



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA
TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES**

**TEMA
“ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE
TELEFONÍA MÓVIL EN LA COOPERATIVA SAN
ENRIQUE DEL CANTÓN DURÁN”**

**AUTOR
CHIQUI ÁVILA JEFFERSON ANDRÉS**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. TELEC. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MG.**

GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2022



**ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO
DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Análisis de la calidad del servicio de telefonía móvil en la cooperativa San Enrique del cantón Durán.		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Chiqui Ávila Jefferson Andrés		
TUTOR(ES)/ REVISOR(ES) (apellidos/nombres):	Ing. Telecom. Veintimilla Andrade Jairo Geovanny, Mg. / Ing. Telecom. Trujillo Borja Ximena Fabiola, Mg.		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Facultad de Ingeniería Industrial.		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	Ingeniero en Teleinformática		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	27 de septiembre 2022	No. DE PÁGINAS:	89
ÁREAS TEMÁTICAS:	Tecnología de las Telecomunicaciones		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Telefonía móvil, Mediciones, Calidad de servicio, QualiPoc, Operadoras telefónicas.		
<p>RESUMEN:</p> <p>La presente tesis de grado tiene como objetivo analizar la calidad de servicio de telefonía móvil que existe en la Coop. San Enrique del cantón Durán. Para realizar esta tesis se tuvo que realizar una investigación amplia en el marco teórico con el fin de conocer el tema con mayor profundidad. Después se realizó pruebas de medición para conocer el rendimiento de los servicios que ofrecen las operadoras en el sector. Para las pruebas y mediciones se usó la aplicación QualiPoc en la cual se realizó un recorrido por todas las calles del sector, donde se identificó en qué tramos del sector hay variaciones con respecto a la señal y cobertura. Al final se hizo un análisis y comparación en base a los resultados obtenidos de las pruebas, la cual evidenció que Movistar es la operadora que posee una mejor señal y cobertura en el sector, por ende, es la que brinda una mejor calidad de servicio de telefonía móvil.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>The objective of this project is to analyze the quality of mobile telephony service that exists in San Enrique Coop. in Durán canton. In order to carry out this thesis, it was necessary an extensive research in the theoretical framework in order to know the subject in greater depth. Then, measurement tests were carried out to know the performance of the services offered by the operators in the sector. For the tests and measurements, the QualiPoc application was used in which a tour was made through all</p>			

the streets of the sector, where it was identified in what sections of the sector there are variations with respect to the signal and coverage. At the end, an analysis and comparison was made based on the results obtained from the tests, which showed that Movistar is the operator that has the best signal and coverage in the sector, therefore, Movistar provides the best quality of mobile telephony service.

ADJUNTO PDF:	SI (X)	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 593-997276709	E-mail: jefferson.chiquia@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ind. Ramón Maquilón Nicola	
	Teléfono: 593-2658128	
	E-mail: direccionTi@ug.edu.ec	



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE
LICENCIA GRATUITA**

**INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO
NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA
CON FINES NO ACADÉMICOS

Yo, **Chiqui Ávila Jefferson Andrés** con C.C. No. 0953342961, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es “**Análisis de la calidad del servicio de telefonía móvil en la cooperativa San Enrique del cantón Durán.**” son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Jefferson Chiqui", written over a light blue circular stamp.

Chiqui Ávila Jefferson Andrés

C.C.No. 0953342961



**ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Habiendo sido nombrado ING. TELEC. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MG, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por CHIQUI ÁVILA JEFFERSON ANDRÉS, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA.

Se informa que el trabajo de titulación: **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL EN LA COOPERATIVA SAN ENRIQUE DEL CANTÓN DURÁN**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio TURNITIN quedando el 6% de coincidencia.

<https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&s=1&o=1903838224&u=1133714561>

INFORME DE ORIGINALIDAD			
6%	6%	1%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
FUENTES PRIMARIAS			
1	www.nobbot.com Fuente de Internet		2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet		1%
3	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet		1%

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**JAIRO GEOVANNY
VEINTIMILLA
ANDRADE**

**ING. TELEC. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MG.
DOCENTE TUTOR
C.C: 0922668025
FECHA: 20 DE SEPTIEMBRE DE 2022**



**ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-
TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 20 de septiembre de 2022.

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE
GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación “ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL EN LA COOPERATIVA SAN ENRIQUE DEL CANTÓN DURÁN.” del estudiante **CHIKI ÁVILA JEFFERSON ANDRÉS**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el (los) estudiante (s) está (n) apto (s) para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**JAIRO
GEOVANNY
VEINTIMILLA
ANDRADE**

**ING. TELEC. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MG.
DOCENTE TUTOR
FECHA: 20 DE SEPTIEMBRE DE 2022**



**ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 23 de septiembre de 2022

Sra.

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Directora de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE
GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL EN LA COOPERATIVA SAN ENRIQUE DEL CANTÓN DURÁN del estudiante CHIQUI ÁVILA JEFFERSON ANDRÉS. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 17 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad. La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 8 años. La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**XIMENA FABIOLA
TRUJILLO BORJA**

**ING. TELECOM. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG.
DOCENTE TUTOR REVISOR
C.C: 0603375395**

Agradecimiento

En primer lugar, siempre a Dios por regalarme vida, salud y la bendición de poder culminar esta hermosa etapa de mi vida.

A mi familia, especialmente a mis padres que son mi orgullo e inspiración ya que gracias a sus esfuerzos y con su amor han guiado mi vida siempre por el camino del bien.

A mis amigos por su apoyo y compañía; y a los docentes de la carrera por su gran labor de formar y compartir sus conocimientos.

Índice general

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	3

Capítulo I

El problema

N°	Descripción	Pág.
1.1	Planteamiento del problema	4
1.2.	Formulación del problema	4
1.3.	Sistematización del problema	4
1.4.	Alcance de la investigación	5
1.5.	Objetivos	5
1.5.1.	Objetivo General	5
1.5.2.	Objetivos Específicos	5
1.6.	Justificación e importancia	5
1.7.	Delimitación del problema	6

Capítulo II

Marco teórico

N°	Descripción	Pág.
2.1.	Antecedentes del estudio	8
2.2.	Fundamento Teórico	10
2.2.1.	Telefonía móvil	10
2.2.1.1.	Arquitectura celular	10
2.2.1.2.	Organización de un sistema celular	11
2.2.2.	Evolución de la telefonía	12
2.2.3.	Evolución de las redes de telefonía móvil	15
2.2.4.	Funcionamiento de la red móvil	19
2.2.5.	Componentes de la estructura de una red de telefonía móvil	19
2.2.6.	Funcionamiento de una antena	21
2.2.7.	Tipos de antena y su funcionamiento	23
2.2.8.	Cobertura celular	24
2.2.8.1.	Factores que afectan la conectividad de las redes	24
2.2.8.1.2.	Itinerancia en redes	25
2.2.9.	Calidad de servicio en la telefonía móvil	25
2.2.10.	Servicio al cliente	25

2.2.11.	Operadoras telefónicas del Ecuador	26
2.2.11.1.	Claro Ecuador (CONECEL, SA)	26
2.2.11.2.	Movistar Ecuador (Otecel, S.A)	26
2.2.11.3.	CNT	26
2.3.	Fundamentación legal	27

Capítulo III

Metodología

N°	Descripción	Pág.
3.1.	Tipo de investigación	8
3.1.1.	Descriptiva	8
3.1.2.	Exploratoria	8
3.2.	Modalidad de la investigación	8
3.2.1.	Investigación bibliográfica	8
3.2.2.	Investigación de campo	28
3.3.	Técnicas de la investigación	28
3.3.1.	Entrevista	28
3.3.2.	Instrumentos para recolección de datos	28
3.3.3.	Cuestionario para entrevista	28
3.3.4.	Resultados de la entrevista	28
3.4.	Variable de la investigación	29
3.4.1.	Variable dependiente	29
3.4.2.	Variable independiente	28
3.5.	Drive test	28
3.6.	QualiPoc	28
3.6.1.	Pruebas de Servicio	28
3.6.2.	Monitores QualiPoc	28
3.7.	Estudio de campo previo a medición.	29
3.7.1.	Equipos utilizados para la medición	28
3.7.2.	Procedimiento	28
3.7.3.	Duración del drive test	29
3.8.	Medición de Cobertura / Calidad LTE moddle IDLE	29
3.8.1.	Histograma de cobertura / calidad LTE moddle idol	29
3.9.	Servidores	28
3.10.	Radio Technology (pruebas de llamada)	29

3.11.	Cobertura - short call (llamadas cortas)	29
3.12.	Calidad - short call (llamadas cortas)	28
3.13.	Histograma Cobertura / Calidad UMTS	29
3.14.	Histograma Cobertura / Calidad LTE	28
3.15.	Radio Technology - DL Libre	28
3.16.	Claro DL Libre rendimiento (Throughput Mbps)	28
3.17.	Movistar DL Libre rendimiento (Throughput Mbps)	28
3.18.	Cobertura	29
3.19.	Histograma Cobertura/Calidad LTE	28
3.20.	Histograma Velocidades de descarga LTE	29
3.21.	UL Libre - Radio Technology	29
3.22.	Throughput (velocidad)	29
3.23.	RSRP	28
3.24.	Histograma Cobertura/Calidad LTE	29
3.25.	Histograma Velocidades de subida LTE	28
3.26.	Conclusiones	28
3.27.	Recomendaciones	29
3.28.	Soluciones	29
	Glosario	28
	Anexos	28
	Bibliografía	63

Índice de tablas

Nº	Descripción	Pág.
1.	Parámetro de la señal LTE.	28
2.	Menú de QualiPoc.	28

Índice de figuras

N°	Descripción	Pág.
1.	Análisis del Servicio de Telefonía Móvil del Sector San Enrique.	4
2.	Arquitectura celular.	11
3.	Primer Teléfono inalámbrico.	14
4.	Esquema de la Red Móvil.	19
5.	Estructura de una red telefónica.	20
6.	Antena de telefonía móvil.	21
7.	Tipos de antena.	24
8.	Geografía de la Coop. San Enrique con el señalamiento de su recorrido.	29
9.	Dispositivos utilizados para las mediciones.	28
10.	Configuración del programa.	29
11.	Otro programa que se utilizó.	29
12.	Medición y resultados del recorrido realizado de la operadora Claro.	29
13.	Medición y resultados del recorrido realizado de la operadora Movistar.	28
14.	Gráfico de barras sobre la cobertura 4G de las operadoras Claro y Movistar	29
15.	Gráfico de barras de la calidad enlace 4G de ambas operadoras.	28
16.	Recorrido para observar los servidores de la operadora Claro.	29
17.	Recorrido para observar los servidores de la operadora Movistar.	29
18.	Pruebas de llamadas cortas de la operadora Claro.	28
19.	Pruebas de llamadas cortas de la operadora Movistar.	28
20.	Pruebas de llamadas cortas para medir la cobertura de la operadora Claro.	29
21.	Pruebas de llamadas cortas para medir la cobertura de Movistar.	29
22.	Pruebas de llamadas cortas para medir la calidad de la operadora Claro.	28
23.	Pruebas de llamadas cortas para medir la calidad de la operadora Movistar.	28
24.	Gráfico de barras sobre la cobertura 3G de ambas operadoras.	29
25.	Gráfico de barras sobre la calidad de enlace 3G de ambas operadoras.	46

26.	Gráfico de barras sobre la cobertura 4G de las operadoras Claro y Movistar	28
27.	Gráfico de barras sobre la calidad enlace 4G de ambas operadoras.	28
28.	Señalado del recorrido para medir DL Libre de la operadora.	29
29.	Señalado del recorrido para medir DL Libre de la operadora Movistar.	29
30.	Señalado del recorrido para medir DL Libre (rendimiento) de Claro.	28
31.	Señalado del recorrido para medir DL Libre (rendimiento) de Movistar.	28
32.	Señalado del recorrido para medir DL Libre (RSRP) de la operadora Claro.	29
33.	Señalado del recorrido para medir DL Libre (RSRP) de Movistar.	29
34.	Gráfico de barras sobre la cobertura 4G de las operadoras Claro y Movistar	28
35.	Gráfico de barras sobre la calidad enlace 4G de ambas operadoras.	28
36.	Gráfico de barras sobre la velocidad de descarga de ambas operadoras.	29
37.	Recorrido por el sector para medir UL Libre (technology) de Claro.	28
38.	Recorrido por el sector para medir UL Libre (technology) de Movistar.	28
39.	Recorrido por el sector para medir UL Libre (throughput) de Claro.	29
40.	Recorrido por el sector para medir UL Libre (throughput) de Movistar.	29
41.	Recorrido por el sector para medir UL Libre (RSRP) de la operadora Claro	28
42.	Recorrido por el sector para medir UL Libre (RSRP) de Movistar.	28
43.	Gráfico de barras sobre la cobertura 4G de las operadoras Claro y Movistar	29
44.	Gráfico de barras sobre la calidad enlace 4G de ambas operadoras.	29
45.	Gráfico de barras sobre la velocidad de subida de ambas operadoras.	28

Índice de Anexos

N°	Descripción	Pág.
1.	Google maps con las calles señaladas para el recorrido.	62
2.	Momento cuando se realizó la entrevista.	63
3.	Realización de las mediciones.	65
4.	Realizando el recorrido por el sector.	66
5.	Realizando el recorrido por el sector.	66
6.	Capture de las conclusiones y diferencias.	67



**ANEXO XIII.- RESUMEN DE TRABAJO DE
TITULACIÓN(ESPAÑOL)**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



**“ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL EN
LA COOPERATIVA SAN ENRIQUE DEL CANTÓN DURÁN”**

Autor: Chiqui Ávila Jefferson Andrés

Tutor: Ing. Telecom. Veintimilla Andrade Jairo Geovanny, MG.

Resumen

La presente tesis de grado tiene como objetivo analizar la calidad de servicio de telefonía móvil que existe en la Coop. San Enrique del cantón Durán. Para realizar esta tesis se tuvo que realizar una investigación amplia en el marco teórico con el fin de conocer el tema con mayor profundidad. Después se realizó pruebas de medición para conocer el rendimiento de los servicios que ofrecen las operadoras en el sector. Para las pruebas y mediciones se usó la aplicación QualiPoc en la cual se realizó un recorrido por todas las calles del sector, donde se identificó en qué tramos del sector hay variaciones con respecto a la señal y cobertura. Al final se hizo un análisis y comparación en base a los resultados obtenidos de las pruebas, la cual evidenció que Movistar es la operadora que posee una mejor señal y cobertura en el sector, por ende, es la que brinda una mejor calidad de servicio de telefonía móvil.

