

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

UNAN-LEÓN

Facultad de Ciencias y Tecnología.

Departamento de Computación.



Análisis del Rendimiento de Internet móvil 3G en la zona urbana del Municipio de León
– Nicaragua.

Tesis para optar al título de Ingeniero en Telemática.

Autores:

- Br. Geraldine Mariel Blandino Castillo.
- Br. Ilma Esther Guzmán Páramo.

Tutoras:

- M.Sc. Valeria Mercedes Medina Rodríguez.
- Ph.D. Ana Cristina Rostrán Molina.

León, Nicaragua. 2013

Dedicatoria

A Dios.

Por darme la sabiduría, guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y cumplir todas mis metas.

A mis padres.

Juan Carlos Blandino y María Elena Castillo por todo el amor que me brindan cada día. Por su apoyo incondicional así como la dedicación por darme la educación profesional.

A mis familiares.

Mi tío Edwin Castillo y mi abuelita Lilian Valdivia por todo el apoyo que me brindaron para la culminación de mi carrera y sus consejos a lo largo de estos años.

A mis compañeros

Por su ayuda brindada en momentos difíciles y amistad.

A mis maestros

Quienes han desempeñado un rol muy esencial en la educación académica, que con su dedicación ha sido posible tal formación profesional.

Geraldine Mariel Blandino Castillo.

Dedicatoria

A Dios.

Por darme la oportunidad de vivir y culminar esta etapa de mi vida, por estar conmigo en cada paso que doy y darme la fuerza para seguir adelante.

A mi madre María Elena Páramo.

Porque me brindó todo el apoyo necesario para terminar mi carrera por inculcarme valores que me permiten ser una mejor persona cada día y por ser la persona que siempre está a mi lado.

A mi tío Samuel Agustín Páramo.

Por su apoyo para la culminación de mis estudios y ser un padre para mí.

A mis maestros

Por haberme transmitido sus conocimientos y haberme llevado paso a paso en el aprendizaje de mi vida universitaria.

Ilma Esther Guzmán Páramo.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la vida y darme la fuerza para cumplir todas mis metas. Por brindarme sabiduría, entendimiento y fortaleza.

A mis padres, a mi tío y abuelita por su cariño y apoyo en todos los momentos de mi vida.

A mis amigos que han estado siempre conmigo, brindándome su apoyo en momentos que siempre los necesite.

A mis tutoras M.Sc. Valeria Mediana Rodríguez por su paciencia, dedicación y tiempo para la realización de este trabajo y Ph.D. Ana Cristina Rostrán por compartir sus conocimientos para lograr un buen trabajo en nuestra tesis.

Geraldine Mariel Blandino Castillo.

Agradecimiento

Principalmente le agradezco a Dios por permitirme vivir y llegar hasta este punto de lograr mis objetivos cumpliendo con éxito una meta más en mi vida.

A mi madre y a mi tío porque en todo momento me están apoyando para culminar mis estudios universitarios.

A mis compañeros de clase que siempre me ayudaron cuando lo necesitaba que formaron parte de mi vida para sacar adelante mi carrera.

Y un profundo y sincero agradecimiento a nuestra tutora M.Sc. Valeria Medina que fue más que una guía para nuestra tesis fue una amiga que siempre nos brindó su apoyo dispuesta a dar lo mejor de su conocimiento, y a la profesora PhD. Ana Cristina Rostrán por la orientación y el seguimiento de nuestro trabajo.

Ilma Esther Guzmán Páramo.

ÍNDICE

I. Introducción.....	11
II. Antecedentes	14
III. Justificación.....	16
IV. Objetivos	17
4.1. Objetivo general:	17
4.2. Objetivos específicos:	17
V. Marco de Referencia	18
5.1. ¿Qué es un módem 3G?.....	18
5.2. Generaciones de móviles.....	18
5.2.1. Primera Generación	19
5.2.2. Segunda Generación	20
5.2.3. Generación 2.5.....	20
5.2.4. Tercera Generación	20
5.2.5. Cuarta Generación	21
5.3. Banda Ancha.....	21
5.4. Tecnologías usadas por 3G	22
5.4.1. EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution).....	22
5.4.2. UMTS (Universel Mobile Telecommunications System)	23
5.4.3. HSDPA (High Speed Downlink Packet Access).....	28
5.4.4. HSUPA (High Speed Uplink Packet Access)	30
5.5. Parámetros de estudio	30
5.6. Elección de la herramienta de medición de velocidad para la realización del estudio	31
5.7. Herramienta de medición de rendimiento de Internet	34
5.7.1. SpeedTest.net.....	34
5.7.2. Funcionamiento de la herramienta SpeedTest.net.....	35
5.7.3. Metodología de la prueba del test de velocidad	35

5.8. Características de los módem 3G	38
5.8.1. Características del módem 3G Huawei E303 de la compañía telefónica Claro	38
5.8.2. Características del módem 3G de la compañía telefónica Movistar.....	38
5.9. Compañías que ofrecen el servicio de Internet móvil 3G analizadas en el estudio	39
5.9.1. Compañía telefónica Movistar.....	39
5.9.2. Compañía telefónica Claro.....	39
5.10. Ley de defensa de los consumidores	41
5.10.1. Objeto y ámbito de aplicación de la Ley.....	41
5.11. Diseño y elaboración del instrumento de la recolección de datos	41
5.12. Diseño de elaboración de una investigación por muestreo	42
5.12.1. Población elemento y universo:	42
5.12.2. Probabilidad	42
5.12.3. Muestreo probabilístico y no probabilístico	43
5.12.4. Error de muestreo y error estándar	43
5.13. Elección del tamaño de la muestra, tipo de muestreo y análisis de los datos.	44
5.14. Correlación Lineal.....	45
5.15. Valores Atípicos.....	46
VI. Diseño Metodológico	47
6.1. Enfoque de la investigación	47
6.2. Tipo de Investigación	47
6.3. Período de Estudio.....	47
6.4. Área de Estudio.....	47
6.5. Población	47
6.6. Tipo de muestreo	48
6.7. Muestra	48
6.8. Criterios de inclusión.....	50
6.9. Criterios de exclusión.....	50

6.10.	Instrumentos a utilizar para recolectar y registrar la información.....	50
6.11.	Variables.....	50
6.12.	Procedimiento para la recolección de la información	51
6.13.	El análisis de los datos	51
6.14.	Presentación de los resultados.....	52
VII.	Análisis de los Resultados.....	53
7.1.	Estimación del tamaño de la muestra	53
7.2.	Resultados medios de los datos registrados de la recolección de la muestra.	53
7.3.	Resultados de los mejores registros por Distrito	58
7.4.	Resultados por Distrito de la zona urbana del municipio de León.	62
7.5.	Tecnologías usadas por los proveedores en cada Distrito.....	70
7.6.	Frecuencia de la recolección de la muestra por fecha y barrios, repartos, residenciales y multifamiliares.	71
7.7.	Frecuencia de los parámetros analizados por Distrito	73
7.8.	Correlación entre las variables de estudio: velocidad de descarga y carga con latencia	76
7.9.	Puntuaciones de los operadores.....	77
VIII.	Conclusiones	79
IX.	Recomendaciones.....	80
X.	Posibles líneas de trabajos futuros	81
XI.	Literatura Revisada	82
XII.	Anexos	84

Índice de Figuras, Tablas y Graficas

Figuras

Figura 1. Generaciones de Sistemas Móviles.	19
Figura 2. Arquitectura de Red UMTS.	24
Figura 3. Arquitectura de Red UTRAN.	26
Figura 4. Tendencia de velocidades de descarga de todas las pruebas realizadas en El edificio Central UNAN-León.	32
Figura 5. Tendencias de velocidades en Kbit/s de carga de todas las pruebas realizada.	33
Figura 6. Tendencia de carga y descarga de velocidades en Kibt/s en el servidor ubicado en Managua.	33
Figura 7. Resultados obtenidos en los distintos campos de la herramienta SpeedTest.net.	34
Figura 8. Diagrama de dispersión y correlación.	46
Figura 9. Distribución de las velocidades medias por proveedor.	54
Figura 10. Distribución de latencia media por proveedor.	55
Figura 11. Análisis descriptivo de las velocidades descarga y carga por operador.	56
Figura 12. Análisis descriptivo de la variable latencia por proveedor.	58
Figura 13. Distribución de velocidad de descarga máxima por Distrito alcanzada por proveedor.	59
Figura 14. Distribución de velocidad de carga máxima por Distrito alcanzada por proveedor.	60
Figura 15. Distribución de latencia mínima por Distrito registrada por proveedor.	61
Figura 16. Distribución de velocidades de descarga y carga por operador en el Distrito I.	62
Figura 17. Distribución de latencia por barrios, repartos, residenciales y multifamiliares y proveedor en el Distrito I.	63
Figura 18. Distribución de velocidad de descarga y carga por proveedor en el Distrito II.	64
Figura 19. Distribución de latencia por barrios, repartos, residenciales y multifamiliares y proveedor en el Distrito II.	65
Figura 20. Distribución de velocidades de descarga y carga por proveedor en el Distrito III.	66
Figura 21. Distribución de latencia por barrios, repartos, residenciales y multifamiliares y proveedor en el Distrito III.	67

Figura 22. Distribución de velocidades de descarga y carga por proveedor en el Distrito IV.....	68
Figura 23. Distribución de latencia por barrios, repartos, residenciales y multifamiliares y proveedor en el Distrito IV.	69
Figura 24. Distribución de las tecnologías por Distrito y proveedor.	70
Figura 25. Frecuencias de la recolección de las muestras por Fecha.	71
Figura 26. Frecuencias de la recolección de las muestras por barrios, repartos, residenciales y multifamiliares.....	72
Figura 27. Frecuencia de velocidad de descarga por proveedor y Distritos.....	73
Figura 28. Frecuencia de velocidad de carga por proveedor y Distritos.....	74
Figura 29. Frecuencia de latencia por proveedor y Distritos.	75
Figura 30. Correlación entre velocidad de descarga con latencia por Distrito.....	76
Figura 31. Correlación entre velocidad de carga con latencia por Distrito.	77
Figura 32. Puntuaciones de los proveedores.	78

Tablas

Tabla 1. Comparación de datos técnicos entre GPRS y EDGE.	23
Tabla 2. Total de población del estudio.....	48
Tabla 3. Operacionalización de las Variables.	52
Tabla 4. Total de muestra por cada Distrito.	53
Tabla 5. Resultados medios por cada operador.....	54
Tabla 6. Correlaciones reproducidas para la compañía telefónica Claro.	109
Tabla 7. Correlaciones reproducidas para la compañía telefónica Movistar.	109

I. Introducción

La Telemática o Teleinformática juega un papel importante en la sociedad actual proporcionando a las personas la posibilidad de acceder a los sistemas de comunicación e información y permitiéndoles intercambiar información entre sistemas distantes. Estos sistemas están preparados para procesar y almacenar grandes cantidades de datos. La columna vertebral de la Telemática está constituida por las redes de transmisión datos. Se inició utilizando la Red Telefónica Conmutada (RTC). Estas redes de datos se diseñaron partiendo de la base que sólo iban a manejar este tipo de tráfico (bits), esto dio origen a lo que hoy se conocen como redes de conmutación de paquetes (Telefonica, 2000).

En Nicaragua la primera generación de telefonía celular surge en 1993. (Sequeira Corea, Ervin TELCOR, 2005). Desde el 2002 hasta el año 2006. ENITEL (Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones) introduce las tecnologías GSM-100 (Global Systemfor Mobile Communications) digital con servicios de voz y SMS (Short Message Service), GPRS un servicio que permitía a los usuarios acceder a la navegación WEB, WAP y mensajes multimedia (MMS), red EDGE (Enhanced Data Ratesfor GSM Evolution) que sustituye a GPRS (General Packet Radio Service) con mayor velocidad para transmitir los datos. En el 2008 Claro y Enitel anuncian que en Nicaragua se cuenta con la tecnología 3G. Desde ese momento Nicaragua se integra en la lista de países que cuenta con la tecnología de la tercera generación (La Prensa, 2008).

Las telecomunicaciones en Nicaragua han evolucionado en los últimos años, en el año 2011 habían 4.8 millones de usuarios de telefonía móvil, y del 2007 al 2011 más de 2.3 millones de nicaragüenses adquirieron un teléfono celular (TELCOR, 2012).

El municipio de León donde se llevó a cabo el presente estudio pertenece al departamento de León, en el nor-occidente del país, con las siguientes coordenadas geográficas:

- Entre los 12 grados 11'24" y los 12 grados 31' 12" de latitud Norte.
- Entre los 86 grados 41'26" y los 87 grados 07'08" de longitud Oeste.

La ubicación del municipio es estratégica ya que se localiza a 92 kilómetros de la ciudad capital, Managua, y en el trayecto de la Carretera Panamericana, aproximándose de forma rápida hacia puntos principales del Occidente del país, como es Puerto Corinto y la frontera Norte con la República de Honduras.

La Superficie total del municipio es de 82,019 Has. Ó 820.19 km², la que se distribuye así:

- Superficie Urbana: 2,091 Has. ó 20.91 Km² (2.55% del total).
- Superficie Rural: 79,928 Has. ó 799.28 Km² (97.45% del total) (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), 2011).

Desde la puesta en marcha, no se reportan estudios cuantitativos que permitan valorar el efecto del análisis del internet móvil 3G en los sectores de la zona urbana del municipio de León, Nicaragua. Situación que motiva esta investigación. El propósito de este trabajo es ofrecer información documentada que evidencie la calidad y la velocidad del servicio del internet móvil 3G en la zona urbana del municipio de León, en el periodo del 7 al 10 de Agosto del año 2013. Con la información facilitada por la Alcaldía Municipal de León se elaboró un instrumento donde se evalúan los parámetros que caracterizan el rendimiento del internet móvil 3G en barrios, repartos, residenciales y multifamiliares que forman parte de cada distrito (unidad básica de estudio). Se realizó un muestreo en dos etapas. La primera etapa consistió en seleccionar los puntos de evaluación bajo un muestreo estratificado con asignación proporcional, la segunda etapa se efectuó al elegir los puntos de cobertura (unidad muestral) bajo un muestreo aleatorio simple. Como herramienta de análisis de velocidades de descarga, carga y latencia se utilizó SpeedTest.net. Se desea probar si hay diferencias estadísticas significativas entre los servicios que prestan las empresas de telefonía Claro y Movistar. Se determinó cuáles son los puntos con mayor probabilidad de cobertura.

Con la expectativa de los resultados de este estudio se permitirá a los usuarios de este servicio discernir sobre la compañía que tiene mejor rendimiento del servicio del internet móvil 3G en dependencia de la ubicación territorial del mismo. Las metodologías de este trabajo se pueden replicar en zonas urbanas y rurales del país. Este análisis puede utilizarse como base para que las empresas proveedoras del servicio implementen y mejoren sus políticas de cobertura del internet móvil 3G.

El trabajo está estructurado en doce partes: En la primera sección se encuentra la introducción, en donde se presenta la finalidad de la realización de este estudio, así también la descripción del mismo. En la segunda los antecedentes; se detallan trabajos anteriores que describen el rendimiento del internet móvil 3G. En la tercera la justificación, en esta sección se menciona la importancia y el porqué del estudio. En la cuarta sección se describen los objetivos, se exponen los generales y los específicos. En el quinto apartado está el marco teórico. Se presentan algunas definiciones a utilizar. El sexto acápite describe el diseño metodológico y el material utilizado,

localización y recolección de datos. En el séptimo apartado se muestran los resultados. Se hace un análisis donde se presentan los principales resultados de las variables de estudio. En el octavo acápite se expresan las conclusiones, destacando los principales resultados del análisis del internet móvil 3G. En el noveno inciso se presentan las recomendaciones descrita en esta investigación. Se plantean algunos aspectos que se deberían considerar en el análisis del rendimiento del internet móvil 3G. En el décimo se encuentran los posibles trabajos futuros que se pueden realizar, se proyectan algunas aplicaciones para el seguimiento del estudio. En el undécimo se encuentra la Bibliografía consultada a lo largo de esta tesis. Por último de duodécimo, se encuentran los anexos se adjuntan las muestras realizadas en cada punto, Lista de los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares de la población urbana del municipio de León, Nicaragua, mapa geográfico de la zona urbana del municipio de León, Nicaragua.

II. Antecedentes

Este trabajo se enmarca dentro del contexto de la definición de la Tecnología 3G. En el año 2001 se dan los inicios de la tecnología 2.5G en Estados Unidos y Europa como paso previo a la 3G. En esta generación están incluidas aquellas tecnologías que permiten una mayor capacidad de transmisión de datos y que surgieron como paso previo a las tecnologías 3G.

En esta sección se presentan estudios en Nicaragua, España y América Latina sobre el internet móvil 3G. Estos sirven de base para el planteamiento del modelo a estimar en este trabajo. Se presenta un resumen donde se describen las técnicas de análisis y las principales conclusiones de los autores. Se destaca el valor añadido de estos estudios para este trabajo y su adecuación para el caso del municipio de León, Nicaragua.

Bandaancha.eu (2009), realizó un estudio en España donde analiza las capacidades técnicas para el acceso a Internet que tienen las redes de los operadores móviles en las principales ciudades españolas. El autor detalla la cobertura y tecnología utilizada por cada operador en cada ciudad. Así mismo se analiza el rendimiento de la conectividad a Internet, comprobando la velocidad de acceso y la latencia de la red. Bandaancha.eu concluye que la banda ancha móvil no puede competir en igualdad de condiciones con la conexión de internet fijo por su menor velocidad media y mayor latencia, aunque si supera ampliamente la velocidad de carga (BandaAncha.eu, 2009).

Hernán (2013) elaboró un reporte titulado “Los precios de la conectividad en América Latina y el Caribe, 2013”. El objetivo de esta investigación es analizar las características actuales y la evolución de la oferta de servicios de banda ancha en América Latina y el Caribe. Su principal fuente de datos es el relevamiento de precios que realiza anualmente el centro de tecnología y sociedad de la universidad de San Andrés del año 2010. El análisis se centra en dos características: el precio final (con impuestos) y la calidad publicitada, para lo cual se utilizó como indicadores la velocidad de descarga prometida por el operador. El autor concluye la oportunidad que representa la banda ancha móvil para expandir el acceso a la región. La comparación de precio respecto al acceso fijo de prestaciones similares se revela favorable a la banda ancha móvil (23 % menor costo de promedio regional) (Hernán Galperin, 2013).

Flores y Mariscal (2010) efectuaron una investigación de “Oportunidades y desafíos de la banda ancha móvil (2010)”. La telefonía ofreció el vehículo para que incluso los sectores de menores ingresos en países en desarrollo pudieran estar comunicado electrónicamente. Más aun, la población de bajos recursos puede usar equipos móviles pocos sofisticados para conectarse a Internet y acceder a noticias o información en

general. Sin embargo las capacidades de los equipos 2G actualmente utilizados por la mayoría de la población en el mundo no permiten búsquedas ni descargas de información compleja es decir no permiten un acceso pleno a los potenciales benéficos otorgado por el Internet. Es por ello que el acceso a banda ancha para la mayor parte de la población es un tema crucial. Con base a estos problemas, la investigación tiene como conclusiones que la banda ancha móvil y su posible trayectoria futura, es importante identificar la relación actual entre usuarios de Internet y la infraestructura existente., los acceso de banda ancha se están individualizando: se tiene cada vez más accesos privados, especialmente en los hogares y han perdido importancia relativa los centros comunitarios de acceso y otros accesos colectivos (negocios, oficinas, universidades, escuelas, etc.). La banda ancha móvil ofrece importantes oportunidades para el desarrollo pero también desafíos (Flores & Mariscal Avilés, 2010).

eNicaragua (Junio, 2007), efectuó un estudio de demanda para acceso a Internet en cabeceras municipales de Nicaragua. Este trabajo tiene como objeto recopilar información para el proyecto de Telecomunicaciones Rurales a través del cual se pretende llevar el servicio de Internet a dichas cabeceras municipales. El estudio está basado en el análisis de la disponibilidad de portadores de banda ancha en los municipios, cobertura por telefonía celular y la caracterización de los municipios y su variación. Donde se encontraron trece municipios que aún carecen de portadores de banda ancha y siete que son accesibles solamente vía satélite incluyendo tres municipios no investigados ya que el principal problema es la reestructuración de los servicios, no la disponibilidad de los portadores (eNicaragua(AIN), 2007).

En este trabajo se estimó un análisis cuantitativo que determina el rendimiento del internet móvil 3G en la zona urbana del municipio de León, Nicaragua, en el periodo del 07 al 10 de agosto del año 2013. Se toman en consideración los trabajos empíricos mencionados anteriormente que permitan valorar la variable independiente del análisis que permitirá estimar el rendimiento del internet móvil 3G.

III. Justificación

Debido al constante crecimiento de los usuarios que utilizan las tecnologías de Internet móvil 3G se ha hecho necesario estudiar los diferentes factores que influyen en los problemas que estos pueden presentar debido a su ubicación geográfica.

Cada día se incrementa más la demanda de acceso al servicio de Internet. Sin embargo la población del municipio de León cuenta con un servicio de Internet de ancho de banda fija limitado. Esto puede ser debido a un bajo recursos económico, falta infraestructura de las empresas que proveen el servicio de Internet o escasos puertos disponibles para dicha conexión.

Por la alternativa que presentan estas tecnologías a los usuarios del internet móvil vía 3G, es necesario estudiar la problemática añadida de este servicio. Al ser un medio compartido utiliza un recurso escaso como es el espectro radioeléctrico. Este se ve afectado por multitud de limitaciones (posición geográfica, cobertura limitada, falta total de cobertura, velocidad de transferencia de datos, etc.), lo que hace que la diferencia entre la velocidad teórica y la velocidad real que obtiene el usuario sea aún mayor que en la banda de ancha fija (BandaAncha.eu, 2009).

Para medir la calidad del servicio de la telefonía celular es necesario medir la diferencia entre la velocidad teórica y la real. Para estudiar la diferencia se debe tener un conocimiento general sobre las características y rendimiento del internet móvil 3G, analizaremos en la zona urbana del municipio de León, Nicaragua cómo es que se efectúa la conexión a Internet a través de las distintas compañías proveedoras del país (Movistar y Claro) y mediremos ciertos parámetros en cada una de ellas.

Con este estudio los usuarios de internet móvil serán capaces de conocer puntos en la zona urbana del municipio de León, Nicaragua, en los cuales la cobertura del internet móvil 3G presenta algunas limitaciones y en los que se recibe un servicio de calidad.

IV. Objetivos

4.1. Objetivo general:

Analizar el rendimiento del internet móvil 3G en la zona urbana del municipio de León – Nicaragua.

4.2. Objetivos específicos:

- Proponerla herramienta SpeedTest.net para el estudio de los diferentes parámetros del internet móvil 3G.
- Determinar los sectores de la zona urbana sin cobertura de internet móvil 3G en el municipio de León - Nicaragua.
- Indicar la compañía del servicio de internet móvil 3G que ofrece mejores prestaciones al usuario.
- Valorar el nivel de correlación entre los valores de las velocidades de descarga y carga con latencia.

V. Marco de Referencia

En esta sección se abordan los aspectos técnicos y teóricos necesarios para el desarrollo de la tesis. Se inicia definiendo el concepto de módem 3G y la evolución de este y las tecnologías empleadas. Se detallan los parámetros y herramientas que permiten medir el rendimiento del internet móvil 3G. Se describen las herramientas de muestreo aplicadas y los métodos estadísticos para el análisis de los datos.

5.1. ¿Qué es un módem 3G?

Un módem USB es un dispositivo que permite conectarse a Internet móvil enchufándolo a un puerto USB de un ordenador. En su interior alberga una tarjeta SIM (Subscriber Identity Module) del proveedor que da acceso a la red. Puede incluir también una tarjeta de memoria para funcionar como pendrive (BandaAncha.st, 2010).

5.2. Generaciones de móviles

En este acápite se describen las generaciones en la evolución de los sistemas móviles celulares, que en principio se pueden asociar a la técnica de multiacceso que se utiliza: FDMA, TDMA y CDMA, aunque no de una manera rigurosa, y su implicación con la movilidad se orienta a la manera de soportar cada vez más eficientemente las facilidades de handover (transferencia de una estación base a otra) y de roaming para el usuario.

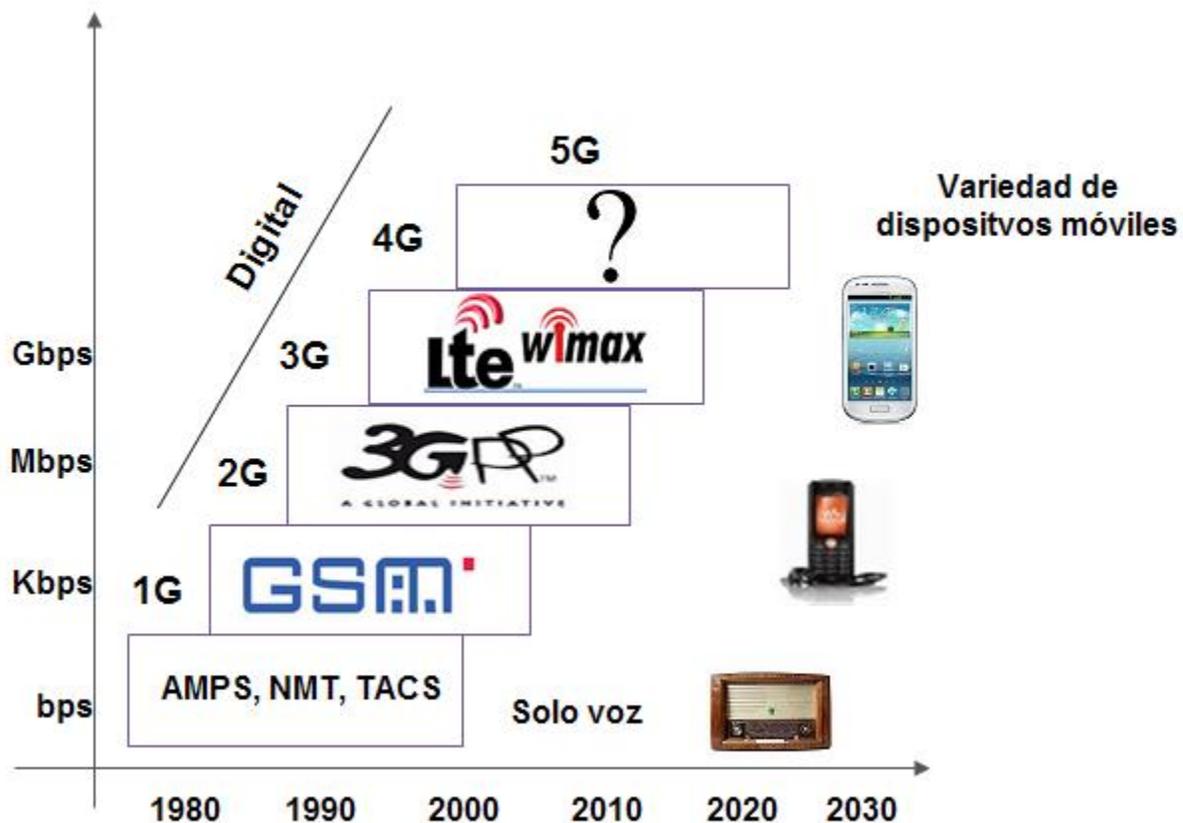


Figura 1. Generaciones de Sistemas Móviles.

5.2.1. Primera Generación

La primera generación, o sistemas analógicos como NMT, TACS y AMPS fueron concebidos inicialmente para transmisión de voz. En cuanto a movilidad del usuario le permiten la transferencia de célula o handover con tiempos de conmutación menores de 500 milisegundos, presentándose interrupciones tan pequeñas para transmisión de voz que no afectan a la conversación. El proceso de transferencia de célula lo lidera el centro de conmutación móvil MSC (Mobile Switching Center) con el esquema de handover controlado por la red NCHO (Network Control HandOver). Las medidas de señal las realiza la estación base (BTS) y se transmiten al MSC, donde residen los mecanismos en los que se fundamenta el traspaso, lo que ocasiona una gran carga de tráfico.

Adicionalmente, la facilidad de "registro", le permiten al sistema conocer la ubicación del móvil en todo momento dentro de la zona de cobertura. Este tipo de sistemas analógicos no es posible la interconexión entre sistemas de diferentes proveedores del servicio, como consecuencia no existe la posibilidad de roaming, lo que representa para el usuario limitación en su movilidad por no gozar de la facilidad de seguimiento internacional (Huidobro, 2012).

5.2.2. Segunda Generación

La segunda generación, o sistemas digitales como D-AMPS, GSM y PDC, son sistemas orientados a soportar, además de la voz, los mensajes cortos (SMS) y la transmisión de datos, por lo que se espera que los retardos durante la transferencia de células sean tan cortos que no ocasionen interrupciones en la comunicación. Ya sea en el modo de envío en ráfagas de un sistema con técnicas TDMA o en el modo de contención de dos canales lógicos durante la transferencia, en sistemas con técnicas CDMA. La digitalización establece diferencias importantes en cuanto a movilidad sobre los sistemas analógicos, pues la introducción de plataformas de conmutación digital y el concepto de redes inteligentes brinda movilidad entre celdas con transferencia liderada por la estación móvil bajo el esquema de handover asistido por el móvil MAHO (Mobile Assisted HandOver), que toma como base las medidas realizadas por la estación base (canal ascendente), a las que se añaden las medidas realizadas por el propio terminal en el enlace descendente ya que ambos no son simétricos (Huidobro, 2012).

5.2.3. Generación 2.5

La generación 2.5 se suele hablar de una generación intermedia entre la 2G y la 3G, que incluye, básicamente, a GPRS (General Packet Radio Service), que se diseñó como una tecnología para transferir paquetes utilizando la interfaz radio de GSM, y a EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) que ofrece unas mejores prestaciones que GPRS. Para ello se requieren ciertos cambios tanto a nivel software como hardware en la red existente, así como la introducción de algunos elementos nuevos. Así se superpone al sistema GSM una red de transporte IP (IP BackBone) que trabaja en paralelo al núcleo clásico de GSM y cuya función es realizar la conmutación de paquetes y las conexiones a Internet y otras redes de datos por paquetes (Huidobro, 2012).

5.2.4. Tercera Generación

La tercera generación, donde GSM, TDMA y CDMA evolucionan con GPRS y EDGE hacia UMTS, HSPA, HSDPA+ y cdma2000. La preocupación por su desarrollo

tecnológico estriba en universalizar los servicios junto a las redes que los soportan (Soporte de roaming internacional), estandarizar el terminal de usuario integrado en una sola unidad multifuncional, portátil (de bajo peso y batería de larga duración), optimizarla cobertura de grandes áreas geográficas y atender demandas específicas, adoptando para ello una arquitectura con células de distinto tamaño (macro, micro y pico).

