAR_RSP		C1 01 00 00 79 01 00 00 13 04 00 07 01 00 00 40
142	2020-02-14 14:57:33.648	TRC_MI_CRO_SM	SMMSG_MODIFY_CHAR_RSP		13 04 00 07 01 00 00 13 04 00 07 01 00 00 14
143	2020-02-14 14:57:33.648	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LT_STATE		13 04 00 07 01 00 00 13 04 00 07 01 00 00 79
144	2020-02-14 14:57:33.648	TRC_MI_H248_CRO	H248MSG_BEARER_ESTABLISHED_IND		C1 01 00 00 79 01 00 00 13 04 00 07 01 00 00 38

Figura 3. 39: Trazado de llamada de VoLTE-VoLTE (señalización 109-144)  
Fuente: Autor

Trace Viewer [C:\Users\C80055040\Desktop\CDR for CS 5-18-2020\Trazas Juan Jose\VolTE\13.1.3 MSXD\1\_UserInterface\_2020-02-14-14-58-23.ptmrf]

No.	TimeStamp	Msg Interface	Msg Type	Call-ID	Msg Body
145	2020-02-14 14:57:33.648	TRC_MI_CRO_SM	SMMSG_BEARER_ESTABLISHED_IND		13 04 00 07 01 00 00 13 04 00 07 01 00 00 10
146	2020-02-14 14:57:33.646	>TRC_MI_FROM_H248	MOD_REPLY		00 00 01 C1 00 00 01 2C 00 00 01 C1 00 00 01 79 0...
147	2020-02-14 14:57:33.646	>TRC_MI_FROM_H248	NTFY_REQ		00 00 01 C1 00 00 01 2C 00 00 01 C1 00 00 01 79 0...
148	2020-02-14 14:57:33.646	<TRC_MI_TO_H248	NTFY_REPLY		00 00 01 C1 00 00 01 78 00 00 01 C1 00 00 01 2C 0
149	2020-02-14 14:57:33.653	TRC_MI_SIP_CC	SIP_CC_BEARER_INFO		21 04 00 09 00 00 00 13 04 00 07 01 00 00 42
150	2020-02-14 14:57:33.653	TRC_MI_SIP_CC	SIP_CC_BEARER_INFO		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 D1 00 00 00 25
151	2020-02-14 14:57:33.653	TRC_MI_SIP_CC	SIP_CC_CONTINUITY		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 D1 00 00 00 07
152	2020-02-14 14:57:33.661	TRC_MI_MCCB_BICC	MCCB_BICC_CONTINUITY		13 04 00 00 D1 00 00 00 21 04 00 09 00 00 00 0
153	2020-02-14 14:57:33.660	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_BAP_CB		79 01 01 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
154	2020-02-14 14:57:33.660	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CPC_CB		79 01 01 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
155	2020-02-14 14:57:33.700	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_TO_DB_TYPE_GET_BSN_FROM_CIC		21 04 00 09 00 00 00 21 04 00 09 00 00 0 1...
156	2020-02-14 14:57:33.700	>TRC_MI_FROM_BICC	FROM_BICC_TYPE_APM		FF FF FF FF 07 00 04 02 CB 25 00 00 EE 25 00 F...
157	2020-02-14 14:57:33.700	TRC_MI_BICC_BICC	BICC_TYPE_APM		00 00 01 9C E9 00 00 00 21 04 00 00 E9 00 00 0 C...
158	2020-02-14 14:57:33.700	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_BAP_CB		79 01 01 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
159	2020-02-14 14:57:33.700	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CPC_CB		79 01 01 00 21 04 00 09 00 00 21 04 00 09 00
160	2020-02-14 14:57:33.700	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_TRUNK_GROUP		21 04 00 09 00 00 00 21 04 00 09 00 00 0 C...
161	2020-02-14 14:57:33.700	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_BICC_TRUNK_GRO...		21 04 00 09 00 00 00 21 04 00 09 00 00 0 1...
162	2020-02-14 14:57:33.700	TRC_MI_SM_CRO	SMMSG_TUNNEL_INFO_DOWN_REQ		21 04 00 09 00 00 00 13 04 00 07 01 00 00 42
163	2020-02-14 14:57:33.705	TRC_MI_CRO_H248	H248MSG_TUNNEL_INFO_DOWN_REQ		13 04 00 07 01 00 00 C1 01 00 00 79 01 00 00 1
164	2020-02-14 14:57:33.742	<TRC_MI_TO_H248	MOD_REQ		00 00 01 C1 00 00 01 78 00 00 01 C1 00 00 01 2C 0
165	2020-02-14 14:57:33.818	>TRC_MI_FROM_SIP	PRACK		00 00 01 C1 00 00 01 78 00 00 01 C1 00 00 01 2C 0
166	2020-02-14 14:57:33.817	TRC_MI_SIPAPP_S			