Palabras claves: Telefonía móvil, Mediciones, Calidad de servicio, QualiPoc, Operadoras telefónicas.



**ANEXO XIV.- RESUMEN DE TRABAJO DE
TITULACIÓN(INGLÉS)**



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**“ANALYSIS OF THE QUALITY OF MOBILE TELEPHONY SERVICE OF SAN
ENRIQUE COOPERATIVE IN DURÁN CANTON”**

Author: Chiqui Ávila Jefferson Andrés

Tutor: Engr. Veintimilla Andrade Jairo Geovanny, MSc.

Abstract

The objective of this project is to analyze the quality of mobile telephony service that exists in San Enrique Coop. in Durán canton. In order to carry out this thesis, it was necessary an extensive research in the theoretical framework in order to know the subject in greater depth. Then, measurement tests were carried out to know the performance of the services offered by the operators in the sector. For the tests and measurements, the QualiPoc application was used in which a tour was made through all the streets of the sector, where it was identified in what sections of the sector there are variations with respect to the signal and coverage. At the end, an analysis and comparison was made based on the results obtained from the tests, which showed that Movistar is the operator that has the best signal and coverage in the sector, therefore, Movistar provides the best quality of mobile telephony service.

Key Words: Mobile telephony, measurements, Quality of service, QualiPoc, Telephone operators.

Introducción

En la actualidad, la comunicación celular es uno de los avances tecnológicos más utilizado cada día por las personas. La comunicación mediante el uso de dispositivos está diseñada para transmitir, recibir opiniones o información a través de ondas electromagnéticas, generadas por las conocidas antenas telefónicas, cuya función es de distribuir las llamadas y mensajes a los destinatarios. Las telecomunicaciones siguen evolucionando y creando nuevas herramientas para hacer más fácil la interacción y la comunicación entre ellas, además gracias a esto las operadoras telefónicas actualmente es el mercado más grande del mundo.

En Ecuador se ha incrementado el número de operadoras y el número de usuarios de manera sorprendente, hoy en día las personas tienen como un instrumento indispensable un teléfono móvil la cual permiten realizar llamadas o enviar mensajes por diferentes motivos como: informar actividades de la vida cotidiana, conversar asuntos laborales, por entretenimiento, etc. Los principales operadores de telefonía móvil del país son Claro, Movistar y Cnt la cual ofrecen diversos servicios para la población, sin embargo, los habitantes de la Coop. San Enrique han presentado molestias a pesar de esto siguen existiendo problema de calidad y de cobertura en algunas partes del país, por esa razón en este presente trabajo se trata de conocer como es la calidad de servicio que ofrecen estas operadoras en el sector, para así poder realizar un análisis completo de la situación, sacar conclusiones, recomendaciones y posibles soluciones para mejorar el servicio de telefonía móvil del sector.

En el capítulo uno de esta tesis empezó presentando de manera detallada de que se trata el trabajo, partiendo desde la problemática, objetivo general y específicos después la importancia y por último el alcance; este capítulo es muy importante porque permite conocer de manera explícita lo que se va a realizar en la tesis.

Para el segundo capítulo se procedió a investigar información necesaria acerca del tema, por ejemplo, el funcionamiento de una antena, una red, la historia y la evolución de la telefonía móvil, etc. En este capítulo también se conoció información importante como el marco legal y la obligación que tienen las operadoras móviles de cumplir con los parámetros que les establece las leyes, para así poder ofrecer un servicio de telefonía de excelente calidad.

En el tercer capítulo se realizó una técnica de investigación muy necesaria como es la entrevista, la misma se la procedió a realizar a un habitante con conocimientos del tema, luego con la ayuda del software QualiPoc se realizó las mediciones la cual se la hizo recorriendo todas las calles de la Coop. San Enrique, la cual se obtuvo un resultado una competencia entre las operadoras Claro y Movistar, cabe recalcar que la operadora Cnt por el momento no brinda servicio en el sector, al final se pudo comprobar que la operadora Movistar tiene una mejor calidad de servicio.

Con todos estos datos y graficas se sacó conclusiones, recomendaciones y posibles soluciones que puedan ayudar a mejorar la calidad de señal y cobertura en el Coop. San Enrique del cantón Duran.

Capítulo I

El Problema

1.1 Planteamiento del problema

El servicio de telefonía móvil en el país conforme pasa el tiempo se ha ido incrementando de una manera muy rápida como ya se conoce las compañías operadoras más importantes que son: Conecel, Otecel y Cnt; han logrado brindar sus servicios en muchas ciudades y sectores del país. Sin embargo, existen lugares en donde el servicio no ha logrado ser lo suficientemente eficiente para que los usuarios se sientan satisfechos y gocen de un servicio de buena calidad. Uno de esos lugares es la cooperativa San Enrique del cantón Durán.

Cabe recalcar que con el pasar de los años el servicio de telefonía móvil en el cantón Durán se ha ido consolidando cada vez más, por ende, las diferentes compañías de operadoras en la actualidad han invertido más en sus proyectos con el fin de poder brindar sus servicios en muchos más sectores de este cantón.

A pesar de aquello existen sectores donde los usuarios han presentado quejas por la mala calidad de estos servicios incluso hay hogares donde han deseado contratar un servicio y no existe los recursos necesarios de las compañías operadoras para que se lo instalen.

Un servicio de telefonía móvil es considerado de mala calidad cuando existe una baja señal o poca cobertura en el sitio, como conocimiento empírico, cuando se realiza una llamada telefónica se suele escuchar la voz un poco entrecortada esto quiere decir que no hay una comunicación estable con el receptor. Otro de los problemas comunes es cuando el usuario está navegando con su móvil en el internet por medio de los datos y su conexión es inestable por ejemplo al reproducir un video de una canción en YouTube, el video se detiene, generando insatisfacción a sus usuarios.

Actualmente en el sector San Enrique si está disponible dichos servicios e incluso las tres operadoras brindan sus diferentes servicios, pero con el pasar del tiempo los usuarios han ido presentando molestias de estos servicios como: la navegación de internet, problemas de conexión e incluso falta de cobertura al momento de realizar una llamada, por tal razón es muy entendible las quejas y reclamos de los usuarios.

La poca cobertura en el sector trae algunos problemas debido a que, si bien pueden recibir y realizar llamada, estos continuamente se caen o no se logra tener una comunicación fluida la cual podría representar un problema bien grave dependiendo la relevancia de llamada y estos inconvenientes suele suceder por problemas en las antenas o el lugar específico de donde el usuario este realizando la llamada ya que por ejemplo en un terreno montañoso es muy complicado obtener una buena cobertura por la distancia con las antenas.

Por estos motivos es fundamental que las operadoras primero se encaminen en buscar todos los problemas para posteriormente busquen soluciones lo más pronto posible, ya que lo más probable es que con el pasar de los años la población siga creciendo, esto quiere decir que se va a necesitar más recursos para poder brindar más servicios. Además, según lo que comentaban los habitantes del sector es que jamás se ha hecho un estudio o encuestas para así analizar los problemas existentes para luego buscar las respectivas soluciones para que así las operadoras telefónicas puedan brindar un excelente servicio de telefonía móvil y satisfacer las necesidades de los usuarios de la Coop. San Enrique.



Figura 1. Análisis del Servicio de Telefonía Móvil del Sector San Enrique. Información tomada de telefonía móvil claro movistar Cnt – Bing Images

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera se va a identificar los sitios donde no existe un servicio de excelente calidad y como se lograría mejorar el servicio en el sector San Enrique?

1.3. Sistematización del problema

- ¿Cómo se podría analizar el funcionamiento de todas las antenas del sector?

- ¿Qué tipo de pruebas se realizará para identificar donde se encuentran las fallas?
- ¿De qué manera se podrá obtener conclusiones claras acerca de las 3 operadoras?
- ¿Cada que tiempo las compañías deberían brindar un soporte técnico?

1.4. Alcance de la investigación

En la presente tesis lo que se desea realizar son pruebas para determinar dónde se encuentran estos errores y así poder crear un análisis para que posteriormente se busquen soluciones como verificar la orientación de las antenas o donde sería la ubicación de las nuevas antenas.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Realizar mediciones de drive test para analizar el servicio de la telefonía móvil en las distintas operadoras del sector de la Coop. San Enrique del cantón Durán.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Realizar pruebas mediante llamadas y navegación de datos móviles para encontrar las fallas en la calidad y cobertura.
- Analizar las muestras recopiladas para el análisis y comparación sobre la calidad de telefonía móvil de las operadoras que brindan servicio en el sector.
- Determinar las posibles soluciones para la corrección de la baja calidad de servicio de telefonía móvil.

1.6. Justificación e importancia

Brindar un servicio de telefonía móvil de excelente calidad debería ser uno de los principales objetivos de las operadoras móviles para satisfacer a los usuarios. Una buena cobertura al momento de comunicarse o una rapidez en la navegación de internet es lo que las operadoras deberían de ofrecer en los diferentes lugares.

En el país existen algunas compañías de telefonía móvil, pero las relevantes son las siguientes Conecel, Otecel y Cnt. Dichas operadoras han logrado una gran acogida a nivel nacional por tal motivo el sector San Enrique no fue la excepción. Además, que estas operadoras ya brindan diversos tipos de servicios como por ejemplo la televisión por cable, planes de servicios etc.

Sin embargo, existen algunos sectores que por diversos factores resulta muy complejo mantener el buen servicio sin interrupciones o fallas, por tal razón no se ha logrado brindar de una manera eficiente el servicio; la cual ha generado un poco de molestias en los habitantes de la Coop. San Enrique.

1.7. Delimitación del problema

- Campo: Duran, Coop. San enrique
- Área: Tecnologías de las telecomunicaciones
- Aspecto: realizar pruebas y mediciones para luego estudiar los resultados, además determinar recomendaciones, conclusiones y posibles soluciones sobre el servicio de telefonía móvil en el sector.

Capítulo II

Marco teórico

En esta parte de la investigación, se realiza una justificación teórica sobre las ideas planteadas en el capítulo anterior. Por tal razón se tiene que realizar por todos los medios información suficiente la cual nos permita un claro entendimiento sobre el tema de la telefonía móvil en general.

Se almacena información teórica debidamente legal para así llevar con suficiente claridad este trabajo de investigación. Se recopila información teórica y legal necesaria para coordinarlas a las necesidades de esta investigación. Y a su vez igualar a los lineamientos considerados.

2.1. Antecedentes del estudio

Con el paso de los años la telefonía móvil se ha visto tan necesaria en cualquier lugar por tal razón se han ido realizando diversos trabajos de investigación sobre estos temas. El objetivo de este trabajo de investigación es dar a conocer los lugares específicos donde no se ha podido brindar un servicio de buena calidad, además de conocer las diferencias de los servicios entre las distintas operadoras.

A continuación, un resumen de otros trabajos de investigación relacionados con el tema.

Francisco Neira en su trabajo de investigación “Análisis y Determinación de la calidad de servicios de telefonía móvil celular ofrecido por las operadoras de la ciudad de Guayaquil, a través drive test” describe los grandes avances de la telefonía móvil en el país, la cual se da a notar en la gran cantidad de celulares móviles y líneas activas, incluso según los censos de las operadoras se dice que hay más teléfonos móviles que habitantes en nuestro país. Con todo esto se ha logrado una comunicación mundial entre los habitantes de diferentes redes de telefonía, pero esto requiere, que las operadoras que ofrecen estos servicios tengan un nivel alto de calidad de servicio (QoS), que los usuarios puedan estar satisfechos de un buen servicio a través de una buena señal y cobertura celular en los lugares donde estén, además gocen de la capacidad de hacer llamadas, enviar un mensajes de textos, o utilizar los datos móviles para internet sin inconvenientes de caídas de señal.

Abel Mellado en su trabajo investigativo “Análisis sobre la necesidad de regular la calidad del servicio de telefonía móvil en el Perú.” se analiza la regulación de la calidad del servicio de telefonía móvil, la cual estableció niveles mínimos de calidad dispuestos a recibir alguna sanción por su incumplimiento. Por lo tanto, se estudió todo sobre el mercado de telefonía móvil en el Perú. A continuación, se analizó si este mercado fuera capaz de autorregular la calidad del servicio prestado o si, existen escenarios en la cual la calidad de servicio descendería de nivel. Con la finalidad de dar a conocer las condiciones halladas en el mercado, dan espacio a la provisión de servicios de una calidad baja por lo que se tendría que hallar evidencias sobre la mala calidad mediante herramientas de medición de cobertura en los servicios de telefonía móvil. Por último, se efectuaron recomendaciones al marco regulatorio con relación a la calidad del servicio mediante la información obtenida. (Mellado, 2013)

Revisando otro trabajo de investigación en Guayaquil Cadena Carriel Karla Lizbeth y Villamar León, Jocelyne Iliana en su trabajo analizaron todas las operadoras de telefonía móvil que hay en la ciudad de Guayaquil, esto por la razón del incremento de las quejas e insatisfacciones sobre los servicios ofrecidos hacia los usuarios. Además, ellas desarrollaron una investigación de marco teórico, conceptual y legal que estudia la calidad del servicio en las operadoras, y poder relacionar si es o no bueno el servicio. En este trabajo aplicaron el modelo Servperf, el método de investigación que se utilizó es deductivo, el trabajo de investigación es mixta y de clase exploratoria descriptiva. Como importante conclusión, se demuestra que la hipótesis que al comienzo se propuso es aprobada en la cual evidencia el deseo y urgencia de mejorar la calidad de servicio y así poder satisfacer de manera excelente las necesidades de los usuarios, además es muy importantes que las operadoras tengan una buena relación con los clientes de la ciudad. (2019 Cadena Carriel Karla Lizbeth y Villamar León, Jocelyne Iliana, 2019)

Para concluir todos estos diferentes trabajos de investigación también dan paso a que las diferentes compañías operadoras inicien nuevas implementaciones de sus servicios donde no han logrado una calidad de servicio, además de realizar mejoras en sitios donde el servicio ya existe, pero el servicio no ha sido lo suficientemente bueno para satisfacer las necesidades de los usuarios.

2.2. Fundamento Teórico

2.2.1. Telefonía móvil

Uno de los conceptos principales que se debe conocer es el de telefonía móvil que es la comunicación mediante aparatos que no tienen conexión por cables. Es decir, no cuenta con medio de transmisión y el mensaje se transmiten por señales electromagnéticas. Por tal razón, el principal elemento de comunicación es un celular móvil que es un aparato electrónico e inalámbrico que sirve para acceder a todos los servicios de una red de telefonía móvil.

