

Relevamiento de redes IEEE 802.11 en Buenos Aires: Hacia la implementación de Redes Comunitarias

German Castignani¹, Pablo Negri^{2,3}, Nicolas Montavont¹

¹ Institut Mines-Télécom, Télécom Bretagne, Cesson Sévigné, Francia

² CONICET, Argentina

³ Instituto de Tecnología-Universidad Argentina de la Empresa (UADE), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Abstract. Este artículo estudia la factibilidad de implementar redes comunitarias (CN o *Community Networks*) en el microcentro de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Las redes comunitarias representan un nuevo paradigma de acceso a Internet, donde los clientes de un mismo proveedor ADSL comparten su ancho de banda a otros clientes, a través de un router WiFi con algunas características especiales. En este trabajo, se realiza un análisis del despliegue actual de puntos de accesos inalámbricos (APs) a Internet, utilizando la aplicación Wi2Me-Research. Esta aplicación fue desarrollada para ser ejecutada en teléfonos celulares con sistema operativo Android, permitiendo analizar el despliegue de APs gracias a la utilización de la norma IEEE 802.11. Hoy en día, la mayoría de estos accesos inalámbricos son privados y no están abiertos a otros usuarios. Sin embargo, este trabajo permite inferir que grado de éxito tendría la implementación de una CN al evaluar la cantidad de APs disponibles, de la calidad de conexión de los mismos, así como el estado de la red en función de la interferencia causada por la ocupación de los canales.

Keywords: Redes inalámbricas IEEE 802.11, Redes Comunitarias, Wi2Me-Research

1 Introducción

Este trabajo tiene por objetivo presentar una arquitectura inalámbrica cooperativa llamada Redes Comunitarias (CN o *Community Networks*) [1]. Esta arquitectura consiste en el despliegue de puntos de acceso (AP o *Access Points*) a Internet en numerosos puntos de la ciudad. El concepto comunitario en redes inalámbricas implica que en áreas urbanas, los usuarios puedan acceder a un conjunto de APs que difunden un identificador de red (SSID o *Service Set Identifier*) común. Estas redes se basan en redes abiertas, es decir, sin mecanismos de autenticación de nivel 2 (i.e., WEP, WPA, WPA2), por lo que los datos que circulan a través de ella no están protegidos por ningún mecanismo de encriptado.

Para garantizar un acceso a Internet el usuario debe realizar una autenticación mediante un portal web cautivo HTTPS, ingresando una contraseña.

Este mismo mecanismo de redes abiertas con autenticación mediante portal cautivo ya se utiliza en sistemas de tipo hot-spots o en espacios públicos tales como plazas, estaciones de tren u otros puntos de encuentro. La diferencia principal en el paradigma de las CN es que no precisan el despliegue de una infraestructura dedicada exclusivamente para el acceso de redes abiertas, sino que reutiliza los APs ya instalados por los abonados de Internet residenciales y corporativos.

Actualmente, es posible encontrar CNs en funcionamiento en diversos países del mundo, en particular en Francia, en donde cuatro de los más importantes operadores de red y proveedores de servicios ADSL residenciales y corporativos (Orange⁴, SFR⁵, Bouygues Telecom⁶ y Free⁷), equipan sus usuarios con dispositivos inalámbricos capaces de difundir más de una red inalámbrica al mismo tiempo utilizando el mismo punto de acceso IEEE 802.11. Esto da la posibilidad a sus clientes de tener una red privada inalámbrica con seguridad activada en su hogar y, al mismo tiempo, una CN de acceso abierto. Dicho usuario, al aceptar compartir su ancho de banda con otros usuarios de la CN, otorga el acceso a esta CN a través de su AP, a los abonados del mismo proveedores de servicios ADSL (ISP o *Internet Service Provider*) a nivel nacional y/o internacional.

En otros países, donde los operadores no proveen a los usuarios de dichos dispositivos pre-configurados, los usuarios deseosos de desplegar un AP comunitario pueden adquirir un router inalámbrico IEEE 802.11 que también tiene la capacidad de difundir un identificador de red privado y otro comunitario. La principal empresa proveedora de dichos dispositivos es FON⁸, que actualmente introdujo en el mercado varios millones de dispositivos a nivel mundial. De este modo, un usuario que instale uno de estos APs tendrá igualmente acceso a todos los otros APs comunitarios de FON (en este caso a nivel mundial).

