



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
M E D E L L Í N

Medición a las Condiciones y Calidad de la Prestación del Servicio de la Red de Telecomunicaciones en Tecnologías de Segunda (2g), Tercera (3g) y (4g) Cuarta Generación.

Propuesta presentada a:

Universidad Santo Tomás-Sede Medellín
Primer Claustro Universitario de Colombia

Elaborado por:

Boris David Gómez Guerrero

Apoyado por:

Camilo Andres Florez

25 de Mayo de 2018
Medellín



Tabla de contenido

1. Introducción.	4
2. Resumen	5
3. Breve Descripción de la Empresa:	6
3.1. Razón Social	6
3.2. Objeto Social	6
3.3. Equipo de Trabajo	7
3.4. Área en la que se desempeñaba	7
4. Planteamiento del Problema de Investigación y su Justificación en Términos de Necesidades y Pertinencia.	7
5. Plan de trabajo – Desarrollo práctica profesional	9
5.1 Objetivos General	9
5.2 Objetivos Específicos	10
5.3 Cronograma de trabajo- Fases/Actividades y sus respectivos tiempos.	10
6. Metodología Implementada	12
6.1 Marco Teórico	12
6.1.1. Desde la primera generación, ¿Cómo han evolucionado las redes móviles hasta hoy? ...14	14
6.1.1.1 Red de comunicación móvil de Primera generación (1G)	14
6.1.1.2 Red de comunicación móvil de Segunda Generación (2G)	15
6.1.1.2.1 Generación 2.5	16
6.1.1.3 Red de comunicación móvil de Tercera Generación (3G)	16
6.1.1.4 Red de comunicación móvil de Cuarta Generación (4G)	18
6.1.2. Evolución de los Sistemas Celulares	19
6.1.2.1 Primera Generación	20
6.1.2.2 Segunda Generación	21
6.1.2.2.1. Generación 2.5	22
6.1.2.3. Tercera Generación	23
6.1.2.4. Cuarta Generación	23
6.1.3. Calidad del servicio	24
6.1.3.1 Tipos de Mediciones de Calidad y Cobertura en Redes de Telefonía Móvil	24
6.1.3.1.1 Medición Benchmarking.	25
6.1.3.1.2 Medición Drive Test	26



6.1.4. Equipos de Medición	27
6.1.4.1. QualiPoc's	28
6.1.4.1.1. Qualipoc Symbian	28
6.1.4.1.2 Qualipoc Andorid	28
6.1.4.1.3 SwissQual Qualipoc Freerider III	30
6.1.4.2 SwissQual Benchmarker II	31
6.2. Descripción del Procedimiento en Campo (práctica empresarial).....	32
6.2.1. Procesos a Ejecutar	33
6.2.1.1. Entrega y recepción de la orden de trabajo y los equipos de medición.	33
6.2.1.2 Configuración de Equipos.....	34
6.2.1.3 Transporte y ejecución del trabajo	35
6.2.1.4 Presupuesto	36
7. Resultados.....	36
8. Conclusiones	37
9. Referencias.....	39



Tabla de Ilustraciones

<i>Ilustración 1 Qualipoc Symbian Nokia 7650 [En Línea]</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 2. Qualipoc Android – Samsung S8 [En Línea]. https://www.rohde-schwarz.com/es/producto/qualipoc_android-pagina-de-inicio-producto_63493-55430.html</i>	<i>29</i>
<i>Ilustración 3. QualiPoc Freerider III [En Línea]. https://www.mobile-network-testing.com/en/products/benchmarking/qualipoc-freerider-3/</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 4. QualiPoc Freerider III [En Línea]. https://www.mobile-network-testing.com/en/products/benchmarking/qualipoc-freerider-3/</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 5. Diversity Benchmarker II [En Línea]. https://www.rohde-schwarz.com/es/producto/diversity_benchmarker_ii-pagina-de-inicio-producto_63493-55428.html</i>	<i>32</i>



Medición a las Condiciones y Calidad de la Prestación del Servicio de la Red de Telecomunicaciones en Tecnologías de Segunda (2g), Tercera (3g) y (4g) Cuarta Generación.

1. Introducción.

Actualmente los operadores prestadores de servicios de las telecomunicaciones, específicamente, los relacionados con las tecnologías móviles, evidencian avances sobre la telefonía celular cubriendo las expectativas de los clientes, estos, buscando quedar posicionados como referente de servicio de calidad y confianza, se preocupan por medir, evaluar sus redes en las diferentes tecnologías (2G, 3G y 4G) en entornos urbanos y rurales para conocer su realidad y mejorar sí así lo amerita, por el informe técnico recibido, la oferta para aumentar la demanda en el mercado.

El proyecto Medición a las Condiciones y Calidad de la Prestación del Servicio de la Red de Telecomunicaciones en Tecnologías de Segunda (2g), Tercera (3g) y (4g) Cuarta Generación realizado por el estudiante de la Universidad Santo Tomás Facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones Boris David Gómez Guerrero en el marco de la práctica empresarial con la empresa Decom S.A.S, tiene como objetivo general realizar de acuerdo al protocolo, trabajos de medición a la red de telecomunicaciones en el entorno solicitado por el cliente empresario para sondearla y obtener la información procesada, necesaria y suficiente de su funcionamiento.

En este contexto es importante destacar que el estudiante muestra su competencia implementando acciones que articulan la teoría con la práctica, que en la búsqueda de alternativas eficaces consideran necesario realizar unas acertadas mediciones de RF en escenarios outdoor como indoor, partiendo de que el primer paso para evaluar o mejorar el rendimiento de la red, la calidad y cobertura es medir de la forma más fielmente posible; de allí, la imperiosa necesidad de estas empresas proveedoras de red u el operador de red o Proveedor de servicios voz y datos de telefonía móvil de monitorear y medir la calidad de



los servicios, conocerla, identificar en lugares específicos fortalezas y debilidades como operador para tomar correctivos conducentes a optimizar el comportamiento de la red de acuerdo a la demanda y cobertura de red existente, a su probable crecimiento y a los requerimientos del MINTIC.

En el marco de la práctica empresarial y el proyecto referenciado anteriormente, se realizó de acuerdo al protocolo, trabajos de medición o monitoreo, partiendo de una orden de trabajo expedida por la empresa contratada para este propósito (Decom S.A.S), de reconocido prestigio, con personal idóneo y herramientas tecnológicas precisas para realizar esta medición, y con la que alcancé los objetivos propuestos.

Se implementó la metodología de mediciones en este caso particular, se recolectó información suficiente de los factores técnicos que afectan la percepción de calidad del servicio del usuario empresa focalizados para su estudio, evaluación e inversión a la red basado en la realidad evidente con los datos técnicos obtenidos. La información recolectada en campo resultado de la aplicación de la prueba Drive test o Benchmarking se envió al ingeniero coordinador para su postprocesamiento y generación del informe final al cliente.

Se debe continuar propiciando la práctica profesional en campos de aplicación reales como (Decom S.A.S.) articulando teoría y práctica propia de la ingeniería de telecomunicaciones que desarrolla competencias al futuro ingeniero, al tiempo, que posiciona a la empresa frente a la competencia por su buena imagen de cara a las responsabilidades adquiridas y respondidas con eficiencia y eficacia.

2. Resumen

Actualmente los operadores posicionados en Colombia Claro, Movistar y Tigo implementan las tecnologías disponibles para ofrecer y prestar a los usuarios un mejor servicio en las redes de comunicaciones móviles, buscando tener credibilidad con los clientes, hacer frente a la competencia comercial con proyectos IT sostenibles en un mundo competitivo donde la red evoluciona para soportar todo tipo de servicios de



telecomunicaciones, lo que implica hacer seguimiento a la red de redes buscando conocer su estado y prevenir la afectación de la calidad del servicio ofertado y prestado.

