

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN**

**INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN  
ESPECIAL**

**TEMA:**

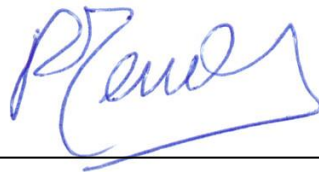
**“Planteamiento de conexión alternativa a red móvil para acceso de conectividad a  
datos basado en el estándar 802.11”**

***Rubén Patricio Tello Peña***

Quito – 2015

## AUTORÍA

Yo, *Rubén Patricio Tello Peña*, portador de la cédula de ciudadanía No.1711292258, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.



---

*Rubén Patricio Tello Peña*

## TABLA DE CONTENIDO

AUTORÍA.....	2
Introducción .....	1
Justificación .....	2
Antecedentes .....	4
OBJETIVOS.....	6
Objetivo General: .....	6
Objetivos Específicos:.....	6
DESARROLLO CASO DE ESTUDIO.....	7
Redes Inalámbricas .....	7
Tecnologías disponibles .....	7
Estándares.....	8
Infraestructura .....	9
Componentes .....	11
Redes de Acceso.....	17
Seguridad en la red .....	23
Situación Actual.....	26
Propuesta .....	28
Viabilidad económica. ....	29
Implementación .....	30
Análisis de la banda de 2.4 GHz y 5 GHz .....	36
Ventajas 2.4 GHz .....	36
Desventajas 2.4 GHz.....	36
Ventajas 5.8 GHz .....	37
Desventajas de 5.8 GHz.....	37
Aspectos legales .....	37
Análisis de cobertura.....	40
Equipos (Características).....	43
Cisco 2504 Series Wireless Controllers .....	47
Portal cautivo y venta de minutos de Internet .....	56

Elección de la banda de frecuencias .....	57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
Conclusiones .....	58
Recomendaciones .....	59
BIBLIOGRAFÍA.....	60
ANEXOS .....	63

## Introducción

El presente trabajo de investigación plantea la alternativa de generar una red móvil para acceso de conectividad a datos basado en el estándar 802.11, a partir de un modelo que ya se encuentra implementado en varios países de Europa y tomando como referencia a ONO<sup>1</sup>.

La empresa española comenzó el despliegue de su red móvil basada en tecnología Wi-Fi en varias ciudades del país ibérico en el año 2012, desde entonces se ha ido consolidando como un servicio adicional que parte de los puntos de acceso de sus clientes. Brinda conectividad a Internet a todos los abonados que tengan contratado alguno de sus servicios con la finalidad de mejorar el sistema de acceso a la red global; de manera que los usuarios que hagan uso de esta prestación, lo aprovechen como alternativa y complemento de conexión a datos. Por el momento este servicio está habilitado para sus propios clientes y de manera limitada para quienes quieran probar el servicio.

Aprovechando que la tecnología HFC es usada por uno de los grandes proveedores en la ciudad de Quito, similar a la tecnología utilizada por la empresa española ONO que cuenta con el servicio en funcionamiento, se toma este modelo como referencia. Sin embargo, este servicio podría ser implementado por cualquier proveedor.

La presente investigación se centrará en algunos de los aspectos y factores más importantes que desde la perspectiva del autor deben ser tomados en cuenta para una futura e inevitable aplicación de este modelo de servicio, tan necesario para ampliar de una manera óptima el sistema de acceso a Internet en nuestro país.

---

<sup>1</sup> Ono es una compañía del grupo Vodafone y su actividad principal es brindar servicios triple play en España. Trabaja con tecnología híbrida de fibra óptica y cable coaxial (HFC).

## Justificación

El progreso y desarrollo de ciudades y países siempre ha venido de la mano con el avance tecnológico, siendo así que el acceso a la información es parte fundamental dentro de la sociedad y su adelanto.

En este aspecto las Tecnologías de la Información y Comunicaciones TIC's, juegan un rol esencial e imprescindible al proporcionar acceso a la red global de información a través de Internet, abriendo un sinfín de posibilidades para la consulta y difusión de información.

El acceso a estos beneficios implica el acceso a Internet, lo que deriva en la construcción de infraestructura que en muchos casos genera costos significativos y aunque cada vez se presentan valores más asequibles, no reflejan un servicio con rendimiento y velocidad aceptable.

Es notorio que con el pasar de los días mejoran las cifras de acceso universal a Internet. Sin embargo, en Ecuador, las estadísticas proporcionadas por los organismos oficiales nos indican que hay todavía mucho por hacer y según datos de la Supertel<sup>2</sup> en 2014, en Quito el 74% de los hogares ya usan Internet, siendo Pichincha la provincia que cuenta con mayor número de usuarios.

Este trabajo propone plantear en primer lugar la incorporación de una red alternativa que, sirva principalmente para brindar conectividad a datos en dispositivos móviles, a través de una solución que no ha sido difundida, y que se presente como alternativa o complemento de acceso a datos cuando los usuarios se encuentren fuera de su red doméstica o corporativa, y que sirva de opción respecto a los paquetes ofertados por las operadoras telefónicas, que resultan insuficientes y un tanto restrictivos en cuanto a capacidad y costo.

---

<sup>2</sup> Superintendencia de Telecomunicaciones, actual Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL)

En este sentido se pretende proponer la creación de una infraestructura inalámbrica sobre una base preexistente de clientes de un proveedor de Internet, y que mediante el protocolo 802.11, se busca abrir nuevas posibilidades de acceso a la información a través de redes que se encuentren en ambientes abiertos favoreciendo así la interconectividad.

## **Antecedentes**

Las redes inalámbricas son una de las tecnologías de más crecimiento en los últimos años debido a su flexibilidad y los diversos campos de aplicación. Actualmente es difícil encontrar un dispositivo que no permita conectividad a Internet mediante este tipo de conexión. Esta tecnología que todos conocen como Wi-Fi, basada en el estándar de comunicación 802.11, crece cada día a través de la instalación de puntos de acceso inalámbrico particulares, corporativos y públicos.