En la Argentina, los ISP no proveen generalmente de dichos dispositivos y, más aún, no han incentivado el hecho de poder compartir una parte del ancho de banda creando una comunidad de usuarios. De todas maneras, los usuarios residenciales no podrían desplegar una CN ya estos deberían adquirir licencias para dar acceso a Internet, como las que poseen los ISP.

Estudios ya realizados en Francia [4] muestran que el despliegue actual de las CN desarrolladas por los ISP provee una importante densidad de APs. En este sentido, un usuario que se desplaza en la vía pública en una zona urbana de la ciudad de Rennes (que cuenta con aproximadamente 200.000 habitantes) tiene a su disponibilidad un AP comunitario el 98 % del tiempo. Dependiendo del ISP (es decir, de la comunidad), puede encontrar una cantidad de APs que oscila entre uno y tres en cada sitio.

⁴ www.orange.fr

⁵ www.sfr.fr

⁶ www.bouyguestelecom.fr

⁷ www.free.fr

⁸ www.fon.com

Dicha densidad de APs da una cobertura global que podría permitir un servicio de conexión a Internet móvil: el usuario se desplaza cambiando de manera dinámica de AP dentro de su comunidad sin que existan interrupciones en las comunicaciones en curso. Sin embargo, dicha situación no se observa en la realidad, ya que los protocolos para soporte de la movilidad en redes (MobileIP [9], shim6 [8]) no han sido implementados por ninguno de los ISP.

En este artículo, presentamos un relevamiento de las redes inalámbricas 802.11 existentes en distintas zonas de la Ciudad de Buenos Aires con el objetivo de mostrar cual sería el impacto de la implementación del paradigma de CN. Utilizaremos para ello una plataforma desarrollada por investigadores de Telecom Bretagne, en Francia, llamada Wi2Me-Research. La misma corre como un servicio de background en smartphones y recolecta la información de los diversos APs detectados, permitiendo la confección de estadísticas y análisis de la cobertura posible de una Red Comunitaria.

En la sección siguiente se detalla la arquitectura de las CN y se dan lineamientos generales para que un ISP sea capaz de hacer su implementación. La sección 3 describe la aplicación Wi2Me-Research, los resultados y análisis de las recorridas en los barrios de Buenos Aires son detallados en la sección 4. Finalmente, las conclusiones del trabajo son expuestas en la sección 5.

2 Redes Comunitarias

2.1 Introducción

El origen de las CN se remonta al 2002, en respuesta a una búsqueda de soluciones económicas para el acceso a Internet. Estos primeros ensayos se llevaron a cabo en Chicago, Elgin, Illinois y Frankfort (EE.UU.), proveyendo acceso a Internet a bajo costo a hogares, comercios e instituciones [1].

Las CNs se convirtieron así en una nueva forma de desplegar redes LAN inalámbricas basadas en la norma IEEE 802.11, presentándose como una interesante alternativa para proveer Internet a usuarios móviles. Este concepto resulta análogo al de las redes 3G ya existentes, pero con la diferencia que a través de una red comunitaria se alcanzan velocidades de transmisión superiores. Sin embargo, estas redes en su origen han sido diseñadas para conexiones esporádicas y bajo una movilidad limitada del usuario (i.e., baja velocidad y distancias limitadas de desplazamiento). En este sentido, generalmente, la transición entre dos AP comunitarios (técnicamente denominada *handover*) implica una interrupción en las comunicaciones debido a tiempos largos de desconexión entre un AP y el siguiente, o cambios en la configuración a nivel IP.

2.2 Implementación de CN a través de APs domésticos

Como se explica en [10], las CN se basan en compartir APs residenciales a una comunidad para acceder a Internet. Una comunidad está definida como los clientes de un solo proveedor, o usuarios llamados cooperativos. Como se muestra en la Fig. 1, los ISP proveen a sus usuarios con un micro-ordenador con