En CDMA (Code Division Multiple Access), la técnica empleada en UMTS (WCDMA), no hay traspaso MAHO entre frecuencias, ya que todo los móviles utilizan la misma, lo que hace imposible el uso de estructuras jerarquizadas de células con distintas frecuencias, esto provoca ciertas dificultades y lo que se hace es un control en potencia. El traspaso es blando, ya que cuando un terminal móvil sobrepasa el nivel de potencia del borde de una célula debe ajustar su potencia en la nueva célula para no interferir. Para entender mejor este proceso hay que saber que la potencia es función de la distancia del terminal a la estación base; así, cuando más alejado mayor nivel de potencia, y si el móvil está en el borde de una macrocélula (potencia alta) se aproxima a una microcélula (potencia baja), debe cambiar su nivel de emisión para no causar una interferencia que distorsione la comunicación (Huidobro, 2012).

5.2.5. Cuarta Generación

La cuarta generación de la que LTE (Long Term Evolution) y, en menor medida WiMAX son sus máximos exponentes, permite una gran velocidad de datos, pudiendo llegar incluso en el futuro hasta 1 Gbit/s. LTE es una tecnología definida por el 3GPP (3 Generation Partnership Project), donde participan los principales operadores y fabricantes para definir los estándares. Por su parte WiMAX es un sistema de comunicación digital inalámbrico definido en el estándar IEEE 802.16 para redes de área metropolitana que proveen comunicaciones de banda ancha con cobertura amplia. En su caso, el estándar 802.16m, conocido como WiMAX móvil, es el que se emplearía para servicios de 4G, no los otros, que son más bien para conexiones punto a punto (Huidobro, 2012).

5.3. Banda Ancha

La banda ancha no se refiere a una velocidad determinada ni a un servicio específico. Combina la capacidad de conexión (anchura de banda), y la velocidad. La recomendación 1.113 del sector de normalización de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) define, la banda ancha como una “capacidad de transmisión más rápida que la velocidad primaria de la red digital de servicios integrados (RDSI) a 1.5 o 2.0 megabits por segundo (Mbit/s)” (Unión Internacional de Telecomunicaciones, s.f.).

5.4. Tecnologías usadas por 3G

A continuación se describe las tecnologías usadas para la conexión a internet móvil 3G

- EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution)
- UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)
- HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)

5.4.1. EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution)

Es una tecnología de la telefonía móvil celular, que actúa como puente entre las redes 2G y 3G. EDGE se considera una evolución del GPRS (General Packet Radio Service). Esta tecnología funciona con redes GSM. Aunque EDGE funciona con cualquier GSM que tenga implementado GPRS, el operador debe implementar las actualizaciones necesarias, además no todos los teléfonos móviles soportan esta tecnología.

GPRS y EDGE tienen diferentes protocolos y diferentes funcionamientos en la parte correspondiente al sistema de estación base. Sin embargo, sobre la parte correspondiente a la red central, GPRS y EDGE comparten los mismos protocolos de manejo de paquetes y por lo tanto, funcionan de la misma manera. La reutilización de la infraestructura del núcleo GPRS existente (nodo gateway soporte del servicio GPRS /nodo servidor soporte del servicio GPRS) remarca el hecho de que EDGE es solo un “agregado” a la estación base y, por lo tanto, es mucho más simple de introducir que el propio GPRS.

Además de mejorar el rendimiento por cada usuario de datos, EDGE también aumenta la capacidad. Con EDGE, el mismo intervalo de tiempo puede soportar más usuarios. Esto disminuye el número de recursos de radio requeridos para soportar el mismo tráfico, liberando entonces la capacidad para más servicios de datos o de voz. EDGE facilita la coexistencia de tráfico de conmutación de circuitos y de paquetes y hace un uso eficiente de los mismos recursos de radio. Por lo tanto, en redes con planificaciones muy ajustadas y con espectro limitado, EDGE puede ser también visto como un elevador de la capacidad para el tráfico de datos.

En la Tabla 1 se comparan los datos técnicos básicos de GPRS y EDGE. A pesar de que GPRS y EDGE comparten la misma velocidad de símbolo, tienen diferentes velocidades de modulación de bit. EDGE puede transmitir tres veces más bits que GPRS durante el mismo periodo de tiempo, lo que es principal razón para las mayores velocidades alcanzadas por EDGE.

Tabla 1. Comparación de datos técnicos entre GPRS y EDGE.

	GPRS	EDGE
Modulación	GSMK	8-PSK/GSMK
Velocidad de símbolo	270 ksimb/s	270 ksimb/s
Velocidad de modulación de bit	270 kbit/s	810 kbit/s
Velocidad de datos de radio por intervalo de tiempo	22,8 kbit/s	69,2 kbit/s
Velocidad de datos de usuario por intervalo de tiempo	20 kbit/s (CS4)	59,2 kbit/s (MCS9)
Velocidad de datos de usuario (8 intervalos de tiempo)	160 kbit/s	473,6 kbit/s (553,6 Kbit/s)

En EDGE, frecuentemente, se menciona la velocidad de datos de 384 kbit/s. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) ha definido esta velocidad como el límite de velocidad de datos requeridas por un servicio que cumple con la norma IMT-2000 en un ambiente peatonal (Huidobro, 2012).

5.4.2. UMTS (Universel Mobile Telecommunications System)

Como se ha visto, GSM fue el primer Sistema de telefonía celular especificado por el organismo de estandarización europeo ETSI (European Telecommunications Standards Institute) para permitir la interoperabilidad de los sistemas en la Unión Europea (entonces Comunidad Económica Europea). Sin embargo, su éxito traspasó las fronteras europeas y mostró al resto del mundo los grandes beneficios de tener un sistema estandarizado a nivel global; de ahí su importancia. Con esta idea, nacería más tarde la siguiente generación de sistemas celulares: el UMTS (tecnología 3G, heredera de los sistemas 2G basados en GSM). Su nacimiento se produjo en el seno de una nueva organización de estandarización, el 3GPP (Third Generation Partnership Project), que agrupaban no solo a los países europeos, sino también a países de otros continentes (a través de sus respectivos organismos de estandarización).

UMTS nacería como el primer sistema de comunicaciones celulares diseñado para servicios multimedia. La video llamada es uno de los servicios que se preveía que tendría una gran demanda en los sistemas UMTS, junto con el acceso a Internet y los servicios de datos de banda ancha (Huidobro, 2012).

Características Técnicas de UMTS

- Estándar a nivel mundial.
- Capacidad de creación y gestión de servicios personalizados.
- Tasas binarias interfaz radio de 144 Kbit/s a 2 Mbit/s.
- Soporte de servicios multimedia.
- Calidad de servicio en red móvil comparable con red fija.
- Mejora de la seguridad
- Integración de la red terrestre y de satélite.
- Nueva arquitectura modular y flexible.

Arquitectura de UMTS

UMTS utiliza la misma red central (CN) de GSM, pero con una interfaz de radio completamente diferente el principal cambio con respecto a GSM, junto con la introducción de QoS. La nueva red de radio se llama UTRAN, que significa UMTS Terrestrial Radio Acces Network. La arquitectura básica de una red UMTS está compuesta por sus tres partes fundamentales: los equipos de usuarios, la red de acceso y el núcleo de red, elementos que se muestran en la Figura 2.

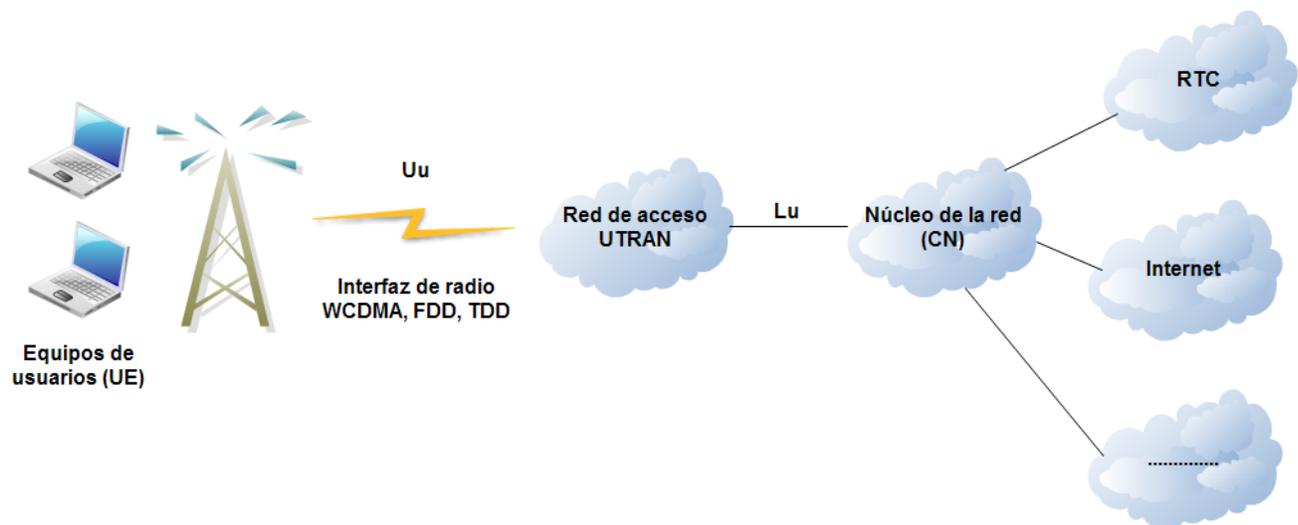


Figura 2. Arquitectura de Red UMTS.

Los equipos de usuarios acceden a la red a través de la interfaz de radio (Uu), basada en WCDMA. La red de acceso de radio (UTRAN) se encarga de transportar el tráfico de usuario (voz, datos, señalización, móvil-red), hasta el núcleo de red (CN, Core

Network), con lo que se comunica a través de interfaz de Lu. Dentro del núcleo de red se encuentran los recursos de conmutación y transmisión necesarios para completar el trayecto de la comunicación hacia el abonado remoto, este abonado remoto puede pertenecer o no a la red UMTS.

Red de acceso radio (UTRAN)

Desarrollada para obtener altas velocidades de transmisión. La red de acceso radio proporciona la conexión entre los terminales móviles y el Core Network. En UMTS recibe el nombre de UTRAN (Acceso Universal Radioeléctrico Terrestre) y se compone de una serie de subsistemas de redes de radio (RNS) que son el modo de comunicación de la red UMTS. Un RNS es responsable de los recursos y de la transmisión / recepción en un conjunto de celdas y está compuesto de un RNC y uno o varios nodos B. Los nodos B son los elementos de la red que se corresponden con las estaciones base (BTS) de GSM. El Controlador de la red de radio (RNC) es responsable de todo el control de los recursos lógicos de una BTS (Estación Base Transmisora), denominada “Nodo B” en UMTS (Huidobro, 2012).

En la Figura 3 pueden observarse los elementos que la componen y los interfaces definidos entre ellos.

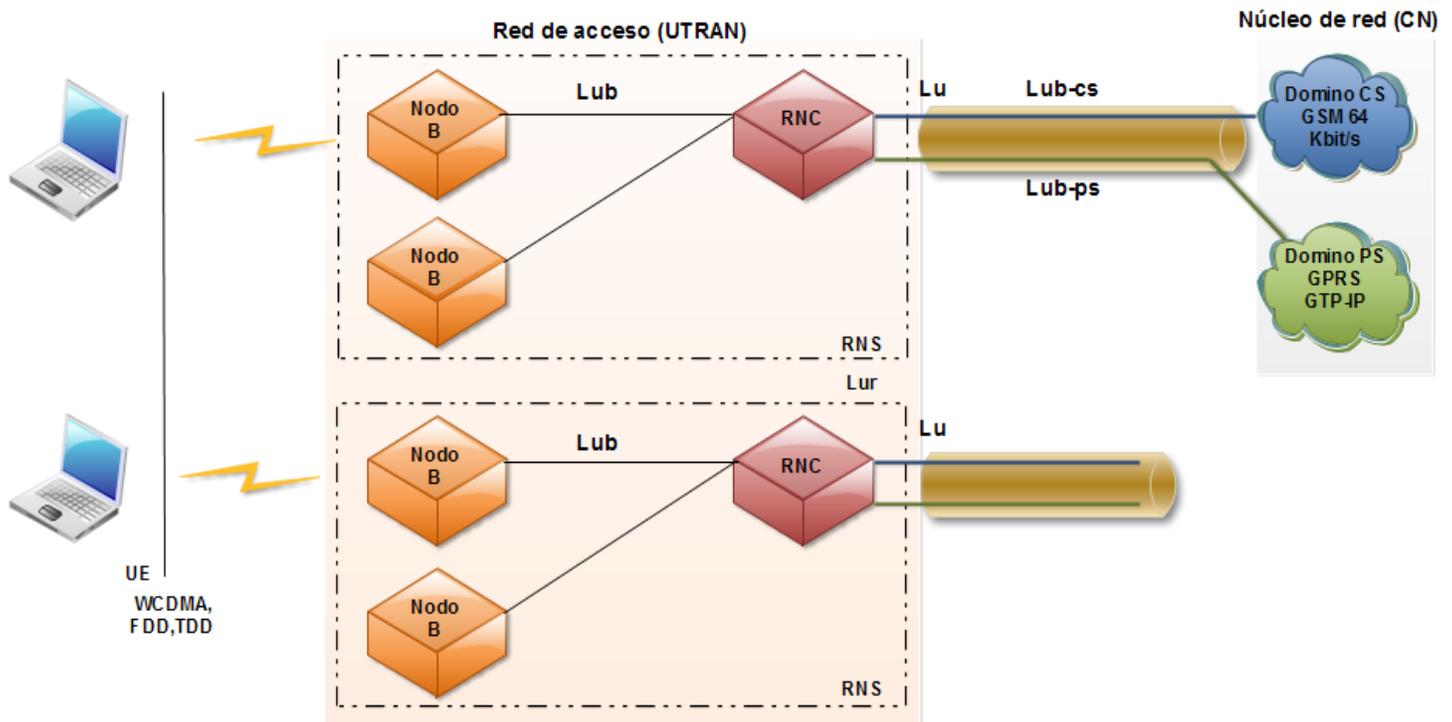


Figura 3. Arquitectura de Red UTRAN.

La red de acceso en UMTS consta de uno o más subsistemas RNS (Radio Network Subsystem). Cada RNS cubre un conjunto de células UMTS, siendo este el responsable de la gestión de los recursos asociados a ellas. Un RNS está formado por un controlador RNC (Radio Network Controller) y un conjunto de estaciones base (Nodos B).

Dentro de la red de radio se especifican tres tipos de interfaces:

- **Interfaz lub:** es la interfaz entre los nodos B y el RNC, que permite el transporte de las tramas radio desde el UE hasta el RNC. Utiliza para ello, el protocolo NBAP de señalización.
- **Interfaz lu:** Fundamentalmente, los enlaces correspondientes a esta interfaz (en cualquiera de sus modalidades, lu-CS e lu-PS), que se extienden entre el RNC y el UMS, y entre el RNC y el SGNS, se soportan sobre fibra óptica

y están basados en enlaces punto-punto síncronos STM-1. De acuerdo con la arquitectura general de UMTS, la interfaz lu define las características de la unión entre la parte de acceso radio (UTRAN) y la parte de tránsito (núcleo de red).

Desde el punto de vista lógico la interfaz se divide en dos dominios: lu-CS que transporta la información de voz que interactúan con las centrales de conmutación de circuitos (MSC 2G/3G), e lu-PS con la información de datos destinada a los equipos de procesamiento SGSN y GGSN.

- **Interfaz lur:** la interfaz lur se extiende entre dos RNC dentro de UTRAN. La solución más empleada para ella consiste en una interfaz punto a punto lógica multiplexada físicamente en la interfaz lu (típicamente es STM-1 adicional, a través de la interfaz lu).

La interfaz lur proporciona la capacidad para soportar la movilidad de la interfaz radio entre RNC (subsistemas de red de radio de equipos que tienen conexión con UTRAN) (Huidobro, 2012).

Núcleo de red (Core Network)

El núcleo de red (core) incorpora funciones de transporte y de inteligencia. Las primeras soportan el transporte de la información de tráfico y señalización, incluida la conmutación. El encaminamiento reside en las funciones de inteligencia, que comprenden prestaciones como la lógica y el control de ciertos servicios ofrecidos a través de una serie de interfaces bien definidas; también incluyen la gestión de la movilidad. A través del núcleo de red, el UMTS se conecta con otras redes de telecomunicaciones, de forma que resulte posible la comunicación no sólo entre usuarios móviles UMTS, sino también con los que se encuentran conectados a otras redes (Huidobro, 2012).

UE (User Equipment)

Se compone del terminal móvil y su módulo de identidad de servicios de usuarios/suscriptor (USIM) equivalente a la tarjeta SIM del teléfono móvil.

Los equipos de usuarios acceden a la red a través de la interfaz de radio (Uu), basada en WCDMA. La red de acceso de radio (UTRAN) se encarga de transportar el tráfico de usuarios (voz, datos señalización móvil-red, etc.) hasta el núcleo de red (CN, Core Network), con el que se comunica a través de la interfaz Lu. Dentro del núcleo de red se encuentran los recursos de conmutación y transmisión necesarios para completar el

trayecto de la comunicación hacia el abonado remoto, que puede pertenecer o no a la red UMTS (Huidobro, 2012).

5.4.3. HSDPA (High Speed Downlink Packet Access).

HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), al igual que UMTS se pensó en su momento para ser utilizada como acceso a la red celular de alta velocidad en dispositivos móviles (teléfonos móviles, PDA, etc.), con el fin de facilitar el uso en estos de contenido multimedia (sobre todo vídeo bajo demanda) a través de estas redes y dar soporte al sistema de videoconferencias en estos dispositivos, pero la mayor privacidad, cobertura (en zonas donde la haya, evidentemente), movilidad y falta de dependencia de redes basadas en transmisión física (cable, línea telefónica o fibra óptica) la han convertido en una conexión ideal para ordenadores portátiles y, sobre todo, para la nueva generación de netbooks, ordenadores portátiles de tamaño y peso muy reducido y una autonomía bastante amplia. Debido al incremento en la velocidad, los operadores pueden ofrecer una serie de servicios añadidos (valor añadido a la línea), como el ya citado de videoconferencia, imágenes (TV o vídeo) a pantalla completa e incluso juegos online multijugador. Fue incorporado en la Release 5 del 3GPP (Huidobro, 2012).

Características técnicas de HSDPA

En cuanto a las principales características técnicas de HSDPA estas se presentan a continuación:

a) Canal de transporte (HS-DSCH)

El objetivo de HSDPA es ser una solución que permita una alta tasa de datos en el enlace descendente entre BS y UE. Para ello utiliza un nuevo canal de transporte denominado High Speed-Down Link Shared CHannel (HS-DSCH) o canal compartido de enlace descendente de alta velocidad. Este canal es semejante al canal de DSCH del WCDMA y permite que los recursos puedan ser compartidos por todos los usuarios de un mismo sector.

b) Despacho Rápido (fast scheduling)

Para cada intervalo de tiempo de transmisión (Subtrama de 2ms) scheduler determina para qué equipamiento/s del usuario el HS-DSCH debe ser transmitido y, juntamente con el AMC descrito a continuación a que tasa de datos.

Además de una menor granularidad con la subtrama de 2ms, un cambio importante para mejorar la optimización de los recursos en el HSDPA fue la transferencia de la función de scheduler del RNC para la BS. De esta forma de acuerdo con la calidad del canal el scheduler puede monitorear más rápidamente las condiciones del canal del UE y adaptar la ubicación de la tasa de datos.

c) Adaptive Modulation and Coding (AMC)

HSDPA utiliza un esquema de modulación y codificación adaptativa (AMC), de modo que consigue tasas de datos más alta para usuarios con el canal en las condiciones más favorables (por ejemplo, próximos a los BTS).

Basándose en la calidad del canal monitoreado por el equipamiento del usuario se optimizan las siguientes características:

- Modulación: QPSK o 16 QAM.
- Tasa de código efectiva de canal (Code Rate): $1/4$ a $3/4$
- Número de códigos empleados: 1 al 15.
- Latencia transmitida por código.

La máxima tasa de datos de pico (14,4 Mbit/s) sería alcanzada teóricamente con modulación 16 QAM, code rate igual a 1 y el empleo de 15 códigos simultáneos.

d) Mecanismo de retransmisión de mensajes en caso de error

HSDPA procura también disminuir el tiempo de atraso en la comunicación debido a la retransmisión de mensaje en caso de error, y mejora de esta forma el tiempo de latencia (latency) observado por el usuario.

Para ello fue seleccionado un mecanismo híbrido de requisición y repetición automática (Hybrid-ARQ) con un protocolo para espera (SAW). Esta funcionalidad pasó a ser terminada en la estación base (BS) y no más en el RNC (Huidobro, 2012).

5.4.4. HSUPA (High Speed Uplink Packet Access)

HSUPA (High Speed Uplink Packed Access) o acceso ascendente de paquetes de alta velocidad es un protocolo de acceso de datos para redes de telefonía móvil con alta tasa de transferencia de carga (de hasta 7,2 Mbit/s). Calificado como generación 3.75G ó 3.5G Plus, es una evolución de HSDPA, nombrada popularmente como 3.5G. La solución HSUPA potencia la conexión de carga UMTS/WCDMA (3G).

HSUPA está definido en la Release 6, estándar publicado por el 3GPP como una tecnología que ofrece una mejora sustancial en la velocidad para el tramo de carga, desde el terminal hacia la red. HSDPA y HSUPA ofrecen altas prestaciones de voz y datos, y permitirán la creación de un gran mercado de servicios IP multimedia móvil (Huidobro, 2012).

5.5. Parámetros de estudio

A continuación se describen los parámetros indicadores del internet móvil 3G que nos permiten comparar las prestaciones ofrecidas por los diferentes operadores, para que el usuario compruebe la fiabilidad del servicio contratado; estos son:

- Velocidad de descarga.
- Velocidad de carga.
- Latencia.

- **Velocidad de descarga**

Se trata de la velocidad media obtenida al descargar un fichero. Esta magnitud siempre es inferior a la máxima puesto que incluye el tiempo de arranque de la comunicación, también llamado slowstart (utilizado por el protocolo de nivel de transporte TCP), periodo inicial que puede durar entre medio y varios segundos, durante el cual la velocidad se va incrementando progresivamente hasta alcanzar su valor normal de funcionamiento.

- **Velocidad de carga**

Velocidad media obtenida al enviar información desde el ordenador cliente a un servidor de Internet.

- **Latencia**

Expresa el retardo que se produce al enviar una petición a la red y recibir su respuesta. Influye la tecnología 3G utilizada (WCDMA, HSDPA o HSPA), el tipo de enlace y distancia de la estación base con la red troncal de la operadora y la saturación de la red (BandaAncha.eu, 2009).

5.6. Elección de la herramienta de medición de velocidad para la realización del estudio

Se decidió utilizar la herramienta de análisis SpeedTest.net para la implementación del estudio en la zona urbana del municipio de León por las siguientes razones:

- Permite medir la velocidad de carga y descarga de acuerdo a factores como la ubicación y distancia del servidor.
- Integra utilidades como Ping y Tracert.
- Presenta los datos de forma gráfica y coherente.
- Se pueden obtener los resultados en un archivo que se carga desde el servidor que está conectado en línea desde un script.
- Si una página esta caída, SpeedTest espera todo lo que sea posible antes de reportar un error tras lo cual sería lógico determinar si se trata solamente de un

caso aislado, o ha surgido algún problema con la conectividad (SpeedTest.net, s.f.).

Con las siguientes imágenes capturadas en el momento de la realización de una de las pruebas se pueden apreciar los siguientes datos:

- La comparación de descarga.
- Comparación de carga y comparación de servidores.
- Tabla con los valores de estudio.
- Distancia del servidor y la dirección pública que nos da el proveedor de Internet.

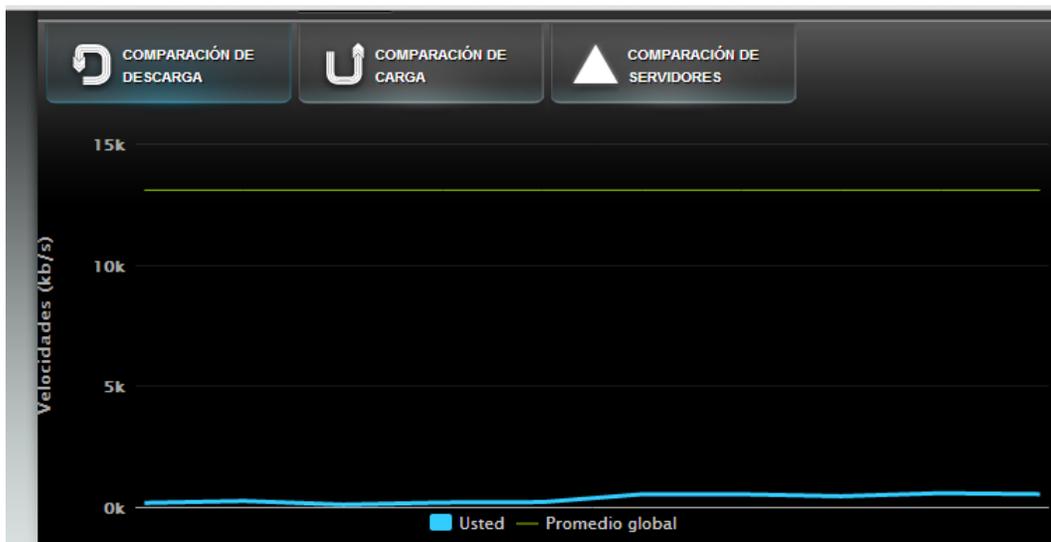


Figura 4. Tendencia de velocidades de descarga de todas las pruebas realizadas en el edificio Central UNAN-León.

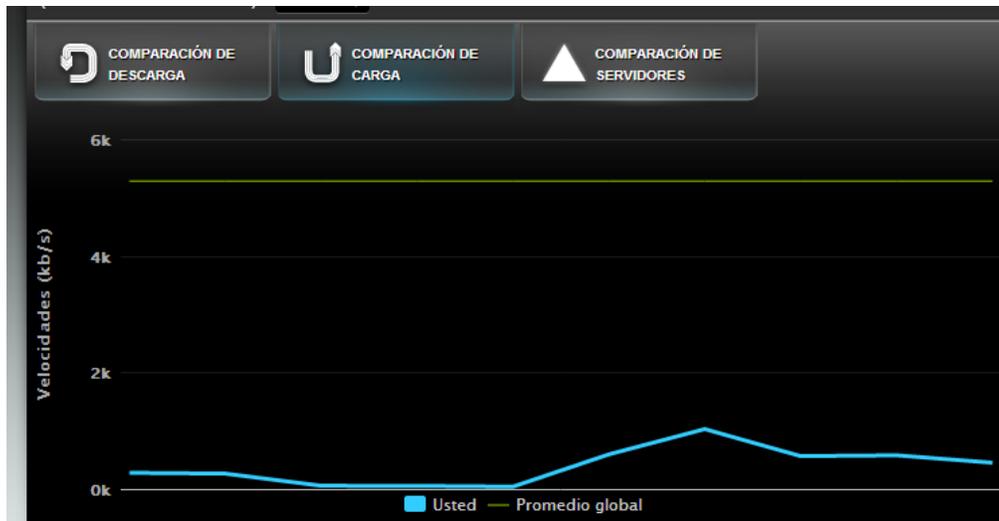


Figura 5. Tendencias de velocidades en Kbit/s de carga de todas las pruebas realizada.

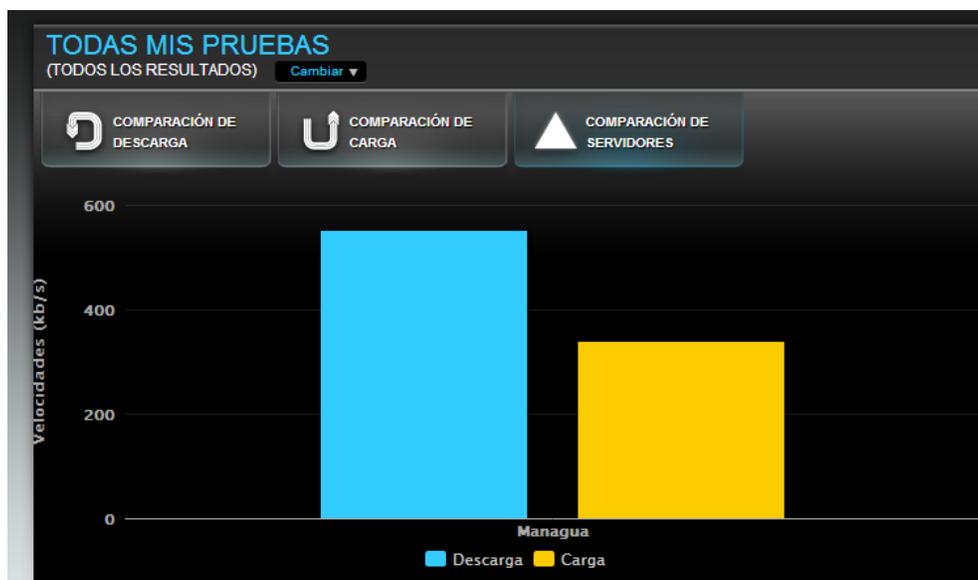


Figura 6. Tendencia de carga y descarga de velocidades en Kbit/s en el servidor ubicado en Managua.

	Fecha	Dirección IP	Descarga	Carga	Latencia	Servidor	Distancia	Compartir
	17.03.2013 19:40 GMT	190.106.55.254	566 kb/s	577 kb/s	116 ms	Managua	< 50 km	Imagen
	17.03.2013 19:41 GMT	190.106.55.254	527 kb/s	449 kb/s	115 ms	Managua	< 50 km	Imagen
	17.03.2013 19:39 GMT	190.106.55.254	519 kb/s	1027 kb/s	112 ms	Managua	< 50 km	Imagen
	17.03.2013 19:39 GMT	190.106.55.254	517 kb/s	592 kb/s	121 ms	Managua	< 50 km	Imagen
	17.03.2013 19:40 GMT	190.106.55.254	440 kb/s	563 kb/s	101 ms	Managua	< 50 km	Imagen
	17.03.2013 19:19 GMT	186.77.136.172	242 kb/s	264 kb/s	248 ms	Managua	< 50 km	Imagen
	17.03.2013 19:25 GMT	186.77.136.172	195 kb/s	40 kb/s	201 ms	Managua	< 50 km	Imagen
	17.03.2013 19:22 GMT	186.77.136.172	181 kb/s	54 kb/s	188 ms	Managua	< 50 km	Imagen
	17.03.2013 19:18 GMT	186.77.136.172	164 kb/s	276 kb/s	260 ms	Managua	< 50 km	Imagen
	17.03.2013 19:21 GMT	186.77.136.172	94 kb/s	55 kb/s	257 ms	Managua	< 50 km	Imagen

Figura 7. Resultados obtenidos en los distintos campos de la herramienta SpeedTest.net.

