

ADAPTACIÓN DE UN EQUIPO DE BAJO COSTO PARA LA MEDICIÓN DEL USO DE WIFI UTILIZANDO LA METODOLOGÍA "DRIVE TEST"

ADAPTATION OF LOW-COST EQUIPMENT FOR "DRIVE TEST" OF WIFI



AUTOR

GUEFRY LEIDER AGREDO MÉNDEZ
Magister en Electrónica y
Telecomunicaciones
*Universidad del Cauca
Docente de Planta de TC
Departamento de Telecomunicaciones
gagredo@unicauca.edu.co
COLOMBIA

AUTOR

VIRGINIA SOLARTE MUÑOZ
Especialista en Redes y Servicios
Telemáticos
*Universidad del Cauca
Docente de Planta de TC
Departamento de Telecomunicaciones
vsolarte@unicauca.edu.co
COLOMBIA

AUTOR

DIEGO SALCEDO VÉLEZ
Ingeniero en Electrónica y
Telecomunicaciones
*Universidad del Cauca
Investigador Asociado
GNTT
dsalcedo@unicauca.edu.co
COLOMBIA

INSTITUCIÓN

*UNIVERSIDAD DEL CAUCA
UNICAUCA
Universidad Pública
Calle 5 # 4 - 70
decafiet@unicauca.edu.co
COLOMBIA

Información del proyecto

Nombre del Proyecto: "Análisis, uso, adecuación y apropiación de servicios sobre tecnologías inalámbricas en zonas de difícil acceso de las poblaciones indígenas del Cauca andino"

Fecha de Inicio: Noviembre de 2007

Fecha de Finalización: Noviembre de 2009

Institución Ejecutora: Universidad del Cauca

Dependencia de la Institución Ejecutora: Departamento de Telecomunicaciones

Sub-dependencia de la Institución Ejecutora: Grupo I+D Nuevas Tecnologías en Telecomunicaciones.

Institución Financiador: Programa FRIDA / LACNIC, ISOC, IDRC

Recepción: Septiembre 16 de 2009

Aceptación: Diciembre 27 de 2009

Temática: Acceso y Conectividad inalámbrica & Sistemas inalámbricos y móviles

Tipo de Artículo: Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

RESUMEN

La banda ISM (Industrial, Scientific and Medical), es una banda para libre uso, en la que se encuentran en funcionamiento los sistemas WiFi de los estándares IEEE 802.11b e IEEE802.11g; por mucho tiempo no se prestó atención a la necesidad de adecuar y elegir correctamente los canales que se utilizan para establecer las redes y enlaces inalámbricos que sobre ellos se soportan, pero poco a poco con el transcurrir de los años la necesidad salió a flote al encontrar problemas de interferencia, y bajo desempeño de ciertos canales utilizados. Una de las preocupaciones de los usuarios finales siempre ha sido encontrar un mecanismo adecuado para medir y referenciar geográficamente cada una de las medidas obtenidas, sin embargo, los altos costos en equipos y la limitaciones en su acceso influyeron para que el espectro de la banda de 2.4GHz no fuera aprovechado correctamente, limitándose a utilizar únicamente los canales básicos que por defecto traen configurados los equipos comerciales. En este artículo se presenta la adaptación de equipos de bajo costo asequibles para la mayoría de usuarios de estas redes, con el fin de lograr identificar en un entorno macro, como es medir el estado del uso de WiFi en una ciudad de 350.000 habitantes a bordo de un vehículo mediante las técnicas de adquisición de datos denominada "Drive Test", los resultados se exponen finalmente para que el lector pueda tener una idea de la imperiosa necesidad de optimizar el uso de la banda de 2.4GHz en entornos cotidianos en donde es posible encontrar equipos con configuraciones inadecuadas.

