



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMPRESARIAL DE GUAYAQUIL

TRABAJO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN AL TÍTULO DE:

**Ingeniero en Gestión de Telecomunicaciones mención Redes de Acceso y
Telefonía**

TEMA:

**Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G
LTE de la empresa CNT EP**

AUTORES:

Hermes Aurelio Gaona Barahona

César José Córdova Preciado

Octubre, 2015

GUAYAQUIL-ECUADOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Cesar José Córdova Preciado**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ROAMING INTERNACIONAL EN LA RED CELULAR 4G LTE DE LA EMPRESA CNT EP** previo a la obtención del Título **de Ingeniero en Gestión de Telecomunicaciones mención Redes de Acceso y Telefonía** , ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Guayaquil, a los 22 del mes de Octubre del año 2015

EL AUTOR

Cesar Córdova Preciado

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Hermes Aurelio Gaona Barahona.**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ROAMING INTERNACIONAL EN LA RED CELULAR 4G LTE DE LA EMPRESA CNT EP** previo a la obtención del Título **de Ingeniero en Gestión de Telecomunicaciones mención Redes de Acceso y Telefonía** , ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Guayaquil, a los 22 del mes de Octubre del año 2015

EL AUTOR

Hermes Aurelio Gaona Barahona.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudio. A mi madre, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre fue mi apoyo.

CESAR JOSE CORDOVA PRECIADO

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi esposa Lorena Puyol e hijos Kelly Anabel y Hermes Andrés Gaona Puyol, quienes en todo momento supieron comprenderme y apoyarme incondicionalmente para lograr obtener este título profesional.

A mis padres Hermes Gaona y Carmen Barahona (+), a mis hermanos Javier, Martha, David, Jorge, Gabriela y José Andrés Gaona Barahona por el apoyo que siempre me brindaron en el transcurso de cada año de mi carrera profesional.

A mis amigos y amigas quienes siempre me motivaron a culminar esta carrera que a pesar del pase de los años no dejaron de presionarme hasta finalizarla.

Con mucho cariño,

Hermes Aurelio Gaona Barahona.

AGRADECIMIENTO

Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de los que formamos el grupo de trabajo. A mis padres quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades. A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa Universidad UTEG la cual abrió y abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

CESAR JOSE CORDOVA PRECIADO

AGRADECIMIENTO

Al creador de los cielos y la tierra, del mar y su plenitud, del mundo y los que en él habitan, mi primer agradecimiento hacia Él, Dios, ya que por Él he obtenido las fuerzas para seguir adelante y poder permitirme llegar a estas instancias de mi vida.

A mi esposa e hijos, palabras me hacen falta para expresar mi gratitud a ustedes por haber soportado momentos e incluso difíciles a causa de poder cumplir con mi malla curricular...gracias porque sé que no fue en vano este sacrificio y estoy seguro que con la ayuda de nuestro Dios a quien servimos serán recompensados como ustedes no lo imaginan, gracias a Dios por la hermosa familia que me ha dado.

A mi papá y a mis hermanos, cómo no a mi mamá que aunque no está con nosotros, ella fomentó mucho el que nos preparemos y estudiemos para con la ayuda de Dios ser profesionales en esta vida. Gracias papá que a pesar de la distancia siempre estuviste pendiente de tu hijo en Ecuador, gracias por la ayuda dada en cada momento que la necesitaba, gracias a mis hermanos por toda la ayuda brindada en estos años de estudio.

A la UTEG por abrirme sus puertas para formar parte de esta gran familia universitaria, gracias por haberme aceptado, gracias a cada docente que brindaron sus conocimientos y enseñanzas para la formación y el crecimiento profesional adquirido. A todos mis compañeros de clases quienes de alguna u otra manera han aportado a mis ganas de seguir adelante para culminar esta carrera profesional, gracias por la amistad y el apoyo moral recibido de ustedes.

A mis amigos de trabajo, cómo no expresar mi gratitud a cada uno de ustedes!! Por toda la ayuda y apoyo recibido, por la presión que instaron para culminar esta carrera, muchas gracias de corazón y que mi Padre Dios los continúe bendiciendo en gran manera.

Sé que si me pongo a nombrar a cada persona que me ayudó tanto moral, espiritual e incluso financieramente se llenan varias páginas, pero muchas gracias a cada uno de ustedes, estoy seguro que Dios los ha recompensado en lo que ustedes menos lo han pensado, Él es bueno y en el momento que pueda hacerlo estén seguros que cuentan conmigo.

Hermes Aurelio Gaona Barahona

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo principal, proporcionar un procedimiento a la empresa pública "*Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP*" para que pueda implementar el servicio de roaming internacional entrante en su red de cuarta generación conocida como 4G/LTE.

Esta necesidad nace a partir de que la empresa CNT EP es pionera en haber implementado una red de última generación 4G/LTE y en vista de que la tendencia a nivel mundial es que los operadores celulares están migrando sus redes celulares 3G a 4G/LTE, es importante que se implemente el servicio de Roaming internacional entrante para la red 4G/LTE como parte del negocio de la empresa ya que actualmente no lo tiene y de esta manera poder brindar los servicios de esta tecnología a los usuarios de telefonía móvil 4G de otros países que visiten nuestro país.

Es así que a través de este proyecto podemos demostrar por medio de la investigación la tendencia de los operadores celulares en migrar sus redes celulares a una de cuarta generación y a través de una encuesta realizada a los usuarios de telefonía móvil que visitan nuestro país ya sea por turismo, estudio o negocios la aceptación de usar el servicio de roaming internacional en una red de cuarta generación.

Finalmente nuestro estudio financiero indica que es factible poder implementar dicho servicio partiendo que la CNT EP dispone una red 4G/LTE ya implementada, independientemente de los actuales ingresos que la empresa adquiere a través de esta red, se puede evidenciar que al implementar el servicio de roaming internacional entrante generará un nuevo ingreso a esta empresa.

ABSTRACT

This project's main objective is to provide a procedure for the public company "*Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP*" so they can implement the upcoming international roaming service on your network known as fourth generation 4G/LTE.

Having been a pioneer in implementing an advanced generation network 4G/LTE, it is critical that CNT EP also take advantage of this new roaming service; given the global trend is that cellular operators are migrating their 3G cellular networks to 4G/LTE, it is important that the incoming international roaming service for the 4G/LTE network as part of the company's business is applied as they currently do not have it. This service will provide greater technological services to the users of other 4G mobile countries who visit our country.

Through this project we can demonstrate, with research, the trend of mobile operators migrating their mobile networks to fourth generation. In addition, the use of a survey for mobile phone users who visit our country either tourism, study or business provides a greater acceptance of using international roaming service in a fourth-generation network.

Finally, our financial study indicates that the business can have a feasible plan to administer the international roaming service through the already developed 4G/LTE network CNT EP has. Despite the current income the company acquired through this network, it can be shown that executing the incoming international roaming service will generate a new and greater income for the company.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1. - MARCO TEORICO CONCEPTUAL.....	2
GLOSARIO / TERMINOLOGIA.....	2
1.1 SITUACION PROBLEMÁTICA	5
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA CIENTIFICO A RESOLVER.....	5
1.2.1 CARACTERIZACIÓN CIENTÍFICA	5
1.2.2 PREGUNTAS CIENTIFICAS	6
1.3 OBJETIVO GENERAL	6
1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS	6
1.5 JUSTIFICACIÓN Y VIABILIDAD.	6
1.6 LIMITACIONES Y ALCANCE DEL ESTUDIO.....	7
1.7 CONOCIMIENTOS TEORICOS	8
1.7.1 EVOLUCION DE LAS TECNOLOGIAS CELULARES.....	8
1.7.2 CONCEPTO DE ROAMING.....	19
1.7.3 CÓMO FUNCIONA ROAMING?.....	20
1.7.4 USUARIOS MOVILES EN ECUADOR Y AMERICA LATINA.....	23
1.7.5 ARQUITECTURA DE UNA RED GSM	27
1.7.6 UE/MS.....	27
1.7.7 RAN	28
1.7.8 CN (CORE NETWORK).....	29
1.7.9 SEÑALIZACIÓN Y PROTOCOLOS	33
1.7.10 ARQUITECTURA DE UNA RED LTE/EPC.....	41
CAPITULO 2.- METODOLOGIA	47
2.1 INVESTIGACIÓN APLICADA.....	47
2.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	47
2.3 ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE UNA ENCUESTA.....	47
2.4 UNIDADES DE ANÁLISIS	48
2.5 TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	48
2.6 ENCUESTAS REALIZADAS	51
2.6.1 ANALISIS DE ENCUESTAS REALIZADAS A LOS EXTRANJEROS	51
2.6.2 ANALISIS DE ENCUESTAS REALIZADAS A LOS COLABORADORES DEL AREA DE ROAMING DE LA EMPRESA CNT E.P.....	58

CAPITULO 3.- DESCRIPCION DEL PROYECTO O SOLUCIÓN A OFRECER	69
3.1 Descripción	69
3.2 Propuesta de valor	70
3.3 Misión	71
3.4 Visión	71
3.5 Objetivos	71
3.6 Análisis situacional	72
3.6.1 Análisis de P.E.S.T	72
3.6.2 Análisis de la Industria	76
3.6.3 Investigación aplicada	79
3.6.4 Medios de Investigación	80
3.7 Carácter innovador y aplicabilidad de la propuesta de solución.	80
3.8 Procedimiento de la propuesta de solución.	82
CAPITULO 4.- ANALISIS DE COSTOS	115
CONCLUSIONES	116
RECOMENDACIONES	118
BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES DE INFORMACION	119

ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo 1

Tabla 1.1: Funciones de los elementos de la red CS.....	31
Tabla 1.2: Funciones de los elementos de la red PS.....	32
Tabla 1.3: Señalización y protocolos.....	33
Tabla 1.4: Interfaces en el Core CS.....	34
Tabla 1.5: Señalización y protocolos.....	37
Tabla 1.6: Map interface en PS.....	38

Capítulo 2

Tabla2.1: Departamento de Área Técnica CNT EP e INEC año 2013.....	48
Tabla2.2: Tamaño de la muestra.....	48
Tabla2.3: Análisis factorial.....	50
Tabla2.4: Estadística de fiabilidad.....	50
Tabla2.5: Disponibilidad de un celular.....	52
Tabla2.6: Marcas de celular.....	53
Tabla2.7: Tipo de tecnología celular.....	54
Tabla2.8: Operadoras telefónicas.....	55
Tabla2.9: Conocimiento de Roaming.....	56
Tabla2.10: Aceptación del servicio.....	57
Tabla2.11: Necesidad de Roaming.....	59
Tabla2.12: Disponibilidad de Tecnología.....	60
Tabla2.13: Convenio con EEUU.....	61
Tabla2.14: Empresas que realizarías Roaming.....	62
Tabla2.15: Análisis de trafico usuarios.....	63
Tabla2.16: Disponibilidad para el convenio.....	64
Tabla2.17: Porcentaje de operadores con servicio Roaming en EEUU.....	65
Tabla2.18: Tendencia de usuarios móviles de USA migrando a la red 4G.....	66
Tabla2.19: Porcentaje de ocupación actual red LTE menor 25%.....	67
Tabla 2.20: Tendencia futura sea la utilización de la red LTE.....	68

Capítulo 3

Tabla 3.1: Conexiones totales por generación.....	73
Tabla 3.2: Ingreso de extranjeros a nuestro país.....	80
Tabla 3.3: Interfaces relevantes en roaming LTE.....	104

Capítulo 4

Tabla 4.1: Inversión de Capital.....	115
--------------------------------------	-----

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Capítulo 1

Ilustración 1.1: Histórico del Release de la 3GPP	15
Ilustración 1.2: Evolución de 2G y 3G hacia LTE	16
Ilustración 1.3: Arquitectura de la red LTE.....	17
Ilustración 1.4: Vista general de la tecnología y operaciones de roaming	20
Ilustración 1.5: Enlaces comerciales necesarios para el roaming internacional	22
Ilustración 1.6: Volúmenes de tráfico de datos móviles	22
Ilustración 1.7: Crecimiento de usuarios móviles en América Latina y Ecuador	24
Ilustración 1.8: Conexiones totales generación de tecnologías (Millones).....	25
Ilustración 1.9: Redes LTE en países de América.....	26
Ilustración 1.10: Arquitectura red GSM.....	27
Ilustración 1.11: Core Network	30
Ilustración 1.12: MAP Interfaces in CS core network	34
Ilustración 1.13: Interface C	34
Ilustración 1.14: Interface D	35
Ilustración 1.15: Interface E	36
Ilustración 1.16: Interface F	36
Ilustración 1.17: Interface E	36
Ilustración 1.18: Interface Lg	37
Ilustración 1.19: MAP Interfaces in PS core network.....	38
Ilustración 1.20: Interface GR	39
Ilustración 1.21: Interface Gc	39
Ilustración 1.22: Interface Gd.....	40
Ilustración 1.23: Interface Gf.....	40
Ilustración 1.24: Interface Lg	40
Ilustración 1.25: Arquitectura de una red LTE/EPC	41
Ilustración 1.26: Interface S1	42
Ilustración 1.27: Interface S6a	43
Ilustración 1.28: Interface S11	43
Ilustración 1.29: Interface S5 / S8	44
Ilustración 1.30: Interface GX / Gxc.....	45
Ilustración 1.31: Interface SGi	46

Capítulo 2

Ilustración 2.1: Muestra de extranjeros provenientes de USA	49
Ilustración 2.2: Muestra de ejecutivos en el área de roaming de la CNT E.P	49
Ilustración 2.3: Disponibilidad de un celular	52
Ilustración 2.4: Marca del celular	53
Ilustración 2.5: Tecnología.....	54
Ilustración 2.6: Operadoras Telefónicas.....	55
Ilustración 2.7: Conocimiento de Roaming internacional	56
Ilustración 2.8: Aceptación del servicio roaming	57
Ilustración 2.9: Calculo de la muestra.....	58
Ilustración 2.10: Necesidad del roaming	59
Ilustración 2.11: Disponibilidad técnica para implementar roaming LTE	60

Ilustración 2.12: Realizarías un convenio con los EEUU	61
Ilustración 2.13: Empresa con que realizarías el convenio de roaming	62
Ilustración 2.14: Análisis de usuarios que usarán el servicio de roaming	63
Ilustración 2.15: Disponibilidad para el convenio	64
Ilustración 2.16: Operadoras que cuentas con tecnología LTE 4G	65
Ilustración 2.17: Tendencia de usuarios móviles de USA migrando a la red 4G	66
Ilustración 2.18: Porcentaje de ocupación actual red LTE menor 25%.....	67
Ilustración 2.19: Tendencia mundial para emigrar a LTE 4G	68

Capítulo 3

Ilustración 3.1: Procedimiento para implementar roaming LTE	83
Ilustración 3.2: Procedimiento de Location Update	92
Ilustración 3.3: Procedimiento de Cancel Location from HLR.....	93
Ilustración 3.4: Escenario de llamada MS1 call to MS2	94
Ilustración 3.5: Flujo de señalización de una llamada móvil a móvil	95
Ilustración 3.6: Procedimiento de Location Update	96
Ilustración 3.7: Procedimiento de Location Update	96
Ilustración 3.8: Proceso de attach.....	98
Ilustración 3.9: Proceso de navegación.....	99
Ilustración 3.10: Arquitectura Roaming LTE	102
Ilustración 3.11: Arquitectura Roaming LTE con S4 SGSN	102
Ilustración 3.12: Arquitectura Roaming LTE con Gn/Gp SGSN conectado al PGW.....	103
Ilustración 3.13: Proceso de CSFB	106
Ilustración 3.14: Implementación de una arquitectura de roaming Diameter.....	111
Ilustración 3.15: Arquitectura diameter end to end	112

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Encuesta a usuarios	121
ANEXO 2 Encuesta a tecnicos.....	122
ANEXO 3 Sistema SPSS.....	124
ANEXO 4 Sistema SPSS.....	125
ANEXO 5 Procedimiento de implemtacion de roaming	126

INTRODUCCIÓN

Uno de los campos de mayor evolución en los tres últimos años en el área de las telecomunicaciones es la migración de las redes celulares a la tecnología 4G/LTE, motivo por el cual la empresa pública Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT EP) del Ecuador decidió implementar esta tecnología de última generación en su red celular, siendo así la primera en instalar una red móvil 4G en este país, con el objetivo principal de poder satisfacer la demanda de los usuarios de telefonía celular.

Por lo anteriormente expuesto la empresa CNT EP puede brindar nuevos servicios como el de roaming internacional automático en su red 4G/LTE a los usuarios no solo de nuestro país sino también a los extranjeros que llegan de otros países. Para efecto de este proyecto, hemos escogido los EEUU para implementar roaming automático con los operadores de dicho país y que sus usuarios de telefonía que cuenten con un celular de esta tecnología, al llegar a nuestro país puedan disponer del servicio de una red de telefonía celular de última generación.

Actualmente no existe un proceso o guía a seguir para poder realizar un convenio de roaming internacional automático en una red 4G/LTE entre la empresa móvil local y una empresa de los EE.UU., además esta tecnología presenta algunos retos como el acceso al espectro, equipos que responden a las necesidades de las operadoras, el control del crecimiento tráfico de datos, fuentes de financiamiento, estructuras, entre otros.

Este trabajo nos permitirá establecer parámetros para el área comercial y técnica para poder realizar un convenio de roaming internacional automático en la tecnología 4G/LTE, cumpliendo con los estándares requeridos por el ente regulador local e internacional.

CAPITULO 1. - MARCO TEORICO CONCEPTUAL

GLOSARIO / TERMINOLOGIA

- ❖ 3GPP 3rd Generation Partnership Project / Proyecto de sociedad de tercera generación
- ❖ ACL Access Control List / Lista de control de accesos
- ❖ APN Access Point Name / Nombre de punto de acceso
- ❖ ARCOTEL Agencia de regulación y control de las telecomunicaciones
- ❖ ARP Allocation Retention Priority / Prioridad de retención de ubicación
- ❖ BG Border Gateway / Salida de borde
- ❖ CLL *Commercial Launch* Letter o Carta de lanzamiento comercial
- ❖ CN Core Network / Red núcleo
- ❖ CSFB Circuit Switched FallBack / Regreso a la conmutación de circuito
- ❖ DEA Diameter Edge Agent / Agente Diameter borde
- ❖ DNS Domain Name System / Sistema de nombre de dominios
- ❖ DNSSEC Domain Name System Security Extensions / Extensión de seguridad DNS
- ❖ DRA Diameter Routing Agent / Agente Diameter para enrutamiento
- ❖ EPC Evolved Packet Core / Evolución del núcleo de paquetes
- ❖ EPS Evolved Packet System (Core) / Evolución del sistema de paquetes
- ❖ E-UTRAN Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network / Evolución de la red de acceso de radio terrestre universal
- ❖ GMSC Gateway MSC / Salida MSC
- ❖ GPRS General Packet Radio Service / Radio Servicio general de paquetes
- ❖ GTP GPRS Tunnelling Protocol / Protocolo Tunel GPRS
- ❖ HLR Home Location Register / Registro de ubicación local
- ❖ HPMN Home Public Mobile Network / Red local movil pública
- ❖ HSPA High-Speed Packet Access / Acceso de paquetes alta

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

- ❖ velocidad
- ❖ HSS Home Subscriber Server / Servidor de usuarios locales
- ❖ HTTP Hyper-Text Transfer Protocol / Protocolo de transferencia hiper texto
- ❖ IMAP Internet Message Access Protocol / Protocolo de acceso de mensajes de internet
- ❖ IMEI International Mobile Equipment Identifier / Identificador de equipo mobil internacional
- ❖ IMEISV IMEI Software Version / Versión de software de IMEI
- ❖ IP-CAN IP Connectivity Access Network / Conectividad de red de acceso IP
- ❖ IREG Interworking Roaming Expert Group o Grupo experto de Interfuncionamiento de roaming
- ❖ LA Location Area / Area de ubicación
- ❖ LTE Long Term Evolution / Evolución de larga duración
- ❖ MAP Mobile Application Part (protocol) / Protocolo de aplicaciones móviles
- ❖ MBR Maximum Bit Rate / velocidad de bit maxima
- ❖ MME Mobility Management Entity / Entidad de gestión de movilidad
- ❖ MSC Mobile services Switching Centre / Centro de servicio de conmutación móvil
- ❖ MTC Mobile Terminating Call / Llamada móvil terminada
- ❖ OCS Online Charging System / Sistema de facturación en línea
- ❖ PCC Policy and Charging Control / Control de políticas de facturación
- ❖ PCEF Policy and Charging Enforcement Function / Función de ejecución de políticas de facturación
- ❖ PCRF Policy and Charging Rules Function / Función de reglas de políticas de facturación
- ❖ P-CSCF Proxy Call Session Control Function / Control de función de la sesión de llamada
- ❖ PGW PDN (Packet Data Network) Gateway / Salida de la red de paquetes de datos

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

- ❖ QCI QoS Class Identifier / Identificado de clase de QoS
- ❖ QoS Quality of Service / Calidad de servicio
- ❖ RAN Radio Access Network / Red de radio acceso
- ❖ RAT Radio Access Technology / Tecnología de radio acceso
- ❖ RR Resource Record / Registro de recurso
- ❖ SCTP Stream Control Transmission Protocol / Protocolo de control de transmisión corriente
- ❖ SEG Security Gateway / Seguridad de salida
- ❖ SIM Subscriber Identity Module o Módulo de identidad del usuario
- ❖ SGSN Serving GPRS Support Node / Nodo de soporte de servicio GPRS
- ❖ SGW Serving Gateway / Servicio de salida
- ❖ TA Tracking Area / area de rastreo
- ❖ TAP Transferred Account Procedures o procedimiento de transferencia de cuentas
- ❖ TADIG Transferred Account Data Interchange Group o Grupo de intercambio de datos para transferencia de cuentas.
- ❖ T-ADS Terminating Access Domain Selection / Selección de acceso de dominio terminado
- ❖ TMSI Temporary Mobile Subscriber Identity / Identidad del suscriptor móvil temporal
- ❖ TNS Transaction Network Service o Servicio de transacciones de redes
- ❖ UIT Unión Internacional de Telecomunicaciones
- ❖ VMSC Visited MSC / MSC visitada
- ❖ VPMN Visited Public Mobile Network / Red móvil pública visitada
- ❖ XCAP XML Configuration Access Protocol / Protocolo de configuración de acceso XML

1.1 SITUACION PROBLEMÁTICA

En la actualidad los operadores de telefonía móvil a nivel mundial que tienen implementada una red celular de cuarta generación LTE (4G) y quienes brindan a sus usuarios los servicios y facilidades que ésta tecnología dispone, dichos usuarios al visitar nuestro país ya sea por negocios o turismo, no pueden disponer de éste servicio por cuanto ninguno de los tres operadores de telefonía celular del Ecuador tiene un acuerdo de roaming internacional automático para la red LTE, lo cual provocaría malestar en los usuarios que visitan nuestro país.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP empresa pública del Ecuador, es la pionera en haber implementado una red celular de cuarta generación LTE la cual para poder brindar las bondades de esta tecnología a los usuarios de telefonía móvil 4G de otros operadores del mundo es necesario que se implemente un acuerdo de Roaming Internacional para esta tecnología.

Para que el roaming internacional se produzca es necesario que el operador de la red propietaria llegue a un acuerdo comercial con otro operador que disponga de una red técnicamente compatible en tecnología y frecuencias en el área en la que el suscriptor se encuentra de manera temporal en la red visitada. En virtud de este acuerdo de roaming el suscriptor queda habilitado para hacer y recibir llamadas usando un mismo teléfono celular y número telefónico, y los operadores implicados establecen el mecanismo por el cual facturar el servicio recibido, mientras el usuario paga por este servicio a la red propietaria.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA CIENTIFICO A RESOLVER

1.2.1 CARACTERIZACIÓN CIENTÍFICA

¿Cuáles son los pasos a seguir para que la CNT EP pueda implementar roaming internacional entrante en su red celular de cuarta generación LTE para que los usuarios de otros países puedan disponer de este servicio en Ecuador?

1.2.2 PREGUNTAS CIENTIFICAS

- ¿Qué metodología se requiere aplicar para implementar roaming internacional?
- ¿Cuáles son las características y beneficios del servicio de roaming internacional?
- ¿Cuáles son las normas de telecomunicaciones que se requieren utilizar para dicha implementación?
- ¿Cuáles son los nodos o equipos que deben configurarse para la implementación de roaming internacional?
- ¿Cómo se implementó roaming internacional en otras redes celulares de cuarta generación?

1.3 OBJETIVO GENERAL

- Establecer un procedimiento para la implementación de roaming internacional automático entrante en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP.

1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer los fundamentos teóricos para la implementación de roaming internacional en una red celular 4G LTE.
- Identificar por medio de una encuesta la aceptación de la propuesta del servicio roaming a los extranjeros provenientes de los EEUU.
- Determinar un método que describa el procedimiento para la implementación de roaming internacional.

1.5 JUSTIFICACIÓN Y VIABILIDAD.

En la actualidad la necesidad de estar comunicados en aquellas personas que salen de su país de origen es de mucha importancia ya sea por los negocios, estudios, o turismo que realicen.

La tecnología LTE es una tecnología en redes celulares de cuarta generación la cual ha sido implementada en la mayoría de los operadores de

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

Europa, Asia y América del Norte y está siendo implementada en el resto de operadores del mundo.

La empresa ecuatoriana Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, ha sido pionera en la implementación de una red celular de cuarta generación LTE, la cual brinda a los usuarios ecuatorianos servicio de voz y datos de última generación. En vista de ello es necesario que se implemente el servicio de Roaming internacional entrante para la red LTE como parte del negocio de la empresa ya que actualmente no lo tiene y de esta manera poder brindar los servicios de esta tecnología a otros usuarios de telefonía móvil 4G de otros países que visiten nuestro país.

La finalidad de esta investigación es establecer un procedimiento para que la CNT EP pueda usarlo como guía en la implementación de roaming internacional entrante en su red LTE para optimizar los tiempos, y evitar pérdidas de dinero y molestias a los usuarios visitantes.

1.6 LIMITACIONES Y ALCANCE DEL ESTUDIO.

Las limitaciones que podrían presentarse en la elaboración de este proyecto son:

- Falta de conocimientos para realizar la interconexión entre operadores
- Obtener información de otros operadores respecto a la implementación de roaming LTE
- Interpretar correctamente las normas dadas por la GSM Association o Asociación GSM ya que están elaboradas en inglés.

El alcance de este estudio está dirigido al personal del área técnica de la CNT EP para que implemente en su red celular de cuarta generación LTE un acuerdo de roaming internacional con operadores LTE de otros países.

1.7 CONOCIMIENTOS TEORICOS

1.7.1 EVOLUCION DE LAS TECNOLOGIAS CELULARES.

Las tecnologías celulares han evolucionado rápidamente, pues desde los años 80 hasta el presente año se lleva 4 generaciones en desarrollo de tecnología celular, mejorando tanto en las seguridades del equipo, como en el acceso y mejorando en cada una de ellas las velocidades de navegación, es decir, a través de este tiempo han ido mejorándolas, incrementándolas y evolucionándolas

Estas comunicaciones inalámbricas nacieron cuando Marconi uno de los fundadores de este tipo de comunicaciones logró transmitir su voz a través del océano Atlántico en el año 1901. Fue que a partir de allí se ha experimentado un alto crecimiento a través de todo el siglo anterior.

Los servicios de radio móvil se han usado durante aproximadamente 75 años, cuando el Departamento de Policía de Detroit empezó a usar radios en sus patrullas, empleando una banda de frecuencia de 2 MHz. Después de varias investigaciones en 1946, Bell Telephone Labs inaugura el primer sistema móvil para el público en St. Luis, cuyo nombre fue MTS (Mobile Telephone Service - Servicio de Telefonía Móvil). Este tipo de servicio era bastante limitado al principio, ya que el número de canales y el ancho de banda eran reducidos. En 1970 AT&T diseña y prueba un sistema que hace un uso más eficiente del espectro de frecuencia útil. En 1975 la FCC (Federal Communication Committe – Comité Federal de Comunicaciones) concede a AT&T la primera licencia para operar un servicio de radio celular en la ciudad de Chicago: el sistema AMPS (Advanced Mobile Phone Service – Servicio Avanzado de Telefonía Móvil).

Todas estas circunstancias apuntaron hacia el diseño de nuevos sistemas. Éstos, aparte de proveer de los servicios mínimos, deberían cumplir con requisitos previamente establecidos y ser compatibles entre sí.

Primera Generación (1G) Conocida como la primera generación de los sistemas de telefonía celular la cual apareció en los años 80, donde existían muchas redes de radios móviles (push to talk), pero éstas no eran sistemas celulares, sino que se basaban principalmente de una sola antena con un número limitado de canales disponibles hasta ese entonces e intentaban dar servicio a todos sus usuarios.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

Los planes que permiten, en forma ininterrumpida la cobertura de una determinada área, son configuraciones a modo de panal de abejas, basadas en 4; 7; 12 ó 21 células, siendo la de 7 la más usada. El número total de canales por célula, directamente ligado a la capacidad de manejo del tráfico, depende del número total de canales disponibles y del tipo de plan, según la fórmula:

$$\text{n}^\circ \text{ de canales por célula} = \text{n}^\circ \text{ de total canales} / \text{PLAN (4; 7; 12; 21)}$$

Las principales características de un sistema celular son: Gran capacidad de usuarios. Utilización eficiente del espectro Amplia cobertura En esta primera generación se utilizaron técnicas de transmisión analógicas, con sus servicios limitados, en su mayoría, a voz. (Mario, 2009)

Esta tecnología utiliza canales analógicos (analog channels) con separación de frecuencias entre los canales, lo cual es conocido como FDMA (Frequency Division Multiple Access) o Acceso Multiple por División de Frecuencia. La seguridad en estos sistemas es altamente vulnerable por cuanto no contenía los sistemas de seguridades como la autenticación, las conversaciones eran limitadas debido a la limitación de frecuencias y por cuanto son susceptibles a las interferencias, adicionalmente son sistemas de baja capacidad ya que el uso del espectro es ineficaz debido a que cada portadora de radio viene un usuario asociado empleando un voice channel o canal de voz por cada conversación limitando el reuso de las frecuencias.

La generación 1G principalmente utiliza los siguientes estándares:

- AMPS (Sistema Telefónico Móvil Avanzado)
- TACS (Sistema de comunicaciones de acceso total)

AMPS fue utilizado principalmente en el continente Americano, también fue usado en Asia y Rusia, en la década de los 90 llegó a ser utilizado 72 países aproximadamente. En el año 1993 cuando los operadores de telefonía móvil en Ecuador comenzaron a operar (Conecel y Otecel) fue con AMPS que iniciaron a brindar el servicio de telefonía móvil, es decir, un sistema análogo en la banda de

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

los 850MHz, sin embargo fue evolucionando para trabajar con los sistemas digitales TDMA (Time División Multiple Access) o Acceso Múltiple por División de tiempo. Entre los estándares 1G pertenecientes a AMPS tenemos:

- IS-3 Estándar celular analógico original
- IS-88 Celular análogo de banda
- IS-91 Celular análogo y PCS
- IS-94 Celular dentro de edificaciones
- EIA/TIA-553 Celular análogo

Estos estándares eran netamente analógicos por lo que los equipos celulares que funcionaban con estos estándares no eran posibles autenticarlos por lo que eran vulnerables a ser clonados.

TACS fue utilizado mayormente en Japón, Hong Kong, Inglaterra y otros 25 países, es la versión Europea del sistema AMPS, igual es un sistema analógico que funciona en la banda de los 900Mhz. Los voice-channels o canales de voz del sistema TACS tenían 25Khz de ancho de banda en comparación con los 30Khz que eran utilizados por AMPS, este ancho de banda ayudó a reducir la velocidad de la transmisión de los canales que manejan la señalización.