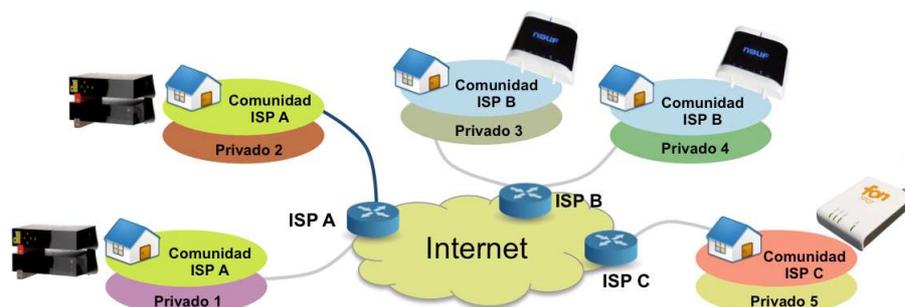


Fig. 1. Topología típica de redes comunitarias

funcionalidades de modem ADSL, router, punto de acceso inalámbrico, gateway VoIP y unidad de almacenamiento, entre otras funcionalidades. Estos dispositivos tienen la capacidad de difundir diferentes identificadores de red (SSID). Uno de los identificadores corresponde a una conexión segura perteneciente al abonado para el acceso ADSL, generalmente implementando un acceso WiFi protegido (WEP, WPA o WPA2). El otro identificador es común a todos los clientes y es transmitido por todos los APs del mismo ISP que brinda el servicio de CN. Los usuarios que desean conectarse a Internet usando la CN, emplean el CN SSID identificándose a través de un portal web cautivo con sus propios identificadores.

Dichas conexiones, aunque sean de un gran ancho de banda, poseen algunas limitaciones. Con el objetivo de evitar abusos por parte de los usuarios comunitarios, algunos ISP limitan el tiempo de conexión a algunas pocas horas. Otros en cambio, limitan el ancho de banda máximo a 1 Mbps. Considerando que las conexiones ADSL en Francia proveen entre 5 y 20 Mbps, el hecho de compartir 1 Mbps de ancho de banda no impacta de manera significativa en los abonados domésticos. Una de las limitaciones más importantes de este tipo de redes se basa en el hecho de que los APs se encuentran desplegados en el interior de los domicilios de los usuarios, lo cual da una cobertura *outdoor* limitada, con niveles de potencia recibida por el móvil que no podrían permitir conexiones con alta velocidad de transferencia de datos.

Un ISP residencial o corporativo podría poner rápidamente en marcha una red comunitaria a partir de la infraestructura existente. Para ello, se deberían tener en cuenta los siguientes puntos:

- **Arquitectura de red:** Definir la arquitectura que el ISP debería poner en práctica para proveer un servicio de red comunitaria de acceso reservado a sus abonados residenciales. Esta arquitectura incluye los servidores para la autenticación, el plan de direcciones IP, los protocolos de red (DHCP, IPv4, IPv6, Neighbor Discovery, etc.), entre otros. Para ello, debería establecerse bajo que mecanismo el usuario de red comunitaria configuraría su acceso IP. Una posibilidad es que el servidor DHCP del router inalámbrico del abonado ADSL le otorgue una dirección de IP privada y las comunicaciones hacia

Internet se realicen gracias a un NAT (Network Address Translation). Otra opción es que al usuario comunitario se le asigne una dirección IP pública, que sería gestionada directamente por el operador.

- **Desarrollo de nuevos componentes:** Esta red posee distintos componentes, principalmente debería desarrollarse un punto de acceso inalámbrico 802.11 que sea capaz de difundir dos identificadores de red, uno privado (con alta seguridad WPA/WPA2) y otro abierto (open-system-authentication) para el acceso comunitario, que debería incluir una solución para el portal cautivo de autenticación (como es el caso del protocolo WISPr). Debido a que muchos abonados ADSL ya poseen un router propio que no posee dicha capacidad, el operador debería hacerse cargo del desarrollo y la provisión del equipamiento, que podría basarse en soluciones de código abierto existentes. Otra opción sería de establecer alianzas estratégicas con operadores comunitarios (como es el caso de FON) para la provisión de los equipos y la integración a la red comunitaria a nivel internacional.
- **Esquema de incentivos:** Para incentivar el uso de dichas redes comunitarias, debería establecerse un sistema de incentivos. Diversos sistemas de incentivos existen en la actualidad [7,3]. El concepto básico es buscar la forma de que el usuario acepte compartir una parte de su ancho de banda a cambio de algún beneficio. Por ejemplo, el usuario podría beneficiar de un acceso libre a toda la red comunitaria sin restricciones, o de manera proporcional a la cantidad de ancho de banda que él mismo comparte mediante su propio AP. Otro modelo, utilizado en la actualidad por FON, es el de otorgar un beneficio económico a los abonados comunitarios que reciban conexiones de usuarios que no pertenecen a la comunidad y quieran acceder a la misma pagando un monto por tiempo de conexión.