PALABRAS CLAVES

WLAN
Optimización de Espectro
Drive Test
Bajo Costo

KEYWORDS

WLAN
Spectrum Optimization
Drive Test
Low Cost

ANALYTICAL SUMMARY

The ISM band (Industrial, Scientific and Medical) is a band for free use, in that operate the systems WiFi IEEE 802.11b and IEEE 802.11g. For a long time, users did not paid attention to the need to adapt and correctly choose the channels that are used to establish networks and wireless links, that are supported on them, but gradually with the passing of the years the need surfaced when were found problems of interference and poor performance of certain channels used. One of the concerns of end users has always been to find an appropriate mechanism for measuring and georeference each of the measurements obtained, however, high equipment costs and limitations on their access, produce that the spectrum of the 2.4GHz band was not used properly, using only the basic channels that are configured by default in commercial equipment. This article presents the adaptation of low-cost equipment affordable for most users of these networks in order to achieve identification in a macro environment, such as measuring the state of using WiFi in a city of 350,000 people on board of a vehicle by the data acquisition techniques called "Drive Test", the results are finally presented to the reader to get an idea of the urgent need to optimize the use of the 2.4GHz band in everyday, where it's posible to find equipments with inadequate configurations.

INTRODUCCIÓN

Al mencionar el término telecomunicaciones se visualiza en general un objetivo lograr abarcar las necesidades de comunicación entre comunidades y personas en diversas zonas distantes, es así que desde el inicio de ellas se desarrollan diversas soluciones para lograr este fin entre otros: la telegrafía, la radio, la telefonía, la televisión y las redes cableadas de datos [1], posterior a los avances ya mencionados, llevar redes de datos a diversos puntos se convirtió en el paso a seguir. En algunos casos no es tan inmediato llevar esta infraestructura a cualquier comunidad o región, esto debido a las implicaciones y dificultades que se experimentan al tener que desplegarse por grandes distancias, donde la geografía y vías de acceso surgen como el principal problema. De esta forma se desarrollan diversos mecanismos y tecnologías capaces de vencer estas dificultades, siendo entre otras las redes de datos inalámbricas soportadas en los estándares IEEE 802.11 las más eficaces y de rápido despliegue, estas poco a poco van evolucionando durante el paso del tiempo, adaptándose a nuevos retos que la comunidad requiere [2].

De esta forma el concepto de la comunicación inalámbrica de datos tiene su gran auge durante la última década,

dónde surgen los estándares IEEE 802.11; desde entonces los bajos costos y la facilidad del despliegue permiten que muchas comunidades de usuarios comiencen a asociarse y difundir nuevos conocimientos y desarrollos a través de ellos, principalmente estos avances se ven en Europa y Norte América con grupos en comunidades de usuarios como “madridwireless y seattlewireless”, que bajo una política de libre acceso y uso, hacen que se multiplique el conocimiento y las aplicaciones para las cuales las redes inalámbricas de datos pueden ser usadas; de esta forma se despliegan innovaciones como la adaptación de antenas caseras, cables y conectores a los equipos que en esa época se vendían. Esta facilidad hizo que se pensara en no solo llevar los datos de forma inalámbrica a un entorno cerrado sino que se pudo poner en práctica conexiones a varios kilómetros, así se facilitó el despliegue de enlaces inalámbricos que intercomunicaron poblaciones, barrios y comunidades en varias ciudades del mundo [3].

Las compañías de telecomunicaciones y en especial las dedicadas a servicios de comunicaciones inalámbricas, requieren tener una visión del estado de cobertura de cada una de sus celdas, sectores o radio bases, para ello se utilizan herramientas capaces de mostrar en tiempo real el comportamiento de la red a nivel de usuario final, estas herramientas van de la mano con equipos de posicionamiento satelital capaces de geo codificar cada punto y referirlo a un valor medido, como RSSI, canal usado, etc. Los costos para adquirir estos equipos son muy altos, reduciendo de esta forma el número de empresas que tienen la posibilidad de acceder a estos dispositivos, ya que su valor puede alcanzar los miles de dólares.

Teniendo en cuenta los diversos sistemas utilizados por compañías de mediciones dedicadas a realizar pruebas y entregar datos del estado en RF de redes y servicios inalámbricos prestados por compañías de telefonía móvil y proveedores inalámbricos de internet se generó la necesidad de buscar una aplicación real en pro del beneficio del proyecto “Análisis, Uso, Adecuación y Apropiación de Servicios sobre Tecnologías Inalámbricas en Zonas de Difícil Acceso de Las Poblaciones Indígenas del Cauca Andino” [4], en adelante denominado Proyecto FRIDA. Por medio de esta adaptación de los equipos utilizados en Drive Test, se buscó obtener radio enlaces óptimos con el mejor grado de desempeño a nivel de espectro electromagnético, como resultado de esta necesidad se presenta la solución implementada y aplicada en beneficio de las comunidades interesadas en emplear la adaptación hecha en el Proyecto FRIDA para tener datos de RF en una forma económica por medio de “Drive Test”.