Siendo la medición en campo el objetivo de la práctica empresarial, se aplicaron las pruebas de rendimiento benchmarking y/o drive test en las tecnologías (2G), (3G), (4G) que evaluaba la señal (voz y/o datos) de los operadores predominantes en el mercado colombiano generando información para conocer el estado de la red, entre otros aspectos, visualizando los parámetros analizados en tiempo real, posteriormente, esta información recolectada es enviada a las oficinas de DECOM SAS donde compañeros elaboran el informe técnico post procesando los datos recibidos de las redes de telecomunicaciones, terminado el informe es enviado al cliente con resultados confiables que dejan en evidencia problemas específicos como insumo para la toma de decisiones de transformación e inversión en la red.

3. Breve Descripción de la Empresa:

3.1. Razón Social.

Decom S.A.S NIT 900.092.385-9.

3.2. Objeto Social

Decom S.A.S es una empresa fundada en el año 2002, que ha mantenido una constante evolución de acuerdo con las exigencias que el sector requiere para garantizar el cubrimiento integral de servicios en sus proyectos TI, a nivel técnico, operativo, diseño, implementación, consultaría e interventorías. Nuestra sede principal se encuentra en Medellín aunque contamos con grupos de trabajo para disponibilidad inmediata en Cali, Pereira, Manizales, Barranquilla, Valledupar, Cartagena y Bogotá. Nos regimos por severos principios éticos y patrones de calidad que nos han merecido reconocimiento entre nuestros clientes. Los



Técnicos, Tecnólogos e Ingenieros de Decom S.A.S poseen una vasta experiencia que garantiza el desarrollo de proyectos ágiles y seguros.

Ponemos a consideración nuestra oferta de servicios con tal convicción que, si usted decide tomar alguno de ellos, ha puesto su Empresa en manos serias y expertas. Nos agrada sobre manera ejecutar trabajos de los cuales nos sintamos orgullosos sin importar el valor agregado que ese empeño nos demande.

3.3. Equipo de Trabajo

Coordinador: Ing. Daniel Villa Rua

Ingenieros de Campo: Jesus Murgueitio, Brayan Herrera, Natalia Abadia, Alexander Guevara, Ricardo Larios.

Ingenieras Lideres de PostProcesamiento: Natalia Martinez y Jesica Celis.

3.4. Área en la que se desempeñaba

Departamento de Ingeniería, Mediciones.

4. Planteamiento del Problema de Investigación y su Justificación en Términos de Necesidades y Pertinencia.

Actualmente los operadores que prestan servicios móviles posicionados en Colombia (Claro, Movistar y Tigo) implementan las Nuevas tecnologías para ofrecer y entregar a los usuarios un mejor servicio en las redes de comunicaciones móviles, buscando tener credibilidad con los clientes, hacer frente a la competencia comercial con proyectos IT sostenibles en un mundo competitivo donde la red evoluciona para soportar todo tipo de



servicios de telecomunicación, lo que implica hacer seguimiento a la red de redes conducente a conocer su estado y prevenir la afectación de la calidad del servicio ofertado.

El proyecto es importante porque responde a diferentes necesidades en telefonía móvil o celular basado en las mediciones en campo que evaluaba la red (voz y datos) de los operadores predominantes en el mercado colombiano, el estudiante de ingeniería de Telecomunicaciones comprendió el funcionamiento y capacidades propias de cada uno de los equipos de medición de la empresa Decom S.A.S, de las herramientas para diferentes propósitos, entornos y requerimientos, sim cards, dispositivos móviles para desarrollar las pruebas de rendimiento benchmarking o drive test atendiendo el protocolo del cliente en la ruta que se diseñó para realizar en Colombia el cubrimiento que fue: en Bucaramanga (Área Metropolitana), Bogotá y alrededores, Vías Costa Norte Colombiana, Tunja, Boyacá, Miranda (Cauca), Yarumal (Antioquia) y en Vías del Sur Oriente Colombiano observando el comportamiento de la red de comunicaciones móviles.

En lo referido a las comunicaciones entre usuarios (voz) en telefonía móvil en el procedimiento me ubiqué en la zona especificada en la orden de trabajo y desde allí para evaluar los parámetros pertinentes a la calidad del servicio prestado hacía las llamadas locales y/o nacionales y recibía un tono de ocupado, un tono de llamada o una señal de respuesta en el tiempo establecido o no, observando también, indisponibilidad, retardos, caída de la llamada, potencia de la señal recibida y el alcance, desconexión, interferencias, si se entrecortaba, claridad de la llamada, ruidos, capacidad de satisfacción a las necesidades de los usuarios etc. Cada uno de estos parámetros se evaluaron con un tipo de medición aplicado a solicitud del cliente, generando resultados insumos confiables para la toma de decisiones de transformación e inversión en la red.

Este procedimiento también se podía realizar (a solicitud del cliente), con un llamante ubicado en el departamento de ingeniería quien se comunicaba con el estudiante en práctica empresarial que realizaba el trabajo de medición en campo, en el evento de que algunos de las falencias anteriormente anotadas sucediera en el desempeño de la red, quedaba en evidencia un problema, que es lo que se quería evitar, este hecho, se registraba en el informe enviado al departamento de ingeniería quienes se encargaban de analizar y post procesar la



información para finalmente generar el informe técnico a los clientes con los resultados a analizar del estado de la red de telecomunicaciones en cada punto estudiado.

En cuanto a la transmisión de datos, para el caso de UPLOAD se tenían paquetes de información en el equipo y este era cargado a la red para evaluar si era capaz de cargar en determinado tiempo, para DOWNLOAD con el cliente se aclaraba el servidor donde se alojaban paquetes de información y desde el mismo se hacían las descargas con la misma finalidad de UPLOAD. En el tráfico de paquetes de datos si esas cargas y descargas se efectuaban en ese determinado tiempo se podría decir que estaban cumpliendo con la norma y con el objetivo del cliente, si no, era una prueba fallida.

No cabe duda, que la calidad es un factor determinante al momento de decidir por el operador de red o proveedor de servicios de telecomunicaciones a satisfacción, de allí, la imperiosa necesidad de estas empresas de monitorear y medir la calidad de los servicios, conocerla, identificar en lugares específicos fortalezas y debilidades como operador para tomar correctivos conducentes a optimizar el comportamiento de la red de acuerdo a la demanda y cobertura de red existente, a su probable crecimiento y a los requerimientos del MINTIC.

La empresa Decom S.A.S consciente de la necesidad de realizar unas acertadas mediciones de RF en escenarios outdoor como indoor, posee herramientas tecnológicas indispensables en los trabajos de monitoreo y mediciones.

5. Plan de trabajo – Desarrollo práctica profesional

5.1 Objetivos General

Realizar trabajos de medición a la red de telecomunicaciones en cualquier espacio geográfico de Colombia solicitado por el cliente para sondearla y obtener la información procesada necesaria y suficiente de su funcionamiento o rendimiento.



5.2 Objetivos Específicos

- Comprender el funcionamiento y capacidades propias de cada uno de los equipos de medición o herramientas tecnológicas de Decom S.A.S necesarios para responder a cada solicitud de trabajo.
- Distinguir los tipos de trabajos con especificaciones especiales que a solicitud del cliente se deba realizar.
- Realizar trabajos de medición de los parámetros en la red de telecomunicaciones en las tecnologías (2G, 3G y 4G) solicitados por los clientes de la organización Decom S.A.S mediante un protocolo de ejecución responsable.
- Organizar la información recolectada en campo, filtrando los paquetes de información (LOGS) correctos y los que no se tendrán en cuenta para la elaboración del informe final debido a algún tipo de inconveniente.

5.3 Cronograma de trabajo- Fases/Actividades y sus respectivos tiempos.

Cronograma de Actividades: 09 de junio de 2015 – 09 de diciembre de 2015

Ejecutado en la empresa Decom S.A.S en el marco de la práctica empresarial de ingeniero de telecomunicaciones con la intención de unificar criterios para desarrollar con éxito las labores de medición o monitoreo en la red de telecomunicaciones.