Hoy por hoy la principal manera de acceder a Internet en dispositivos móviles es a través de acceso a datos mediante conexiones que las operadoras de telefonía móvil brindan mediante los distintos tipos de paquetes ofrecidos.

En la actualidad el desarrollo de todo tipo de aplicaciones de entretenimiento y de negocios demanda conexión a Internet, quedando insuficientes los planes de acceso a datos que hoy se encuentran en el mercado, sin contar que la velocidad de navegación no es óptima.

Esta revolución tecnológica en los dispositivos electrónicos genera una demanda, que se torna casi en una exigencia de conexión a Internet para su correcto funcionamiento, lo que obliga a los usuarios a mantenerse todo el tiempo en línea por lo que es necesario buscar nuevas alternativas de conexión.

El presente crecimiento de las redes inalámbricas permite que pensemos en la consolidación del Wi-Fi como tecnología y que debido a la proliferación de Puntos de Acceso en toda la ciudad, nos permita plantear una alternativa para responder a las necesidades del mercado haciendo un uso eficaz de las redes inalámbricas fiables y disponibles de conexión.

Tomando como referencia a una de las empresas líderes en el sector de las telecomunicaciones en Quito como es Grupo TV Cable, se pondrá énfasis en la tecnología híbrida de fibra óptica y cable coaxial (HFC), a partir de ahí, basarnos en infraestructuras

que utilicen este modelo y que ya están disponibles en países del continente europeo para establecer un marco de referencia. Sin embargo, la implementación de este tipo de solución la podría aplicar cualquier proveedor a partir de la cobertura disponible.

## OBJETIVOS

### **Objetivo General:**

Diseñar una propuesta que permita a los proveedores de Internet ofrecer una alternativa de conexión a datos diferente a la proporcionada por una red móvil basada en el estándar de comunicación 802.11, en distintos lugares donde tengan cobertura a través de los puntos de acceso de sus clientes.

### **Objetivos Específicos:**

1. Elaborar un modelo de red inalámbrica mallada, que sirva de base para el diseño de una nueva solución de conectividad a datos a escala metropolitana, proporcionando una alternativa para los usuarios cuando estos se encuentren fuera de su red doméstica o corporativa.
2. Proponer el uso, optimización y aprovechamiento de instalaciones y redes preexistentes para expandir la cobertura de red inalámbrica a partir de la creación de una red parcialmente abierta en los puntos de acceso de clientes.
3. Ofrecer a los clientes del proveedor la ventaja de acceder a Internet a través de redes parcialmente abiertas como si estuvieran en su red doméstica.
4. Brindar un servicio de conectividad inalámbrica adicional a usuarios de dispositivos móviles (portátiles, tabletas y/o celulares), a través de redes parcialmente abiertas que les permita acceder a Internet como si estuvieran usando su red privada (doméstica o corporativa).

## **DESARROLLO CASO DE ESTUDIO**

### **Redes Inalámbricas**

En la actualidad las redes inalámbricas son muy populares y debido a la adaptabilidad y costo relativamente aceptable, todo espacio público y privado se está equipando con ellas a fin de mantener conectividad en red permanentemente.

El término Wi-Fi (Wireless Fidelity) generalmente usado para nombrar a las redes inalámbricas, es realmente una marca comercial de la organización Wi-Fi Alliance y el uso indiscriminado de este término ha llevado a la confusión del estándar 802.11, que define las características de una red de área local inalámbrica con el nombre de la certificación.

Basado en el estándar 802.11 con sus diversas variantes siendo las más conocidas: 802.11a, 802.11b, 802.11g y 802.11n, permiten desarrollar soluciones más económicas y rápidas para el acceso a banda ancha al no requerir hilos, por lo que las reformas en las instalaciones no son necesarias.

El potencial que brindan las redes inalámbricas es inmenso, son consideradas el futuro de la movilidad debido a las múltiples opciones para trabajar con ellas, es posible ampliar la cobertura y cubrir grandes extensiones mediante esta tecnología.

### **Tecnologías disponibles**

Las redes inalámbricas al ser de aspecto radioeléctrico, emiten al espacio ondas que tienen que ser normadas para no causar interferencias pero que pueden ser explotadas sin licencia.

Debido a que este tipo de redes va más allá de un espacio físico limitado, tiene que llevarse un estricto cuidado respecto a la seguridad y el control de acceso.

Para el proyecto planteado hay que tomar en cuenta que se va a utilizar el rango de frecuencias dentro del espectro radioeléctrico que es de uso común para brindar un servicio. Sin embargo, al ser libre puede verse afectada por interferencias con otras redes que trabajen

bajo el mismo estándar tal como dispositivos electrónicos que utilicen las mismas frecuencias.

### **Estándares**

Las redes inalámbricas están basadas en el estándar 802.11 definido por la IEEE (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica), organismo mundial encargado de la estandarización en diversas áreas dentro del mundo tecnológico.

Conforme el paso del tiempo se han implementado diversas modificaciones con el fin de mejorar su rendimiento. A continuación un cuadro correspondiente a la evolución del estándar 802.11:

<b>Normas IEEE</b>	<b>Throughput teórico</b>	<b>Throughput real</b>	<b>Banda de frecuencia</b>	<b>Ancho de Banda</b>	<b>Radio de cobertura</b>
802.11 <sup>a</sup>	54 Mbps	22 Mbps	5 GHz		85 m
802.11b	11 Mbps	6 Mbps	2.4 GHz		50 m
802.11g	54 Mbps	22 Mbps	2.4 GHz	20 MHz	65 m
802.11n	> 300 Mbps	> 100 Mbps	5 GHz	40 MHz	120 m
802.11n	144 Mbps	74 Mbps	2.4 GHz 5 GHz	20 MHz	120 m

Fuente: (Redes inalámbricas fijas y en bandas de uso común, 2010)

Tabla 1: Estándar 802.11

En la actualidad el estándar más utilizado es el 802.11n, donde la velocidad de transferencia real y teórica oscila entre los 100 Mbps y 300 Mbps respectivamente, trabajando en las frecuencias de 2.4 y 5 GHz.