Segunda Generación (2G) Se le da por nombre de segunda generación, al grupo de sistemas que iniciaron o evolucionaron hacia la utilización de técnicas digitales para realizar las transmisiones. A partir de aquí es donde aparece la frontera entre la primera y la segunda generación de telefonía celular, es decir, el cambio de analógico a digital. Las redes de la segunda generación presentaban una capacidad mucho mayor con respecto a las de la primera. Se logró dividir un canal de frecuencia para poder ser utilizado simultáneamente por varios usuarios, gracias a las técnicas de acceso digitales de división por tiempo (TDMA) o código (CDMA). Mediante estas técnicas digitales se podía dividir un espacio de tiempo muy pequeño entre varios usuarios. Como el espacio de tiempo era pequeño, los usuarios no notaban esta división. También, la estructura de las células se modificó, el área de cobertura se dividió en macro, micro y pico células (respecto al área de cobertura y al tráfico esperado), esto aumentó la capacidad de los sistemas

aún más. Existen cuatro estándares principales para los sistemas de segunda generación:

1. Global System for Mobile Communications (Sistema Global de Comunicaciones Móviles - GSM).
2. Digital AMPS (D-AMPS) o también llamado TDMA (Time Division Multiple Access – Acceso Múltiple por División de Tiempo)
3. Code Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Código - CDMA IS-95)
4. Pacific Digital Communications (Comunicaciones Digitales del Pacífico - PDC).

De estos cuatro, GSM es el de mayor éxito. Estos sistemas se expandieron rápidamente por el mundo. En Europa se adoptó GSM y también en gran parte del mundo. En USA se utilizó principalmente D-AMPS, que posteriormente evolucionó a PCS (Personal Communications Systems – Sistemas de Comunicaciones Personales) y en Japón PDC.

D-AMPS (IS-54) fue creado con el antecedente de ser compatible con el estándar analógico AMPS. Se utiliza un canal digital de control (DCCH) en comparación con el canal analógico de control del sistema AMPS. Así mismo, los canales de tráfico se vuelven digitales, y es necesaria la adición de más información para poder ser entendidos en el receptor. Este estándar tiene su base en el esquema TDMA, al igual que GSM. CDMA (IS-95), incorpora una nueva interfaz aérea, ya no divide un canal de frecuencia en slots (ranuras) de tiempo, ahora, utiliza un código para separar la transmisión de un usuario a otro, esto es, a un usuario se le agrega un código y a otro se le da uno distinto. Los principios del sistema CDMA, son también la base para los sistemas de 3G.

Las ventajas que ofrecían estos nuevos sistemas fueron:

- Mayor calidad de voz.
- Menores costos de operación de las terminales.
- Mayor nivel de seguridad.
- Roaming internacional.
- Soporte para terminales de menor potencia.
- Mayor variedad de servicios.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

Con la técnica de acceso TDMA es posible utilizar el ancho de banda del canal de frecuencia, así de esta manera aumenta la capacidad, el espectro es mejorado debido a las señales digitales, así el sistema puede permitir el servicio de comunicación en un área determinada para un número de usuarios elevado. Esta tecnología fue utilizada principalmente en el continente Americano y en el pacífico asiático.

La seguridad en estos sistemas digitales mejora debido al uso del sistema de autenticación. La autenticación consiste en asegurar que el usuario que llama es el real y no alguien que trata de clonar la línea móvil. En los sistemas TDMA y CDMA se autentica el equipo celular, el fabricante de teléfonos coloca una llave llamada A-key la cual es única en cada teléfono celular, y ésta es provista al operador móvil para aprovisionarla en el AuC conocido como centro de autenticación. En los sistemas GSM se autentica la SIM Card, en este caso el proveedor de tarjetas SIM coloca la llave A-Key en la memoria de la SIM y la provee al operador móvil para de igual manera aprovisionarla al AuC.

La tecnología CDMA a diferencia de la TDMA, después de digitalizar la información es transmitida a través de todo el ancho de banda disponible, es decir, cada llamada tiene un código único de secuencia por lo que varias llamadas son sobrepuestas en el canal de voz y permite aumentar el número de llamadas simultáneas.

Los principales estándares en la segunda generación son:

- IS-136 para TDMA
- IS-95 para CDMA
- GSM

El estándar IS-136 es un sistema digital utilizado en la tecnología TDMA o conocido también como D-AMPS, creado por los norteamericanos, el cual incorpora un canal de control digital (DCCH Digital Control Channel), adicionalmente este estándar fue diseñado para soportar PCS en la banda de los 1900Mhz y celular en la banda de los 800Mhz. Una de las características principales de este estándar es que permite a los usuarios análogos (AMPS)

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

disponer del servicio celular, es decir, opera en modo dual. En Ecuador luego de comercializar AMPS los dos operadores migraron su tecnología Conecel migró a TDMA y Otecel a CDMA.

El estándar IS-95 utilizado en la tecnología CDMA tiene una mayor capacidad simplificando el plano de frecuencias, emplea un esquema de codificación muy eficiente en potencia, proporciona una alta seguridad y calidad en la información. Este sistema a diferencia de TDMA y GSM ya que el mismo canal maneja frecuencias que pueden ser utilizadas opcionalmente en sitio celulares adyacentes por lo que la planeación de frecuencias se elimina, en otras palabras, el sistema CDMA es más eficiente en ancho de banda y en potencia, ya que ofrece una cobertura mayor con pocas radiobases. En el año 2003 el ingreso del tercer operador Telecsa en el Ecuador, la red implementada fue con tecnología CDMA.

El sistema GSM es mayormente utilizado en Europa, utiliza la tecnología de acceso TDMA, está basado en técnicas de conmutación de circuitos, de modo que al realizar una llamada se reserva un canal de comunicación entre el origen y el destino. A diferencia de los sistemas TDMA y CDMA, GSM utiliza una tarjeta SIM Card la cual contiene la información de identidad del usuario, así como los sistemas de seguridades para evitar la clonación de la SIM.

Segunda Generación Avanzada (2.5 G) Muchos de los proveedores de servicios de telecomunicaciones se moverán a las redes 2.5G antes de entrar masivamente a la 3G. La tecnología 2.5G es más rápida, y más económica para actualizar a 3G. La generación 2.5G ofrece características extendidas, ya que cuenta con más capacidades adicionales que los sistemas 2G, como: GPRS (General Packet Radio System), HSCSD (High Speed Circuit Switched), EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution), IS-136B e IS-95Bm entre otros. Los carriers europeos y estadounidenses se moverán a 2.5G en el 2001. Mientras que Japón irá directo de 2G a 3G también en el 2001. (Oswaldo, 2009)

Tercera Generación (3G) La 3G se caracteriza por contener a la convergencia de voz y datos con acceso inalámbrico a Internet; en otras palabras, es apta para aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos.

Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan altas velocidades de información y están enfocados para aplicaciones más allá de la voz como audio (mp3), video en movimiento, videoconferencia y acceso rápido a Internet, sólo por nombrar algunos. Las redes 3G empezaron a operar en el 2001 en Japón, por NTT DoCoMo; en Europa y parte de Asia en el 2002, posteriormente en Estados Unidos y otros países. Asimismo, en un futuro próximo los sistemas 3G alcanzarán velocidades de hasta 384 kbps, permitiendo una movilidad total a usuarios, viajando a 120 kilómetros por hora en ambientes exteriores. También alcanzará una velocidad máxima de 2 Mbps, permitiendo una movilidad limitada a usuarios, caminando a menos de 10 kilómetros por hora en ambientes estacionarios de corto alcance o en interiores. En relación a las predicciones sobre la cantidad de usuarios que podría albergar 3G, The Yankee Group anticipó que en el 2004 hubo más de 1,150 millones en el mundo, comparados con los 700 millones que hubo en el 2000. Dichas cifras nos anticipan un gran número de capital involucrado en la telefonía inalámbrica, lo que con mayor razón las compañías fabricantes de tecnología, así como los proveedores de servicios de telecomunicaciones estarán dispuestos a invertir su capital en esta nueva aventura llamada 3G. (Bates (Jr.), 2003)

Con la llegada de 3G y el mayor ancho de banda ofrecido por UTRA (Universal Terrestrial Radio Access) pudieron desarrollarse nuevos servicios móviles que no eran posibles en 2G. Desde el final de los años 80 se estaba trabajando en la definición de la tercera generación, en el marco de la International Telecommunications Union (ITU), y al final de los años 90 la especificación resultante pasó a llamarse International Mobile Telecommunication 2000, IMT-2000. GSM fue una iniciativa europea que se extendió a todo el mundo, de esta manera, se comprobaron los beneficios de la estandarización. En 1998 se constituyó el Third Generation Partnership Project, 3GPP, formada por organizaciones de estandarización de todo el mundo. El trabajo realizado por 3GPP se concreta en unas especificaciones que se agrupan en Releases tal como lo

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

muestra la ilustración 1.1, que reciben el nombre del año en el cual fueron fijadas: Release 4, Release 5, etc.



Ilustración 1. 1: Histórico del Release de la 3GPP
Fuente: Introducción a la movilidad 4G/LTE

Universal Mobile Telecommunications Services, UMTS, fue el resultado de la investigación desarrollada durante los años 90 bajo el patrocinio de la Unión Europea. La primera versión ofrecía 384 Kb/s por usuario en un canal individual. En UMTS existen dos modos de trabajo:

- Modo pareado de espectro, basado en FDD (Frequency Division Duplex o división de frecuencia duplex), que utiliza W-CDMA (Wideband CDMA).
- Modo no pareado de espectro, TDD (Time Division Duplex o división de tiempo dúplex), que utiliza TD-CDMA (Time Division CDMA),. El ancho de banda utilizado es de unos 5MHz por portadora y las operadoras suelen disponer de tres portadoras en la banda de los 2.100MHz. Gracias a la utilización de modulación por código, se pueden repetir las frecuencias en celdas adyacentes.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

El User Equipment, UE, está formado por un terminal móvil y un módulo de identidad USIM, compatible con GSM. El acceso vía radio lo proporciona la red UMTS Radio Access Network, UTRAN, y el núcleo de la red o Core Network, proporciona los servicios de transporte, conmutación y señalización. Dentro de la red core existe el concepto de Packet Switching, PS, para los servicios de datos y Circuit Switching, CS, para los servicios de voz. También se incorporó el IP Multimedia Subsystem, IMS, para aplicaciones multimedia como los Rich Communications Services, RCS, ligados a la conmutación de paquetes. Se utiliza además el protocolo de iniciación de sesión, Session Initiation Protocol, SIP, para establecer las comunicaciones de forma segura. Gracias a que comparte Mobile Application Part, MAP, con GSM, UMTS utiliza el mismo estándar en la red Core, lo que facilitó en parte la migración a la nueva tecnología, aunque el coste del espectro y la adaptación de las antenas no fue despreciable. En la ilustración 1.2 se puede observar la evolución desde GSM hasta LTE, pasando por UMTS.

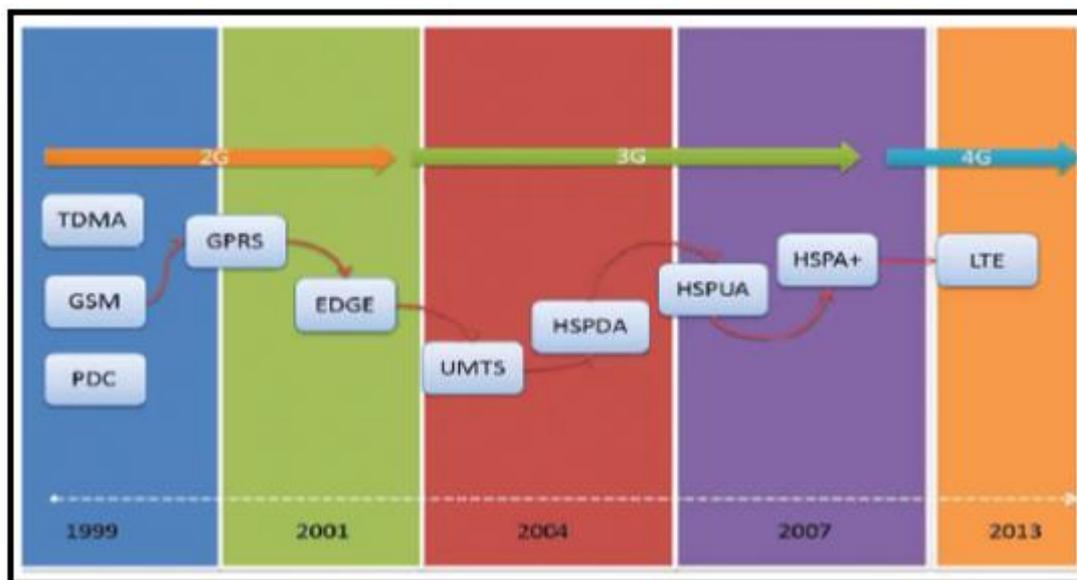


Ilustración 1. 2: Evolución de 2G y 3G hacia LTE
Fuente: Introducción a la movilidad 4G/LTE

Cuarta Generación (4G-LTE) Los orígenes de LTE se pueden situar dentro de los trabajos desarrollados por el grupo 3GPP en orden a mejorar el estándar de las comunicaciones móviles para adaptarlo a las evoluciones de la tecnología. En concreto, en su reunión de noviembre de 2004 en Toronto, Canadá, se sentaron las

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

bases para el comienzo de estos desarrollos. Los aspectos objetivo de mejora son el aumento de la velocidad de transmisión de datos, la eficiencia del uso del espectro, ampliar la cobertura, reducir la latencia y una optimización orientada a la transmisión de paquetes que dé servicio a múltiples tecnologías de acceso vía radio. Las primeras redes comerciales LTE fueron desplegadas por la operadora Telia Sonera en Noruega y Suecia en diciembre de 2009, con Huawei y Ericsson como proveedores. Una vez más los países nórdicos volvieron a ser pioneros en el mundo de las comunicaciones móviles. La especificación de LTE busca simplificar la estructura del sistema. Está dividido en dos partes:

- Una red de acceso eUTRAN, Enhanced UTRAN (Universal Terrestrial Radio Access Network).
- Un nivel de red Evolved Packet Switching, EPS, también conocido como Evolved Packet Core o System Architecture Evolution, SAE, que es la evolución de la Core Network de GSM, pero con un diseño más plano y eficiente.

En la Ilustración 1.3 se puede observar la estructura completa de la red de acceso vía radio y de la red core:

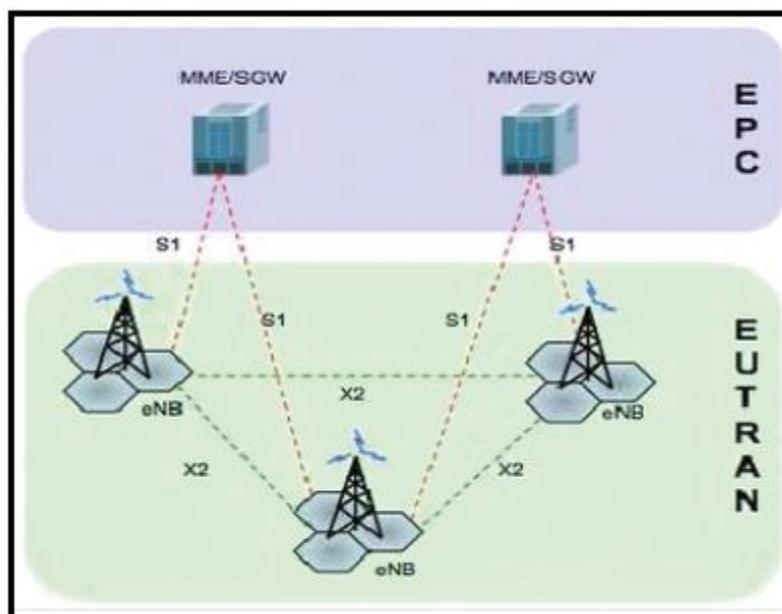


Ilustración 1.3: Arquitectura de la red LTE
Fuente: Introducción a la movilidad 4G/LTE

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

La infraestructura de red está basada en el protocolo IP, al estar pensada para la conmutación de paquetes y no orientada a circuitos, plantea algunos retos para aplicaciones como la transmisión de voz, dónde los retardos son muy relevantes. El objetivo es proporcionar un canal de bajada hacia el usuario de 100Mb/s y un canal de subida de 50Mb/s ocupando un ancho de banda de 20MHz, lo que significa una eficiencia de espectro de 5 y 2,5 b/s/Hz respectivamente para terminales en movimiento; pudiendo agruparse el ancho de banda hasta los 100MHz, consiguiéndose velocidades de 1Gb/s de bajada y 500Mb/s de subida para el caso de terminales fijos. A continuación se va a realizar una descripción más detallada de cada uno de estos dos niveles que componen el conjunto. (Sanz, 2014)

El organismo encargado de la estandarización del nuevo sistema fue la 3GPP, quien le denomina las redes de 4G como Long Term Evolution (LTE), los requerimientos que determinó la 3GPP para el diseño de una red LTE fueron:

- Red eficiente y automatizada
- Red unificadora de tecnologías previas
- Red simplificada sin división de dominios
- Mejor calidad y tipos de servicio.
- Reducción de costos por bit en el tráfico
- Velocidades de datos comparables con la banda ancha fija
- Ahorro de energía en los terminales móviles.

Como arriba se menciona, el sistema LTE es una unión de tecnologías que inserta a las comunicaciones móviles en una red simplificada de alto rendimiento, con altas velocidades de transmisión de datos en la interface aérea, donde se permite el flujo de voz y datos a través de un sistema de paquetes basado netamente en el protocolo IP.

Respecto al espectro de frecuencias, LTE provee escalabilidad o flexibilidad entre las bandas que existen, adicionalmente es capaz de operar en múltiples bandas, incluyendo las usadas en las tecnologías 2G y 3G. LTE tiene la capacidad de mejorar de forma autónoma los problemas en una red móvil, por cuanto posee un sistema de auto-reparación y auto-optimización mediante el seguimiento que se da a los indicadores de la red. El comportamiento autónomo de la red permite bajar

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

los costos de mantenimiento y actualización de los nodos, adicionalmente se logra una actualización fácil del hardware en el sistema por cuanto tiene configuración automática conocida como plug and play al momento de integrar nuevos elementos a la red.

Otra de las ventajas de LTE es el ahorro de la energía debido a que para el control de recursos tiene una configuración llamada RRC (Radio Resource Control), el cual permite a los teléfonos celulares en estado "idle" o de inactividad disminuir el flujo de información pero manteniendo la movilidad, es así como se logra reducir el consumo de la batería en los teléfonos celulares, nodos B o radio bases y en el Core de la red.

Respecto a la cobertura LTE entrega mayores áreas comparada con las redes 3G, un nodo B o radio base LTE ofrece óptimo rendimiento para una radio de cobertura de 5Km para un efectivo rendimiento a un radio de cobertura de hasta 30Km y un limitado rendimiento hasta un radio de 100Km.

1.7.2 CONCEPTO DE ROAMING.

El servicio de roaming o itinerancia permite al usuario de una red celular movilizarse a otra red dentro o fuera de su localidad usando su misma identidad (MSISDN y UE), es decir, manteniendo su mismo número y equipo celular, disponiendo así todos los servicios que el usuario contrató en su operador local en la red visitada.

De acuerdo a lo mencionado por la GSMA¹ indica "El roaming internacional para móviles es un servicio que permite a los usuarios continuar usando sus teléfonos móviles u otros dispositivos móviles mientras visitan otro país, para realizar y recibir llamadas de voz, enviar mensajes de texto, navegar por internet y enviar y recibir correos electrónicos"

El roaming permite expandir la cobertura mundial de utilización de los servicios de voz y datos del usuario móvil desde la operadora de su país, permitiendo utilizar el número de teléfono de su operador local con todos los servicios contratados en cualquier otro país. Esta extensión de cobertura es

¹ GSM Association, Asociación GSM

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

facilitada por un acuerdo de roaming internacional entre la operadora móvil local del usuario y la red móvil de la operadora en el país que se visita. En este acuerdo de roaming se abarca todos los aspectos comerciales y técnicos que son importantes para permitir la disponibilidad de este servicio.

1.7.3 CÓMO FUNCIONA ROAMING?

Cuando un usuario móvil está en el extranjero y enciende su teléfono y/o dispositivo móvil, ese teléfono y/o dispositivo intenta realizar una comunicación con la red móvil en el país que visita. La red visitada recibe la conexión del usuario móvil lo reconoce si está registrado en su sistema e intenta identificar la red local de dicho usuario. Si hay un acuerdo de roaming entre la red local y alguna de las redes móviles en el país que se visita, la llamada se dirige por parte de la red visitada hacia una red de tránsito internacional o conocida también como clearinghouse (Ilustración 1.4). La red de tránsito internacional es responsable de enrutar correctamente la llamada a la red de destino. Una vez hecho esto, la red de destino conectará la llamada al usuario llamado. La red visitada también necesita información de servicio sobre el usuario de la red local, como por ejemplo si el teléfono y/o dispositivo móvil que se está usando ha sido perdido o robado y si está autorizado para su utilización internacional.



Ilustración 1.4 Vista general de la tecnología y operaciones de roaming
Fuente: GSMA Mobile roaming

Si el teléfono y/o dispositivo está autorizado para esta utilización, la red visitada crea un registro temporal en su VLR (Visitor Local Register o registro local del visitante) de suscripción para el dispositivo y la red local actualiza el registro de su usuario con la información de su localización (dirección del VLR visitado), de tal

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

manera que cuando se realiza una llamada a ese número se pueda enrutar correctamente.

Para explicar el roaming móvil internacional más detalladamente, la ilustración 1.5 muestra los aspectos comerciales y técnicos dados por la Asociación GSM (GSMA), el diagrama se centra en los acuerdos comerciales a gran escala, para simplificar el cual indica: “El usuario de móvil (Usuario de Móvil A) tiene un servicio de roaming internacional con su operadora doméstica (Operadora Doméstica) y es automáticamente conectado con una red visitada (Operadora Visitada A), tras un intercambio de datos entre la Operadora Visitada A y la operadora doméstica en el que se confirma que el Usuario de Móvil es un cliente de roaming con su operadora doméstica. El acuerdo general entre la Operadora Visitada A y la Operadora Doméstica especifica cuáles de esos datos deben ser proporcionados por la operadora visitada. La Operadora Doméstica suele tener acuerdos generales de roaming con más de una operadora del país visitado; en este caso la Operadora Visitada A y la Operadora Visitada B. Como resultado, el Usuario de Móvil A puede llamar a su país usando cualquiera esas redes. Todas ellas usan los servicios de gateway internacional para llevar la llamada al país de origen del Usuario de Móvil A. El Usuario de Móvil A paga un precio a su Operador Doméstico por el servicio de roaming y no paga al Operador Visitado A. Si el usuario de Móvil B no está haciendo roaming también, no tendrá ningún coste extra por recibir una llamada o llamar al Usuario de Móvil A. La Operadora Visitado A envía archivos de Procedimiento de Cuenta Transferida (TAP), se utilizan para facturar las llamadas cuando se hace roaming, a un centro de intercambio que los reenvía a la Operadora Doméstica. La Operadora Doméstica paga a la Operadora Visitante A lo estipulado en los acuerdos a gran escala, basándose en el volumen de llamadas que figura en el archivo TAP. La Operadora Visitada A paga a un Transmisor Internacional por transportarla hacerla llegar la llamada a la Operadora Doméstica. El Transmisor Internacional paga a la Operadora Doméstica una cuota por la terminación de la llamada en el país de origen”. (GSMA, 2012)

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

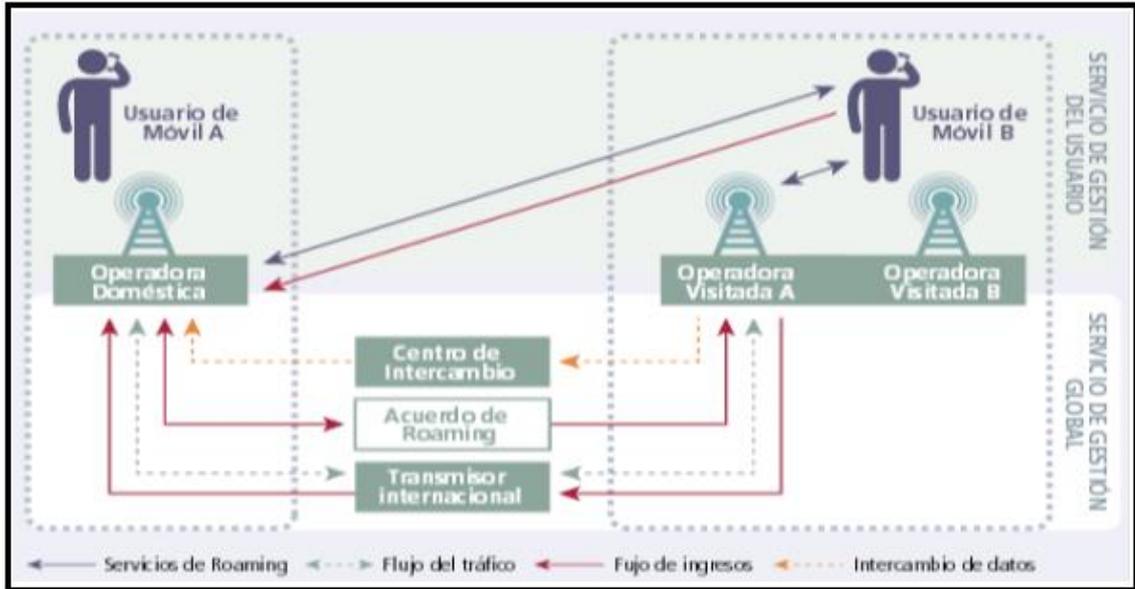


Ilustración 1. 5: Enlaces comerciales necesarios para el roaming internacional
Fuente: GSMA Mobile roaming

Con el incremento de la popularidad de los teléfonos inteligentes conocidos como smartphones, la utilización de servicios de datos mientras el roaming está operativo continúa creciendo exponencialmente. Los servicios de datos móviles se miden normalmente en kilobytes (KB) o megabytes (MB), lo que hace referencia al volumen de datos recibidos/transmitidos por el servicio utilizado. Los volúmenes de tráfico de datos pueden variar significativamente dependiendo del tipo y uso de distintos servicios de datos tal como se muestra en la ilustración 1.6.

Actividad	Consumo de datos
Una hora de mensajes instantáneos	0.25 – 1 MB
Una hora navegando por internet	1.5 – 25 MB
Descarga de 100 emails	1 – 10 MB
100 minutos de conversación en llamada de video VoPI	Alrededor de 50 MB
Descarga de una foto	0.05 – 2 MB
Descarga de un MP3	3 – 8 MB
Descarga de un programa informático	70 – 800 MB
Descarga de una película	700 – 1500 MB
Visionado de una hora de video, en directo desde Internet	250 – 500 MB
Escucha de una hora de audio, en directo desde internet	50 – 150 MB

Ilustración 1. 6: Volúmenes de tráfico de datos móviles ²
Fuente: ITU – SENATEL

² <https://www.broadbandgenie.co.uk/mobilebroadband/help/mobile-broadband-usage-guide-what-can-you-get-for-your-gigabyte>

Hay diferencias representativas en las estimaciones del tamaño, ya que el tamaño de un archivo depende del tipo de datos en la calidad y la longitud. Por ejemplo, la calidad de un archivo en formato DVD y/o de alta definición de visionado en directo desde la red, consume altas cantidades de datos que el visionado de un video estándar o la escucha de audio en formato simple.

1.7.4 USUARIOS MOVILES EN ECUADOR Y AMERICA LATINA

De acuerdo a lo indicado por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), en el Ecuador las ventas del sector TIC representan \$6.059 Millones en el año 2013, el mismo que se centra en 65% en los servicios de telecomunicaciones.

Según la GSMA en su informe de Economía Móvil, América Latina representa en la actualidad el 10% del mercado móvil mundial por ingresos (Ilustración 1.7). Su crecimiento interanual del 9% en 2012 convirtió a la región en el segundo mercado de más rápido crecimiento en todo el mundo. La cobertura territorial se encuentra actualmente en un 73% (a nivel parroquia) y el 97% de la población tiene cobertura de por lo menos una tecnología móvil. La difusión del servicio móvil avanzado ha ingresado en nuestro país en una fase de madurez, la misma que presenta un crecimiento más lento con relación a las fases de inicio y desarrollo; asimismo, experimenta grandes avances en la determinación de un mercado con múltiples servicios, segmentos y aplicaciones, caracterizado por el intercambio generacional de tecnologías que permiten cada vez más acceder a información con velocidades mucho más rápidas.

Al ser un sector muy dinámico, también permite intervenir en el desarrollo de sectores sociales, debido al acceso a la información y la disminución de brechas y asimetrías de información, las mismas que permitirán estimular de mejor forma la toma de decisiones de los ciudadanos@s. Con el objetivo de seguir desarrollando este sector, se ha venido aplicando una regulación adecuada que lo apoye mediante renovación de las licencias, liberación del espectro apropiado para el uso de nuevas tecnologías (en particular, las bandas del Dividendo Digital para telefonía móvil), Portabilidad Numérica, Operadores

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

Virtuales Móviles (MVNO) y Roaming Nacional. (ARCOTEL, 2014)

El promedio de la penetración de suscriptores móviles en América Latina es 112.83% al 2013, Ecuador se encuentra con una penetración de 113% a julio 2014. En base a datos del INEC³, en la encuesta ENEMDU -TIC 2013, la tenencia de dispositivos móviles por persona representa el 51,3%, lo cual genera una oportunidad del mercado para seguir creciendo y especialmente con políticas inclusivas que permitan a los quintiles 1 y 2 (población con menor ingreso) acceder al servicio. (INEC, 2013)

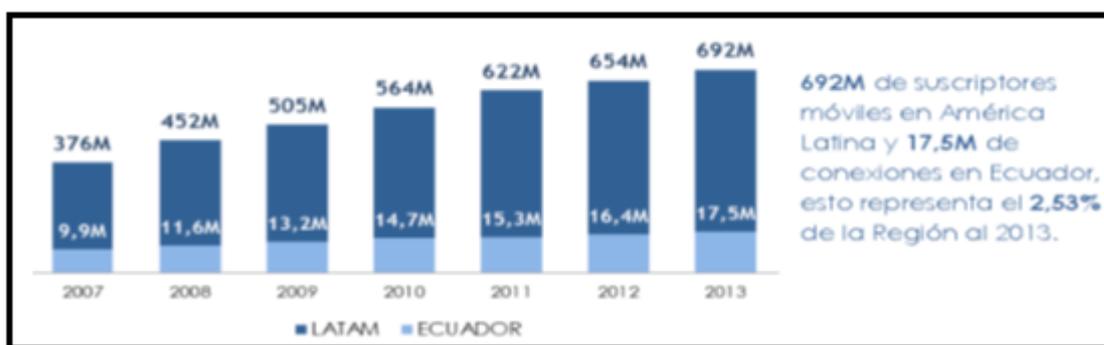


Ilustración 1. 7: Crecimiento de usuarios móviles en América Latina y Ecuador

Fuente: ITU – SENATEL

Se prevé que la tasa de suscriptores crecerá a ritmo continuo durante el periodo hasta 2020. La penetración de suscriptores se aproximará al 60% para 2020, aunque seguirá estando muy por debajo del nivel del 70% u 80% en el que el crecimiento tiende a estancarse en mercados más maduros. Esto pone de relieve el potencial de crecimiento sostenido después de 2020, así como la necesidad de un régimen regulatorio que ayude a conectar a las poblaciones de la región que todavía están desconectadas. En el futuro, el incremento en las tasas de penetración será impulsado por niveles más altos de ingresos de los consumidores y servicios móviles más asequibles. Las reducciones continuas de los precios de servicios móviles básicos y los dispositivos más económicos, incluyendo Smartphone de gama baja, serán factores importantes para mejorar la asequibilidad.