Semanas	Actividad
Semana 1	Bucaramanga (Área Metropolitana)
Semana 2	Bucaramanga (Área Metropolitana)
Semana 3	Bucaramanga (Área Metropolitana)



Semana 4	Bucaramanga (Área Metropolitana)
Semana 5	Bucaramanga (Área Metropolitana)
Semana 6	Descanso
Semana 7	Bogotá y alrededores (Incluye Chía y Zipaquirá)
Semana 8	Bogotá y alrededores (Incluye Chía y Zipaquirá)
Semana 9	Bogotá y alrededores (Incluye Chía y Zipaquirá)
Semana 10	Bogotá y alrededores (Incluye Chía y Zipaquirá)
Semana 11	Vías Costa Norte Colombiana: Montería – Loricá
Semana 12	Vías Costa Norte Colombiana: Loricá – Cartagena
Semana 13	Vías Costa Norte Colombiana: Cartagena – Barranquilla
Semana 14	Vías Costa Norte Colombiana: Barranquilla – Santa Marta
Semana 15	Vías Costa Norte Colombiana: Santa Marta – Riohacha
Semana 16	Vías Costa Norte Colombiana: Ciénaga – San Roque
Semana 17	Descanso
Semana 18	Vías Sur Oriente Colombiano: Manizales – Bogotá
Semana 19	Vías Sur Oriente Colombiano: Villavicencio – San José del Guaviare
Semana 20	Vías Sur Oriente Colombiano: Villavicencio – Yopal
Semana 21	Vías Sur Oriente Colombiano: Arauca – Cúcuta
Semana 22	Descanso
Semana 23	Tunja, Boyacá



Semana 24	Tunja, Boyacá
Semana 25	Miranda, Cauca.
Semana 26	Miranda, Cauca.
Semana 27	Yarumal, Antioquia.

Tabla 1 Cronograma de Actividades: 09 de junio de 2015 – 09 de diciembre de 2015

6. Metodología Implementada

Desde el punto de vista de la metodología de mediciones en este caso particular, los factores técnicos que afectan la percepción de calidad del servicio del usuario empresa deben focalizarse para su estudio, evaluación e inversión a la red basado en la realidad evidente con los datos técnicos obtenidos. En mi práctica empresarial con Decom S.A.S como empresa encargada de estos trabajos realicé estas mediciones, para ello, se organizó un equipo de trabajo integrado por un coordinador(a), ingenieros de campo e ingenieros de Post-procesamiento que garantizaron el éxito del proyecto.

Para el servicio de voz, una medida del comportamiento de la red desde el punto de vista técnico (a través de indicadores, parámetros) basada en una definición apropiada de la metodología de medidas es pertinente, para el caso de datos, la red se convierte en un mero soporte de una infinidad de servicios de naturaleza muy diversa estos parámetros a analizar son diferentes según si se analiza cobertura, voz o datos. La distinción entre tecnologías se realiza de manera más acentuada entre los parámetros de voz (2G y 3G), mientras que datos se analiza de forma separada, y la tecnología usada en cada momento será uno de los parámetros que se reporte.

6.1 Marco Teórico



Actualmente los operadores prestadores de servicios de telecomunicaciones, específicamente, los relacionados con las tecnologías móviles, evidencian avances sobre la telefonía celular cubriendo las expectativas de los clientes, de tal forma, que los operadores en una libre competencia buscan quedar posicionados como referente de servicio de calidad y confianza, por ello, se preocupan por medir y evaluar sus redes en las diferentes tecnologías (2G, 3G y 4G) en entornos urbanos y rurales para conocer su realidad y mejorar si así lo amerita, por el informe técnico recibido, la oferta para aumentar la demanda en el mercado.

Considerando que el primer paso para evaluar o mejorar el rendimiento de la red, en términos de calidad y cobertura es medir, de la forma más fielmente posible; en el marco de la práctica empresarial y el proyecto Medición a las Condiciones y Calidad de la Prestación del Servicio de la Red de Telecomunicaciones en Tecnologías de Segunda (2G), Tercera (3G) y Cuarta Generación (4G), se realizaron trabajos de medición a la red de telecomunicaciones en el entorno solicitado por el cliente para sondearla y obtener la información procesada necesaria y suficiente de su funcionamiento o rendimiento, partiendo de una orden de trabajo expedida por la empresa de reconocido prestigio, con personal idóneo y herramientas tecnológicas precisas para realizar esta medición, Decom S.A.S contratada para este propósito.

(O'Brien & Marakas, 2008) En este contexto se entiende por red de telecomunicación al conjunto de medios (transmisión y conmutación), tecnologías (procesado, multiplexación, modulaciones), protocolos y facilidades en general, necesarios para el intercambio de información entre los usuarios de la red. La red es una estructura compleja.

Las redes móviles son aquellas redes pensadas para que el teléfono o equipo del usuario pueda moverse con libertad en la zona cubierta por dicha red incluso mientras mantiene una conversación o una conexión de datos. Las comunicaciones móviles se dan cuando tanto el emisor como el receptor están, o pueden estar, en movimiento. La primera generación "1G"



de redes móviles comenzó a utilizarse únicamente para el envío y recepción de paquetes de voz en los años ochenta, cuando se lanzó el estándar de tecnología inalámbrica analógica, las radiobases se conectan al resto del sistema telefónico a través de sistemas digitales.

6.1.1. Desde la primera generación, ¿Cómo han evolucionado las redes móviles hasta hoy?

6.1.1.1 Red de comunicación móvil de Primera generación (1G)

(Universidad Internacional de Valencia, 2016) La 1ª red de comunicación móvil automatizada comercial fue lanzada por NTT en Japón en 1979, seguida por el lanzamiento del sistema de Telefonía Móvil Nórdica (NMT) en Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia, en 1981.

- Año - 1970 - 1980
- Estándares - AMPS (Advanced Mobile Phone System).
- Servicios - Sólo voz
- Tecnología - analógica
- Velocidad - 1kbps a 2,4 kbps
- Multiplexación - FDMA
- Conmutación - conmutación de circuitos
- Core Network - PSTN
- Frecuencia - 800- 900 MHz

Ancho de banda de RF - 30 kHz. La banda tiene capacidad para 832 canales dúplex, entre los cuales 21 están reservadas para el establecimiento de llamada, y el resto para la comunicación de voz.



Malas comunicaciones de voz y ninguna seguridad ya que las llamadas de voz se reproducen en las torres de radio.

6.1.1.2 Red de comunicación móvil de Segunda Generación (2G)

La tecnología GSM fue la primera en facilitar voz y datos digitales, así como roaming internacional permitiendo al cliente ir de un lugar a otro.

- Año - 1980 -1990
- Tecnología - Digital
- Velocidad - 14kbps a 64 Kbps
- Banda de frecuencia - 850 - 1900 MHz (GSM) y 825 - 849 MHz (CDMA)
- Ancho de banda / canal - GSM divide cada canal de 200 kHz en bloques de 25 kHz. El canal CDMA es nominalmente de 1,23 MHz
- Multiplexación / Tecnología de acceso - TDMA y CDMA.
- Conmutación - Conmutación de circuitos

Estándares - GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles), IS-95 (CDMA) - utilizado en América y partes de Asia), JDC (Celular Digital Japonés) (basado en TDMA), utilizado en Japón, iDEN (basado en TDMA), red de comunicación propietaria utilizado por Nextel en los Estados Unidos.

Servicios: Voz Digital, SMS, roaming internacional, conferencia, llamada en espera, retención de llamada, transferencia de llamadas, bloqueo de llamadas, número de identificación de llamadas, grupos cerrados de usuarios (CUG), servicios USSD, autenticación, facturación basada en los servicios prestados a sus clientes, por ejemplo, cargos basados en llamadas locales, llamadas de larga distancia, llamadas con descuento, en tiempo real de facturación.