Actualmente existen dos estándares que están relacionados con la solución planteada y son los siguientes:

IEEE 802.11k: proporciona información para descubrir el mejor punto de acceso disponible.

El funcionamiento del protocolo va de la siguiente manera:

- “1. El punto de acceso determina que el cliente se está alejando
2. Informa al cliente que se prepare para cambiar a un nuevo punto de acceso
3. El cliente solicita una lista de puntos de acceso cercanos
4. El punto de acceso da informe del sitio
5. El cliente se mueve al mejor punto de acceso basado en el informe”<sup>3</sup>

IEEE 802.11r: esta versión optimiza la transición entre los distintos puntos de acceso a través de una técnica llamada “Fast Basic Service Set Transition (FT)”.

## **Infraestructura**

La oferta actual de servicios de Internet es diversa, fibra óptica, microondas y cable forman parte del medio de transporte que usan las empresas proveedoras para brindar el servicio.

En España, la empresa ONO que pertenece al Grupo Vodafone, brinda el servicio de red inalámbrica mediante WIFI y trabaja con redes híbridas de fibra óptica y cable coaxial (HFC), que permiten llevar la señal a mayores distancias admitiendo el manejo de servicios convergentes que incluyen: televisión, Internet y telefonía.

---

<sup>3</sup> IEEE 802.11k-2008: High-impact Strategies - What You Need to Know - Kevin Roebuck

En Pichincha aproximadamente el 33% de usuarios tienen acceso a Internet fijo (ARCOTEL, 2015), en donde cuentan con múltiples proveedores, especialmente de televisión por cable de los cuales la mayoría pertenece únicamente a cuatro empresas que son:

- TV CABLE S.A.
- ECUADORTELECOM S.A.
- CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT
- CABLEUNION S.A.

La base de la estructura de HFC (Illescas Lliguichuzhca & Illescas Tapia, 2010), se maneja en cuatro instancias:

- Cabecera
- Red Troncal
- Red de Distribución
- Equipos terminales

Dentro del planteamiento de una solución alternativa de conectividad a datos basado en el estándar 802.11, se puede mencionar que la implementación de este nuevo modelo no implica grandes cambios en la infraestructura física. Sin embargo, esta última instancia que corresponde a “equipos terminales de usuario”, tiene que ser revisada ya que en Ecuador todavía hay dispositivos que no cumplen las características mínimas requeridas para el correcto funcionamiento del modelo a implementar. A pesar de esto, ya se cuenta con la tecnología y el cambio está siendo gradual<sup>4</sup>.

Con una variedad de dispositivos en el mercado que se pueden utilizar, dependiendo de la tecnología que maneje el proveedor de Internet, tomamos como base el equipo de uso

---

<sup>4</sup> <https://www.grupotvcable.com/docsis-3-0/>

regular en una instalación con tecnología HFC empleado por un proveedor de servicios triple play en España.

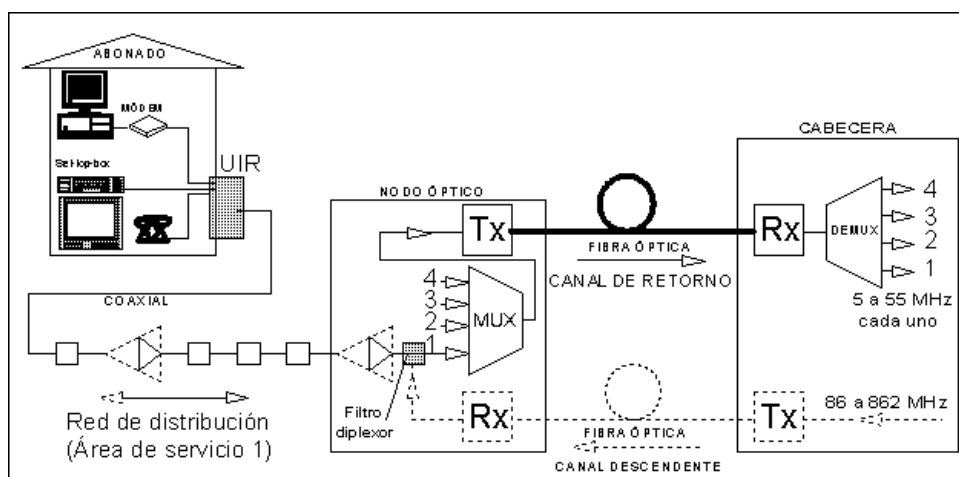


Figura 1. Esquema de básico de una red HFC.

Fuente: (HFC, 2012)