El teléfono móvil es uno de los grandes inventos tecnológicos del hombre, pues además de permitir la comunicación entre individuos a largas distancias, simplifica enormemente el trabajo del mundo. Sin embargo, esto no sucedió de la noche a la mañana, ya que la industria de los teléfonos necesitó más de un siglo de innovación y mejora continua para convertirse en lo que conocemos hoy. Desde la primera grabación de una llamada telefónica hasta el advenimiento de la tecnología que permitió el teléfono celular casi un siglo después, la evolución del teléfono ha estado marcada por una serie de hitos. Importante es una parte importante de la historia.

2.2.1.1. Arquitectura celular

La arquitectura celular está dividida en celdas de variables tamaños, en la cual cada una de estas celdas esta recubierta por una estación de base transceptora que tiene como función la comunicación entre los terminales que en dicho instante se hallan en la red y en la celda.

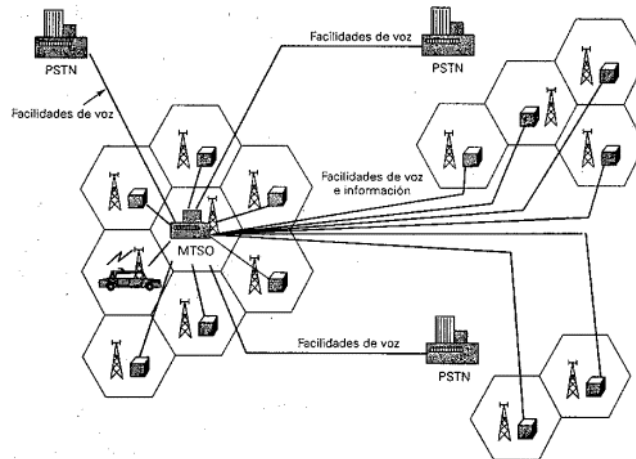


Figura 2. Arquitectura celular. Información tomada de winaser.

No cabe duda que las ondas radioeléctricas son las que se encargan de realizar la comunicación entre dos puntos. La ayuda de un esquema celular es lo que permite una reutilización de todas las frecuencias, de tal forma que cada una de estas frecuencias puedan ser usadas por diferentes celdas.

2.2.1.2. Organización de un sistema celular

Un sistema celular está compuesto por una variedad de elementos de red, la cual cumplen una variedad de funciones, una de las más importantes es controlar las comunicaciones.

A continuación, los elementos de una red de un sistema móvil.

- **MSC (Mobile Services Switching Centre)**, tiene como principal función establecer, controlar y terminar todas las llamadas.
- **HLR (Home Location Register)**, es una base de datos en la cual se recaudan los datos importantes de cada usuario.
- **VLR (Visitor Location Register)**, es la base de datos, que tiene relación con el MSC y que guarda los datos de los usuarios móviles que están temporalmente, esto se lo conoce como móviles visitantes.

- **AuC (Authentication Centre)**, este tiene relación con HLR, brinda y gestiona la información ideal para ejecutar los procesos de autenticación para evitar temas de falsificación, por tal razón prohíbe el acceso al servicio.
- **EIR (Equipment Identity Register)**, se encarga de proteger la información del móvil.

2.2.2. Evolución de la telefonía

A continuación, se presentará una descripción histórica de los eventos que han definido la evolución de los teléfonos en los últimos dos siglos.

1854: El teletrófono

Todo inicio con la primera creación móvil en 1854 por Antonio Meucci de nacionalidad italiana. A este hombre se le atribuye la creación del primer teléfono, que originalmente se llamó teletrófono, desde entonces el telégrafo era el principal medio de comunicación a largas distancias.

1876: Primera llamada telefónica

El 10 de marzo de 1876 se efectuó la primera llamada telefónica en Usa. Sus autores de este increíble avance se llamaron Alexander Graham Bell y su ayudante Thomas Watson, que estaba en un cuarto cerca de alexander. En resumen, el científico británico la conversa que entablo en la llamada fue: “Señor Watson, venga aquí, quiero verle”. Después de un año, se fundó la compañía americana de comunicaciones Bell Telephone Company. Luego de crear esta empresa, se implementó nuevas funciones como un micrófono de carbono que sirvió para aumentar el alcance de la comunicación, bocal y auricular al mismo tiempo. Luego en febrero del año 1878 se hizo pública una guía telefónica registrada, esta tuvo registrado 50 nombres, cuya guía telefónica fue la primera que se creaba, luego en ese mismo año se dio la inauguración de la primera línea telefónica que tuvo como cobertura New york y Chicago.

1889: Primer móvil automático

Cuando dos personas deseaban hablar por teléfono móvil en ese tiempo no podían hacerlo. Por tal razón había centralitas que manipulaban las operadoras de manera manual: su labor trataba en ubicar algunas clavijas en todas las tomas para poder formar la comunicación. Después de esto se implementó un sistema automático. El científico Almon B. Strowger creo por primera vez una central telefónica automática en el año de 1889 y patentó su invento. Un par de años después se creó el conmutador de Strowger, un nuevo sistema telefónico que se basaba en telerruptores la cual trabajaban mediante pulsos eléctricos.

Luego de un corto tiempo, nació el disco de marcar. Dichos teléfonos tuvieron como principal característica incorporar un dial la cual este representaba los números desde el cero hasta el nueve. Se tenía que meter el dedo en la cifra que la persona deseaba marcar luego girar el dial al máximo y esperar a que volviera a su lugar inicial para luego marcar el próximo número y así sucesivamente.

1915: Primera llamada telefónica transcontinental

Aquí se dio un suceso la cual significó un gran avance para el mundo porque se logró unir a gente que estaban situadas a miles de millas de distancias. Esta situación histórica sucedió el 25 de enero del año 1915 justo antes que se iniciara la Exposición Internacional Panamá Pacífico (PPIE) y la Feria Mundial en San Francisco. Comenzó Graham Bell (en Nueva York) en compañía de algunos personajes. Además, la distancia que existe entre las ciudades es de 5.471 kilómetros. Por tal razón se usaron 2.500 toneladas de cable de cobre y 130.000 postes telefónicos aproximadamente.

1939: Teléfonos inalámbricos en el ámbito militar

Justo cuando ya empezó la Segunda Guerra Mundial, las telecomunicaciones da a conocer el origen de otro de sus inventos destacados como fue el teléfono inalámbrico. El equipo que más resalto fue el Motorola Handie Talkie H12-16. Los diferentes ejércitos lo usaron para poder comunicarse además trabajaba por medio de señales de radio de 600 kHz.

1973: Primera llamada desde un teléfono móvil

Sucedió exactamente a los tres días del mes de abril en el año 1973 y la ejecutó el ingeniero en electrónica americano Martin Cooper. Unos cuantos meses atrás, junto a un grupo de asociados –todos los integrantes de la empresa Motorola Company- empezaron a ocuparse en un proyecto de teléfono Dyna-Tac para tener lista la versión 8000X; su peso era de aproximadamente un kilogramo, su medida era de 33 centímetros de largo y brindaba una autonomía que no sobrepasaba los 30 minutos (la duración de carga era de más de 9 horas). Esta llamada se la efectuó en una calle de Manhattan.

Cooper invirtió en este proyecto durante 10 años y siempre protegió el manejo de la telefonía celular para comunicarse personalmente.



Figura 3. Primer Teléfono inalámbrico. Información obtenida en Nobbot.

1979: Primera operadora móvil

Si las compañías de telefonía móvil no se hubieran inventado los celulares no se podrían usar. Luego de tres años de la hazaña obtenida por Cooper, esto empezaba a lograr su objetivo de ser la primera operadora móvil del planeta, la japonesa NTT.

Fue el origen de la primera generación y esta generación brindó cobertura a absolutamente toda la población de Tokio. Para esto se necesitaron 23 estaciones base.

1992: Primer mensaje de texto corto

Anterior a la creación de WhatsApp, la forma más común para comunicarse eran los mensajes de textos.

El primer envío lo realizó un ingeniero canadiense en el año 1992 fue un mensaje navideño para un amigo, lo hizo desde una computadora a un teléfono móvil. Esto sucedió Reino Unido mediante una red de Vodafone.

1999: conexión a internet

La web nos ayuda a conectarnos con el resto del mundo además nos permite realizar otras funciones como: ingresar al buzón de correo, jugar en línea, efectuar compras, etc. Todos los trabajos antes mencionados se podían realizar desde un celular móvil obviamente conectado a internet.

2000: primer celular con cámara incorporada

A partir de ese año los usuarios se fijaban cada vez más en las características del teléfono móvil para así decidírselo a comprar. La razón era porque en esa fecha ya se incorporaron más características como cámara, teclado, radio, etc.

Desde esa fecha hasta la actualidad los dispositivos móviles físicamente y funcionalmente ya contaban muchas mejorías, además las diferentes marcas de celulares fueron incorporándose al mercado con mayor rapidez.

2.2.3. Evolución de las redes de telefonía móvil

Primera generación

Esta primera red móvil computarizada fue sacada por NTT en 1979, es de origen japones, después en el año de 1981 se hizo el lanzamiento del primer sistema de Telefonía Móvil Nórdica (NMT), esto sucedió en Finlandia, Dinamarca, Suecia y Noruega.

A continuación, las principales características en este lanzamiento

- Su duración fue de 10 años comenzó desde 1970 hasta 1980.
- Su único servicio era solo de voz.

- Eran estándares.
- Tenía una velocidad de 1kbps a 2,4 kbps.
- Era tecnológica y analógica.
- Tuvo multiplexación.
- Tenía conmutación de circuitos.
- Core Network – PSTN.
- Su frecuencia era aproximadamente de 800 a 900 MHz.
- Y por último tuvo una banda con capacidad para 832 canales dúplex, la cual 21 canales eran reservas para las llamadas, y lo que sobraba eran para la comunicación de voz.

Una de las características negativas eran la mala comunicación de voz.

Segunda Generación (2G)

En la segunda generación llegó lo que es la tecnología GSM, esta fue la primera generación en dar facilidad a la voz y datos digitales además tuvo roaming internacional la cual permitió al cliente desplazarse de un sitio a otro.

Entre sus principales características tenemos:

- Tuvo un periodo de 1980 a 1990
- Paso a tecnología digital
- Su velocidad era de 14kbps a 64 Kbps
- La banda de frecuencia era de 850 a 1900 MHz (GSM) y de 825 a 849 MHz (CDMA)
- Se incorporó la Multiplexación y Tecnología de acceso (TDMA y CDMA).
- Y por último tenía conmutación de circuitos.

Generación (2.5G)

Aquí en esta generación se introdujo la red de paquetes con el fin de facilitar las transmisión e Internet de datos con mejor velocidad.

A continuación, sus principales características.

- Este salió en el año 2000 al 2003

- Se incorporo servicio GPRS y EDGE la cual tenían mejor velocidad en los datos
- Su frecuencia era 850 a 1900 MHz
- Con una velocidad de 115kpbs GPRS y 384 kbps EDGE.
- Tuvo nuevas funciones como la de pulsar para conversar, multimedia, juegos, correo electrónico entre otros.

Tercera Generación (3G)

La misión de esta generación fue de aumentar los datos, proporcionar mayor tamaño de voz y datos, facilidad en la instalación de aplicaciones y una mejor transmisión de datos.

A continuación, algunas de sus principales características

- Apareció en el año 2000
- Su velocidad era de 384KBPS 2Mbps
- La frecuencia era de 8 a 2,5 GHz
- Tuvo un ancho de banda de 5 a 20 MHz
- Siguió con la tecnología de multiplexación.
- Se incorporaron algunas funciones como interfaz de radio llamada WCDMA y este tuvo más actualizaciones como HSPA
- Esta función de HSPA también tuvo la actualización HSPA+ que pudo brindar mas beneficios en velocidades.
- Otra función fue la de CDMA2000 1X, este soporta servicios de voz y datos al mismo.
- Como es normal se fueron incorporando más aplicaciones como video llamadas, chat, televisión móvil, GPS, reproducción de música, fotos digitales y más.

Cuarta Generación (4G)

Esta generación es el que se utiliza en la actualidad, la cual tiene más velocidad, capacidad, seguridad informática y más servicios de coste bajo en lo que es voz y datos también se incorporó internet mediante IP.

A continuación, sus principales características:

- Apareció en el año 2010

- Tiene una velocidad de 100 Mbps en movimiento y 1 Gbps cuando esta inmóvil.
- Tuvo telefonía IP
- Se inventó frecuencias más amplias.
- Su ancho de banda era de 5-20 MHz.
- En esta generación se mejoró las características de la generación anterior como por ejemplo tv de alta definición, juegos en 3D, movimientos más rápidos, dispositivos más avanzados, etc.

Red de comunicación móvil de Quinta Generación (5G)

Esta generación nació en el año 2015, se utilizó la tecnología Open Wireless Architecture (OWA). para hacer esto realidad se dividió la capa de red en dos capas.

En la tecnología 5G no hay problemas con la perdida de velocidad de bits porque se lo omite con el Protocolo de Transporte Abierta (OTP).

A pesar de todas sus grandes e importantes funciones son pocos los dispositivos móviles que trabajan con esta generación ya que la mayoría continua con el 4G, aunque se estima que dentro de poco tiempo los móviles irán cambiando al 5G.

A continuación, sus principales características

- Su velocidad es 1 a 10 Gbps.
- Tiene un ancho de Banda de 1.000x.
- La frecuencia es de 3 a 300 GHz
- Características: rendimiento eficaz y rápido.
- Excelente velocidad en banda ancha además tiene velocidades de datos Gigabit y una cobertura de excelente calidad.
- Avanzada infraestructuras y mejores softwares
- Muy ahorativo en el consumo de energía.
- Y por último cabe destacar el importante avance en todos sus servicios y aplicaciones en general.

2.2.4. Funcionamiento de la red móvil

El funcionamiento de una red móvil está constituido por una red de estaciones base, la cual cubre un área específica que también se lo conoce como celda, estas orientan la comunicación en formas de ondas de radio con la finalidad de que lleguen hasta los terminales de todos los usuarios. Estas comunicaciones persiguen el objetivo primordial de la telefonía: unir dos beneficiarios por medio de un equipo de red de la compañía que esté brindando el servicio. Para lograr una comunicación eficiente, los usuarios deben permanecer adentro del territorio del alcance de la antena. El área que cubre la antena se lo conoce con el nombre de celda y su alcance es limitado.

Por otro lado, para que una antena pueda llegar a cubrir la mayor cantidad posible del área, las operadoras ubican miles de celdas, de tal modo que no exista espacio entre ellas y así garantizar un buen servicio para todos los usuarios sin que se pierda por momentos la conexión.