No.	TimeStamp	Msg Interface	Msg Type	Call-ID	Msg Body
181	2020-02-14 14:57:33.952	->TRC_MI_FROM_BICC	FROM_BICC_TYPE_CON		FF FF FF 07 00 04 02 CB 25 00 00 EE 25 00 00 F
182	2020-02-14 14:57:33.952	TRC_MI_BICC_BICC	BICC_TYPE_CON		00 00 01 9C E9 00 00 02 14 04 00 00 E9 00 00 01
183	2020-02-14 14:57:33.952	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_BAP_CB		79 01 01 00 21 04 00 00 E9 00 00 21 04 00 00 E9
184	2020-02-14 14:57:33.952	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CPC_CB		79 01 00 00 21 04 00 00 E9 00 00 21 04 00 00 E9
185	2020-02-14 14:57:33.952	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_TRUNK_GROUP		21 04 00 00 E9 00 00 02 14 04 00 00 C9 00 00 0A
186	2020-02-14 14:57:33.952	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_QUERY_BICC_TRUNK_GRP		21 04 00 00 E9 00 00 02 14 04 00 00 C9 00 00 01
187	2020-02-14 14:57:33.952	TRC_MI_BICC_CCB	BICC_TO_CCB_TYPE_CONNECT		21 04 00 00 E9 00 00 03 13 04 00 00 D1 00 00 01
188	2020-02-14 14:57:33.954	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
189	2020-02-14 14:57:33.954	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
190	2020-02-14 14:57:33.954	TRC_MI_MCCB_SIP	MCCB_SIP_CONNECT		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 D1 00 00 03
191	2020-02-14 14:57:33.956	->TRC_MI_TO_SIP	200	fc0dp09036e00c606g60f	53 49 50 2F 32 2E 30 20 32 30 20 4F 4B 00 04 5
192	2020-02-14 14:57:33.954	TRC_MI_SIP_SIPAPP	SIP_SIP_CONNECT		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 5E 01 00 00 27
193	2020-02-14 14:57:33.954	TRC_MI_SIP_SIPAPP	SIP_SIP_RELEASE		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 5E 01 00 00 28
194	2020-02-14 14:57:33.955	TRC_MI_SIPAPP_CB	SIPAPP_CB_TRACE		13 04 00 00 7F 01 00 00 13 04 00 00 7F 01 00 00 E9
195	2020-02-14 14:57:34.442	->TRC_MI_TO_SIP	200	fc0dp09036e00c606g60f	53 49 50 2F 32 2E 30 20 32 30 20 4F 4B 00 04 5
196	2020-02-14 14:57:34.512	->TRC_MI_FROM_SIP	ACK	fc0dp09036e00c606g60f	41 43 4B 20 73 69 70 3A 31 30 2E 31 39 31 2E 31 3
197	2020-02-14 14:57:34.511	TRC_MI_SIPAPP_CB	SIPAPP_CB_TRACE		13 04 00 00 7F 01 00 00 13 04 00 00 7F 01 00 00 29
198	2020-02-14 14:57:34.511	TRC_MI_SIPAPP_SIPSL	SIPAPP_CONNECTACK		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 5E 01 00 00 B
199	2020-02-14 14:57:34.512	TRC_MI_SIP_CC	SIP_CC_CONNECT_ACKNOWLEDGE		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 D1 00 00 19
200	2020-02-14 14:57:34.517	TRC_MI_MCCB_BICC	MCCB_BICC_CONNECT_ACKNOWLEDGE		13 04 00 00 D1 00 00 03 21 04 00 00 E9 00 00 03
201	2020-02-14 14:57:34.517	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
202	2020-02-14 14:57:34.517	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
203	2020-02-14 14:57:34.516	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_BAP_CB		79 01 01 00 21 04 00 00 E9 00 00 21 04 00 00 E9
204	2020-02-14 14:57:34.516	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CPC_CB		79 01 00 00 21 04 00 00 E9 00 00 21 04 00 00 E9
205	2020-02-14 14:57:51.014	->TRC_MI_FROM_SIP	BYE	fc0dp09036e00c606g60f	42 49 45 20 73 69 70 3A 31 30 2E 31 39 31 2E 31 3
206	2020-02-14 14:57:51.015	TRC_MI_SIPAPP_CB	SIPAPP_CB_TRACE		13 04 00 00 7F 01 00 00 13 04 00 00 7F 01 00 00 29
207	2020-02-14 14:57:51.014	TRC_MI_SIPAPP_SIPSL	SIPAPP_RELEASE		13 04 00 00 5E 01 00 00 13 04 00 00 5E 01 00 00 58
208	2020-02-14 14:57:51.014	TRC_MI_SIPAPP_SIPSL	SIPSL_RELCOM		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 5E 01 00 00 22
209	2020-02-14 14:57:51.014	TRC_MI_SIPAPP_SIPSL	SIPSL_RELCOM		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 5E 01 00 00 28
210	2020-02-14 14:57:51.014	TRC_MI_SIP_CB	SIP_CB_TRACE		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 D1 00 00 18
211	2020-02-14 14:57:51.014	TRC_MI_SIP_CB	SIP_CB_RELEASE_COMPLETE		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 D1 00 00 18
212	2020-02-14 14:57:51.014	TRC_MI_SIPSL_CR	SIPSL_CB_TRACE		13 04 00 00 16 01 00 00 13 04 00 00 5E 01 00 00 2B
213	2020-02-14 14:57:51.017	TRC_MI_M3UA_LINKSET	BICC		01 00 01 01 00 00 00 24 02 10 00 1A 00 00 25 E 0
214	2020-02-14 14:57:51.014	TRC_MI_SM_CRO	SMMSG_RELEASE_TERM_REQ		79 01 00 00 21 04 00 00 E9 00 00 77 01 00 00 41
215	2020-02-14 14:57:51.014	TRC_MI_SIPAPP_CB	SIPAPP_CB_TRACE		13 04 00 00 7F 01 00 00 13 04 00 00 7F 01 00 00 29
216	2020-02-14 14:57:51.014	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 79