Se define como “Drive Test” a la técnica utilizada para detectar el estado, cobertura y servicio de una empresa que emplee o sea prestadora de servicios inalámbricos de telecomunicaciones, de esta forma el proveedor puede tener una aproximación bastante cercana a la percepción que el usuario final está teniendo del servicio. Para tener estos datos se deben preparar una serie de dispositivos capaces de trabajar en conjunto midiendo y almacenando cada uno de los datos obtenidos, que serán posteriormente procesados mediante las técnicas para generar los reportes de los indicadores requeridos por el prestador de servicios de telecomunicaciones inalámbricas.

1. METODOLOGÍA

La principal adaptación, es identificar los elementos para efectuar la captura de datos, de esta forma se recolectó información de los equipos de medidas utilizados por empresas de telecomunicaciones, entre ellas proveedores de servicios de comunicación móvil y de servicios de internet WISP que utilizan tecnología WIMAX o HSDPA. Al reunir todas las características empleadas por cada una de estas empresas se logró identificar los módulos más importantes, los cuales son: Vehículo, dispositivos GPS, escáner de RF, software de captura de datos, cables de conexión USB y Serial-USB, Inversor de corriente y computador portátil.

Vehículo: Es utilizado para realizar los desplazamientos en las vías a monitorear, por lo general sería conveniente un auto capaz de cruzar sin dificultad terrenos variados, se recomienda el uso de un 4x4.

GPS: Sistema de Posicionamiento Global, se necesita en el caso de análisis para redes WiFi un GPS dedicado a referenciar cada medida obtenida a nivel de RF y otro GPS que es utilizado para guiar y ver en tiempo real la ruta sobre la cual el grupo que toma las medidas se está desplazando.

Escáner de RF: En el caso de medidas de radio frecuencia la forma ideada para obtenerlas es emplear cualquier receptor WiFi compatible con el software de escaneo denominado *Netstumbler*[5], por lo general tarjetas con chip *Atheros* o *Broadcom*.

Software de distribución libre “Netstumbler”: Es el programa encargado de funcionar como detector o escáner de redes y enlaces WiFi.

Software de cartografía digital “Global Mapper” [6], permite referenciar en tiempo real la ruta que se está trazando a bordo del vehículo, basándose en cartografía y GPS conectado

Software de Post Procesamiento "Mapsource" [7], encargado de plasmar los datos de altimetría capturados por medio del GPS Garmin.

Base de datos: Altimétrica y mapas digitales adquiridos por el Proyecto FRIDA, allí se consolida las rutas, calles y terrenos que se desean utilizar para futuros análisis o procesamientos en donde intervengan simulaciones y predicciones de cobertura.

Computador portátil: En el caso de estudio se recurrió a una máquina *Toshiba Satellite* con tarjeta *Atheros WiFi*, encargado de interconectar y almacenar los datos detectados.

Cables USB-Serial: Dispuesto para servir de interconexión entre los GPS y el computador portátil.

Inversor de Corriente 12V DC- 110V AC: Equipo conectado a la batería del vehículo para brindar alimentación 110V AC al portátil.

Se realiza el montaje de todos los equipos y se conectan a través de todas sus interfaces al computador portátil, posteriormente se verifica la conexión entre los programas encargados de adquirir los datos, en este caso se procede de la siguiente forma:

1. Conectar el inversor DC-AC al computador portátil.
2. Conectar el Cable de Datos Serial-USB al GPS Garmin y al puerto USB dispuesto para ello.
3. Verificar que el protocolo de transmisión de datos del GPS sea GARMIN.
4. Abrir el software de cartografía Global Mapper y elegir la opción "*open your own data files*" como se muestra en la Figura 1.



FIGURA 1. Pantalla inicial Global Mapper

Se selecciona el polígono de cartografía digital disponible (Figura 2) en este caso ejemplo "*Polígono Cauca sitios interés FRIDA*", se puede cargar

cualquier tipo de cartografía tipo "vector o barrido" disponible por el usuario.