6.1.1.2.1 Generación 2.5

Introducción de la red de paquetes para proporcionar transferencia e Internet de alta velocidad de datos.

- Año - 2000- 2003
- Estándares - Servicio General de Paquetes de Radio (GPRS) y EDGE (Velocidades de datos mejoradas en GSM)
- Frecuencia: 850 -1900 MHz
- Velocidad - 115kpbs (GPRS) / 384 kbps (EDGE)
- Conmutación - Conmutación de paquetes para la transferencia de datos
- Multiplexación - desplazamiento mínimo gaussiano keying-GMSK (GPRS) y EDGE (8-PSK)

Servicios - pulsar para hablar, multimedia, información basada en la web de entretenimiento, soporte WAP, MMS, SMS juegos móviles, búsqueda y directorio, acceso a correo electrónico, videoconferencia.

6.1.1.3 Red de comunicación móvil de Tercera Generación (3G)

El objetivo de los sistemas 3G fue ofrecer aumento de las tasas de datos, facilitar el crecimiento, mayor capacidad de voz y datos, soporte a diversas aplicaciones y alta transmisión de datos a bajo coste. Los datos se envían a través de una tecnología llamada Packet Switching. Las llamadas de voz se traducen mediante conmutación de circuitos.

- Año - 2000
- Estándares:



- UMTS (WCDMA) basado en GSM (Global Systems for Mobile) infraestructura del sistema 2G, estandarizado por el 3GPP.
- CDMA 2000 basado en la tecnología CDMA (IS-95) estándar 2G, estandarizada por 3GPP2.
- Interfaz de radio TD-SCDMA que se comercializó en 2009 y sólo se ofrece en China
- Velocidad: 384KBPS 2Mbps
- Frecuencia: aproximadamente 8 a 2,5 GHz
- Ancho de banda: de 5 a 20 MHz
- Tecnologías de multiplexación y acceso
- Interfaz de radio llamada WCDMA (Wideband Code División Multiple Access)
- HSPA es una actualización de W-CDMA que ofrece velocidades de 14,4 Mbit / s de bajada y 5,76 Mbit / s de subida.
- HSPA + puede proporcionar velocidades de datos pico teóricas de hasta 168 Mbit / s de bajada y 22 Mbit / s de subida.
- CDMA2000 1X: Puede soportar tanto servicios de voz como de datos. La máxima velocidad de datos puede llegar a 153 kbps

Servicios - telefonía móvil de voz, acceso a Internet de alta velocidad, acceso fijo inalámbrico a Internet, llamadas de video, chat y conferencias, televisión móvil, vídeo a la carta, servicios basados en la localización, telemedicina, navegación por Internet, correo electrónico, buscapersonas, fax y mapas de navegación, juegos, música móvil, servicios multimedia como fotos digitales y películas, servicios localizados para acceder a las actualizaciones de tráfico y clima, servicios móviles de oficina, como la banca virtual.



6.1.1.4 Red de comunicación móvil de Cuarta Generación (4G)

El sistema móvil de cuarta generación está basado totalmente en IP. El objetivo principal de la tecnología 4G es proporcionar alta velocidad, alta calidad, alta capacidad, seguridad y servicios de bajo coste para servicios de voz y datos, multimedia e internet a través de IP. Para usar la red de comunicación móvil 4G, los terminales de los usuarios deben ser capaces de seleccionar el sistema inalámbrico de destino. Para proporcionar servicios inalámbricos en cualquier momento y en cualquier lugar, la movilidad del terminal es un factor clave en 4G.

- Inicio - años de 2010. En 2008, la UIT-R especifica los requisitos para los sistemas 4G.
- Estándares - Long-Term Evolution Time-Division Duplex (LTE-TDD y LTE-FDD) estándar WiMAX móvil (802.16m estandarizado por el IEEE)
- Velocidad - 100 Mbps en movimiento y 1 Gbps cuando se permanece inmóvil.
- Telefonía IP
- Nuevas frecuencias, ancho de banda de canal de frecuencia más amplia.
- Tecnologías de multiplexación / acceso - OFDM, MC-CDMA, CDMA y LAS-Red-LMDS
- Ancho de Banda - 5-20 MHz, opcionalmente hasta 40 MHz

Bandas de frecuencia: - LTE cubre una gama de diferentes bandas. En América del Norte se utilizan 700, 750, 800, 850, 1900, 1700/2100 (AWS), 2300 (WCS) 2500 y 2600 MHz (bandas 2, 4, 5, 7, 12, 13, 17, 25, 26, 30, 41); 2500 MHz en América del Sur; 700, 800, 900, 1800, 2600 MHz en Europa (bandas 3, 7, 20); 800, 1800 y 2600 MHz en Asia (bandas 1, 3, 5, 7, 8, 11, 13, 40) 1800 MHz y 2300 MHz en Australia y Nueva Zelanda (bandas 3, 40).

Servicios - acceso móvil web, telefonía IP, servicios de juegos, TV móvil de alta definición, videoconferencia, televisión 3D, computación en la nube, gestión de flujos



múltiples de difusión y movimientos rápidos de teléfonos móviles, Digital Video Broadcasting (DVB), acceso a información dinámica, dispositivos portátiles.

6.1.2. Evolución de los Sistemas Celulares

(Gar, 2004) (Farley, 2005) El sistema celular consiste en la subdivisión de un territorio en pequeñas áreas (llamadas celdas), cada una con una antena de transmisión, de forma que la misma frecuencia puede utilizarse en distintas zonas a la vez dentro de una ciudad. Esto permite un uso mucho más eficiente del espectro. Cuanto más pequeñas sean las celdas, más frecuencias pueden reusarse y más usuarios pueden utilizar el servicio.

La primera descripción de un sistema celular apareció en un trabajo de D.H. Ring, de los Laboratorios Bell, en 1947. Pero no se pondría en práctica hasta dos décadas después por varios motivos: En primer lugar, los teléfonos celulares deben funcionar con frecuencias altas, donde las transmisiones pueden limitarse a celdas pequeñas, pero, la tecnología necesaria para poder trabajar con frecuencias tan altas no llegaría hasta más tarde. Además, para poder poner en práctica el sistema celular, un usuario atravesando la ciudad debería poder pasar de una celda a otra sin que la llamada se corte, para ello, es necesario que el sistema pueda saber dónde abandonó el usuario la primera celda, localizar la siguiente, e hilar automáticamente la conversación entre celda y celda. Es decir, el sistema necesita una base de datos con información sobre dónde estaba el teléfono, hacia dónde iba, y quién lo estaba usando; y esta base de datos debía ser rápida. En los años 40 no era posible hacer esto con la rapidez suficiente para no interrumpir la llamada. Por otra parte, para poder transmitir y recibir toda la información necesaria, el teléfono debía incluir un sintetizador de frecuencia, una pieza que cuando comenzó a desarrollarse para el ejército en los años 60 costaba tanto como un buen coche.

En la década de los 60 todas las grandes compañías de telecomunicaciones conocían el concepto celular; la pregunta era qué compañía conseguiría hacer funcionar la idea, tanto técnica como económicamente, y quién conseguiría la patente del sistema en primer lugar. Finalmente, los Laboratorios Bell presentó un sistema que cumplía con los requisitos, cuya



patente fue aprobada en 1972. Un año después, en 1973, Martin Cooper y su equipo de Motorola demostraron el primer prototipo funcional de un teléfono celular "personal".

6.1.2.1 Primera Generación

(20minutos.es, 2013) El 3 de abril de 1973, Martín Cooper directivo de Motorola realizó la primera llamada desde un teléfono móvil del proyecto DynaTAC 8000X desde una calle de Nueva York. precisamente a su mayor rival en el sector de telefonía: Joel Engel, de los Bell Labs de AT&T.