En América Latina se observa una aceleración en el uso de la banda ancha móvil y en el crecimiento del tráfico de datos. Esto ha sido impulsado por la rápida

³ Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

migración tecnológica a conexiones de mayor velocidad que se está produciendo en toda la región. A finales de 2012, los servicios 2G todavía representaban 78% de todas las conexiones, mientras que en septiembre de 2014 habían caído al 60%. Consecuentemente, las conexiones 3G aumentaron de 22% a finales de 2012 a 39% en el tercer trimestre de 2014. Este porcentaje es superior a la media mundial de 32% y a la de los mercados en desarrollo, de 27% (Ilustración 1.8). En comparación, los servicios 4G apenas dan sus primeros pasos, aunque se espera que su adopción aumente a medida que se lanzan más redes en toda la región y se completan los despliegues en la mayoría de los principales mercados. En septiembre de 2014 solo un poco más del 1% de las conexiones eran 4G, un porcentaje similar a la media de los mercados en desarrollo, pero que contrasta con el 35% de Norteamérica, el principal mercado LTE. No obstante, se espera que el número de conexiones 4G crezca a un ritmo medio del 85% anual durante el periodo de siete años hasta 2020. Cabe destacar también que las conexiones 2G seguirán suponiendo una quinta parte del total para esa fecha. (Intelligent, 2014)

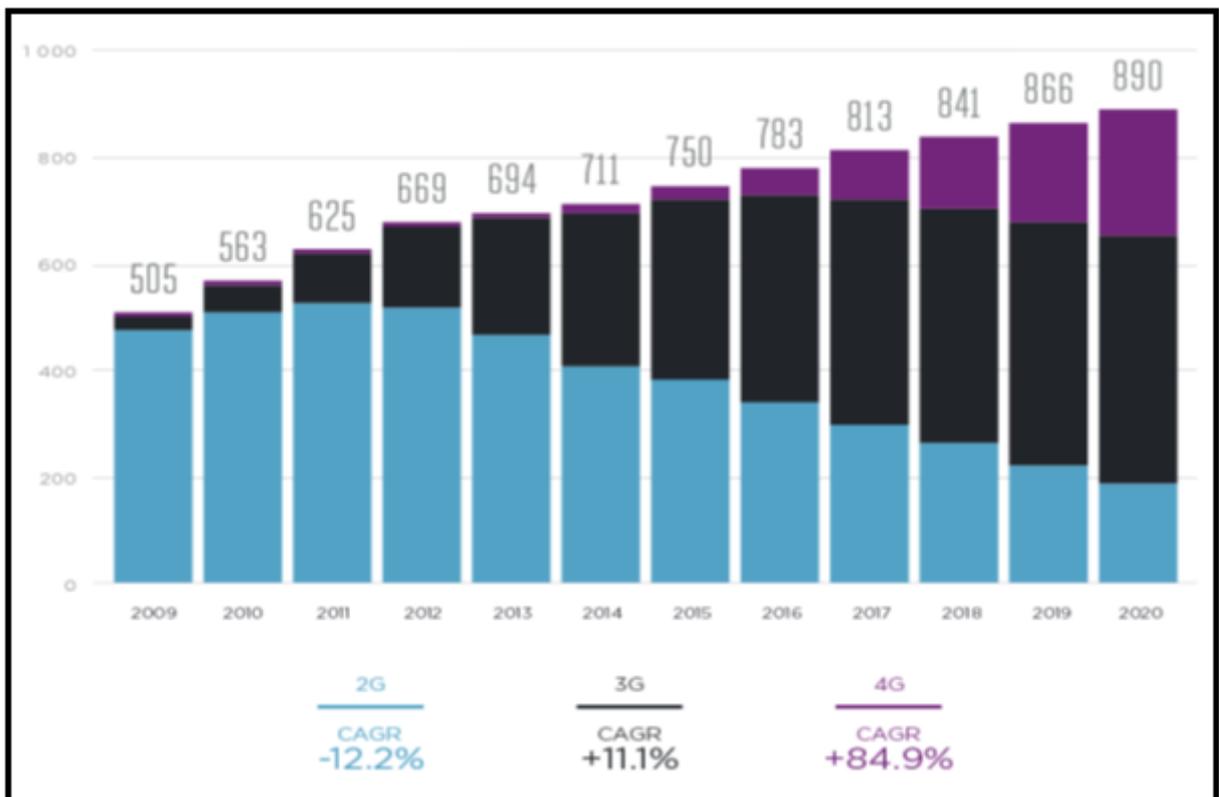


Ilustración 1. 8: Conexiones totales generación de tecnologías (Millones)
Fuente: GSMA Intelligent

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

Las diferencias en el ritmo de migración a las conexiones 3G en América Latina son también amplias. Entre los principales mercados, en Colombia se registran las cuatro quintas partes de las conexiones 2G y Brasil tiene la mayor proporción de conexiones 3G, con más de la mitad del total. La penetración 3G ha experimentado un auge en Brasil en los últimos años, y las conexiones aumentaron 57% durante el año previo a junio de 2014 para alcanzar un total de 133 millones. Este crecimiento ha sido impulsado por el rápido despliegue de las redes 3G del país que, según consta, en julio de 2014 proporcionaron cobertura al 92% de la población y por la aceleración en el ritmo de adopción de Smartphone. Como resultado de estas acciones, a lo largo de 2013 Brasil superó a Venezuela, que hasta entonces tenía la proporción más alta de conexiones 3G. Brasil también registra el número más alto de conexiones 4G en la región, con 4.6 millones en septiembre de 2014. A finales de agosto de 2014, 44 redes en 18 países de la región habían lanzado servicios LTE. Las redes 4G todavía deben ponerse en marcha en Argentina, aunque la subasta de espectro se finalizó en octubre de 2014. Los operadores invertirán cada vez más en redes 4G durante los próximos años, a medida que se ponga a disposición más espectro para respaldar estos despliegues. (BNAmericas, 2014)

De acuerdo a lo indicado por 4G Américas, al primero de Mayo del presente año 2015, existen 67 redes LTE en USA y Canadá, 14 redes LTE en el Caribe y 49 redes en Latinoamérica tal como se muestra en la Ilustración 1.9. (Americas, 2015)



Ilustración 1. 9: Redes LTE en países de América
Fuente: 4G Américas

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

La GSA⁴ una asociación de proveedores líder en redes GSM, 3G/HSPA y LTE, confirma que hasta finales del año 2013 a nivel mundial 234 operadores que lanzaron comercialmente la red LTE. (GSA, 2013)

1.7.5 ARQUITECTURA DE UNA RED GSM

Una red celular GSM está compuesta de tres subsistemas (ver ilustración 1.10) los cuales son:

1. La unidad de equipo o estación móvil conocido como UE o MS
2. La red de acceso o RAN (radio network Access)
3. El core network el cual se divide en CS (circuit switching) o conmutación de circuitos y PS (packet switching) o conmutación de paquetes.

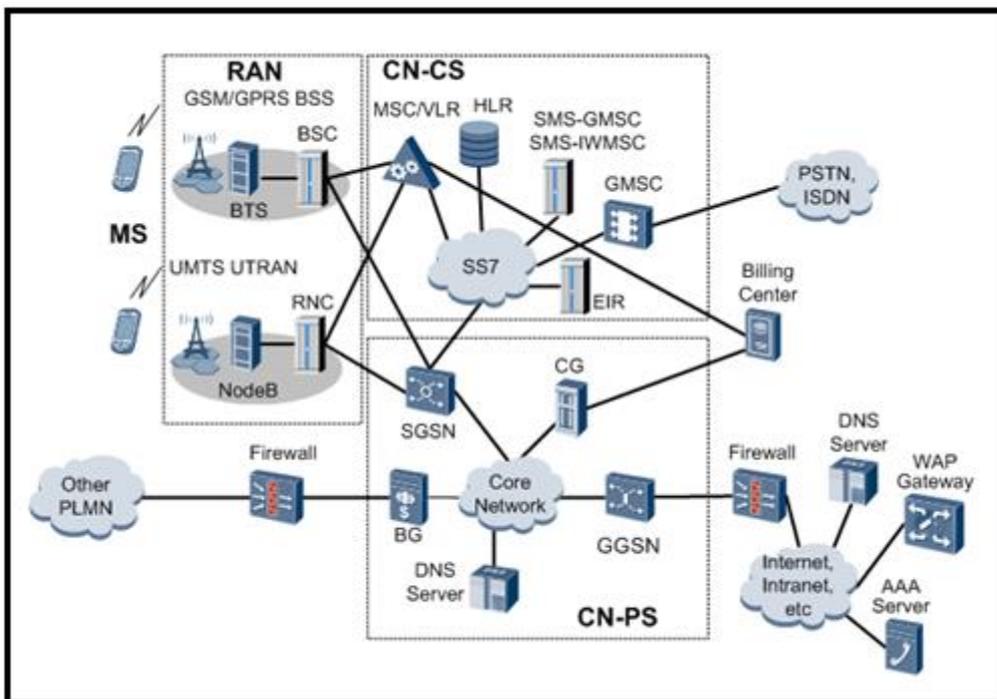


Ilustración 1. 10: Arquitectura red GSM
Fuente: Huawei Technologies

1.7.6 UE/MS

Este primer subsistema en las redes 2G es conocido como mobile station (MS) o estación móvil, mientras que en las redes 3G/LTE es conocido como user equipment (UE) o equipo de usuario, el cual consiste prácticamente del dispositivo

⁴ The Global mobile Suppliers Association

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

y/o teléfono usado por el abonado de telefonía móvil para poder comunicarse ya sea a través de la voz o datos. Es en este teléfono donde reside la SIM Cards o tarjeta SIM (Subscriber Identity Module o Modulo de identidad de suscriptor) la cual contiene la siguiente información:

- El IMEI (Internacional Mobile Equipment Identity) o identidad del equipo móvil internacional, el cual es controlado por el EIR (Equipment Identity Register o Registro de identidad de equipos) para control de acceso a la red.
- El IMSI (International Mobile Subscriber Identity) o Identidad del usuario móvil internacional.
- El MSISDN número del abonado
- A-key o llave de autenticación y algoritmos para cifrado

La tarjeta SIM es la que contiene la información para acceso a la red, aunque previo a eso el IMEI del equipo es validado por el EIR para verificar que dicho equipo no se encuentre reportado como robado. Adicionalmente la seguridad del usuario se da con la autenticación de la SIM y por la transmisión de un número temporal del IMSI conocido como TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity) el cual es transmitido por la interface aire y de esta manera no puedan clonar la SIM card.

Existe variedad de clases de terminales, los cuales están definidos dentro de la especificación GSM, es decir, su potencia de salida es la que se distingue primeramente, así como también las bandas de operación y generalmente son clasificados como de gama baja y gama alta. Es importante indicar que la frecuencia de operación en las redes móviles van desde los 850Mhz/900Mhz/1800Mhz/1900Mhz/2100Mhz, por lo que los fabricantes de teléfonos los manufacturan dependiendo de la operación de las bandas aunque en la actualidad hay equipos que son manufacturados para que trabajen en cualquiera de las bandas de operación.

1.7.7 RAN

El subsistema de la red de acceso conocida como RAN (Radio Access Network o red de radio acceso) está compuesta en las redes 2G de una BSC (Base

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

Station Controller o Controladora de las estaciones bases) y de las BTS/RBS que son las estaciones bases o también conocidas como radiobases, en las redes 3G está compuesta de una RNC (Radio Network Controller o Controladora de la red de radio) y de nodoB que son las estaciones bases o radiobases y en la red LTE no existe la RNC sino solamente los e-nodeB que son enhanced nodosB.

Una RAN puede contener una o más BSC/RNC así como también varios RBS/nodosB, la BSC/RNC controla:

- Asignación de un canal para llamada
- Calidad de la llamada
- Potencia de la transmisión de la RBS/nodoB o del MS/UE
- La ubicación de la RBS/nodoB la cual es crucial para la continuidad de la llamada y proveer buena cobertura de los radios.

Las RBS/nodosB contienen:

- Transmisor/Receptor de radio
- Guías de onda y antenas
- Equipo de procesamiento de control y señales

1.7.8 CN (CORE NETWORK)

El subsistema CN o core network (ver ilustración1.11), se divide en dos partes, los cuales son: Core Network para CS (circuit switch) y Core Network para PS (packet switch), las principales funciones del core network son:

- Transporte de la información de tráfico y señalización
- Control de los servicios ofrecidos. (interfaces)
- Gestión de movilidad
- Conexión con otras redes de telecomunicaciones

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

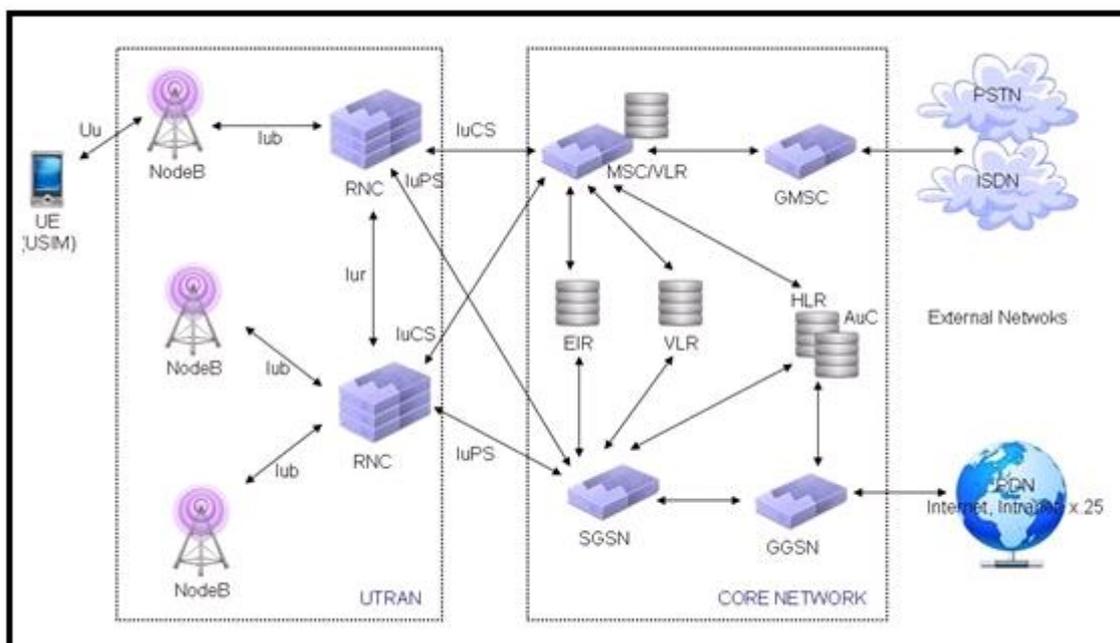


Ilustración 1. 11: Core Network
Fuente: Huawei Technologies

A continuación en la tabla 1.1 se muestra una breve descripción de las funciones principales de los elementos del core network para CS.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

Funciones de los elementos de la red CS	
Elemento	Función
MSC/MSS	<ul style="list-style-type: none"> • El MSS es el nodo encargado de las funciones de control de llamada y control de movilidad. • El MSC Server está asociado a un VLR (Visitor Location Register) con el fin de conocer los datos de los usuarios móviles • Realiza el control del MGW con el fin de establecer, mantener y liberar los recursos para llamadas. • Recibe la señalización usuario – red y la convierte en señalización red – red, para enrutar el tráfico de acuerdo a su destino. • El enrutamiento se lo realiza en base a una análisis numérico de número B (número destino), para elegir la ruta específica para aquello • Es el encargado de enviar vía FTP los CDRs (Call Detail Record) hacia el servidor de Billing para su posterior análisis y mediación.
HLR/HSS	<ul style="list-style-type: none"> • El HLR/HSS constituye la base de datos donde se encuentran suscritos todos los abonados. • Contiene la información de los datos de localización del usuario. • Es utilizado para servicios de core de Voz (CS) y para core de Datos (PS). • Maneja el proceso de autenticación de usuario (AuC). • Controla el PGW o provisioning, donde se ejecutan los comandos para aprovisionamiento de cada uno de los usuarios. (Acceso TI) • De igual manera dentro del AuC se cargan todas las IMSIs y sus respectivas llaves (KIs) para la autenticación de la Simcard y posterior registro en red.
UMG	<ul style="list-style-type: none"> • El MGW recibe el tráfico de voz (audio) desde la RNC y lo encamina a través de una red IP o ATM. • Está encargado de la asignación de recursos y canales para una llamada • El transporte mediante protocolos IP permite reutilizar recursos y minimizar costos.
STP	<ul style="list-style-type: none"> • Permite la conexión entre los diferentes equipos de la red móvil, realizando el enrutamiento de mensajes de señalización entre los mismos. • Adicionalmente trabaja como nodo de portabilidad, para lo cual TI mediante su servidor de aprovisionamiento, envía los comandos de creación de un usuario portado tanto hacia la red de CNT como offnet • Los equipos y plataformas manejados por TI que se encuentran conectados a los STPs para comunicación hacia el core de la red móvil son: el OCS (Prepago) y los IVRs. • Al igual que el HSS, TI se conecta a través del servidor de aprovisionamiento para la carga de números portados.
EIR	<ul style="list-style-type: none"> • En el EIR se almacena la base de datos de los diferentes equipos terminales (IMEI). • Los IMEIs están declarados en dos tipos de listas: <ul style="list-style-type: none"> -Blacklist. -Whitelist -Greylist • Al igual que el HSS, TI se conecta a través del servidor de aprovisionamiento para la carga de IMEIs.

Tabla1. 1: Funciones de los elementos de la red CS
Elaborada por: Autores

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

De igual manera en la tabla 1.2 se describe las principales funciones de los elementos del core network para PS

Funciones de los elementos de la red PS	
Elemento	Función
GGSN	<ul style="list-style-type: none"> - Realiza la función de Gateway de la red GPRS /UMTS con el exterior para el acceso a los servicios. - Controla la asignación de direccionamiento IP. - Es el encargado de crear los contextos PDP. - Genera CDRs por volumen y tiempo.
SGSN	<ul style="list-style-type: none"> - Realiza el envío y enrutamiento del Usuario de datos al GGSN - Gestiona la conexión hacia los terminales - Gestiona el estado de sesión - Gestiona el estado de movilidad
UGW	<p><i>S-GW</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Es el punto de anclaje o interconexión con la red de acceso referente al plano de control 2G, 3G y 4G (e- Utran) - Lleva en control de movilidad entre e-nodosB (Handover) - Realiza el enrutamiento y envío de los paquetes de datos <p><i>P-GW</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Es el punto de anclaje o interconexión con la red de acceso referente al plano de usuario 2G, 3G y 4G (e- Utran) - Realiza la función de Gateway de la red GPRS /UMTS/LTE con el exterior para el acceso a los servicios. - Controla la asignación de direccionamiento IP. - Aplica el control de UL y DL de acuerdo a las políticas de control configuradas - Es el encargado de crear los Bearers. - Genera PGW-CDRs por volumen y tiempo.
USN	<ul style="list-style-type: none"> - Es el responsable del estado de movilidad en el plano de control. - Gestiona el estado del suscriptor - Gestiona la asignación de los identificadores temporales del usuario - Gestiona la lista de los tracking área
PCRF	<ul style="list-style-type: none"> - Es la plataforma encargada de crear las reglas que se van a aplicar mediante el PCEF al usuario correspondiente a los servicios de off-line (Postpago)
PCEF	<ul style="list-style-type: none"> - Es la plataforma encargada de aplicar las políticas configuradas en el PCRF al usuario - Genera CDRs por tiempo y por volumen
CG	<ul style="list-style-type: none"> - Realiza el procesamiento de los CDRs y los envía al sistema de cobro
DNS	<ul style="list-style-type: none"> - Realiza la resolución de los PDNs externos (Internet) por APNs
OCS	<ul style="list-style-type: none"> - Es la plataforma responsable del cobro de los servicios on-line (Prepago)

Tabla1. 2: Funciones de los elementos de la red PS
Elaborada por: Autores

1.7.9 SEÑALIZACIÓN Y PROTOCOLOS

Señalización/ Protocolo	Función	Recomendación o Standard
H.248	Media gateway control protocol	3GPP TS 29.232 V4.7.0
SCTP	Stream control transmission protocol	IETF, RFC2960, Stream Control Transmission Protocol (SCTP)
M2UA	MTP2 user adaptation layer	IETF, RFC3331, SS7 MTP2 User Adaptation Layer (M2UA)
M3UA	MTP3 user adaptation layer	IETF, RFC3332, SS7 MTP3-User Adaptation Layer (M3UA)
MTP	Message transfer part	ITU-T Q.701~Q.707
ISUP	Integrated services digital network user part	ITU-T Q.761~Q.764, Q.730
SCCP	Signaling connection control part	ITU-T Q.711~Q.716
MAP	Mobile application part	3GPP TS 29.002 V4.11.0
CAP	CAMEL application part	3GPP TS 29.078 V4.7.0
BSSAP	Base station subsystem application part	3GPP TS 48.008 V4.8.03GPP TS 24.008 V4.9.0
RANAP	Radio access network application part	3GPP TS 25.413 V4.7.03GPP TS 24.008 V4.9.0
BSSAP+	Base station subsystem application part+	3GPP TS 29.018 V4.4.0
BICC	Bearer independent call control protocol	3GPP TS 23.205 V4.6.0ITU-T, Q.1902
SIP	Session initiation protocol	IETF, RFC3261, Session Initiation Protocol (SIP)
NTP	Network time protocol	IETF, RFC1305, Network Time Protocol (NTP)

Tabla1. 3: Señalización y protocolos
Fuente: Huawei Technologies

La tabla 1.3 muestra un resumen de los protocolos de señalización con su respectiva función y la recomendación o estándar publicado en la 3GPP. Es importante mencionar que cada protocolo tiene su norma o estándar para la correcta interpretación de acuerdo a cada fabricante y/o proveedor de equipos Core, los cuales contienen los mensajes que sirven para el intercambio de información entre los diferentes nodos de una red móvil.

La ilustración 1.12 a continuación muestra las interfaces que se conectan en una red móvil 3G/LTE para voz.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

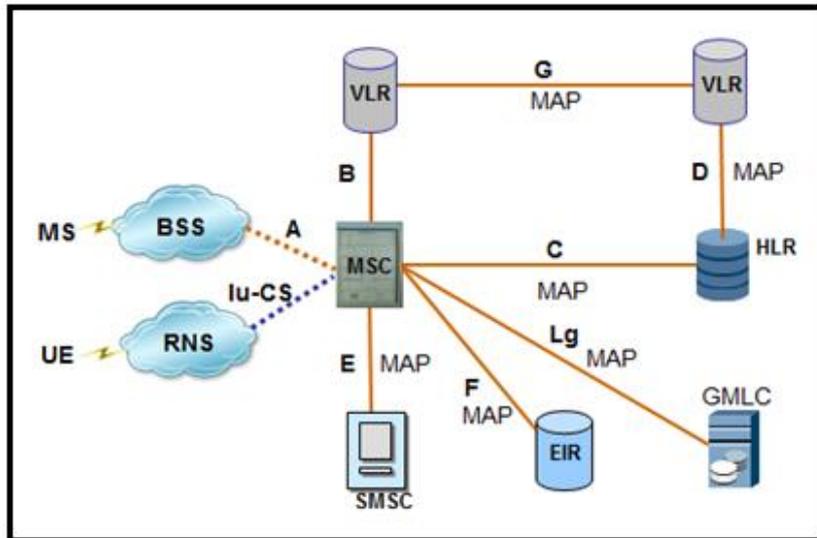


Ilustración 1. 12: MAP Interfaces in CS core network
Fuente: Huawei Technologies

En la tabla 1.4 se resume la conectividad de cada interface y la función principal de las mismas en una red core móvil para voz.

Tipo	Nombre	Entidad	protocolo	Funciones
MAP interfaces in CS domain	C	Entre MSC and HLR	MAP	Obtiene información de enrutamiento
	D	Entre VLR and HLR	MAP	Manejo de movilidad
	E	Entre MSC and MSC, or MSC and SMSC	MAP	Handover entre MSCs or mensajes texto MO/MT
	F	Entre MSC and EIR	MAP	Chequeo de IMEI
	G	Entre VLRs	MAP	Obtener identidad del subscriber (IMSI)
	Lg	Entre MSC and GMLC	MAP	Servicios de Location

Tabla1. 4: Interfaces en el Core CS
Fuente: Huawei Technologies

La interface C (ilustración1.13)

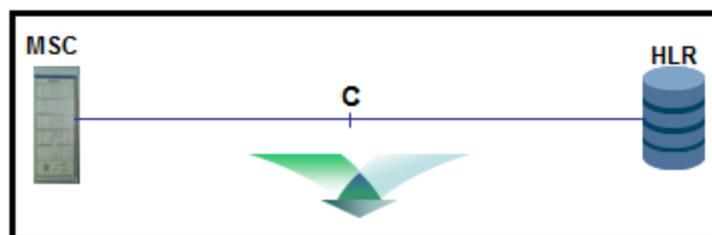


Ilustración 1. 13: Interface C
Fuente: Autores

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

- Provee información de enrutamiento para terminación de llamadas al móvil
- Provee información de enrutamiento para terminación de mensajes cortos de texto (SMS)

La interface D (ilustración 1.14)

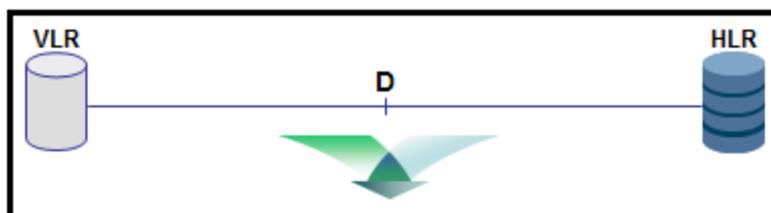


Ilustración 1. 14: Interface D
Fuente: Autores

- Obtiene vectores para la autenticación, el VLR enviará un mensaje MAP hacia el HLR/AuC para aplicar los vectores cuando no hay disponibilidad de vectores.
- Location update, el VLR envía los mensaje de Location Update al HLR para actualizar la información de ubicación.
- Cancel location, el HLR envía el mensaje de Cancel Location al VLR para borrar los datos del suscriptor en el VLR.
- Purge MS, el VLR envía el mensaje Purge MS para informar al HLR que los datos del suscriptor en el VLR han sido borrados.
- Provee el MSRN para terminación de llamadas (MTC), HLR preguntará al VLR para los MSRN.
- Servicio suplementario, registra, borra, activa y desactiva los SS (servicios suplementarios)
- Funciones de la administración del suscriptor
- Servicios de SMS, el VLR envía el mensaje Ready for SM al HLR para indicar la situación de memoria disponible del UE (user equipment)

La interface E (ilustración 1.15)



Ilustración 1. 15: Interface E
Fuente: Autores

- Handover, incluye inter-MSC, entre la MSC y el MSC server, e inter-MSC server.
- Servicio SMS, SMS es manejado por mensajes MAP entre el SMSC y el MSC/MSC server.

La interface F (ilustración 1.16)

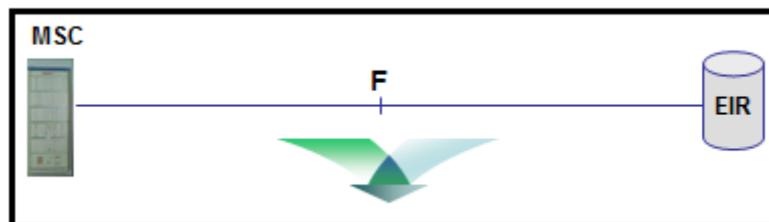


Ilustración 1. 16: Interface F
Fuente: Autores

- Chequeo de IMEI, el sistema puede chequear la valides del UE (user equipment), para evitar el acceso de cualquier UE a la red móvil.

La interface G (ilustración 1.17)

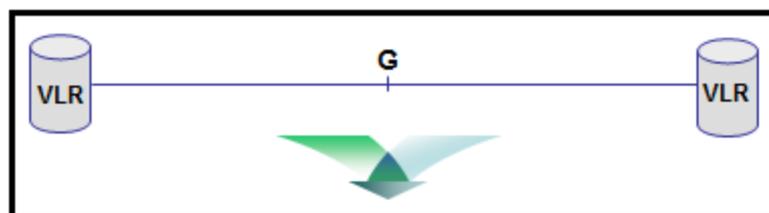


Ilustración 1. 17:Interface E
Fuente: Autores

- Obtener el ID del suscriptor, cuando un UE viaja a una nueva área (VLR) el nuevo VLR preguntará al VLR antiguo por la identidad del IMSI. Si hay vectores de autenticación disponibles el VLR antiguo enviará esta información al nuevo VLR.

Interface Lg (ilustración 1.18)

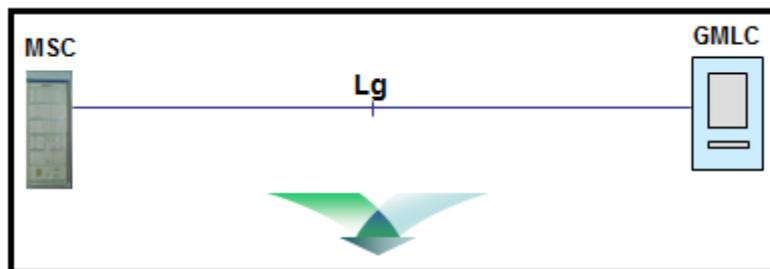


Ilustración 1. 18: Interface Lg
Fuente: Autores

- El GMLC envía un mensaje de location request a la MSC/MSC Server para obtener la información de localización del suscriptor.
- Para MO LCS Service, el MSC/MSC server puede reportar la información de localización al GMLC.
- La red inicia un servicio LCS en caso de llamadas de emergencia.

Las principales funciones de MAP se las observa en la tabla 1.5 a continuación:

Función	Descripción
Version negotiation	Negocia diferentes versiones de MAP usando la aplicación de nombre de contexto
Mobility management	Controla los Location update, cancel location, purge MS, MM event notify SCP
Subscriber data management	The management of normal service subscribe data, LCS, SS and CAMEL subscribe data etc.
Security function	Authentication, ciphering, IMEI check, TMSI allocation
Call handling	Get routing information, provide roaming number, paging.
Location service	MO,MT,NI location service
Handover control	Inter-UMTS handover, UMTS/GSM inter-system handover
Fault recovery	Restore data, HLR restart notification
Supplementary service	Management of SS, SS event notify SCP
SMS service	MO SMS, MT SMS,

Tabla1. 5: Señalización y protocolos
Fuente: Huawei Technologies

La ilustración 1.19 a continuación muestra las interfaces que se conectan en una red móvil 3G/LTE para datos.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

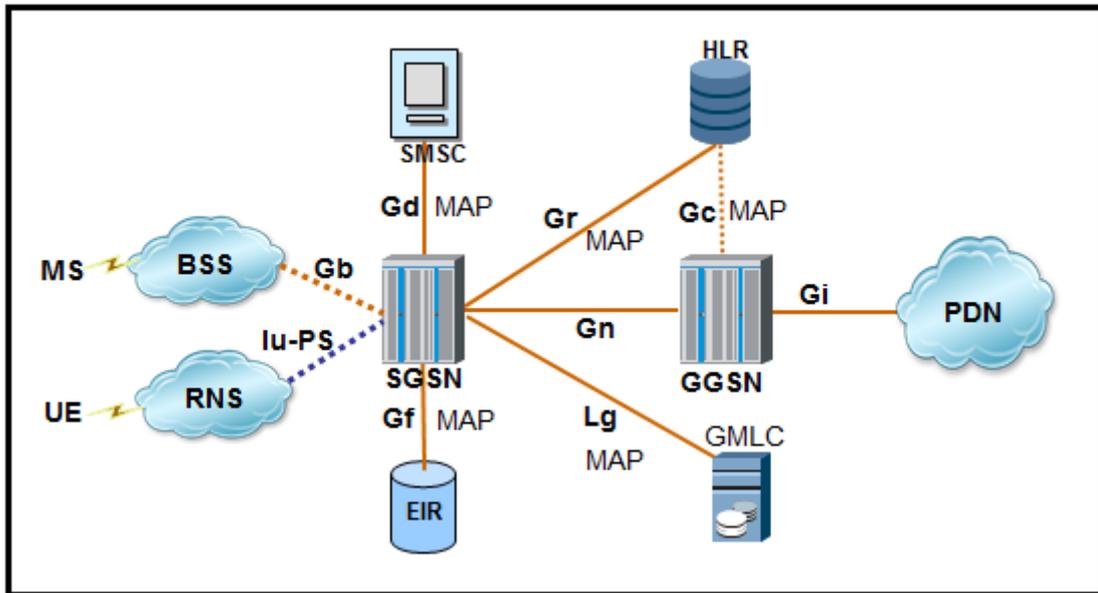


Ilustración 1. 19: MAP Interfaces in PS core network
Fuente: Huawei Technologies

En la tabla 1.6 adjunta se resume la conectividad de cada interface y la función principal de las mismas en una red core móvil para datos.