2.3 Aplicaciones de CN en el mundo

Además de las CN provistas por los ISP, existe a nivel mundial un número importante de redes que no están vinculados a operadores ADSL específicos. Un ejemplo de CN de cobertura *outdoor* es Google WiFi, en Mountain View (California), compuesta por más de 500 APs [2] con antenas especiales para maximizar el rango de cobertura. Otros proyectos de CN han sido lanzados por entes gubernamentales, en particular gobiernos de comunidades locales y municipios de Estados Unidos y Europa. La limitación principal de estas redes es que requieren una inversión en infraestructura y mantenimiento, para proveer un acceso a Internet en sitios públicos, a diferencia de las redes comunitarias basadas en ISP que no requieren inversión previa.

2.4 Norma IEEE 802.11 y ocupación de canales

Las normas IEEE 802.11 son una familia de normas que especifican los métodos de funcionamiento y protocolos de transmisión de redes inalámbricas. Esta norma trabaja dentro de las bandas ISM (Industrial, Scientific and Medical), de 5 GHz para la llamada norma IEEE 802.11a o a 2.4 GHz para las IEEE 802.11b

y 802.11g. Estas últimas son las más implementadas y operan utilizando, en América, 11 canales de comunicación. Cada uno de estos canales tiene un ancho de banda de entre 20 y 22 MHz (dependiendo del esquema de modulación), separados entre sí por 5 MHz, no siendo completamente independientes y existiendo un solapamiento entre los mismos. La interferencia de un canal, con respecto a sus vecinos, llega hasta 4 canales de distancia. Para el caso de América, los canales elegidos para la transmisión son la terna 1, 6 y 11, los cuales son completamente independientes y no interfieren entre sí. Sin embargo, los usuarios tienen la libertad de configurar los APs en otros canales, dando configuraciones que interfieren entre sí.

En zonas de alta densidad de APs, como veremos en la parte de resultados, un usuario de una CN tiene más probabilidad de conseguir un AP comunitario, sin embargo la calidad de la conexión estaría fuertemente ligada a la interferencia entre los canales y a la potencia de los propios AP. En este trabajo se van a dar herramientas para evaluar esta interferencia producida por APs en despliegues urbanos.

3 Aplicación Wi2Me-Research

La aplicación Wi2Me-Research fue desarrollada en Telecom Bretagne [4] con el objetivo de estudiar los despliegues de CN en Francia. Permite evaluar la densidad de AP realizando mediciones automatizadas de velocidad de transferencia y otros parámetros de calidad de servicio, y analizar los efectos de la movilidad del usuario en dichas redes. Además de estudiar las redes comunitarias, la aplicación es capaz de descubrir estaciones de base celulares y realizar conexiones utilizando la interfaz 3G para evaluar la velocidad de transferencia.

Esta aplicación realiza un escaneo de todos los canales, detectando los APs presentes, y guardando todos sus parámetros en una base de datos local (SQLite) en el smartphone. Para configurar Wi2Me-Research, se utiliza un archivo que lleva los lineamientos necesarios para realizar las mediciones, tales como la frecuencia de mediciones, la cantidad de datos a transferir a la hora de evaluar la velocidad de transferencia, etc. Una vez finalizada la medición la aplicación envía los datos recolectados a un servidor remoto, y al mismo tiempo se genera un archivo con los registros de la base de datos de manera local.

La aplicación Wi2Me-Research está desarrollada para correr en plataforma Android 2.1 y 2.2. Debido a que el software utiliza recursos importantes del dispositivo móvil se deben hacer una serie de modificaciones en la configuración del sistema operativo. En primer lugar, se debe poseer acceso en modo *root* al smartphone. Esto es requerido ya que la aplicación accede a archivos protegidos del sistema para el cálculo de ciertas estadísticas. Además, se debe instalar un corta fuegos aplicativo (DroidWall) que impide que otra aplicación utilice las interfaces de red. Esto evitará que la evaluación de la tasa de transferencia realizada esté sesgada por la introducción de tráfico de otras aplicaciones.



Fig. 2. Conexión de una antena WiFi al teléfono para mejorar la recepción de señal.