El DynaTAC 8000X es presentado oficialmente en 1984, año en que se empezó a comercializar. El teléfono pesaba cerca de 1 kg, tenía un tamaño de 33.02 x 4,445 x 8,89 centímetros y su batería duraba una hora de comunicación o una jornada laboral (ocho horas) en espera, con pantalla led.

Ameritech Mobile Communications, LLC fue la primera empresa en los EE.UU. en proporcionar servicio de telefonía móvil al público general.

En 1981 el fabricante Ericsson lanza el sistema NMT 450 (Nordic Mobile Telephony 450 MHz). Este sistema seguía utilizando canales de radio analógicos (frecuencias en torno a 450 MHz) con modulación en frecuencia (FM). Era el primer sistema del mundo de telefonía móvil tal como se entiende hasta hoy en día.

Los equipos 1G pueden parecer algo aparatosos para los estándares actuales, pero fueron un gran avance para su época, ya que podían ser trasladados y utilizados por una única persona.

En 1986, Ericsson modernizó el sistema, llevándolo hasta el nivel NMT 900. Esta nueva versión funcionaba prácticamente igual que la anterior, pero a frecuencias superiores (del orden de 900 MHz). Esto posibilitó dar servicio a un mayor número de usuarios y avanzar en la portabilidad de los terminales.



Además del sistema NMT, en los 80 se desarrollaron otros sistemas de telefonía móvil tales como: AMPS (Advanced Mobile Phone System) en EE. UU. y TACS (Total Access Communication System).

El sistema TACS se utilizó en España con el nombre comercial de MoviLine. Estuvo en servicio hasta su extinción en 2003.

6.1.2.2 Segunda Generación

En la década de 1990 nace la segunda generación, que utiliza sistemas como GSM, IS-136, iDEN e IS-95. Las frecuencias utilizadas en Europa fueron de 900 y 1800 MHz.

El desarrollo de esta generación tiene como piedra angular la digitalización de las comunicaciones. Las comunicaciones digitales ofrecen una mejor calidad de voz que las analógicas, además se aumenta el nivel de seguridad y se simplifica la fabricación del Terminal (con la reducción de costos que ello conlleva). En esta época nacen varios estándares de comunicaciones móviles: D-AMPS(EE. UU.), Personal Digital Cellular (Japón), cdmaOne (EE. UU. y Asia) y GSM.

Muchas operadoras telefónicas móviles implementaron Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) y Acceso múltiple por división de código (CDMA) sobre las redes Amps existentes convirtiéndolas así en redes D-AMPS. Esto trajo como ventaja para estas empresas poder lograr una migración de señal analógica a señal digital sin tener que cambiar elementos como antenas, torres, cableado, etc. inclusive, esta información digital se transmitía sobre los mismos canales (y por ende, frecuencias de radio) ya existentes y en uso por la red analógica. La gran diferencia es que con la tecnología digital se hizo posible hacer Multiplexion, tal que en un canal antes destinado a transmitir una sola conversación a la vez se hizo posible transmitir varias conversaciones de manera simultánea, incrementando así la capacidad operativa y el número de usuarios que podían hacer uso de la red en una misma celda en un momento dado.



El estándar que ha universalizado la telefonía móvil ha sido el GSM (Global System for Mobile communications). Se trata de un estándar europeo nacido de los siguientes principios:

- Buena calidad de voz (gracias al procesado digital).
- Itinerancia (Roaming).
- Deseo de implantación internacional.
- Terminales realmente portátiles (de reducido peso y tamaño) a un precio accesible.
- Compatibilidad con la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados).
- Instauración de un mercado competitivo con multitud de operadores y fabricantes.

El GSM fue el estándar por mucho tiempo, sin embargo, empezó a ser insuficiente debido a que ofrecía un servicio de voz o datos a baja velocidad (9.6 kbit/s) y el mercado empezaba a requerir servicios multimedia que hacían necesario un aumento de la capacidad de transferencia de datos del sistema. Es en este momento cuando se empieza a gestar la idea de 3G, pero como la tecnología CDMA no estaba lo suficientemente desarrollada se optó por implementar una velocidad intermedia denominada 2.5G.

6.1.2.2.1. Generación 2.5

Dado que la tecnología de 2G fue incrementada a 2.5G, en la cual se incluyen nuevos servicios como EMS y MMS:

EMS es el servicio de mensajería mejorado, permite la inclusión de melodías e iconos dentro del mensaje basándose en los sms; un EMS equivale a 3 o 4 sms.

MMS (Sistema de Mensajería Multimedia) Este tipo de mensajes se envían mediante GPRS y permite la inserción de imágenes, sonidos, videos y texto. Un MMS se envía en forma de diapositiva, la cual cada plantilla solo puede contener un archivo de cada tipo aceptado, es decir, solo puede contener una imagen, un sonido y un texto en cada



plantilla, si se desea agregar más de estos tendría que agregarse otra plantilla. Cabe destacar, que no es posible enviar un vídeo de más de 15 segundos de duración.

Para poder prestar estos nuevos servicios se hizo necesaria una mayor velocidad de transferencia de datos, que se hizo realidad con las tecnologías GPRS y EDGE.

GPRS (General Packet Radio Service) permite velocidades de datos desde 59 kb/s hasta 120 kb/s.

EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) permite velocidades de datos hasta 384 kb/s.

6.1.2.3. Tercera Generación

3G nace de la necesidad de aumentar la capacidad de transmisión de datos para poder ofrecer servicios como la conexión a Internet desde el móvil, la videoconferencia, la televisión y la descarga de archivos. En este momento el desarrollo tecnológico ya posibilita un sistema totalmente nuevo: UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

UMTS utiliza la tecnología CDMA, lo cual le hace alcanzar velocidades realmente elevadas (de 144 kb/s hasta 7.2 Mb/s, según las condiciones del terreno).

6.1.2.4. Cuarta Generación

El concepto de 4G trae velocidades mayores a las de 301 Mbit/s (37,6 MB/s) con un radio de 8 MHz; entre otras, incluye técnicas de avanzado rendimiento radio como MIMO y OFDM. Dos de los términos que definen la evolución de 3G, siguiendo la estandarización del 3GPP, serán LTE para el acceso radio, y SAE (Service Architecture Evolution) para la parte núcleo de la red.



6.1.3. Calidad del servicio

(Real Academia de Ingeniería de España, 2014) QoS o calidad de servicio, es el rendimiento promedio de una red de telefonía o de computadoras, particularmente el rendimiento visto por los usuarios de la red.

(International Telecommunication Union, 2006) La calidad de servicios comprende requerimientos en todos los aspectos de una conexión, tales como tiempo de respuesta de los servicios, pérdidas, ratio señal a ruido, diafonías, eco, interrupciones, frecuencia de respuesta, niveles de sonido, entre otros. Una sub categoría de calidad de servicios de telefonía son los requerimientos de nivel de servicio, los cuales comprenden aspectos de una conexión relacionados con la capacidad y cobertura de una red, por ejemplo, garantizar la probabilidad máxima de bloqueo y la probabilidad de interrupción.

Por dichas razones, al cliente empresario (operador) centrado en reducir los desajustes entre expectativas y percepción de usuario, le resulta fundamental una adecuada identificación de servicios a medir, considerando que el primer paso para mejorar el rendimiento de la red, la calidad y cobertura es medirla, de la forma más fielmente posible, trabajo que realicé con la empresa DECOM SAS en mi práctica empresarial.