Figura 3. 41: Trazado de llamada de VoLTE-VoLTE (señalización 181-216)  
Fuente: Autor

No.	TimeStamp	Msg Interface	Msg Type	Call-ID	Msg Body
217	2020-02-14 14:57:51.014	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_RELEASE_LT		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 79
218	2020-02-14 14:57:51.014	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LI_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 9C
219	2020-02-14 14:57:51.014	TRC_MI_CRO_H248	H248MSG_RELEASE_TERM_REQ		13 04 00 00 77 01 00 00 C1 01 00 00 78 01 00 00 41
220	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
221	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
222	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
223	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_TRUNK_GROUP		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
224	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_TRUNK_GROUP		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
225	2020-02-14 14:57:51.017	TRC_MI_BICC_CCB	BICC_TO_CCB_TYPE_RELEASE_COMPLETE		21 04 00 00 E9 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 00
226	2020-02-14 14:57:51.017	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_GET_BSN_FROM_CIC		21 04 00 00 E9 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 01
227	2020-02-14 14:57:51.017	TRC_MI_BICC_BICC	BICC_TYPE_REL		00 00 01 C1 00 00 01 2C 00 00 01 C1 00 01 2C
228	2020-02-14 14:57:51.017	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_BAP_CB		79 01 01 00 21 04 00 00 E9 00 00 21 04 00 00 E9
229	2020-02-14 14:57:51.017	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CPC_CB		79 01 00 00 21 04 00 00 E9 00 00 21 04 00 00 E9
230	2020-02-14 14:57:51.017	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_TYPE_REL		FF FF FF 07 00 04 02 EE 25 00 00 CB 25 00 00 F
231	2020-02-14 14:57:51.017	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_BAP_CB		79 01 01 00 21 04 00 00 E9 00 00 21 04 00 00 E9
232	2020-02-14 14:57:51.017	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CPC_CB		79 01 00 00 21 04 00 00 E9 00 00 21 04 00 00 E9
233	2020-02-14 14:57:51.017	TRC_MI_M3UA_USER	BICC		02 80 CB A5 78 59 A1 0C 00 00 0C 02 02 8A 8F
234	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
235	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
236	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
237	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
238	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
239	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MBILL_DBSIS	DB_QUERY_BILL_MANAGE_TBL		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 08
240	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MBILL_DBSIS	DB_QUERY_BILL_MANAGE_TBL		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 08
241	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MCCB_BILL_TRACE	GSM_BILL_REQ		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C1 00 00 00
242	2020-02-14 14:57:51.019	TRC_MI_MCCB_BICC	MCCB_BICC_RELEASE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 E9 00 00 00
243	2020-02-14 14:57:51.039	->TRC_MI_TO_H248	SUB_REQ		00 00 01 C1 00 00 01 2C 00 00 01 C1 00 01 2C