5.7. Herramienta de medición de rendimiento de Internet

En este apartado se indica la herramienta de medición que se utilizó para el análisis de las variables (velocidad de descarga, velocidad de carga y latencia). Así como las características, funcionamiento y metodología.

Se pueden encontrar diversas herramientas para la realización de un test de velocidad como las que se pueden observar en el anexo 6.

5.7.1. SpeedTest.net

SpeedTest.net es una herramienta de análisis de velocidad de banda ancha, con servidores ubicados a nivel global, que permite a cualquiera probar su conexión a Internet, por ejemplo: saber la velocidad de carga y descarga de Buenos Aires a los Ángeles. Desarrollado por Ookla (Ookla Net Metrics, una empresa estadounidense de servicios de diagnóstico de Internet) ofrece este servicio de forma gratuita.

Con más de 50 millones de pruebas realizadas cada mes, SpeedTest.net es el estándar mundial en pruebas de conexión a Internet. Disponible desde la Web y en plataformas móviles iPhone y Android, los datos recopilados sirven como base para el sitio de incomparables estadísticas de banda ancha Net Index, donde puede rastrear la velocidad de banda ancha por país o especificar las estadísticas según lugares muy puntuales (SpeedTest.net, s.f.).

5.7.2. Funcionamiento de la herramienta SpeedTest.net

- a. Antes de pulsar el botón se busca la dirección IP en una base de datos GeoIP para determinar su ubicación aproximada para centrarlo en un mapa y para saber los servidores cercanos y poder cargar una lista de servidores.
- b. Cuando se carga el mapa y los azulejos adecuados, una vez que se pulse iniciar prueba se toma la ubicación de la persona que está haciendo uso del test y se determinan hasta cinco servidores cercanos (utilizando la geometría esférica).
- c. Posteriormente el usuario hace ping a los servidores cercanos y se elige el servidor con el resultado más bajo lo que significa que tuvo menor tiempo de respuesta. Este es el servidor que está “más cercano” en la red, y generalmente proporciona los resultados en el menor tiempo.
- d. A continuación, puede comenzar el proceso de prueba completo: la medición de su ping, la velocidad de descarga y velocidad de carga (SpeedTest.net, s.f.).

5.7.3. Metodología de la prueba del test de velocidad

SpeedTest.net opera completamente a través de HTTP para una máxima compatibilidad. Este test pone a prueba la velocidad de descarga, la velocidad de carga y latencia o ping.

- **Latencia (Ping)**

Esta prueba envía peticiones HTTP al servidor seleccionado, y mide el tiempo que se tarda en obtener una respuesta.

- **Velocidad de descarga**

- 1) El computador descarga pequeños archivos binarios desde el servidor web hacia el cliente (navegador web) y se mide esa descarga para estimar la velocidad de conexión.
- 2) Basados en estos resultados, se elige la cantidad de datos a descargar para la prueba real. El objetivo es elegir la cantidad de datos a descargarse en el computador en 10 segundos, asegurando que esta cantidad sea suficiente para obtener un resultado exacto.
- 3) Se previene el uso de datos en caché generando cadenas aleatorias en cada descarga.
- 4) Una vez que comience la descarga, se utiliza hasta cuatro hilos HTTP para saturar la conexión y obtener una medición aproximada a las condiciones de trabajo reales.
- 5) Se reciben hasta 30 muestras de rendimiento por segundo.
- 6) Estas muestras son divididas en 20 partes, representando cada parte el 5% del total de las muestras.
- 7) El 10% más rápido y el 30% más lento de las partes que contienen las muestras, son descartadas.
- 8) Las partes restantes se promedian para obtener el resultado final.

Puesto que se están midiendo los datos transportados a través de HTTP (a través de una herramienta desarrollada con Flash), existen algunos factores que pueden afectar la velocidad: sobrecarga potencial del protocolo y la transferencia de datos a bajo nivel, y rendimiento fugaz debido al uso de la CPU. Estos factores nos conducen a eliminar (u obviar) 10% de la parte superior y 10% de la parte inferior de los grupos como valores atípicos.

Adicionalmente, se mantiene la prueba de acceso predeterminada de corta duración para experiencia del usuario. Debido a que la prueba es más corta, el período de inicialización puede tomar una parte significativa del comienzo de la prueba, que nos llevará a eliminar otro 20% de los grupos inferiores de los resultados.

- **Test de carga**

- 1) Se genera una pequeña cantidad de datos aleatorios en el cliente y se envía al servidor web para estimar la velocidad de conexión.
- 2) Basados en estos resultados, se selecciona apropiadamente el tamaño de datos aleatorios a generar para la carga.
- 3) A continuación se realiza la prueba de carga en fragmentos de datos de igual tamaño, enviado al script-servidor mediante el método POST.
- 4) Se utilizan hasta 4 hilos HTTP para saturar la conexión.
- 5) Los fragmentos de datos son ordenados según la velocidad de carga, y la mitad más rápidos se promedia para eliminar anomalías y determinar el resultado (SpeedTest.net, s.f.).

Decidir el Número de Hilos

SpeedTest.net usa un máximo de 4 hilos HTTP durante las pruebas de carga y descarga. Sin embargo sólo se utilizarán más de dos hilos si estos son necesarios para medir con precisión la velocidad, así como para minimizar el efecto de sobrecarga de conexiones HTTP lentas. Si la velocidad de conexión es al menos de 4 Mbit/s, una vez hechas las pruebas previas, SpeedTest.net usa cuatro hilos, de lo contrario se utilizarán dos hilos.

Sin embargo, existe una limitación en los navegadores antiguos: en Internet Explorer 7 y versiones anteriores (al igual que en Firefox 2 y versiones anteriores), el navegador se ajusta a la especificación HTTP de sólo dos hilos por host. Para navegadores antiguos con el fin de ampliar a cuatro hilos se debe abrir el tercer y cuarto hilo hacia una URL secundaria proporcionada por el host que apunta al mismo servidor. De esta manera se puede evitar las limitaciones de los navegadores antiguos y se pueden medir conexiones de mayor velocidad con precisión. La mayor parte de nuestros host tienen un URL secundaria trabajando, pero si se está probando desde un navegador antiguo a un host que no la tiene, SpeedTest.net se limitará a dos hilos como máximo. Esta es una de las razones por las que se recomienda el uso de navegadores actualizados (SpeedTest.net, s.f.).

5.8. Características de los módem 3G

En este acápite se describen las características de los módem USB 3G utilizados para la realización del estudio de la zona urbana del municipio de León, Nicaragua.

5.8.1. Características del módem 3G Huawei E303 de la compañía telefónica Claro

Las características que presenta un modem 3G Huawei E303 Claro son las que se presentan a continuación:

- Network band: 3G HSPA / HSUPA / HSDPA / HSPA / UMTS (WCDMA)-2100MHz.
- 2G GSM/GPRS/EDGE-850/900/1800/1900MHz.
- Data Speed Downlink Speed: 7.2Mbit/s.
- Uplink Speed: 5.76Mbit/s.
- Micro SD Memory Card Slot.

5.8.2. Características del módem 3G de la compañía telefónica Movistar

Las características que presenta un módem 3G Huawei son las que se presentan a continuación:

- GPRS GSM 850 / 900 / 1800 / 1900
- HSDPA - UMTS 850 / 1900
- Dimensiones: 93 x 28,8 x 12,9 mm. Peso 37grs.
- Sistemas operativos soportados: Windows XP, Vista, Seven, y MAC.
- Receptor de TV Digital
- Formato pen-drive
- GPRS. EDGE.
- Instalación plug&play (automática).
- Conectividad por cable USB
- Memoria externa tipo Micro SD extensible hasta 4 GB.
- Voz: NO / SMS: SI.
- Exclusivo para Internet Móvil.
- Origen: China
- Kit de venta: Cable USB y Guía de usuario.

5.9. Compañías que ofrecen el servicio de Internet móvil 3G analizadas en el estudio

A continuación se detallan las compañías telefónicas que prestan el servicio del Internet móvil 3G, en el municipio de León, Nicaragua.

- Compañía telefónica Movistar.
- Compañía telefónica Claro.

5.9.1. Compañía telefónica Movistar

Telefónica Móviles España, S.A.U. es una compañía española de telefonía móvil que opera bajo la marca comercial Movistar y que pertenece a Telefónica. Dentro del grupo Telefónica, está asignada como filial a Telefónica de España. A pesar de que son compañías diferentes, desde mayo de 2010, Telefónica de España y Telefónica Móviles España operan bajo la misma marca Movistar y ofrecen paquetes de productos conjuntamente, pero legalmente continúan siendo empresas independientes (Movistar, 2012).

Movistar presenta los siguientes servicios y contenidos:

- Llamadas
- Mensajería
- Rescate movistar
- Movistar música
- Navegación y correo móvil
- Redes sociales y mensajería instantánea.
- Servicio de Internet Móvil 3G.

5.9.2. Compañía telefónica Claro

Claro-Nicaragua, empresa integral de telecomunicaciones, forma parte de la familia de América Móvil, cuyo consorcio cuenta con más de 201 millones de clientes con presencia en 18 países de la región, ofreciendo servicios y productos de calidad mundial (El Nuevo Diario, 2010).

Claro presenta los siguientes servicios y contenidos:

- Recargas de USA
- ActiveSync
- Recarga en Línea
- Administrador Virtual AVI
- Buzón de Voz
- Claro Asistencia
- Mail for Exchange
- Mensajes Multimedia
- Mensajes de Texto
- Restricción Identificador de Llamada
- Roa Tarifas Internacionales Postpago
- Video Llamada 3G
- WAP

5.10. Ley de defensa de los consumidores

En este apartado se explica la ley No. 182 Ley de defensa de los consumidores donde se describe los derechos de los consumidores de servicios públicos prestados por cualquier proveedor.

5.10.1. Objeto y ámbito de aplicación de la Ley

Artículo 3.- Son actos jurídicos regulados por esta ley, los realizados entre dos partes que intervienen en una transacción en su carácter de proveedor y consumidor; el objeto recaerá sobre cualquier clase de bienes o servicios públicos o privados.

Se incluyen servicios públicos tales como el suministro de energía, acueductos y alcantarillados, telecomunicaciones y correos, puertos, transportes y otros similares.

Se exceptúan los servicios que se prestan en virtud de una relación laboral y los servicios profesionales regulados por otra ley.

Artículo 4.- Para los efectos de esta ley se adoptan las siguientes definiciones:

- a) **Consumidores:** Toda persona natural o jurídica que adquiera, utilice o disfrute como destinatario final bienes, productos o servicios de cualquier naturaleza.
- b) **Proveedores:** Toda persona natural o jurídica de carácter público o privado que desarrolle actividades de producción, fabricación, importación, distribución o comercialización de bienes o de prestación de servicios a consumidores.

5.11. Diseño y elaboración del instrumento de la recolección de datos

En esta sección se describe el proceso teórico y a utilizar sobre la elaboración de un muestreo probabilístico aleatorio estratificado del tipo proporcional aplicada en este estudio. La literatura básica utilizada es la que desarrollan Lininger&Warwick (1984), una síntesis expresada a continuación.

El marco de muestreo tiene un papel fundamental en el diseño y desarrollo de una investigación por muestreo. El muestreo aplicado es probabilístico, esta metodología implica la selección de un conjunto finito de n elementos de manera que la probabilidad de seleccionar dicho conjunto, así como la probabilidad de inclusión de cada uno de los elementos de la población sea conocida. En otras palabras el marco de muestreo es el

conjunto de las unidades de muestreo que constituye una población. Este generalmente puede ser de dos tipos:

- a) Marco Lista: es una lista depurada (sin traslapes o duplicaciones) que permite identificar a cada unidad de muestreo. En el caso de esta investigación es la lista de los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares de cada distrito de la zona urbana del municipio de León, Nicaragua. Es recomendable que además de identificar a cada unidad muestral incluya algunas otras características de interés, por ejemplo, número de barrios, repartos, residenciales y multifamiliares de cada distrito.
- b) Un plano o mapa que permite identificar pequeñas áreas usadas como unidades de muestreo en las que se ha dividido el área total. En esta investigación se utilizaron los mapas físicos del municipio de León, Nicaragua.

5.12. Diseño de elaboración de una investigación por muestreo

En esta sección se presenta un resumen de los pasos que se realizan en una investigación por muestreo.

- **Diseño de la muestra**

El diseño de la muestra es una programación preparada de antemano destinada a recopilar y analizar la información necesaria para satisfacer los objetivos del estudio al más bajo costo posible. El diseño que finalmente se elija debe ser adaptado en forma consciente a los objetivos generales del estudio y a los tipos exactos de la información necesaria, y necesita también tomar en cuenta los diversos métodos que se utilizarán para recopilar esta información

5.12.1. Población elemento y universo:

Una población es cualquier grupo completo ya sea de personas, casas etc. Elementos, son las unidades individuales que constituyen una población. Mientras que la población se refiere típicamente a un grupo finito, el termino universo cubre sucesos cosas que no tienen limite numérico.

5.12.2. Probabilidad

Es la porción de veces que puede esperarse que se presente un resultado particular en muchas repeticiones de suceso. Generalmente se expresa por medio de una fracción

decimal de 0 a 1. Cero indica que el suceso no ocurrirá, y uno que ocurrirá con seguridad.

5.12.3. Muestreo probabilístico y no probabilístico

El muestreo probabilístico: es un proceso de selección de muestra en el cual los elementos son elegidos por métodos aleatorios. Existen numerosas variaciones en el muestreo probabilístico pero todas comparten un rasgo común: la selección de las unidades para la muestra se realiza por procedimientos al azar y con probabilidades conocidas de selección.

El muestreo no probabilístico: incluye todo los métodos en que las unidades no se seleccionan por procedimientos al azar o con probabilidades conocidas de selección. A veces se les denomina también métodos no aleatorios de muestreo.

5.12.4. Error de muestreo y error estándar

Las diferencias entre las estimaciones de la población de las diferentes muestras y el valor de la población se denominan error de muestreo, expresadas usualmente como error estándar, que es una medida de la variabilidad de las estimaciones de población de muestras repetidas en torno al valor de la población.

Las unidades de muestreo son aquellos elementos o grupos de elementos que forman la base de una selección de muestra. Pueden o no ser idénticas al listado de las unidades. Cuando se dispone de una lista completa de elementos de la población, en general es más conveniente extraer muestras directa de la lista en cuyo caso el muestreo sería lo mismo que el listado de las unidades. La estructura del muestreo, está constituida por los materiales y procedimientos utilizados para contabilizar la población cuando no se dispone de una lista completa de elementos. La estructura del muestreo consistirá en general, de mapas, listas e instrucciones sobre la forma en que estos elementos deben utilizarse.

Se utilizó un muestreo estratificado por los Distritos en la zona urbana del municipio de León, Nicaragua. *Estratificación*, en el campo del muestreo es el proceso por medio del cual se divide la población en subgrupos o estratos con objeto de llevar a cabo la selección en cada uno. Existen dos razones importantes para utilizar la estratificación:

- 1) Controlar la representatividad de la muestra.
- 2) Permitir la aplicación de procedimientos de selección de diferentes en los distintos estratos.

Se utiliza para la selección de los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares un Muestreo Aleatorio Simple (MAS). Este método consiste en la selección de muestras en el cual las unidades se eligen individual y directamente por medio de un proceso aleatorio (generador de números aleatorios), en el que cada unidad no seleccionada tiene la misma oportunidad de ser elegida que todas las otras unidades en cada extracción de la muestra (Johnson & Kuby, 2007).

5.13. Elección del tamaño de la muestra, tipo de muestreo y análisis de los datos.

La selección del tipo de muestreo, permite escoger unidades de información, que se caracterizan para elaborar matrices de datos, con el fin de estimar medidas características de variable. Que es de interés estudiar. Si no se tiene clara la metodología la selección de los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares puede constituir una dificultad para sortear.

Se realizó un muestreo en dos etapas. En la primera etapa se utiliza un muestreo estratificado en este caso los agrupamiento son los Distritos de la zona urbana del municipio de León, Nicaragua. La segunda etapa consistió en establecer los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares que se encuentran en cada Distrito; de estos se selecciona una muestra aleatoria.

En otras palabras, podemos expresar que la población de N unidades se divide primero en subpoblaciones N_1, N_2, \dots, N_L las cuales no se traslapan y en su conjunto comprende a toda la población, por lo tanto,

$$N_1 + N_2 + \dots + N_L = N$$

Las subpoblaciones se denominan *estratos*, una vez determinados los estratos, se extrae una muestra de cada uno, las extracciones deben hacerse independiente en los diferentes estratos. Los tamaños de la muestra dentro de los estratos se denotan n_1, n_2, \dots, n_L .

La teoría del muestreo estratificado se ocupa de las propiedades de las estimaciones de una muestra estratificada y de la mejor elección para los tamaños de muestras en n_h que debe de dar la precisión máxima.

El subíndice h denota el estrato, e i la unidad dentro del estrato; la notación y las ecuaciones utilizadas para elaborar la muestra del presente trabajo fueron:

n: Tamaño de la muestra

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

n_h : Número de unidades en la muestra.

$$n_h = \frac{N_h}{N} * n$$

5.14. Correlación Lineal

El objetivo primordial del análisis de correlación lineal es medir la intensidad de una relación lineal entre dos variables. Se analizan diagramas de dispersión que muestran diferentes relaciones entre variables independientes o de entrada, x , y variables dependientes o de salida, y . y si a medida que crece x no hay un cambio definido en los valores de y , se dice que no hay correlación o relación entre x e y . Si a medida que crece x hay un cambio en los valores de y existe una correlación. La correlación es positiva cuando y tienden a crecer, y es negativa cuando y tiende a decrecer. Si los pares ordenados (x, y) tienden a seguir un patrón de línea recta se tiene una correlación lineal. La precisión del cambio en y cuando crece x determina la intensidad de la correlación lineal.

La correlación lineal perfecta ocurre cuando todos los puntos están exactamente sobre una recta. Esta correlación puede ser positiva o negativa, dependiendo si y crece o decrece a medida que x se incrementa. Si los datos forman una recta horizontal o vertical, no hay correlación, ya que una variable no afecta a la otra como se muestra en la Figura 8 (Johnson & Kuby, 2007).

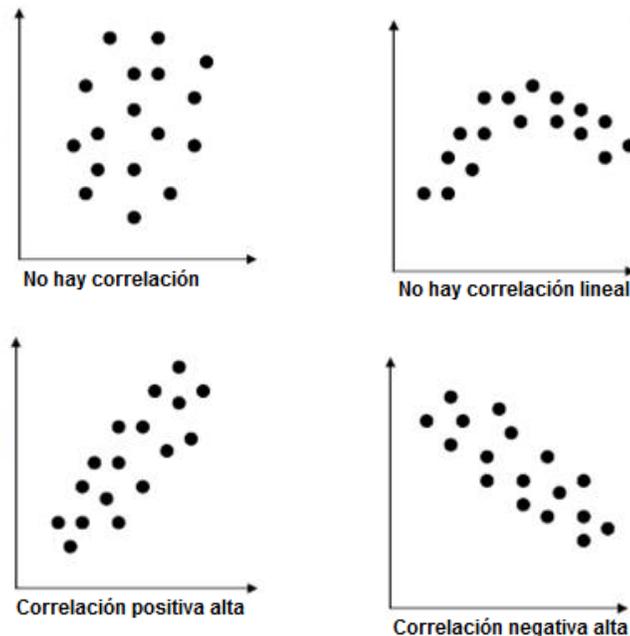


Figura 8. Diagrama de dispersión y correlación.

5.15. Valores Atípicos.

Conceptualmente los valores atípicos son observaciones cuando el valor es numéricamente distante del resto de los datos. El problema de esta definición es establecer un significado preciso de “distante”, es decir de cuan distante debe ser un dato para ser considerado un valor inusual. Algunos valores extremos, pueden ser valores genuinos poco frecuentes que son significativamente diferentes del resto. El reconocimiento de valores extremos y su significado puede ser la clave de descubrimientos mayores, especialmente en campos como medicina y física, de tal forma que se requiere ser muy cuidadoso antes de simplificarmente eliminarlos o ajustarlos a valores “normales”.

Un valor atípico puede ser un dato genuino, es decir reflejar fielmente la magnitud que se intenta medir o ser la consecuencia de un error en la medición o la transcripción del dato (Investiga).

VI. Diseño Metodológico

El presente trabajo investigativo se realizó en la zona urbana del municipio de León, Nicaragua. La base fundamental del estudio es evaluar el rendimiento del internet móvil 3G enfocado en los parámetros: latencia, velocidad de descarga, velocidad de carga.

6.1. Enfoque de la investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, debido a que se utiliza la lógica o el razonamiento deductivo que parte de lo general a lo particular (de las teorías a los datos), se describe, explica y predicen los fenómenos.

6.2. Tipo de Investigación

Según los objetivos planteados, el tipo de investigación que se realizó, determina un estudio explorativo, debido a que no se ha hecho un análisis del rendimiento del internet móvil 3Gen la zona urbana del municipio de León, Nicaragua y de corte transversal de acuerdo al periodo y ocurrencias de los hechos.

6.3. Período de Estudio

El estudio se realizó en el período comprendido del 07 de Agosto del 2013 al 10 de Agosto del 2013.

6.4. Área de Estudio

Está formada por los cuatro Distritos que componen la zona urbana del municipio de León, Nicaragua.

6.5. Población

La población en estudio para la investigación está comprendida por la distribución residencial en Distritos de la zona urbana del municipio de León, Nicaragua. León está dividido en: barrios, repartos, residenciales y multifamiliares. Esta distribución es la siguiente: (INIDE, 2008).

Tabla 2. Total de población del estudio.

Unidad Básica de Estudio	Cantidad
Distrito I	21
Distrito II	21
Distrito III	38
Distrito IV	52
Total	132

6.6. Tipo de muestreo

Se utilizó un muestreo probabilístico aleatorio estratificado del tipo proporcional debido a que la zona urbana del municipio de León, Nicaragua está dividida en Distritos de diferentes dimensiones.

6.7. Muestra

El universo está constituido por cuatros Distritos pertenecientes a la zona urbana de la ciudad de León, Nicaragua. La muestra se seleccionó en dos etapas.

- a) La primera etapa consistió en estimar el tamaño de la muestra bajo un muestreo estratificado estimando el número de barrios, repartos, residenciales y multifamiliares por Distritos, realizando así una asignación proporcional del número de barrios, repartos, residenciales y multifamiliares por cada estrato existente en la zona urbana del municipio de León, Nicaragua. Se estimó un tamaño de muestra equivalente al 16% correspondiente al Distrito I, 16% correspondiente al Distrito II, 28% correspondiente al Distrito III y 40% correspondiente al Distrito IV.
- b) La segunda etapa consistió en seleccionar los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares, utilizando un muestreo aleatorio simple donde se estiman los puntos de las coordenadas seleccionadas para la evaluación del estudio.

Calculo para obtener el tamaño de la muestra basada en el total de barrios, repartos, residenciales y multifamiliares:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población

Z_{α} = Margen de confianza

p = Probabilidad de éxito

q = Probabilidad de fracaso

d = Error muestral

Para el presente estudio se manejaron las siguientes restricciones:

$d = 10\% = 0.1$

$Z_{\alpha} = 1.96$ (Valor que corresponde a un coeficiente de 95%)

$p = 85\% = 0.85$

$q = 1 - P = 0.15$

Generalmente el valor p no se conoce, como en nuestro caso, por tanto se asume que $p = 0.85$, con lo cual estamos asumiendo máxima variabilidad, y por esta misma razón se da la fórmula, $q = 0.15$

En base a cálculos aplicando la fórmula de muestro estratificado se tomó el tamaño de la muestra por cada Distrito según detalle:

$$n = \frac{(132 * (1.96_{\alpha}^2) * (0.85 * 0.15))}{(((0.1)^2 * (132 - 1)) + ((1.96_{\alpha}^2) * (0.85 * 0.15)))}$$

Tamaño de la Muestra es: **36**

Una vez conocido el tamaño de la muestra se realizó la selección del número de barrios, repartos, residenciales y multifamiliares por estratos, tomando en cuenta la dimensión de cada uno. Para la selección del número de los barrios repartos, residenciales y multifamiliares por estrato que componen la muestra se aplicó la siguiente fórmula:

$$n_h = \frac{N_h}{N} * n$$

Dónde:

N_h = Tamaño del estrato (barrios, repartos, residenciales y multifamiliares del estrato).

n_h = Tamaño de la muestra que se seleccionará del estrato.

N = Tamaño de la población.

n = Tamaño de la muestra.

6.8. Criterios de inclusión

Se consideró dentro de este estudio todos los datos bibliográficos proporcionados por la Alcaldía Municipal de la ciudad de León, basándonos en la distribución de cada Distrito por barrios, repartos, residenciales y multifamiliares y la ubicación geográfica que brinda la herramienta de geolocalización Google Maps.

6.9. Criterios de exclusión

Se excluyeron de este estudio entes tales como: Universidades, ONG's, Empresas privadas, e Instituciones del estado ya que el enfoque del estudio está dirigido a conexiones domiciliarias vía internet móvil 3G.

6.10. Instrumentos a utilizar para recolectar y registrar la información

Para la recolección de la información se utilizó:

- **Fuentes primarias:** Datos obtenidos de los resultados de las pruebas realizadas con la herramienta SpeedTest.net y análisis de contenidos bibliográficos.
- **Fuentes secundarias:** Datos obtenidos de la Alcaldía Municipal de la ciudad de León, Nicaragua.

6.11. Variables

Variables independientes:

- Velocidad de descarga.
- Velocidad de carga.
- Latencia.

Variable dependiente:

- Rendimiento

6.12. Procedimiento para la recolección de la información

Se seleccionaron las unidades de muestras a través de un muestreo aleatorio simple. Se utilizó Google Maps para obtener la ubicación de los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares a través de las coordenadas geográficas por Distrito de la zona urbana del municipio de León, Nicaragua.

Los datos fueron procesados mediante la herramienta de medición de velocidad SpeedTest.net en función de los parámetros de estudios, para lo cual fue necesario realizar los siguientes pasos:

1. Dirigirnos a cada barrio, reparto, residencial y multifamiliares seleccionada por cada Distrito, ver anexo 2.
2. Se recolectan cinco muestras por cada compañía telefónica (Claro y Movistar) a través de la herramienta SpeedTest.net, continuamente se realizó una media aritmética por las cinco muestras realizadas en cada barrio, reparto, residenciales y multifamiliares.
3. Digitalización de los datos recolectados representados en el anexo 3.

6.13. El análisis de los datos

Para el análisis de los datos la información se agrupó en tablas y gráficos de acuerdo a la distribución de cada Distrito de la zona urbana del municipio de León, Nicaragua.

Los datos obtenidos fueron procesados de acuerdo a una selección aleatoria de los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares por cada Distrito, y posteriormente se utilizó la herramienta IBM SPSS Statistics fundamental para el procesamiento de los datos.

Las variables a considerar fueron:

- Rendimiento.
- Velocidad de descarga.
- Velocidad de carga.
- Latencia.

Tabla 3.Operacionalización de las Variables.

Variables	Concepto	Dimensión
Velocidad de Descarga	Se trata de la velocidad media obtenida al descargar un fichero.	Kbit/s
Velocidad de carga	Velocidad media obtenida al enviar información desde el ordenador cliente a un servidor de Internet.	Kbit/s
Latencia	Expresa el retardo que se produce al enviar una petición a la red y recibir su respuesta.	Ms
Rendimiento	Refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue.	Porcentaje

6.14. Presentación de los resultados

Para la presentación de los resultados de esta investigación se usó grafi-tablas en base de los parámetros de estudio (Ver acápite Análisis de los Resultados).

VII. Análisis de los Resultados

Con el fin de analizar el rendimiento del internet móvil 3G en la zona urbana del municipio de León, Nicaragua se ha realizado un muestreo estratificado y un muestreo aleatorio simple cuyos resultados relevantes se muestran en esta sección.

El análisis de los datos se realiza de la siguiente forma:

- Se presentan las estimaciones del tamaño de la muestra por los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares de la zona urbana del municipio de León, Nicaragua.
- Se presenta la distribución de las variables relevantes en estudio.
- Se construyen gráficos con las variables importantes de la investigación.

7.1. Estimación del tamaño de la muestra

En Tabla 4 se presenta el total de las unidades muestrales en estudio. Seis corresponden al Distrito I, seis al Distrito II, diez al Distrito III, y catorce al Distrito IV. Se muestra también la distribución porcentual de las mismas.

Tabla 4. Total de muestra por cada Distrito.

Sujeto de Estudio	Tamaño del Estrato	Tamaño de la muestra	Porcentaje
Distrito I	21	6	16%
Distrito II	21	6	16%
Distrito II	38	10	28%
Distrito IV	52	14	40%
Total de muestra	132	36	100%

En la representación y análisis de los resultados se utilizó como separador de decimales una coma.

7.2. Resultados medios de los datos registrados de la recolección de la muestra.

A continuación se muestran los datos correspondientes a las velocidades y latencia media por cada operador, así como la medición de la magnitud en que se desvían las diversas puntuaciones obtenidas de su valor medio o desviación típica.

Tabla 5. Resultados medios por cada operador.