En la calidad del servicio se identifican cuatro aspectos medibles, a saber:

- Cobertura de la red
- Accesibilidad del servicio
- Retenibilidad del servicio
- Integridad del servicio

6.1.3.1 Tipos de Mediciones de Calidad y Cobertura en Redes de Telefonía Móvil



(Romero) Todo buen diseño de RF, después de desplegado debe ser monitoreado en su comportamiento o evaluado. Hay algunas maneras de hacer esto de acuerdo al tipo de medición en campo a realizar, al entorno, a la tecnología, servicio o red a evaluar, por ejemplo, a través del análisis de KPI (Key Performance Indicator) indicador clave de rendimiento que identifica problemas tales como la interrupción de llamadas, entre otras, o por las herramientas de predicción y la interferencia de la señal. La deficiencia en las comunicaciones de la telefonía móvil “se utiliza con fines estrictamente informativos para la generación de datos sobre la calidad del servicio que prestan los operadores de telefonía móvil celular.”

6.1.3.1.1 Medición Benchmarking.

Es el proceso de medición mediante el cual se recopila información, datos insumos a la toma de decisiones, al analizar los aspectos técnicos referidos a la calidad de servicios que causan las diferencias frente a otras empresas, obteniendo nuevas ideas, mediante la evaluación comparativa de aspectos, servicios, procesos productos o de algunas de sus áreas de interés o parámetros partiendo de lo que queremos mejorar en la empresa (servicios, parámetros) generando cambios. Se utiliza entre empresas que ofrecen servicios similares o productos. Sí las medidas se realizan con un enfoque de benchmarking, los resultados del estudio arrojan valiosa información:

Permite posicionar la satisfacción de los clientes propios con la experimentada por clientes de la competencia, aportando una valiosa información para la ejecutiva del operador. Además, facilita hacer un análisis comparativo y competitivo al evaluar las fortalezas y debilidades del operador en relación a su competencia; esto ofrece también a la dirección una información sumamente importante para afrontar la toma de decisión encaminada a disminuir el “churn” o abandono de clientes, focalizando las inversiones y los recursos en la mejora (o disminución, según sea el caso) del “gap” o diferencia de satisfacción de los clientes propios en relación con los de la competencia.



Las pruebas tipo BenchMarking se realizan con equipos especializados que deben tener todos los permisos del software (QualiPoC – Swissqual), generan una mayor profundidad en la recolección de datos de los parámetros dados por la red para el análisis técnico, con el objeto de sacar el máximo rendimiento a las medidas realizadas en entornos muy diferentes y con un alcance geográfico nacional, esta información puede resultar muy valiosa a los departamentos técnicos, con estos equipos se evalúa la red de los diferentes operadores prestadores del servicio en un área específica, en tiempo real, y en las diferentes tecnologías (2G, 3G y 4G) teniendo en cuenta la necesidad en cada servicio ofertado y prestado por el cliente de la empresa, es decir el contratante, en correspondencia con cada caso, pues es sabido que en 4G solo es posible evaluar datos, debido a que Voz en 4G aún no está desplegada en el territorio nacional, estas también se conocen como VoLTE o VoIP.

6.1.3.1.2 Medición Drive Test

(Rohde & Schwarz, n.d.) Los proveedores de servicios de pruebas realizan drive tests, pruebas a pie y utilizan sondas fijas en la red para medir la cobertura y el rendimiento de la red y los resultados se analizan por medio de software sofisticado como el R&S®ROMES4 para identificar posibles áreas de mejora. El análisis comparativo es la evaluación del rendimiento relativo de cada red basado en la realización de mediciones simultáneas de varias redes celulares. Este proceso muestra al operador las ventajas y desventajas de su propia red y las de la competencia para entonces elaborar estrategias adecuadas de marketing y despliegue de red. Rohde & Schwarz y SwissQual ofrecen una amplia variedad de soluciones de optimización y de análisis comparativos para todos los escenarios de medición, desde redes celulares pequeñas en entornos de interior hasta mediciones en redes completas macrocelulares.

(Telemediciones, n.d.) Es utilizado los clientes para determinar huecos de cobertura y fallos específicos de su red, buscando mejorar la percepción de usuario final evaluando pruebas específicas de uso cotidiano como los son calidad de redes sociales. Se realizan



mediciones objetivas y se evalúa el rendimiento de las redes de telefonía móvil monitoreando las comunicaciones de voz y datos, o en estado “Idle” del terminal de usuario en las tecnologías GSM, UMTS ó LTE, para su posterior análisis a través de la medición de una serie de parámetros, y eventos. De esta forma, se logra una herramienta de optimización de mayor precisión, permitiendo ejecutar soluciones inmediatas sustentadas en información veraz.

Ciertos terminales de prueba tienen la facultad de realizar simultáneamente transferencias, descarga de archivos (download/upload), y llamadas de voz, lo que permite simplificar los requerimientos de hardware de campañas de Drive test al interior de estructuras, edificios, túneles, centros comerciales, cárceles, transporte público, entre otros.

6.1.4. Equipos de Medición

Los equipos de medida que se usan son variados dependiendo de la necesidad del trabajo a realizar, van desde a simple vista un Smartphone (Qualipoc Android/Symbian) donde estos equipos poseen el software capaz de hacer la recolección de información en los análisis, hasta equipos más robustos como el Freerider y el Benchmarking, gracias a lo cual se puede obtener una serie de parámetros que se usa para el análisis de las medidas. La empresa (DECOM S.A.S tiene) los mejores equipos de medición de alta sensibilidad, con sus respectivas licencias de software al día para el momento de la medición, de última generación que, bajo su utilización, miden y registran los parámetros de la red para posteriormente concluir con base a estas.

(Romero) Tomando como punto de referencia las recomendaciones de ITU-T E.800 y ETSI TS 102 250-1, la metodología utilizada para la realización de servicios de benchmarking y auditorías de calidad de red sigue esta aproximación, basada en la evaluación de 2 conjuntos de Indicadores de Red (KPIs): KPIs principales aquellos factores con impacto directo en la calidad percibida por el cliente y KPIs adicionales utilizados en la evaluación y optimización del performance de la red.

Estos parámetros a analizar son diferentes según si se analiza cobertura, voz o datos. La distinción entre tecnologías se realiza de manera más acentuada entre los parámetros de voz (2G y 3G), mientras que datos se analiza de forma separada, y la tecnología usada en cada momento será uno de los parámetros que se reporte.

6.1.4.1. QualiPoc's

6.1.4.1.1. Qualipoc Symbian

(Rohde & Schwarz, n.d.) Pruebas MMS en su bolsillo. QualiPoc es la nueva e innovadora gama de sondas de evaluación de calidad de mano, portátiles, de SwissQual. QualiPoc MMS es el primer producto disponible en esta categoría. Haciendo uso de una aplicación en Symbian desarrollada por SwissQual, cargada en teléfonos comerciales (como Nokia 7650), las pruebas reales se pueden ejecutar sin ningún hardware adicional y la participación de móviles de prueba dedicados.



Ilustración 1. Qualipoc Symbian Nokia 7650 [En Línea]

Este equipo ya no es comercializado.

6.1.4.1.2 Qualipoc Andorid



(Rohde & Schwarz, n.d.) Un producto basado en Smartphone para la optimización de redes móviles.

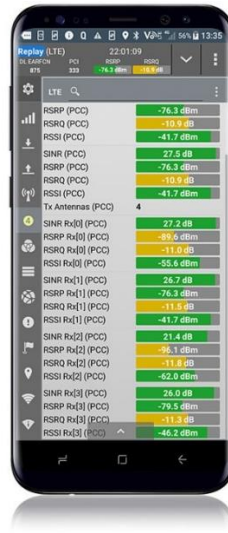


Ilustración 2. Qualipoc Android – Samsung S8 [En Línea]. https://www.rohde-schwarz.com/es/producto/qualipoc_android-pagina-de-inicio-producto_63493-55430.html

- Se ejecuta en los modelos de Smartphone Android más recientes en su amplia variedad de fabricantes.
- Sofisticadas funciones para tests de voz, datos, vídeo y mensajería para evaluar la experiencia real del usuario final.
- Fácil manejo, operaciones intuitivas y numerosas formas de adaptar la aplicación a las necesidades específicas del cliente.
- Soporte global de tecnologías: GSM, GPRS, EDGE, WCDMA, HSDPA, HSUPA, HSDPA DC, LTE-FDD & TD-LTE, CDMA2000, EVDO Rev.0/A.
- Guarda y decodifica los datos de L3 e IP en tiempo real.