4 Experimentación y resultados

Las recorridas para la recolección de datos se realizaron en dos importantes zonas del microcentro porteño: la calle Florida y Puerto Madero. Para realizar las experiencias, se utilizó un Smartphone Samsung S-9003 con el sistema operativo Android 2.1, donde fue instalado Wi2Me-Research. Sobre este celular se implementaron una serie de configuraciones y modificaciones. Primero, se instaló una antena externa con 8 dBi de ganancia ya que la antena original del celular tiene poca sensibilidad, impidiendo un descubrimiento completo del despliegue existente. Para ello, se anuló la antena WiFi original y se adaptó un conector para poder utilizar la antena externa (ver Fig. 2).

Según fue detallado en la sección precedente, la aplicación Wi2Me-Research realiza mediciones periódicas, cuya frecuencia es configurable. En cada una de estas mediciones se identifican todos los APs disponibles que llega a detectar la antena WiFi. A su vez, sobre cada uno de los APs, se extrae la siguiente información: BSSID (identificador de nivel 2), SSID, canal, potencia recibida y mecanismo de autenticación. La manera de individualizar un AP en forma única respecto de los otros en un recorrido, es utilizando el BSSID, el SSID y el canal. El hecho de comparar exclusivamente el BSSID no alcanza para su individualización, debido a que este puede ser cambiado por los usuarios.

La recorrida en calle Florida tuvo una longitud de 1.2 km, realizándose en total 250 mediciones diferentes. La recorrida correspondiente a Puerto Madero tuvo una longitud de 2.3 km, donde la aplicación realizó 221 mediciones. Cabe destacar que las recorridas fueron repetidas varias veces en horarios diferentes. Los resultados presentados corresponden a aquellos más representativos.

4.1 Estado de la red WiFi

El total de APs diferentes encontradas en la recorrida de la calle Florida fue de 977 y en la recorrida de Puerto Madero se detectaron 892. Se muestra así que la densidad de APs en Florida es más del doble que la densidad en Puerto Madero, es decir, de 814 APs/km en Florida a 387 APs/km en Puerto Madero.

Las figuras 3(a) y 3(b) muestran la cantidad de APs distintos que fueron encontrados en cada medición de Wi2Me. Recordamos que en dos (o más) mediciones sucesivas, es posible encontrar un mismo AP. Este AP puede ser captado por el smartphone varias veces, si las mediciones fueron hechas en puntos geográficos cercanos. Se observa también a partir de las figuras 3(a) y 3(b) que existe una presencia ininterrumpida de APs, lo que indicaría que si se pudiese en marcha una CN con mecanismos de soporte para la movilidad, el usuario podría gozar de una conexión continua a Internet. La cantidad media de APs por cada medición encontrada en Puerto Madero es de 40 APs, con picos de 76. Mientras que en Florida, esta media asciende a 55 APs, con picos de 73 APs en una misma medición.

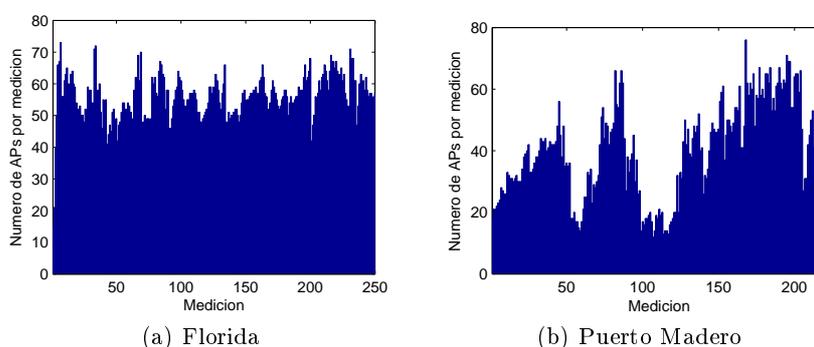


Fig. 3. Número de APs por escaneo en ambas recorridas

La figura 4 muestra la probabilidad de utilización de cada canal en una medición. Como era de esperar, los canales 1, 6 y 11 que no se interfieren entre sí, son los que, en su mayoría utilizan los diferentes APs. La diferencia que puede apreciarse entre las dos zonas, es que en Puerto Madero estos tres canales son utilizados de forma igualmente probable, en cambio en la zona de Florida, es el canal 6 el que posee una mayor probabilidad de estar ocupado, aunque en ambos casos, la suma de la utilización de los canales 1, 6 y 11 ronda el 70%. Este resultado es similar al reportado en [6] y [5], en mediciones realizadas en dos ciudades distintas.