244	2020-02-14 14:57:51.105	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_GET_BSN_FROM_CIC		21 04 00 00 E9 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 01
245	2020-02-14 14:57:51.105	->TRC_MI_FROM_BICC	FROM_BICC_TYPE_RLC		FF FF FF 07 00 04 02 CB 25 00 00 EE 25 00 00 F
246	2020-02-14 14:57:51.105	TRC_MI_BICC_BICC	BICC_TYPE_RLC		00 00 01 9C E9 00 00 02 14 04 00 00 E9 00 00 00
247	2020-02-14 14:57:51.105	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_BAP_CB		79 01 01 00 21 04 00 00 E9 00 00 21 04 00 00 E9
248	2020-02-14 14:57:51.105	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CPC_CB		79 01 00 00 21 04 00 00 E9 00 00 21 04 00 00 E9
249	2020-02-14 14:57:51.105	TRC_MI_BICC_DB	BICC_TO_DB_TYPE_GET_BSN_FROM_CIC		21 04 00 00 E9 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 01
250	2020-02-14 14:57:51.105	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_BAP_CB		79 01 00 00 21 04 00 00 E9 00 00 21 04 00 00 E9
251	2020-02-14 14:57:51.105	TRC_MI_BICC_CB_TRACE	BICC_CPC_CB		79 01 00 00 21 04 00 00 E9 00 00 21 04 00 00 E9
252	2020-02-14 14:57:51.105	TRC_MI_SM_CRO	SMMSG_RELEASE_TERM_REQ		21 04 00 00 E9 00 00 03 13 04 00 00 77 01 00 00 24
253	2020-02-14 14:57:51.155	->TRC_MI_FROM_H248	SUB_REPLY		00 00 01 C1 00 00 01 2C 00 00 01 C1 00 01 79 0
254	2020-02-14 14:57:51.158	TRC_MI_CRO_CRO	H248MSG_RELEASE_TERM_RSP		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 40
255	2020-02-14 14:57:51.158	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LI_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 9C
256	2020-02-14 14:57:51.158	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LI_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 9C
257	2020-02-14 14:57:51.158	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LI_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 9C
258	2020-02-14 14:57:51.158	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 9C
259	2020-02-14 14:57:51.158	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_RELEASE_LT		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 07
260	2020-02-14 14:57:51.158	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LI_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 9C
261	2020-02-14 14:57:51.158	TRC_MI_CRO_H248	H248MSG_RELEASE_TERM_REQ		13 04 00 00 77 01 00 00 C1 01 00 00 78 01 00 00 41
262	2020-02-14 14:57:51.158	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LC_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 79
263	2020-02-14 14:57:51.183	->TRC_MI_TO_H248	SUB_REQ		00 00 01 C1 00 00 01 2C 00 00 01 C1 00 01 2C
264	2020-02-14 14:57:51.284	TRC_MI_H248_CRO	H248MSG_RELEASE_TERM_RSP		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 79
265	2020-02-14 14:57:51.284	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LI_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 9C
266	2020-02-14 14:57:51.284	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LI_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 9C
267	2020-02-14 14:57:51.284	TRC_MI_CRO_CRO	CRO_TRACE_MSG_SET_LI_STATE		13 04 00 00 77 01 00 00 13 04 00 00 77 01 00 00 9C
268	2020-02-14 14:57:51.293	->TRC_MI_FROM_H248	SUB_REPLY		00 00 01 C1 00 00 01 2C 00 00 01 C1 00 01 79 0