## Componentes

### Cable-módem

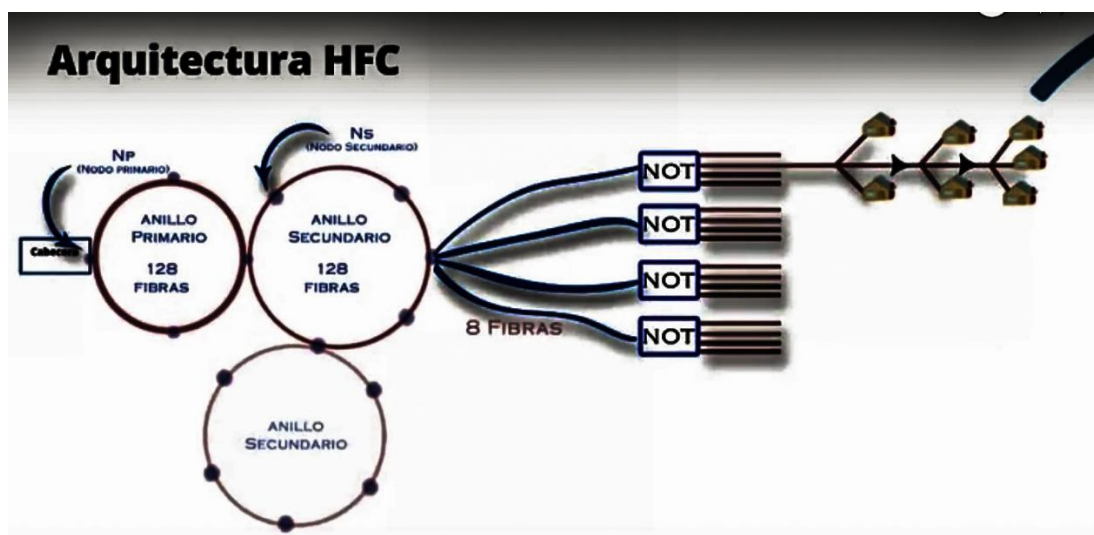
“El cable-módem es un dispositivo terminal de usuario (instalado en la ubicación del suscriptor), que hace uso del cable coaxial provisto por las compañías proveedoras para convertir señales de televisión en datos y brindar así el servicio de Internet”<sup>5</sup>. Dentro de la tecnología HFC, el cable-módem puede operar a altas velocidades gracias a la utilización en los equipos del estándar DOCSIS 3.0<sup>6</sup>, que permite soportar velocidades aproximadas a los 500 Mbps de bajada y 50 Mbps de subida.

<sup>5</sup> Loaiza Freire Alberto Gabino, Diseño de la cabecera de una empresa de CATV en las ciudades de Quito y Guayaquil utilizando una arquitectura redundante. Escuela Politécnica Nacional: Quito, Noviembre 2011.

<sup>6</sup> DOCSIS (Data Over Cable Services Interface Specification / Especificación de Interfaz sobre Servicios de Datos por Cable): Permite incrementar y optimizar las capacidades de ancho de banda en las redes de HFC.

DOCSIS es un estándar desarrollado por CableLabs que pretende competir principalmente con servicios de FTTH (Fiber To The Home), designando mayor ancho de banda a la ruta de datos descendente, con lo cual el usuario al tener mayor velocidad de descarga puede disfrutar de transmisión de audio, video, IPTV entre otros.

En países de Latinoamérica la evolución tecnológica está impulsando la migración hacia el estándar DOCSIS 3.0, debido a la fuerte demanda por mayor ancho de banda de parte de los usuarios mientras que en Europa la tendencia apunta a la implementación del estándar DOCSIS 3.1.

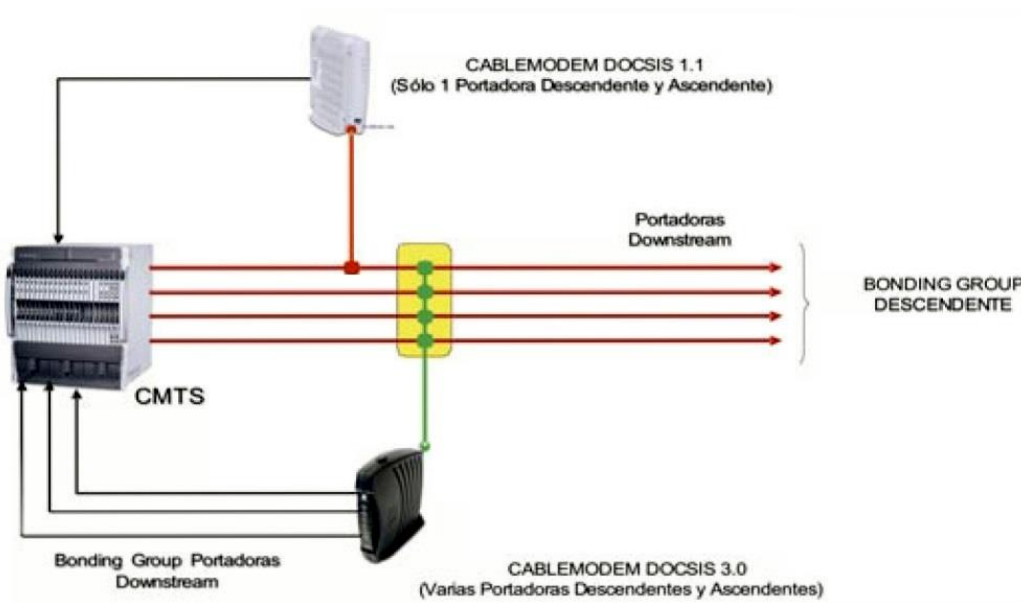


(Universidad de Alicante, 2012)

Figura 2. Arquitectura HFC

Como se puede observar en la figura 2, de cada nodo secundario se obtienen cuatro ramificaciones que tienen 8 fibras cada uno y que finalizan en el nodo óptico terminal (NOT). A su vez, del NOT se obtienen cuatro enlaces de cable coaxial que se ramificarán para dar servicio a los clientes.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación, Redes de nueva generación, Universidad de Alicante.



(Arribas Navarro & Antón Molina, 2012)

Figura 3. Esquema de funcionamiento DOCSIS 3.0.

La importancia de que un cable-módem cumpla con el estándar DOCSIS 3.0., es que pueda usar más de un upstream y downstream, aumentando así las velocidades de subida y bajada.

El cable-módem es uno de los dispositivos comúnmente utilizados por las empresas. En Quito, Grupo TV Cable maneja tecnología HFC con equipos de características similares a los que se puede apreciar en la fotografía 1. Este dispositivo lo administra únicamente el proveedor de manera remota y en el que solamente se puede conectar a la red un computador o a su vez un enrutador inalámbrico si se desea contar con este tipo de prestación.