Toda la información recolectada es guardada en un archivo y este puede ser secuencialmente reproducido en el Smartphone o analizado en detalle usando el NQDI (Sistema de post-procesamiento de SwissQual).



6.1.4.1.3 SwissQual Qualipoc Freerider III

(Rohde & Schwarz, n.d.) QualiPoc Freerider III marca la tercera generación del sistema de evolución comparativa portátil y basado en Smartphones de SwissQual para campañas de medición multicanal de pruebas de caminatas y conducción. El compacto, ligero y bien diseñado morral está equipado con hasta 6 Smartphones, un potente escáner de RF y conectores de RF para antenas externas opcionales. El sistema de enfriamiento activo y las 4 baterías intercambiables en caliente permiten una recolección ininterrumpida y fiable de datos multicanal por hasta 8 horas. QualiPoc Freerider III ofrece amplias funcionalidades para testear voz, datos, video y mensajes para evaluar la calidad del servicio (QoS) y la calidad de la experiencia (QoE) desde una perspectiva real del usuario final. Opcionalmente, se puede instalar un potente escáner de RF multitecnologías y multibandas de Rohde & Schwarz. Esto permite a los usuarios implementar medidas integrales basadas en Smartphones para evaluar la situación competitiva de QoS y QoE, incluida la información completa sobre el entorno físico de RF.



Ilustración 3. QualiPoc Freerider III [En Línea]. <https://www.mobile-network-testing.com/en/products/benchmarking/qualipoc-freerider-3/>



Ilustración 4. QualiPoc Freerider III [En Línea]. <https://www.mobile-network-testing.com/en/products/benchmarking/qualipoc-freerider-3/>

6.1.4.2 SwissQual Benchmarker II

(Rohde & Sch, n.d.) El Diversity Benchmarker II es un benchmarking innovador y una herramienta de testing de red que entrega información precisa y exacta en un amplio conjunto de tecnologías de red. Robusto y resistente por diseño, está hecho para funcionar soportar las más extremas condiciones. Las características de vanguardia de Diversity Benchmarker II permiten decisiones estratégicas de inversión en red permitiendo a los operadores comparar y evaluar la calidad del servicio a través de estándares de última generación.

El Diversity Benchmarker II, sucesor del Benchmarker, hace posible test más eficientemente y compara servicios de voz y datos.



Ilustración 5. Diversity Benchmark II [En Línea]. https://www.rohde-schwarz.com/es/producto/diversity_benchmark_ii-pagina-de-inicio-producto_63493-55428.html

- Soporta completamente todas las generaciones de red, incluyendo GSM, GPRS, EDGE, WCDMA, HSPA+, HSDPA DC, LTE, CDMA/EvDo, IS-136, ISDN, PSTN y ETHERNET.
- Soporta más de 100 dispositivos de testing, incluyendo Smartphones Andorid, teléfonos estándar, dispositivos de datos, clientes SIP, escáneres RF y tarjetas RDSI.
- Amplia gama de algoritmos integrados para evaluar la calidad de la voz y la calidad del video.
- Arquitectura modular y escalable con hasta ocho módulos de PC, cada uno con soporte para hasta cuatro dispositivos de medición.
- Hardware robusto, con amortiguadores de impacto y vibración incorporados, discos de estado sólido y conectores estándar militares.

6.2. Descripción del Procedimiento en Campo (práctica empresarial).

El trabajo en la práctica empresarial se realizó con la siguiente metodología de medición: con el ingeniero coordinador del departamento IT se acordó el protocolo, se recibió la orden



de trabajo con el tipo de medición a voz y datos (parámetros), se especifican las tecnologías a evaluar en tiempos promedios y zonas geográficas del territorio nacional, se acuerdan los equipos de medición a usar según el tipo de medición, disponibilidad de las simcards, se consideran aspectos específicos al configurar, se verifica el funcionamiento de los equipos, se confirma la viabilidad de la solicitud del servicio, se recibe la orden de salida de estos equipos, se acuerdan las condiciones de desplazamiento, los permisos y los formatos para registrar los datos y enviarlos al ingeniero coordinador y a post procesamiento, se acuerda, ejecutar la medición en campo atendiendo los requerimientos.

6.2.1. Procesos a Ejecutar

6.2.1.1. Entrega y recepción de la orden de trabajo y los equipos de medición.

El coordinador (a) o ingeniero responsable designa (n) a él o los encargados de ejecutar el trabajo, en conjunto, se examina la solicitud del cliente y, se estipula los equipos y herramientas para la realización de la orden. Posteriormente el coordinador (a) o ingeniero responsable entrega los equipos necesarios para desarrollar el trabajo, la persona encargada de su ejecución revisa e informa el estado y condiciones de las herramientas dadas al coordinador (a) o ingeniero responsable, a su vez, este último da algunas recomendaciones variadas, como, por ejemplo: técnicas, de logística, ejecución, etc. Así mismo suministra claridades importantes como la ubicación y/o zonas exactas donde se va a realizar el trabajo.

Responsables: Coordinador - Estudiante de Ingeniería de Telecomunicaciones en práctica empresarial.

Documentación Requerida: Orden de trabajo dada por el cliente - Actas de autorización salida de Equipos.



6.2.1.2 Configuración de Equipos

Una vez suministrados los equipos al grupo de trabajo, el próximo paso (si los tiempos de ejecución lo permiten), es la configuración de los equipos con base a la orden de trabajo dada por el cliente, esto se refiere específicamente a que se va a evaluar en dicha orden, siendo voz, datos o en su conjunto.

Para la parte de **voz**, se configura llamadas salientes y/o entrantes a los dispositivos, clarificando en ellos los siguientes aspectos:

- Qué equipos realizarán las llamadas y cual las va a recibir, suministrándoles las líneas fijas y/o celulares.
- La duración de la llamada, y los tiempos de ejecución en eventualidades como: caídas de llamada, la no respuesta, no claridad en la llamada, etc.
- El forzamiento: en que tecnología se realizarán las llamadas 2G o 3G y sus respectivas frecuencias (850 MHz y/o 1900 MHz).

Para **datos**, se deben configurar las cargas, descargas, el acceso a determinados sitios webs y ping's, clarificando en cada equipo los siguientes aspectos:

- Cuáles serán los equipos a hacer cargas, descargas, navegar, o harán ping, esto dependiendo a lo requerido por el cliente en la orden de trabajo.
- Es suministrado el servidor donde deben cargar, descargar, acceder o hacer ping los equipos.
- Los tiempos: en los dispositivos se definen los tiempos de ejecución, es decir, se estipula un tiempo máximo en el cual ellos deben ejecutar las tareas.
- El forzamiento: en que tecnología se realizarán los trabajos: 2G, 3G o 4G, sus respectivas frecuencias, para 2G y 3G son 850 MHz y 1900 MHz, y para LTE son



1700 MHz – 2100 MHz (conocida como la banda AWS) y 2600 MHz, esto depende de cada operador prestador del servicio.

Responsables: Estudiante de Ingeniería de Telecomunicaciones en práctica empresarial.

Documentación Requerida: Orden de trabajo dada por el cliente.

6.2.1.3 Transporte y ejecución del trabajo

El coordinador de Ingeniería es quien verifica la disponibilidad de conductores y con el encargado de los vehículos la disponibilidad de estos para la ejecución del trabajo, siendo esto positivo y estando el vehículo en la ciudad de Medellín, el responsable del desarrollo del trabajo coordina con el encargado de los vehículos la entrega de este mismo para salir a destino, también se pueden presentar los siguientes casos:

El conductor y vehículo estén disponibles en otra ciudad, para este caso el coordinador de ingeniería organiza el viaje a la localidad de destino del responsable del trabajo y al conductor le solicita el desplazamiento a dicha localidad también, para luego reunirse con el ejecutor de la orden de trabajo.