Name	Date modified	Type	Size
CAUCA	21/04/2009 02:1...	File Folder	
COLOMBIA	21/04/2009 02:1...	File Folder	
Polígono cauca sitios interes FRIDA	06/05/2009 08:5...	TIFF Image	37,
puntos resguardos proyecto fridaTAB.DAT	21/04/2009 03:0...	DAT File	
puntos resguardos proyecto fridaTAB	21/04/2009 03:0...	MapInfo Table	
resguardos proyecto fridaTAB.DAT	21/04/2009 02:5...	DAT File	
resguardos proyecto fridaTAB	21/04/2009 02:5...	MapInfo Table	
Z_21_12sur colombia	24/05/2008 09:4...	TIFF Image	70,
Zona centro cauca 30m	13/03/2009 06:1...	TIFF Image	6,

FIGURA 2. Elección archivo cartografía base.

5. Posterior a cargar la cartografía aparecerá una imagen similar a la Figura 3, consecutivamente

se selecciona la pestaña GPS y se fija el protocolo usado por el GPS, en este caso GARMIN.

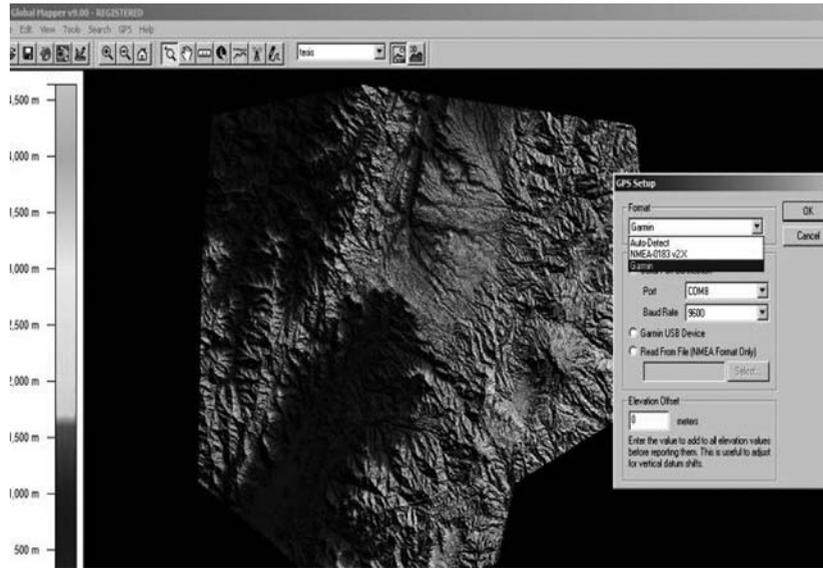


FIGURA 3. Configuración GPS

6. Tras realizar los ajustes anteriores el usuario puede personalizar la vista del programa obteniendo una pantalla similar a la expuesta a la Figura 4, desde

ese momento la ruta que se desplace, quedará marcada sobre los mapas utilizados por el usuario.