Tipo	Nombre	Entidad	Protocolo	Funciones
MAP interfaces in PS domain	Gr	Entre SGSN and HLR	MAP	Mobility management
	Gc	Entre GGSN and HLR	MAP	Get routing information of MT service. Optional interface
	Gd	Entre SGSN and SMSC	MAP	MO/MT short message in PS domain
	Gf	Entre SGSN and EIR	MAP	Check IMIE
	Lg	Entre SGSN and GMLC	MAP	Location service

Tabla1. 6: Map interface en PS
Fuente: Huawei Technologies

La Interface Gr (ilustración 1.20)

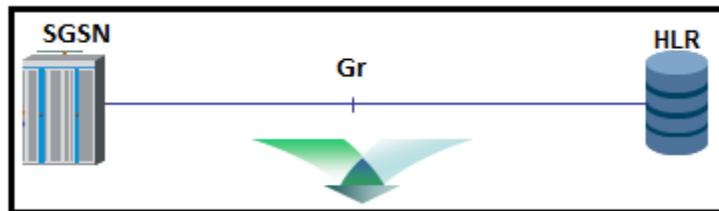


Ilustración 1. 20: Interface GR
Fuente: Autores

- Obtiene información para la autenticación, el SGSN enviará un mensaje hacia el HLR/AuC para autenticidad de datos de la SIM card.
- Location update, el SGSN envía los mensaje de Location Update al HLR para actualizar la información de ubicación.
- Cancel location, el HLR envía el mensaje de Cancel Location al SGSN para borrar los datos del suscriptor en su base de datos.
- Purge UE, el SGSN envía este mensaje para informar al HLR que los datos del suscriptor en el SGSN han sido borrados.
- Inserta data del suscriptor, el HLR envía el mensaje insert subscriber data para actualización del perfil suscriptor.

La Interface Gc (ilustración 1.21)

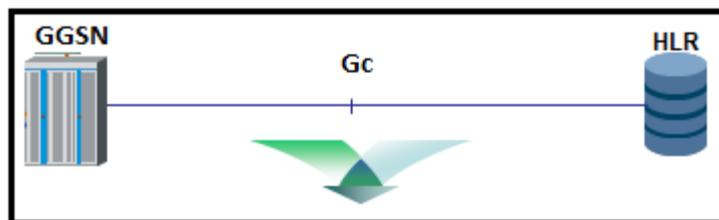


Ilustración 1.21: Interface Gc
Fuente: Autores

- Recuperación de información de enrutamiento para GPRS
- Reporta fallas para establecer un contexto PDP red solicitado
- Informa de que una MS se ha convertido en accesible para GPRS

La Interface Gd (ilustración 1.22)

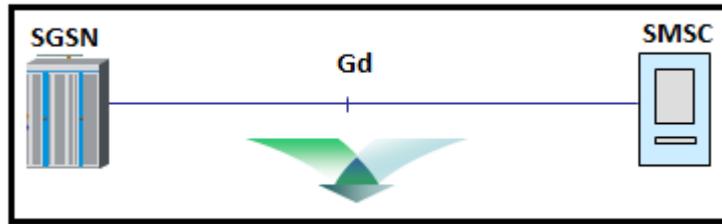


Ilustración 1. 22: Interface Gd
Fuente: Autores

- Reenvía MO Short Message;
- Reenvía MT Short Message;
- Mobile-to-Mobile Short Message.

La Interface Gf (ilustración 1.23)

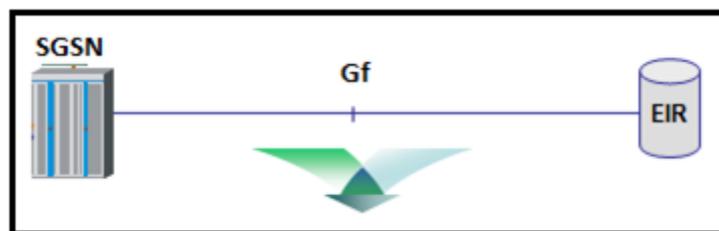


Ilustración 1. 23: Interface Gf
Fuente: Autores

- Implementa la aplicación móvil de verificación Servicio Estación Móvil Internacional identidad de equipo (IMEI).

La Interface Lg (ilustración 1.24)

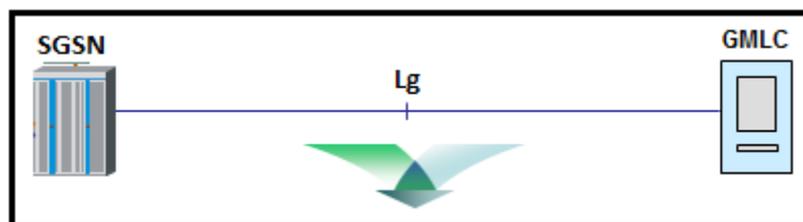


Ilustración 1. 24: Interface Lg
Fuente: Autores

- El GMLC envía un mensaje de location request al SGSN para obtener la información de localización del suscriptor.

1.7.10 ARQUITECTURA DE UNA RED LTE/EPC

La ilustración 1.25 muestra la estructura de una red LTE/EPC (Long Term Evolution/Evolved Packet Core), la cual está compuesta básicamente de los siguientes subsistemas:

1. UE (user equipment), dispositivo al igual que la red 3G para el acceso a las comunicaciones de voz o datos.
2. LTE (Long Term Evolution) el cual es el salto evolucionado desde la red 3G hacia la 4G
3. SAE (System Architecture Evolution), el cual es la evolución correspondiente de la red GPRS/3G hacia el EPC (Evolved Packet Core).

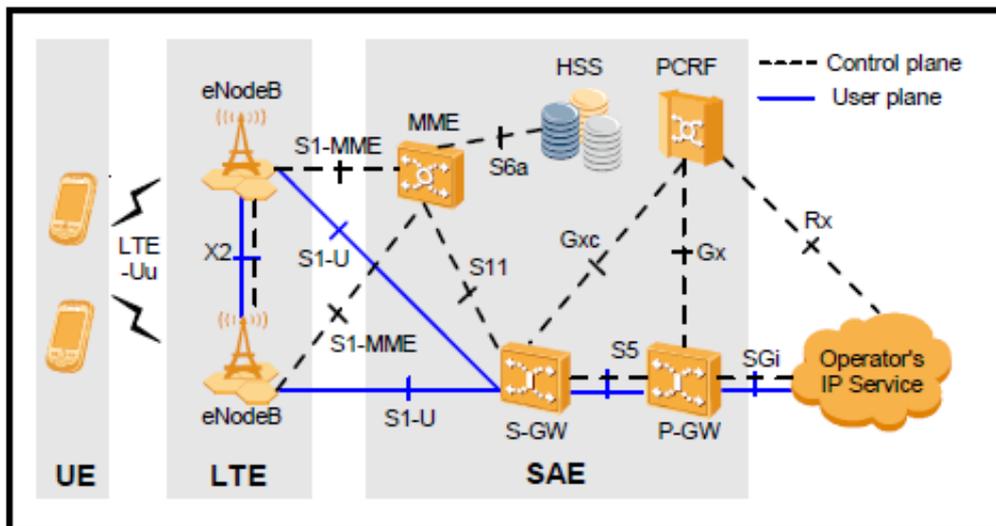


Ilustración 1. 25 Arquitectura de una red LTE/EPC
Fuente: Huawei, EPC Network Fundamental training.

La red LTE/EPC realiza las siguientes funciones lógicas:

- Funciones de control de acceso a redes.
- Paquete de enrutamiento y funciones de transferencia.
- Funciones de Gestión de la Movilidad.
- Funciones de seguridad.
- Funciones de gestión de recursos de radio.
- Funciones de gestión de red.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

Adicionalmente la ilustración 1.25 muestra las nuevas interfaces que sirven para la conexión entre los diferentes nodos de la red LTE, a continuación una breve descripción de las mismas:

La interface S1 (ilustración 1.26)

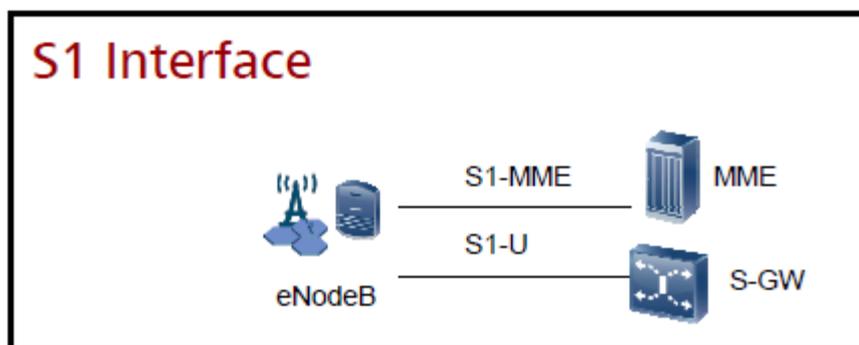


Ilustración 1. 26: Interface S1
Fuente: Autores

- Procedimiento Attach
- Actualización del área de seguimiento (tracking área update TAU)
- Procedimiento del UE para solicitud de servicio
- Procedimiento de la red para el disparo de la solicitud de servicio
- Procedimiento del UE para detach
- MME Inicia procedimiento de desconexión
- HSS inicia procedimiento de detach
- Procedimiento de comprobar la Identidad
- Procedimiento de Activación del bearer dedicado
- Procedimiento de modificación de bearer
- S1-U encapsulación / Decapsulation

La interface S6a

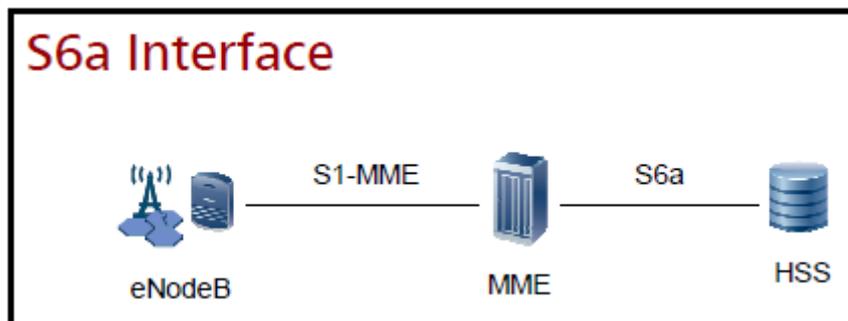


Ilustración 1. 27: Interface S6a
Fuente: Autores

- Procedimiento de Location Update
- Procedimiento de Purgar el UE
- Cancelación de localización
- Insertar datos del suscriptor
- Eliminar los datos de suscriptor
- Recuperación de información de autenticación
- Restablecimiento
- Notificación

La interface S11

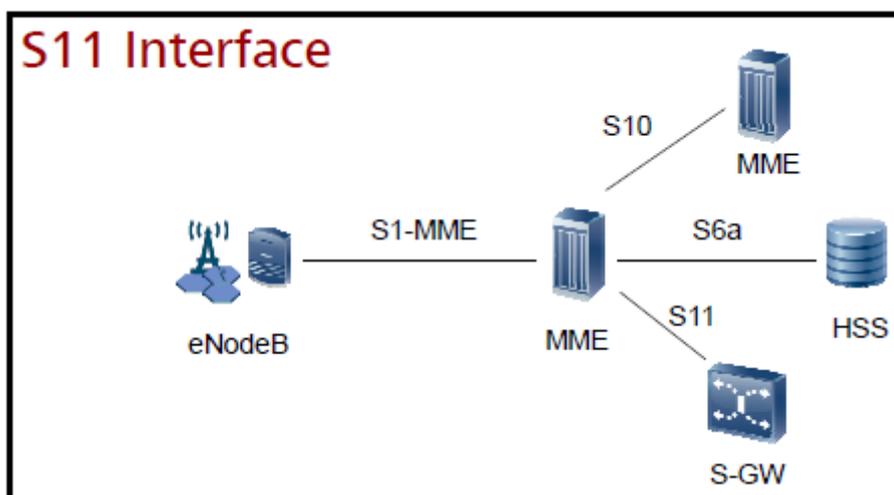


Ilustración 1. 28: Interface S11
Fuente: Autores

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

- Crea o elimina una sesión
- Crea o elimina un bearer por defecto
- Crea o eliminar un bearer dedicado
- Agregar una regla para crear o modificar o actualizar un bearer dedicado
- Realiza handover el UE
- Realizar handover UE basada en X2 para la reubicación SGW
- Realizar handover UE basada en S1 para la reubicación SGW

La interface S5/S8

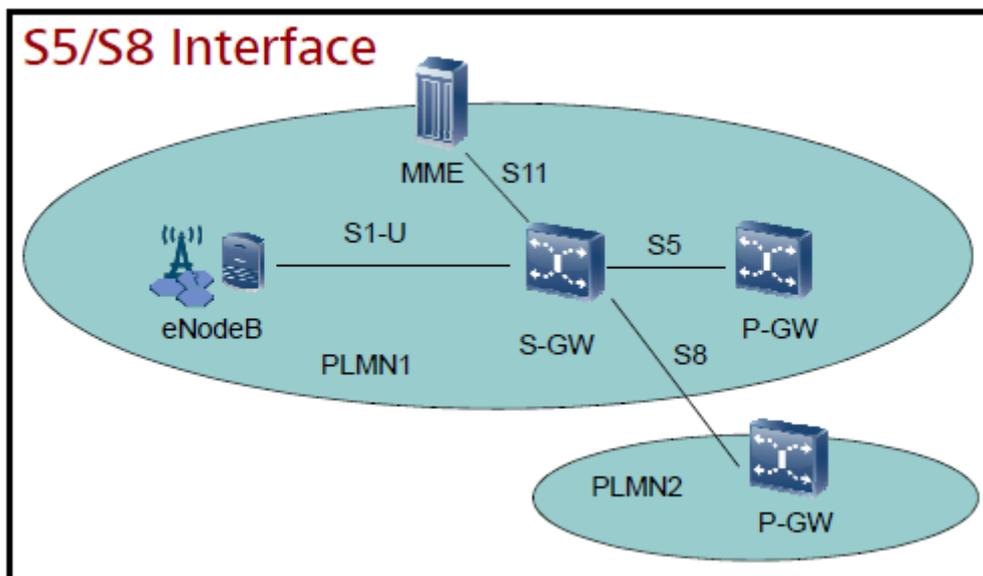


Ilustración 1. 29: Interface S5 / S8
Fuente: Autores

- Creación de sesión Solicitud/Respuesta
- Eliminación de sesión Solicitud/Respuesta
- Modificar bearer Solicitud/Respuesta
- Cambio de notificación Solicitud/Respuesta
- Crear/actualizar/eliminar bearer Solicitud/Respuesta
- Suspender notificación/reconocimiento
- Actualizar/eliminar una conexión de establecimiento PDN solicitud / Respuesta

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

- Modificar/Eliminar comando bearer
- Modificar bearer indicación de falla

La interface Gx

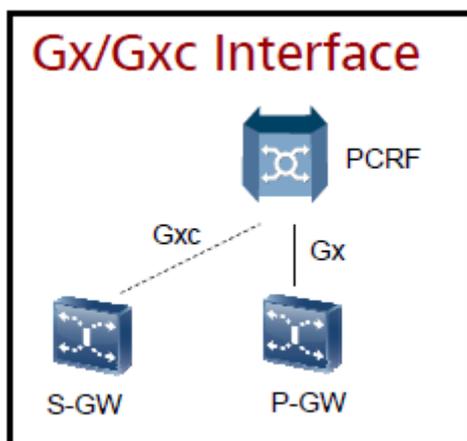


Ilustración 1. 30: Interface GX / Gxc
Fuente: Autores

- Inicia una sesión de aborto
- Inicia una solicitud de reautorización (RAR)
- Inicia una petición de terminación desde una transacción activa
- Inicia una instalación de regla para una transacción activa
- Inicia una regla para eliminar una transacción activa
- Inicia una aplicación detección y control (ADC) e una regla de instalación para una transacción activa
- Inicia una regla ADC para quitar una transacción activa;
- Inicia un evento para actualizar la calidad de servicio (QoS) de la información.

La interface SGI

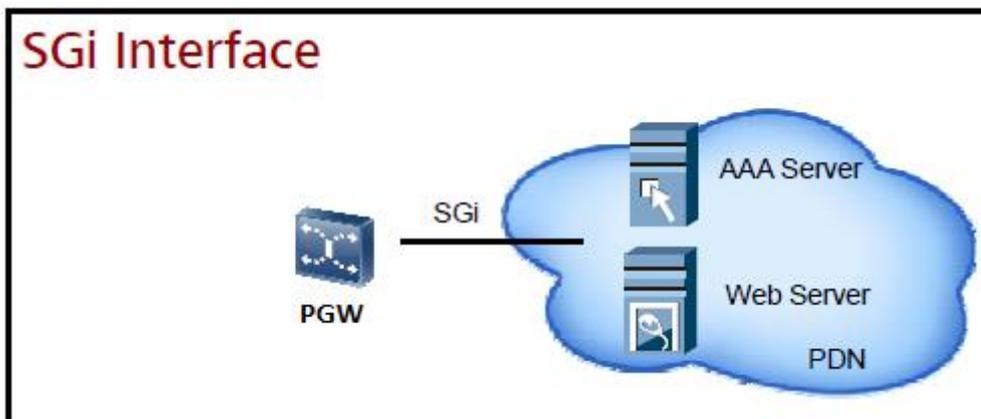


Ilustración 1. 31: Interface SGI
Fuente: Autores

- La interfaz SGI conecta el PGW a una red externa (PDN).
- La interfaz se basa en el paquete IP (datos de usuario / carga útil / plano de datos), permitiendo también posible intercambio de señalización (ex. OSPF, BGP etc.).
- La aplicación Gi para 3G, la interface SGI de red de topología real 4G.
- Todos los varios paquetes IP se combinan en una tabla de enrutamiento (enrutador virtual o encaminamiento de instancia).
- Es posible activar el protocolo de enrutamiento dinámico (OSPF, BGP) para anunciar la dirección IP del PGW/GGSN a la red externa.
- Por lo general, PGW/GGSN puede habilitar OSPF básico.
- También es posible activar el mecanismo de redundancia como VRRP para el nodo múltiple.

CAPITULO 2.- METODOLOGIA

2.1 INVESTIGACIÓN APLICADA.

Es aquella que parte de una situación problemática que requiere ser intervenida y mejorada. Comienza con la descripción sistemática de la situación deficitaria⁵, luego se enmarca en una teoría suficientemente aceptada de la cual se exponen los conceptos más importantes y pertinentes; posteriormente, la situación descrita se evalúa a la luz de esta Teoría y se proponen secuencias de acción o un prototipo de solución. Supone el uso de los métodos de la investigación-acción-participación, es decir, relación directa con la comunidad afectada por la problemática. Las propuestas de solución deben integrar los conocimientos propios del Comunicador social-Periodista o del Comunicador Audiovisual-multimedia, según sea el caso. (SAbana)

2.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

El medio de investigación que utilizaremos será de campo el cual nos permite reunir la información necesaria recurriendo fundamentalmente al contacto directo con los hechos y fenómenos que se encuentran en el estudio, ya sea que estos hechos y fenómenos estén ocurriendo de manera ajena al investigador o que sean provocados por este con un adecuado control de la variables que intervienen (Maria & Moreno Bayardo, 1987)

2.3 ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE UNA ENCUESTA

Se quiere conocer si los turistas extranjeros provenientes de los Estados Unidos de Norteamérica desean tener el servicio roaming LTE 4G al ingresar a nuestro país.

Para obtener una respuesta adecuada a la investigación se elaborara un

⁵ Que implica déficit.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

cuestionario de preguntas relacionadas con aceptación de servicio roaming y disponibilidad en el área técnica, las mismas que serán consultadas a los extranjeros provenientes de los EEUU y a los técnicos encargados del área de servicios móviles de la empresa CNT EP (tabla2.1).

Descripción	Cantidad de personas
Extranjeros visitantes	254.000
Técnicos y administrativos	6

Tabla2. 1: Departamento de Área Técnica CNT EP e INEC año 2013
Fuente: Autores

2.4 UNIDADES DE ANÁLISIS

Las unidades de análisis de la encuesta serán los extranjeros provenientes de los EEUU y los trabajadores del área técnica de la empresa de telecomunicaciones CNT EP.

2.5 TAMAÑO DE LA MUESTRA

El tamaño de la muestra es calculado por medio del programa **Sample.exe**. Para el cual se ha considerado un nivel de confianza del 95% y un margen de error de 10% (tabla 2.2). Se ha estratificado la encuesta ya que se desea saber diferente tipo de información una completamente técnica y especializada la otra para identificar la necesidad del servicio.

Descripción	Muestra
Extranjeros estadounidenses en nuestro país	96
Técnicos de CNT EP	4

Tabla2. 2: Tamaño de la muestra
Fuente: Sample.exe.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

La ilustración 2.1 es una muestra de los extranjeros provenientes de los EEUU.

(Lines highlighted in RED are at the .05 alpha level)

Sample Size Needed	Confidence Level (%)	Precision Level (%)
1,078	99.9	5
897	99.7	5
785	99.5	5
662	99.0	5
540	98.0	5
399	95.5	5
384	95.0	5
270	90.0	5
207	85.0	5

270	99.9	10
225	99.7	10
197	99.5	10
166	99.0	10
135	98.0	10
100	95.5	10
96	95.0	10
68	90.0	10
52	85.0	10

Ilustración 2. 1: Muestra de extranjeros provenientes de USA
Fuente: Software Sample.exe.

La ilustración 2.2 muestra de los técnicos de la empresa de telecomunicaciones CNT EP.

(Lines highlighted in RED are at the .05 alpha level)

Sample Size Needed	Confidence Level (%)	Precision Level (%)
4	99.9	5
4	99.7	5
4	99.5	5
4	99.0	5
4	98.0	5
4	95.5	5
4	95.0	5
4	90.0	5
4	85.0	5

4	99.9	10
4	99.7	10
4	99.5	10
4	99.0	10
4	98.0	10
4	95.5	10
4	95.0	10
4	90.0	10
4	85.0	10

Ilustración 2. 2: Muestra de ejecutivos en el área de roaming de la CNT E.P
Fuente: Software Sample.exe

Tabla de frecuencia y tabulaciones

Para realizar las tablas de frecuencia y tabulación se ha utilizado el sistema SPSS (Statistical Package for the Social Sciences o Paquete estadístico para las ciencias sociales), por medio del cual también se realizó el análisis de confiabilidad de la encuesta tomando en cuenta la validez interna mediante la significación, el KMO y el coeficiente de Cronbach (tabla 2.3). Donde la significación debe de estar por debajo de 0.05 y el KMO que mide el coeficiente de correlación parcial debería

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

ser igual o mayor a 0.75 y el alfa de Cronbach debe ser superior a 0.8.

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,406
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	35,425
	gl	15
	Sig.	,002

Tabla2. 3: Análisis factorial
Fuente: Sistema SPSS

Alfa de Cronbach	N de elementos
,002	6

Tabla2. 4: Estadística de fiabilidad
Fuente: Sistema SPSS

Para poder tabular las encuestas se ingresaron los datos en el programa SPSS como se demuestro en el Anexo 3.

Análisis

Dado que nuestra unidad de análisis son los extranjeros llegados de los EEUU y los trabajadores del área de roaming de la empresa CNT se han obtenido las siguientes muestras:

- visitantes extranjeros 96
- Técnicos de roaming 4.

Donde podemos encontrar que la mayor concentración de personas son los turistas extranjeros.

2.6 ENCUESTAS REALIZADAS

2.6.1 ANALISIS DE ENCUESTAS REALIZADAS A LOS EXTRANJEROS

A continuación se describe el análisis y resultado de cada una de las preguntas de las encuestas realizadas a la muestra obtenida arriba indicado, tanto al personal extranjero como a personal de CNT.

1. ¿Dispone de un teléfono celular en este viaje?

Disposición de un celular

Válido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
si	86	89,6	89,6	89,6
no	10	10,4	10,4	100,0
Total	96	100,0	100,0	

Tabla2. 5: Disponibilidad de un celular
Fuente: Sistema SPSS

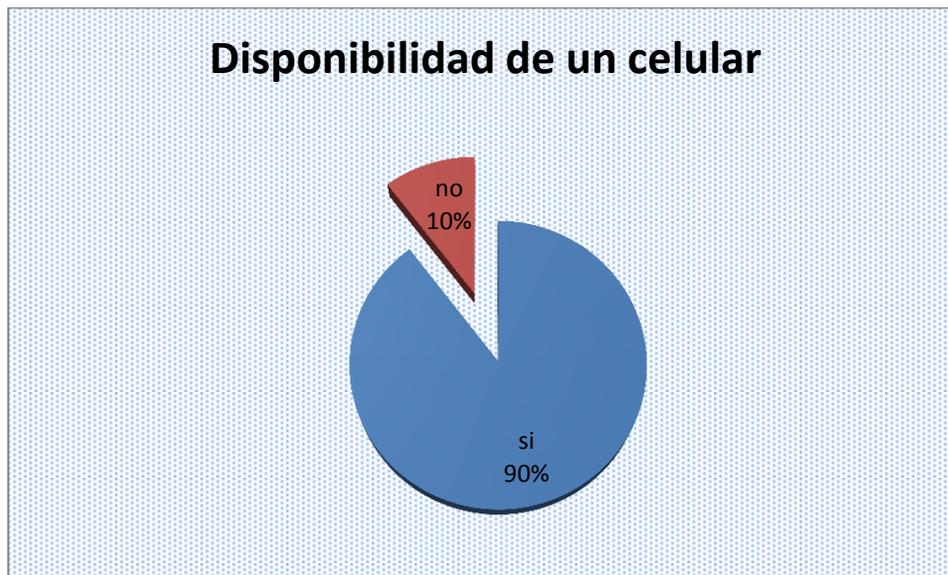


Ilustración 2. 3: Disponibilidad de un celular
Fuente: autores (Excel)

Análisis

Como lo demuestra la Ilustración 2.3, podemos precisar que el 90% de extranjeros provenientes de los EEUU, sí disponen de un teléfono celular.

2. Seleccione la marca de su teléfono celular:

		Marca del celular			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Samsung	22	22,9	22,9	22,9
	Iphone	51	53,1	53,1	76,0
	Nokia	16	16,7	16,7	92,7
	Motorola	1	1,0	1,0	93,8
	LG	6	6,3	6,3	100,0
	Total	96	100,0	100,0	

Tabla2. 6: Marcas de celular
Fuente: Sistema SPSS

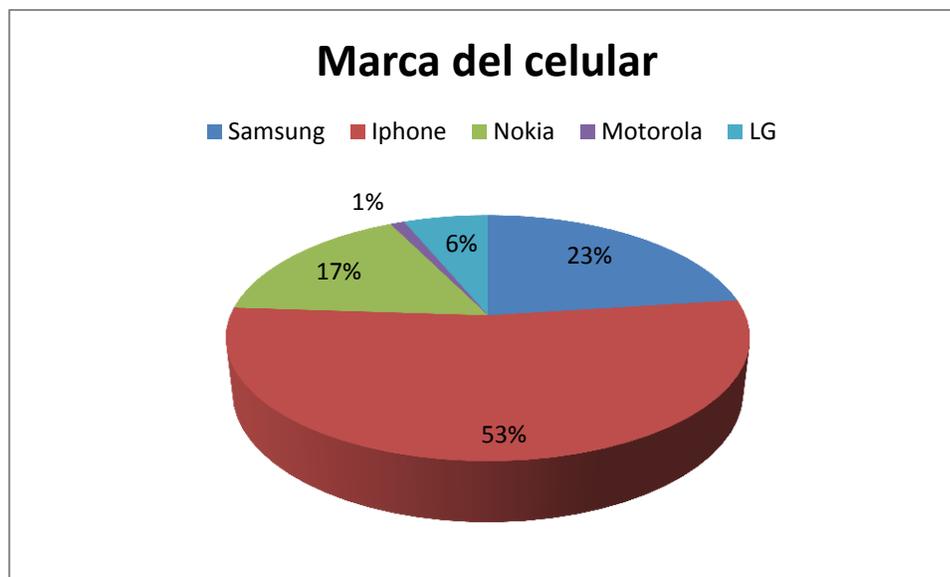


Ilustración 2. 4: Marca del celular
Fuente: Autores

Análisis

Como lo demuestra la Ilustración 2.4, el 53% de los encuestados poseen un teléfono celular Iphone, el 23% Samsung, 17% Nokia, 6% LG, y el 1% Motorola. Por medio de la encuesta podemos precisar que la mayoría de los usuarios tienen un teléfono celular Iphone.

3. La tecnología de su teléfono es?:

		Tecnología			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	3G	15	15,6	15,6	15,6
	4G	72	75,0	75,0	90,6
	Ambos	5	5,2	5,2	95,8
	Desconoce	4	4,2	4,2	100,0
	Total	96	100,0	100,0	

Tabla2. 7: Tipo de tecnología celular
Fuente: Sistema SPSS

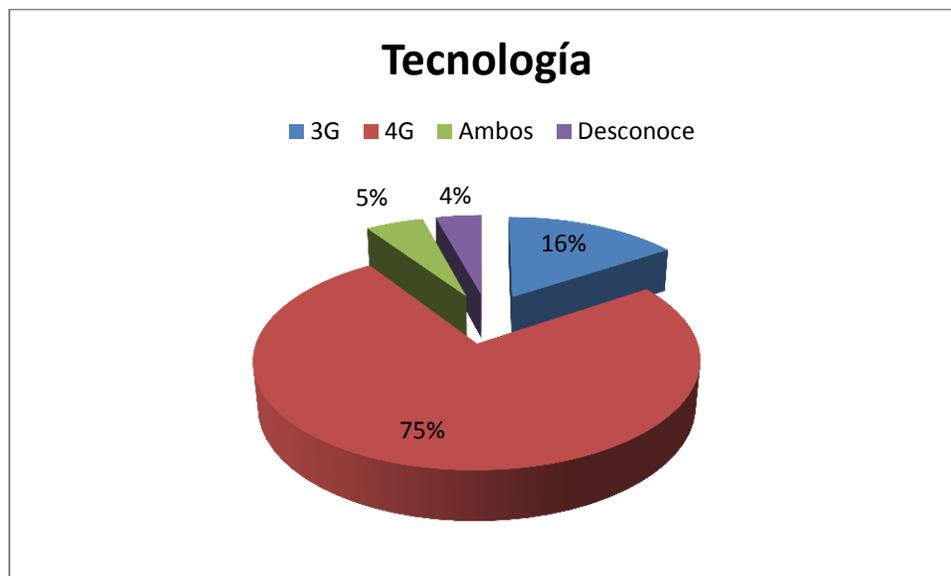


Ilustración 2. 5: Tecnología
Fuente: autores (Excel)

Análisis

Como lo demuestra la Ilustración 2.5, el 75% de los encuestados tienen un celular 4G, el 16% cuentan con un celular con tecnología 3G, 5% ambos y un 4% desconoce. Estos resultados nos permiten identificar saber que tenemos un 80% de usuarios que tienen celulares con tecnología 4G que es la principal unidad de estudio para la elaboración del análisis de implantación de roaming LTE 4g entre operadoras de telecomunicaciones de EEUU y CNT en Ecuador.