Fuente: [Fotografía Rubén Tello, Quito 2015]

Fotografía 1: Cable-módem suministrado por el Grupo TV Cable en Quito-Ecuador

En España este dispositivo terminal de usuario (utilizado en Ecuador) es reemplazado por un equipo Netgear puerta de enlace Wireless CG3100D como se puede apreciar en la fotografía 2, cuyas características las veremos a continuación.



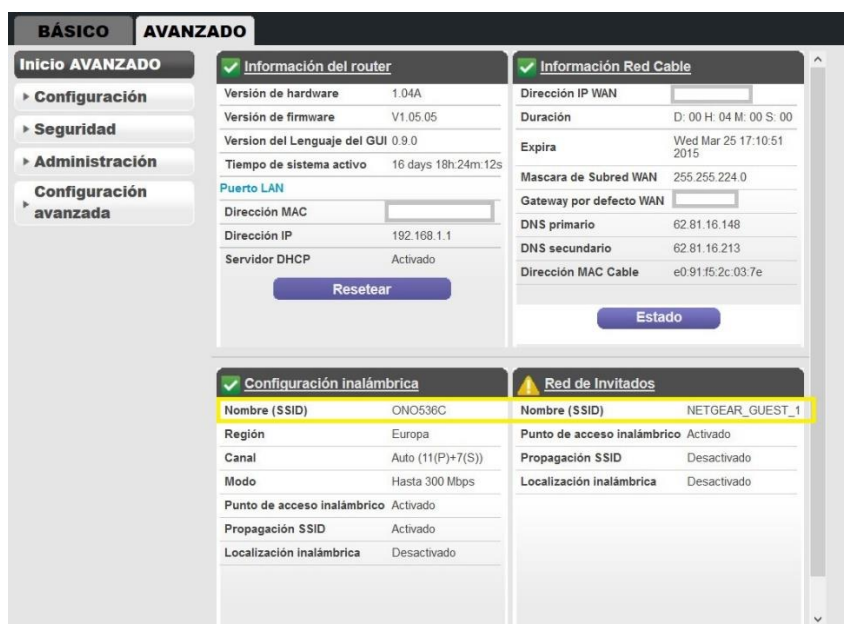
Fuente: [Fotografía Rubén Tello, Quito 2015]

Fotografía 2: NetGear Puerta de enlace wireless CG3100D, utilizado por la empresa ONO

El equipo Netgear CG3100D en la actualidad es uno de los más utilizados por el Grupo ONO en España. Este es compatible con DOCSIS 3.0 y cuenta con la opción de habilitar una red inalámbrica alternativa para invitados con diferente SSID<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Service Set Identifier: Nombre asignado a una red inalámbrica.



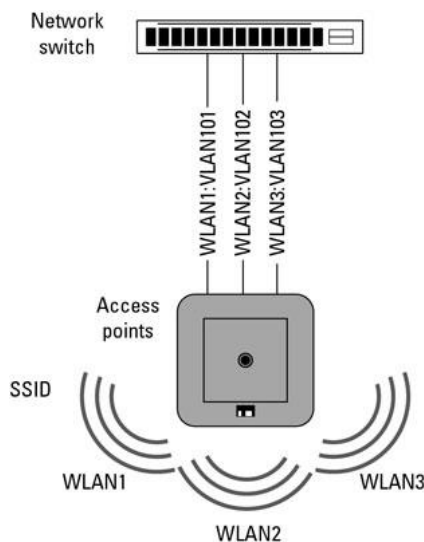
Fuente: [Imagen Rubén Tello, 2015)

Figura 4. Visualización del panel de administración del enrutador NetGear CG3100D

La gestión de la red adicional así como sus parámetros de administración no son visibles para el abonado, siendo así que cualquier configuración se encuentra oculta en el equipo con lo que la gestión total se encuentra en manos del proveedor.

La empresa española ONO, lo que hace principalmente es establecer una red de área local virtual (VLAN) por lo que las redes no son visibles una con otra.

En la figura 5 podemos visualizar un ejemplo de redes de área local virtual aplicadas a un entorno de interés inalámbrico.



Fuente: (Tetz, 2015)

Figura 5. Múltiples SSID en un mismo Access Point

### Redes de Acceso

La conexión alternativa a datos consiste en generar dos redes inalámbricas independientes a partir de puntos de acceso presentes en infraestructuras ya establecidas, sean estas particulares, corporativas o públicas.

Esta conexión tiene que salir de los mismos clientes con los que cuenta la empresa proveedora de Internet. El servicio se puede implementar de varias maneras las cuales se detalla a continuación:

1. Conectar un enrutador adicional: esta solución es muy común en países como Reino Unido y Francia, donde varias empresas ofrecen enrutadores inalámbricos que están pre configurados y que cuentan con un sistema de geolocalización. De esta manera, son los propios usuarios quienes lo conectan directamente a su enrutador y comparten la conexión a Internet a cambio de obtener ciertos beneficios que van desde: obtener réditos económicos por compartir su conexión hasta acceder de manera gratuita a Internet mediante los puntos de acceso operativos que pertenecen a otros usuarios que también se han registrado como parte de esa comunidad.

La venta de este equipo adicional no tiene relación alguna con las empresas proveedoras de Internet y existen varias maneras de acceder a este tipo de servicio y a los beneficios que ofrecen estas empresas.

La más común es comprar un equipo que viene pre configurado y conectarlo a nuestro enrutador. Este generará una nueva señal inalámbrica con un SSID diferente al de la red privada para que luego del registro previo en la página de la empresa suministradora de estos equipos se proporcione la clave de acceso para engancharse a Internet.

En la fotografía 3 se puede observar uno de los equipos ofertados por la “Red Wi-Fi Global FON”.