Proveedor		Velocidad de descarga (Kbps)	Velocidad de carga (Kbps)	Latencia (ms)
Claro	Media	1893,578	566,367	128,006
	Desv. típ.	1525,5971	259,8943	54,6166
Movistar	Media	993,172	910,467	123,044
	Desv. típ.	250,2619	649,6382	30,8380

Distribución de las velocidades medias por proveedor

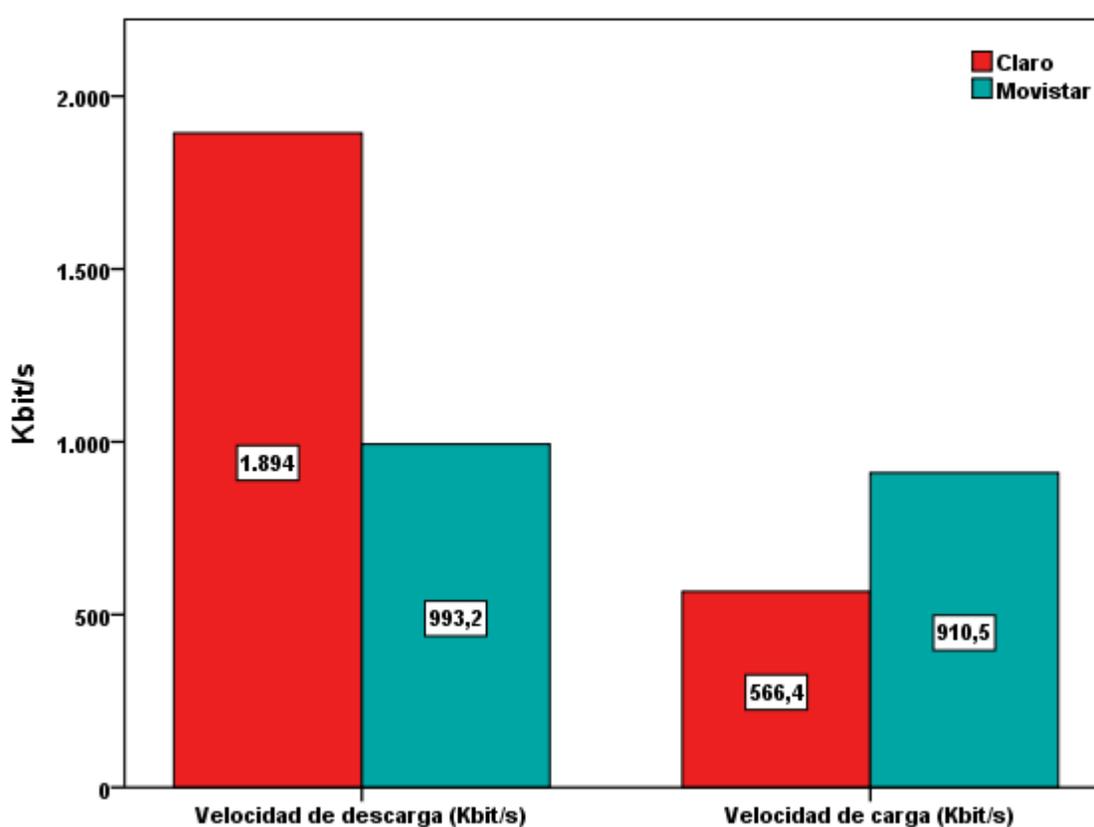


Figura 9. Distribución de las velocidades medias por proveedor.

La Figura 9 presenta la comparación de las velocidades medias de descarga y carga de las compañías telefónicas Claro y Movistar. Se puede observar que la compañía Claro tiene mayor magnitud en velocidad de descarga con 1894 Kbit/s y velocidad de carga con 566,4 Kbit/s en comparación con la compañía Movistar que presenta una velocidad de descarga de 993,2 Kbit/s y 910,5 Kbit/s en velocidad de carga.

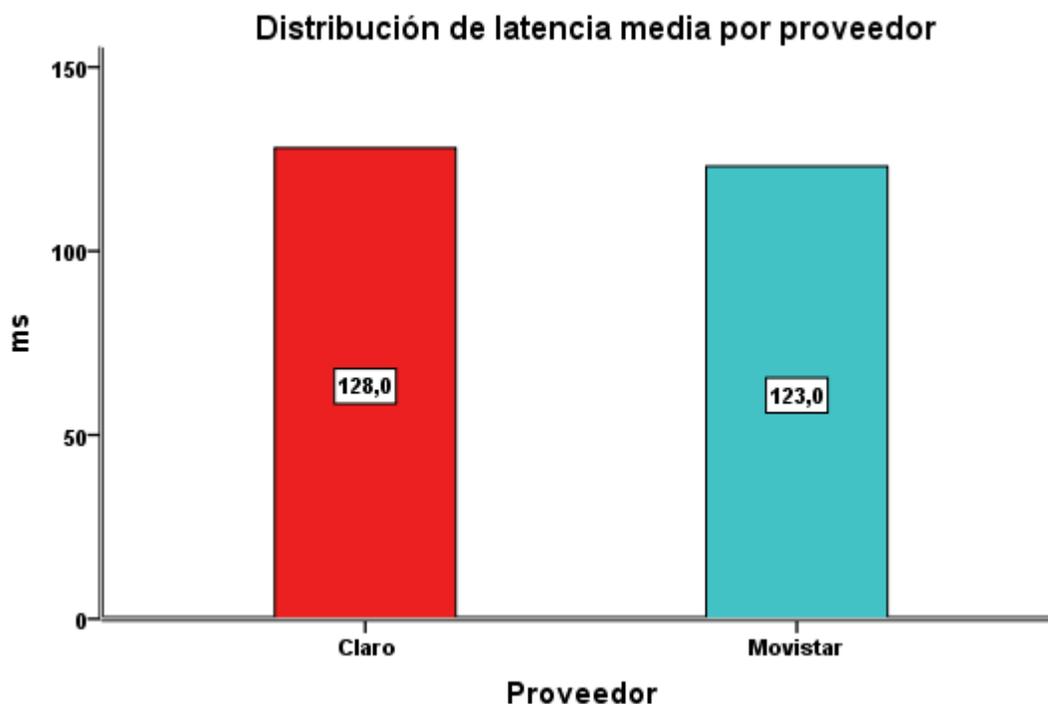


Figura 10. Distribución de latencia media por proveedor.

La Figura 10 presenta la comparación de latencia media entre las compañías telefónicas Claro y Movistar. Se puede observar que la compañía Movistar presenta el mejor registro con 123 ms en comparación con la compañía Claro con 128 ms. Mientras más baja la magnitud mejor es el resultado porque representa menos retardo en la comunicación.

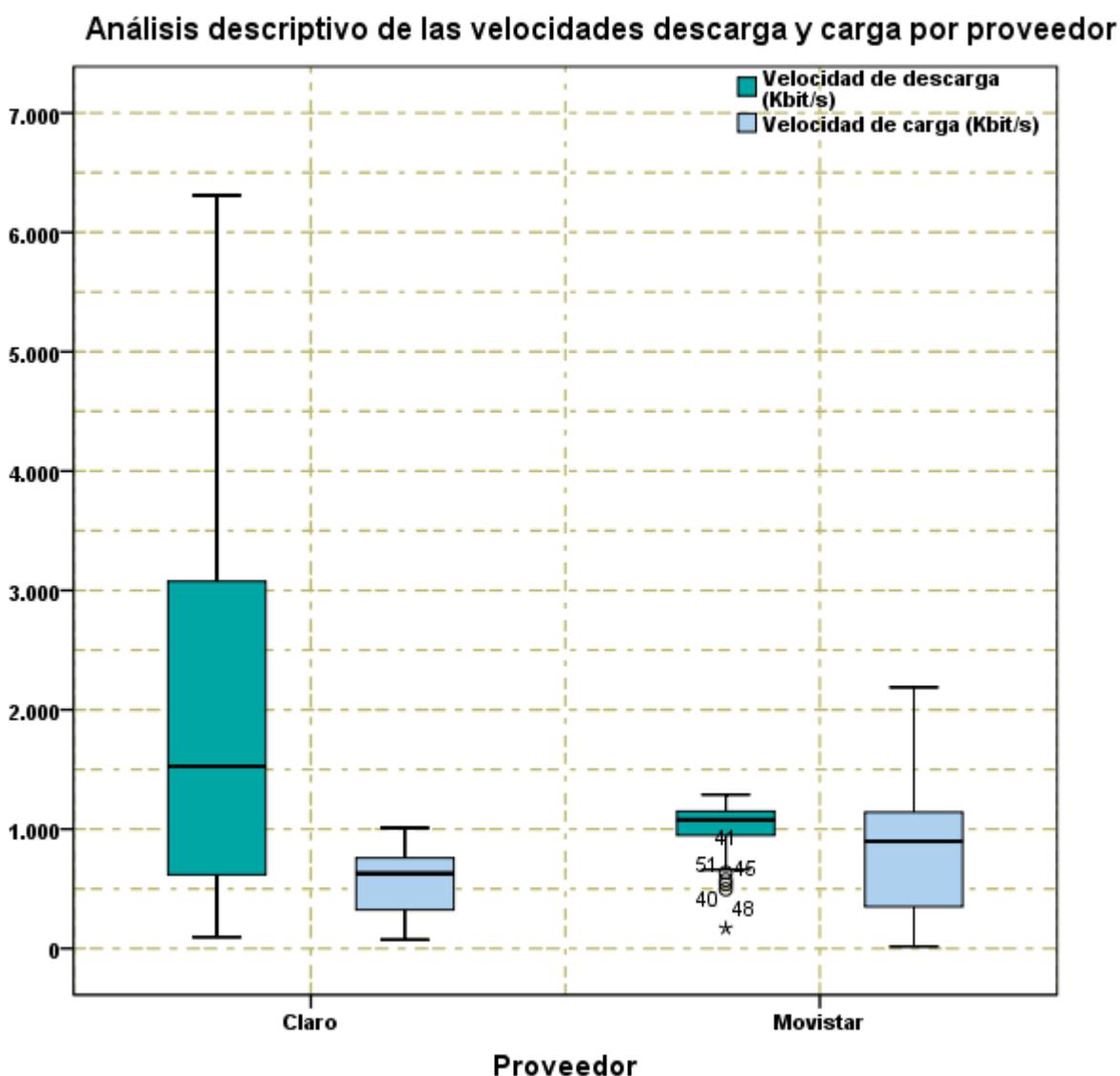


Figura 11. Análisis descriptivo de las velocidades descarga y carga por operador.

En la Figura 11 se presenta el análisis descriptivo de las velocidades de descarga y carga por cada operador. La parte inferior de la primer caja ubicada en el extremo izquierdo de la Figura 11 es más pequeña que la parte superior; eso quiere decir que la mayoría de los valores de velocidad de descarga para la compañía telefónica Claro están comprendidos entre el 25% y el 50% estando menos dispersos que los valores comprendidos entre el 50% y el 75%. El bigote de la parte inferior es más corto que el de la parte superior, por ello el 25% de las muestras más bajas están más concentradas que el 25% de las muestras más altas. La mediana de la velocidad de descarga es de 1525,3 Kbit/s.

La parte inferior de la caja 2 ubicada en el extremo izquierdo (de derecha a izquierda) de la Figura 11 es más grande que la parte superior; eso quiere decir que la mayoría de los valores de velocidad de carga para la compañía telefónica Claro están comprendidos entre el 25% y el 50% estando más dispersos que los valores comprendidos entre el 50% y el 75%. Sus bigotes son similares para la parte inferior y la parte superior, por ello el 25% de las muestras más bajas están igual de dispersas que el 25% de las muestras más altas. La mediana de la velocidad de carga es de 627,2 Kbit/s.

La parte superior de la caja 1 ubicada en el extremo derecho (de izquierda a derecha) de la Figura 11 es más pequeña que la parte inferior; eso quiere decir que la mayoría de los valores de velocidad de descarga para la compañía telefónica Movistar están comprendidos entre el 25% y el 50% estando más dispersos que los valores comprendidos entre el 50 % y el 75 %. El bigote de la parte superior es más corto que el de la parte inferior, por ello el 25% de las muestras más altas están más concentradas que el 25% de las muestras más bajas. La mediana de la velocidad de descarga es de 1077,7 Kbit/s.

La parte superior de la caja 2 (derecha a izquierda) de la Figura 11 es más pequeño que la parte inferior; eso quiere decir que la mayoría de los valores de velocidad de carga para la compañía telefónica Movistar están sesgados entre el 50% y el 75% y los valores comprendidos entre el 25 % y el 50% se encuentran más dispersos. El bigote inferior (valores mínimos) es más corto que el de la derecha; por ello el 25% de los valores de velocidad de carga están más concentrados que el 25% de los valores máximos. La mediana de la velocidad de descarga es de 910,4 Kbit/s.

Con la compañía telefónica Movistar en la velocidad de descarga se observa un valor extremo y cuatro valores atípicos.

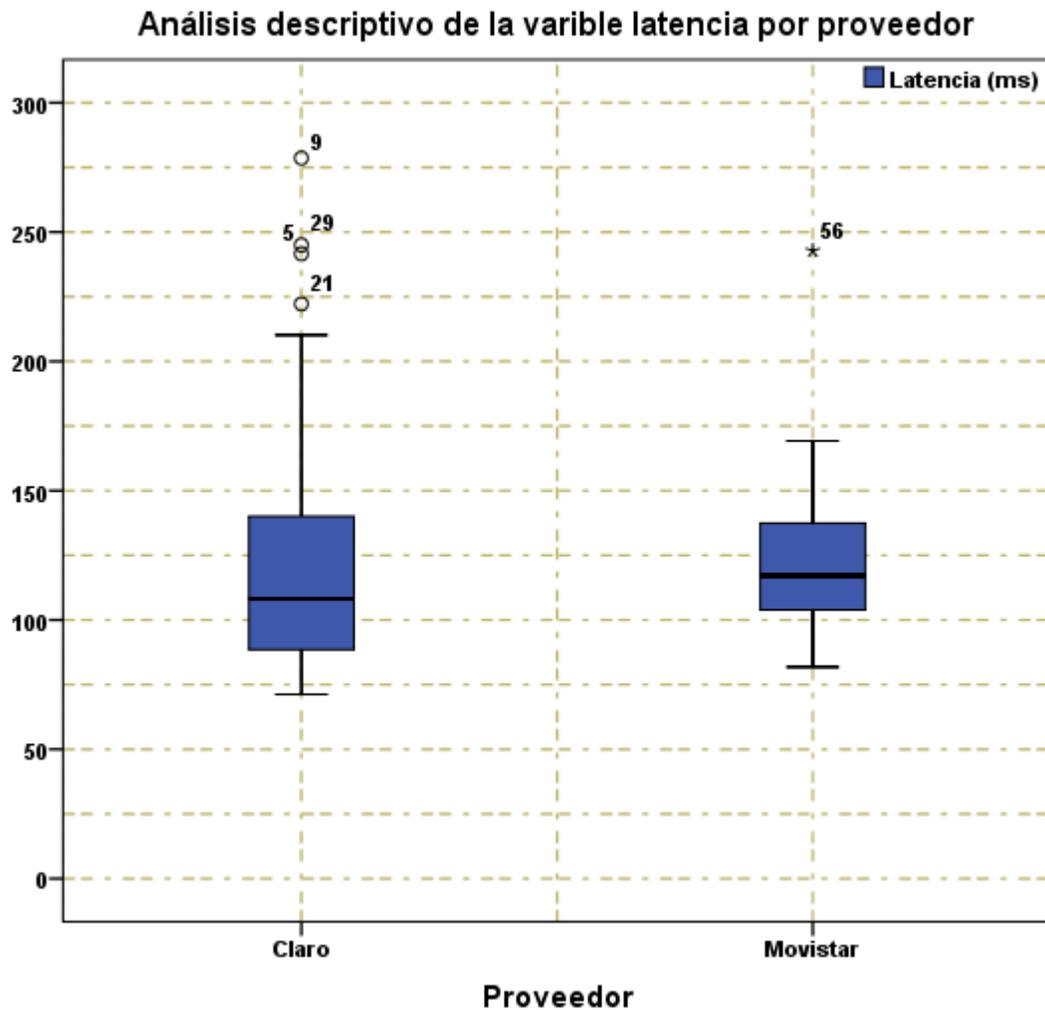


Figura 12. Análisis descriptivo de la variable latencia por proveedor.

En la Figura 12 se puede observar que para las dos compañías telefónicas ambos conjuntos de datos están sesgados y los valores mayores a la mediana están más dispersos que a los valores menores. La compañía telefónica Claro muestra valores atípicos y la compañía telefónica Movistar presenta un dato extremo.

7.3. Resultados de los mejores registros por Distrito

Los mejores registros son los valores máximos alcanzados por cada operador a lo largo de todas las pruebas realizadas. En el caso de las velocidades de descarga y de carga se considera que es mejor cuanto mayor es su valor, mientras que en latencia los mejores valores son los más bajos.

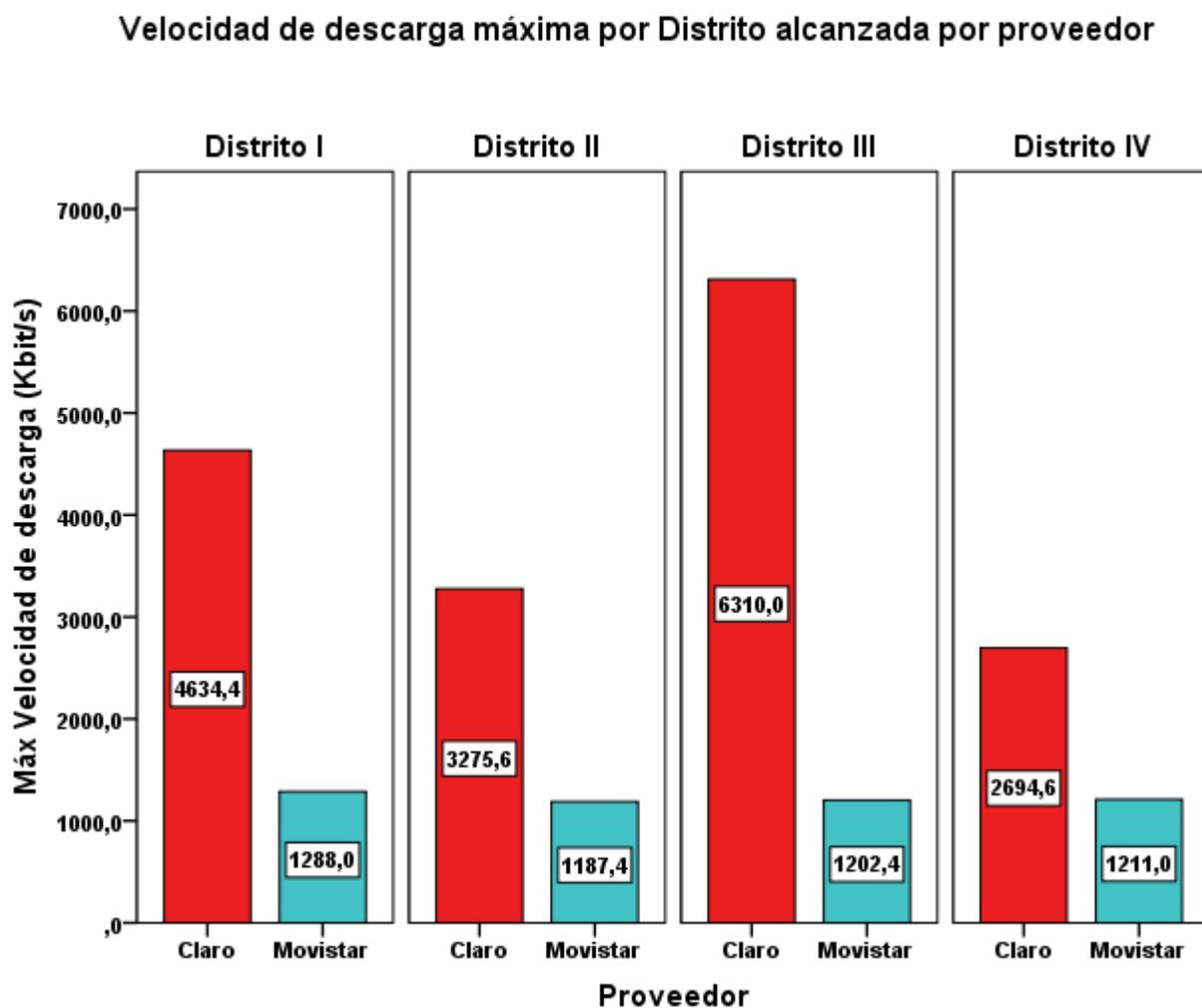


Figura 13. Distribución de velocidad de descarga máxima por Distrito alcanzada por proveedor.

En la Figura 13 se muestran los mejores registros alcanzados en la realización de todas las pruebas, constatando que la compañía Claro en Residencial Fátima del Distrito III obtuvo el máximo registro en velocidad de descarga con 6310 Kbit/s en comparación con Movistar cuyo máximo valor alcanzado fue de 1288 Kbit/s en el barrio Sutiava Norte (parque del Indio) del Distrito I.

Velocidad de carga máxima por Distrito alcanzado por proveedor

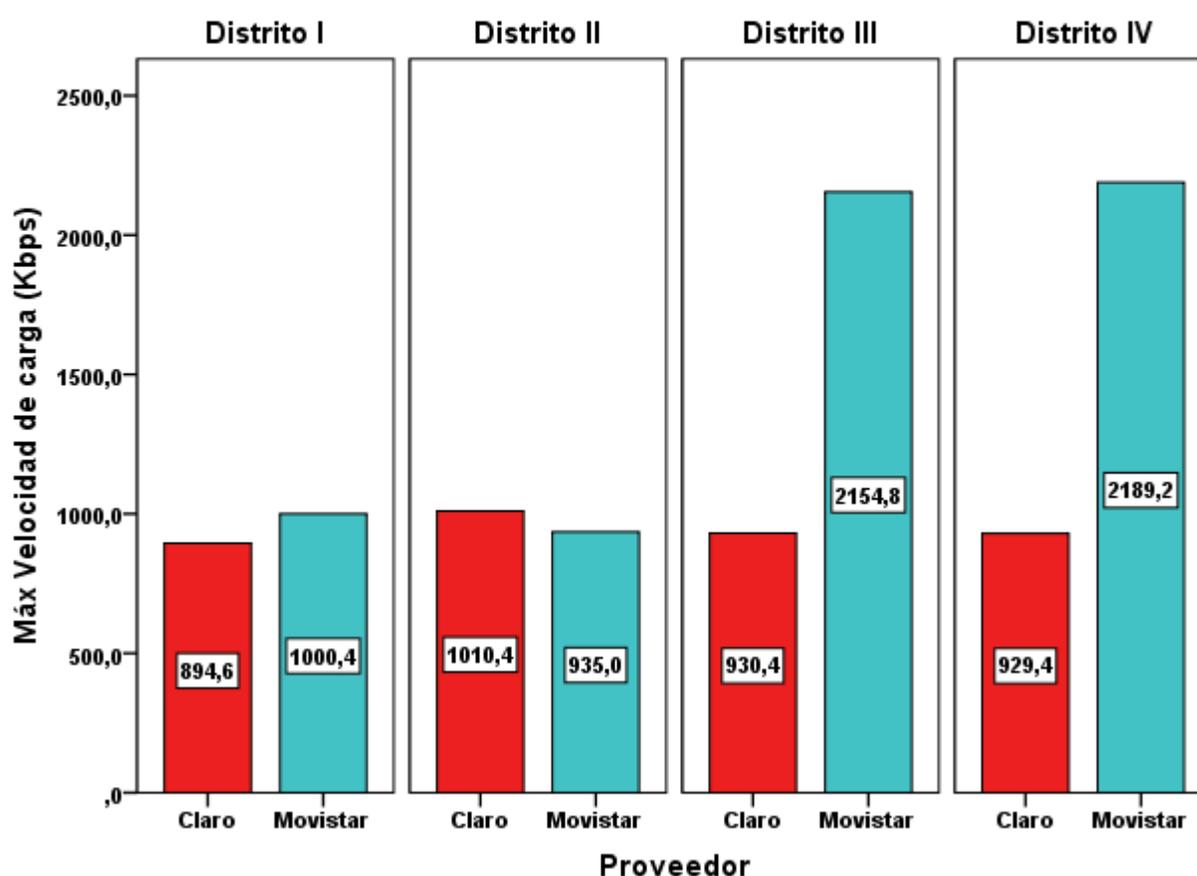


Figura 14. Distribución de velocidad de carga máxima por Distrito alcanzada por proveedor.

En la Figura 14 se muestran los mejores registros alcanzados en la realización de todas las pruebas, constatando que la compañía Movistar en el barrio Guadalupe del Distrito IV obtuvo el máximo registro en velocidad de carga con 2189 Kbit/s en comparación con Claro cuyo máximo valor alcanzado fue de 1010,4 Kbit/s en el reparto Ronald Sandino del Distrito II.

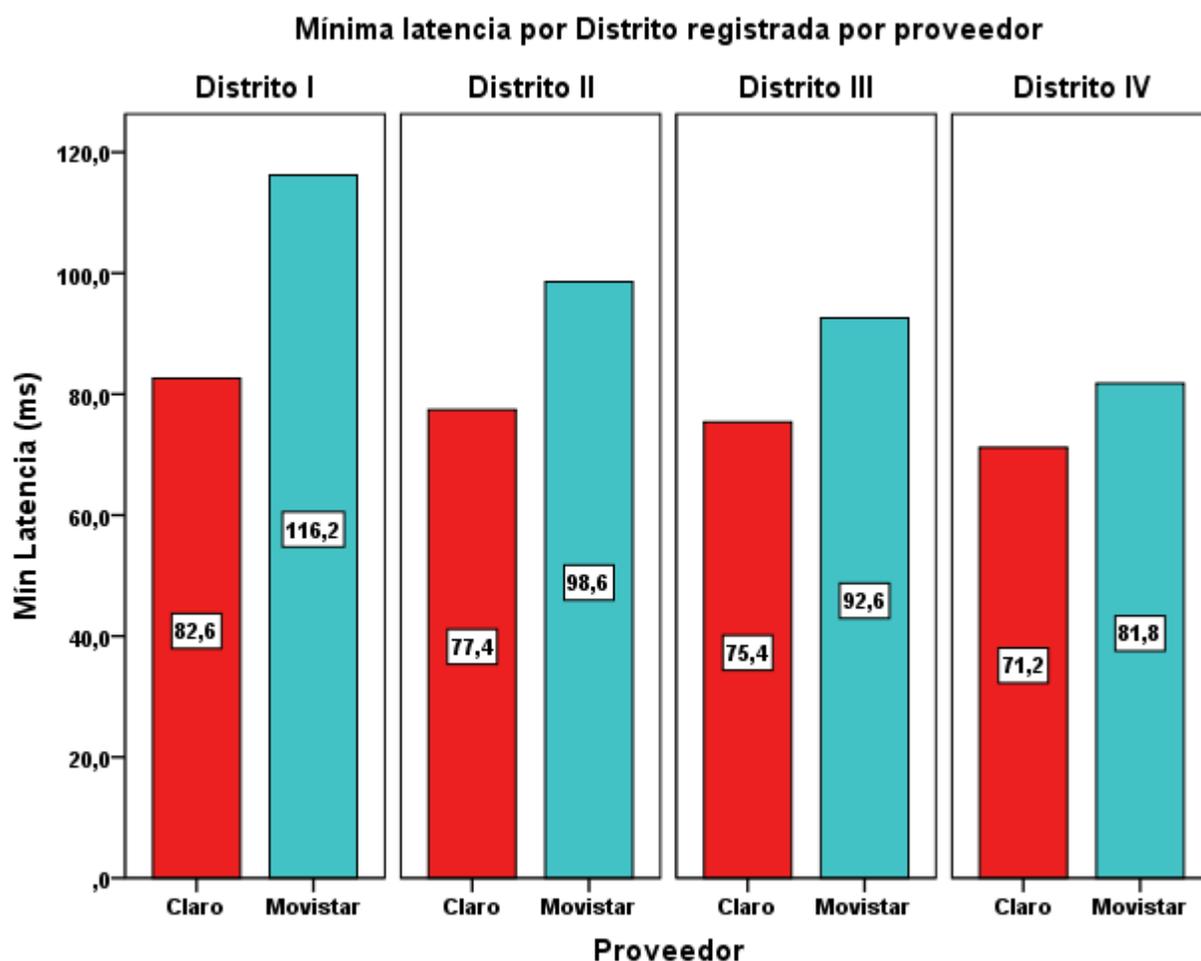


Figura 15. Distribución de latencia mínima por Distrito registrada por proveedor.

En la Figura 15 se muestran los mejores registros alcanzados en la realización de todas las pruebas, constatando que la compañía Claro en el multifamiliar Fundeci I del Distrito IV obtuvo el mínimo registro en latencia con 71,2 ms en comparación con Movistar su mínimo valor alcanzado fue de 81,8 ms en el reparto Benito M. Lacayo del Distrito IV.

7.4. Resultados por Distrito de la zona urbana del municipio de León.

A continuación se muestran las velocidades de descarga, carga y latencia registrada por cada operador en cada barrio, reparto, residencial y multifamiliar del Distrito I, Distrito II, Distrito III y Distrito IV.

- **Velocidades de descarga, carga y latencia del Distrito I**

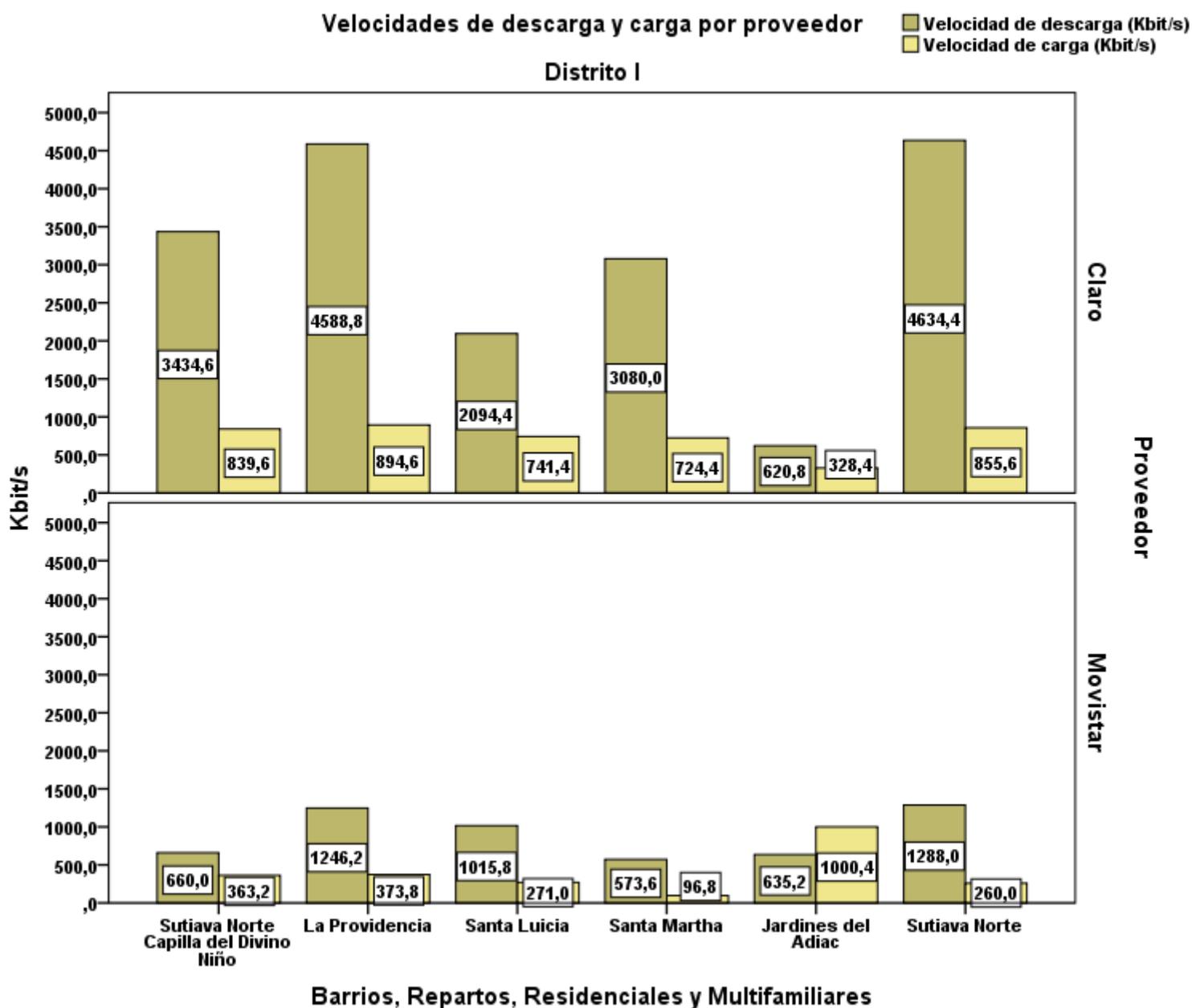


Figura 16. Distribución de velocidades de descarga y carga por operador en el Distrito I.