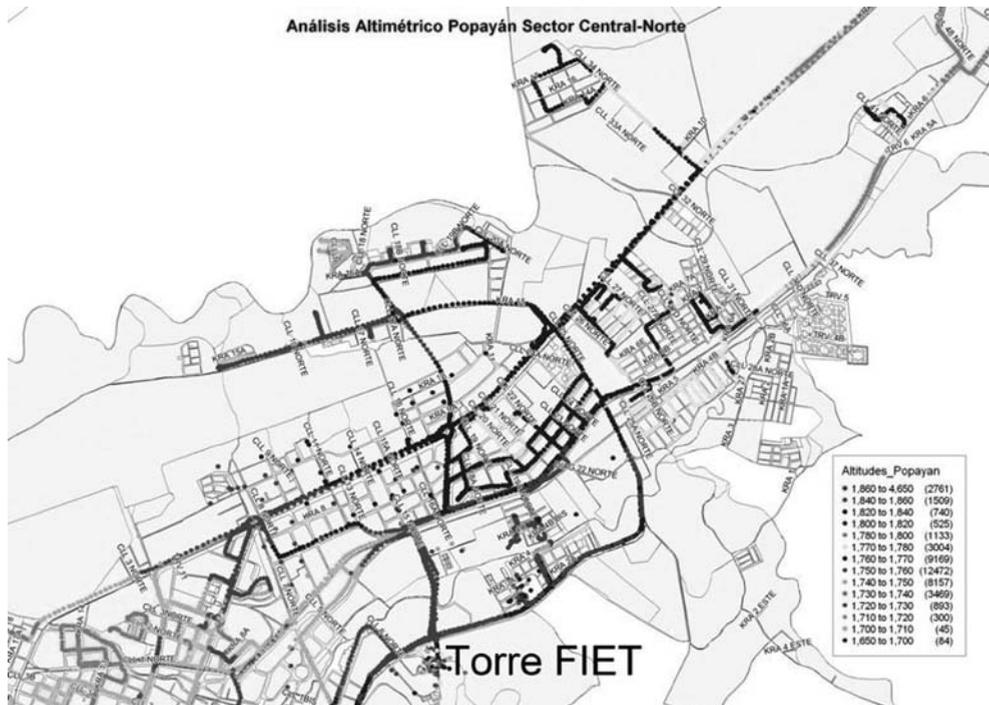


FIGURA 4. Configuración GPS

7. Tras realizar los ajustes anteriores el usuario puede personalizar la vista del programa obteniendo una pantalla similar a la expuesta a la figura 5, desde

ese momento la ruta que se desplace, quedará marcada sobre los mapas utilizados por el usuario.

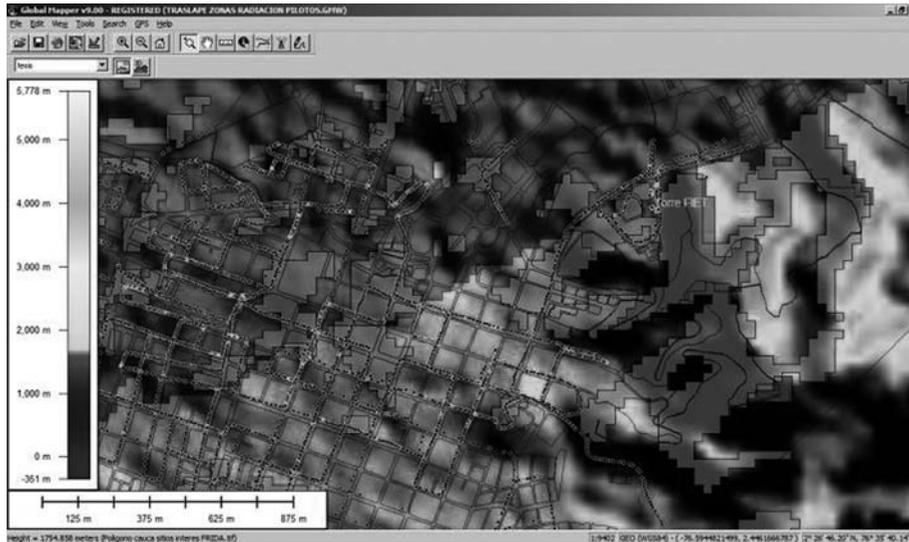


FIGURA 5. Trace en tiempo real de las vías recorridas

8. Se procede a ejecutar el programa Netstumbler, obteniendo una vista que inmediatamente guarda datos de las redes detectadas por el adaptador WiFi, su localización brindada por el GPS USB

y los valores básicos que sirven para el post procesamiento de la información [8].

La Figura 6 es una muestra de los datos obtenidos durante uno de los recorridos.

MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc.	SNR	Signal+	Noise-	SNFI+	Latitude	Longitude	First Seen	Last Seen	Flags	Beac
000FFD1F4875	TelmeA-Free	1	54 Mbps	AP	WEP	-85	-100	15	N2°29.389'	W76°33.593'	02:33:23...	02:33:24...	0401	100		
000FFD1F4874	TelmeA-Private	1	54 Mbps	AP	WEP	-82	-100	18	N2°29.389'	W76°33.593'	02:33:23...	02:33:24...	0411	100		
0011050D9A11	Miz	11	54 Mbps	(Fake)	WEP	-89	-100	11	N2°29.389'	W76°33.593'	02:33:23...	02:33:24...	0001	100		
0008C5EA3CFD	TelmeA-Max-Free	6	54 Mbps	WDC (m...	WEP	-65	-100	35	N2°29.075'	W76°33.701'	02:32:52...	02:32:55...	0431	100		
001E2A725C0A	ZURIGAT	11	54 Mbps	(Fake)	AP	-77	-100	23	N2°29.075'	W76°33.701'	02:32:52...	02:32:55...	0431	100		
00212998AA6	linksys	6	54 Mbps	(Fake)	AP	-89	-100	11	N2°29.025'	W76°33.719'	02:32:43...	02:32:50...	0401	100		
001C57E290D4	WINNITADOS	11	54 Mbps	(Fake)	AP	-81	-100	19	N2°28.970'	W76°33.757'	02:32:42...	02:32:43...	0431	100		
001C57E290D2	WADMINISTRACION	11	54 Mbps	(Fake)	AP	-85	-100	15	N2°28.970'	W76°33.757'	02:32:42...	02:32:43...	0431	100		
001C57E290D0	WESTUDIANTES	11	54 Mbps	(Fake)	AP	-84	-100	16	N2°28.970'	W76°33.757'	02:32:42...	02:32:43...	0431	100		
001C57E290D1	WLANVOZ	11	54 Mbps	(Fake)	AP	-87	-100	13	N2°28.970'	W76°33.757'	02:32:42...	02:32:43...	0431	100		
001C57E290D3	WIRECTIVOS	11	54 Mbps	(Fake)	AP	-85	-100	15	N2°28.970'	W76°33.757'	02:32:42...	02:32:43...	0431	100		
00230437E4E2	WADMINISTRACION	1	54 Mbps	(Fake)	AP	-89	-100	11	N2°28.963'	W76°33.763'	02:32:42...	02:32:42...	0431	100		
00230437B832	WADMINISTRACION	6	54 Mbps	(Fake)	AP	-88	-100	12	N2°28.956'	W76°33.768'	02:32:40...	02:32:41...	0431	100		
00230437B831	WLANVOZ	6	54 Mbps	(Fake)	AP	-86	-100	14	N2°28.940'	W76°33.788'	02:32:38...	02:32:38...	0431	100		
00230437B833	WIRECTIVOS	6	54 Mbps	(Fake)	AP	-84	-100	16	N2°28.950'	W76°33.775'	02:32:36...	02:32:41...	0431	100		
00179400D2D3	delaf	6	54 Mbps	(Fake)	AP	-83	-100	17	N2°28.877'	W76°34.255'	02:31:44...	02:31:46...	0421	100		
0022B0469071	juan pablo	6	54 Mbps	(Fake)	AP	-82	-100	18	N2°28.865'	W76°34.431'	02:31:27...	02:31:29...	0431	100		
0021298EFD4D	Fila_Castillon	6	54 Mbps	(Fake)	AP	-81	-100	19	N2°27.737'	W76°35.437'	02:27:50...	02:27:52...	0411	100		
002129884A91	Magical Wings	6	54 Mbps	(Fake)	AP	-71	-100	29	N2°27.620'	W76°35.545'	02:27:23...	02:27:29...	0411	100		
001E1A23E63	DVARGAS	6	54 Mbps	(Fake)	AP	-88	-100	12	N2°27.488'	W76°35.650'	02:26:11...	02:26:12...	0431	100		
0014D1437EAA	play park	6	54 Mbps	(Fake)	AP	-82	-100	18	N2°27.488'	W76°35.659'	02:26:05...	02:26:10...	0431	100		
001B11098675	WiFi-Ucc	6	54 Mbps	(Fake)	AP	-77	-100	23	N2°27.448'	W76°35.694'	02:25:59...	02:25:59...	0421	100		
0021004E4598	RED DE ALKAMOTORS	1	54 Mbps	(Fake)	AP	-72	-100	28	N2°27.459'	W76°35.684'	02:25:57...	02:26:02...	0411	100		
00195056E553	drink	11, 1	54 Mbps	(Fake)	AP	-72	-100	28	N2°27.439'	W76°35.702'	02:25:53...	02:26:00...	0431	100		
0018E7338E4A	Pakistan	6	54 Mbps	(Fake)	AP	-65	-100	15	N2°27.414'	W76°35.727'	02:25:51...	02:25:52...	0431	100		
001A73FCE92E	41107459	11	54 Mbps	(Fake)	AP	-79	-100	21	N2°27.408'	W76°35.733'	02:25:49...	02:25:51...	0411	100		
0021004E951E	Motorola	1	54 Mbps	(Fake)	AP	-85	-100	15	N2°27.393'	W76°35.750'	02:25:48...	02:25:48...	0401	100		
000F8517073A	dj_mE	11	54 Mbps	AP	WEP	-74	-100	26	N2°27.408'	W76°35.733'	02:25:47...	02:25:51...	0431	100		
000054AEF7C2	ANGELES SPA	1	54 Mbps	AP	WEP	-84	-100	16	N2°27.365'	W76°35.786'	02:25:42...	02:25:42...	0411	100		
0018E74918FC	Casa	6	54 Mbps	(Fake)	AP	-85	-100	15	N2°27.365'	W76°35.786'	02:25:42...	02:25:42...	0431	100		
001E58C28001	drink	6	54 Mbps	(Fake)	AP	-88	-100	12	N2°27.356'	W76°35.799'	02:25:39...	02:25:40...	0431	100		
001EE5898BC0	linksys_SES_56881	11	54 Mbps	(Fake)	AP	-73	-100	27	N2°27.356'	W76°35.799'	02:25:39...	02:25:40...	0411	100		
00179408F889	Proware	6	54 Mbps	(Fake)	AP	-88	-100	32	N2°27.299'	W76°35.892'	02:23:54...	02:24:28...	0431	100		
001570C4E280	101	11	11 Mbps	(Fake)	AP	-85	-100	15	N2°27.299'	W76°35.892'	02:23:53...	02:24:14...	0001	100		
001B11568DF3	tesco23	11	54 Mbps	(Fake)	AP	-71	-100	29	N2°27.307'	W76°35.866'	02:23:53...	02:25:20...	0431	100		
001346370863	TCO	6	54 Mbps	(Fake)	AP	-67	-100	33	N2°27.293'	W76°35.904'	02:23:50...	02:24:20...	0431	60		
001570C3EA40	101	11	11 Mbps	(Fake)	AP	-88	-100	12	N2°27.276'	W76°35.939'	02:23:49...	02:23:50...	0001	100		
001CF03A8E7	ODONTOCAUCA	6	54 Mbps	AP	WEP	-67	-100	33	N2°27.255'	W76°35.981'	02:23:41...	02:23:44...	0431	100		