A continuación, una imagen que nos muestra el esquema completo de cómo es el funcionamiento de una red móvil.

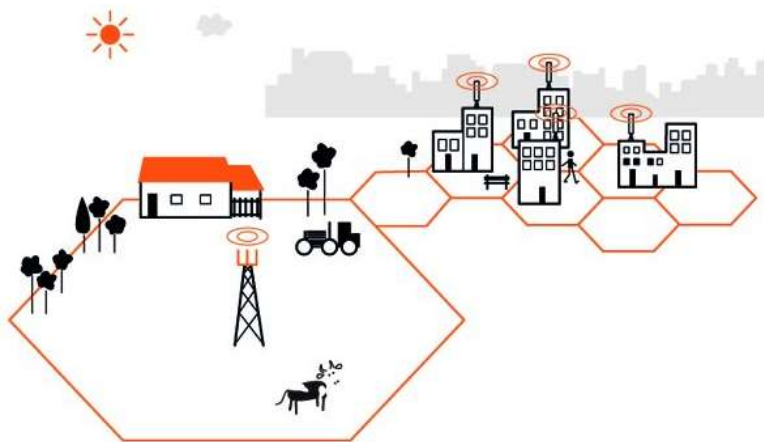


Figura 4. Esquema de la Red Móvil. Información tomada de Radio Waves

2.2.5. Componentes de la estructura de una red de telefonía móvil

Celular central telefónica

Es un aparato que opera realizando una intersección entre dos o más líneas telefónicas. Otra definición de celular central telefónica dice que es un espacio físico en la cual se

guardan todos los equipos de conmutación y transmisión la cual les permite enlazar los abonados.

Radio bases

Una estación radio base en el mundo de las telecomunicaciones y redes celulares, es un subsistema de transceptor de señal de radio debidamente equipado con una antena de sector de transceptor.

Dispositivo móvil

Es un aparato con la cual se puede conectar a una red inalámbrico.

Antena

Es un conductor metálico que recibe ondas electromagnéticas, y una guía de onda es un tubo metálico conductor por la cual se radia energía electromagnética de buena frecuencia.

A continuación, un esquema grafico de los componentes mencionados.

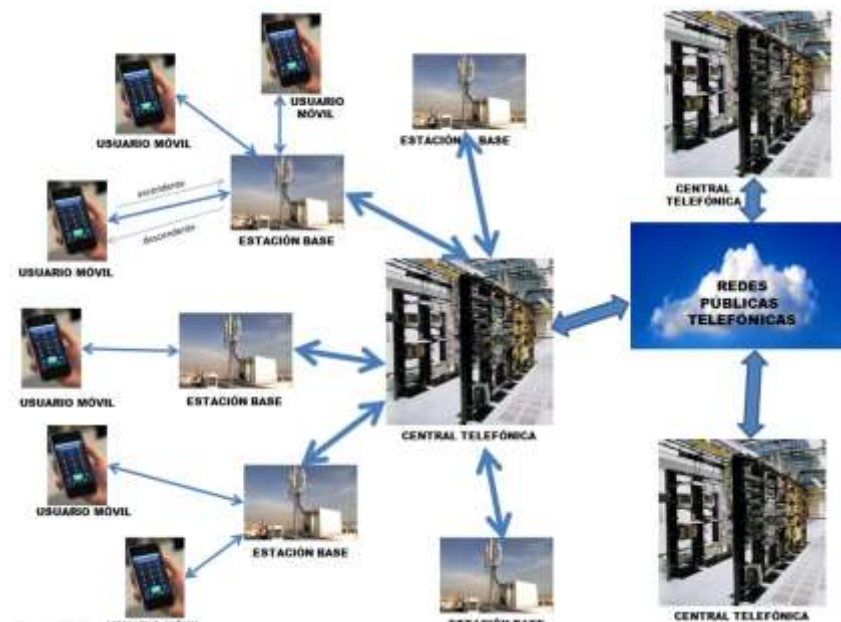


Figura 5. Estructura de una red telefónica. Información tomada de estación base.

2.2.6. Funcionamiento de una antena

Las antenas son aparatos que ayudan a convertir toda la energía electromagnética que pasa por el conductor, esto quiere decir que convierte voltaje en ondas electromagnéticas y viceversa.

A continuación, una imagen de una antena móvil y posterior se conocerá conceptos el funcionamiento de las antenas.



Figura 6. Antena de telefonía móvil. Información obtenida de enterarse.com.

Ancho de banda

Es la capacidad máxima de las frecuencias con las que una antena puede trabajar. La unidad del ancho de banda es el hercio (Hz) y este número indica que la onda estacionaria siempre sea menor que 2.

Por ocasiones en ciertos casos la frecuencia se representa en porcentajes que permitan un valor adimensional todo esto se realiza con el objetivo de eliminar la dependencia del ancho de banda en relación a la frecuencia central.

Impedancia de entrada

La impedancia de una antena, se dice que es una cantidad compleja, que se divide en dos partes: la parte real y la parte imaginaria.

La parte real representa los puntos con resistencias ósea su medida es en ohmnios, mientras que la parte imaginaria son todas las inductancias y capacitancias. Todos estos valores son la función de la frecuencia la cual este sometido el teléfono móvil, además siempre su frecuencia de trabajo será cero, no tiene que existir almacenamiento de energía y su comportamiento solo debe ser resistir. Todo esto se lo conoce como impedancia.

Ganancia

Otro concepto muy importante que se debe conocer sobre la ganancia que es la cantidad adimensional que está comparada normalmente respecto a una antena isotrópica.

Es normal expresar la ganancia en la dirección de máxima propagación. Para poder enunciar en escala logarítmica la ganancia se usa los decibelios y se le añade una i al final cuando la antena de comparación es una isotrópica (dBi).

Directividad

Se conoce como directividad de una antena a la cantidad que se expresa en términos de la antena Isotrópica que brilla con la misma potencia total. Se utiliza una antena por la razón que es algo que radia en absolutamente todas las direcciones con igual energía. A pesar de que no se puede elaborar un tipo de antena como este, es un buen ejemplo teórico para poder compararlas.

En resumen, la directividad es la relación entre la capacidad máxima de radiación de una antena con otra antena isotrópica con igual potencia.

Pérdida de retorno

Se lo conoce como una manera distinta de enunciar la desadaptación, sus unidades son dB y tiene una relación con la razón de Onda.

Cuando existe una pérdida de retorno quiere decir que no está trabajando bien la antena.

2.2.7. Tipos de antena y su funcionamiento

Antena monopolo

Esta antena se la conoce como antena de marconi, es una de las más comunes y simples que existen además se debería utilizar en la mayoría de servicios de radio y telecomunicaciones, pero principalmente en frecuencias bajas.

En la parte funcional de esta antena se centra en el reflejo virtual que realiza el suelo, una de las características favorables para que esta antena trabaje mejor, es la tierra, ya que los suelos que abunda la arcilla son mejores por la conductividad, por ese motivo se utiliza este tipo de suelo para reducir las pérdidas, porque si el suelo sería tipo rocoso el funcionamiento de la antena no sería el mismo.

Antena dipolo

En la actualidad la mayoría de servicios solo utilizan antenas dipolo, especialmente las antenas de radio FM y los que transmiten TV, además los radios móviles que son utilizados por policías, bomberos y ambulancias también suelen utilizar esta clase de antena. También se puede decir que es una antena con dos polos con sentidos opuestos, comúnmente esta clase de antena se lo usa para tan solo una frecuencia, se lo puede ubicar de forma horizontal o vertical en la tierra, dependiendo en qué tipo de servicio se lo va a utilizar.

Antena Yagi – Uda

Es una antena direccional que está compuesta por partes pasivos y un elemento activo la cual están ubicados en forma paralela de ellos. Las partes pasivas de la antena serían los reflectores que relaciona la ubicación de la máxima radiación, por otro lado, el elemento activo es un dipolo de $\frac{1}{2}$ onda. Se dice que la Yagi más simple se compone de 3 elementos.

Antena panel

Esta antena consiste en arreglos en los dipolos en fase para así lograr tener un patrón de radiación la cual sea comandado por un cubrimiento omnidireccional, que están unidos vertical u horizontalmente sobre una estructura plana rectangular. Este tipo de antena se comenzó a dar uso en los sistemas móviles celulares solo con bandas de 800 MHZ, pero debido al aumento de la telefonía móvil, actualmente se usan en todas las bandas.

A continuación, una imagen con los tipos de antenas antes mencionados:

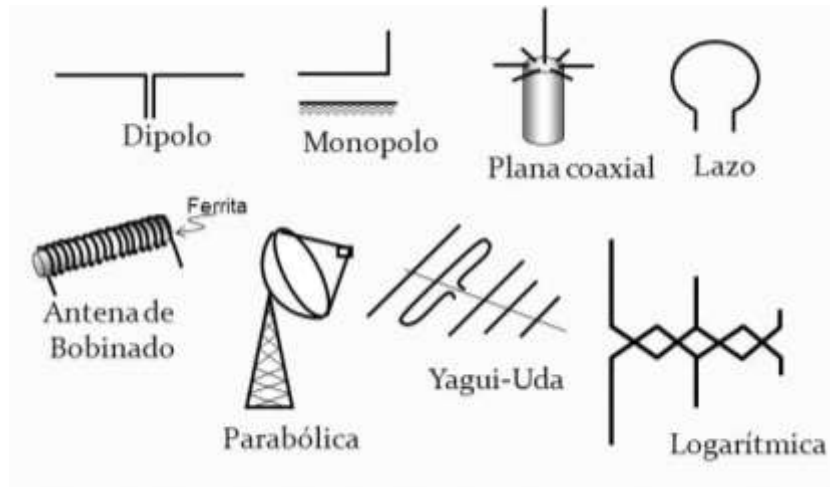


Figura 7. Tipos de antena. Información obtenida de contreras0107200.blogspot.com

2.2.8. Cobertura celular

La cobertura celular es el área geográfica en la que se puede hacer uso del servicio de un proveedor móvil, en resumen, se puede utilizar las llamadas o los datos móviles, por tal razón es muy importante tener conocimiento de este concepto.

2.2.8.1. Factores que afectan la conectividad de las redes

Existen muchos factores que intervienen en la conectividad de las redes como lo son los obstáculos físicos, circuitos naturales, las instalaciones de los equipos, etc.

Un ejemplo muy claro son las estaciones de radios que por factores climáticos se ven afectados, lo mismo sería en la conectividad de redes, estos factores pueden afectar al momento de realizar una llamada. Los lugares donde no se pueden realizar o recibir una llamada tienen el nombre de "zona muerta".

Otro factor que podría afectar a los clientes es la capacidad y arquitectura de la red, por tal razón cuando un lugar de telefonía ha alcanzado su capacidad máxima, suele salir una señal de que la línea está ocupada.

2.2.8.1.1. Mapas de cobertura

Los proveedores en su mayoría ofrecen un servicio de telefonía móvil brindan mapas de redes de cobertura en todos sus sitios web donde van a comercializar, por lo general estos mapas ayudan a dar información donde la cobertura podría variar, además estos mapas ayudan a buscar sitios independientes exclusivamente para el consumidor que le brindaran una información mas completa sobre las redes de cobertura móvil.

2.2.8.1.2. Itinerancia en redes

La itinerancia en las redes suele suceder cuando el usuario acede a una red de otro proveedor de telefonía móvil. Si la señal de un celular es débil, es porque la itinerancia ocurrió de manera automática sin importar que el usuario este ubicado en una zona con cobertura. También puede existir itinerancia cuando hay exceso de llamadas en la zona.

2.2.9. Calidad de servicio en la telefonía móvil

Según Diego Cifuentes en su tesis, 2017. La asociación GSM encargada de agrupar a los diferentes operadores móviles a nivel mundial, esta asociación su finalidad es la de conseguir proponer mejoras de acuerdo a estudios realizados de los diferentes operadores y poder incrementar la calidad del servicio de la telefonía móvil, nos muestra en su artículo “Calidad de los servicios móviles” un poco sobre la situación actual de la calidad de servicio a nivel de Latinoamérica, donde busca enfocar en su artículo las competencias de servicios que deben tener las operadoras de telefonía celular para poder ganar competitividad en el mercado.

2.2.10. Servicio al cliente

El servicio al cliente se puede decir que son todas las labores ejecutadas para todos los clientes antes que realicen la compra, durante la compra y luego de realizar la compra. Dicho servicio tiene como principal objetivo satisfacer las necesidades del cliente.

un excelente servicio al cliente no solo depende del producto o servicio que se ha vendido, sino desde la manera que una persona se le acerca al cliente a ofrecerle el producto, los valores y la educación con la que es atendida el cliente.

2.2.11. Operadoras telefónicas del Ecuador

Ecuador cuenta con una población aproximada de 17 millones de habitantes y es uno de los países con mayor tasa demográfica en Sudamérica, por tal razón el área de telecomunicaciones ecuatoriana hace lo posible por ser un canal para integrarse en la sociedad y así poder beneficiar a la población.

Actualmente existen tres compañías de telecomunicaciones en el país, las cuales son: Claro, Movistar y CNT. Estas operadoras han logrado una gran expansión de cobertura y ofrecen servicios de llamadas y mensajerías en redes de 2G y 3G.

A continuación, una pequeña reseña de cada operadora que brindan sus servicios en el país.

2.2.11.1. Claro Ecuador (CONECEL, SA)

Es la operadora que tiene mayor rango de cobertura en el país. Los servicios que ofrecen son: internet, telefonía fija y telefonía móvil. La compañía de claro empezó sus labores en el año de 1993 en el país.

Es la compañía más utilizada por los diferentes usuarios.

2.2.11.2. Movistar Ecuador (Otecel, S.A)

Movistar llegó al Ecuador en el año 2004, actualmente es la segunda operadora con más clientes registrados en sus servicios de telefonía móvil. Uno de sus grandes avances sucedió en el 2015 cuando les llegó tecnología LTE. Entre sus servicios tenemos la telefonía móvil e internet banda ancha móvil.

2.2.11.3. CNT

La operadora CNT es una compañía pública ósea del estado ecuatoriano que tuvo su apertura en el año 2008. Actualmente ofrece una gran variedad de servicios como la telefonía móvil, telefonía fija, internet para hogares y televisión satelital. La operadora CNT es la menos usada por los usuarios en el país.

2.3. Fundamentación legal

En la parte de la fundamentación legal analizaremos el crecimiento según datos de la CONATEL, además de se estudiará algunos artículos de la constitución del Ecuador que refiere a telefonía móvil, servicios, calidad, etc.