En la Figura 16 se presenta la distribución de las velocidades de descarga y carga por operador en el Distrito I. De los puntos seleccionados en la muestra se tiene que el barrio Sutiava Norte presentó el valor más alto de velocidad de descarga con 4634,4 Kbit/s y el reparto La Providencia con 894,6 Kbit/s en velocidad de carga para la compañía Claro, mientras que para la compañía Movistar se obtuvieron los valores de velocidad de descarga de 1288 Kbit/s en el barrio Sutiava Norte y 1000,4 Kbit/s de velocidad de carga en el reparto Jardines del Adiac.

De todas las pruebas realizadas en el Distrito I se puede observar que la compañía Claro presentó los mejores resultados generales.

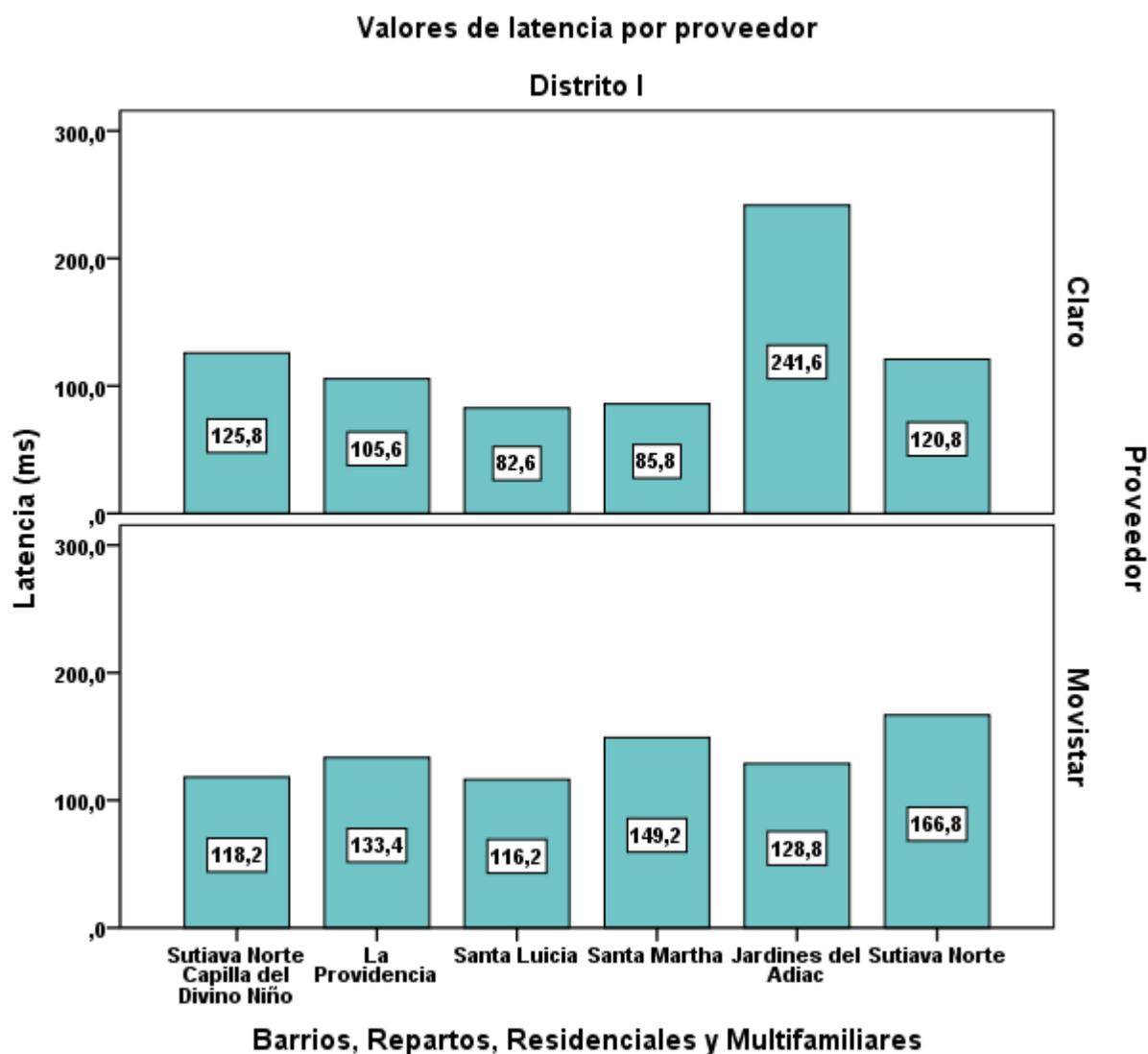


Figura 17. Distribución de latencia por barrios, repartos, residenciales y multifamiliares y proveedor en el Distrito I.

La Figura 17 muestra la distribución de latencia por proveedor en el Distrito I, de los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares seleccionadas en la muestra se observa que el reparto Jardines del Adiac presentó el valor más bajo en latencia con 82,6 ms para la compañía Claro, mientras que el reparto Santa Lucía obtuvo su valor más bajo con 116,2 ms para la compañía Movistar.

De las pruebas realizadas en el Distrito I se puede observar que la compañía Claro obtuvo mejores resultados con los valores más bajos en latencia.

➤ Velocidades de descarga, carga y latencia del Distrito II

Velocidades de descarga y carga por proveedor

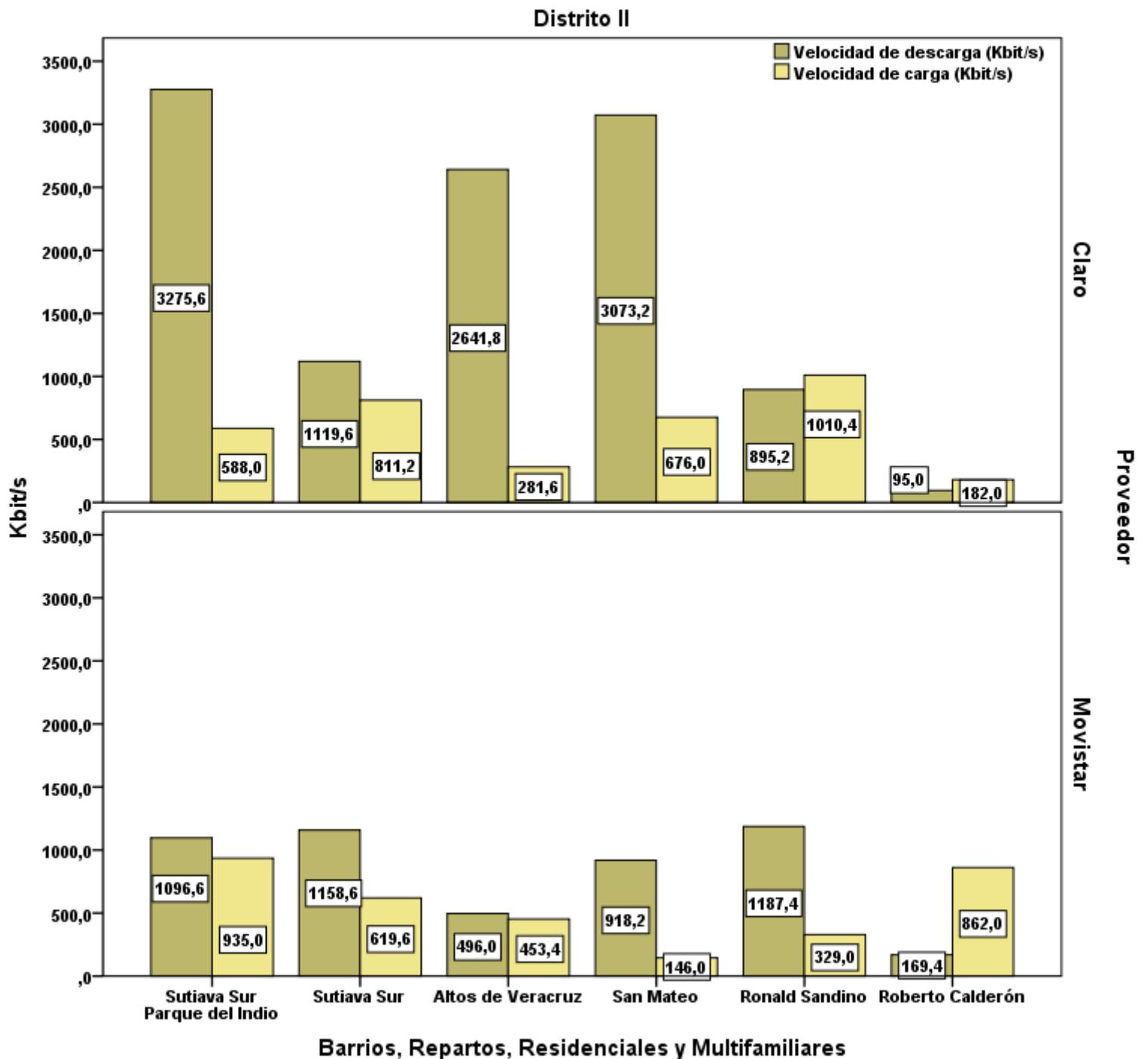


Figura 18. Distribución de velocidad de descarga y carga por proveedor en el Distrito II.

En la Figura 18 se presenta la distribución de la velocidad de descarga y carga por proveedor en el Distrito II. De los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares seleccionadas en la muestra se observa que el barrio Sutiava Sur Parque del Indio presentó el valor más alto de velocidad de descarga con 3275,6 Kbit/s y el reparto Ronald Sandino con 1010,4 Kbit/s corresponde al valor más alto en velocidad de carga para la compañía Claro. El reparto Ronald Sandino presentó el valor más alto en velocidad de descarga con 1187,4 Kbit/s y el barrio Sutiava Sur Parque del Indio obtuvo el mejor registro en velocidad de carga con 935 Kbit/s para la compañía Movistar. De todas las pruebas realizadas en el Distrito II se puede observar que la compañía Claro presentó los mejores resultados en general.

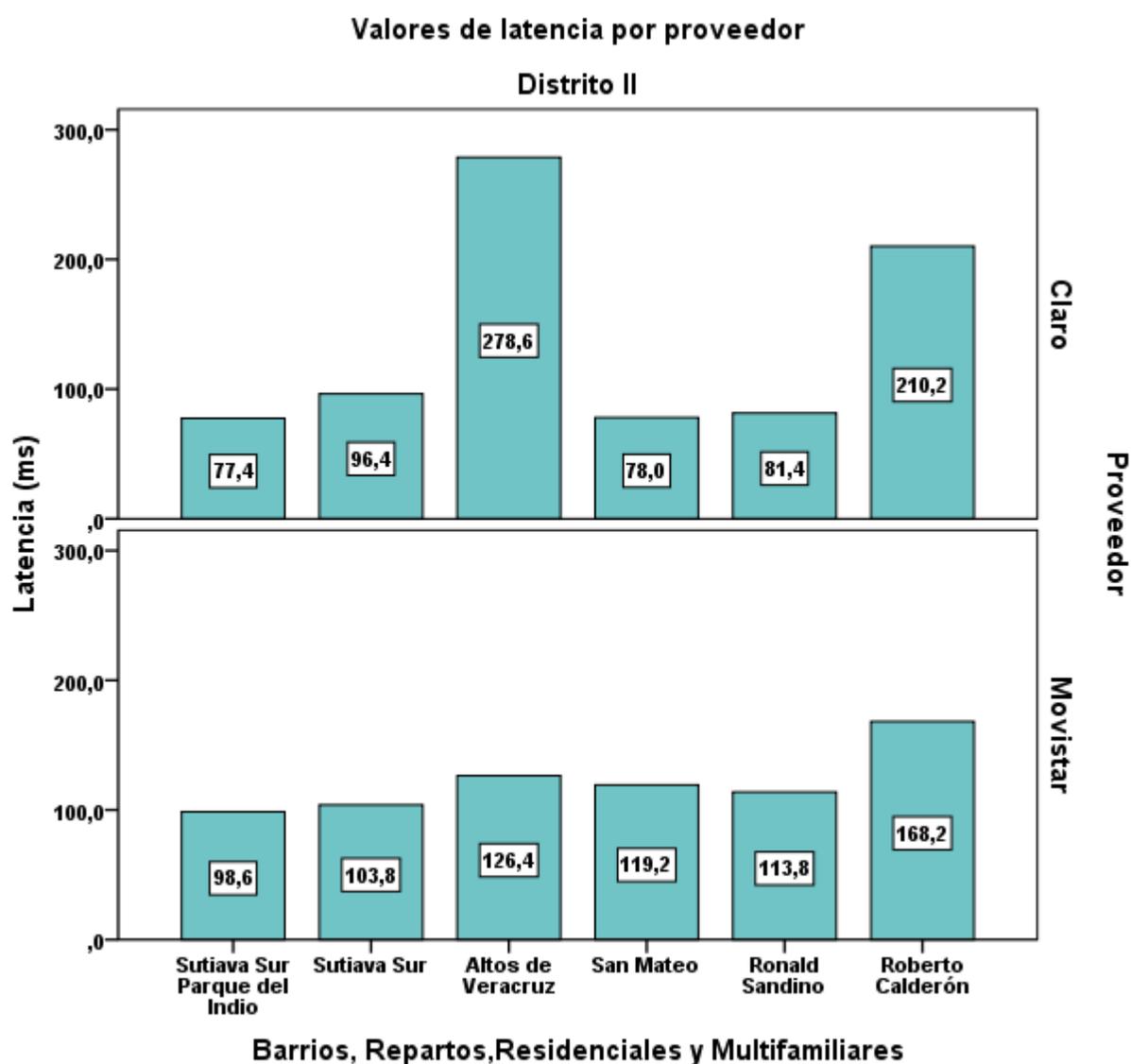


Figura 19. Distribución de latencia por barrios, repartos, residenciales y multifamiliares por proveedor en el Distrito II.

La Figura 19 muestra la distribución de latencia por proveedor en el Distrito II. De los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares seleccionadas en la muestra se observa que el barrio Sutiava Sur Parque del Indio presentó el valor más bajo en latencia con 77,4 ms para la compañía Claro y 98,6 ms para la compañía Movistar.

De las pruebas realizadas en el Distrito II se puede observar que la compañía Claro obtuvo mejores resultados con los valores más bajos en latencia.

- Velocidades de descarga, carga y latencia del Distrito III

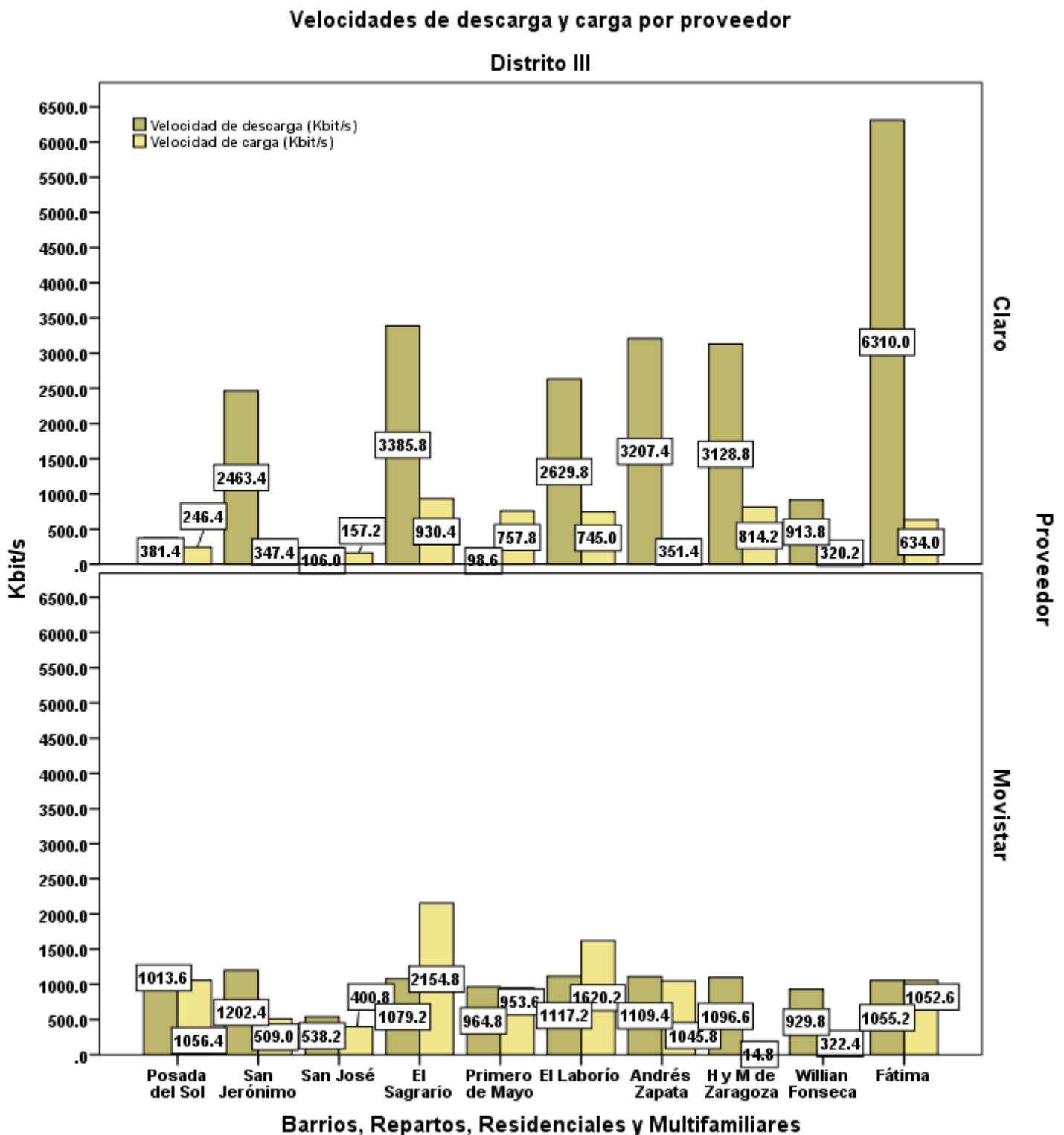
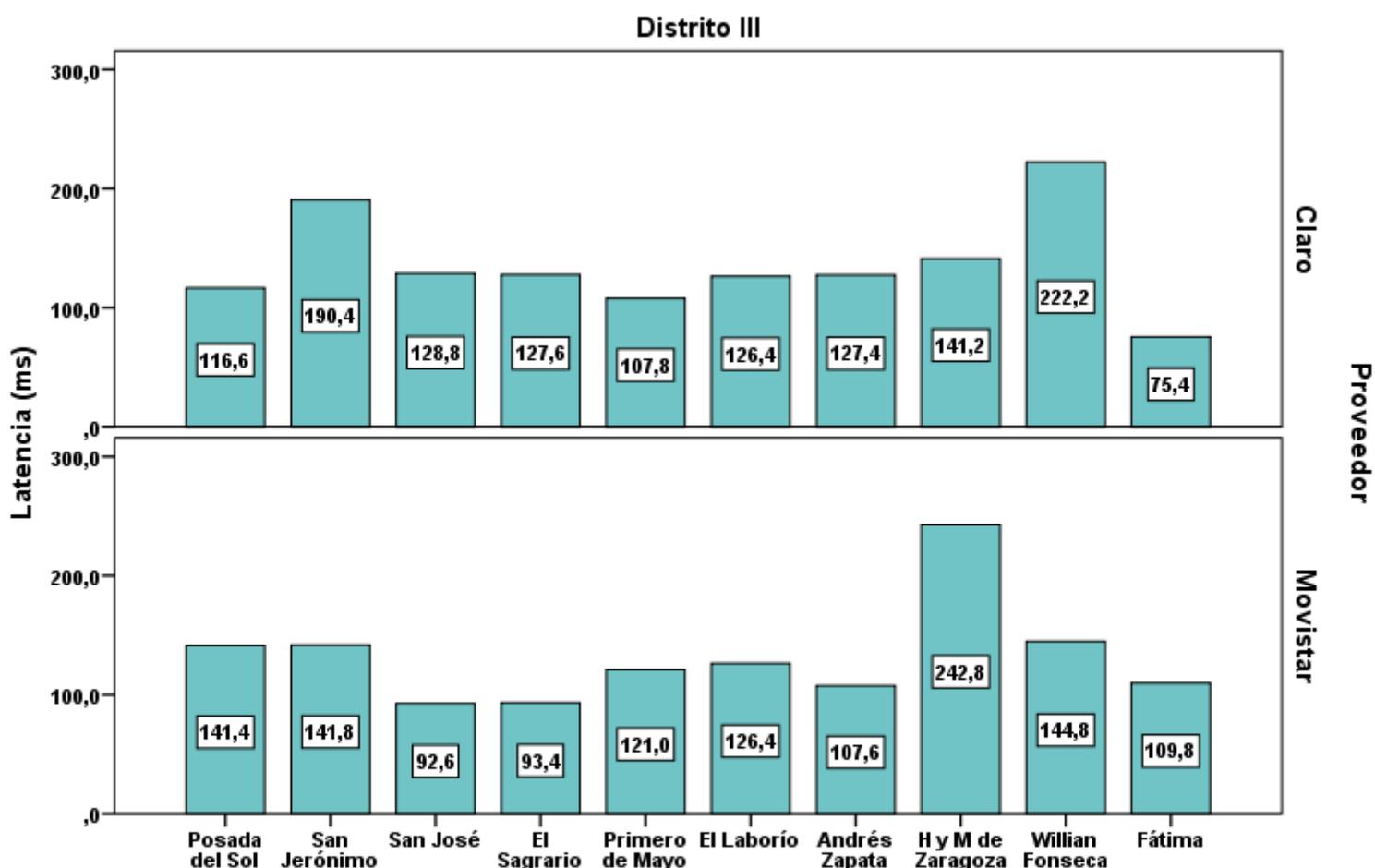


Figura 20. Distribución de velocidades de descarga y carga por proveedor en el Distrito III.

En la Figura 20 se presenta la distribución de la velocidad de descarga y carga por proveedor en el Distrito III. De los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares seleccionados en la muestra se observa que el residencial Fátima presentó el valor más alto de velocidad de descarga con 6310 Kbit/s y el reparto El Sagrario registro el valor más alto de velocidad de carga con 930,4 Kbit/s para la compañía Claro. Mientras que el reparto San Jerónimo presentó el valor más alto en velocidad de descarga con 1202,4 Kbit/s y el mejor registro en velocidad de carga lo obtuvo el reparto El Sagrario con 2154,8 Kbit/s para la compañía Movistar.

De todas las pruebas realizadas en el Distrito III se puede observar que la compañía Claro presentó los mejores resultados en general.

Valores de latencia por proveedor



Barrios, Repartos, Residenciales y Multifamiliares

Figura 21. Distribución de latencia por barrios, repartos, residenciales y multifamiliares por proveedor en el Distrito III.

La Figura 21 muestra la distribución de latencia por barrios, repartos, residenciales y multifamiliares por proveedor en el Distrito III. De los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares seleccionadas en la muestra se observa que el residencial Fátima presentó el valor más bajo en latencia con 75,4 ms para la compañía Claro, mientras que el barrio San José presentó el valor más bajo de latencia para la compañía Movistar con 92,6 ms.

➤ Velocidad de descarga, carga y latencia del Distrito IV

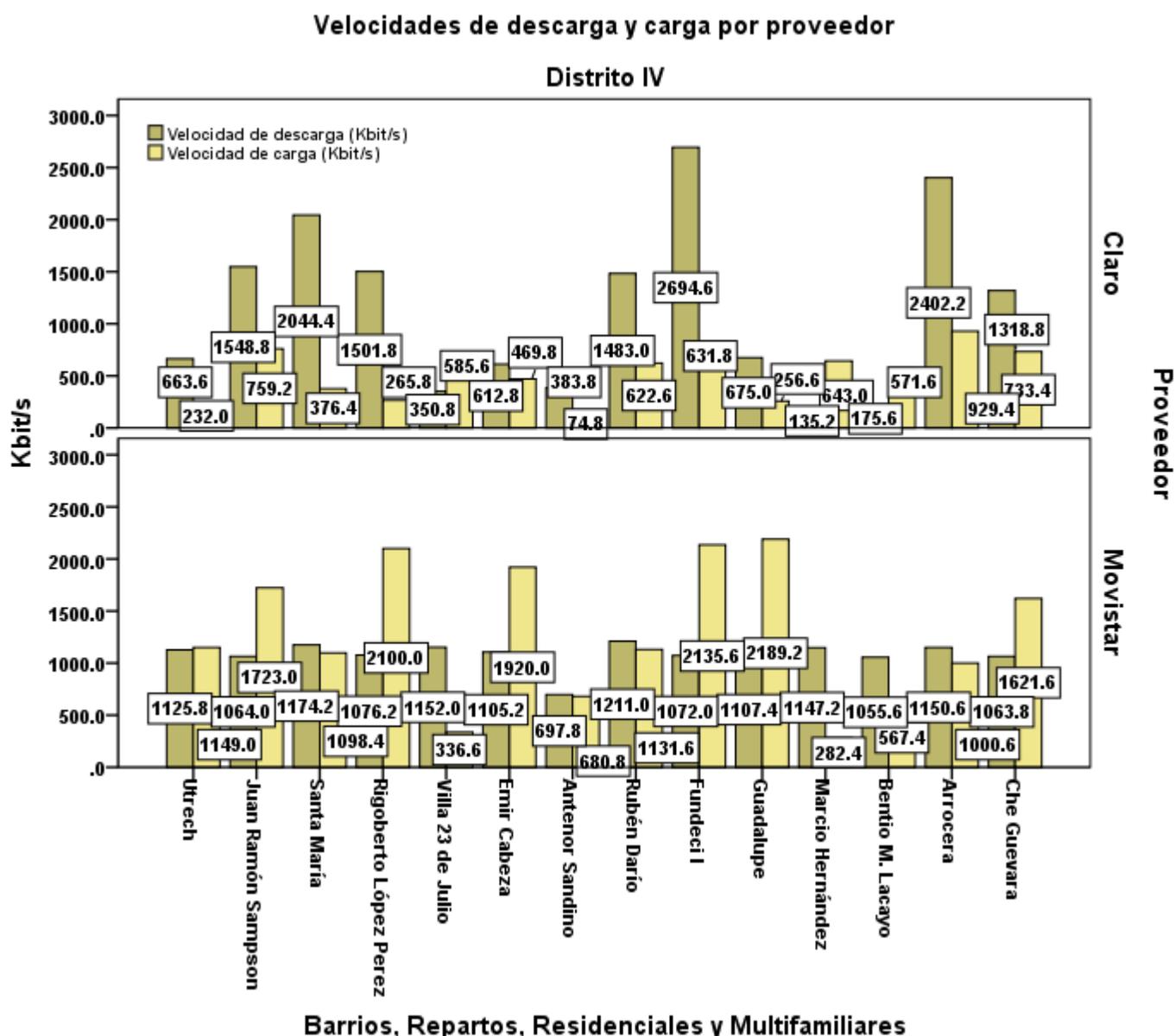


Figura 22. Distribución de velocidades de descarga y carga por proveedor en el Distrito IV.

En la Figura 22 se presenta la distribución de la velocidad de descarga y carga por proveedor en el Distrito IV. De los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares seleccionados en la muestra se observa que el multifamiliar Fundeci I presentó el valor más alto de velocidad de descarga con 2694,6 Kbit/s y el reparto La Arrocera obtuvo el mejor registro de velocidad de carga con 929,4 Kbit/s para la compañía Claro. El reparto Rubén Darío presentó el valor más alto con 1211 Kbit/s de velocidad de descarga y el barrio Guadalupe el mejor registro de velocidad de carga de 2189,2 Kbit/s para la compañía Movistar.

De todas las pruebas realizadas en el Distrito IV se puede observar que la compañía Claro presentó los mejores resultados en general.