4. Con qué operador tiene contrato en los Estados Unidos?

		Operadora			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	AT&t	9	9,4	9,4	9,4
	Verizon	8	8,3	8,3	17,7
	Sprint	23	24,0	24,0	41,7
	T-Mobile	15	15,6	15,6	57,3
	MetroPcs	12	12,5	12,5	69,8
	U.S Celular	18	18,8	18,8	88,5
	Otro	11	11,5	11,5	100,0
	Total	96	100,0	100,0	

Tabla2. 8: Operadoras telefónicas
Fuente: Sistema SPSS

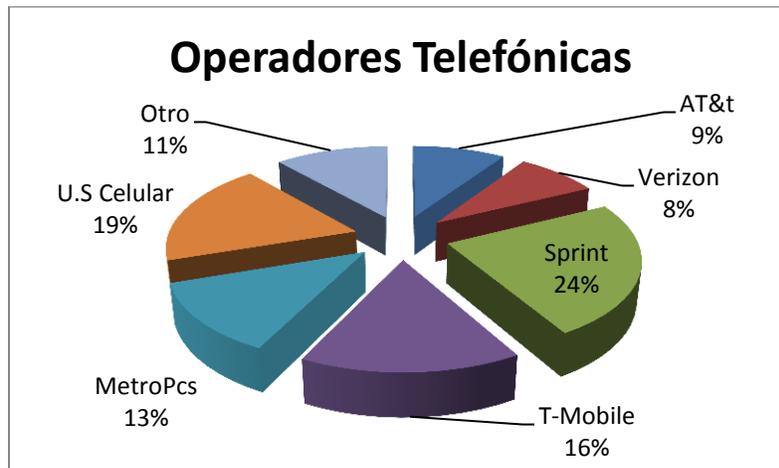


Ilustración 2. 6: Operadoras Telefónicas
Fuente: autores (Excel)

Análisis

Como lo demuestra la Ilustración 2.6, el 24% de los entrevistados tiene un contrato celular con la operadora Sprint, 19% U.S Celular, 16% T-Mobile, 13% MetroPcs, 9% AT&T y 11% están con el resto de operadoras. Estos datos permiten identificar que para iniciar el proceso de roaming internacional entre la operadora de telecomunicaciones del Ecuador CNT y alguna operadora de EEUU se debe considerar a las operadoras que tienen el mayor número de extranjeros visitantes a nuestro país que son Sprint y U.S Celular.

5. ¿Conoce lo que es el servicio de roaming?

Servicio Roaming					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	si	90	93,8	93,8	93,8
	no	6	6,3	6,3	100,0
	Total	96	100,0	100,0	

Tabla2. 9: Conocimiento de Roaming internacional
Fuente: Sistema SPSS

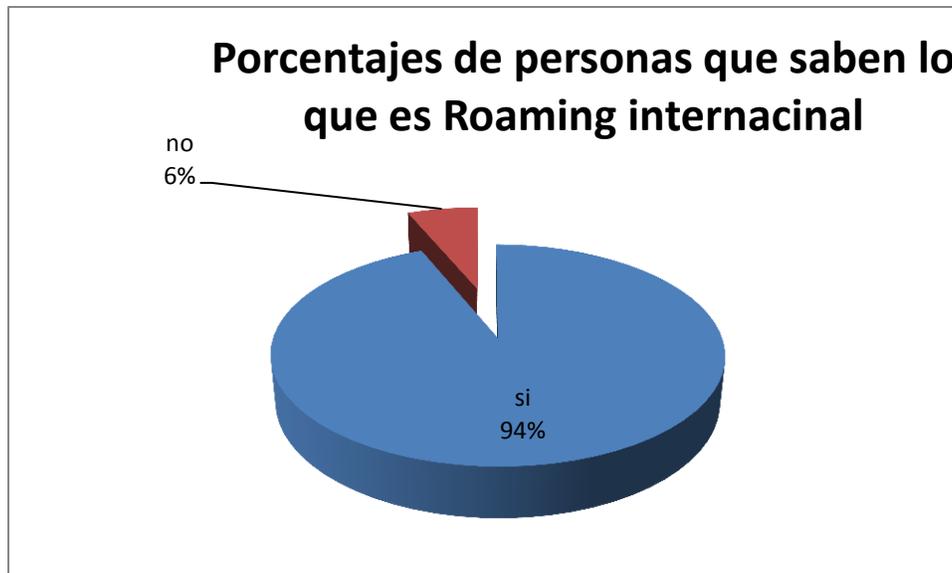


Ilustración 2. 7: Conocimiento de Roaming internacional
Fuente: autores (Excel)

Análisis

Como se muestra en la ilustración 2.7, el 94% de los encuestados tienen el conocimiento de lo que es roaming internacional.

6. ¿Le gustaría utilizar roaming en nuestro país por un valor adicional de su plan?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido si	90	93,8	93,8	93,8
no	6	6,3	6,3	100,0
Total	96	100,0	100,0	

Tabla2. 10: Aceptación del servicio roaming
Fuente: Sistema SPSS

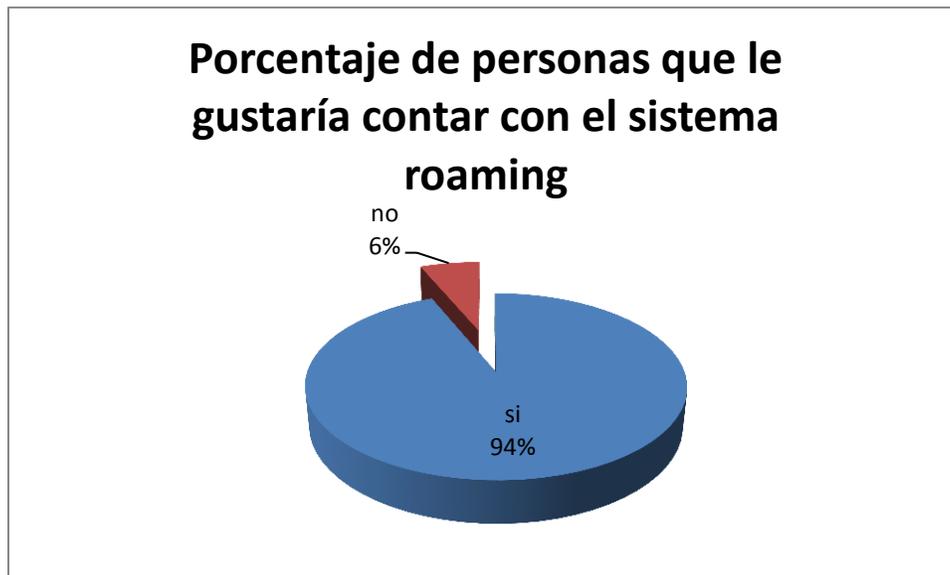


Ilustración 2. 8: Aceptación del servicio roaming
Fuente: autores (Excel)

Análisis

Como se muestra en la Ilustración 2.8, el 95% de los usuarios están dispuestos a obtener este servicio, esto hace ver que el mercado para brindar este servicio de roaming es ideal.

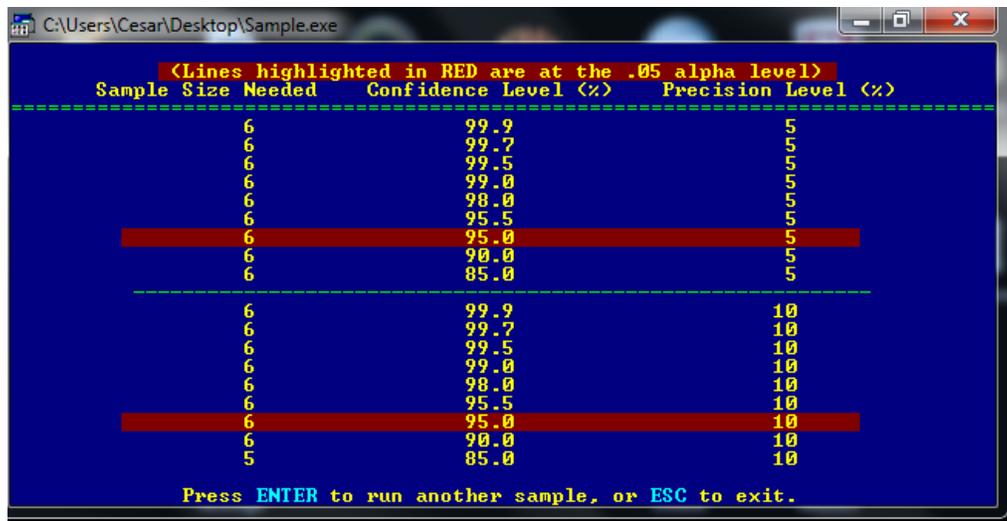
"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

2.6.1 ANALISIS DE ENCUESTAS REALIZADAS A LOS COLABORADORES DEL AREA DE ROAMING DE LA EMPRESA CNT E.P

Preguntas ingresadas al sistema SPSS

Para poder tabular las encuestas se ingresaron los datos en el programa SPSS como se demuestró en el Anexo 4

Calculo de la muestra en el programa SAMPLE.exe



Sample Size Needed	Confidence Level (%)	Precision Level (%)
6	99.9	5
6	99.7	5
6	99.5	5
6	99.0	5
6	98.0	5
6	95.5	5
6	95.0	5
6	90.0	5
6	85.0	5

6	99.9	10
6	99.7	10
6	99.5	10
6	99.0	10
6	98.0	10
6	95.5	10
6	95.0	10
6	90.0	10
5	85.0	10

Ilustración 2. 9: Calculo de la muestra
Fuente: Sistema SPSS

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

1. ¿Existe la necesidad de implementación de Roaming?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido si	6	100,0	100,0	100,0

Tabla2. 11: Necesidad de Roaming
Fuente: Sistema SPSS



Ilustración 2. 10: Necesidad del roaming
Fuente: autores (Excel)

Análisis

Como muestra la Ilustración 2.10, el 100% de los técnicos y el personal administrativo del área de roaming tienen clara y definida situación sobre la implementación de roaming para la tecnología 4G LTE.

2. ¿Disponen de un procedimiento para la implementación de roaming en la red LTE?

Disponibilidad técnica para la implementación de roaming en la red

LTE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	si	5	83,3	83,3	83,3
	no	1	16,7	16,7	100,0
Total		6	100,0	100,0	

Tabla2. 12: Disponibilidad de Tecnología
Fuente: Sistema SPSS

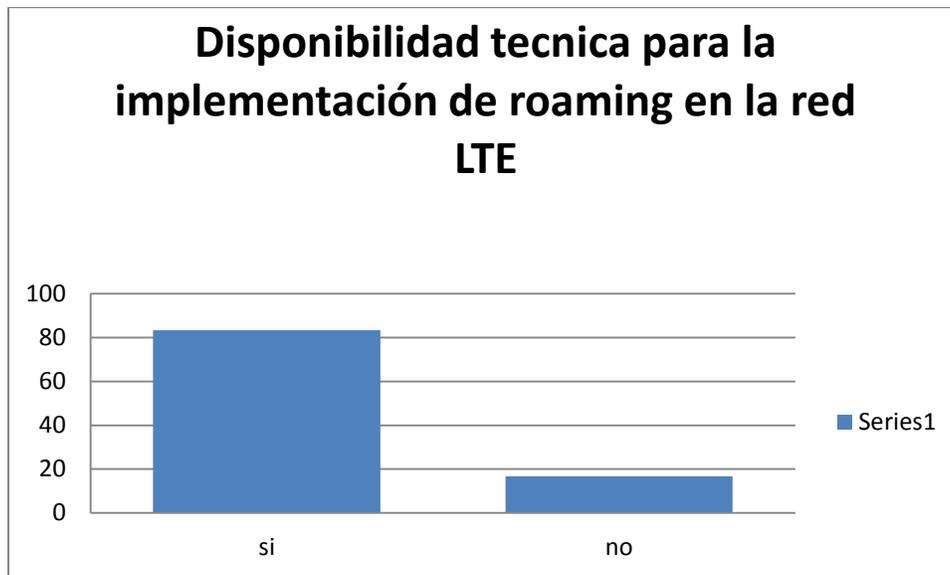


Ilustración 2. 11: Disponibilidad técnica para implementar roaming LTE
Fuente: autores (Excel)

Análisis

Como se muestra en la Ilustración 2.11, el 83,3 % de las personas están capacitadas técnica y académicamente para llevar a cabo todos los procesos necesarios para implementar roaming en la tecnología LTE 4G.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

3. Estados Unidos sería uno de los países con quien realicen convenio para roaming LTE?

Estados Unidos sería uno de los países con quien realicen convenio para roaming LTE

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	si	5	83,3	83,3	83,3
	no	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Tabla2. 13: Convenio con EEUU
Fuente: Sistema SPSS

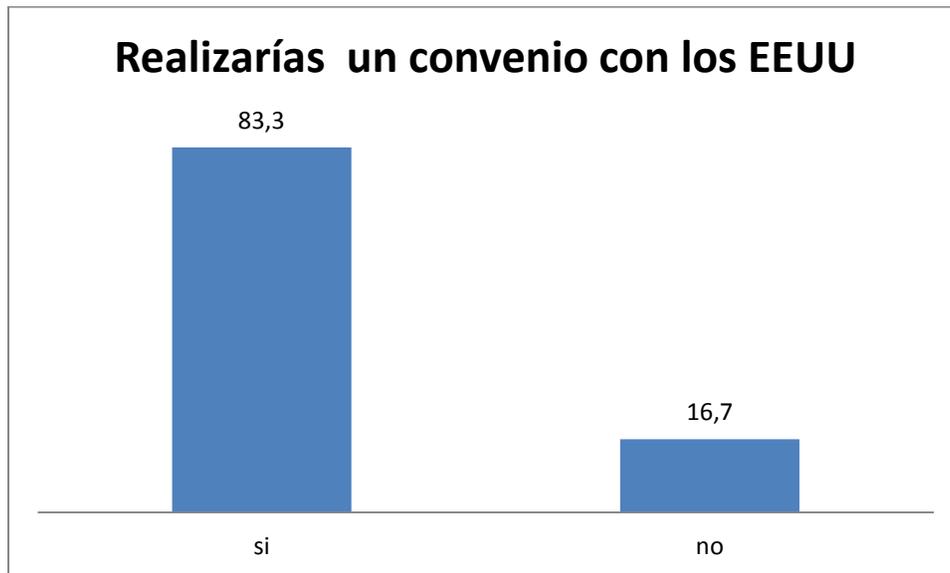


Ilustración 2. 12: Realizarías un convenio con los EEUU
Fuente: autores (Excel)

Análisis

Como se muestra en la Ilustración 2.12, el 83% de los encuestados afirman que realizar un convenio de roaming con las empresas de telefonía móvil de EEUU es una idea adecuada debido a que de ese país recibimos la mayor cantidad de turista.

4. ¿Con qué operadores celulares LTE de Estados Unidos implementarán roaming?

Elección de operadores celulares LTE de Estados Unidos implementarán roaming

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	AT&T	1	16,7	16,7	16,7
	T-Mobile	1	16,7	16,7	33,3
	Todas las anteriores	4	66,7	66,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Tabla2. 14: Empresas que realizarías Roaming
Fuente: Sistema SPSS

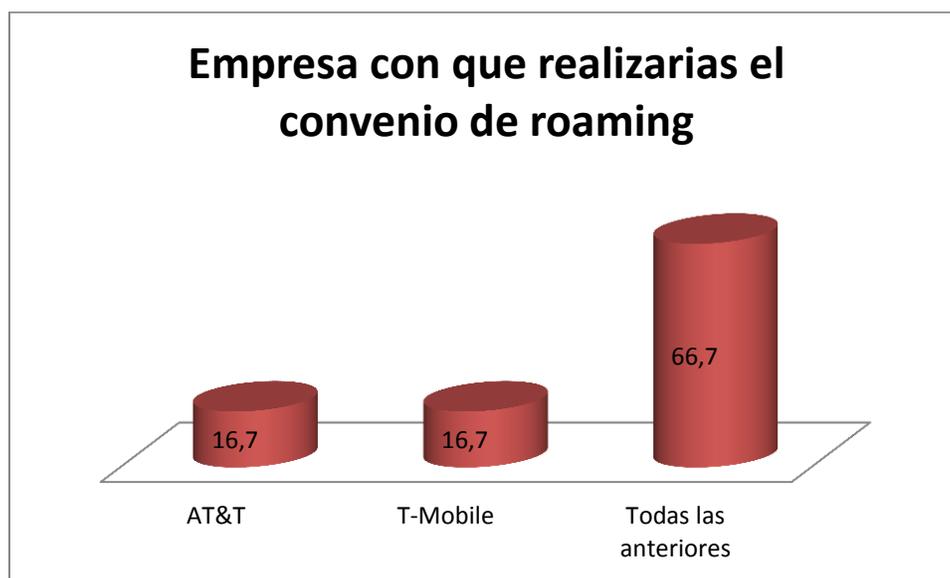


Ilustración 2. 13: Empresa con que realizarias el convenio de roaming
Fuente: autores (Excel)

Análisis

Como se muestra en la Ilustración 2.13, el 66,7% de los encuetados opina que se debería realizar el convenio de roaming con todas las operadoras de telefonía móvil a la vez de EEUU, 16,7% con AT&T y T-Movil. Pero para mejor rentabilidad deberíamos enfocarnos en con AT&T y T-Movil por que esas empresas manejan casi un 33% de todo nuestro posible mercado y nos permitiría ahorrar en gasto de convenios de roaming.

5. Disponen de una herramienta para análisis de usuarios que usarán el servicio de roaming?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido si	3	50,0	50,0	50,0
no	3	50,0	50,0	100,0
Total	6	100,0	100,0	

Tabla2. 15: Análisis de tráfico usuarios
Fuente: Sistema SPSS

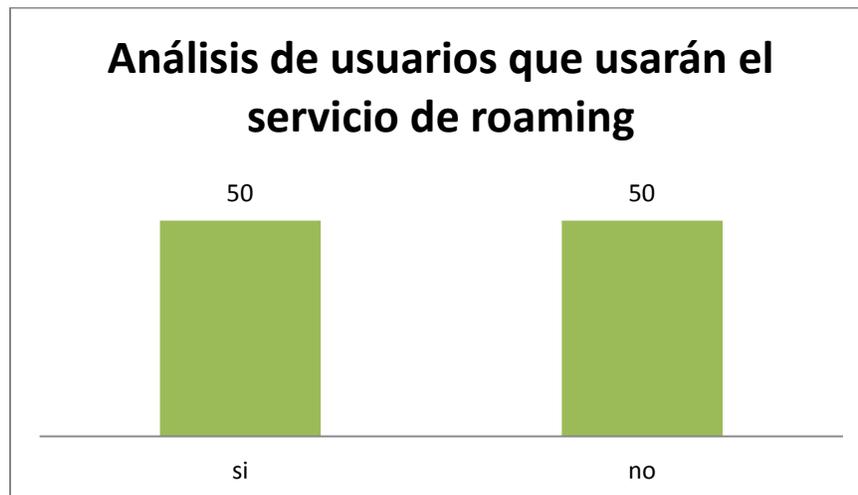


Ilustración 2. 14: Análisis de usuarios que usarán el servicio de roaming
Fuente: autores (Excel)

Análisis

Como muestra la Ilustración 2.14, el 50% de encuestados opina que si cuentan con las herramientas de análisis de usuarios que usaran el servicio roaming, el otro 50% desconoce. Dicha encuesta fue realizada en el area de Roaming de la empresa de telecomunicaciones CNT EP. En la cual 3 personas entan encargadas de dirigir y realizar estudios de toda la plataforma y 3 personas se encargan de la implementacion y realizar las pruebas de funcionamineto

6. ¿Considera usted que la red 4G/LTE de CNT está lista para establecer un convenio de roaming con USA?

Disponibilidad de la red 4G/LTE para establecer un convenio de roaming con USA

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido si	6	100,0	100,0	100,0

Tabla2. 16: Disponibilidad para el convenio
Fuente: Sistema SPSS

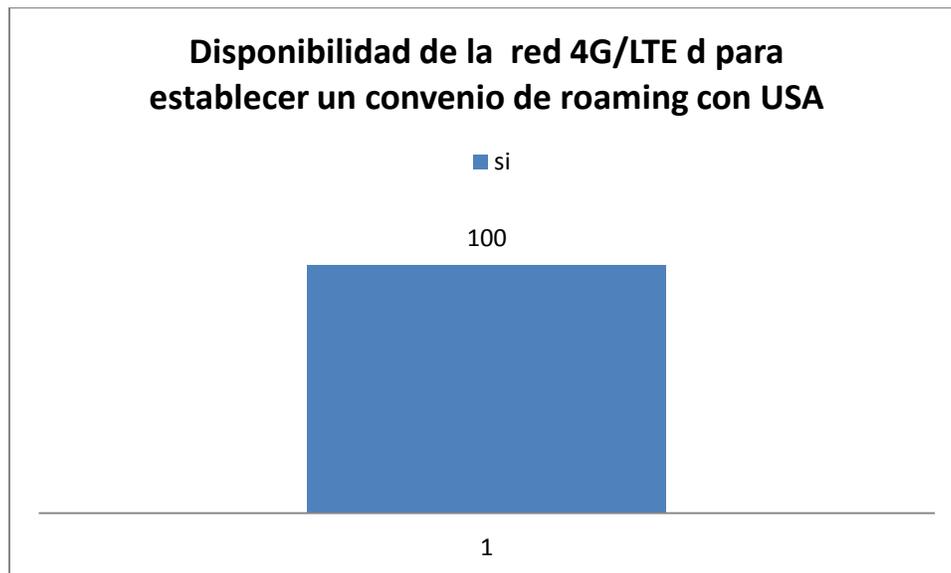


Ilustración 2. 15: Disponibilidad para el convenio
Fuente: autores (Excel)

Análisis

Como muestra la Ilustración 2.15, el 100% de los encuestados están de acuerdo que la empresa CNT EP está suficientemente equipada, dispone de toda la tecnología necesaria, sus trabajadores están capacitados y cumple con las normas internacionales que rigen para establecer convenios de roaming.

7. ¿Qué % de los operadores en Estados Unidos tienen un despliegue de red LTE?

Porcentaje de operadores en Estados Unidos con despliegue de red LTE

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido entre 25% y 75%	4	66,7	66,7	66,7
100%	2	33,3	33,3	100,0
Total	6	100,0	100,0	

Tabla2. 17: Porcentaje de operadores con servicio Roaming en EEUU
Fuente: Sistema SPSS

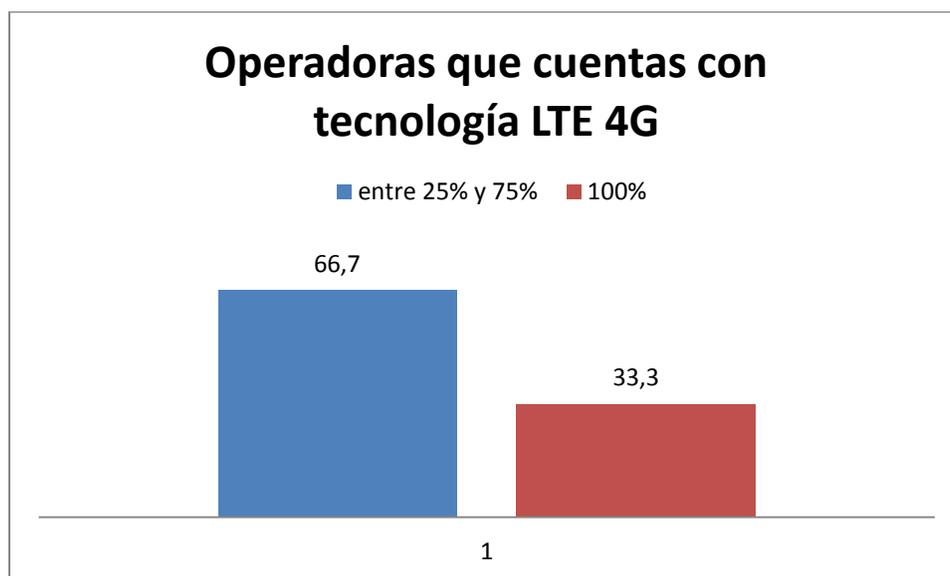


Ilustración 2. 16: Operadoras que cuentan con tecnología LTE 4G
Fuente: autores (Excel)

Análisis

Como muestra la Ilustración 2.16, podemos darnos cuenta que el 66.7% de las empresas de telecomunicaciones móviles de EEUU tienen ya instalada y operativa la tecnología LTE 4G.

8. ¿Cree usted que la tendencia de los usuarios móviles de USA sea ir migrando a la red 4G?

Tendencia de los usuarios móviles de USA sea ir migrando a la red 4G

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido si	6	100,0	100,0	100,0

Tabla2. 18: Tendencia de usuarios móviles de USA migrando a la red 4G
Fuente: Sistema SPSS

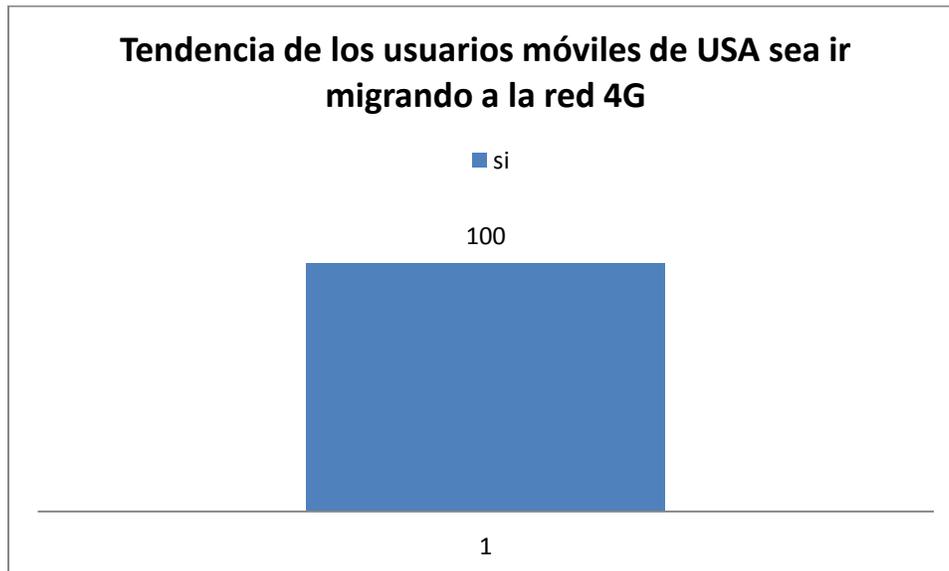


Ilustración 2. 17: Tendencia de usuarios móviles de USA migrando a la red 4G
Fuente: autores (Excel)

Análisis

Como muestra la Ilustración 2.17, el 100% de los encuestados cree que el mercado tiene una fuerte tendencia a emigrar a esta nueva tecnología LTE 4G implementada en nuestro país por sus beneficios de ancho de bandas, velocidades y las múltiples aplicaciones que se generan para esta tecnología.

9. ¿Qué porcentaje de ocupación tiene la actual la red LTE?

Porcentaje de ocupación tiene la actual la red LTE

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido menor 25%	6	100,0	100,0	100,0

Tabla2. 19: Porcentaje de ocupación actual red LTE menor 25%
Fuente: Sistema SPSS



Ilustración 2. 18: Porcentaje de ocupación actual red LTE menor 25%
Fuente: autores (Excel)

Análisis

Como muestra la ilustración 2.18, el 100% de los encuestados opinan que esta tecnología LTE 4G esta sub-utilizada ya que no existen desarrolladas aplicaciones que utilicen a plenitud todas sus bondades.

10. ¿Considera usted que la tendencia futura sea la utilización de la red LTE?

Tendencia futura sea la utilización de la red LTE

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido si	4	66,7	66,7	66,7
no	2	33,3	33,3	100,0
Total	6	100,0	100,0	

Tabla 2. 20: Tendencia futura sea la utilización de la red LTE

Fuente: Sistema SPSS

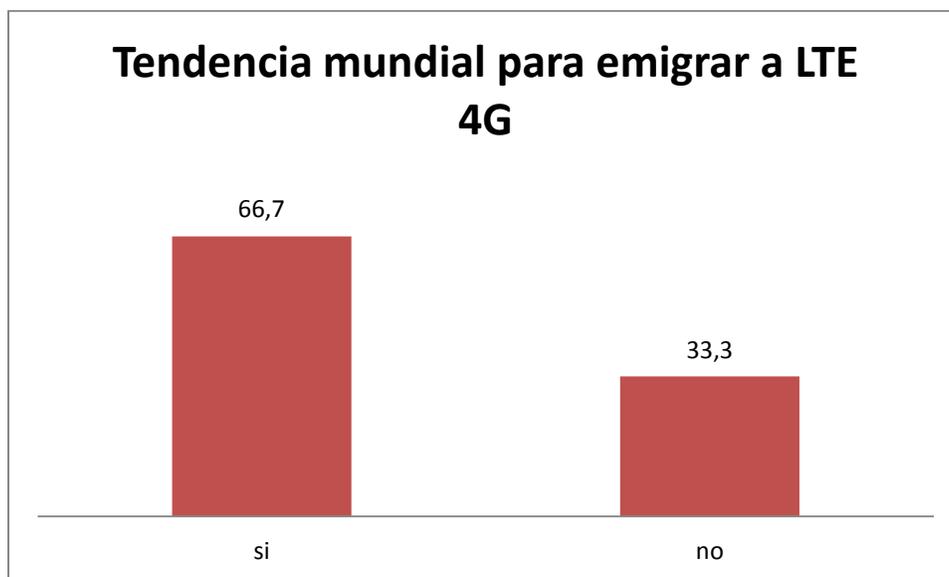


Ilustración 2. 19: Tendencia mundial para emigrar a LTE 4G

Fuente: autores (Excel)

Análisis

Como muestra la ilustración 2.19, el 67% están de acuerdo que la tendencia a emigrar a la tecnología LTE 4G y el 33% opina que no. En países del primer mundo donde la tecnología se desarrolla continuamente ya se están realizando pruebas con tecnologías más avanzadas y se espera que para el 2020 ya la tengan implementada.

CAPITULO 3.- DESCRIPCION DEL PROYECTO O SOLUCIÓN A OFRECER

3.1 Descripción

En la actualidad los operadores de telefonía móvil a nivel mundial que tienen implementada una red celular de cuarta generación LTE (4G) y quienes brindan a sus usuarios los servicios y facilidades que ésta tecnología dispone, dichos usuarios al visitar nuestro país ya sea por negocios o turismo, no pueden disponer de éste servicio por cuanto ninguno de los tres operadores de telefonía celular del Ecuador tiene un acuerdo de roaming internacional automático para la red LTE, lo cual provocaría malestar en los usuarios que visitan nuestro país.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP empresa pública del Ecuador, es la pionera en haber implementado una red celular de cuarta generación LTE la cual para poder brindar las bondades de esta tecnología a los usuarios de telefonía móvil 4G de otros operadores del mundo es necesario que se implemente un acuerdo de Roaming Internacional para esta tecnología.

Para que el roaming internacional se produzca es necesario que el operador de la red propietaria llegue a un acuerdo comercial con otro operador que disponga de una red técnicamente compatible en tecnología y frecuencias en el área en la que el suscriptor se encuentra de manera temporal en la red visitada. En virtud de este acuerdo de roaming el suscriptor queda habilitado para hacer y recibir llamadas usando un mismo teléfono celular y número telefónico, y los operadores implicados establecen el mecanismo por el cual facturar el servicio recibido, mientras el usuario paga por este servicio a la red propietaria.

3.2 Propuesta de valor

En la actualidad la necesidad de estar comunicados en aquellas personas que salen de su país de origen es de mucha importancia ya sea por los negocios, estudios, o turismo que realicen.

La tecnología LTE es una tecnología en redes celulares de cuarta generación la cual ha sido implementada en la mayoría de los operadores de Europa, Asia y América del Norte y está siendo implementada en el resto de operadores del mundo.

La empresa ecuatoriana Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, ha sido pionera en la implementación de una red celular de cuarta generación LTE, la cual brinda a los usuarios ecuatorianos velocidades de transmisión de datos de alta velocidad de 100 Mbps en comparación de la tecnología 3G que nos ofrecía una velocidad de 200 kbps hasta 8Mbps y un ejemplo de las grandes diferencias entre ellas sería si queremos descargar una película en alta definición en tecnología de 4G le demora es de 30 segundos cargarlo, mientras que en una red 3G tardará entre 5 y 10 minutos ..

La finalidad de esta investigación es establecer un procedimiento para que la CNT EP pueda usarlo como guía en la implementación de roaming internacional entrante en su red LTE para optimizar los tiempos, y evitar pérdidas de dinero y molestias a los usuarios visitantes.

3.3 Misión

La misión empresarial de CNT es:

“Unir a todos los ecuatorianos integrando nuestro país al mundo, mediante la provisión de soluciones de telecomunicaciones innovadoras, con talento humano comprometido y calidad de servicio de clase mundial”.