Se analiza aquí también la potencia del conjunto de APs detectados en cada medición. En la figura 5 se indica la probabilidad acumulada de encontrar un AP con cierta potencia. En la figura se individualizó el punto de -85 dBm que corresponde a un valor debajo del cual la transferencia de datos se ve altamente degradada. Para la calle Florida, se puede esperar que un 15 % de los APs encontrados en la medición tengan una potencia igual o superior a -85 dBm. Sin embargo, para Puerto Madero, este valor cae a un 10 %, debido seguramente a la configuración de la zona y a que los AP se encuentran a una distancia mayor de la persona que realiza los experimentos.

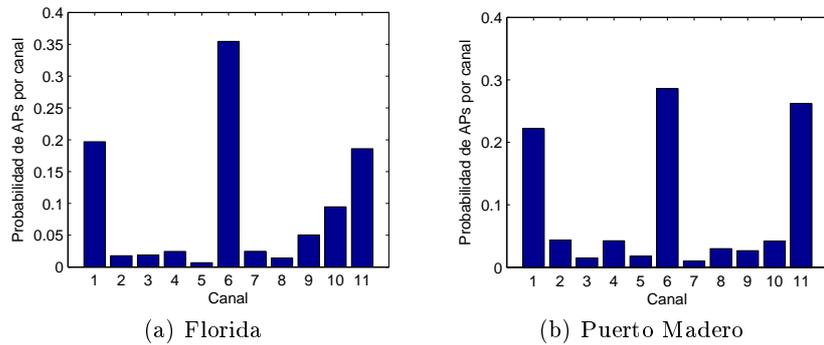


Fig. 4. Probabilidad de utilización de los canales en una medición

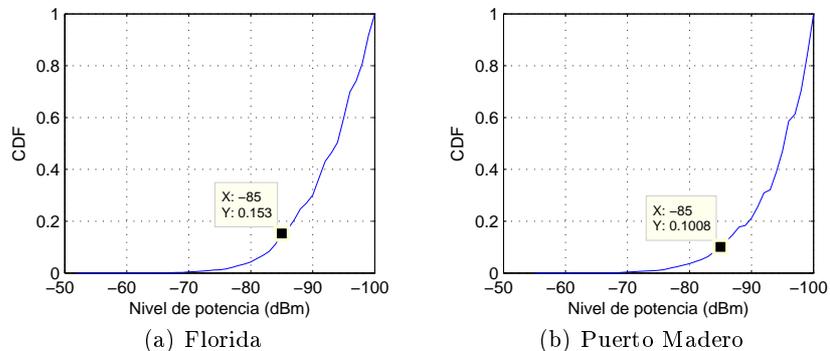


Fig. 5. Se muestra la distribución de potencias encontradas en cada medición.

4.2 Interferencia entre los canales

Se propone la evaluación de dos métricas [5] para analizar la utilización de los canales: la interferencia intra-canal y la interferencia inter-canal. La primera representa la probabilidad de que un cierto número de APs estén desplegados en el mismo canal. En nuestras mediciones, existen casos con 35 APs en el mismo canal, lo que muestra un escenario completamente sobrecargado, ya que los APs operando en el mismo canal comparten el mismo acceso, generando un número importante de colisiones y degradando de esta manera la performance esperada de la conexión. En segundo lugar, se mide la distancia mínima, en cantidad de canales, desde un AP a otro operando en un canal diferente en una misma medición. En este caso, se diferenciaron las distancias que se solapan (en color rojo) y las distancias donde no hay interferencias (en color verde). La probabilidad acumulada de solapamiento para Puerto Madero es de 0.35 y para Florida de 0.39.