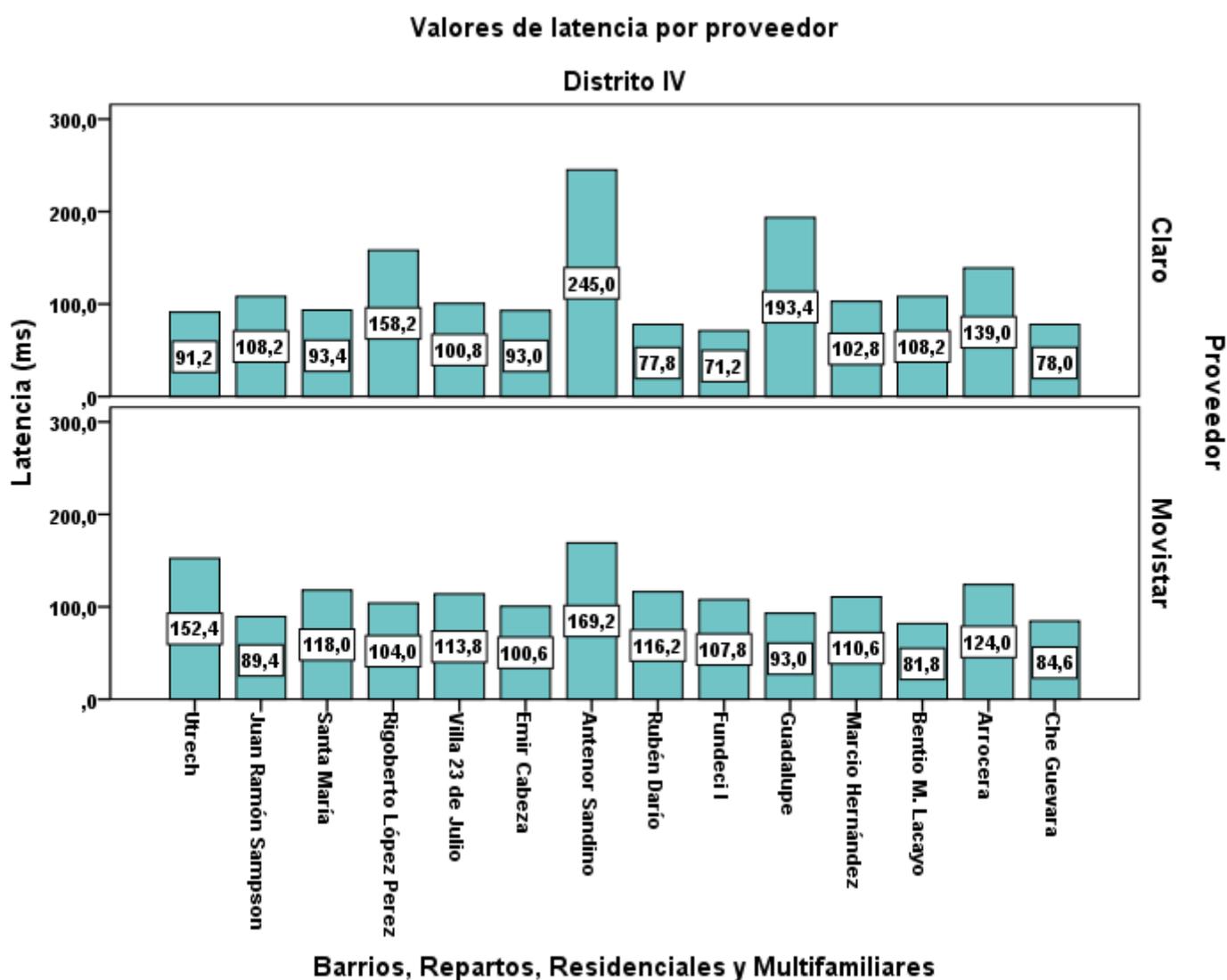


Figura 23. Distribución de latencia por barrios, repartos, residenciales y multifamiliares por proveedor en el Distrito IV.

La Figura 23 muestra la distribución de latencia por proveedor en el Distrito IV. De los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares seleccionadas en la muestra se observa que el multifamiliar Fundeci I presentó el valor más bajo en latencia con 71,2 ms para la compañía Claro, mientras que el reparto Benito M. Lacayo presentó el valor más bajo en latencia con 81,8 ms para la compañía Movistar.

De las pruebas realizadas en el Distrito IV se puede observar que la compañía Claro obtuvo mejores resultados con los valores más bajos en latencia.

7.5. Tecnologías usadas por los proveedores en cada Distrito.

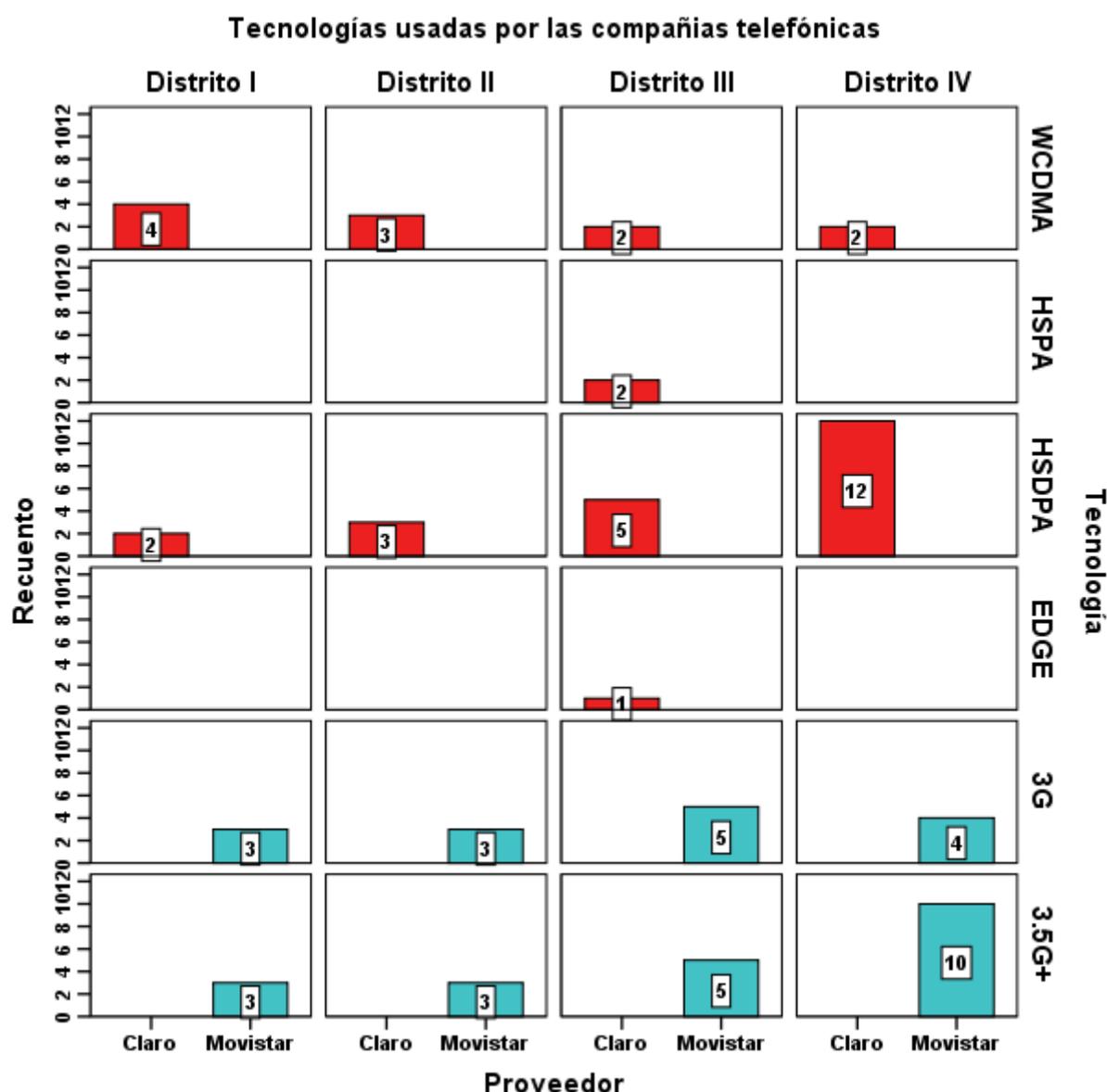


Figura 24. Distribución de las tecnologías por Distrito y proveedor.

En la Figura 24 se presentan las tecnologías por Distrito y proveedor. La compañía telefónica Claro no utiliza las tecnologías 3G y 3.5G+ en ningún Distrito. La tecnología más usada es HSDPA con 22 recuentos de frecuencias y le sigue la tecnología WCDMA con 14 recuentos de frecuencias en la modalidad de la muestra, ambas tecnologías cuentan con cobertura en los cuatros Distritos de la zona urbana del municipio de León.

La tecnología HSPA presentó cobertura solamente en el Distrito III con un recuento de dos frecuencias y la tecnología EDGE presentó cobertura en el Distrito III con un recuento de una frecuencia en la modalidad de la muestra para la compañía Claro.

La compañía telefónica Movistar utiliza las tecnologías 3G y 3.5G+ con cobertura en los cuatros Distritos. La tecnología 3.5G+ presentó un total de 21 recuentos de frecuencias en la modalidad de la muestra y es la que presenta mayor cobertura mientras que la tecnología 3G presentó un total de 15 recuentos en la modalidad de la muestra.

7.6. Frecuencia de la recolección de la muestra por fecha y barrios, repartos, residenciales y multifamiliares.

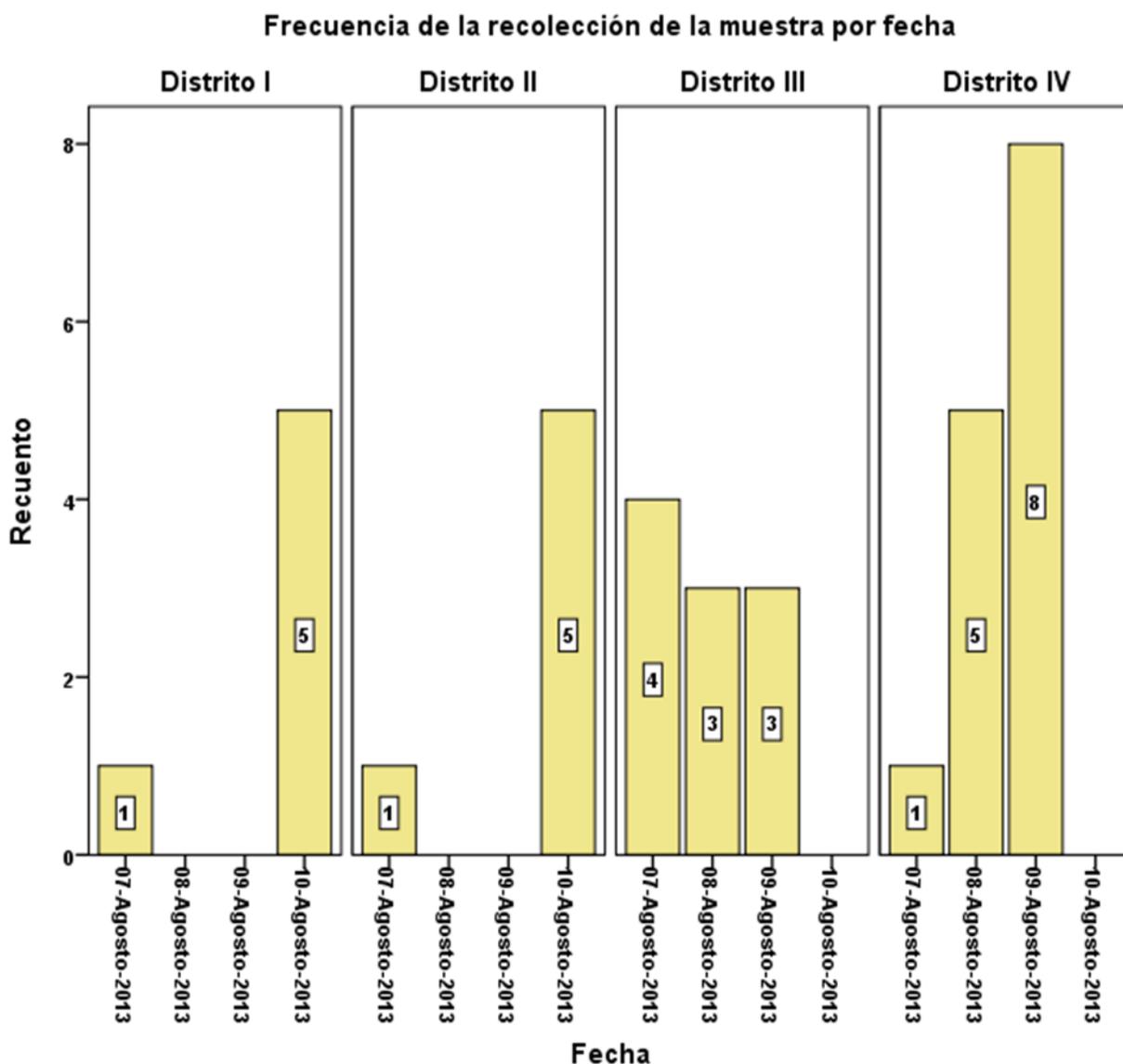


Figura 25. Frecuencias de la recolección de las muestras por Fecha.

La Figura 25 presenta las frecuencias de la recolección de las muestras por fecha. El 09 de agosto del año del 2013 fue el día que se realizaron la mayor cantidad de visitas a los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares para la recolección de la muestra que corresponde a los Distrito III y IV.

Frecuencia de la recolección de la muestra por barrios, repartos, residenciales y multifamiliares

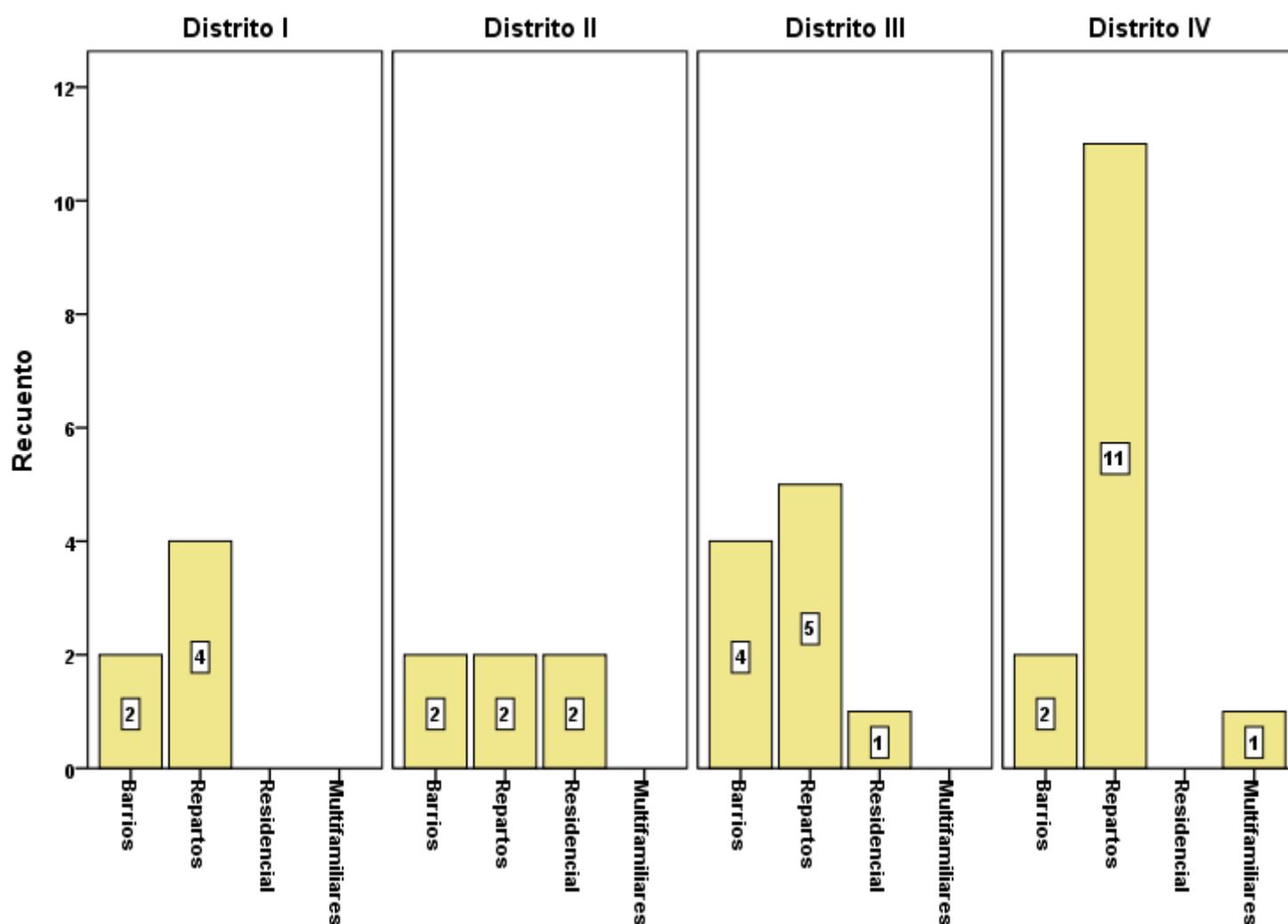


Figura 26. Frecuencias de la recolección de las muestras por barrios, repartos, residenciales y multifamiliares.

La frecuencia de la recolección de la muestra por barrios, repartos, residenciales y multifamiliares se indica en la Figura 26. Se puede observar que la zona urbana del municipio de León está constituida por más repartos que por barrios, residenciales y multifamiliares. Por consiguiente en los repartos es donde más se concentra la modalidad de la muestra con un recuento de 22 unidades muestrales.

7.7. Frecuencia de los parámetros analizados por Distrito

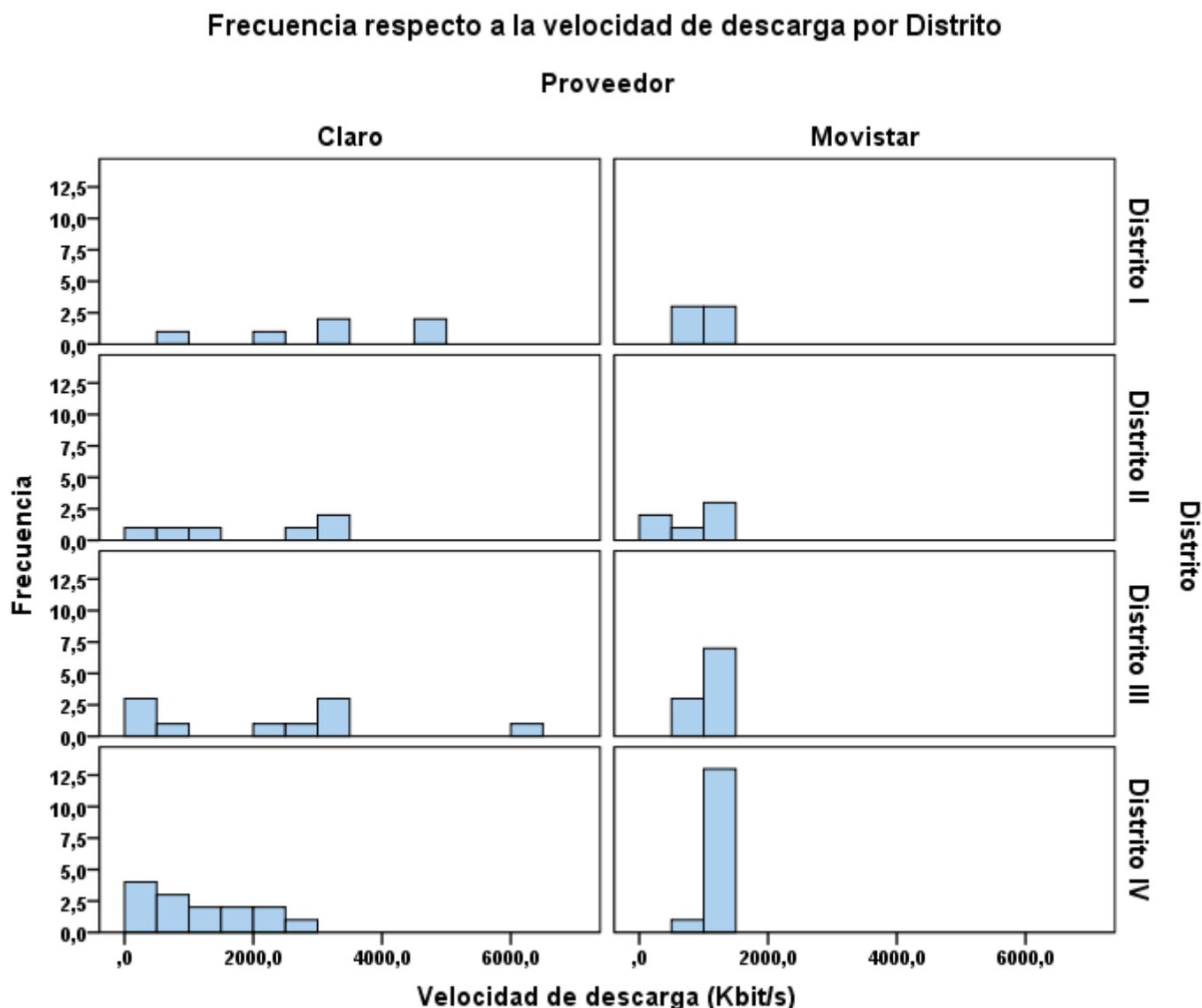


Figura 27. Frecuencia de velocidad de descarga por proveedor y Distritos.

En la Figura 27 se muestra la frecuencia de la velocidad de descarga por proveedor y Distritos. Se puede observar que la compañía telefónica Claro presenta una variación en el rango de la velocidad, mientras que la compañía telefónica Movistar no excede su velocidad de descarga a más de 2000 Kbit/s.

Frecuencia respecto a la velocidad de carga por Distrito

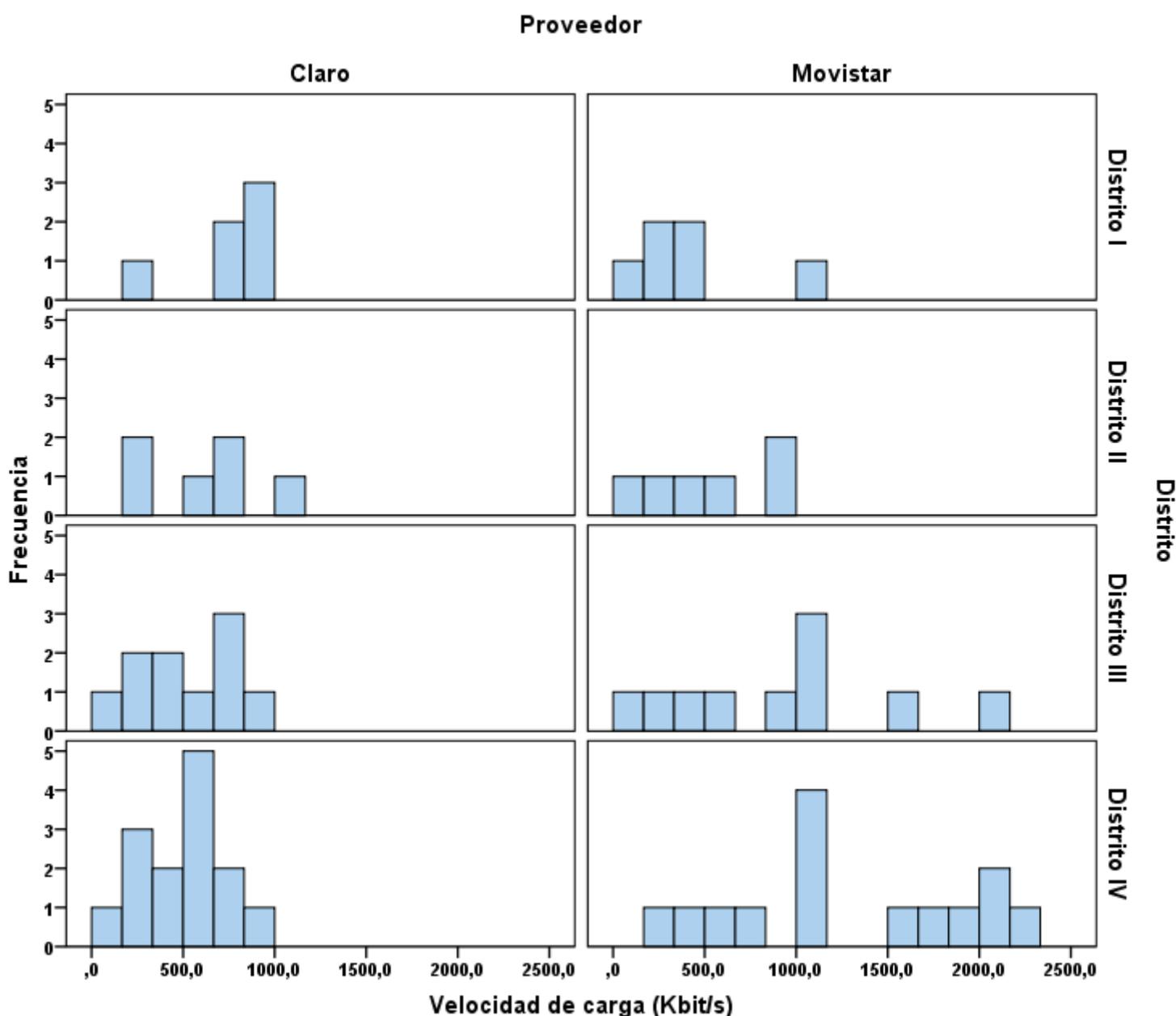


Figura 28. Frecuencia de velocidad de carga por proveedor y Distritos.

En la Figura 28 se muestra la frecuencia de la velocidad de carga por proveedor y Distritos. Se puede observar que la compañía telefónica Claro no excede su rango en velocidad de carga a más de 1500 Kbit/s, mientras que la compañía telefónica Movistar presenta una variación en la velocidad y presenta valores más altos que la compañía telefónica Claro.

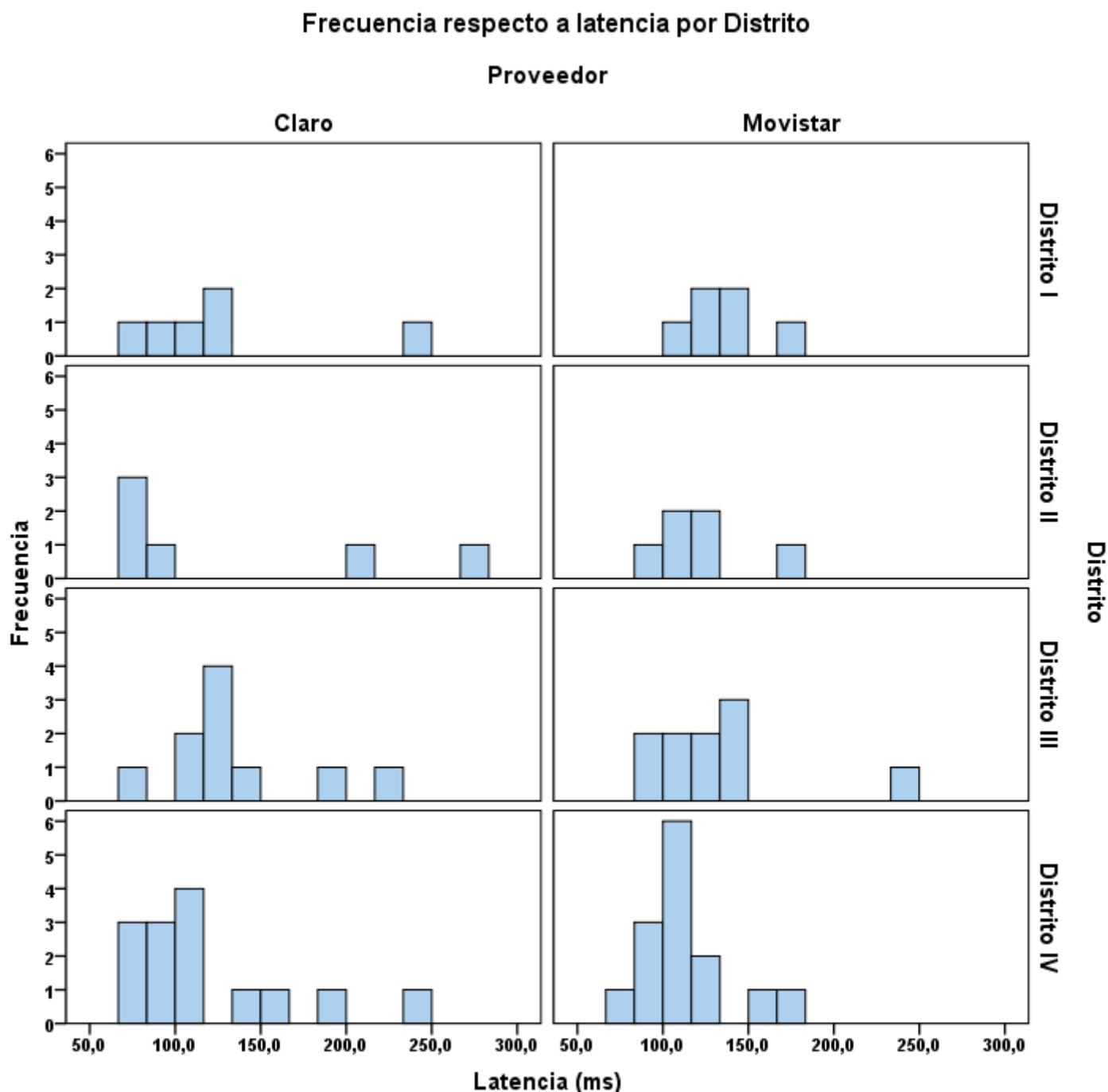


Figura 29. Frecuencia de latencia por proveedor y Distritos.

La Figura 29 presenta la frecuencia de latencia por proveedor y Distrito. La compañía telefónica Claro presentó una variación en su rango de 50 a 280 ms de latencia mientras que para la compañía telefónica Movistar no excede de los 250 ms en valores registrados de latencia.