Figura 3. 42: Trazado de llamada de VoLTE-VoLTE (señalización 217-252)  
Fuente: Autor

No.	TimeStamp	Msg Interface	Msg Type	Call-ID	Msg Body
233	2020-02-14 14:57:51.017	TRC_MI_M3UA_USER	BICC		02 80 CB A5 78 59 A1 0C 00 00 0C 02 02 8A 8F
234	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
235	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
236	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
237	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		13 04 00 00 D1 00 00 03 13 04 00 00 C9 00 00 03
238	2020-02-14 14:57:51.018	TRC_MI_MCCB_DB_TRACE	DB_QUERY_OFFICE		

### **3.8.5 Virtudes de la red IMS**

Para que el servicio evolucione a la IMS, se debe rediseñar los elementos de red. Si bien es cierto las operadoras OTT (Over The Top) ofrecen servicios multimedia enriquecidos sin necesidad de desplegar una red en gran medida, el mismo no ofrece una garantía de calidad de servicio extremo a extremo, lo que hace que esta solución sea menos confiable.

Por otro lado, el servicio utilizado actualmente CSFB (Circuit Switching Fall Back) que para establecer una llamada cambia el dominio del dispositivo de la red 4G (utilizada para transmisión de datos) a 3G, aumenta el retardo de conexiones de la voz, y utiliza muchos recursos energéticos que provoca descarga de batería acelerada del dispositivo.

De acuerdo al análisis de este estudio, VoLTE que se muestra como la opción ideal, hereda todos los servicios proporcionados por el dominio de circuito conmutado (CS), y es conmutado por paquetes, si proporciona un control de calidad de servicio (Qos) de extremo a extremo para garantizar la calidad de voz que viaja a través del Protocolo de Internet entregando la señal de alta calidad (HD), lo que le permite tener ventaja con la competencia de los servicios OTT y demanda a las operadoras de telecomunicaciones migrar a la red IMS.



## **Conclusiones.**

- A través del análisis actual de la red se identificó que el sistema telefónico móvil podría ser mejorado del actualmente comercializado en Ecuador a una tecnología evolucionada basada en conmutación de paquetes que brinda mejor calidad de servicio.
- IMS permite el despliegue de servicios adicionales que complementan sus cualidades permitiendo la comunicación por video en alta definición y voz sobre Wi-Fi. Además de la capacidad de la implementación de servicios de mensajería por IP RCS (Rich communication Services).
- Con la solución VoLTE basada en IMS se puede ofrecer una mejor experiencia de usuario con sus principales características; transmisión de voz en alta definición utilizando el códec de banda ancha AMR-WB, selección de dominio de tecnologías 2G/3G, anclaje, establecimiento de llamada en un tiempo promedio de 0.5 segundos y reducción del consumo de batería del dispositivo.
- La migración a IMS implica una serie de cambios en la infraestructura de la red, con esto, las telecomunicaciones experimentarían la convergencia de red capaz de ofrecer varios servicios por un mismo medio basado en el protocolo de internet.