El avance tecnológico en los últimos años ha sido muy eficaz, por tal razón las entidades que controlan las telecomunicaciones como lo es la CONATEL, han realizado una verificación muy estricta de todos los servicios de telefonía móvil que están brindando las operadoras.

Analizando el tema de la calidad de servicios la CONATEL dispuso que a partir de 1 de julio del 2014 dispuso que todas las operadoras que brindan servicios a nivel nacional, cumplan con todos los parámetros de calidad, con el objetivo de que los ciudadanos gocen de un excelente servicio.

Hasta el mes de mayo de 2014, el país registró una cifra total de 17.909.511 líneas activas del Servicio Móvil Avanzado (SMA). Por tal razón con la finalidad de que la ciudadanía obtenga un mejor servicio el Consejo Nacional de Telecomunicaciones aprobó nuevas normas para los parámetros de calidad ajustables al Servicio Móvil Avanzado (SMA — telefonía celular).

Constitución de la República del Ecuador

A continuación, analizaremos artículos que conforman la constitución del Ecuador donde se puede observar el derecho a obtener una buena calidad

“El derecho a acceder a bienes y servicios públicos y privados de calidad, con eficiencia, eficacia y buen trato, así como a recibir información adecuada y veraz sobre su contenido y características” (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008).

Reglamento sobre la calidad del servicio móvil

Según la CONATEL en el art. 25 trata sobre las características de que debe llevar un buen servicio dice lo siguiente:

Art. 25.- Los parámetros técnicos y metas de calidad de la prestación del servicio deberán estar relacionados al menos a:

- Calidad de servicio.
- Atención al usuario.
- Emisión de facturas de cobro.
- Plazos máximos para reparación e interrupción del servicio.

En otro artículo que se pondrá a continuación trata de que la CONATEL podrá intervenir en cualquier momento para verificar que las operadoras estén cumpliendo todos los parámetros mencionados en el artículo 25.

Capítulo III

La propuesta

En este capítulo, se define el modo de la investigación que se utiliza para poder analizar la calidad de servicio de telefonía móvil en el sector Cooperativa San Enrique. Para poder analizar dichos servicios se realiza pruebas de mediciones en el sector posteriormente se comprobará que operadora es la que ofrece un mejor servicio.

3.1. Tipo de investigación

La presente tesis, busca examinar los aspectos que afectan la calidad de servicios de telefonía móvil en la Coop. San Enrique del cantón Durán, por lo cual se mantendrá un enfoque cualitativo que permita la recopilación de datos necesarios para identificar ciertos fallos que afectan directamente a la cobertura de lugar.

3.1.1. Descriptiva

Por medio de este método de investigación se podrá establecer las características necesarias para determinar la calidad del servicio según las necesidades del usuario, mediante el muestreo de cobertura de la señal, calidad del canal y el tráfico de datos en un entorno seleccionado.

3.1.2. Exploratoria

Este tipo de investigación permite conocer los resultados acerca del comportamiento de la señal móvil en las diferentes operadoras que ofrecen sus servicios en este sector de Durán, de manera, que se pueda llevar a cabo una comparación de la misma para establecer recomendaciones para mejorar la calidad del servicio de telefonía celular en el sector.

3.2. Modalidad de la investigación

3.2.1. Investigación bibliográfica

Se llevó a cabo una recopilación exhaustiva de información relevante en diferentes fuentes confiables, que permiten una mejor comprensión sobre los temas relacionados a la telefonía móvil

y los factores que afectan su calidad, con el fin de obtener una comprensión clara y oportuna de los resultados obtenidos, más aún en caso de presentar fallos de los componentes y tecnologías que están incluidas en la red celular y la información presentada en el presente documento.

3.2.2. Investigación de campo

Este método de investigación se realizó con el fin de obtener información en el tiempo exacto en el que se observa fallos en los resultados que son obtenidos por medio de las pruebas técnicas realizadas mediante la aplicación, así como también de los datos que han sido recopilados mediante las encuestas ejecutadas en cierto número de abonados con la finalidad de conocer el nivel de satisfacción que poseen sobre el servicio que actualmente ocupan según su operadora telefónica.

3.3. Técnicas de la investigación

Para este trabajo se ejecutó un análisis de los diferentes niveles de cobertura que tiene esta cooperativa, al igual que la condición en la que se encuentra el canal y el tráfico de datos por medio de las pruebas técnicas de medición, identificando la calidad de servicio que el usuario está obteniendo por parte de la misma. Además, se procedió a realizar una entrevista a un habitante de este sector que cuenta con experiencia laboral en el área de telefonía móvil.

3.3.1. Entrevista

La entrevista es apreciada como una técnica que se usa para recopilar información sobre el tema que se está estudiando.

Las entrevistas se clasifican en tres: estructurada, semiestructurada y no estructurada. En la presente tesis se necesita mucha información y a la vez comentarios sobre como es el servicio de las operadoras en este sector, por esta razón se procede a utilizar la entrevista semiestructurada.

3.3.2. Instrumentos para recolección de datos

Como instrumento para una adecuada recolección de información, se elaboró el cuestionario de preguntas estratégicamente formuladas.

3.3.3. Cuestionario para entrevista

Se propone el siguiente cuestionario de preguntas para la entrevista.

1. ¿Existe una buena señal telefónica en el sector?
2. ¿Qué inconvenientes hay cuando existe este problema de señal?
3. ¿Por qué cree usted que en ciertos lugares del sector el nivel de señal cae?
4. ¿Cuál es el mejor y peor operadora que brinda servicio en el sector?
5. ¿Qué recomendarías usted para que mejore la calidad de servicio en el sector?
6. ¿En qué horario del día es donde hay más inconvenientes en la señal?
7. ¿Qué recomendaciones nos puedes dar al momento de realizar las mediciones y pruebas en el sector?
8. En relación a calidad y precio ¿qué operadora es la que brindan un mejor servicio en general?
9. ¿Como interviene un dispositivo móvil al momento de receptar la señal?

3.3.4. Resultados de la entrevista

Esta entrevista se la realizó a Alexis Vicente Caguana un habitante de 27 años de edad, con conocimiento y experiencia laboral de 4 años en el área de telefonía móvil. A continuación, sus respuestas fueron las siguientes:

1. ¿Existe una buena señal telefónica en el sector?

El indicó que la señal y cobertura no es excelente ni tampoco es mala, pero hay ciertas partes del sector donde el nivel señal y cobertura cae.

2. ¿Qué inconvenientes hay cuando existe este problema de señal?

El indicó que no puede realizar ni recibir llamadas, igualmente en los mensajes de texto además no se puede utilizar con eficiencia los datos móviles.

3. ¿Por qué cree usted que en ciertos lugares del sector el nivel de señal cae?

El indicó que esto sucede por las pocas antenas que hay en el sitio y también por su mala ubicación

4. ¿Cuál es el mejor y peor operadora que brinda servicio en el sector?

El indicó que Conecel (Claro) es la que ofrece un mejor servicio por su buena señal y cobertura, luego le sigue Otecel (Movistar) y luego CNT. También indicó que la empresa donde él trabajaba presta servicio a Movistar.

5. ¿Qué recomendaría usted para que mejore la calidad de servicio en el sector?

El indicó que se tendría que realizar múltiples estudios detallados sobre las mediciones y el comportamiento de la señal.

6. ¿En qué horarios del día es donde hay más inconvenientes en la señal?

El indicó que en la noche pasada de las 7 de la noche sucede estos problemas por la razón que la mayoría utiliza los celulares a esa hora.

7. ¿Qué recomendaciones puedes dar al momento de realizar las mediciones y pruebas en el sector?

El indicó indica que el horario ideal para realizar estas pruebas y mediciones es en la madrugada por la razón de que la carga de usuarios es mucho menor o nulo.

8. En relación a calidad y precio ¿qué operadora es la que brindan un mejor servicio en general?

El indicó que Claro es la que abarca una mejor cobertura y señal, además tiene más variedad de servicios de telefonía móvil.

9. ¿Como interviene un dispositivo móvil al momento de receptar la señal?

El indicó que el tema del dispositivo es muy relevante ya que este debe de soportar todas las bandas que utiliza la operadora.

3.4. Variable de la investigación

3.4.1. Variable dependiente

Calidad de servicio ofrecido por las diferentes operadoras móviles en la Coop. San Enrique del cantón Duran.

3.4.2. Variable independiente

Factores que afectan la calidad del servicio.

3.5. Herramientas a utilizar

Drive test

Para la ejecución de las mediciones en la Coop. San Enrique del cantón Durán se pretende tomar en cuenta los siguientes parámetros RSRP, la cual es el promedio de potencia recibida de una señal de referencia la cual debe ser medida en dBm, el RSRQ que es la calidad de la señal de referencia recibida que se encontrará medida en dB, de la misma manera que SINR la cual es la interferencia de la señal con la relación de ruido.

Para esto se tomará en cuenta la siguiente tabla de valores que permita considerar si la intensidad de la señal LTE son aceptables o no en este lugar.

Con esta tabla se podrá identificar, según los niveles de resultados, si la calidad de servicio de telefonía móvil en el sector es excelente o no. Esta tabla representa las mediciones de potencia, y es negativa porque al convertir logarítmicamente de watt a dBm da esos valores.

Tabla1. Parámetro de la señal LTE

Nivel de señal	Rango		
	RSRP	RSRQ	SINR
Excelente	≥ -80	≥ -10	≥ 20
Buena	-80 a -90	-10 a -15	13 a 20
Media	-90 a -100	-15 a -20	0 a 13
Baja	≤ -100	< -20	≤ 0

Fuente: Zyxel Support Campus EMEA

3.6. QualiPoc

QualiPoc está creado para optimizar las redes de radio portátiles y la evaluación de la calidad. El software es compatible con múltiples dispositivos y tecnologías, incluidos GSM, GPRS, EDGE, WCDMA, HSUPA y LTE. Debido a su fácil manejo, se puede utilizar QualiPoc Android para recopilar estadísticas y servicios de voz.

Opté por utilizar este software porque es el más indicado para realizar este tipo de mediciones según leí en internet comentarios de expertos, incluso es utilizado por diversas empresas ya que arroja el resultado exacto y detallado de cada tramo que se recorre.

3.6.1. Pruebas de Servicio

QualiPoc incluye las siguientes funcionalidades de prueba:

- **Llamadas:** Esta prueba sirve para comprobar y establecer la conexión de llamada con otro número. Esta prueba se utiliza hacia el receptor de la llamada
- **Datos:** Establece una conexión de datos PS hacia un punto de acceso designado.
- **Mensajes:** Prueba si tiene un buen funcionamiento los MMS y SMS.
- **Multi-Datos, Multi-Mix, Multi-RAB y Paralelo:** Realiza mediciones de llamadas y datos secuenciales y en paralelo.
- **Monitoreo Inactivo:** Permite monitorear y guardar parámetros RF durante el manejo del celular cuando QualiPoc no está activo.

3.6.2. Monitores QualiPoc

QualiPoc le permite inspeccionar y monitorear las pruebas en su teléfono inteligente Android QualiPoc. De forma predeterminada, el espacio de trabajo de QualiPoc contiene varias técnicas, asignaciones y monitores de resultados. Sin embargo, puede personalizar y guardar su espacio de trabajo personal.

Tabla2. Menú de QualiPoc.

Monitor	Descripción
“Status”	Describe la información concisa sobre operador, tecnología, GPS, y los resultados estadísticos de las pruebas.
“Log”	Brinda información sobre la realización de la prueba.
Test	Enseña el resumen de las pruebas que se está procesando.
“WCDMA”, “GSM” y “LTE”	Enseña información de la celda de servicio más importante.
“HSDPA” y “HSUPA”	Brinda información de tecnología de datos HSDP y HSUPA.
“GPRS” y “EDGE”	Brinda información sobre la tecnología de datos GPRS o EDGE.

“LTE DL” y “LTE UL”	Brinda información sobre la tecnología de datos LTE. Este monitor sólo sirve para LTE.
---------------------	--

Tabla 1. Menú de QualiPoc. Creada por el autor

3.7. Estudio de campo previo a medición.

Ruta evaluada Cooperativa San Enrique



Figura 8. Geografía de la Cooperativa San Enrique con su medida de latitud y longitud correspondiente. Capture tomada de Google maps

Antecedentes:

Se trazo las rayas azules que representa por donde estuve con los equipos realizando las mediciones de las operadoras Claro y Movistar, drive test en la zona.

Como nota importante no fue posible realizar mediciones en la operadora Cnt debido a que sus antenas están prácticamente cubiertas por la de las operadoras Claro y Movistar, por tal razón los puntos de acceso son nulos, por ese motivo se decidió realizar las pruebas en las operadoras Claro y Movistar ya que estas son la que brindan el servicio en el sector.

Coordenadas del punto central

Como se observa en la figura de anterior, que se la obtuvo de Google maps, las coordenadas son las siguientes: -2.1744100, -79.835245 convirtiendo a metros serian aproximadamente 350 metros.

3.7.1. Equipos utilizados para la medición

Para realizar las mediciones en el sector se utilizó los equipos de medición: QualiPoc de marca Rohde Swcharz. Estos equipos tienen la capacidad de realizar mediciones de la red inalámbricas indoor / outdoor para GSM, WCDMA(UMTS), LTE y soporta múltiples bandas de frecuencias y sistema tanto FDD como TDD. Los dispositivos móviles utilizados son modelo Samsung Galaxy S20 y un readmi note 9.



Figura 9. Dispositivos utilizados para las mediciones. Fotografía del autor.

Herramienta de postproceso / Plots

Los logs fueron post-procesados y las tablas exportadas con el programa NQDI.



Figura 10. Configuración del programa. Capture realizada por el autor.