No disponibilidad de vehículo, para este caso el coordinador de ingeniería organiza el traslado a la localidad donde se debe realizar el trabajo al responsable de este mismo y autoriza al arrendamiento de un vehículo para la ejecución de la tarea.

Responsables: Coordinador – encargado de los vehículos - Estudiante de Ingeniería de Telecomunicaciones en práctica empresarial



Documentación Requerida: n/a.

6.2.1.4 Presupuesto

El responsable de la ejecución de la orden de trabajo antes de salir a campo, debe hacer una solicitud de presupuesto teniendo en cuenta todo lo anterior, transporte, número de compañeros de trabajo, los días de trabajo en campo, etc. Esta solicitud debe ser hecha en un formato dado por la empresa y es enviada al coordinador(a) de ingeniería para su respectivo estudio y posterior aprobación por parte de este último, de igual manera el coordinador (a) es quien envía esta solicitud a cartera para que los recursos sean transferidos al responsable del trabajo.

Responsables: Coordinador – Cartera - Estudiante de Ingeniería de Telecomunicaciones en práctica empresarial.

Documentación Requerida: Formato de solicitud de presupuesto.

7. Resultados

Con la participación de Decom S.A.S en el proyecto Medición, procesamiento y análisis de la calidad de servicios en tecnologías de segunda (2G), tercera (3G) y cuarta generación (4G) para voz y datos, se logró medir y analizar diferentes sitios en el territorio, gracias a esto Decom S.A.S actualmente cuenta con la asignación de nuevas órdenes de trabajo que deberán ser ejecutadas a lo largo del presente año.

En la ejecución del proyecto Medición a las Condiciones y Calidad de la Prestación del Servicio de la Red de Telecomunicaciones en Tecnologías de Segunda (2g), Tercera (3g) y



(4g) Cuarta Generación realizado en el marco de la práctica empresarial en Decom SAS, logramos realizar trabajos específicos de medición y/o evaluación del estado de la red de telecomunicaciones en todas las zonas del territorio nacional solicitadas por los clientes, se organizó la información filtrando los paquetes o LOGS a enviar al departamento con la información recolectada en campo para su análisis, post procesamiento y elaboración del informe final, evidenciando capacidad de respuesta y responsabilidad en el cumplimiento exitoso al cronograma de actividades requerido por el cliente empresa.

Decom S.A.S con el equipo de trabajo humano integrado por el Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones Daniel Villa Ruiz, Ingeniero de Telecomunicaciones Boris David Gómez Guerrero en práctica empresarial que comprendió debidamente el funcionamiento y capacidad de los equipos de medición dio cumplimiento oportuno a los trabajos con calidad entregados a satisfacción a los clientes, razón por la que Decom S.A.S es una empresa que se sostiene a la vanguardia de las preferencias por los operadores de servicios de telecomunicaciones.

8. Conclusiones

- El aporte destacado desde el punto técnico e ingenieril del estudiante a la empresa está dado principalmente en la fusión de los conocimientos teóricos y prácticos (estos últimos aprendidos con rapidez en la misma práctica empresarial) y su implementación a la hora de facilitar la parte de configuración de equipos, dado que esta es el punto más crítico a la hora de ejecutar alguna orden de trabajo, es decir, si algún campo en la configuración de los equipos no estaba bien, las tomas de datos automáticamente pasaban a ser desechables, conllevaría a que la orden de trabajo sea fallida. Dado a esto el aporte fue que se trató de dejar plantillas de configuraciones para las ordenes de trabajos más frecuentes y comunes para que compañeros con menor manejo de las herramientas se les hiciera más sencillo la configuración y de ser necesario darle soporte a distancia para corroborar esta misma. Del departamento de Ingeniería, en el área de toma de datos en campo conformado por el coordinador, 6



ingenieros y el practicante, solo el coordinador, uno de los ingenieros y el practicante en curso tenían todos los conocimientos en esta parte, entonces dejar plantillas fue algo de gran ayuda.

- La comprensión del funcionamiento de los equipos de medición dinamizó el éxito en cada una de las pruebas realizadas en el trabajo generando información en la evaluación del comportamiento o rendimiento de la red.
- Cuando se realizan mediciones en campo en un área especificada por el cliente el estudio proporciona información que son guardados en archivos conocidos también como LOGS, estos contienen los resultados a analizar del estado de la red de en cada punto o área estudiada.
- Se realizó el monitoreo a cabalidad en cada uno de los parámetros de los servicios ofertados y prestados por el cliente empresa o cliente operador generando resultados insumos confiables para la toma de decisiones de transformación e inversión en la red para mejorar la calidad del servicio a satisfacción de los usuarios, al cumplimiento frente a la entidad reguladora o al MINTIC hecho que permite transmitir buena imagen frente a la competencia logrando confianza y credibilidad entre sus clientes.
- En la ejecución de la práctica empresarial fortalecí las relaciones interpersonales al llegar a acuerdos en trabajo de equipo uniendo teoría y práctica en este caso particular en el área de mediciones para alcanzar el éxito en cada uno de las ordenes de trabajo solicitadas por los clientes, hecho que posibilitó también el desarrollo de competencias técnicas y tecnológicas.



9. Referencias

20minutos.es. (3 de Abril de 2013). Este miércoles se cumplen 40 años desde la primera llamada realizada desde un teléfono móvil.

Farley, T. (2005). *Mobile Telephone History*.

Gar, J. (2004). *Constant Touch: A Global History of the Mobile Phone*. Cambridge: Icon Books.

International Telecommunication Union. (Junio de 2006). *TELETRAFFIC ENGINEERING*. Obtenido de <http://web.archive.org/web/20070111015452/http://oldwww.com.dtu.dk/teletraffic/handbook/telenook.pdf>

O'Brien, J., & Marakas, G. (2008). *Management Information System*. New York: McGraw-Hill Irwin.

Real Academia de Ingeniería de España. (2014). *Calidad de servicio*.

Rohde & Sch. (s.f.). *Diversity Benchmark II*. Obtenido de https://www.rohde-schwarz.com/es/producto/diversity_benchmark_ii-pagina-de-inicio-producto_63493-55428.html

Rohde & Schwarz. (s.f.). *Optimización y análisis comparativo de redes para proveedores de servicios de pruebas*. Obtenido de https://www.rohde-schwarz.com/lat/soluciones/comunicaciones-inalambricas/mobile-network-testing/proveedores-de-servicios/optimizacion-para-proveedores-de-servicios_229976.html

Rohde & Schwarz. (s.f.). *Producto*. Obtenido de Qualipoc Symbian: <https://www.mobile-network-testing.com/en/>

Rohde & Schwarz. (s.f.). *Qualipoc Android*. Obtenido de https://www.rohde-schwarz.com/es/producto/qualipoc_android-pagina-de-inicio-producto_63493-55430.html

Rohde & Schwarz. (s.f.). *Qualipoc Freerider III*. Obtenido de https://www.rohde-schwarz.com/es/producto/qualipoc_freerider3-pagina-de-inicio-producto_63493-68867.html

Romero, C. (s.f.). *Campaña de Benchmarking*. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11909/direccion/Volumen+1%252F>

Telemediciones. (s.f.). *Servicios*. Obtenido de Mediciones de Drive Test y Benchmarking: <http://telemediciones.com/servicios/mediciones-de-drive-test-y-benchmarking/>



Universidad Internacional de Valencia. (10 de 10 de 2016). *Evolución de la red de comunicación móvil, del 1G al 5G*. Obtenido de <https://www.universidadviu.es/evolucion-la-red-comunicacion-movil-del-1g-al-5g/>