3.4 Visión

La visión empresarial de CNT es:

“Ser la empresa líder de telecomunicaciones del país, por la excelencia en su gestión, el valor agregado que ofrece a sus clientes y el servicio a la sociedad, que sea orgullo de los ecuatorianos”.

3.5 Objetivos

3.5.1 Objetivo General

Establecer un procedimiento para la implementación de roaming internacional automático LTE entrante en la red celular 4G de la empresa CNT EP.

3.5.2 Objetivos específicos

- Establecer los fundamentos teóricos para la implementación de roaming internacional en una red celular 4G LTE.
- Describir como se implementa en la actualidad un acuerdo de roaming internacional en una red celular 4G LTE.
- Determinar un método que describa la implementación de roaming internacional automático en una red celular 4G LTE.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

3.6 Análisis situacional

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none">• Tecnología instalada y en funcionamiento.• Costos bajos.• No tener competencia.• Personal capacitado	<ul style="list-style-type: none">• Regulaciones y normativas del actual gobierno son favorables para la innovación tecnológica.• Tecnología con nuevos beneficios• Necesidad del producto
DEBILIDADES	AMENAZA
<ul style="list-style-type: none">• CNT tiene el 3% de los usuarios de telefonía celular.• Deficientes habilidades gerenciales• Problemas con la calidad	<ul style="list-style-type: none">• Cambio de la política de próximos gobiernos.• No aumente el ingreso de usuarios• CNT es empresa nacional.

3.6.1 Análisis de P.E.S.T

Factores Políticos, Económicos, Sociales y Tecnológicos.

- **Factores Políticos**

- CNT EP, es una empresa pública, resultado de la fusión de las extintas Andinatel S.A y Pacifictel S.A, pertenecientes al estado ecuatoriano.
- El actual gobierno fomenta la participación del sector público y privado en el desarrollo de las telecomunicaciones de los sectores urbano-marginal y rural como una contribución al servicio y acceso universales.
- La fuerte inversión del gobierno en el Proyecto LTE el cual está en marcha rumbo a la convergencia de servicios fijos e inalámbricos con IMS (Interactive Multimedia System)

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

- La GSMAI⁶, demuestra en sus estudios la aceleración de la migración de las redes 3G a 4G (ver tabla 3.1)

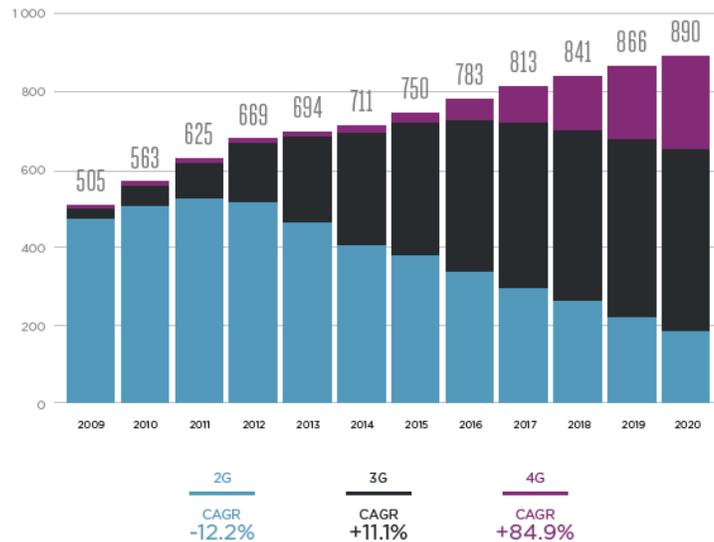


Figura 1.

Tabla 3. 1: Conexiones totales por generación
Fuente: GSMA Inteligente

- ARCOTEL (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones), tiene regulado el servicio de las tarifas de roaming en nuestro país.
- Todo el personal del actual gobierno dispone del servicio de Roaming internacional contratado.
- El gobierno garantiza a la sociedad ecuatoriana que los servicios de telecomunicaciones, sean eficientes, efectivos, competitivos y orientados a lograr el bien común.
- El estado considera como sectores estratégicos la energía, las telecomunicaciones, recursos naturales no renovables, refinación

⁶ GSM Association Intelligent (Inteligencia de la Asociación GSM)

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

hidrocarburos, espectro radioeléctrico entre otros, por lo tanto el estado se reserva el derecho exclusivo de administrar, regular, controlar y gestionar las telecomunicaciones como sector estratégico.

- **Factores Económicos**

- A pesar que las normas internacionales de telecomunicaciones emite sugerencias sobre el costo máximo que se puede tener el servicio de roaming internacional entre las operadoras de telecomunicaciones, esto brinda al usuario un apoyo ya que de no existir dichas sugerencias las operadoras podrían abusar del cliente cobrando valores exageradamente altos. Para ello los representantes de los organismos de regulación internacionales intentan realizar normativas pensado en todos los países que brinden servicio de roaming internacional LTE 4G para reducir los costos y brindar mejores servicio.

- **Factores Sociales**

- Este proyecto de implementación de roaming internacional entre las compañías de telecomunicaciones móviles de Ecuador y las compañías de telecomunicaciones móviles de Estados Unidos que tengan tecnología 4G. Está diseñado para extranjeros provenientes de EEUU tengan un celular que soporte tecnología 4G y a una parte de los ecuatorianos que realicen alguna actividad económica o política en EEUU y cuenten con un teléfono celular que soporte el sistema de 4G. El impacto social que puede tener sería beneficioso no solo para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones generando mayores ingresos si

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

no también el aumento de turistas estadounidenses, lo cual es de mucho agrado para las pequeñas y medianas empresas del Ecuador.

- Como parte del plan nacional de banda ancha que ejecuta el MINTEL⁷ se promueve el acceso a las Tecnologías de la información y comunicación (TIC), no solo a través de la dotación del hardware y conectividad sino por medio de la capacitación en TIC a la población beneficiada.

- **Factores Tecnológicos**

- 4G última tecnología en redes celulares, las cuales permiten navegaciones en velocidades de hasta 100Mbps en downlink y 50Mbps en uplink.
- La sociedad sin tecnología es como estar en la era prehistórica, las telecomunicaciones hoy en día permiten estar comunicados desde y hacia cualquier parte del mundo.
- Un mismo número a ser usado en cualquier parte del mundo, el servicio de roaming internacional permite al usuario viajar con su misma identidad móvil a cualquier destino mundial donde se tenga un convenio de roaming internacional con el operador visitado.
- Realizar, recibir llamadas, subir y bajar datos desde cualquier parte del mundo es posible hoy en día gracias a la tecnología y LTE no es la excepción.
- Ley especial de telecomunicaciones reformada recientemente a favor del desarrollo y actualización constante de las TIC (tecnologías de la información y comunicación), y el reglamento para abonados/clientes, usuarios de los servicios de telecomunicaciones y de valor agregado.

⁷ Ministerio de las Telecomunicaciones

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

- El estado garantizará que los servicios públicos, prestados bajo su control y regulación, respondan a principios de eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad.
- La conectividad total y la disponibilidad de hardware ponen a disposición de la revolución educativa herramientas poderosas que posibilitan trabajar a nivel de cobertura y de calidad.
- La globalización, la integración de la sociedad y las tecnologías de información y comunicación, exige a las telecomunicaciones en el Ecuador estén en constante innovación.

3.6.2 Análisis de la Industria

3.6.2.1 Diamante de Porter

Porter dice que existen cinco fuerzas que determinan la posible rentabilidad a largo plazo de un mercado o de algún segmento de éste. Se pretende que la empresa deba evaluar sus objetivos y recursos frente a éstas cinco fuerzas que rigen la competencia.

La amenaza de entrada de nuevos competidores

En el Ecuador existen 3 compañías portadoras de servicios de telefonía móvil registradas en la Agencia de Control y Regulación de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), la empresa mexicana Claro (CONECCEL S.A.), la española Telefónica o Movistar (OTECEL S.A), y la ecuatoriana Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP.

La CNT EP es la última empresa que ingreso al mercado que fue creada el 14 de enero del 2010, con la fusión de las empresas Andinatel, Pacifictel y Telecsa, se considera competidoras las 2 primeras empresas anteriores Claro y Movistar las cuales representan una fuerte competencia

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

ya que las dos tiene el 97 % del mercado, las cuales les ofrecen el servicio de roaming internacional en tecnología 2G y 3G. Pero aún no pueden ofrecer el servicio de roaming en tecnología 4G/LTE, que si lo tienen los usuarios de la operadora CNT EP.

Rivalidad entre competidores

Las 2 empresas que iniciaron el servicio de telefonía móvil son una fuerte amenaza para la operadora CNT EP, al tener ellos la mayor cantidad de usuarios del mercado. Al ingresar CNT EP se produjeron algunas ventajas para los usuarios: el cobro de los servicios móviles se cobrarán por minutos o fracción, interconexión, mejores políticas en área de las telecomunicaciones, y la portabilidad numérica entre operadores.

La empresa CNT en principios realizo una alianza con la operadora movistar alquilando sus portadoras para lograr tener mayor cobertura se su señal y ofrecer servicio, lo cual es denominado como un operador MVNO (Mobile Virtual Network Operator) es decir, como un operador de red virtual móvil, pero en la actualizad la empresa CNT ya cuenta con un número mayor de portadoras propias y con eso aumentó le rango de cobertura en el país, ya que implementó una red de tercera generación conocida como 3G HSPA+, contando con su propio equipo Core de voz/datos y red de acceso propia. Y en el año 2014 contrató la implementación de una red de cuarta generación conocida como 4G/LTE con la empresa Huawei Technologies y Alcatel/Lucent para brindar a sus usuarios servicio de telefonía inalámbrica de última generación de acuerdo a lo proyectado por el gobierno del Ecuador.

La amenaza de productos sustitutos

La CNT es el único que puede ofrecer servicio roaming internacional en la tecnología 4G LTE en el Ecuador, pero existe servicios sustitutos

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

inalámbricos que podrían ser usados como el Wimax por ejemplo el cual si es desarrollado en una mejor forma e implementado en todo el Ecuador, los usuarios podrían acceder a la conexión inalámbrica vía WiFi y poder disponer de una comunicación móvil vía internet, pero la tendencia es que esta tecnología desaparezca por los costos que se requiere en la implementación y los niveles de seguridad que implica tener.

Otro producto sustituto podría ser el servicio ya implementado de roaming en la tecnología 2G y 3G, que es ofrecido por las 3 portadoras de servicios móviles en nuestro país.

El poder de negociación de los proveedores

La red implementada 4G/LTE por la CNT EP, tiene como proveedores estratégicos a la empresa China Huawei Technologies y a la Francesa Alcatel-Lucent. A nivel nacional ambos proveedores tienen desplegada la red LTE de la siguiente manera: En la región Sierra y Oriente la red de acceso es del proveedor Huawei y en la región Costa y Austro la red de acceso es del proveedor Alcatel-Lucent.

CNT cuenta con un servicio SLA (Service Level Agreement), es decir, con un acuerdo nivel de servicio el cual permite atender los problemas que se presenten en la red móvil con tiempos de respuesta de atención en casos de emergencias, mayores o menores.

Adicionalmente como proveedor de señalización para el roaming internacional en la red 3G tiene convenio a TATA Telecommunication Services, el cual es el encargado de transportar toda la señalización o mensajería que se requiere para la comunicación entre CNT y los otros operadores del mundo con quien dispone roaming internacional en la tecnología 3G, de igual manera cuenta con una SLA para atención de problemas que puedan presentarse en la comunicación entre la red de CNT y el operador visitado.

El poder de negociación de los clientes

Al ingresar a nuestro país los turistas con su teléfono celular con tecnología 4G, únicamente podrán seleccionar la red que de la operadora visitada que tiene el convenio de roaming internacional con su operadora local. De no tener un convenio establecido entre alguna operadora de su localidad y una operadora visitada no podrá acceder al ningún servicio de roaming internacional. El usuario tampoco puede negociar las tarifas de estos servicios por que se encuentran regularizadas con normas internaciones, lo único que podrá hacer es verificar si el valor es el correcto.

3.6.3 INVESTIGACIÓN APLICADA

Es aquella que parte de una situación problemática que requiere ser intervenida y mejorada. Comienza con la descripción sistemática de la situación deficitaria⁸, luego se enmarca en una teoría suficientemente aceptada de la cual se exponen los conceptos más importantes y pertinentes; posteriormente, la situación descrita se evalúa a la luz de esta Teoría y se proponen secuencias de acción o un prototipo de solución. Supone el uso de los métodos de la investigación-acción-participación, es decir, relación directa con la comunidad afectada por la problemática.

Las propuestas de solución deben integrar los conocimientos propios del Comunicador social-Periodista o del Comunicador Audiovisual-multimedia, según sea el caso. (SAbana)

⁸ Que implica déficit.

3.6.4 MEDIOS DE INVESTIGACIÓN.

El medio de investigación que utilizaremos será de campo el cual nos permite reunir la información necesaria recurriendo fundamentalmente al contacto directo con los hechos y fenómenos que se encuentran en el estudio, ya sea que estos hechos y fenómenos estén ocurriendo de manera ajena al investigador o que sean provocados por este con un adecuado control de la variables que intervienen (Maria & Moreno Bayardo, 1987)

3.7 CARÁCTER INNOVADOR Y APLICABILIDAD DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN.

El proyecto Ecuador Turístico dirigido por el gobierno nacional, ha invertido una gran cantidad de recursos económicos con el fin de generar mayor ingreso de turistas ha a nuestro país. En el año 2013 ingresaron 1'320.000 (dato presentado por el INEC), de los cuales el 250.800 de ellos son estadounidenses representan 19%

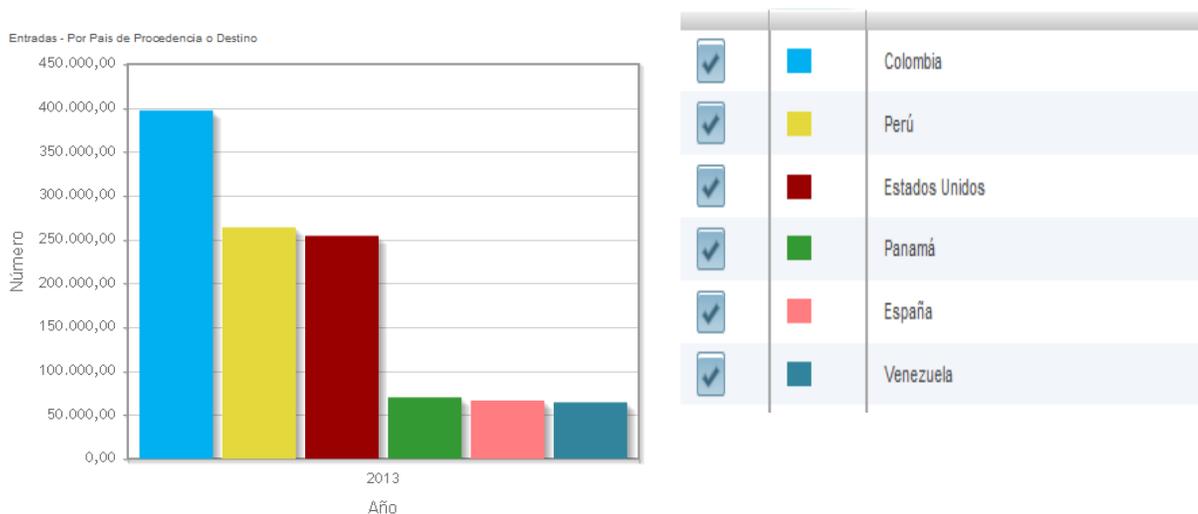


Tabla 3. 2: Ingreso de extranjeros a nuestro país
Fuente: Inec año 2013

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

Esta cantidad de turistas que al llegar a los distintos destinos de Ecuador, no pueden utilizar sus servicios telefónicos de última generación (4G) porque las compañías de telefonía móvil de Ecuador y de Estados Unidos no tienen acuerdos suscritos para la implementación de roaming internacional para una red 4G LTE.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones pionera en la instalación de esta tecnología 4G LTE para servicio de sus usuarios en Ecuador, podría llegar a un acuerdo comercial con las empresas estadounidenses de telefonía móvil y así brindar el servicio de roaming LTE entre estos dos países, logrando satisfacer la necesidad de comunicación de aquellos usuarios que visitan nuestro país.

Actualmente CNT tiene contratado el servicio señalización para roaming internacional con TATA Communications, empresa que brinda el procesamiento de señalización para poder alcanzar a otros operadores del mundo.

CNT a través de TATA tiene convenio con la empresa Link2One, quien hace la función de clearing house, es decir, a través de Link2One CNT puede disponer de roaming internacional saliente hacia los diferentes destinos con quien Link2One tiene destino (mayormente Latinoamérica y parte de Europa).

Al igual que TATA, la CNT dispone del servicio de señalización con la empresa TNS (Transaction Network Service) la cual provee servicio de señalización pero en este caso tiene adicionalmente un convenio con la empresa Comfone quien a su vez le permite a CNT llegar a otros destinos con quien Comfone tiene convenio (mayormente países de Europa y Asia)

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

Para la implementación de roaming LTE la CNT ha negociado con la empresa SYNIVERSE, quien proveerá del servicio de señalización para poder establecer los convenios de roaming internacional entrante y saliente para la red LTE.

3.8 PROCEDIMIENTO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN.

Con lo anteriormente expuesto la ilustración 3.1 muestra en resumen los pasos para que la CNT EP pueda implementar roaming LTE con los operadores de USA.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

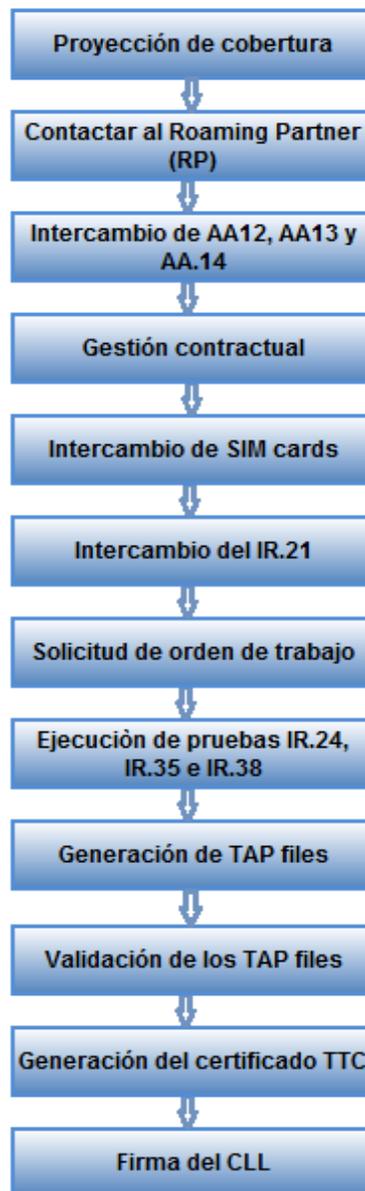


Ilustración 3. 1: Procedimiento para implementar roaming LTE
Fuente: Autores

Cada paso se describe a continuación:

1. Proyección de Cobertura en los Estados Unidos

El área comercial junto con el área de roaming realizan una proyección de la cobertura que brindan los diferentes operadores para poder iniciar los acercamientos con el roaming partner RP (operador de USA), generalmente se analiza la cobertura en las principales ciudades del país.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

2. Contactar con el RP (Roaming Partner u Operador)

Una vez realizada dicha proyección y analizada la cobertura se procede a contactar al RP para iniciar las negociaciones e interés de poder establecer un convenio de roaming.

3. Intercambiar documentos AA12, AA13 y AA14

La asociación GSM (GSMA) tiene establecido ciertos estándares para el intercambio de la red que a través del IREG (Interworking Roaming Expert Group) ha elaborado los documentos AA.12, AA.13, AA.14, IR21, IR.24, IR.35, IR85, IR.38 e IR.88 (estos dos últimos pertenecientes a LTE) los cuales contienen la información que ambos operadores necesitan para establecer un convenio de roaming internacional. La descripción de cada documento a continuación:

AA.12, este es el acuerdo de roaming internacional el cual es un estándar de la asociación GSM (GSMA) documentos que son también conocidos como PRD (Permanent Reference Document en español Documento de Referencia Permanente).

AA.13, este contiene los anexos comunes con información operaciones (ejemplo información de los TAP files, datos para facturación, procedimientos de solución, atención al cliente, fraudes, etc.)

Tantos los documentos AA.12 y AA.13 deben ser acordados entre dos operadores y éstos deben ser firmados por ambos operadores.

AA.14, documento que contiene la descripción de los costos de las llamadas, es decir, el costo de una llamada nacional, el costo de una llamada internacional, se define cuáles son las zonas internacionales y de acuerdo a cada zona se le asigna un costo, en sí, se define el valor de cada tipo de llamada.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

4. Gestión de documentación contractual (IRA) internamente.

Al interno de la CNT se realizar toda la gestión con el área legal para la documentación contractual

5. Intercambio de SIMCards para la realización de pruebas IREG

Una vez intercambiados los documentos AA12, AA13 y AA14, y la confirmación contractual de establecer un convenio de roaming, se procede a intercambiar las SIM cards para realizar las pruebas técnicas. Es importante indicar que estas SIM cards están activadas en el HLR para poder disponer de todos los servicios que se requiere para realizar todas las pruebas técnicas que garanticen los servicios de voz, datos y seguridades de la Sim card.

6. Intercambio de IR21 y contactos técnicos

Una vez realizado el intercambio de SIM cards para las pruebas, se intercambia el documento IR21, este documento contiene la información técnica de la red móvil, en éste se detalla los rangos de MSISDN, de MSRN, los global titles de los nodos de la red, información de las MSC, VLR, HLR, SMSC, E212, E214, E164, los carriers de SCCP, la descripción de MAP, CAP, información de GPRS como APNs, IP del SGSN, IP del GGSN, LTE, e incluso toda la información de contactos de primer nivel como el NOC por ejemplo, segundo y tercer nivel. Con toda la información provista en el IR21, es posible implementar roaming.

7. Solicitud de Requerimientos técnicos al área de ingeniería, para que se genere la orden de trabajo (OT) correspondiente al área de operación y mantenimiento (O&M) y se proceda con la configuración a nivel de las Plataformas Técnicas.

Al interior de la CNT el área de roaming, solicita al área de ingeniería la emisión de una orden de trabajo para solicitar al área de operación y

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

mantenimiento (O&M) la configuración de los datos del IR21 e iniciar las pruebas requeridas por la GSMA.

8. Ejecución de pruebas IREG (IR24, IR35 e IR38)

IR.24, el documento IR.24 contiene todos los posibles escenarios de pruebas técnicas para confirmar la funcionalidad del servicio de voz en la operadora con quien se tendrá el convenio. Este formulario de pruebas debe ser realizado por el roaming partner y debe ser ejecutado al 100% con resultados exitosos e intercambiarlo con quien solicitó las pruebas para su respectiva validación.

Las pruebas que contiene el IR24 las podemos dividir en tres grupos:

1. Servicios básicos
2. Servicios suplementarios
3. Short Message Service

Al realizar estas pruebas, existen escenarios en los cuales se debe coordinar con el operador solicitante, estas pruebas son conocidas como “pruebas comunes” o “common test”, pero es recomendable realizar al final, es decir, luego que el operador partner ha realizado las pruebas básicas o individuales que cada operador debe realizarlas por cuenta propia.

La asociación GSM tiene como objetivo principal con este documento garantizar las siguientes pruebas:

- Location Update
- Originación de llamadas las cuales debe ser:
 - Llamadas locales.
 - Llamadas internacionales
 - Llamadas de emergencia.
- Terminación de llamadas las cuales deben ser:
 - Solicitud de asignación del MSRN
 - Enrutamiento de llamada correctamente

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

- Call Forwarding o desvío de llamadas los cuales deben ser:
 - Call forward busy
 - Call forward not answer
 - Call forward not reachable
- Call barring o restricción de llamadas los cuales deben ser:
 - Barring of all outgoing calls o restricción de todas las llamadas salientes.
 - Barring of all international calls o restricción de llamadas internacionales.
 - Barring of all international calls except the HPMN, restricción de llamadas internacionales except las del operador home.
 - Barring of all incoming calls o restricción de todas las llamadas entrantes.
- SMS short messages services, los cuales son:
 - SMO o envío de mensaje de texto
 - SMT recepción de mensaje de texto.

IR.35, este documento contiene todos los posibles escenarios de pruebas técnicas para confirmar la funcionalidad del servicio de datos y/o GPRS en la operadora con quien se tendrá el convenio de roaming. Este formulario al igual que las pruebas IR24 debe ser realizado por el roaming partner y debe ser ejecutado al 100% con resultados exitosos e intercambiarlo con quien solicitó las pruebas para su respectiva validación.

Las pruebas que contiene el IR35 las podemos dividir en:

1. Servicios básicos de GPRS que contiene:
 - a. WAP
 - b. Internet
 - c. MMS

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

IR.38, Este documento es la especificación del Interworking Roaming Expert Group (IREG) para las pruebas funcionales y de capacidad end-to-end para los servicios sobre Long Term Evolution (LTE) (datos LTE, Circuit switch (CS) Fallback para voz y SMS sobre la interface SGs) en relación con roaming internacional de un User Equipment (UE), que pertenece a una red Home Public Land Mobile (HPMN) (a), hacia y dentro de una visited PMN (VPMN) (b).

De acuerdo a lo indicado por la GSMA las pruebas IR.38 para finalizarlas de lado y lado, es necesario realizarlas en dos ocasiones: la segunda vez que las identidades reales de PLMN (a) y PLMN (b) se intercambian.

El objetivo fundamental de estas pruebas es confirmar la capacidad de datos LTE/ CS Fallback / SMS sobre SGs que recibirán los usuarios en roaming desde su HPMN (a) hacia la VPMN (b). En consecuencia, las pruebas se limitan a pruebas de capacidad de nivel superior. No hay pruebas de comportamiento provocador o inoportuno.

El objetivo general de las pruebas es confirmar que la funcionalidad y características, que ya se sabe que funciona correctamente dentro de cada PLMN separada, también funcionarán correctamente para roaming Inter-PLMN. Cabe mencionar que no todos los posibles servicios deben o pueden ser probados.

Los casos de estas pruebas están divididos en tres grupos los cuales son:

1. Servicios de LTE solamente para los UE (a) de roaming en una VPMN (b) la correcta operación de pruebas de los siguientes procedimientos:
 - LTE Attach (incluyendo conexión PDN)
 - LTE Cancel Location

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

2. CS Fallback / SMS sobre SGs entre los UE1 y UE2 en roaming en una VPMN y correcta operación de pruebas en los siguientes procedimientos:
 - Combined Attach
 - CS Fallback – llamadas de voz en originación y terminación.
 - SMS sobre SGs – originación y terminación de SMS
3. Servicios de datos 2G/3G para los UE en roaming, operación correcta en las pruebas de los siguientes procedimientos:
 - PDP Context activation usando interface Gp hacia el PGW
 - PDP Context activation usando interface S4/S8 hacia SGW/PGW.

Cada operador tiene que asegurarse que sus APN (Access Point Name) estén implementados correctamente en sus SGSN y MME de acuerdo a lo acordado en el IR.88.

9. Una vez terminadas las pruebas, se genera los TAPs respectivos por parte del proveedor de DCH y los envía al RP.

Al finalizar todas estas pruebas, es importante notificarlas al área de Sistemas y facturación para la realización de los archivos TAP (transfered account procedures o procedimiento de transferencia de cuentas), el cual es el proceso que permite a un operador de la red visitada enviar los registros de facturación de los usuarios roaming a su respectivo operador de red local. TAP3 es la última versión de la norma dada por la GSMA y permitirá a la facturación de una serie de nuevos servicios que las redes u operadores tienen la intención de ofrecer a sus clientes.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

10. Validación de TAPs (pruebas TADIG) por parte del RP.

Una vez generados los archivos TAPs y enviados al RP, proceden a la validación para confirmar que dichos archivos no tengan ningún tipo de error en la lectura y/o interpretación de los mismos, este proceso es muy importante pues el RP debe asegurarse de poder cobrar correctamente el uso del servicio de roaming en la red visitada. En caso que se presenten algún error en la interpretación o lectura de los archivos, el RP reporta al operador visitado que realice la revisión de los archivos TAP y la generación nuevamente del mismo para poder validar nuevamente.

11. Se procede con la generación del respectivo TCC (Testing Completion Certificate o Certificado de completación de pruebas).

Una vez confirmado el proceso de validación de los archivos TAP, se procede a generar el respectivo documento denominado TCC (Testing completion certificate) el cual es un certificado de la completación de las pruebas realizadas y validadas con su respectiva facturación.

12. Una vez que el resultado de la validación TADIG es exitosa, se procede a notificar a las áreas respectivas de los RP para que procedan con la firma del CLL (*Commercial Launch Letter* o Carta de lanzamiento comercial).

Finalmente luego de todas las validaciones realizadas se procede a firmar la carta de lanzamiento comercial o Commercial Launch Letter (CLL) el cual ambos operadores acuerdan dar por iniciado el lanzamiento comercial del servicio roaming a sus usuarios.

Luego del procedimiento arriba proporcionado, en el anexo 5 adjunto se observa el proceso de la implementación, adicionalmente creemos que es importante mencionar una breve descripción de las pruebas

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

realizadas en los documentos IR.24, IR.35 e IR.38

Descripción de las pruebas del IR24, a continuación una breve descripción de las principales pruebas del documento IR24.

Location Update, mensaje que contiene la información del usuario para realizar el registro en la red móvil visitada conocida como VPMN (Visitor Public Mobile Network). Para que un usuario pueda realizar un location update, previamente ambas partners roaming, debió haber provisto su documento IR21 el cual contiene toda la información técnica concerniente a la red. Si el IR21 no está configurado en las centrales celulares de la red visitada, es imposible que el usuario pueda realizar un location update.

El mensaje location update, es el primer evento que realiza el teléfono móvil cuando el usuario enciende el teléfono al llegar al país donde se trasladó y se tiene un convenio de roaming con los operadores celulares de dicho país visitado, este location update contiene la información de la SIM Card insertada en el teléfono móvil, la MSC/VLR al recibir este mensaje consulta al HLR si la identidad del usuario verdadera para permitir ese registro en el VLR, el HLR dueño del usuario valida en su base de datos el perfil del usuario y confirma si tiene la disponibilidad de realizar roaming internacional, en este intercambio de mensajes el HLR le responde al VLR toda la información de servicios básico, servicios suplementarios, SMS, y datos. La ilustración 3.2 muestra el proceso de location update de un usuario.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

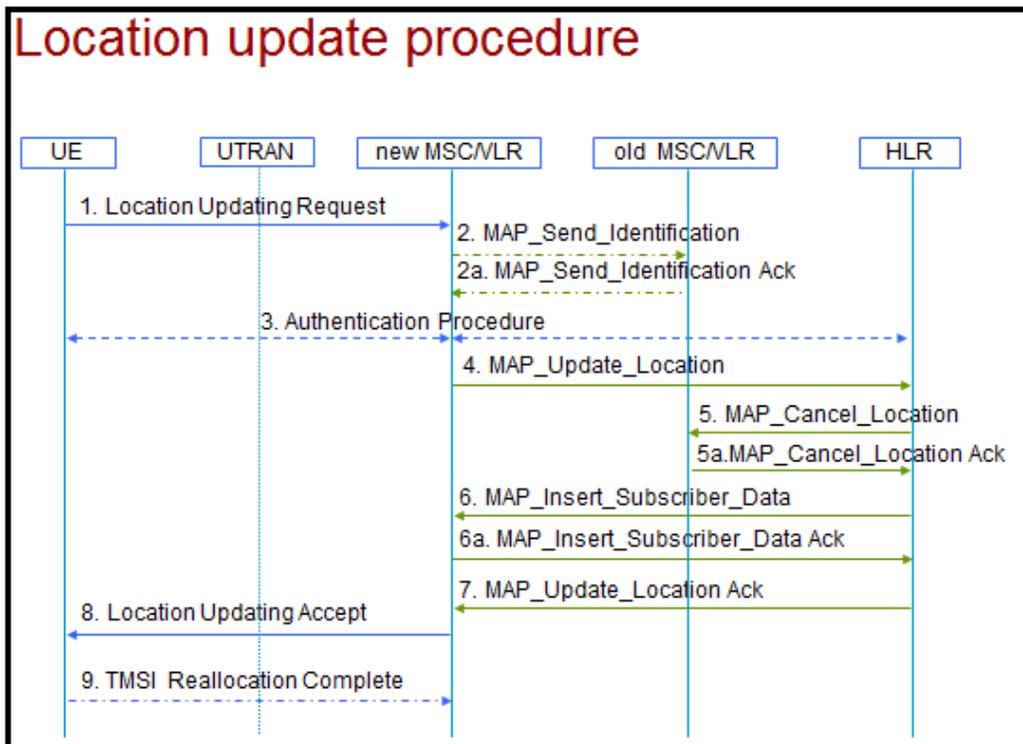


Ilustración 3. 2: Procedimiento de Location Update
Fuente: MAP Protocolo Analisis Course Huawei.