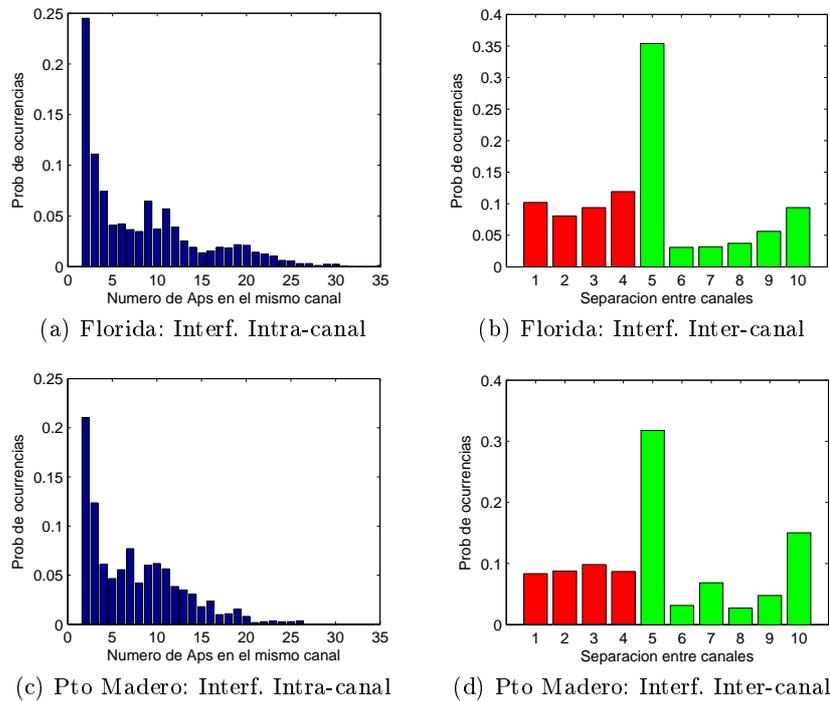


Fig. 6. Estudio de la interferencia entre canales en las dos zonas estudiadas.

4.3 Ubicación geográfica de los APs

La aplicación Wi2Me-Research almacena también en su base de datos la información obtenida del GPS. Sin embargo, particularmente este teléfono no posee un sistema GPS preciso, perdiendo en varios puntos la señal de los satélites. Esto se ve agravado en la recorrida de Florida, donde la concentración de edificios y la alta interferencia atenúan mucho esta señal.

En la figura 7 se indicaron algunas de las posiciones geográficas donde Wi2Me-Research realizó relevamientos, con el objetivo de ilustrar la distribución de APs y su señal en un lugar específico. Los puntos geográficos conservados fueron aquellos donde, durante la medición realizada por el Wi2Me, la señal del GPS poseía una precisión de 20 metros o superior. Al mismo tiempo, para una mejor visibilidad en el gráfico, se unificaron las mediciones cercanas: aquellas que se hicieron a menos de 15 metros unas de otras.

Los iconos de la figura 7 poseen una doble información. Su tamaño indica la cantidad de APs detectados en ese lugar. Los rangos van desde valores menores a 25 APs, para los iconos mas pequeños, de 25 a 40 APs, de 40 a 60 APs y más de 60 APs. De igual modo, el color de los iconos indica la mayor potencia detectada en la medición. Los iconos de color rojos son aquellos cuya mayor potencia es menor que -85 dBm, sobre los cuales se puede suponer que la transferencia de

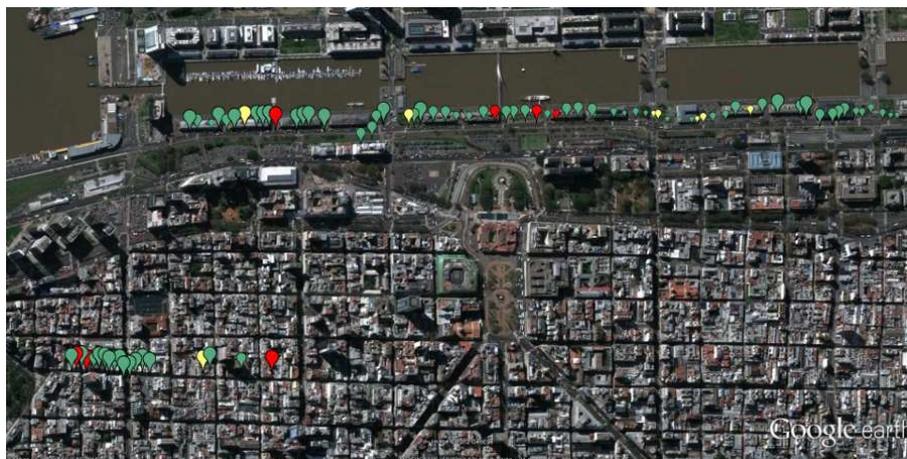


Fig. 7. Posición geográfica donde fueron tomadas las medidas para ambos recorridos.

datos se vería degradada por la baja potencia de la señal. Los iconos amarillos indican una potencia entre -85 a -70 dBm y los iconos verdes indican una potencia mayor a -70 dBm. Para el despliegue de una CN, los APs deberían tener valores dentro de estos dos rangos, para obtener una transferencia adecuada.