FIGURA 6. Interfaz de captura de datos mostrada por Netstumbler

Al tener tanto el "Netstumbler" como el "Global Mapper" adquiriendo datos en tiempo real, se continúa con el procesamiento posterior a la finalización de cada recorrido de "Drive Test".

Para cada una de las poblaciones involucradas se estudian el entorno locativo que permite analizar las condiciones actuales del uso del espectro radioeléctrico en la banda de 2.4GHz en WiFi, las condiciones físicas para los repetidores a implementar en el proyecto mediante el enlace Piloto y las condiciones geográficas de los Municipios de Cajibío, Piendamó, Popayán, Puracé, Silvia, Timbío y Totoró en el Departamento del Cauca.

2. RESULTADOS

Tras realizar durante varios meses tomas consecutivas y escaneos en la banda de 2.4GHz para redes WiFi en el departamento del Cauca, se encontró la posibilidad de explorar un campo aun no trabajado, la optimización del uso de espectro electromagnético para redes WiFi soportadas en la banda 2.4GHz de esta forma al analizar cada uno de los resultados obtenidos en la Ciudad de Popayán [9] se encontró la siguiente distribución estadística del uso de los canales de redes WiFi, datos expuestos en la Tabla 1.

TABLA 1. Distribución porcentual de redes detectadas en Popayán.

Canal	Frecuencia	% acumulado	%
1	5753	23.44%	23.44%
2	271	24.55%	1.10%
3	853	28.02%	3.48%
4	202	28.85%	0.82%
5	371	30.36%	1.51%
6	9538	69.22%	38.87%
7	815	72.54%	3.32%
8	293	73.74%	1.19%
9	511	75.82%	2.08%
10	463	77.71%	1.89%
11	5003	98.09%	20.39%
error...	468	100.00%	1.91%

Se aprecia notablemente como el canal 6 es utilizado en un 38,87%, el canal 1 en un 23.44% y el canal 11 en un 20.39% , mientras que canales no traslapados como el 2 y 8 no llegan al 2.5% del total usado, de esta forma puede encontrarse la posibilidad de utilizar combinaciones de frecuencias o canales que permitan mejorar el desempeño del espectro [10], es así como la disponibilidad de éste permite que se pueda migrar gran cantidad de enlaces y redes WiFi ubicadas en los canales 1, 6 y 11 a otros menos usados como el 2,4,8 y 10.