Fuente: (Fon, 2015)

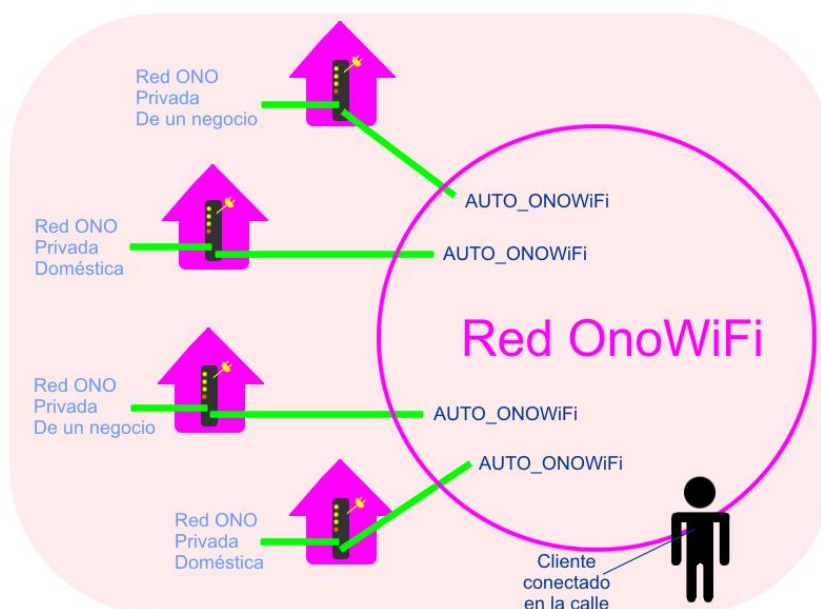
Fotografía 3: La fonera (Router inalámbrico compatible con 802.11n)

2. Habilitar una red inalámbrica adicional desde el mismo equipo que suministra la empresa proveedora de Internet; este equipo tiene que contar con la capacidad de manejar múltiples SSID, a fin de crear una red inalámbrica privada para el abonado

original del servicio y otra red parcialmente abierta correspondiente a los invitados que previamente se den el alta en el portal de la empresa.

En algunos países de Europa, es una solución que viene implementándose desde el mismo momento en que se realiza la instalación del servicio de Internet previa la contratación. Este servicio a pesar de los pros y contras que puede causar, cuenta cada vez con más aceptación por parte de los clientes que lo ven como un beneficio adicional al contratar su servicio de Internet. En España, la operadora Ono es pionera en este tipo de servicio que lo ha implementado en el año 2014 como complemento para que sus clientes no agoten sus paquetes de datos correspondientes al teléfono móvil.

Los clientes se muestran satisfechos al conocer los beneficios que les podría aportar el tener conexión a Internet en distintos lugares de la ciudad y del país, a cambio de compartir la señal de Internet y que en ninguno de los casos afecta el desempeño de la red privada del usuario suscriptor.



Fuente: (VT, 2015)

Figura 6. Esquema de la solución de ONO en España

Este esquema anterior muestra básicamente el funcionamiento del servicio que presenta la empresa española ONO para sus clientes móviles. La solución consiste básicamente en colocar varios puntos de acceso exteriores que se complementan con las conexiones que generan los puntos de acceso de sus clientes y así pueden mejorar la cobertura.

Como la empresa lo ha indicado en varios comunicados, el servicio está enfocado en favorecer a usuarios que se conectan desde dispositivos móviles, especialmente teléfonos celulares y tabletas. A pesar de ser un servicio limitado y dependiendo de la categoría de cliente, los usuarios recibirán una oferta que les sirva de ahorro en su tarifa móvil de datos.

La solución presenta grandes retos ya que para que sea relevante es necesario que brinde el servicio de roaming en toda la red, lo que evitaría que los usuarios se autentiquen cada vez que detecten un nuevo punto de acceso. Sin embargo, no es una característica que tenga que ver solamente con los equipos de red sino que los dispositivos móviles tienen que ser compatibles con los estándares de red 802.11k y 802.11r para conseguir un resultado eficiente aunque dichas características no sean indispensables para su funcionamiento.

Por políticas de seguridad siempre es necesario realizar un registro previo y darse el alta antes de poder acceder a esta red independientemente si es cliente o no.

Según el dispositivo con el que se desea acceder, existen tres alternativas de registro dependiendo del tipo de cliente:

1. Registro a través del número de móvil (clientes)
2. Registro a través del correo electrónico con el que se encuentra registrado en el portal del operador (clientes)

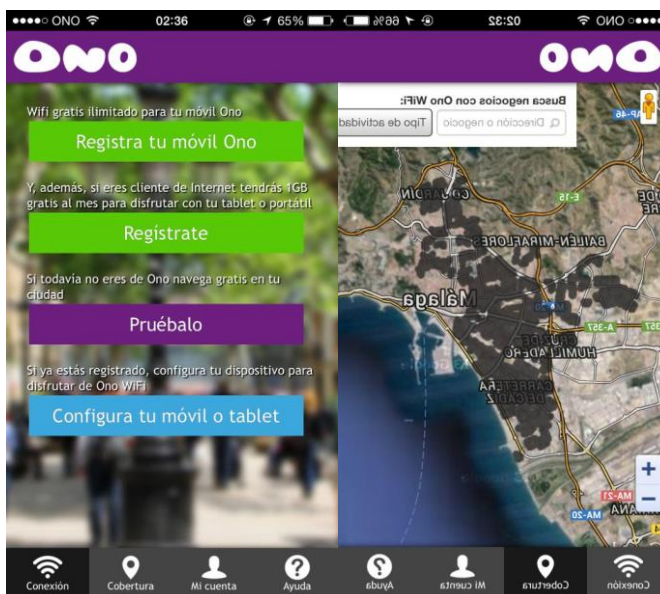
3. Registro a través del portal para usuarios invitados a probar la conexión por lo que se requiere llenen un formulario con datos que incluyen los nombres completos, número de documento de identidad, nacionalidad, dirección, entre otros.