Posterior a esta primera prueba es posible realizar las siguientes pruebas del documento IR24, mientras el Location Update no sea exitoso es imposible continuar con la realización de las pruebas.

Control del operador home sobre el registro del usuario en la red visitada, esta prueba es una de las pruebas conocidas como common test o pruebas comunes, por cuanto debe ser realizada en conjunto con el operador dueña de la SIM card, esto con la finalidad de que el operador home o conocido como HPMN (Home Public Mobile Network) tenga el control sobre sus usuarios que se encuentran en otra red, es decir, poder suspenderlos e incluso eliminar la suscripción del usuario en caso de anomalías en el comportamiento del usuario en la red visitada.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

Cancelación del registro del suscriptor o Cancel Location, esta prueba es realizada entre ambos operadores ya que el operador que está realizando las pruebas debe requerir al operador home que

envíe un mensaje de cancelación de registro del usuario al VLR visitado. Para que esto sea posible, el operador visitado provee la identidad de la SIM Card con la que se encuentra realizando las pruebas, el operador Home, con la información provista, envía el mensaje de cancelación desde el HLR, a nivel de señalización se debe observar dicho mensaje y el operador visitado confirma que su VLR perdió el registro del suscriptor. La ilustración 3.3 muestra lo indicado respecto a esta prueba.

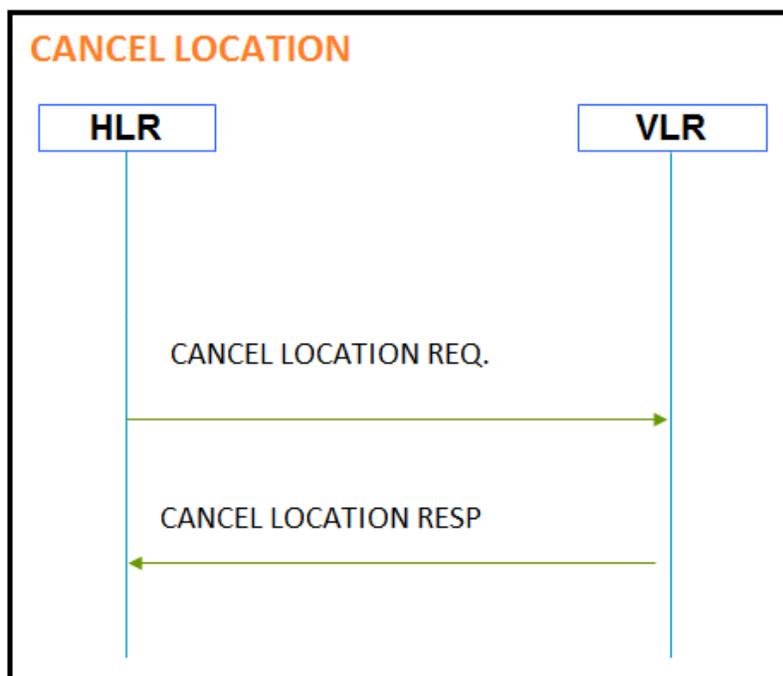


Ilustración 3. 3: Procedimiento de Cancel Location from HLR
Fuente: Huawei

Bloqueo de llamadas entrantes y salientes controladas por el operador Home, (Operator Determined Barring) esta prueba al igual que la anterior, ambos operadores deben estar en línea para la ejecución de la

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

misma, pues el operador Home envía la restricción de llamadas salientes y/o entrantes en caso el usuario lo requiera por pérdida o robo en la red visitada o por algún comportamiento anómalo ya sea alto consumo o fraude. El operador visitado confirma que cuando el home haya suspendido la línea no pueda realizar llamadas o recibir llamadas. Cabe mencionar que de igual manera es posible que el usuario pueda realizar manualmente la restricción de llamadas para el control de consumo de su línea mientras se encuentra en roaming, estas pruebas las veremos más adelante.

MS1 llama a MS2 ambos en roaming, esta prueba permite verificar el funcionamiento para la originación y terminación de una llamada. La condición es que ambos usuarios se encuentren registrados en la VPMN, el usuario MS1 llama al usuario MS2 pero éste primero realiza la llamada como número internacional pues él no sabe dónde se encuentra, por lo que la VPMN envía la llamada al HPMN, el HLR del HPMN consulta la ubicación del usuario MS2 y requiere la asignación (MSRN que significa Mobile Station Roaming Number) a la VPMN, quien lo asigna para que el usuario MS2 pueda recibir la llamada. Cabe indicar que los operadores definen en sus MSC los rangos de MSRN que son descritos en el IR21, los cuales son reservados únicamente para este proceso. La ilustración 3.4 muestra lo indicado.

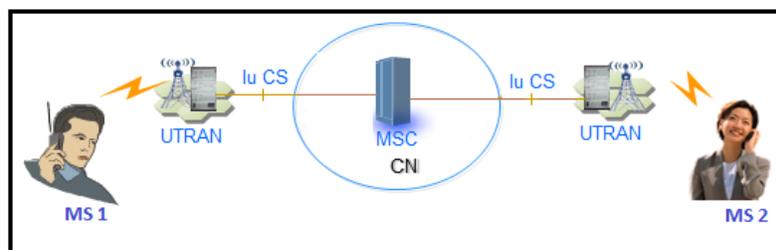


Ilustración 3. 4: Escenario de llamada MS1 call to MS2
Fuente: Huawei training RANAP Protocolo Analysis

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

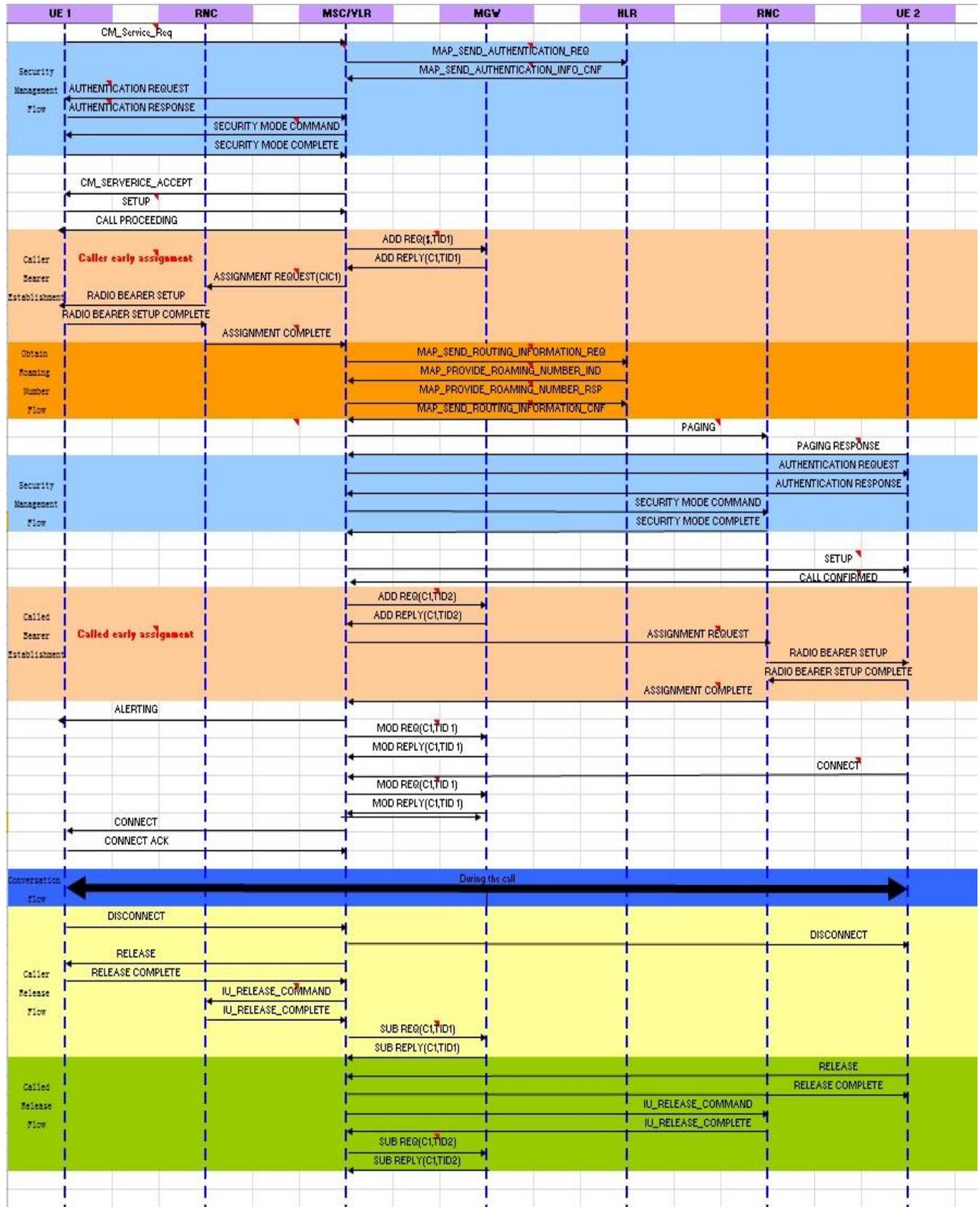


Ilustración 3. 5: Flujo de señalización de una llamada móvil a móvil
Fuente: Huawei training RANAP Protocol Analysis

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

MS1 envía un mensaje de texto a MS2 ambos en roaming, esta prueba permite verificar el funcionamiento para la originación y recepción de un mensaje de texto (ilustración 3.6 y 3.7). La condición es que ambos usuarios se encuentren registrados en la VPMLN, el usuario MS1 envía un SMS al usuario MS2 y éste debe confirmar la recepción del mismo.

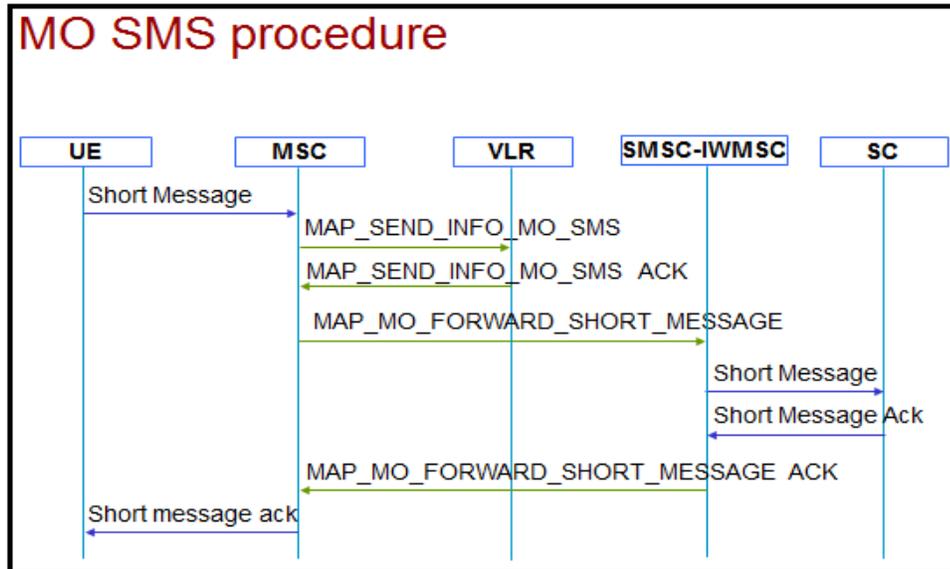


Ilustración 3. 6: Procedimiento de Location Update
Fuente: MAP Protocol Analysis Course Huawei.

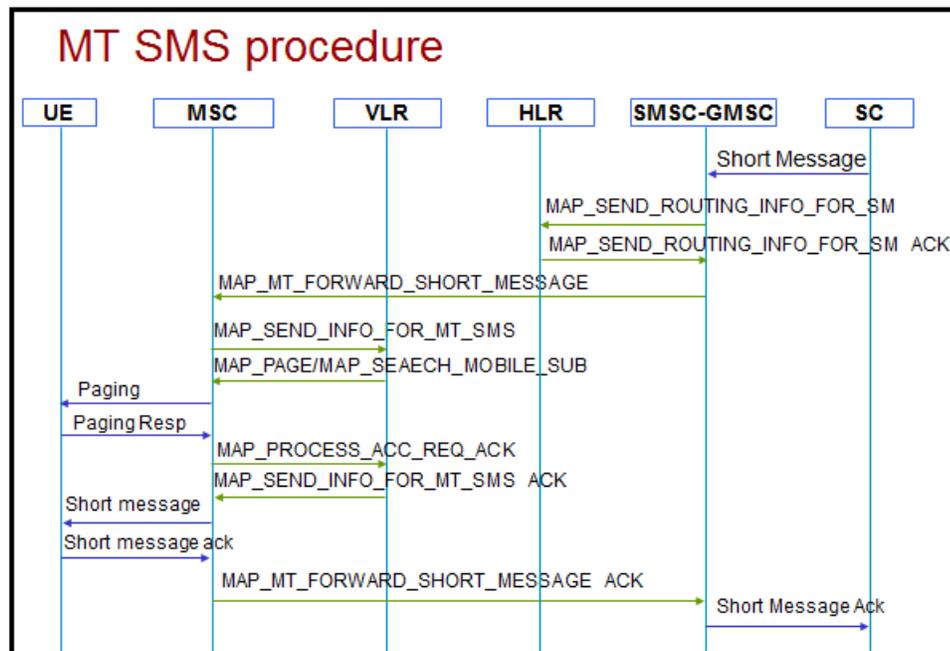


Ilustración 3. 7: Procedimiento de Location Update
Fuente: MAP Protocol Analysis Course Huawei.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

IR.35, este documento contiene todos los posibles escenarios de pruebas técnicas para confirmar la funcionalidad del servicio de datos y/o GPRS en la operadora con quien se tendrá el convenio de roaming. Este formulario al igual que las pruebas IR24 debe ser realizado por el roaming partner y debe ser ejecutado al 100% con resultados exitosos e intercambiarlo con quien solicitó las pruebas para su respectiva validación.

Las pruebas que contiene el IR35 las podemos dividir en:

2. Servicios básicos de GPRS que contiene:
 - a. WAP
 - b. Internet
 - c. MMS

Descripción de las pruebas del IR35, a continuación una breve descripción de las principales pruebas del documento IR35.

Procedimiento de attach, este es el primer paso para realizar pruebas de datos con el formato IR35, es muy parecido al location update del documento IR24. El proceso de attach se da cuando el teléfono celular realiza un GPRS attach a el SGSN para obtener un acceso de servicios de GPRS, este mensaje es enviado al HLR para verificar si su perfil contiene servicio activo de datos. LA figura XX muestra el proceso de attach entre SGSN, es decir, cuando el usuario se mueve de un SGSN hacia otro.

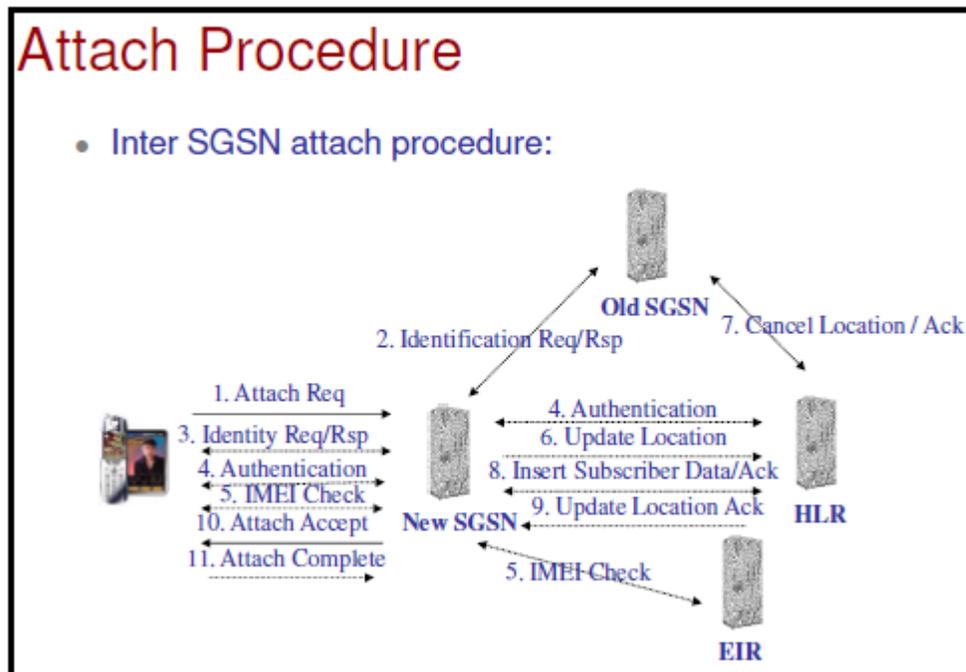


Ilustración 3. 8: Proceso de attach
Fuente: Curso de GPRS and UMTS PS Core network fundamental Huawei

El proceso de attach (ilustración 3.8) básicamente se da cuando el SGSN requiere información de datos del suscriptor al HLR, el HLR graba el global title del SGSN que va a brindar el servicio de datos, el SGSN y el MS crean un MM context para el usuario, y el usuario puede requiere su servicio de datos desde el teléfono. (Internet, WAP, MMS, etc) de acuerdo al servicio que el usuario dispone.

Pruebas de navegación, esta prueba permite verificar la funcionalidad de los diferentes APNs que el operador provee a sus usuarios, por ejemplo internet, WAP, MMS, los cuales consisten en configurar el teléfono con cada uno de los APN y verificar que levanten contexto y puedan navegar. La ilustración 3.9 muestra de una manera como el usuario dispone del servicio de datos.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

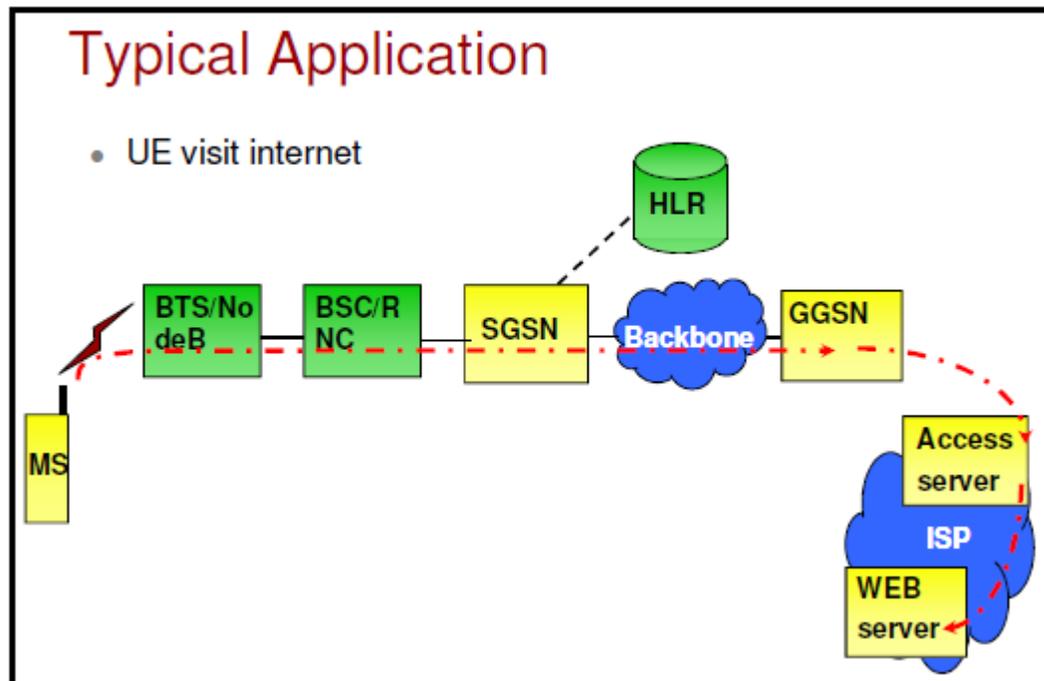


Ilustración 3. 9: Proceso de navegación
Fuente: Curso de GPRS and UMTS PS Core network fundamental Huawei

IR.88, este documento es una guía de roaming LTE y EPC el cual tiene como objetivo proporcionar una visión estandarizada sobre redes Long Term Evolution (LTE) y Evolved Packet Core (EPC), estas pueden interfuncionar con el fin de proporcionar capacidades de red móvil de siguiente generación o conocidas como " Next Generation Mobile network", cuando los usuarios roaming se desplazan a una red diferente de su HPMN. Las expectativas de las capacidades "redes móviles de siguiente generación" se describen en el Documento de la GSMA Project: Next Generation Roaming and Interoperability (NGRAI) Scope White Paper [16].

Hay mucho en común entre roaming de "datos" existente utilizando General Packet Radio Service (GPRS) y las capacidades y dependencias de LTE y EPC. En consecuencia, este documento hace referencia a las especificaciones actuales 3GPP para GPRS, además para estas especificaciones únicamente sistemas LTE-EPS y los aspectos de EPC, y también para otras GSMA IREG PRDs. El objetivo principal es describir EPC sobre LTE, ya que los detalles de acceso LTE no están cubiertos en ninguna otra PRD.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

IR.38, Este documento es la especificación del Interworking Roaming Expert Group (IREG) para las pruebas funcionales y de capacidad end-to-end para los servicios sobre Long Term Evolution (LTE) (datos LTE, Circuit switch (CS) Fallback para voz y SMS sobre la interface SGs) en relación con roaming internacional de un User Equipment (UE), que pertenece a una red Home Public Mobile (HPMN) (a), hacia y dentro de una visited PMN (VPMN) (b).

De acuerdo a lo indicado por la GSMA las pruebas IR.38 para finalizarlas de lado y lado, es necesario realizarlas en dos ocasiones: la segunda vez que las identidades reales de PLMN (a) y PLMN (b) se intercambian.

El objetivo fundamental de estas pruebas es confirmar la capacidad de datos LTE/ CS Fallback / SMS sobre SGs que recibirán los usuarios en roaming desde su HPMN (a) hacia la VPMN (b). En consecuencia, las pruebas se limitan a pruebas de capacidad de nivel superior. No hay pruebas de comportamiento provocador o inoportuno.

El objetivo general de las pruebas es confirmar que la funcionalidad y características, que ya se sabe que funciona correctamente dentro de cada PLMN separada, también funcionarán correctamente para roaming Inter-PLMN. Cabe mencionar que no todos los posibles servicios deben o pueden ser probados.

Los casos de estas pruebas están divididos en tres grupos los cuales son:

1. Servicios de LTE solamente para los UE (a) de roaming en una VPMN (b) la correcta operación de pruebas de los siguientes procedimientos:
 - LTE Attach (incluyendo PDN conexión configurado y soltar)
 - LTE Cancel Location
 - LTE Operator Determined Barring
2. CS Fallback / SMS sobre SGs entre los UE1 y UE2 en roaming en una VPMN y correcta operación de pruebas en los siguientes procedimientos:
 - Combined Attach
 - CS Fallback–llamadas de voz en originación y terminación.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

- SMS sobre SGs – originación y terminación de SMS
3. Servicios de datos 2G/3G para los UE en roaming, operación correcta en las pruebas de los siguientes procedimientos:
- PDP Context activation usando interface Gp hacia el PGW
 - PDP Context activation usando interface S4/S8 hacia SGW/PGW.

Cada operador tiene que asegurarse que sus APN (Access Point Name) esten implementados correctamente en sus SGSN y MME de acuerdo a lo acordado en el IR.88.

ARQUITECTURA DE LA RED LTE PARA ROAMING

Los siguientes diagramas fueron realizados basadas en los diagramas de red de 3GPP TS23.401 y 3GPP TS 23.402 y la Sección 4.2 [2]. (Ver ilustración 3.10 y 3.11)

Hay una amplia gama de permutaciones de la arquitectura de roaming el cual depende de si el tráfico de los usuarios es enrutado al home, o es llevado desde la red visitada con una aplicación del operador Home o es llevado desde la red visitada con la solicitud o funciones del Operador Visitado solamente. (GSM Association, 2015)

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

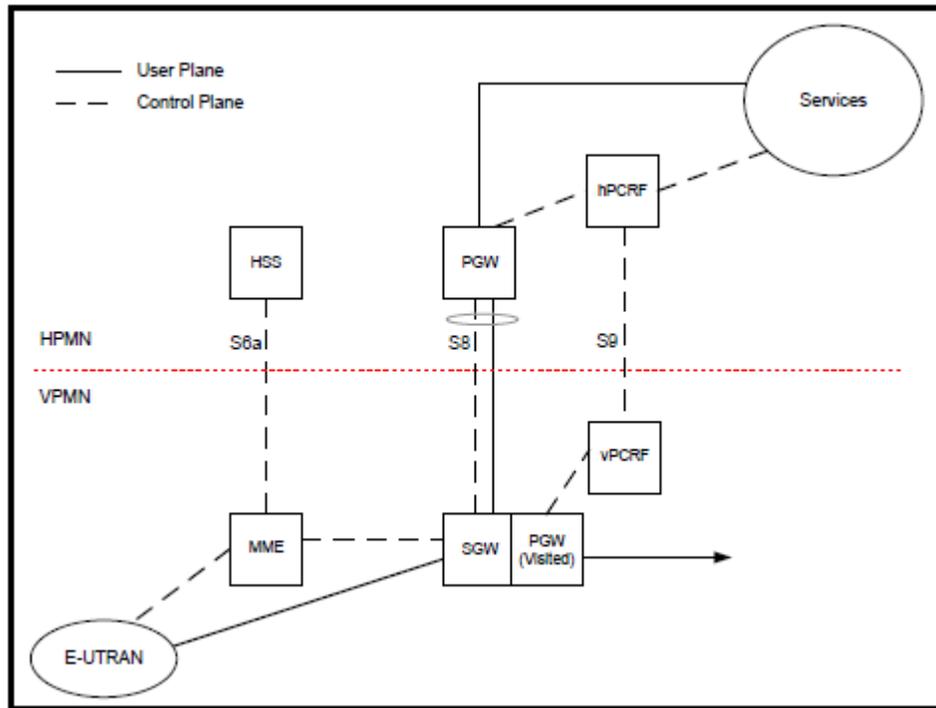


Ilustración 3.10: Arquitectura Roaming LTE
Fuente: GSM Association, documento oficial IR.88

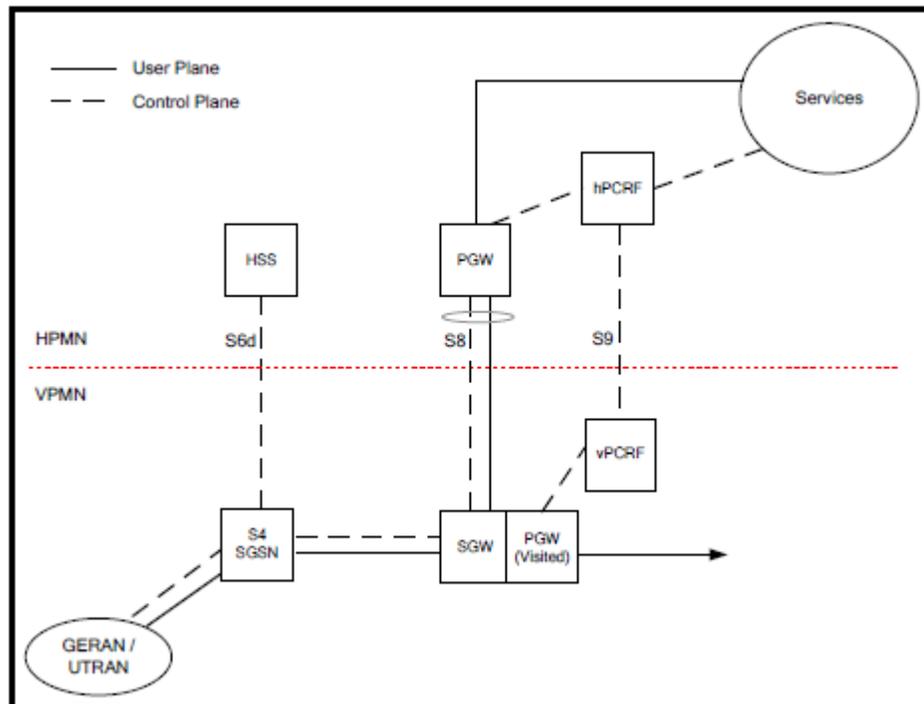


Ilustración 3.11: Arquitectura Roaming LTE con S4 SGSN
Fuente: GSM Association documento oficial IR.88

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

Como información adicional el S4 SGSN puede usar MAP sobre la interface Gr hacia el HLR/HSS y puede usar la interface Gp hacia el GGSN o PGW, tal como se muestra en la ilustración 3.12

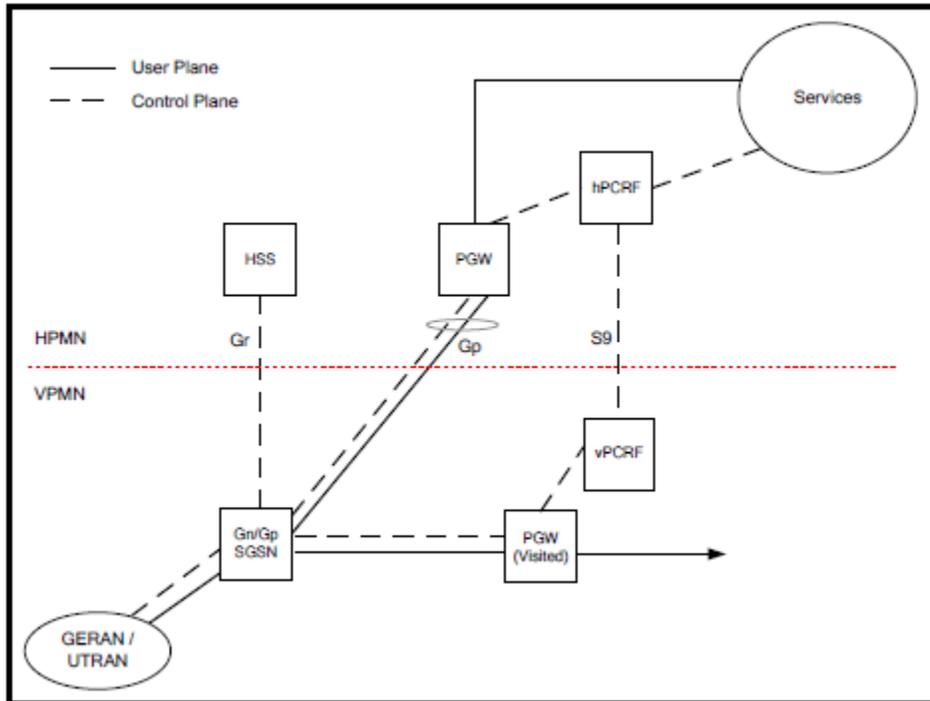


Ilustración 3. 12: Arquitectura Roaming LTE con Gn/Gp SGSN conectado al PGW
Fuente: GSM Association documento oficial IR.88

Interfaces en la red LTE

Las siguientes interfaces son las más relevantes para roaming LTE y son detalladas en la tabla 3.3.