Después para las gráficas se utilizó el programa MAPINFO

Mapinfo es una herramienta que se utiliza para la creación de mapas. Su principal función es que permite realizar un análisis geográfico

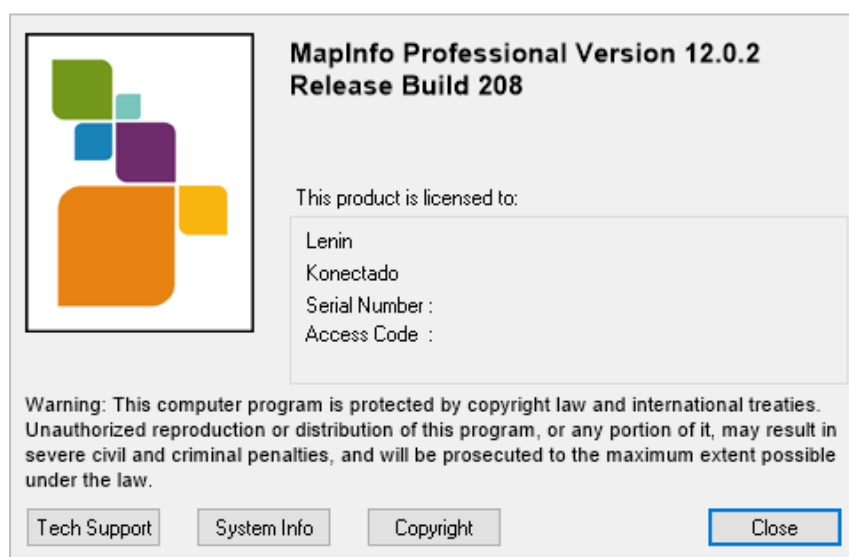


Figura 11. Otro programa que se utilizó. Capture realizada por el autor

Drive test

Es la realización de pruebas de medición de manera dinámica dentro de un campo determinado con el objetivo de revisar los niveles de cobertura telefónicas.

Estas mediciones también se la realizaron para conocer que el servicio de calidad este dentro la normativa ITU, la cual indica que las redes de telecomunicaciones están interconectadas a escala nacional, regional y mundial, además que la calidad de los servicios de telecomunicaciones aplicada en una red. Un enfoque armonizado y común de la reglamentación de la QoS haría posible mejores perspectivas de calidad.

En la siguiente tabla se explica el valor global que debe tener un excelente servicio de calidad. El valor RSRP sirve para mostrar los niveles de calidad de la cobertura.

Esta tabla representa las mediciones de potencia, y es negativa porque al convertir logarítmicamente de watt a dBm da esos valores.

Valor RSRP	Unidad	Condición
0 a -70	dbm	Óptima
-80 hasta -70	dbm	Buena
-90 hasta -80	dbm	Normal
-110 hasta -90	dbm	Mala
-150 hasta -110	dbm	Pésima

Tabla 2. rangos de valores de QoS. Información tomada de scribd

3.7.2. Procedimiento

Para la realización de este drive test se procedió a recorrer la zona de la Cooperativa San Enrique en un vehículo tipo camioneta ahí, estos tipos de trabajo por lo general se lo realiza en las mañanas o madrugada, el vehículo iba a una velocidad lenta de 25 km/h aproximadamente y para realizar las mediciones se configuró los dispositivos móviles y posteriormente se fue haciendo el recorrido por toda la zona.

Este recorrido se realizo una sola vez en horas de la mañana, el recorrido duro aproximadamente dos horas, de 10am a 12pm. Primero se comenzó por el de la operadora Claro, se colocó el chip de claro a los móviles y se inició con el recorrido de todas las calles del sector, luego se cambió el chip de los móviles por uno de Movistar y se realizó el mismo recorrido.

Tareas realizadas por operadora

- Descarga de datos
- Subida de datos
- Pruebas llamadas cortas
- Idle

A continuación, una breve explicación de lo que trata cada de las tareas que se realizó en el drive tes.

Descarga de datos

Para realizar las pruebas descargas de datos, se procedió a subir un archivo cualquiera a la nube y se lo empezó a descargar, mientras el auto se desplazaba la velocidad de descarga variaba de acuerdo a la cobertura, por ejemplo, si en el recorrido el auto pasaba por un sitio donde la antena estaba cubierta por algún objeto como una casa de gran tamaño o árboles, el archivo se descargaba más lento. Esta prueba permite revisar el ancho de banda y la velocidad.

Subida de datos

Para las pruebas subida de datos el mecanismo es idéntico a la prueba de descarga, en este caso un archivo cualquiera del dispositivo móvil que se está utilizando se lo sube a la nube y se recorre con el fin de revisar el ancho de banda y la velocidad.

Pruebas llamadas cortas (short call)

Las pruebas llamadas cortas como su nombre mismo lo indica, consiste en llamar y cerrar en varias ocasiones las llamadas, estas llamadas se las realizan cada dos minutos, posteriormente al finalizar las llamadas se verifican cuántas llamadas se cayeron y cuantas llamadas fueron exitosas, ya que hay veces en que no se completan las solicitudes de llamadas.

Idle (teléfono en reposo)

Las pruebas idle sirve para verificar en que tecnología está trabajando el teléfono cuando está en reposo es decir cuando no está realizando llamadas ni descargas.

3.7.3. Duración del drive test

La duración fue de dos horas aproximadamente. Una vez recolectada la información se procedió a postprocesar los logs en la herramienta NQDI, luego se exportan las tablas correspondientes por operadora y tarea realizada.

Con dicha información, se ejecuta el programa MAPINFO para exportar los resultados en graficas (plots).

A continuación, se presentará los resultados de todas las pruebas.

3.8. Medición de Cobertura / Calidad LTE moddle IDLE

Calidad LTE moddle IDLE

Como ya se conoce la tecnología LTE fue creada solo para datos, por esta razón esta medición ayuda a verificar que al momento de terminar la llamada el teléfono regrese a la tecnología 4G.

Como se puede observar en las imágenes anteriores se concluye que en valores de SINR mayores a 15 existe una mejor calidad.

El valor de SINR no es más que la interferencia de señal más la relación de ruido quiere decir que es la relación del nivel de la señal al nivel ruido. En ciertos lugares donde dicho valor es cero, lo más probable es que se pierda la conexión.

3.8.1. Histograma de cobertura

calidad LTE moddle idle (teléfono en reposo)

El moddle idle sirve para comprobar en que tecnología el móvil está trabajando cuando el mismo esta en reposo.

Cobertura 4G

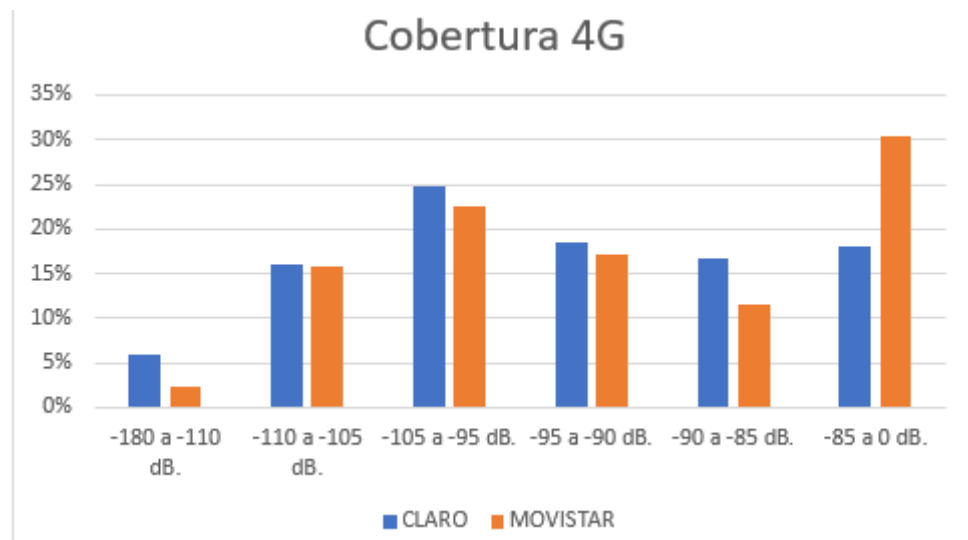


Figura 13. Gráfico de barras sobre la cobertura 4G de las operadoras Claro y Movistar. Capture realizada por el autor.

Figura 15. Recorrido para observar los servidores de la operadora Claro. Capture realizada por el autor.

Operadora Movistar



Figura 16. Recorrido para observar los servidores de la operadora Movistar. Capture realizada por el autor.

Aquí se observa la distribución de servidores. Se conoce como servidores a los valores PCI de cada operadora, los valores PCI son los códigos de las antenas para 4G y para 3G se lo conoce como PSC.

3.10. Radio Technology (pruebas de llamada)

Primero se debe conocer que el objetivo de las llamadas cortas es visualizar el número de llamadas exitosas y el número de llamadas fallidas.

3.11. Cobertura - short call (llamadas cortas)

Operadora Claro

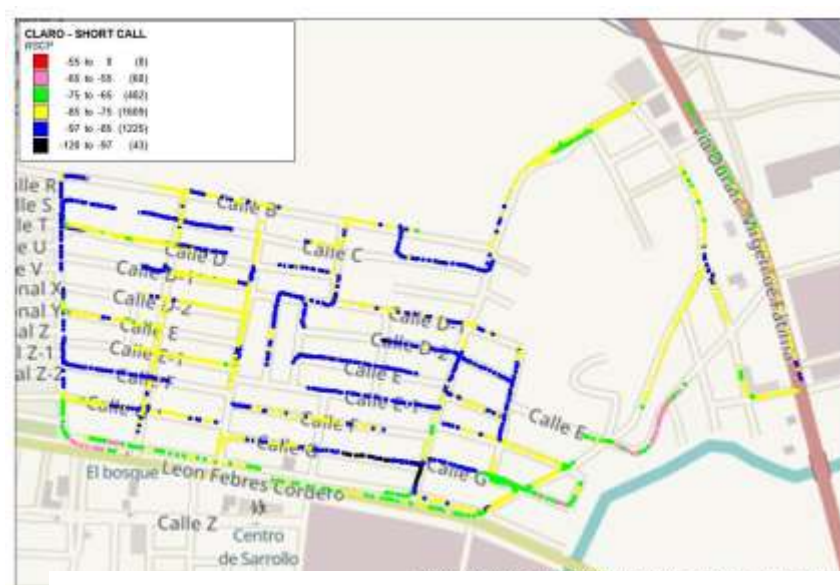


Figura 19. Pruebas de llamadas cortas para medir la cobertura de la operadora Claro. Capture realizada por el autor.

Operadora Movistar



Figura 20. Pruebas de llamadas cortas para medir la cobertura de la operadora Movistar. Capture realizada por el autor.

Con los niveles de señal en cobertura registrados no se tuvo ningún inconveniente durante la tarea de llamada de modo libre.

cuando los niveles de señal son bajos la llamada se caen o no se realiza la solicitud completa de la llamada.

Comparando las dos operadoras, una vez más Movistar presenta una mejor calidad de servicio tanto en calidad como en cobertura.

3.13. Histograma Cobertura / Calidad UMTS

Cobertura 3G

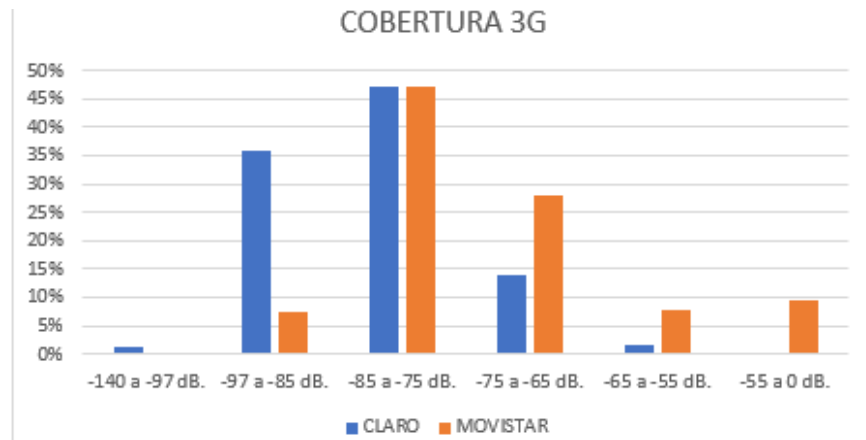


Figura 23. Gráfico de barras sobre la cobertura 3G de las operadoras Claro y Movistar. Capture realizada por el autor.

Calidad de enlace 3G

Como se puede ver en los resultados se tiene que Claro presenta menor % de cobertura y

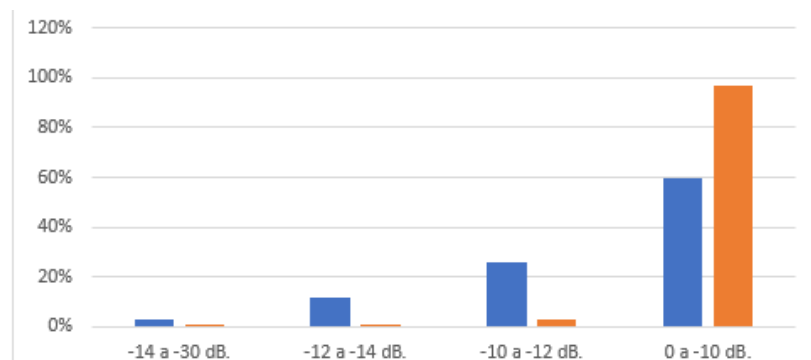


Figura 24. Gráfico de barras sobre la calidad de enlace 3G de las operadoras Claro y Movistar. Capture realizada por el autor.

calidad con respecto a Movistar para la red 3G en la zona evaluada.

Según el gráfico el 45% de la zona está en niveles de entre -75 a -65 dB para ambas operadoras que es una señal de cobertura buena.

3.14. Histograma Cobertura / Calidad LTE

Cobertura 4G

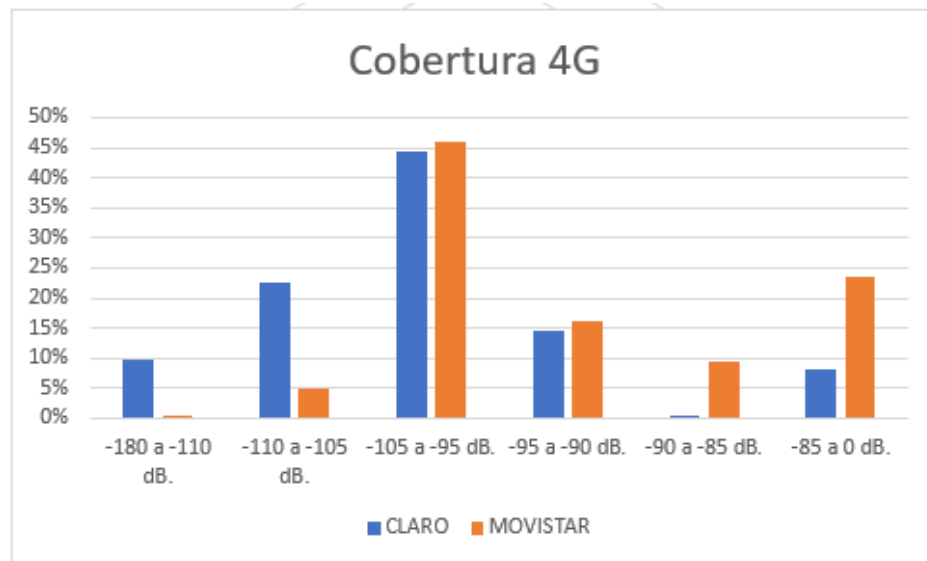


Figura 25. Gráfico de barras sobre la cobertura 4G de las operadoras Claro y Movistar. Capture realizada por el autor.