Existe también la necesidad de contar con un portal Web y una aplicación para dispositivos móviles a través de la cual se pueda realizar el registro de datos y obtener el alta para acceder a esta red inalámbrica alternativa. A continuación podemos ver la interfaz que presenta el portal correspondiente a la empresa ONO:



Fuente: (ONO, 2015)

Figura 7. Portal Web ONO Wi-Fi para registro de usuarios a red alternativa



Fuente: (ONO, 2015)

Figura 8. Aplicación para registro de usuarios a red alternativa a través de dispositivos móviles IOS

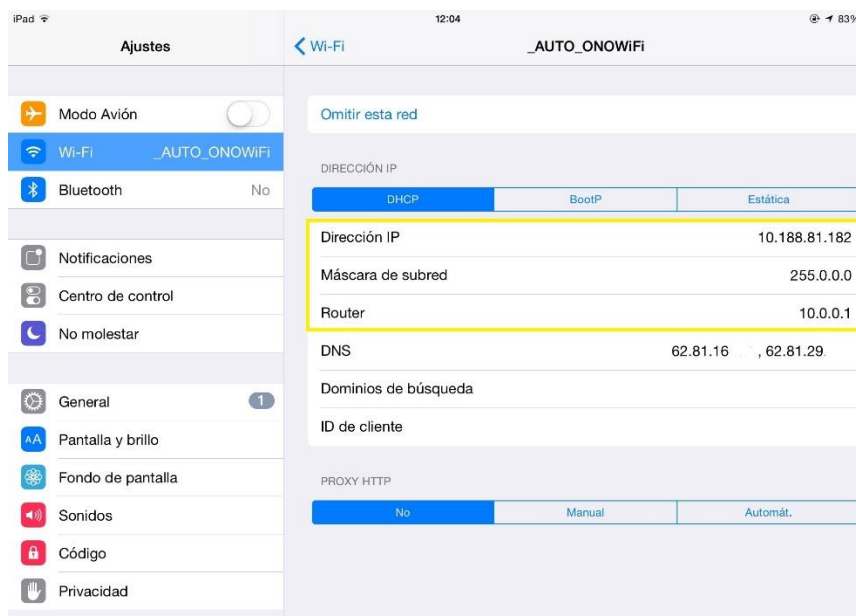
Como se puede apreciar en la figura 9, un barrido de las redes inalámbricas disponibles donde se refleja la red privada propia del abonado y la red alternativa para acceso a datos correspondiente al mismo punto de acceso.

SSID	Mac Address	Rasi	Chan	802.11	Max Speed	WEP	WPA	WPA2	WPS	Password	WPS PIN	Vendor	First Seen	Last Seen	Type
Ptv Jose Luis	C0:4A:00:33:0C:0C	-63	10+6	b, g, n	300 Mbps			PSK-CCMP	1.0			TP-LINK TECHNOLOGIES CO. LTD.	17:47:58	now	Infrastructure
Jazztel_89D1FF	9C:97:26:89:D1:FF	-78	6	b, g, n	130 Mbps		PSK-TKIP	PSK-CCMP	1.0			Technicolor	17:47:58	00:00:09 ago	Infrastructure
_AUTO_ONOWiFi	32:46:9A:7C:63:6D	-47	11+7	b, g, n	300 Mbps			MGT-(TKIP CCMP)					17:47:58	now	Infrastructure
MOVISTAR_8577	F8:8E:85:C2:85:78	-62	1	b, g, n	144.4 Mbps		PSK-(TKIP CCMP)		1.0			COMTREND CORPORATION	17:47:58	00:00:09 ago	Infrastructure
PTV_Portillo	A0:F3:C1:C9:C2:AA	-80	4	b, g, n	144.4 Mbps			PSK-CCMP				TP-LINK TECHNOLOGIES CO. LTD.	17:47:58	now	Infrastructure
ONO659142	20:25:64:77:9E:5D	-72	11+7	b, g, n	300 Mbps		PSK-CCMP	PSK-CCMP				PEGATRON CORPORATION	17:47:58	00:00:33 ago	Infrastructure
ONO9251-5G	DC:53:7C:07:BF:08	-83	112	n, ac	300.05 Mbps		PSK-(TKIP CCMP)	PSK-(TKIP CCMP)	1.0			Compal Broadband Networks, Inc.	17:47:58	00:01:33 ago	Infrastructure
Kuky y Mimas	DC:53:7C:11:4C:15	-76	13+9	b, g, n	270 Mbps		PSK-(TKIP CCMP)	PSK-(TKIP CCMP)	1.0			Compal Broadband Networks, Inc.	17:47:58	00:00:51 ago	Infrastructure
_AUTO_ONOWiFi	02:53:7C:11:4C:16	-76	13+9	b, g, n	270 Mbps		MGT-(TKIP CCMP)	MGT-(TKIP CCMP)					17:47:58	00:00:15 ago	Infrastructure
Ptv encarnacion	C0:4A:00:33:31:D6	-79	8+4	b, g, n	300 Mbps			PSK-CCMP				TP-LINK TECHNOLOGIES CO. LTD.	17:47:58	00:00:09 ago	Infrastructure
_AUTO_ONOWiFi	22:25:64:77:9E:5E	-81	11+7	b, g, n	300 Mbps		MGT-(TKIP CCMP)	MGT-(TKIP CCMP)					17:47:58	now	Infrastructure
ONO536C	30:46:9A:7C:63:6C	-49	11+7	b, g, n	300 Mbps		PSK-(TKIP CCMP)	PSK-(TKIP CCMP)					17:47:58	now	Infrastructure
Camagno	00:22:15:95:FD:E1	-64	6	b, g	54 Mbps	ShazedKey						ASUSTek COMPUTER INC.	17:47:58	now	Infrastructure
PTV_MARTES_2_4GHz	10:FE:ED:E5:A9:43	-81	10+6	b, g, n	300 Mbps		PSK-CCMP	PSK-CCMP	1.0			TP-LINK TECHNOLOGIES CO. LTD.	17:48:04	00:00:15 ago	Infrastructure
Wireless-N	00:13:13:00:A1:51	-76	6+2	b, g, n	150 Mbps			PSK-CCMP	1.0			GuangZhou Post & Telecom Equipme	17:48:04	00:00:09 ago	Infrastructure
CasaPiscina	F8:8E:85:E0:13:7E	-75	1	b, g, n	144.4 Mbps		PSK-CCMP		1.0			COMTREND CORPORATION	17:48:04	00:05:54 ago	Infrastructure
ONOF9A6	9C:D3:6D:C6:F9:A6	-70	1	b, g, n	144.4 Mbps		PSK-(TKIP CCMP)	PSK-(TKIP CCMP)				NETGEAR INC.	17:48:04	00:01:09 ago	Infrastructure
ONO_LAURA	00:1F:C6:51:4D:A7	-83	4	b, g	54 Mbps	SharedKey						ASUSTek COMPUTER INC.	17:48:04	00:00:21 ago	Infrastructure
ONO50F0	00:26:58:4D:50:F8	-72	9+5	b, g, n	300 Mbps		PSK-CCMP	PSK-CCMP		00265B4D50f		Hitron Technologies, Inc	17:48:10	00:00:33 ago	Infrastructure
MOVISTAR_SCDE	F8:8E:85:E6:9C:DF	-80	11	b, g, n	144.4 Mbps		PSK-(TKIP CCMP)		1.0			COMTREND CORPORATION	17:48:10	00:01:21 ago	Infrastructure
WLAN_CF8C	74:88:8B:78:CF:8D	-73	1	b, g, n	144.4 Mbps		PSK-(TKIP CCMP)		1.0		7 possible	ADB Broadband Italia	17:48:16	now	Infrastructure
WLAN_0696	8C:0C:A3:2D:06:96	-82	8	b, g, n	144.4 Mbps		PSK-(TKIP CCMP)					Amper	17:48:16	00:00:15 ago	Infrastructure
_AUTO_ONOWiFi	02:53:7C:11:4C:16	-76	13+9	b, g, n	270 Mbps		MGT-(TKIP CCMP)	MGT-(TKIP CCMP)					17:48:16	now	Infrastructure
ptv francisco	C0:4A:00:42:25:1C	-77	10+6	b, g, n	300 Mbps			PSK-CCMP	1.0			TP-LINK TECHNOLOGIES CO. LTD.	17:48:22	00:00:09 ago	Infrastructure