7.8. Correlación entre las variables de estudio: velocidad de descarga y carga con latencia

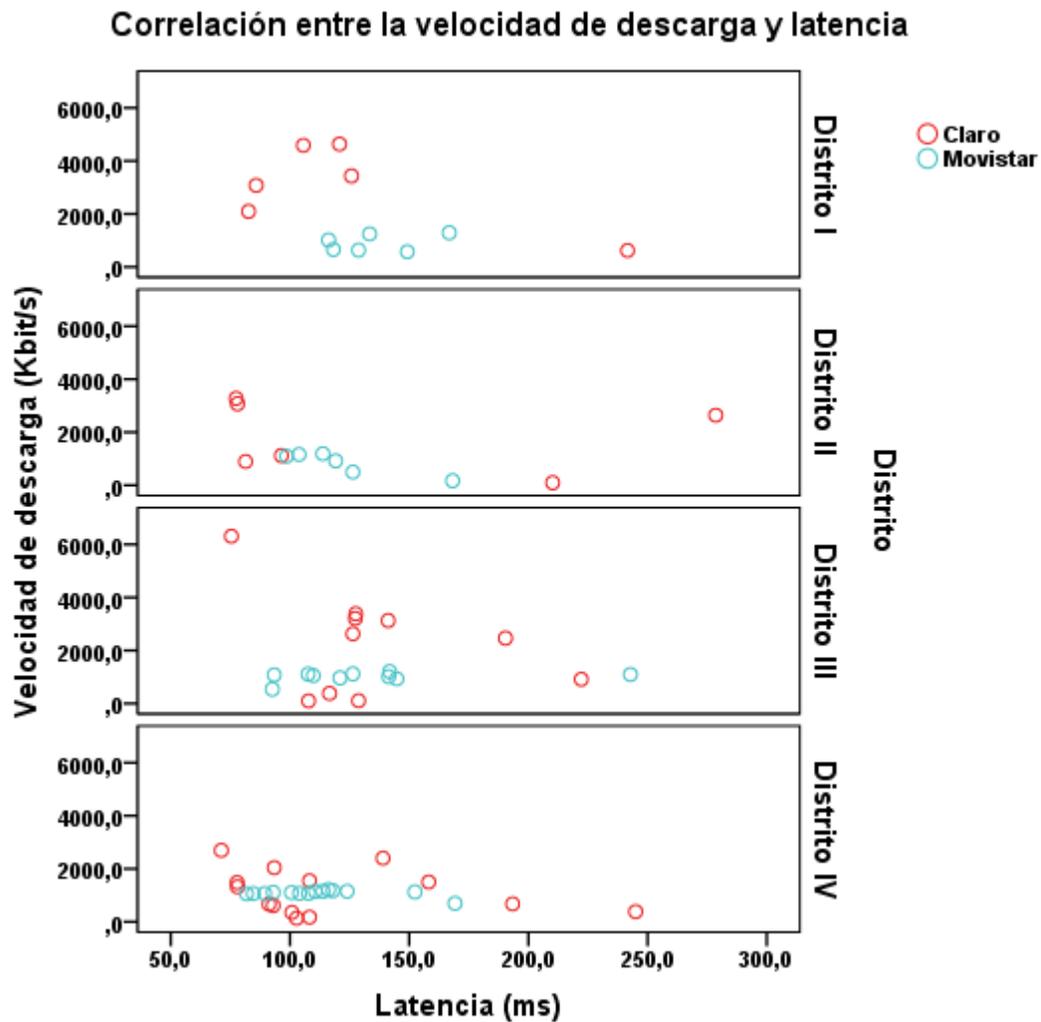


Figura 30. Correlación entre velocidad de descarga con latencia por Distrito.

En la Figura 30 se presenta la correlación entre velocidad de descarga con latencia por Distrito. Se puede observar que no existe ninguna relación entre las dos variables de estudio porque el valor de la velocidad de descarga no depende del valor de la latencia.

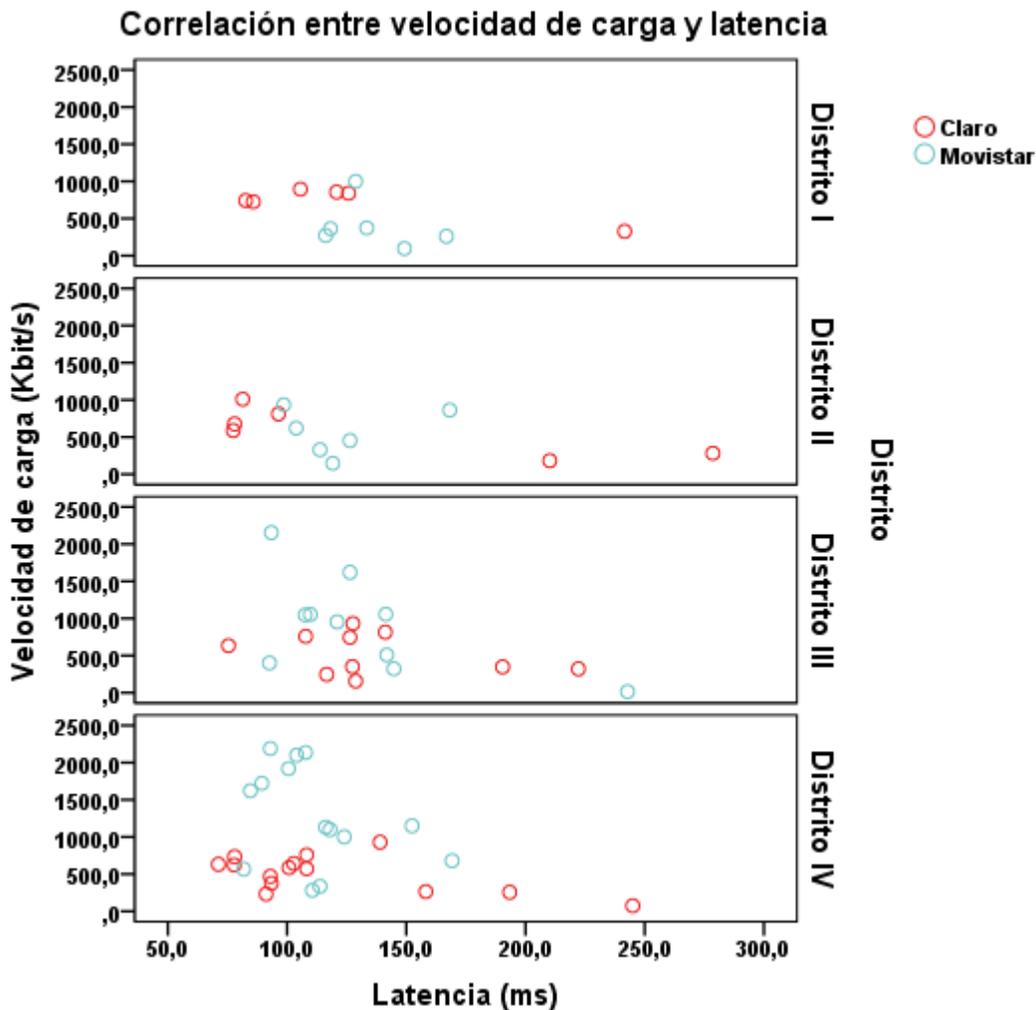


Figura 31. Correlación entre velocidad de carga con latencia por Distrito.

En la Figura 31 se presenta la correlación entre la velocidad de carga con latencia por Distrito. Se puede observar que no existe ninguna relación entre las dos variables de estudio porque el valor de la velocidad de carga no depende del valor de la latencia.

7.9. Puntuaciones de los operadores

Puntuación de los operadores de internet móvil 3G en el municipio de León, Nicaragua a partir de las medias obtenidas en cada uno de los parámetros analizados, asignando un peso específico a cada uno de ellos:

- Velocidad de descarga: 40 de 100, siendo 40 el valor máximo registrados: 6310 Kbit/s.
- Velocidad de carga: 40 de 100, siendo 40 el valor máximo registrado: 2154,8 Kbit/s.
- Latencia: 20 de 100, siendo 20 el mínimo valor registrado: 71,2 ms.

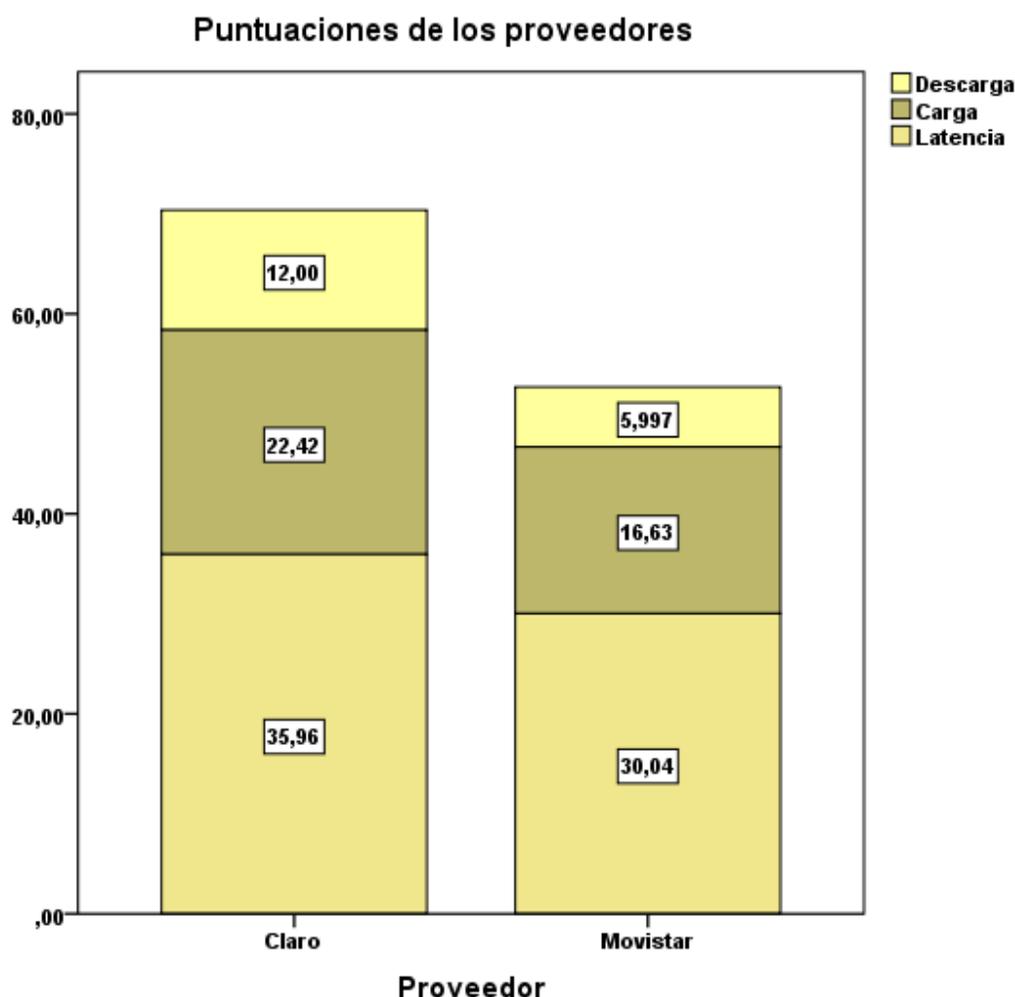


Figura 32. Puntuaciones de los proveedores.

Se puede observar en la Figura 32 que la compañía telefónica Claro es la que presenta las mejores puntuaciones con respecto a velocidad de descarga y velocidad de carga, mientras que la compañía Movistar presentó mejor puntuación con respecto a latencia.

Estos resultados se obtuvieron de la siguiente fórmula:

- Velocidad de descarga:

$$\frac{\text{Media de descarga} * \text{Puntuación}}{\text{Máxima descarga}}$$

- Velocidad de carga:

$$\frac{\text{Media de carga} * \text{Puntuación}}{\text{Máxima carga}}$$

- Latencia:

$$\frac{\text{Media de latencia} * \text{Puntuación}}{\text{Mínima latencia}}$$

VIII. Conclusiones

- Las dos compañías telefónicas Claro y Movistar establecidas en el municipio de León, Nicaragua mantienen su red razonablemente actualizada con los últimos avances propuesto por la 3GPP. Las dos utilizan la tecnología HSDPA en sentido descendente. La compañía Claro presenta la red actualizada a 2Mbit/s, mientras que la compañía Movistar presenta su velocidad a 1.5 Mbit/s.
- El uso de la herramienta SpeedTest.net para el estudio de los diferentes parámetros de Internet móvil 3G permitió recopilar las muestras en una base de datos de manera sencilla y organizada. Es un servicio gratuito, disponibles desde la WEB y en plataformas móviles para iPhone y Android .Esta herramienta es un estándar mundial utilizado para probar la conectividad a Internet y sus datos son precisos y es de fácil uso.
- Se determinó que la gran parte de la zona urbana del municipio de León, Nicaragua cuenta con cobertura mediante las tecnologías usadas por las dos compañías telefónicas Claro y Movistar, sin embargo en el barrio San José correspondiente al Distrito III la compañía Claro presentó cobertura con tecnología EDGE lo que significa que hay una deficiencia para la conexión a internet móvil 3G.
- La compañía telefónica Claro presentó mejores registros tanto en velocidad de descarga, carga y latencia en los Distritos I y II, en los Distrito III y IV obtuvo mejores registro en velocidad de descarga. La compañía telefónica Movistar obtuvo sus mejores registros en velocidad de carga y latencia en los Distritos III y IV.
- El coeficiente de correlación lineal entre las variables de descarga y latencia para la compañía telefónica Claro es muy alto $-0,223$ y entre las variables carga y latencia es $-0,566$. Para la compañía telefónica Movistar el coeficiente de correlación lineal entre las variables descarga y latencia fue $-0,183$ y entre las variables velocidad de carga y latencia fue $-0,459$. Lo que significa que no existe relación lineal y además es negativo.

IX. Recomendaciones

- Es importante en los estudios de internet móvil 3G considerar las ubicaciones de las antenas para determinar los lugares con o sin cobertura.
- En la revisión de literatura se obtuvo poca información. El estudio del comportamiento de las variables carga, descarga y latencia no se percibe en los informes y reporte consultados, es recomendable que se realice un análisis descriptivo de dichas variables.
- Es recomendable volver a realizar el estudio anualmente o según con las actualizaciones tecnológicas de las empresas proveedoras, para determinar si se han mejorado las prestaciones de internet móvil 3G, y que se incluya dentro de las mediciones la tecnología 4G, así como otras compañías que ofrezcan el servicio de Internet móvil como es IBW.

X. Posibles líneas de trabajos futuros

- Debido a la importancia de las estadísticas en el seguimiento, análisis y evaluación de los hombres y mujeres, y su interrelaciones en el mundo del trabajo, consideramos que es necesario el desarrollo de trabajos monográficos que utilicen estas herramientas y que fortalezcan el área investigativa de docentes y alumnos.
- El desarrollo de una aplicación utilizando el API de GoogleMaps, de tal manera que un usuario introduciendo su localización geográfica y coordenada pueda obtener información sobre la cobertura y tecnología que ofrece cada compañía, esto permitirá al usuario discernir sobre el servicio a contratar.
- Debido a que la herramienta SpeedTest.net no permite flexibilidad en algunos parámetros como la cantidad de hilos utilizada para realizar las mediciones sería interesante el desarrollo de una herramienta de análisis de velocidad de banda en la que el usuario pueda personalizar este tipo de parámetro.

XI. Literatura Revisada

- Johnson, R., & Kuby, P. (2007). *Estadística Elemental*. Mexico: Printed in Mexico.
- BandaAncha.eu. (Junio de 2009). *BandAancha.eu*. Obtenido de <http://bandaancha.eu/especial/estudio-rendimiento-internet-movil-3g>
- *BandaAncha.EU*. (Septiembre de 2012). Obtenido de BandaAncha.EU: <http://bandaancha.eu/especial/estudio-rendimiento-internet-movil-3g>
- BandaAncha.st. (28 de Enero de 2010). *BANDAANCHA.ST*. Obtenido de http://wiki.bandaancha.st/M%C3%B3dem_USB
- Claro Nicaragua. (2013). *Claro*. Obtenido de <http://www.claro.com.ni/wps/portal/ni/pc/personas/movil/servicios/>
- El Nuevo Diario. (7 de Junio de 2010). *El Nuevo Diario*. Obtenido de <http://impreso.elnuevodiario.com.ni/2010/07/06/empresas/127590>
- eNicaragua(AIN). (Junio de 2007).
- Flores, E., & Mariscal Avilés, J. (2010). <http://www.dirsi.net/>. Obtenido de http://www.dirsi.net/sites/default/files/Oportunidades%20y%20desaf%C3%ADos%20de%20la%20banda%20ancha%20m%C3%B3vil%20-%20Judith%20Mariscal,%20Ernetso%20Flores-Roux_0.pdf
- Hernán Galperin, P. (Agosto de 2013). *www.antel.com.uy*. Obtenido de <http://www.antel.com.uy/wps/wcm/connect/4d7a4e00412acda9900f99620306cc2c/15+Galperin+INFORME+UNIVERSIDAD+SAN+ANDRES+2013.pdf?MOD=AJPERES>
- Huidobro, J. M. (2012). *Comunicaciones Móviles Sistemas GSM, UMTS y LTE*. España: RA-MA Editorial.
- INIDE, I. N. (Marzo de 2008). <http://www.inide.gob.ni/>. Obtenido de <http://www.inide.gob.ni/censos2005/CifrasMun/Leon/LEON.pdf>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2011). *www.inde.gob.ni*. Obtenido de <http://www.inide.gob.ni/censo95/vol106p.pdf>

-
- Investiga, C. N. (s.f.). *www.saludinvestiga.org*. Obtenido de <http://www.saludinvestiga.org.ar/pdf/tutorias/preguntas/PREGUNTA-2.pdf>
 - La Prensa. (19 de Abril de 2008). Nicaragua ya tiene tecnología 3G. Managua, Nicaragua.
 - La Prensa. (28 de Mayo de 2013). Mas conexión a internet. Managua, Nicaragua.
 - Movistar. (Noviembre de 2012). *Movistar*. Obtenido de <http://www.movistar.com.ni/>
 - Sequeira Corea, Ervin TELCOR. (Febrero de 2005). Telcor y el desarrollo de las telecomunicaciones en Nicaragua. Managua.
 - *SpeedTest*. (10 de Octubre de 2012). Obtenido de [SpeedTest: www.speedtest.net](http://www.speedtest.net)
 - *SpeedTest.net*. (s.f.). *SpeedTest.net*. Obtenido de <https://support.speedtest.net/entries/20862782-How-does-the-test-itself-work-How-is-the-result-calculated->
 - TELCOR. (05 de Noviembre de 2012). *Telcor Ente Regulador*. Obtenido de <http://www.telcor.gob.ni/>
 - Telefonica. (Marzo de 2000). Introducción a la Telemática y a las redes de datos. Madrid, España.
 - *testvelocidad.eu*. (Junio de 2009). *TESTVELOCIDAD.EU*. Obtenido de <http://testvelocidad.eu/>
 - Unión Internacional de Telecomunicaciones. (s.f.). *International Telecommunication Union*. Obtenido de <https://www.itu.int/osg/spu/publications/birthofbroadband/faq-es.html>

XII. Anexos

Anexo 1. Lista de los barrios, repartos, residenciales y multifamiliares de la población urbana del municipio de León, Nicaragua facilitado por el departamento de control urbano de la Alcaldía Municipal de León, septiembre del 2012.

Distrito I	Distrito II	Distrito III	Distrito IV
Adiac I	Anexo Veracruz	Andrés Zapata	18 de Agosto
Adiac II	Carlos Núñez	Anexo Villa Soberana	Alfonso Cortez
Adiac III	Covisuba	Aracelis Pérez	Anexo Colonia Universidad
Anexo Roger Deshon	Esfuerzo de la Comunidad	Augusto Cesar Sandino	Anexo Marco Antonio Medina
Belén	Fanor Urroz	Benjamín Zeledón	Anexo villa 23 de Julio
Bello Horizonte	Felipe Santana	El Calvario	Antenor Sandino Hernández
Felipe Pedro Quiroz	Génesis	El coyolar	Arrocera I
Juan J. Álvarez	Hipólito Sánchez	El Sagrario	Arrocera II
Justo Centeno	Oscar Turcio	Enrique Lorente	Azarías H. Pallais
La Unión	Res Santa María	Ermita	Bella Vista
Los jardines del Adiac	Roberto Calderón	Fátima	Benito M. Iacayo
Paulino Guevara	Ronald Sandino	H Y M de Zaragoza	Biblioteca Banco Central
Providencia y Anexo	San Mateo	Jericó	Bo. Guadalupe
Roger Deshon I	Saúl Álvarez	José Benito Escobar	Brisas de Acosasco
Roger Deshon II	Sutiava 3	La Merced	Carlos Fonseca
Santa Lucia	Sutiava 4	Laborío	Che Guevara
Santa Martha/Veracruz Nueva	Sutiava 5	Linda vista	Concepción de María
Sutiava 1	Veracruz	Maritza López	Divino Niño
Sutiava 2	Villa Austria Central	Nuevo Horizonte	El Calvarito
Villa Democracia	Villa Austria Norte	Oscar Pérez	El Chorizo
Villa Villaret	Walter Ferreti / El Cocal	Pedro J. Avendaño	El convento
		Posada del sol	Emir Cabeza
		Primero de Mayo	Fundeci I
		Rogelio Santana	Fundeci II

		Rosendo Pacheco	Fundeci III
		San Felipe	Fundeci IV
		San Jerónimo	Gustavo López
		San José	H Y M del Calvarito
		San Juan	Hamburgo
		San Nicolás	Juan R. Sampsón
		San Sebastián	Julio Canales
		Todo Sera Mejor	La Granja
		Uriel Herdosia	Lino Arguello
		Venceremos	Marcio Hernández
		Villa Santiago	Marco A Medina
		Villa Soberana	Mariana Sampson
		William Fonseca	Mario Quant
		Zaragoza	Mercedes Varela
			Res. Candelaria
			Res. Colonia Universidad
			Res. Guadalupe
			Res. Palma Real
			Reynaldo Varela
			Rigoberto López Pérez
			Rubén Darío
			Salomón de la Selva
			Santa María I
			Santa María II
			Santa María III
			Santiago de los Caballeros
			Utrecht
			Villa 23 de Julio
21	21	38	52

Anexo 2. Mapa de la zona urbana del municipio de León facilitada por el Ingeniero de la división de Catastro de la Alcaldía Municipal de León, septiembre del 2012.



Anexo 3. Recolección de muestras para el estudio del rendimiento del internet móvil 3G en la zona urbana del municipio de León.

X	Y	Distrito	División Territorial	Nombres	Operador	Fecha	H. Inicio	H. Fin	Tipo de Señal	Intensidad	Descarga (Kbit/s)	Latencia (ms)	Carga (Kbit/s)
12.435969	-86.888255	Distrito I	Barrio	Sutiava Norte	Claro	10-08-13	12:35 pm	12:36 pm	HSDPA	Buena	3477	120	859
							12:36 pm	12:37 pm	HSDPA	Buena	3854	144	644
							12:37 pm	12:38 pm	HSDPA	Buena	2647	90	381
							12:38 pm	12:39 pm	HSDPA	Buena	3717	148	732
							12:40 pm	12:41 pm	HSDPA	Buena	3478	127	1582
					Movistar	10-08-13	12:35 pm	12:36 pm	3G	Muy buena	769	102	205
							12:36 pm	12:37 pm	3G	Muy buena	111	240	21
							12:37 pm	12:38 pm	3G	Muy buena	1042	72	726
							12:38 pm	12:39 pm	3G	Muy buena	665	106	704
							12:40 pm	12:41 pm	3G	Muy buena	713	71	160
12.442309	-86.888441		Reparto	La Providencia	Claro	10-08-13	01:20 pm	01:21 pm	HSDPA	Excelente	3042	117	360
							01:21 pm	01:22 pm	HSDPA	Excelente	4870	106	1078
							01:22 pm	01:23 pm	HSDPA	Excelente	3605	82	908
							01:23 pm	01:24 pm	HSDPA	Excelente	4453	106	955
							01:24 pm	01:25 pm	HSDPA	Excelente	6974	117	1172
					Movistar	10-08-13	01:20 pm	01:21 pm	3.5G+	Excelente	1166	135	239
							01:21 pm	01:22 pm	3.5G+	Excelente	1184	150	630
							01:22 pm	01:23 pm	3.5G+	Excelente	1025	138	118
							01:23 pm	01:24 pm	3.5G+	Excelente	1187	138	373
							01:24 pm	01:25 pm	3.5G+	Excelente	1669	106	509

12.435152	-86.904241		Reparto	Santa Lucia	Claro	10-08-13	09:58 am	09:59 am	WCDMA	Muy Buena	3338	100	576
							09:59 am	10:00 am	WCDMA	Muy Buena	2176	79	770
							10:00 am	10:01 am	WCDMA	Muy Buena	1720	75	859
							10:01 am	10:02 am	WCDMA	Muy Buena	525	57	887
							10:02 am	10:03 am	WCDMA	Muy Buena	2713	102	615
					Movistar	10-08-13	09:58 am	09:59 am	3.5G+	Bueno	1086	140	103
							09:59 am	10:00 am	3.5G+	Bueno	621	149	187
							10:00 am	10:01 am	3.5G+	Bueno	829	77	323
							10:01 am	10:02 am	3.5G+	Bueno	1163	91	248
							10:02 am	10:03 am	3.5G+	Bueno	1380	124	494
12.435622	-86.910889		Reparto	Santa Martha	Claro	10-08-13	10:30 am	10:32 am	WCDMA	Regular	3338	100	576
							10:32 am	10:33 am	WCDMA	Regular	2176	79	770
							10:34 am	10:35 am	WCDMA	Regular	1720	75	859
							10:35 am	10:36 am	WCDMA	Regular	525	57	887
							10:39 am	10:40 am	WCDMA	Regular	2713	102	615
					Movistar	10-08-13	10:30 am	10:31 am	3G	Bueno	294	149	80
							10:32 am	10:33 am	3G	Bueno	528	134	90
							10:34 am	10:35 am	3G	Bueno	496	144	98
							10:35 am	10:36 am	3G	Bueno	396	169	69
							10:39 am	10:40 am	3G	Bueno	1154	150	147
12.442522	-86.896379		Reparto	Jardines del Adiac	Claro	07-08-13	02:07 pm	02:08 pm	WCDMA/E DGE	Buena	860	262	339
							02:09 pm	02:10 pm	WCDMA/E DGE	Buena	808	252	332
							02:12 pm	02:13 pm	WCDMA/E DGE	Buena	675	249	336
							02:13 pm	02:15 pm	WCDMA/E DGE	Buena	335	195	320

							pm	pm	DGE				
							02:15 pm	02:16 pm	WCDMA/E DGE	Buena	426	250	315
					Movistar	07-08-13	02:07 pm	02:08 pm	3.5G+	Muy Buena	865	144	1029
							02:09 pm	02:10 pm	3.5G+	Muy Buena	808	117	873
							02:12 pm	02:13 pm	3.5G+	Muy Buena	376	112	1105
							02:13 pm	02:14 pm	3.5G+	Muy Buena	361	147	892
							02:15 pm	02:16 pm	3.5G+	Muy Buena	766	124	1103
12.439877	-86.888750		Barrio	Sutiava Norte	Claro	10-08-13	01:02 pm	01:04 pm	WCDMA	Regular	3477	120	859
							01:04 pm	01:05 pm	WCDMA	Regular	3854	144	644
							01:05 pm	01:06 pm	WCDMA	Regular	2647	90	381
							01:07 pm	01:08 pm	WCDMA	Regular	3717	148	732
							01:09 pm	01:10 pm	WCDMA	Regular	3478	126	1582
					Movistar	10-08-13	01:02 pm	01:04 pm	3G	Excelente	1025	239	45
							01:04 pm	01:05 pm	3G	Excelente	1373	169	123
							01:05 pm	01:06 pm	3G	Excelente	1170	145	535
							01:07 pm	01:08 pm	3G	Excelente	1249	142	331
							01:09 pm	01:10 pm	3G	Excelente	1623	139	266
12.434030	-86.888716	Distrito II	Barrio	Sutiava Sur (Parque del Indio)	Claro	10-08-13	11:55 am	11:56 am	WCDMA	Buena	3366	135	604
							11:56 am	11:57 am	WCDMA	Buena	3611	75	540
							11:57 am	11:57 am	WCDMA	Buena	3270	51	536
							11:58 am	11:58 am	WCDMA	Buena	3222	74	493
							11:59 am	12:00 pm	WCDMA	Buena	2909	52	767
					Movistar	10-08-13	11:55 am	11:56 am	3G	Excelente	1114	115	1035
							11:56 am	11:57 am	3G	Excelente	1109	109	1389

							11:57 am	11:57 am	3G	Excelente	1068	76	924
							11:58 am	11:58 am	3G	Excelente	1065	84	624
							11:59 am	12:00 pm	3G	Excelente	1127	109	703
12.429463	-86.887899		Barrio	Sutiava Sur	Claro	10-08-13	12:10 pm	12:11 pm	HSDPA	Excelente	5598	144	899
							12:11 pm	12:12 pm	HSDPA	Excelente	2990	122	716
							12:12 pm	12:13 pm	HSDPA	Excelente	5801	96	777
							12:13 pm	12:14 pm	HSDPA	Excelente	1528	121	864
							12:14 pm	12:15 pm	HSDPA	Excelente	7255	121	1022
					Movistar	10-08-13	12:10 pm	12:11 pm	3.5G+	Excelente	955	146	225
							12:11 pm	12:12 pm	3.5G+	Excelente	1252	81	778
							12:12 pm	12:13 pm	3.5G+	Excelente	1218	107	553
							12:13 pm	12:14 pm	3.5G+	Excelente	1172	78	996
							12:14 pm	12:15 pm	3.5G+	Excelente	1196	107	546
12.425177	-86.916374		Residencial	Altos de Veracruz	Claro	10-08-13	08:16 am	08:17 am	WCDMA	Buena	2312	328	312
							08:17 am	08:18 am	WCDMA	Buena	2465	340	308
							08:18 am	08:19 am	WCDMA	Buena	3982	350	220
							08:19 am	08:20 am	WCDMA	Buena	2240	35	270
							08:21 am	08:22 am	WCDMA	Buena	2210	340	298
					Movistar	10-08-13	08:16 am	08:17 am	3G	Muy Buena	564	145	293
							08:17 am	08:18 am	3G	Muy Buena	552	133	914
							08:18 am	08:19 am	3G	Muy Buena	506	136	31
							08:19 am	08:20 am	3G	Muy Buena	435	79	919
							08:21 am	08:22 am	3G	Muy Buena	423	139	110
12.432930	-86.89992		Residencial	San Mateo	Claro	10-08-13	11:05	11:06	WCDMA	Muy Buena	3296	68	560

							am	am					
							11:06 am	11:07 am	WCDMA	Muy Buena	3170	103	596
							11:07 am	11:08 am	WCDMA	Muy Buena	3008	99	825
							11:08 am	11:09 am	WCDMA	Muy Buena	3015	59	674
							11:09 am	11:10 am	WCDMA	Muy Buena	2877	61	725
					Movistar	10-08-13	11:05 am	11:06 am	3G	Bueno	537	158	111
							11:06 am	11:07 am	3G	Bueno	1193	107	108
							11:07 am	11:08 am	3G	Bueno	938	101	171
							11:08 am	11:09 am	3G	Bueno	935	138	175
							11:09 am	11:10 am	3G	Bueno	988	92	165
12.426896	-86.896117		Reparto	Ronald Sandino	Claro	10-08-13	11:31 am	11:34 am	WCDMA	Regular	456	86	1256
							11:34 am	11:35 am	WCDMA	Regular	836	60	1086
							11:35 am	11:36 am	WCDMA	Regular	647	124	687
							11:36 am	11:37 am	WCDMA	Regular	1235	72	1177
							11:37 am	11:38 am	WCDMA	Regular	1302	65	846
					Movistar	10-08-13	11:31 am	11:34 am	3.5G+	Muy Bueno	1136	144	136
							11:34 am	11:35 am	3.5G+	Muy Bueno	1185	135	289
							11:35 am	11:36 am	3.5G+	Muy Bueno	1152	82	362
							11:36 am	11:37 am	3.5G+	Muy Bueno	1191	108	389
							11:37 am	11:38 am	3.5G+	Muy Bueno	1273	100	469
12.424465	-86.908060		Reparto	Roberto Calderón	Claro	07-08-13	09:15 am	09:16 am	HSDPA	Buena	90	285	319
							09:16 am	09:17 am	HSDPA	Buena	95	256	138
							09:17 am	09:18 am	HSDPA	Buena	70	116	152
							09:18 am	09:19 am	HSDPA	Buena	122	129	137