Interfaces relevantes en roaming LTE		
Nodos	Interface ID	Protocolo
MME - HSS	S6a	Diameter Base Protocol (IETF RFC 3588 [3]) and 3GPP TS 29.272 [8])
S4-SGSN - HSS	S6d	Diameter Base Protocol (IETF RFC 3588 [3]) and 3GPP TS 29.272 [8])
	Gr	See Notes below

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

SGW - PGW	S8	GTP (GTP-C 3GPP TS 29.274 [4] and GTP-U 3GPP TS 29.281 [5]) or PMIP (IETF RFC 5213 [20]) and 3GPP TS 29.275 [23])
hPCRF - vPCRF	S9	Diameter Base Protocol (IETF RFC 3588 [3]) and 3GPP TS

Tabla3. 3: Interfaces relevantes en roaming LTE
Fuente: GSM Association documento oficial IR.88

Como información adicional tenemos:

- Para las interfaces Gr y GP, se puede consultar más información en la GSMA PRD IR.33 [10].
- Para coexistencia de las interfaces Gp y S8, se puede consultar "escenarios de coexistencia" en la sección 4.2 del documento IR.88 versión 13.1 de la GSMA.
- Los procedimientos y flujos de mensajes para todas las interfaces anteriores se describen en la 3GPP TS 23.401 [1], y 3GPP TS 23.402 y [2].
- El nodo de soporte de GPRS - Servidor de Abonado Local (SGSN - HSS) de la interfaz puede ser S6D (diameter) o Gr (MAP), en función de la situación legal co-plataforma.
- La interfaz inter-PMN del sistema de nombres de dominio (DNS) de comunicaciones (utilizado por el SGSN para encontrar un nodo de soporte GPRS Gateway (GGSN) y por el MME / SGSN encontrar un PGW) utiliza procedimientos estándar y protocolos DNS, según se especifica en el RFC del IETF 1034 [5] y el IETF RFC 1035 [6].
- Los requisitos de carga para LTE en un entorno de roaming se detallan en el documento de la GSMA PRD BA.27 [15].

CARACTERISTICAS de LTE

Interface SGs para CS Fallback (CSFB) y SMS sobre SGs Una VPMN con LTE mas GSM y/o UMTS de acceso debe ser compatible con la interfaz de SGs como se define en el documento de la 3GPP TS23.272 [25] para soportar CS Fallback y SMS sobre la SGs para sus abonados roamers entrantes. Los detalles de cómo se utiliza la interfaz de SGs se describen en la Sección 5.1 y la Sección 5.2 del documento IR.88 v13.1 de la GSMA.

CS Fallback (CSFB) es un servicio que permite al usuario LTE cuando está registrado en la red 4G ya sea en estado libre o navegando, recibir u originar llamadas de voz, el cual consiste en registrar al usuario

en la red 3G para poder realizarlo, esta operación es posible través de la interface SGs. Para el servicio de SMS, la red LTE no requiere que el UE regrese a la red 3G para enviar o recibir SMS, estos se transfieren directamente a través de la interface SGs a la red LTE, por lo que mejora en gran medida la eficiencia del servicio SMS, la ilustración3.13 muestra el proceso de CSFB.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

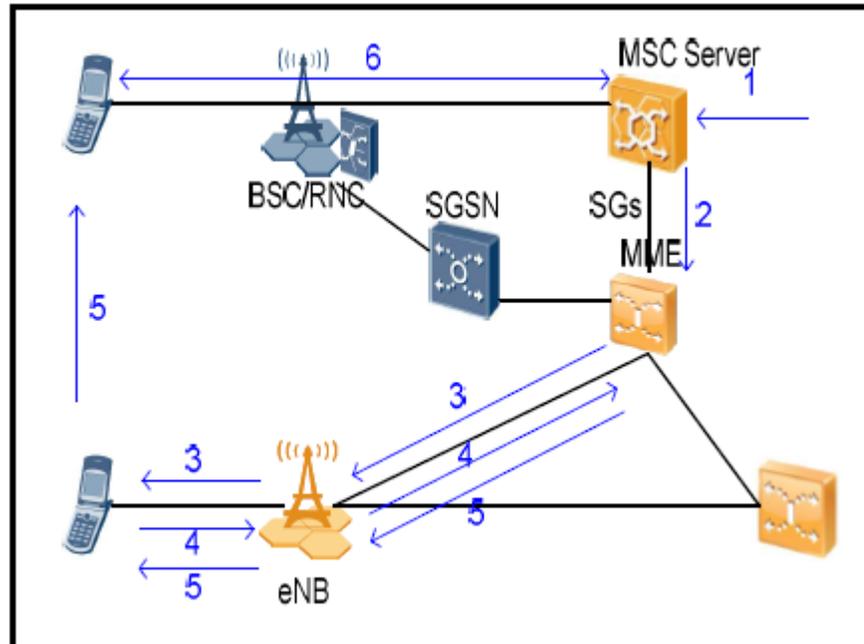


Ilustración 3. 13: Proceso de CSFB
Fuente: CS Fallback solution training Huawei.

1. La MSC recibe el requerimiento de llamada quien le indica al MME a través de la interface SGs dicho requerimiento.
2. El MME solicita al e-nodeB que libere al usuario LTE porque va a recibir una llamada.
3. El e-nodeB le indica al UE que se va a cambiar a la red 3G
4. El UE responde al e-nodeB que está listo para realizar el cambio
5. El e-nodeB responde al MME que el UE está listo para que se registre en la red 3G.
6. El MSC entrega la llamada al UE registrado en la red 3G

La CNT EP, al implementar su red LTE tiene la solución CSFB implementada con la red 3G actual. El servicio ofrece una tecnología de reserva para garantizar que un abonado pueda registrarse a la red LTE-SAE y la red tradicional 3G al mismo tiempo.

Requerimientos técnicos y recomendaciones para las interfaces

Requerimientos para una red IP inter-PMN

Los requisitos para el direccionamiento IP y el enrutamiento están contenidas dentro del documento de la GSMA PRD IR.33 [10], GSMA PRD IR.34 [11] y la GSMA PRD IR.40 [12]. Además, el GRX/IPX DNS (como por PRD IR.67 [21]) es usado.

Se considera que el GRX/IPX es un entorno de confianza y por lo tanto no hay necesidad de que las funciones de seguridad adicionales por encima de los especificados en este documento y en GSMA PRD IR.34 [11].

SCTP Stream Control Transmision Protocol

El Protocolo de Control de Transmisión Stream (SCTP), según se define en el documento IETF RFC4960 [13], se especifica para el transporte del Protocolo basado en Diameter (IETF RFC 3588 [3]) en el documento 3GPP TS29.272 [8].

SCTP fue originalmente diseñado para el transporte de red telefónica pública conmutada (PSTN) y mensajes de señalización a través de redes IP, pero es reconocido por el IETF como capaces de uso más amplio.

SCTP es un protocolo de transporte fiable de funcionamiento en la parte superior de un paquete de conexión conmutada de red tales como IP. Ofrece los siguientes servicios a sus usuarios:

1. Reconocer transferencia no duplicada sin errores de los datos del usuario,
2. Los datos de fragmentación que se ajustan a descubierto ruta tamaño de MTU.
3. Secuencia la entrega de mensajes de usuarios dentro de múltiples flujos, con una opción de orden de llegada para la entrega de mensajes de usuarios individuales.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

4. Agrupación opcional de múltiples mensajes de usuario en un solo paquete SCTP.
5. Tolerancia a fallos a nivel de red a través del apoyo de multi-homing en uno o ambos extremos de una asociación.

El diseño de SCTP incluye el comportamiento adecuado para evitar la congestión, y una resistencia a las inundaciones y los ataques de red IP.

DIAMETER

La 3GPP TS23.401 [1] y TS23.402 [2] define una interface Diameter directa entre los elementos de la red visitada (MME o Mobility Management Entity), el (vPCRF o visited Policy and Charging Rules Function y el SGSN) y los elementos de red de la red Home (HSS y hPCRF o Home Policy and Charging Rules Function)

El protocolo base Diameter (IETF RFC 3588 [3]) define las funciones de los Agentes de Diameter. Diameter extendido NAPTR (IETF RFC 6408 [26]) define los mecanismos de enrutamiento Diameter avanzados.

Agentes Diameter

Con el fin de soportar la escalabilidad, flexibilidad y facilidad de mantenimiento, y para reducir la exportación de topologías de red, se recomienda fuertemente el uso de un agente Diameter PMN-edge. El agente de Diameter es nombrado (DEA) o Agente Diameter Edge de aquí en adelante. El DEA se considera como el único punto de contacto dentro y fuera de la red de un operador en el nivel de aplicación Diameter. Para la conectividad de nivel de red se puede verificar la sección 3.1.1 del documento IR.88 v13.1

El protocolo base Diameter [3] define cuatro tipos de agente de diameter, los cuales son:

- Agente Diameter Relay,
- Agente Diameter proxy,

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

- Agente Diameter de redireccionamiento
- Agente Diameter traslación.

Para la señalización en LTE Roaming solamente el agente de relay, el agente proxy y el agente de traslación son relevantes.

Diameter Relay, es una función especializada en el envío de mensajes de diameter.

- Un agente Relay no inspecciona el contenido real del mensaje.
- Cuando un agente Relay recibe una solicitud, enrutará el mensaje a otros nodos de diameter basado sobre la información que se encuentra en el mensaje, por ejemplo, ID de la aplicación y Destino-Realm. Una tabla de enrutamiento (Tabla de enrutamiento Realm) es levantada para encontrar el siguiente salto (next-hop) Diameter remoto.
- Un agente Relay no es aplicación consciente, es decir, se mantiene el estado de transacción, pero no mantiene el estado de sesión.

Diameter Proxy incluye las funciones de Diameter Relay y además lo siguiente:

- La mayor diferencia del diameter Relay es que un Diameter Proxy puede procesar no enrutamiento relacionados al AVPs. En otras palabras, un diameter Proxy puede actualmente procesar mensajes para ciertas aplicaciones diameter.
- Por lo tanto, un Diameter Proxy puede inspeccionar el actual contenido del mensaje para realizar el control de admisión, control de políticas, añadir elementos de información especiales (AVP).
- Un Diameter proxy es la aplicación consciente: se mantiene el estado de los downstream remotos para hacer cumplir el uso de los recursos, proporcionar el control de admisión y el aprovisionamiento.

Diameter translation este agente provee la traducción entre dos protocolos (ejemplo Radius<->Diameter, TACACS+<->Diameter).

- Ellos pueden ser usados para escenarios de interworking descritos en la sección 4 del documento IR.88 v13.1

De acuerdo a esto la tabla de enrutamiento Realm, un DEA puede actuar como un proxy para algunas aplicaciones de diameter (es decir, de inserción / extracción / modificar AVP, llevar a cabo la inspección AVP, y así sucesivamente) Mientras que actúa como un relé para todos los demás (es decir, simplemente mensajes de enrutamiento en función de la aplicación ID y Destino-Realm). Sin embargo, un equipo Diameter sólo puede anunciarse por sí mismo como un tipo de agente a un diameter remoto.

Se recomienda que la DEA anuncia el Relay aplicación ID con el diameter remoto exterior. Al utilizar el relay, entre enrutamiento PMN es independiente de aplicaciones de dominio interiores.

Se debe tener en cuenta que la DEA es libre de anunciar el proxy ID a los diameter internos remotos.

Por ello se recomienda que cualquier DEA es capaz de relay o proxy todas las aplicaciones compatibles por el PMN a proxies interiores, relays interiores o agentes de destino interiores.

Sin embargo, si las recomendaciones antes mencionadas no pueden ser implementadas por el PMN, el PMN puede externalizar el despliegue de Diameter Relay para IPX, a través del Agente Diameter IPX.

Es muy recomendable para desplegar diameter proxies para cada aplicación Diameter soportada por el PMN, a través del agente Diameter IPX. Ellos pueden ser implementados dentro del dominio interno PMN, dentro de la DEA o subcontratados al proveedor IPX. Se trata de proporcionar funcionalidades tales como la admisión / control de acceso, control de políticas, añadir elementos de información especiales (AVP). La

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

DEA o el agente diameter IPX también proporcionan topología oculta para proteger los elementos de la red y las direcciones de la exposición a redes extranjeras. La implementación de la topología oculta no debe poner en peligro otras características relacionadas con la validación de rutas.

Arquitectura Diameter End-to-End

La ilustración 3.14 es una arquitectura lógica que ilustra, a nivel de aplicación Diameter, la posición de la DEA en el PMN. Son el punto de flujo Diameter de la entrada a la PMN.

Gateways fronterizos no se presentan en esta arquitectura lógica, ya que no están involucrados en procedimientos de diameter pero los DEAs deben ser asegurados por los Gateways Fronterizos (borders) como cualquier otro equipo expuesto al GRX/IPX a menos que se subcontratan a proveedores IPX.

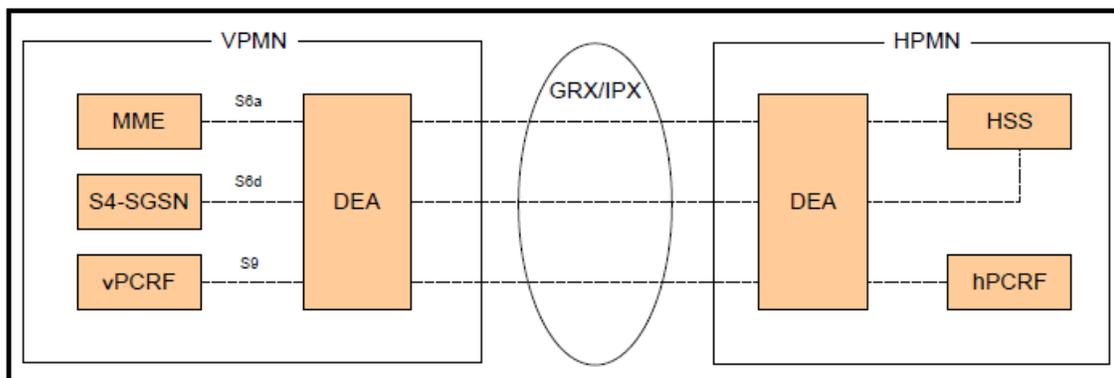


Ilustración 3. 14: Implementación de una arquitectura de roaming Diameter
Fuente: GSMA IR.88 v13.1

La figura xx ilustra un posible implementación de arquitectura end to end a la aplicación de Arquitectura Diameter. Se trata de una aplicación práctica con dos DEAs que garantizan el equilibrio de carga y capacidad de recuperación.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

El DRA (Agente de Enrutamiento Diameter) se muestra en la figura de arriba se define en el documento de la 3GPP TS29.213 [49]. Un DRA es un proxy o un agente de redirección, que asegura que todas las sesiones de diameter establecido en los puntos de referencia Gx, S9,

Gxx y Rx para una determinada sesión IP-CAN alcanza a la misma PCRF cuando múltiples y por separado PCRFs direccionables han sido desplegado en un diameter Realm. Tenga en cuenta que un PMN que no tiene varias instancias de Elementos EPC no necesariamente requiere DRA.

Enrutamiento Diameter

Enrutamiento Diámetro de la red internacional se realizará en base a la AVP destination realm.

Por lo tanto, es obligatorio el uso de la esfera estándar como se detalla en 3GPP 23.003 [7] sección 19.2:

“epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org”.

El DEA Agente Diameter IPX puede descubrir el "siguiente salto" agente utilizando el orden de búsqueda recomendada a la Sección 5.2 de la IETF RFC 3588 [3] excluyendo el paso 2). Esto da lugar a la siguiente orden de búsqueda recomendada:

1. La DEA consulta su lista de agentes Diameter locales configurados manualmente (es decir entradas de la tabla de enrutamiento estático); esta lista podría derivar de la base de datos IR.21 [40].
2. La DEA realiza una consulta NAPTR (RFC 3403) para un servidor en un reino particular (por ejemplo, el HPMN o el concentrador de roaming). En este caso, un GRX/IPX DNS (como por PRD IR.67 [21])

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

es usado.

- Estos registros NAPTR proporcionan un mapeo de un dominio para el registro SRV para contactar con un servidor con el protocolo de transporte específico en el campo de servicios NAPTR.
- Los servicios relevantes para la tarea de selección de protocolo de transporte son los que tienen campos de servicio NAPTR con los valores "AAA + D2X", donde x es una letra que corresponde a un protocolo de transporte apoyado por el dominio (D2S para SCTP).

3. Si no se encuentran registros NAPTR, el solicitante consulta directamente para registros SRV: `_diameter._sctp <dominio>..` En este caso, el GRX/IPX DNS (como por PRD IR.67IR.67 [21]) es usado.

CAPITULO 4.- ANALISIS DE COSTOS

INVERSIÓN DE CAPITAL				
EN DÓLARES				
DETALLE	CANT.	VALOR UNITARIO	TOTAL	PART%
MUEBLES Y ENSERES				
ESCRITORIO	2	\$ 280,00	\$ 560,00	
SILLAS	3	\$ 42,00	\$ 126,00	
TELEFONOS	1	\$ 20,00	\$ 20,00	
Suministro de oficina	12	\$ 36,00	\$ 432,00	
ARCHIVADORES	1	\$ 90,00	\$ 90,00	
TOTAL MUEBLES Y ENSERES			\$ 1.228,00	0%
EQUIPOS DE COMPUTACION				
COMPUTADORAS PORTATILES	4	\$ 1.500,00	\$ 6.000,00	
IMPRESORAS	1	\$ 300,00	\$ 300,00	
TOTAL EQUIPOS DE COMPUTACION			\$ 6.300,00	0%
TOTAL INVERSIONES DE CAPITAL			\$ 7.528,00	0%
GASTOS PREOPERATIVOS				
CABLEADO ESTRUCTURADO			\$ 250,00	
ADECUACIONES SEÑALIZACION	12	\$ 21.200,00	\$ 254.400,00	
TOTAL GASTOS PREOPERATIVOS			\$ 255.650,00	100%
TOTAL INVERSIONES DE CAPITAL Y GASTOS PREOPERATORIOS			\$ 263.178,00	100%

Tabla 4. 1: Inversión de Capital
Fuente: Excel

CONCLUSIONES

La presente investigación se ha dedicado al estudio de la propuesta de la implementación del servicio de roaming internacional entrante entre la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP y el(os) operador(es) de telefonía celular de los Estados Unidos. De lo cual podemos concluir:

Con la investigación realizada en el área técnica, política y comercial se pudo definir los lineamientos para poder realizar un convenio internacional de roaming automático en la tecnología 4G LTE, entre la empresa CNT EP y alguna operadora de telecomunicaciones del extranjero.

Primero:

De acuerdo a lo proyectado por la asociación GSM (GSMA), la tendencia de la migración de usuarios de la red 3G hacia la red LTE a nivel mundial incrementará 84.9% hasta el año 2020, es decir dentro de 5 años la mayoría de usuarios serán LTE, por lo que el servicio de roaming internacional en una red LTE será una buena oportunidad de negocio para brindar dicho servicio en la red de cuarta generación de la empresa pública CNT EP.

Segundo:

El crecimiento de turistas estadounidense a nuestro país, la tendencia de las empresas de telefonía celular a la migración de tecnología 4G LTE y la necesidad imperiosa de que los usuarios de EEUU puedan acceder a su servicio de telefonía celular en nuestro país, motiva a realizar convenios del servicio de roaming internacional automático no solamente con el país norteamericano sino con todo el mundo. El 95% de los usuarios encuestados desearía contar con este servicio.

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

Tercero:

Para poder establecer servicio roaming LTE entre una operadora de Estados Unidos y la empresa pública CNT EP, es necesario realizar acuerdos económicos y comerciales establecidos en los documentos estandarizados por la Asociación GSM (GSMA), AA.12, AA.13 y AA.14, adicionalmente es importante realizar las pruebas técnicas entre las operadoras ejecutando los estándares IR.21, IR.24, IR.35 IR.38, esto permite confirmar los servicios disponibles y correcta operación del roaming internacional automático en una red 4G LTE.

RECOMENDACIONES

Primera:

En la red LTE implementada por la empresa pública CNT EP no solo podemos brindar mayor velocidad, servicios de roaming internacional y/o telefonía celular. Se debe buscar o crear aplicaciones comerciales para esta tecnología y de esta manera se pueda explotar las ventajas que brinda esta red instalada.

Segunda:

Realizar nuevos convenios de roaming internacional LTE con compañías de telecomunicaciones de países vecinos que tienen instalada una red LTE, ya que nuestros competidores nacionales son compañías de telecomunicaciones transnacionales y para ellos se facilita realizar acuerdos convenientes y así poder captar el mercado.

Tercera:

La investigación realizada para la propuesta de roaming entre la empresa pública CNT EP y el o las empresas de telecomunicaciones de EEUU, al momento de ser puesta en marcha se debe analizar las normativas implementadas por la GSMA y la ITU en el área de protocolos e infraestructura ya que estas son actualizadas periódicamente.

BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES DE INFORMACION

- GSM Association*. (2015, 6 16). Consulté le 8 30, 2015, sur LTE and EPC Roaming Guidelines: <http://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads//IR.88-v13.1.pdf>
- AA.12, R. (2015). *ROCCO*. Consulté le 09 04, 2015, sur <http://www.roamingconsulting.com/portfolio-items/the-roaming-agreement/>
- Americas, 4. (2015, 05 01). *4G Americas*. Consulté le 05 01, 2015, sur <http://www.4gamericas.org/en/resources/lte-and-lte-advanced-deployments/>
- ARCOTEL. (2014, Diciembre). *Agencia de Regulacion y Control de la Telecomunicaciones*. Consulté le Mayo 5, 2015, sur <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/12/BOLETIN-No.1-SMA.pdf>
- Arquitectura red, H. (2009). System Overview. Dans H. Technologies, *System Overview MSOFTX3000* (pp. 10-20). Shenzhen: Huawei.
- Bates (Jr.), R. J. (2003). *Comunicaciones inalámbricas de banda ancha*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- BNAmericas. (2014, Diciembre). *Business America*. Consulté le 05 05, 2015, sur <http://subscriber.bnamericas.com/en/news/telecommunications/brazil-mobile-broadband-continues-to-power-ahead?idioma=en>
- Course, H. T. (2013, 11 12). Map Protocol Analysis. Shenzhen, Canton, China.
- GSA. (2013). *GSA Global Suppliers Association*. Consulté le 05 05, 2015, sur http://www.gsacom.com/news/gsa_369
- GSMA. (2012, 07 01). *GSM Association*. Consulté le 05 04, 2015, sur <http://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2012/08/GSMA-Mobile-roaming-web-Spanish.pdf>
- GSMA-IREG, J. B. (2010, 29 11). *GSMA_LTE_Roaming*. Consulté le 08 29, 2015, sur http://www.ntt.com/gsif2010/data/GSMA_LTE_Roamingv4.pdf
- Huawei. (2014, 11 14). Map Protocol Analysis. Shenzhen, Canton, China.
- INEC. (2013). *Ecuador en Cifras*. Consulté le 05 05, 2015, sur http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/Resultados_principales_140515.Tic.pdf
- Intelligent, G. (2014). *GSM Association*. Consulté le 05 05, 2015, sur http://www.gsmamobileeconomylatinamerica.com/GSMA_ME_LatinAmerica_2014_ES.pdf
- IR21, G. (2015). *GSMA*. Consulté le 08 30, 2015, sur <http://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads/2013/07/IR.21-v9.1.pdf>
- IR24, G. (2015). *GSM Association*. Consulté le 08 30, 2015, sur <http://www.gsma.com/newsroom/all-documents/ir-24-version-7-0-test-results-for-mobile-stations-of-plmna-roaming-to-plmnb/>

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

- IR35, G. (2015). *GSMA IR35*. Consulté le 08 30, 2015, sur <http://www.gsma.com/newsroom/all-documents/ir-35-end-to-end-functional-capability-test-specification-for-inter-plmn-gprs-roaming-v5/>
- IR38, G. (2015). *GSMA*. Consulté le 08 30, 2015, sur <http://www.gsma.com/newsroom/all-documents/ir-38-lte-and-epc-roaming-testing-v1-1/>
- IR88, G. (2015). *GSMA*. Consulté le 08 30, 2015, sur <http://www.gsma.com/newsroom/all-documents/httpwww-gsma-comnewsroomwp-contentuploadsir-88-v13-0-pdf/>
- Maria, & Moreno Bayardo, M. (1987). INTRODUCCION A LA METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION. Dans M. B. Moreno, *INTRODUCCION A LA METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION* (p. 42).
- Mario, F. d. (2009). *Introducción a los sistemas de telefonía celular*. Argentina: Hispano Americana HASA.
- Oswaldo, M. G. (2009). *Investigación de campo y análisis estadístico sobre el uso e impacto de los teléfonos celulares en los estudiantes de la universidad Católica de Occidente*. Argentina: El Cid Editor | apuntes.
- SAbana, U. d. (s.d.). *Unisabana.edu.co*. Consulté le Mayo 04, 2015, sur <http://www.unisabana.edu.co/carreras/comunicacion-social-y-periodismo/trabajo-de-grado/opciones-de-trabajo-de-grado/investigacion-aplicada/>
- Sanz, R. L. (2014). *Introducción a la movilidad: 4G/LTE y el desarrollo de aplicaciones Android*. España: Dextra Editorial.
- Technologies, H. (2013, 11 12). *Map Protocol Analysis (Basic Function of MAP)*. Shenzhen, Canton, China.
- Technologies, H. (2013, 11 12). *Map Protocol Analysis (Map interfaces in CS core)*. Shenzhen, Canton, China.
- Technologies, H. (2014, 07 19). *EPC Network Fundamental Training (EPS Network Structure)*. Shenzhen, Canton, China.
- Technologies, S. (2015). *Preparing for LTE Roaming*. Consulté le 08 29, 2015, sur <http://www.syniverse.com/files/LTE-Roaming-BARG-Workshop-bj.pdf>
- Technologies, H. (2014, 07 19). *EPC Network Fundamental training (EPC Network Interfaces)*. Shenzhen, Canton, China.

**ANEXO 1
Encuesta**

Esta encuesta se realiza para un proyecto de tesis de los estudiantes de la UTEG de la carrera de Ingeniería en Gestión de Telecomunicaciones con el objetivo de identificar la necesidad de comunicación de los usuarios de telefónica móvil de los Estados Unidos que ingresan a nuestro país por motivos turísticos o de negocios, por favor marque con una X la respuesta que usted considere.

Encuesta realizada a los extranjeros

1. ¿Dispone de un teléfono celular en este viaje?

Si	
No	

2. Seleccione la marca de su teléfono celular:

SAMSUNG	
IPHONE	
NOKIA	
MOTOROLA	
LG	

3. La tecnología de su teléfono es:

3G	
4G	
Ambos	
Desconoce	

4. Con qué operador tiene contrato en los Estados Unidos?

AT&t	
Verizon	
Sprint	
T-Mobile	
MetroPcs	
U.S Celular	
Otro	

5. ¿Conoce lo que es el servicio de roaming?

Si	
No	

6. ¿Le gustaría utilizar roaming en nuestro país por un valor adicional de su plan?

Si	
No	

ANEXO 2
Encuesta

Esta encuesta se realiza para un proyecto de tesis de los estudiantes de la UTEG de la carrera de Ingeniería en Gestión de Telecomunicaciones con el objetivo de identificar la necesidad de implementar el servicio de roaming internacional automático en la red 4G/LTE

Encuesta realizada a los técnicos

1. ¿Existe la necesidad de implementación de Roaming?

SI		NO	
----	--	----	--

2. ¿Disponen de un procedimiento para la implementación de roaming en la red LTE?

SI		NO	
----	--	----	--

3. Estados Unidos sería uno de los países con quien realicen convenio para roaming LTE

SI		NO	
----	--	----	--

4. ¿Con qué operadores celulares LTE de Estados Unidos implementarán roaming?

AT&T	
T-MOBILE	
VERIZON	
SPRING	

5. Disponen de una herramienta para análisis de usuarios que usarán el servicio de roaming

SI		NO	
----	--	----	--

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

6. ¿Considera usted que la red 4G/LTE de CNT está lista para establecer un convenio de roaming con USA?

SI		NO	
----	--	----	--

7. ¿Qué % de los operadores en Estados Unidos tienen un despliegue de red LTE?

MENOR A 25%	
ENTRE 25% Y 75%	
DE 76% A 100%	

8. ¿Cree usted que la tendencia de los usuarios móviles de USA sea ir migrando a la red 4G?

SI		NO	
----	--	----	--

9. ¿Qué porcentaje de ocupación tiene la actual la red LTE?

MENOR A 25%	
ENTRE 25% Y 75%	
DE 76% A 100%	

10. ¿Considera usted que la tendencia futura sea la utilización de la red LTE?

SI		NO	
----	--	----	--

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

ANEXO 3
Sistema SPSS

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Pérdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	preg1	Númerico	8	0	Disposicion de un celular	{1, si}	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
2	preg2	Númerico	8	0	Marca del celular	{1, Samsun}	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
3	preg4	Númerico	8	0	Tecnología	{1, 3G}	Ninguna	10	Derecha	Ordinal	Entrada
4	preg5	Númerico	8	0	Operadora	{1, AT&T}	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
5	preg6	Númerico	8	0	Servicio Roaming	{1, si}	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
6	preg7	Númerico	8	0	Relacion con 6	{1, si}	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
7											
8											

23 :	preg1	preg2	preg4	preg5	preg6	preg7	var	var
1	si	Iphone	3G	MetroPcs	si	si		
2	si	Samsung	4G	T-Mobile	si	si		
3	si	Samsung	4G	T-Mobile	si	si		
4	si	Iphone	4G	Sprint	si	si		
5	si	Iphone	4G	Sprint	si	si		
6	si	Samsung	4G	AT&t	si	si		
7	si	Iphone	3G	AT&t	si	si		
8	si	Samsung	4G	Sprint	si	si		
9	si	Iphone	4G	Verizon	si	si		
10	si	Nokia	4G	U.S Celular	si	si		
11	si	Nokia	Desconoce	Sprint	no	si		
12	si	Samsung	Ambos	MetroPcs	si	si		
13	si	Iphone	4G	Otro	si	si		
14	si	Nokia	4G	MetroPcs	si	no		
15	si	Nokia	4G	Sprint	si	si		
16	si	Iphone	4G	Otro	si	si		
17	si	Iphone	4G	Sprint	si	no		
18	si	Iphone	4G	AT&t	si	si		
19	si	Iphone	4G	Sprint	si	si		
20	si	LG	4G	Otro	si	si		
21	si	Samsung	4G	U.S Celular	si	si		
22	si	Iphone	4G	U.S Celular	si	si		
23	si	Samsung	4G	Verizon	si	si		

"Propuesta para la implementación de roaming internacional en la red celular 4G LTE de la empresa CNT EP"

ANEXO 4 Sistema SPSS

Nombre	Tipo	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
p1	Numérico	Necesidad de Roaming	{1, si}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
p2	Numérico	Disponen de un procedimiento para la implementación de roaming en la red LTE	{1, si}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
p3	Numérico	Estados Unidos sería uno de los países con quien realicen convenio para roaming LTE	{1, si}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
p4	Numérico	Con qué operadores celulares LTE de Estados Unidos implementarán roaming	{1, AT&T}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
p5	Numérico	Disponen de una herramienta para análisis de usuarios que usarán el servicio de roaming	{1, si}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
p6	Numérico	Considera usted que la red 4G/LTE de CNT está lista para establecer un convenio de ro...	{1, si}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
p7	Numérico	Qué % de los operadores en Estados Unidos tienen un despliegue de red LTE	{1, menor 2...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
p8	Numérico	Cree usted que la tendencia de los usuarios móviles de USA sea ir migrando a la red 4G	{1, si}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
p9	Numérico	Qué % de ocupación tiene la actual la red LTE	{1, menor 2...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
p10	Numérico	Considera usted que la tendencia futura sea la utilización de la red LTE	{1, si}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada

	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	var
1	si	si	no	AT&T	no	si	entre 25% ...	si	menor 25%	si	
2	si	si	si	Todas las ...	no	si	entre 25% ...	si	menor 25%	si	
3	si	si	si	T-Mobile	no	si	entre 25% ...	si	menor 25%	no	
4	si	no	si	Todas las ...	si	si	100%	si	menor 25%	no	
5	si	si	si	Todas las ...	si	si	entre 25% ...	si	menor 25%	si	
6	si	si	si	Todas las ...	si	si	100%	si	menor 25%	si	
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											

ANEXO 5 Procedimiento de implementación de roaming LTE