El Proyecto FRIDA mediante estos análisis logró identificar cuáles son las combinaciones más apropiadas para las áreas de influencia de cada uno de los enlaces involucrados en él, los niveles de rendimiento y estabilidad del enlace en la actualidad superan el 99.5% del tiempo de uso, es de tener en cuenta que los enlaces montados en el son superiores a los 26kms considerándose como enlaces de larga distancia para redes WiFi.

3. CONCLUSIONES

En general los resultados encontrados que para este caso aplican a la ciudad de Popayán se muestran como un buen indicador de la situación encontrada en las ciudades de Colombia, donde las redes inalámbricas no presentan una mayor planeación del uso de espectro radio eléctrico, a pesar de ser una banda de libre uso, el utilizar siempre los mismos canales en entornos altamente "contaminados" o muy cercanos entre enlaces o redes colindantes puede conllevar a un desempeño muy bajo del servicio, ocasionando disminución del *throughput*, pérdida de paquetes y limitación a las distancias máximas que puedan lograrse entre dos puntos debido a niveles de ruido bastante altos en algunos de estos canales.

De la utilización adecuada del método y los equipos expuestos en el presente artículo se desprende innumerables aplicaciones que pueden adecuarse a cada entorno de trabajo para entidades y empresas interesadas en optimizar el planeamiento de frecuencia para las redes WiFi en bandas que anteriormente nunca habían sido medidas con el fin de optimizar enlaces en redes WiFi a nivel urbano y rural.

Realizar las medidas en campo de un sistema inalámbrico de comunicaciones garantiza conocer la realidad percibida por los usuarios finales, es así como al realizar un montaje de enlaces y redes en la banda de 2.4GHz basado en el análisis total de las zonas de influencia a nivel de RF, permite tener una visión más clara evitando a futuro posibles inconvenientes de interferencia o indisponibilidad de los enlaces. Esta premisa fue aplicada

como se mostró en los procedimientos expuestos los cuales a la fecha permiten que los enlaces montados posean unos altos niveles de disponibilidad y eficiencia.

4. REFERENCIAS

- [1] Primer Taller Indígena de Tecnologías de Información. Identificación de Necesidades TIC en las Comunidades Indígenas Reporte Final México. 2006.
- [2] VARÓ, Andraeu. Evolución de la Tecnología de acceso a internet-WIFI. Tesis Doctoral, http://www.tdr.cesca.es/TESIS_URL/AVAILABLE/TDX-1104104-101718//Tavb13de23.pdf Mayo 2009.
- [3] GARCÍA, Santiago. Wireless Internet is Born. Epoca Library http://www.accessmylibrary.com/coms2/summary_0286-32270875_ITM Mayo 2009.
- [4] Proyecto "Análisis, Uso, Adecuación y Apropiación de Servicios sobre Tecnologías Inalámbricas en Zonas de Dificil Acceso de las Poblaciones Indígenas del Cauca Andino" <http://www.unicauca.edu.co/teleminga> sección "Documentos y Archivos" FRIDA – UNICAUCA Septiembre 2010.
- [5] CANIDO. Guía básica y Manual de Funcionamiento del Netstumbler Windows (Online). <http://hwagm.elhacker.net/htm/netstumbler.htm> Marzo 2009.
- [6] Global Mapper User's Manual. V11. http://www.globalmapper.com/helpv11/Help_Main.html Marzo 2009.
- [7] MapSource User's Guide Rev. F, Jun, 2008. http://www8.garmin.com/manuals/MapSource_MapSourceUsersGuide.pdf Marzo 2009
- [8] Manual práctico para usar NetStumbler. <http://www.trucoswindows.net/redes-WiFi-6-Manual-funcionamiento-basico-Netstumbler.html> Marzo 2009.
- [9] HERMELIN, Miguel. Entorno natural de 17 ciudades de Colombia. Universidad Eafit, 2007, ISBN 9588281709, 9789588281704. Marzo 2009.
- [10] AKL, Robert. Optimal Access Point Selection and Channel Assignment in IEEE 802.11 Networks. University North of Texas, Department of Computer Science and Engineering. http://www.cse.unt.edu/~rakl/Park_thesis.ppt Marzo 2009.