Calidad enlace 4G

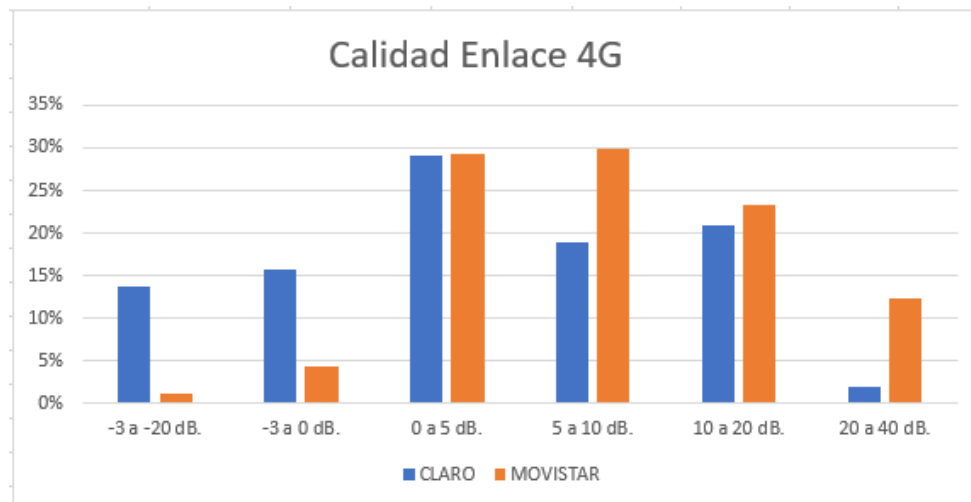


Figura 26. Gráfico de barras sobre la calidad enlace 4G de las operadoras Claro y Movistar. Capture realizada por el autor.

En lo que es LTE se obtiene que claro tiene menor porcentaje de cobertura y calidad con respecto a movistar para la red 4G en la zona evaluada.

3.15. Radio Technology - DL Libre

DL Libre (Down link libre) son las bajadas de datos, es decir las descargas.

Claro DL Libre



Figura 27.. Señalado del recorrido realizado para medir DL Libre de la operadora Claro. Capture obtenido del autor.

Movistar DL libre



Figura 28. Señalado del recorrido realizado para medir DL Libre de la operadora Movistar. Capture obtenido del autor

Como se puede observar el trazado color violeta en el resultado de la operadora Claro, representa que hubo un pequeño tramo donde descargaba en 3G (UMTS), mientras que en la operadora Movistar no hubo novedades o sea la señal LTE estuvo todo el tiempo presente.

3.16. Claro DL Libre rendimiento (Throughput Mbps)

En esta parte de las pruebas se midió las velocidades de las descargas



Figura 29. Señalado del recorrido realizado para medir DL Libre (rendimiento) de la operadora Claro. Capture obtenido del autor.

3.17. Movistar DL Libre rendimiento (Throughput Mbps)



Figura 30. Señalado del recorrido realizado para medir DL Libre (rendimiento) de la operadora Movistar. Capture obtenido del autor.

Primero se debe identificar que según el gráfico el nivel de velocidad se la representó en colores, siendo el color rojo una excelente calidad en velocidad y así de forma descendente hasta llegar al color negro que es donde no se descargó nada.

Según los gráficos de los resultados obtenidos en la zona se puede observar que Movistar posee tramos dónde la velocidad es rápida en comparación a Claro, además en la operadora Claro hay pequeños tramos donde la velocidad de descarga es muy lenta e incluso tramos donde no se pudo descargar nada.

3.18. Cobertura

Claro DL Libre (RSRP)



Figura 31. Señalado del recorrido realizado para medir DL Libre (RSRP) de la operadora Claro. Capture obtenido del autor

Movistar DL Libre (RSRP)



Figura 32. Señalado del recorrido realizado para medir DL Libre (RSRP) de la operadora Movistar. Capture obtenido del autor.

Aquí se está midiendo los niveles de cobertura, se mide en RSRP, mientras se está descargando. La tabla indica los rangos de los niveles según eso se lo clasifica el color, como se indicó anteriormente los valores RSRP son los niveles de calidad de la cobertura en 4G.

3.19. Histograma Cobertura/Calidad LTE

Aquí se mide la cobertura y calidad al momento de descargar datos.

Cobertura 4G

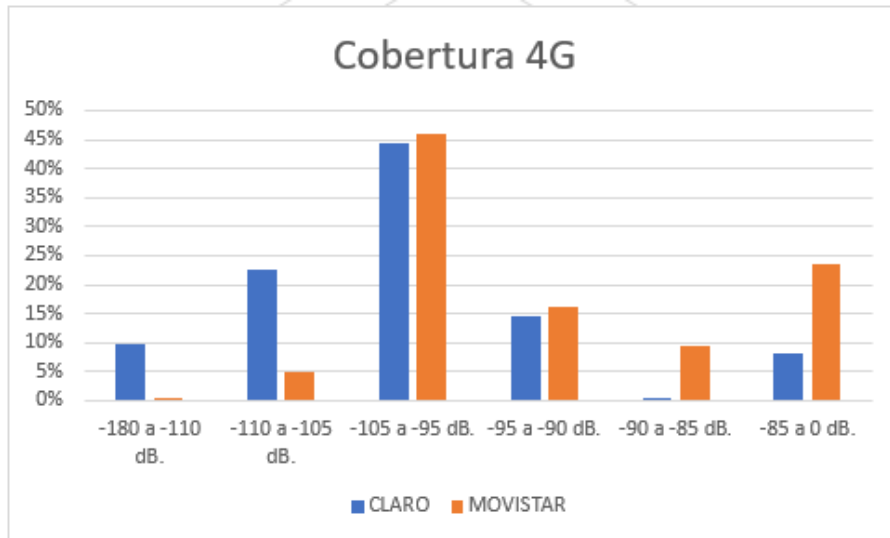


Figura 33. Gráfico de barras sobre la cobertura 4G de las operadoras Claro y Movistar. Capture realizada por el autor.

Calidad enlace 4G

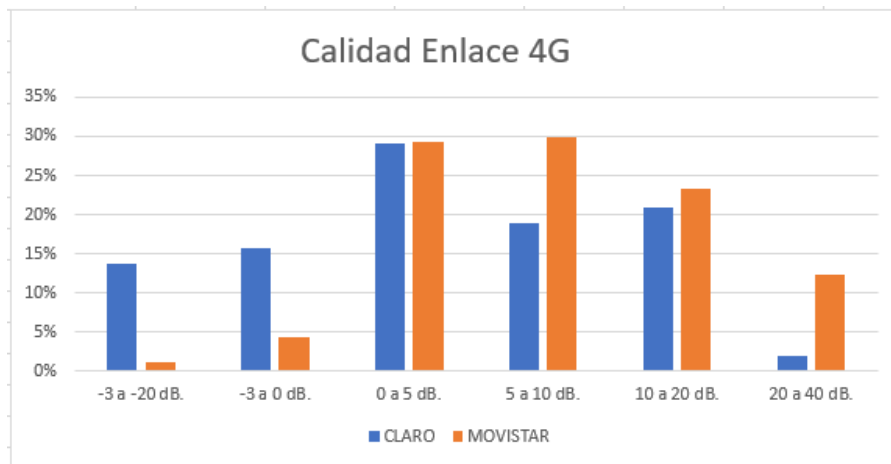


Figura 34. Gráfico de barras sobre la calidad enlace 4G de las operadoras Claro y Movistar. Capture realizada por el autor.

En este caso Movistar vuelve a presentar mayor porcentaje de cobertura y calidad con respecto a Claro para la red 4G en la zona evaluada.

3.20. Histograma Velocidades de descarga LTE

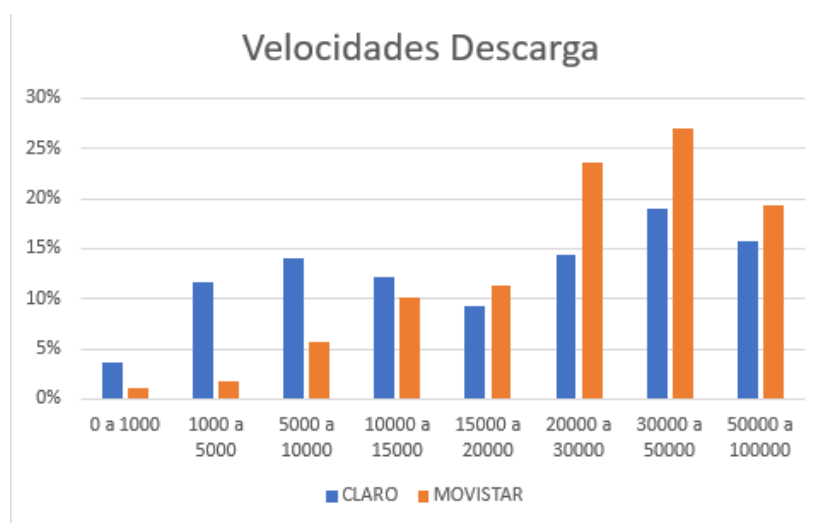


Figura 35. Gráfico de barras sobre la velocidad de descarga de las operadoras Claro y Movistar. Capture realizada por el autor.

En lo que es la velocidad de descarga LTE movistar supera en un 60 % aproximadamente las tasas de transferencias superiores a 20 Mbps en descarga.

Para sacar ese cálculo se tomó el número total de muestras de descargas superiores e inferiores a dicho valor.

Superiores a 20 Mbps: 3551

Inferiores a 20 Mbps: 1522

$1522/3551=0.42$

$1-0.42=0.571$

Por lo que las descargas de 20 Mbps o superior, representan el 57,14 del total.

3.21. UL Libre - Radio Technology

Aquí mide la velocidad de subida de datos (Uplink Libre).

Claro UL Libre



Figura 36. Recorrido por el sector para medir UL Libre (technology) de la operadora Claro. Capture realizada por el autor.

Movistar UL Libre



Figura 37. Recorrido por el sector para medir UL Libre (technology) de la operadora Movistar. Capture realizada por el autor.

Aquí se puede observar que en claro existen dos bandas de LTE, en Movistar se puede ver que solo hay una banda, pero si cubre toda la zona.

3.2.2. Throughput (velocidad)

Claro UL Libre

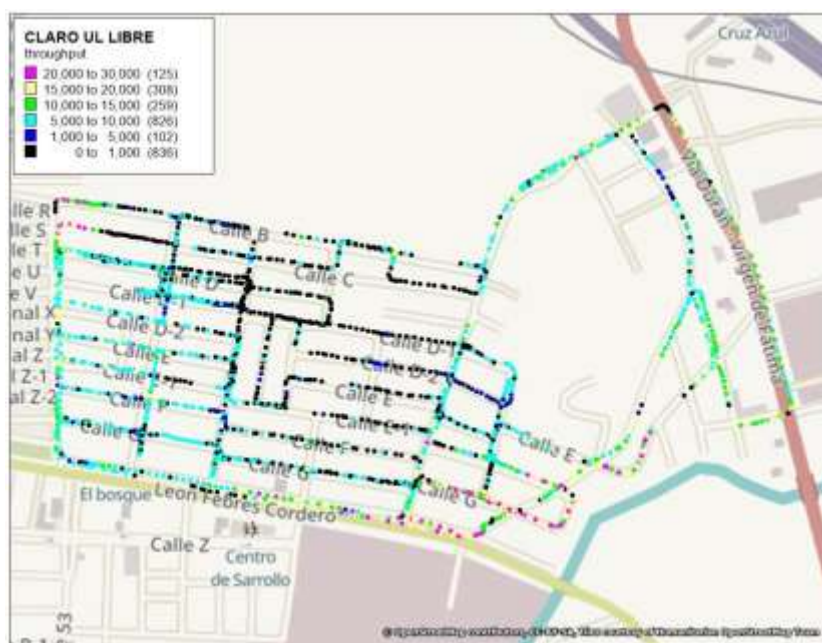


Figura 38. Recorrido por el sector para medir UL Libre (throughput) de la operadora Claro. Capture realizada por el autor.

Movistar UL Libre



Figura 39. Recorrido por el sector para medir UL Libre (throughput) de la operadora Movistar. Capture realizada por el autor.

Observando los dos gráficos se demuestra que la operadora Movistar tiene tramos donde la velocidad es mayor a la de la operadora claro.

Como resultado se comprobó que en la operadora Movistar existe más lugares donde se obtuvo una velocidad más alta de subida.

3.24. Histograma Cobertura/Calidad LTE

Aquí se mide lo mismo, calidad y cobertura, pero ahora en subida de datos.

Cobertura 4G

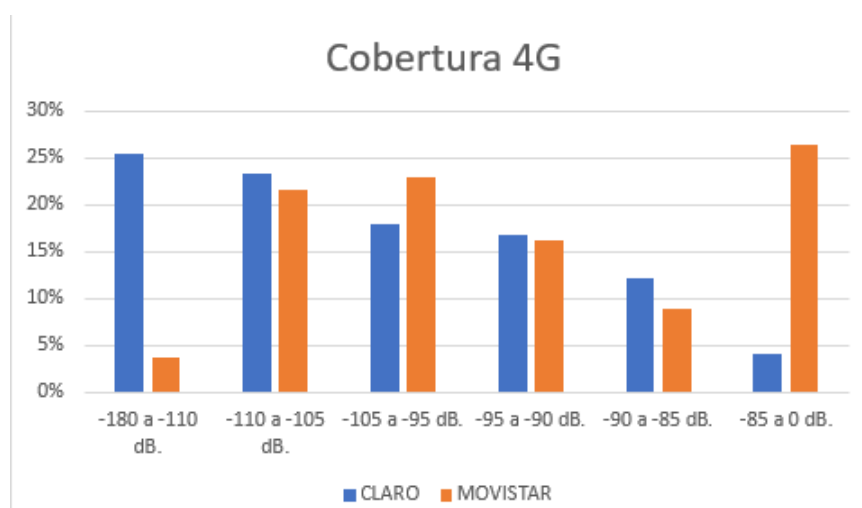


Figura 42. Gráfico de barras sobre la cobertura 4G de las operadoras Claro y Movistar. Capture realizada por el autor.