## **Recomendaciones.**

- Para futuros análisis de redes IMS, se recomienda comparar el protocolo SIP con aplicaciones OTT (Over The Top) que ofrecen servicio de voz por IP tales como: WhatsApp, Facebook, Skype, etc. Con la finalidad de obtener información del funcionamiento y comportamiento para que las operadoras entren en competencia.
- Se recomienda utilizar los trazados de llamadas realizados en este trabajo para la detección de problemas en llamadas en las que se analiza la señalización para localizar las fallas y encontrar la solución.
- Para la futura comercialización de la red IMS, se recomienda el estudio de los parámetros óptimos de las redes existente 3G y 4G para su posterior migración a la convergencia de redes basadas en IP la misma que deberá tener implementado un sistema de seguridad cibernética debido a la vulnerabilidad del servicio que utiliza el protocolo de internet.

## Bibliografía

Bnamericas. (2018, dic). *BNamericas—Un vistazo a las redes VoLTE en América*

*Latina*. BNAmericas.com. <https://www.bnamericas.com/es/noticias/un-vistazo-a-las-redes-volte-en-america-latina>

Carritech, T. (2019, enero 10). Packet Switching Explained. *Carritech*

*Telecommunications*. <http://www.carritech.com/news/packet-switching-explained/>

Cevallos A., J. E. (2017). *Estudio de la tecnología VoLTE para el mejoramiento de las llamadas de voz* [Universidad Católica de Santiago de Guayaquil].

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9205/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-247.pdf>

Cisco, A. (2020). *Conmutación de circuitos*. Cisco Networking Academy Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo.

<https://www.itesa.edu.mx/netacad/networks/course/module2/2.1.2.4/2.1.2.4.html>

Comunicación, I. y. (2011). Tecnologías de acceso celular. *Informatica y*

*comunicacion2011*.

<https://sites.google.com/site/informaticaycomunicacion2011/home/telefoniamovil/tecnologias-de-acceso-celular>

Cruz M, N. (s/f). *Potencialidades del sistema de gestion U2000*. Revista Técnica de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba, S.A.

[http://www.revistatonoetecsa.cu/sites/default/files/pdf\\_articulo/Potencialidades%20del%20sistema%20de%20gestion.pdf](http://www.revistatonoetecsa.cu/sites/default/files/pdf_articulo/Potencialidades%20del%20sistema%20de%20gestion.pdf)

IPv6, G. (2014). *Arquitectura de una red LTE*.

[http://www.ipv6go.net/lte/arquitectura\\_red\\_lte.php](http://www.ipv6go.net/lte/arquitectura_red_lte.php)

- Kaaranen, H., Ahtiainen, A., Laitinen, L., Naghian, S., & Niemi, V. (2005). UMTS networks: Architecture, mobility, and services. En *IEEE Communications Magazine* (2a ed., Vol. 39, Número 9, pp. 18–20).  
[https://www.academia.edu/2360639/UMTS\\_NETWORKS\\_-\\_Architecture\\_Mobility\\_and\\_Services\\_-\\_Kaaranen\\_Ahtianen](https://www.academia.edu/2360639/UMTS_NETWORKS_-_Architecture_Mobility_and_Services_-_Kaaranen_Ahtianen)
- Meraj U., M., & Kummar, S. (2015). *Evolution of Mobile Wireless Technology from 0G to 5G*. 6(3). <https://ijcsit.com/>
- Poole, I. (2016a). *What is 3G UMTS*. <https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/3g-umts/what-is-umts-wcdma-tutorial.php>
- Poole, I. (2016b). *What is Cellular Communications: Mobile Phone Technology*.  
<https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/cellular-mobile-phone/what-is-cellular-communications.php>
- Poole, I. (2016c). *What is LTE: Tutorial & Overview* » *Electronics Notes*.  
<https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/4g-lte-long-term-evolution/what-is-lte-basics-tutorial-overview.php>
- Procus, E. (2020, enero 23). *Circuit Switching—Diagram, Differences, Advantages and Disadvantages* [Electronics]. ElProCus - Electronic Projects for Engineering Students. <https://www.elprocus.com/what-is-circuit-switching-diagram-advantages-disadvantages/>
- Technologies Co., Ltd, H. (2009). *LMT user guide*. Huawei Technologies Co., Ltd.
- Technologies Co., Ltd, H. (2019, julio 19). *Huawei Enterprise Support Community* [Forums]. Huawei Enterprise Support Community.  
<https://forum.huawei.com/enterprise/en/where-can-i-download-the-u2000-software/thread/550291-100181>

Technologies Co., Ltd, H. (2020a). *IMS Product Documentation*. Huawei

Technologies Co., Ltd.