4.4 Comparación con el relevamiento realizado en Rennes

Estos experimentos son similares a los realizados en el trabajo de Castignani [5,4], aunque en su caso, ellos pueden comparar el despliegue de CN ya existentes en la ciudad de Rennes y medir la velocidad de transferencia y otros parámetros de calidad de servicio.

Una diferencia importante encontrada fue la cantidad de APs abiertos en las recorridas. En la recorrida de la calle Florida existe un 7.8 % de APs abiertos, sobre todo aquellos pertenecientes a lugares de acceso público, bares, restaurantes, etc. Por otro lado, la recorrida en Puerto Madero detectó 178 APs abiertos, representando un 19.9 % del total de APs distintos. Este gran número de APs abiertos corresponde a una importante red desplegada por empresas, como Telefónica y Google, y las redes de las Universidades ITBA y UCA. Solo estas cuatro entidades totalizan 71 APs abiertos.

Por su parte, en los resultados mostrados en [4], solo un 3.12 % de APs domesticas estan abiertas. Contando a las CNs, este número asciende a 29.20 %. Sin embargo, un usuario de una CN consigue tener una cobertura que le asegura el acceso a Internet en un 98.2 % del tiempo de recorrida, muy comparable a la disponibilidad de la red 3G (99.2 % para redes UMTS y HSPA).

5 Conclusiones

A lo largo de este artículo se introdujo el concepto de Redes Comunitarias, que representan un nuevo paradigma de acceso a Internet, basado en usuarios cooperativos que comparten el ancho de banda de sus propias conexiones domésticas. Se explicó en detalle su funcionamiento y se dieron los lineamientos principales para que un proveedor de Internet pueda poner esta arquitectura en funcionamiento.

Para el estudio de factibilidad, se realizó un relevamiento del estado actual de la red IEEE 802.11 en dos zonas de la Capital Federal utilizando Wi2Me-Research. Estos datos nos permitieron estudiar la interferencia o sobrecarga en los canales, que también representa una medida de la calidad con la que se puede encontrar un usuario al intentar acceder a Internet en estas zonas.

Se pudo concluir que dada la alta densidad de APs, la transición hacia Red Comunitaria de alta cobertura es posible, sobre todo en las zonas evaluadas. Visto los niveles medios-bajos de potencia observados, los futuros operadores comunitarios deberían dedicar esfuerzos a la optimización de la calidad de la interfaz radio de los APs, de modo de maximizar la calidad recibida por los usuarios.

Agradecimientos Este trabajo se realizó dentro del marco de una Actividad Científica y Tecnológica (ACyT R11018) financiada por UADE, y un proyecto de colaboración entre TELECOM Bretagne y UADE. Se agradece la colaboración de Fernando Abad y Matías Ponce, alumnos de la carrera Ingeniería en Telecomunicaciones de UADE y al profesor de UADE Ing. Francisco Tropeano.

References

1. <http://wcn.cnt.org>, accesible en abril 2012.
2. Afanasyev, M., Chen, T., Voelker, G., Snoeren, A.: Usage patterns in an urban wifi network. *Transactions on Networking* (2010)
3. Ai, X., Srinivasan, V., Tham, C.K.: Wi-sh: A simple, robust credit based wi-fi community network. In: *IEEE INFOCOM*. pp. 1638–1646 (2009)
4. Castignani, G., Lampropulos, A., Blanc, A., Montavont, N.: Wi2me: A mobile sensing platform for wireless heterogeneous networks. In: *IEEE International Workshop on Sensing, Networking, and Computing with Smartphones* (2012)
5. Castignani, G., Loiseau, L., Montavont, N.: An evaluation of ieee 802.11 community networks deployments. In: *International Conference on Information Networking*. pp. 181–192 (2011)
6. Giordano, E., Frank, R., Pau, G., Gerla, M.: CORNER: a realistic urban propagation model for VANET. In: *WONS '10* (feb.)
7. Manshaei, M., Freudiger, J., Félégházi, M., Marbach, P., Hubaux, J.P.: On wireless social community networks. In: *IEEE INFOCOM* (2008)
8. Nordmark, E.: Shim6: Level 3 Multihoming Shim Protocol for IPv6. RFC 5533, IETF (2009)
9. Perkins, C.: IP Mobility Support for IPv4. RFC 3220, IETF (2002)
10. Wu, H., Tan, K., Zhang, Y., Zhang, Q.: Proactive scan: Fast handoff with smart triggers for 802.11 wireless lan. In: *IEEE International Conference on Computer Communications* (Mayo 2007)