Calidad Enlace 4G

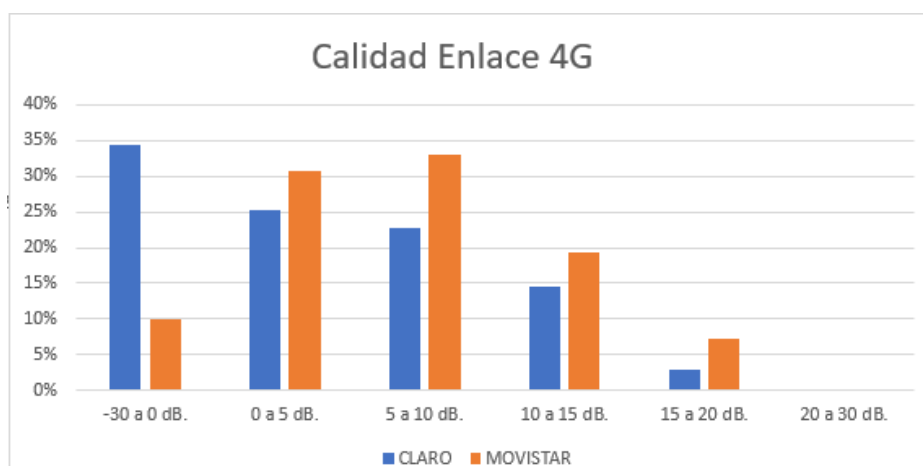


Figura 43. Gráfico de barras sobre la calidad enlace 4G de las operadoras Claro y Movistar. Capture realizada por el autor.

Aquí según el diagrama de resultados Movistar presenta mayor porcentaje de cobertura y calidad con respecto a CLARO para la red 4G en la zona evaluada.

3.25. Histograma Velocidades de subida LTE



Figura 44. Gráfico de barras sobre la velocidad de subida de las operadoras Claro y Movistar. Capture realizada por el autor.

En este caso se puede observar que Movistar supera en cierto porcentaje en las tasas de transferencia superiores a 10 Mbps en subida.

Cuadro Comparativo

Operadora			
Prueba realizada			Resultado de la comparación
Descarga de datos	Hubo un pequeño tramo donde descargaba en 3G (UMTS).	En todo el tiempo se mantuvo la señal LTE	Movistar tiene mejor calidad de servicio en las descargas.
Subida de datos	Tiene varias calles con nivel mínimo de calidad en la subida, también se identificó que trabaja con dos bandas.	En varios tramos del sector tiene una velocidad óptima de subida.	Movistar tiene mejor calidad de servicio en la prueba de subida de datos.
Prueba de llamadas corta	El 98 % de las llamadas tuvieron niveles de señal mayores a 14 dB.	Igual que Claro todo el tramo tuvo buen nivel de señal.	En llamadas se puede decir que ambas operadoras tienen una buena calidad.
Calidad idle	Tiene tramos donde el valor SINR es cero, lo más probable que en estos tramos se pierda la conexión.	Tiene valores de SINR mayores a 15 quiere decir que existe un buen servicio.	En ciertos sectores cuando el teléfono está en reposo Movistar tiene mejor conexión

Como conclusión general de los resultados de las pruebas se obtuvo que la Operadora Movistar tiene mejor calidad de servicio de telefonía en la cooperativa San Enrique del cantón Durán

3.26. Conclusiones

- Como conclusión general sobre estas pruebas se puede decir que las dos operadoras brindan un buen servicio al sector, a pesar de que si hay una pequeña diferencia de calidad de servicio a favor de la operadora Movistar.
- Movistar sobresalió en absolutamente todas las pruebas realizadas.
- QualiPoc Android es un software muy fácil de usar para la realización de un drive test, ya que permite recolectar el registro de datos y servicios de voz, para conocer los fallos que presenta la red de telefonía móvil a través de la ejecución de diferentes pruebas con la finalidad de optimizar los mismo, para así mejorar la calidad de servicio que se está ofreciendo al cliente en el área analizada.
- Para lo que son las descargas de subida y bajada de datos, se pudo observar que Claro cuenta con dos bandas mientras que Movistar trabaja con solo una.
- Se pudo determinar que en el drive test realizado en IDLE LIBRE los niveles de la señal en cobertura movistar muestra un mayor número de registro en los niveles mayores de -85 dBm, de los cuales gran parte de estos son dados en los bordes del parámetro establecido lo cual se puede estar dando debido a la existencia de estaciones cercanas a la zona analizada.
- La operadora claro posee un menor porcentaje de cobertura y calidad de la señal 3G, sin embargo, esto no representa ningún tipo de inconveniente para la realización de llamadas, debido a que mediante el análisis de la misma no se presentaron eventos que perjudiquen su desarrollo, además se logró visualizar que ambas operadoras poseen niveles de señal mayores a -14 dB con respecto a lo que tiene que ver con la calidad de la misma.
- Movistar con respecto a la red 4G LTE posee un mayor número de registros de cobertura y calidad, debido a que presenta un mayor porcentaje de tasa de transferencia de descarga, la misma que según lo analizado es mayor a 20 Mbps en la zona que se ha realizado el análisis respectivo.
- Con las pruebas se pudo notar que efectivamente las llamadas solo trabajan en 3G y que la tecnología 4G regresa una vez terminada la llamada.
- En la prueba de llamadas modo libre, no se registraron eventos negativos.

- Movistar en la zona de Durán evaluada supera con niveles de señal RF, tanto en cobertura, calidad y tasas de transferencia.

3.27. Recomendaciones

- Para realizar un drive test se recomienda hacer correctamente la configuración de las tareas que se va a realizar por medio del software QualiPoc, así como también se puede proponer el uso de GPS externos forma un papel importante debido a que permite obtener muestras precisas, puesto que el GPS interno muchas veces puede dejar de recoger muestras haciendo que se pierda tiempo.
- Se sugiere analizar el lugar donde se puede ubicar antenas sectoriales que permitan mejorar la cobertura de la operadora claro, así como también se recomienda que se configure la red para operar en los lugares donde se ha determinado que los niveles de RS Y RP son menores.
- Se recomienda ubicar nuevas antenas sectoriales que permitan habilitar nuevas bandas que se encuentren reservadas para la telefonía móvil, ya que cada una de estas trabaja con una antena sectorial, la cual no es más que una antena de microonda que cubre una distancia establecida en grados.
- Se recomienda que al momento de ubicar nuevas antenas se tenga en cuenta la línea de vista con las estaciones existentes, para evitar que estas nuevas antenas representen un gasto de material y tiempo al no estar dentro de un área donde se ha planteado que no se presenta obstrucciones que eviten la transmisión y recepción de la señal entre las estaciones que han sido implementadas para cubrir la zona analizada.

3.28. Soluciones

- Para mejorar la cobertura de la operadora claro que es la que tiene menor cobertura se debe analizar donde se ubica las antenas sectoriales y configurar el azimut y el tilt mecánico de tal manera que cubra las zonas donde los niveles RSRP son menores.
- En lugares donde no se cubre nada ósea está totalmente sin señal, por el parque del sector que queda junto a un pequeño estero se notó caída y baja cobertura, justo por ese tramo debería de ubicar antena para ampliar la cobertura del sector,
- En el análisis del modo Idle, se pudo apreciar que la operadora Movistar solo tiene funcionando una banda por lo tanto otra solución sería colocar otra antena que sea de

otra banda, pero de la misma operadora para que en alguna emergencia deja de funcionar una banda la otra quedaría en funcionamiento

Glosario

Ancho de banda: Información que llega por segundo

Calidad UMTS: Tecnología en 3G

CDMA: Acceso Múltiple por División de Código de Ancho de Banda.

Cobertura: Área en la cual se distribuye un servicio.

DL Libre: Bajada de datos

Drive test: Medición de cobertura móvil

GSM: Sistema Global para Comunicaciones Móviles.

IDLE: Es cuando el móvil no está haciendo llamada ni descargas, es decir está en reposo

QoS: Calidad de Servicio.

Radio bases: Es una estación donde se envía y se recibe señal

RSCP: medida de cobertura de 3G

RSRP: medida de cobertura de 4G

UL Libre: Subida de datos

UMTS: Servicios Universales de Telecomunicaciones

ANEXO S

ANEXO # 1

ZONA GEOGRÁFICA DE INVESTIGACIÓN



Figura 45. Fuente: Google maps con las calles señaladas para el recorrido. Elaborado por el autor

ANEXO # 2
ENTREVISTA A UN HABITANTE DEL SECTOR



***Figura 46.** Fuente. Momento cuando se realizó la entrevista. Fotografía del autor.*

ANEXO # 3

RADIOBASES DEL SECTOR



Figura 47. Fuente: Antena del sector. Foto tomada por el autor.

ANEXO # 4

INSTRUMENTOS PARA REALIZAR LAS MEDICIONES EN EL SECTOR

Vehículo

Se utilizó una camioneta Chevrolet Dmax.

Dispositivos móviles

Se utilizó 4 dispositivos en total, tres de modelo Samsung s 20 y uno readmi note 9.

Computadora

Se usó una laptop marca Lenovo para procesar de mejor manera los resultados.



Figura 48. Fuente: Realización de las mediciones. Foto del autor.

ANEXO # 5

HACIENDO USO DEL PROGRAMA



Figura 49. Fuente: Realizando el recorrido por el sector. Foto del autor

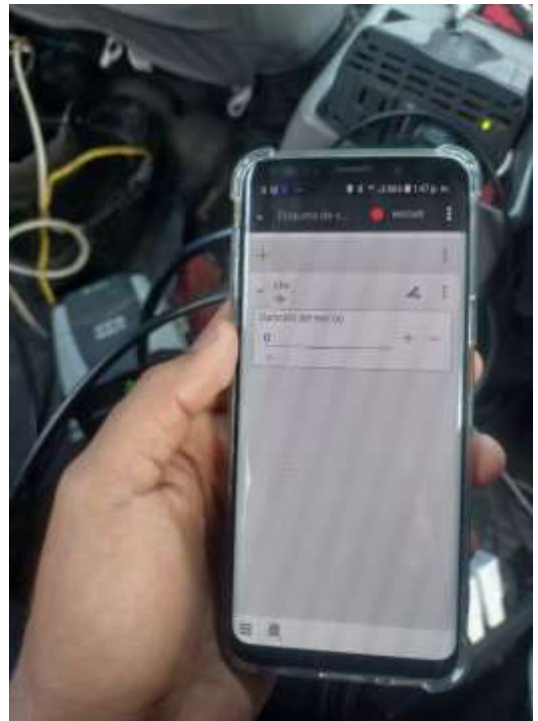


Figura 52. Fuente: Realizando el recorrido por el sector. Foto del autor.

ANEXO # 6

COMPARATIVAS ENTRE LOS RESULTADOS



Figura 50. Fuente: Capture al momento de analizar y sacar las conclusiones sobre alguna diferencia.

Bibliografía

- *telefonía móvil.* (s. f.). • <https://www.areatecnologia.com/telefoniamovil.htm#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20Telefon%C3%ADa%20Movil,por%20medio%20de%20ondas%20electromagn%C3%A9ticas.>
- *Arquitectura celular.* (s. f.). computerworld.es. <https://www.computerworld.es/archive/telefoniamovil-digital> (*Arquitectura celular*, s. f.)
- Miguel, R. de. (2019, 26 abril). *Así ha evolucionado la telefonía desde la primera llamada de la historia (I) – Nobbót.* <https://www.nobbót.com/pantallas/historia-telefonía/> (Miguel, 2019)
- Tecnología, C. E. E. D. E. Y. (2021, 23 diciembre). *Evolución de la red de comunicación móvil, del 1G al 5G.* VIU. <https://www.universidadviu.com/int/actualidad/nuestros-expertos/evolucion-de-la-red-de-comunicacion-movil-del-1g-al-5g> (Tecnología, 2021)
- Las ondas. (s. f.). *¿cómo funciona una red móvil?* <https://radio-waves.orange.com/es/como-funciona-una-red-movil/> (Las ondas, s. f.)
- *central telefónica.* (s. f.). net2phone. <https://net2phone.mx/blog/que-es-una-central-telefonica-y-como-funciona> (*central telefónica*, s. f.)
- *estación de radio base.* (s. f.). kripkit. <https://kripkit.com/estacin-de-radio-base/> (*estación de radio base*, s. f.)
- *Antenas.* (s. f.). Frm. <https://www1.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/antenas.html> (*Antenas*, s. f.)

- Términos claves de antenas. (s. f.). *Diario electrónico hoy*.
(«Términos claves de antenas», s. f.)
- *Tipos de antenas y funcionamiento.* (s. f.). *Tes América*. <https://tesamerica.com/tipos-antenas-funcionamiento/#:~:text=Conocida%20tambi%C3%A9n%20como%20antena%20de,de%20acoplamiento%20de%20la%20antena>.
(*Tipos de antenas y funcionamiento*, s. f.)
- Cobertura móvil. (s. f.). *Masmovil*. <https://blog.masmovil.es/glosario/definicion-cobertura/>
(«Cobertura móvil», s. f.)
- Cobertura telefónica móvil. (s. f.). fcc.gob. <https://www.fcc.gov/consumers/guides/cobertura-telefonica-movil>
(Cobertura telefónica móvil, s. f.)
- Servicio al cliente. (s. f.). questionpro. <https://www.questionpro.com/es/servicio-al-cliente.html>
(*Servicio al cliente*, s. f.)
- Compañías operadoras de telefonía en Ecuador. (s. f.). Tutelefonía. <https://www.tutelefonia.com/ec/>
(*Compañías operadoras de telefonía en Ecuador*, s. f.)
- Quiénes somos. (s. f.). Claro. <https://www.claro.com.ec/personas/institucional/quienes-somos/>
(*Quiénes somos*, s. f.)
- Parámetros de calidad para la telefonía móvil. (s. f.). Telecomunicaciones.gob. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/parametros-de-calidad-mas-estrictos-para-la-telefonía-movil-seran-controlados-desde-el-primer-de-julio/>

- *(Parámetros de calidad para la telefonía móvil, s. f.)*
- *Método cualitativo.* (s. f.). concepto. <https://concepto.de/metodo-cualitativo/> (*Método cualitativo, s. f.*)
- Parámetros de calidad de señal LTE. (2022, August 30). Zyxel Support Campus EMEA. <https://support.zyxel.eu/hc/es/articles/360005188999-Par%C3%A1metros-de-calidad-de-se%C3%B1al-LTE>
- *¿Qué es Mapinfo?* (2014, 17 mayo). Geología y Mapas. Recuperado 15 de septiembre de 2022, de <https://geologiaymapas.com/2014/05/que-es-mapinfo/> (*¿Qué es Mapinfo?, 2014*)