<http://localhost:7890/newhdx.cgi?fe=0&lib=CEI07167&v=03&homepage=resources/hedexindex.html&time=1595434519324>

Technologies Co., Ltd, H. (2020b). *Description of the VoWIFI Service*. Huawei

Technologies Co., Ltd.

<http://localhost:7890/newhdx.cgi?fe=1&lib=CEJ0108H&v=02&tocLib=CEJ0108H&tocV=02&id=EN%2dUS%5fCONCEPT%5f0101258161&tocURL=resources%252fVoLTE%252fFea%255fDesc%252fcn%255f02%255f27%255f121012%252html&p=t&ui=3&keyword=vowifi>

Technologies Co., Ltd, H. (2020c). *VoLTE Product Documentation (NFV)*. Huawei

Technologies Co., Ltd.

<http://localhost:7890/newhdx.cgi?fe=0&lib=CEJ0108H&v=02&homepage=resources/hedexindex.html&time=1595435004495>

Tecnologicos, T. (s/f). Temas Tecnologicos de Interes [Blog]. *¿Qué elementos*

*componen una red móvil?* Recuperado el 22 de junio de 2020, de

<https://www.temastecnologicos.com/redes-moviles/elementos/>

Tutorialspoint. (2020). *LTE Network Architecture*.

[https://www.tutorialspoint.com/lte/lte\\_network\\_architecture.htm](https://www.tutorialspoint.com/lte/lte_network_architecture.htm)



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Peñaherrera Romero, Juan José** con C.C: # 171858205-7 autor del Trabajo de Titulación: **Estudio de la red de conmutación por paquetes con arquitectura IMS para la solución del tráfico de voz de comunicaciones móviles.** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 16 de Septiembre del 2020

f. \_\_\_\_\_

Nombre: Peñaherrera Romero, Juan José

C.C: 171858205-7

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Estudio de la red de conmutación por paquetes con arquitectura IMS para la solución del tráfico de voz de comunicaciones móviles.		
<b>AUTOR(ES)</b>	Peñaherrera Romero, Juan José		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	M. Sc. Edwin F. Palacios Meléndez; M. Sc. Néstor A. Zamora Cedeño		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Telecomunicaciones		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Telecomunicaciones		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	16 de septiembre del 2020	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	93
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Comunicaciones inalámbricas, Telefonía móvil.		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	IMS, SIP, IP, VOLTE, HD, VOWIFI, CS, QOS.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>	<p>En el presente trabajo investigativo se estudia la arquitectura IMS (IP Multimedia Subsystem) con red de conmutación por paquetes y su funcionamiento detallando los requerimientos del diseño de red en cuanto a Hardware y Software, el protocolo SIP (Protocolo de Inicio de Sesión) y la señalización que se utiliza para el enlace de llamadas mediante los servicios de IMS que operan totalmente por IP (Protocolo de Internet) especialmente VoLTE (Voz por LTE) en HD (Alta Definición), se mencionan servicios adicionales como VoWIFI (Voz por Wifi) y videollamadas en HD, que proponen evolucionar la tecnología 3G CS (conmutación por circuitos) utilizada y comercializada actualmente en Ecuador para el establecimiento de llamadas de voz en tecnología móvil ofreciendo mejores parámetros de QoS (Calidad de Servicio). Se hace una comparación entre las dos tecnologías mediante pruebas de llamadas en la que los registros de los trazados permiten analizar las señalizaciones y protocolos involucrados en el proceso.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593996176762	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:juan.penaherrera01@cu.ucsg.edu.ec">juan.penaherrera01@cu.ucsg.edu.ec</a> – <a href="mailto:jipenaherrera@gmail.com">jipenaherrera@gmail.com</a>	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre:</b> Palacios Meléndez, Edwin Fernando		
	<b>Teléfono:</b> +593-9-67608298		
	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec">edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			