							09:19 am	09:20 am	HSDPA	Buena	98	265	164
					Movistar	07-08-13	09:15 am	09:16 am	3.5 G+	Muy Buena	261	147	1118
							09:16 am	09:17 am	3.5 G+	Muy Buena	104	142	996
							09:17 am	09:18 am	3.5 G+	Muy Buena	58	150	54
							09:18 am	09:19 am	3.5 G+	Muy Buena	298	112	1014
							09:19 am	09:19am	3.5 G+	Muy Buena	126	290	1128
12.443532	-86.864790	Distrito III	Reparto	Posada el Sol	Claro	09-08-13	09:40 am	09:41 am	HSDPA	Excelente	1024	87	91
							09:41 am	09:42 am	HSDPA	Excelente	92	75	897
							09:43 am	09:44 am	HSDPA	Excelente	145	59	83
							09:44 am	09:46 am	HSDPA	Excelente	359	184	90
							09:46 am	09:47 am	HSDPA	Excelente	287	178	71
					Movistar	09-08-13	09:40 am	09:40 am	3G	Excelente	679	150	1034
							09:41 am	09:42 am	3G	Excelente	1190	141	1161
							09:43 am	09:43 am	3G	Excelente	801	133	907
							09:44 am	09:45 am	3G	Excelente	1222	145	1092
							09:46 am	09:46 am	3G	Excelente	1176	138	1088
12.463898	-86.862558		Reparto	San Jerónimo	Claro	08-08-13	09:15 am	09:16 am	HSDPA	Excelente	2470	201	349
							09:16 am	09:17 am	HSDPA	Excelente	2898	201	343
							09:17 am	09:17 am	HSDPA	Excelente	2405	225	349
							09:18 am	09:18 am	HSDPA	Excelente	1756	202	344
							09:19 am	09:19 am	HSDPA	Excelente	2788	123	352
					Movistar	08-08-13	09:15 am	09:16 am	3.5G+	Muy Bueno	997	141	134
							09:16 am	09:17 am	3.5G+	Muy Bueno	1209	140	604
							09:17	09:17	3.5G+	Muy Bueno	1222	160	112

							am	am					
							09:18 am	09:18 am	3.5G+	Muy Bueno	1193	122	1183
							09:19 am	09:19 am	3.5G+	Muy Bueno	1391	146	512
12.440263	-86.877922		Barrio	San José	Claro	07-08-13	01:31 pm	01:32 pm	EDGE	Buena	125	136	106
							01:32 pm	01:34 pm	EDGE	Buena	75	142	218
							01:34 pm	01:36 pm	EDGE	Buena	95	155	47
							01:36 pm	01:38 pm	EDGE	Buena	138	105	198
							01:38 pm	01:40 pm	EDGE	Buena	97	106	217
					Movistar	07-08-13	01:31 pm	01:31 pm	3.5G+	Muy Bueno	549	118	254
							01:32 pm	01:33 pm	3.5G+	Muy Bueno	519	71	410
							01:34 pm	01:35 pm	3.5G+	Muy Bueno	545	131	406
							01:36 pm	01:37 pm	3.5G+	Muy Bueno	536	74	185
							01:38 pm	01:39 pm	3.5G+	Muy Bueno	542	69	749
12.435434	-86.881923		Barrio	El Sagrario	Claro		11:28 am	11:28 am	HSPA	Excelente	4330	113	795
							11:29 am	11:30 am	HSPA	Excelente	3002	155	790
							11:30 am	11:31 am	HSPA	Excelente	1663	107	780
							11:31 am	11:32 am	HSPA	Excelente	5192	148	1089
							11:32 am	11:33 am	HSPA	Excelente	2742	115	1198
					Movistar	07-08-13	11:28 am	11:28 am	3G	Excelente	1073	106	2507
							11:29 am	11:30 am	3G	Excelente	1080	75	2011
							11:30 am	11:31 am	3G	Excelente	1038	74	2266
							11:31 am	11:32 am	3G	Excelente	1117	109	1995
							11:32 am	11:33 am	3G	Excelente	1088	103	1995
12.447011	-86.865298		Reparto	1 de Mayo	Claro	09-08-13	10:09 am	10:11 am	HSDPA	Excelente	115	75	1060

							10:11 am	10:12 am	HSDPA	Excelente	108	124	1011
							10:12 am	10:13 am	HSDPA	Excelente	95	131	358
							10:13 am	10:15 am	HSDPA	Excelente	71	138	269
							10:15 am	10:17 am	HSDPA	Excelente	104	71	1091
					Movistar	09-08-13	10:09 am	10:10 am	3G	Muy Bueno	721	150	1101
							10:11 am	10:11 am	3G	Muy Bueno	1119	92	1109
							10:12 am	10:13 am	3G	Muy Bueno	1188	100	1099
							10:13 am	10:14 am	3G	Muy Bueno	889	118	920
							10:15 am	10:16 am	3G	Muy Bueno	907	145	539
12.430269	-86.884113		Barrio	El Laborío	Claro	07-08-13	11:03 am	11:04 am	WCDMA	Muy Bueno	2576	166	772
							11:04 am	11:04 am	WCDMA	Muy Bueno	3369	149	443
							11:05 am	11:06 am	WCDMA	Muy Bueno	2359	145	572
							11:06 am	11:07 am	WCDMA	Muy Bueno	2205	67	802
							11:07 am	11:08 am	WCDMA	Muy Bueno	2640	105	1136
					Movistar	07-08-13	11:03 am	11:03 am	3.5G+	Muy Bueno	1120	113	1680
							11:04 am	11:05 am	3.5G+	Muy Bueno	1328	100	2010
							11:05 am	11:06 am	3.5G+	Muy Bueno	1060	80	1902
							11:06 am	11:06 am	3.5G+	Muy Bueno	1037	65	1863
							11:07 am	11:07 am	3.5G+	Muy Bueno	1041	60	646
12.455623	-86.869200		Reparto	Andrés Zapata	Claro	08-08-13	10:16 am	10:16 am	HSDPA	Excelente	3798	187	348
							10:17 am	10:17 am	HSDPA	Excelente	2490	107	347
							10:18 am	10:18 am	HSDPA	Excelente	2776	113	352
							10:18 am	10:19 am	HSDPA	Excelente	3400	121	357
							10:19	10:20	HSDPA	Excelente	3573	109	353

					Movistar	08-08-13	am 10:16 am	am 10:16 am	3G	Excelente	1110	140	946
							10:17 am	10:17 am	3G	Excelente	1099	62	1185
							10:18 am	10:18 am	3G	Excelente	1097	134	975
							10:18 am	10:19 am	3G	Excelente	1042	90	975
							10:19 am	10:20	3G	Excelente	1199	112	1148
12.440474	-86.886498		Multifamiliar	Heróres y Mártires de Zaragoza	Claro	07-08-13	12:04 pm	12:05 pm	HSDPA	Excelente	3697	123	1191
							12:05 pm	12:06 pm	HSDPA	Excelente	2512	79	984
							12:07 pm	12:08 pm	HSDPA	Excelente	3234	123	571
							12:09 pm	12:10	HSDPA	Excelente	3072	219	553
							12:13 pm	12:14 pm	HSDPA	Excelente	3129	162	772
					Movistar	07-08-13	12:04 pm	12:05 pm	3.5G+	Excelente	1093	280	17
							12:05 pm	12:07 pm	3.5G+	Excelente	647	253	11
							12:07 pm	12:08 pm	3.5G+	Excelente	1205	242	15
							12: 09 pm	12:10 pm	3.5G+	Excelente	1092	235	16
							12:13 pm	12:15 pm	3.5G+	Excelente	1446	204	15
12.456272	-86.885297		Reparto	William Fonseca	Claro	09-08-13	08:32 am	08:33 am	WCDMA	Regular	866	155	334
							08:34 am	08:35 am	WCDMA	Regular	847	220	307
							08:36 am	08:37 am	WCDMA	Regular	905	236	305
							08:38 am	08:40 am	WCDMA	Regular	1042	258	318
							08:41 am	08:42 am	WCDMA	Regular	909	242	337
					Movistar	09-08-13	08:32 am	08:33 am	3.5G+	Muy Buena	1088	142	226
							08:34 am	08:35 am	3.5G+	Muy Buena	980	148	448
							08:36 am	08:37 am	3.5G+	Muy Buena	878	144	313

							08:38 am	08:39 am	3.5G+	Muy Buena	1006	141	188
							08:41 am	08:42 am	3.5G+	Muy Buena	697	149	437
12.449876	-86.872390		Residencial	Fátima	Claro	08-08-13	10:50 am	10:51 am	HSPA	Buena	21180	79	792
							10:51 am	10:52 am	HSPA	Buena	3446	68	618
							10:52 am	10:53 am	HSPA	Buena	3502	81	701
							10:54 am	10:55 am	HSPA	Buena	1973	68	520
							10:55 am	10:57 am	HSPA	Buena	1449	81	539
					Movistar	08-08-13	10:50 am	10:51 am	3G	Muy Bueno	1211	156	1132
							10:51 am	10:52 am	3G	Muy Bueno	1110	70	1075
							10:52 am	10:53 am	3G	Muy Bueno	1051	82	1060
							10:54 am	10:54 am	3G	Muy Bueno	1052	133	985
							10:55 am	10:55 am	3G	Muy Bueno	852	108	1011
12.431630	-86.847538	Distrito IV	Reparto	Utrech	Claro	08-08-13	01:38 pm	01:38 pm	HSDPA	Buena	1197	131	380
							01:38 pm	01:39 pm	HSDPA	Buena	554	130	80
							01:39 pm	01:40 pm	HSDPA	Buena	708	65	115
							01:40 pm	01:41 pm	HSDPA	Buena	657	67	77
							01:41 pm	01:42 pm	HSDPA	Buena	202	63	508
					Movistar	08-08-13	01:38 pm	01:38 pm	3.5G+	Excelente	1084	149	1200
							01:38 pm	01:39 pm	3.5G+	Excelente	1108	74	1151
							01:39 pm	01:40 pm	3.5G+	Excelente	1039	72	1184
							01:40 pm	01:41 pm	3.5G+	Excelente	1170	141	1160
							01:41 pm	01:42 pm	3.5G+	Excelente	1228	326	1050
12.428006	-86.884049		Reparto	Juan R Sampson	Claro	07-08-13	10:31 am	10:32 am	HSDPA	Excelente	874	100	844
							10:34	10:34	HSDPA	Excelente	2373	127	743

							am	am					
							10:35 am	10:36 am	HSDPA	Excelente	2464	87	758
							10:37 am	10:38 am	HSDPA	Excelente	284	105	707
							10:40 am	10:41 am	HSDPA	Excelente	1749	122	744
					Movistar	07-08-13	10:31 am	10:34 am	3G	Muy Bueno	1148	107	2035
							10:34 am	10:35 am	3G	Muy Bueno	1016	108	2132
							10:35 am	10:36 am	3G	Muy Bueno	1036	78	2015
							10:37 am	10:38 am	3G	Muy Bueno	1061	78	982
							10:40 am	10:41 am	3G	Muy Bueno	1059	76	1451
12.418639	-86.847270		Reparto	Santa María	Claro	08-08-13	12:07 pm	12:08 pm	HSDPA	Muy buena	2832	123	350
							12:08 pm	12:09 pm	HSDPA	Muy buena	1070	79	342
							12:09 pm	12:10 pm	HSDPA	Muy buena	1411	73	434
							12:10 pm	12:11 pm	HSDPA	Muy buena	2668	111	332
							12:11 pm	12:12 pm	HSDPA	Muy buena	2241	81	424
					Movistar	08-08-13	12:07 pm	12:08 pm	3.5G+	Bueno	1164	130	1173
							12:08 pm	12:09 pm	3.5G+	Bueno	1259	106	1161
							12:09 pm	12:10 pm	3.5G+	Bueno	938	123	963
							12:10 pm	12:10 pm	3.5G+	Bueno	1084	89	1085
							12:11 pm	12:12 pm	3.5G+	Bueno	1426	142	1110
12.421677	-86.881560		Reparto	Rigoberto López Pérez	Claro	09-08-13	12:49 pm	12:50 pm	WCDMA	Regular	1405	151	339
							12:50 pm	12:51 pm	WCDMA	Regular	1523	108	615
							12:51 pm	12:54 pm	WCDMA	Regular	423	170	96
							12:55 pm	12:56 pm	WCDMA	Regular	2619	106	95
							12:56 pm	12:57 pm	WCDMA	Regular	1539	256	184

					Movistar	09-08-13	12:49 pm	12:50 pm	3.5G+	Excelente	1034	103	1456
							12:50 pm	12:51 pm	3.5G+	Excelente	1036	97	2412
							12:51 pm	12:54 pm	3.5G+	Excelente	1154	116	2530
							12:55 pm	12:56 pm	3.5G+	Excelente	1136	109	2101
							12:56 pm	12:57 pm	3.5G+	Excelente	1021	95	2001
12.434104	-86.866711		Reparto	Villa 23 de Julio	Claro	09-08-13	03:15 pm	03:16 pm	HSDPA	Buena	120	132	534
							03:16 pm	03:18 pm	HSDPA	Buena	260	132	1023
							03:19 pm	03:20 pm	HSDPA	Buena	941	63	171
							03:20 pm	03:22 pm	HSDPA	Buena	317	100	460
							03:22 pm	03:23 pm	HSDPA	Buena	116	77	740
					Movistar	09-08-13	03:15 pm	03:16 pm	3.5G+	Excelente	1090	148	119
							03:16 pm	03:17 pm	3.5G+	Excelente	1058	93	492
							03:19 pm	03:20 pm	3.5G+	Excelente	1557	133	166
							03:20 pm	03:21 pm	3.5G+	Excelente	1022	98	385
							03:22 pm	03:23 pm	3.5G+	Excelente	1033	97	521
12.425932	-86.882808		Reparto	Emir Cabeza	Claro	09-08-13	11:23 am	11:25 am	WCDMA	Muy Buena	393	145	258
							11:26 am	11:27 am	WCDMA	Muy Buena	513	93	309
							11:27 am	11:28 am	WCDMA	Muy Buena	568	72	466
							11:29 am	11:30 am	WCDMA	Muy Buena	463	58	638
							11:30 am	11:32 am	WCDMA	Muy Buena	1127	97	678
					Movistar	09-08-13	11:23 am	11:26 am	3.5G+	Muy Bueno	1103	115	1621
							11:26 am	11:26 am	3.5G+	Muy Bueno	1045	89	2009
							11:27 am	11:28 am	3.5G+	Muy Bueno	1151	115	2421
							11:29 am	11:29 am	3.5G+	Muy Bueno	1077	78	1609

							am	am					
							11:30 am	11:31 am	3.5G+	Muy Bueno	1150	106	1940
12.427943	-86.846422		Reparto	Antenor Sandino	Claro	08-08-13	12:44 pm	12:45 pm	HSDPA	Muy Mala	205	153	83
							12:46 pm	12:53 pm	HSDPA	Muy Mala	232	346	21
							12:53 pm	12:56 pm	HSDPA	Muy Mala	583	217	12
							12:56 pm	12:58 pm	HSDPA	Muy Mala	62	197	191
							01:00 pm	01:02 pm	HSDPA	Muy Mala	837	312	67
					Movistar	08-08-13	12:44 pm	12:44 pm	3G/EDGE	Buena	1158	131	538
							12:46 pm	12:46 pm	3G/EDGE	Buena	945	105	1142
							12:53 pm	12:54 pm	3G/EDGE	Buena	961	235	878
							12:56 pm	01:00 pm	3G/EDGE	Buena	23	238	11
							01:00 pm	01:04 pm	3G/EDGE	Buena	402	137	835
12.429033	-86.856207		Reparto	Rubén Darío	Claro	08-08-13	02:04 pm	02:04 pm	HSDPA	Excelente	2076	72	587
							02:04 pm	02:05 pm	HSDPA	Excelente	2999	122	518
							02:05 pm	02:06 pm	HSDPA	Excelente	1941	72	531
							02:06 pm	02:07 pm	HSDPA	Excelente	205	51	853
							02:07 pm	02:08 pm	HSDPA	Excelente	194	72	624
					Movistar	08-08-13	02:04 pm	02:04 pm	3.5G+	Excelente	1149	144	1163
							02:04 pm	02:05 pm	3.5G+	Excelente	1188	103	1219
							02:05 pm	02:06 pm	3.5G+	Excelente	1264	114	1013
							02:06 pm	02:07 pm	3.5G+	Excelente	1235	109	1068
							02:07 pm	02:07 pm	3.5G+	Excelente	1219	111	1195
12.421720	-86.874579		Multifamiliar	Fundeci	Claro	09-08-13	01:38 pm	01:38 pm	HSDPA	Excelente	3288	99	962
							01:39 pm	01:40 pm	HSDPA	Excelente	3147	74	466

							01:40 pm	01:41 pm	HSDPA	Excelente	3278	61	428
							01:43 pm	01:44 pm	HSDPA	Excelente	327	65	638
							01:44 pm	01:45 pm	HSDPA	Excelente	3433	57	665
					Movistar	09-08-13	01:38 pm	01:39 pm	3G	Muy Buena	1118	109	2131
							01:39 pm	01:40 pm	3G	Muy Buena	1002	112	1092
							01:40 pm	01:43 pm	3G	Muy Buena	1119	111	2496
							01:43 pm	01:44 pm	3G	Muy Buena	1099	112	2481
							01:44 pm	01:46 pm	3G	Muy Buena	1022	95	2478
12.424507	-86.879675		Barrio	Guadalupe	Claro	09-08-13	01:00 pm	01:01 pm	HSDPA	Regular	132	142	33
							01:01 pm	01:02 pm	HSDPA	Regular	1293	149	80
							01:02 pm	01:03 pm	HSDPA	Regular	1533	407	409
							01:03 pm	01:04 pm	HSDPA	Regular	212	126	428
							01:04 pm	01:05 pm	HSDPA	Regular	205	143	333
					Movistar	09-08-13	01:00 pm	01:01 pm	3G	Muy Buena	1147	115	2167
							01:01 pm	01:02 pm	3G	Muy Buena	1130	100	2340
							01:02 pm	01:03 pm	3G	Muy Buena	1091	67	2509
							01:03 pm	01:04 pm	3G	Muy Buena	1113	107	1920
							01:04 pm	01:05 pm	3G	Muy Buena	1056	76	2010
12.427587	-86.870338		Reparto	Marcio Hernández	Claro	09-08-13	02:33 pm	02:35 pm	HSDPA	Excelente	107	89	820
							02:35 pm	02:36 pm	HSDPA	Excelente	98	135	657
							02:36 pm	02:37 pm	HSDPA	Excelente	98	73	775
							02:37 pm	02:38 pm	HSDPA	Excelente	109	85	696
							02:38 pm	02:39 pm	HSDPA	Excelente	264	132	267
					Movistar	09-08-13	02:33 pm	02:32 pm	3.5G+	Excelente	1181	124	170

							pm	pm					
							02:35 pm	02:34 pm	3.5G+	Excelente	1204	119	140
							02:36 pm	02:37 pm	3.5G+	Excelente	1181	136	239
							02:37 pm	02:38 pm	3.5G+	Excelente	1029	84	501
							02:38 pm	02:39 pm	3.5G+	Excelente	1141	90	362
12.430374	-86.868278		Reparto	Benito M. Lacayo	Claro	09-08-13	02:50 pm	02:51 pm	HSDPA	Muy Buena	372	135	358
							02:51 pm	02:54 pm	HSDPA	Muy Buena	175	98	443
							02:54 pm	02:55 pm	HSDPA	Muy Buena	107	146	519
							02:55 pm	02:57 pm	HSDPA	Muy Buena	99	76	578
							02:57 pm	02:58 pm	HSDPA	Muy Buena	125	86	960
					Movistar	09-08-13	02:50 pm	02:51 pm	3.5G+	Excelente	1006	103	517
							02:51 pm	02:52 pm	3.5G+	Excelente	1082	67	535
							02:54 pm	02:55 pm	3.5G+	Excelente	1020	67	503
							02:55 pm	02:56 pm	3.5G+	Excelente	1015	45	499
							02:57 pm	02:58 pm	3.5G+	Excelente	1155	127	783
12.427377	-86.865188		Reparto	La Arrocera	Claro	08-08-13	02:40 pm	02:41 pm	HSDPA	Muy Buena	1180	129	1115
							02:41 pm	02:42 pm	HSDPA	Muy Buena	1338	160	1480
							02:42 pm	02:43 pm	HSDPA	Muy Buena	3468	125	1036
							02:43 pm	02:44 pm	HSDPA	Muy Buena	1770	123	558
							02:44 pm	02:45 pm	HSDPA	Muy Buena	4255	158	458
					Movistar	08-08-13	02:40 pm	02:41 pm	3.5G+	Excelente	711	109	1156
							02:41 pm	02:42 pm	3.5G+	Excelente	666	157	568
							02:42 pm	02:43 pm	3.5G+	Excelente	1690	95	1159
							02:43 pm	02:44 pm	3.5G+	Excelente	1269	148	1208

							02:44 pm	02:45 pm	3.5G+	Excelente	1417	111	912
12.425513	-86.886517		Reparto	Che Guevara	Claro	09-08-13	12:11 pm	12:16 pm	HSDPA	Excelente	507	98	666
							12:13 pm	12:14 pm	HSDPA	Excelente	1249	115	724
							12:14 pm	12:15 pm	HSDPA	Excelente	1458	57	713
							12:15 pm	12:16 pm	HSDPA	Excelente	1791	57	996
							12:16 pm	12:17 pm	HSDPA	Excelente	1589	63	568
					Movistar	09-08-13	12:11 pm	12:11 pm	3.5G+	Excelente	1062	105	2061
							12:13 pm	12:14 pm	3.5G+	Excelente	1079	61	1568
							12:14 pm	12:15 pm	3.5G+	Excelente	1028	65	2175
							12:15 pm	12:16 pm	3.5G+	Excelente	1066	82	1206
							12:16 pm	12:17 pm	3.5G+	Excelente	1084	110	1098

Anexo 4. Medias de las muestras del estudio del rendimiento del internet móvil 3G.

➤ Valores promedios de las muestras de la compañía telefónica Claro

Distrito	Barrio	Descarga (Kbit/s)	Latencia (ms)	Carga (Kbit/s)
Distrito I	Sutiava Norte	3434,6	125,8	839,6
	La Providencia	4588,8	105,6	894,6
	Santa Lucia	2094,4	82,6	741,4
	Santa Martha	3080	85,8	724,4
	Jardines del Adiac	620,8	241,6	328,4
	Sutiava Norte	4634,4	120,8	855,6
Distrito II	Sutiava Sur	3275,6	77,4	588
	Sutiava Sur	1119,6	96,4	811,2
	Altos de Veracruz	2641,8	278,6	281,6
	San Mateo	3073,2	78	676
	Ronald Sandino	895,2	81,4	1010,4
	Roberto Calderón	95	210,2	182
Distrito III	Posada el Sol	381,4	116,6	246,4
	San Jerónimo	2463,4	190,4	347,4
	San José	106	128,8	157,2
	El Sagrario	3385,8	127,6	930,4
	1 de Mayo	98,6	107,8	757,8
	El Laborío	2629,8	126,4	745
	Andrés Zapata	3207,4	127,4	351,4
	Héroes y Mártires de Zaragoza	3128,8	141,2	814,2
	William Fonseca	913,8	222,2	320,2
	Fátima	6310	75,4	634
Distrito IV	Utrech	663,6	91,2	232
	Juan R. Sampson	1548,8	108,2	759,2
	Santa María	2044,4	93,4	376,4
	Rigoberto López Pérez	1501,8	158,2	265,8
	Villa 23 de Julio	350,8	100,8	585,6
	Emir Cabeza	612,8	93	469,8
	Antenor Sandino	383,8	245	74,8
	Rubén Darío	1483	77,8	622,6
	Fundeci	2694,6	71,2	631,8

	Guadalupe	675	193,4	256,6
	Marcio Hernández	135,2	102,8	643
	Benito M. Lacayo	175,6	108,2	571,6
	La Arrocería	2402,2	139	929,4
	Che Guevara	1318,8	78	733,4

➤ **Valores promedios de las muestras de la compañía telefónica Movistar**

Distrito	Barrio	Descarga (Kbit/s)	Latencia (ms)	Carga (Kbit/s)
Distrito I	Sutiava Norte	660	118,2	363,2
	La Providencia	1246,2	133,4	373,8
	Santa Lucía	1015,8	116,2	271
	Santa Martha	573,6	149,2	96,8
	Jardines del Adiac	635,2	128,8	1000,4
	Sutiava Norte	1288	166,8	260
Distrito II	Sutiava Sur	1096,6	98,6	935
	Sutiava Sur	1158,6	103,8	619,6
	Altos de Veracruz	496	126,4	453,4
	San Mateo	918,2	119,2	146
	Ronald Sandino	1187,4	113,8	329
	Roberto Calderón	169,4	168,2	862
Distrito III	Posada el Sol	1013,6	141,4	1056,4
	San Jerónimo	1202,4	141,8	509
	San José	538,2	92,6	400,8
	El Sagrario	1079,2	93,4	2154,8
	1 de Mayo	964,8	121	953,6
	El Laborío	1117,2	126,4	1620,2
	Andrés Zapata	1109,4	107,6	1045,8
	Heróes y Mártires de Zaragoza	1096,6	242,8	14,8
	Willian Fonseca	929,8	144,8	322,4
	Fátima	1055,2	109,8	1052,6
Distrito IV	Utrech	1125,8	152,4	1149
	Juan R. Sampson	1064	89,4	1723
	Santa María	1174,2	118	1098,4
	Rigoberto López Pérez	1076,2	104	2100
	Villa 23 de Julio	1152	113,8	336,6
	Emir Cabeza	1105,2	100,6	1920

	Antenor Sandino	697,8	169,2	680,8
	Rubén Darío	1211	116,2	1131,6
	Fundeci	1072	107,8	2135,6
	Guadalupe	1107,4	93	2189,2
	Marcio Hernández	1147,2	110,6	282,4
	Benito M. Lacayo	1055,6	81,8	567,4
	La Arrocera	1150,6	124	1000,6
	Che Guevara	1063,8	84,6	1621,6

Anexo 5.Presupuesto del Estudio del Rendimiento del internet móvil 3G en la zona urbana del municipio de León, Nicaragua.

Fecha	Pasajes	Recargas	Meriendas
07/08/2013	C\$164	C\$ 100	C\$ 80
08/08/2013	C\$144	C\$ 100	C\$ 60
09/08/2013	C\$172	C\$ 100	C\$ 78
10/08/2013	C\$ 110	C\$ 100	C\$ 50
Subtotal	C\$ 590	C\$ 400	C\$ 268
Total C\$ 1258			

- **Error muestral**

Fecha	Pasajes	Recargas	Meriendas
06/02/2013	C\$92	C\$ 100	C\$ 30
09/02/2013	C\$124	C\$ 100	C\$ 53
10/02/2013	C\$112	C\$ 100	C\$ 39
13/02/2013	C\$76	C\$ 100	C\$ 30
16/02/2013	C\$76	C\$ 100	C\$ 38
17/02/2013	C\$100	C\$ 100	-
28/02/2013	C\$60	C\$ 100	-
02/03/2013	C\$124	C\$ 100	C\$ 50
03/03/2013	C\$138	C\$ 100	C\$ 50
09/03/2013	C\$68	C\$ 100	C\$ 20
10/03/2013	C\$160	C\$ 100	-
Total= C\$ 2540			

Anexo 6. Herramientas para test de velocidad

Herramienta	Parámetros Analizados	Desarrollador
Test de Velocidad	Velocidad de Bajada Velocidad de Subida Ping	Javier Sanz Gay (Grupo ADSLZONE)
SPEEDTEST.NET	Descarga Carga Latencia Distancia Servidor	Ookla
Velocimetro.org	Tipo de Conexión. Sistema Operativo. Navegador. Tiempo medio empleado en la descarga. Velocidad de descarga máxima. Velocidad de descarga media.	NetworkingQuality and Security (NQaS)
BANDAANCHA.EU	Velocidad de Descarga Velocidad de Subida Latencia	Bandaancha.eu

Anexo 7.Equipamiento para realización del estudio

Para la realización del estudio del rendimiento del internet móvil 3G en la zona urbana del municipio de León, Nicaragua se utilizó:

- 2 portátiles HP mini.
- Instalación limpia de Windows 7 Ultimate.
- Modem 3G Huawei-Claro.
- Modem 3G Huawei-Movistar.
- Una tarjeta SIM por cada operador.
- Herramienta de medición SpeedTest.net.

Anexo 8. Tabla de matriz de correlaciones.

Tabla 6. Correlaciones reproducidas para la compañía telefónica Claro.

Matriz de correlaciones ^{a,b}				
		Velocidad de descarga (Kbit/s)	Velocidad de carga (Kbit/s)	Latencia (ms)
Correlación	Velocidad de descarga (Kbit/s)	1,000	,449	-,223
	Velocidad de carga (Kbit/s)	,449	1,000	-,566
	Latencia (ms)	-,223	-,566	1,000
Sig. (Unilateral)	Velocidad de descarga (Kbit/s)		,003	,096
	Velocidad de carga (Kbit/s)	,003		,000
	Latencia (ms)	,096	,000	

Tabla 7. Correlaciones reproducidas para la compañía telefónica Movistar.

Matriz de correlaciones ^{a,b}				
		Velocidad de descarga (Kbit/s)	Velocidad de carga (Kbit/s)	Latencia (ms)
Correlación	Velocidad de descarga (Kbit/s)	1,000	,207	-,183
	Velocidad de carga (Kbit/s)	,207	1,000	-,459
	Latencia (ms)	-,183	-,459	1,000
Sig. (Unilateral)	Velocidad de descarga (Kbit/s)		,113	,143
	Velocidad de carga (Kbit/s)	,113		,002
	Latencia (ms)	,143	,002	