Fuente: [Imagen Rubén Tello, 2015)

Figura 9. Redes inalámbricas disponibles

La implementación de una red adicional implica trabajar con una red bastante grande por lo que la empresa ONO utilizó una red de clase A como podemos verificar en la figura 10.



Fuente: [Imagen Rubén Tello, 2015)

Figura 10. Configuración de red

### Seguridad en la red

El tema de la seguridad de datos al exponer un punto de acceso de una red privada y convertirlo en pública es un tema que despierta polémica y muchas personas consideran esta implementación un atentado a la privacidad al activar este servicio, en muchas ocasiones sin el consentimiento de los usuarios.

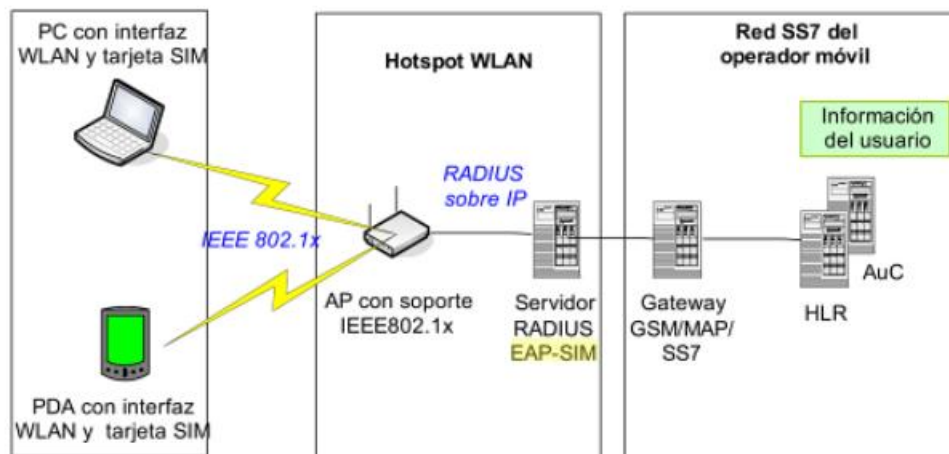
En cuanto al método de autenticación varias empresas utilizan diversos métodos basados en RADIUS, acrónimo en inglés de “Remote Authentication Dial-In User Server”. Las compañías que tienen este modelo de servicio Wi-Fi ya implementado y que brindan también servicio de telefonía móvil han optado por realizarlo a través de la SIM del móvil como uno de sus principales métodos, siendo el único requisito el registro en el portal del

operador para validar el número de teléfono si la conexión se realiza a través de un móvil o el correo electrónico si se realiza desde un equipo portátil o tableta.

El método de autenticación EAP-SIM<sup>9</sup> es comúnmente usado por empresas que cuentan con infraestructura GSM para acceder a las zonas Wi-Fi donde los usuarios se conectan sin necesidad de introducir datos debido a que la autenticación del usuario se la realiza a través de la tarjeta SIM con la que cuenta el abonado.

El terminal de usuario establece conexión con el punto de acceso enviando mensajes que al llegar al servidor RADIUS, este establecerá conexión con los servidores de autenticación de la red GSM, que validarán su proceso de autenticación en un intercambio de mensajes. La base de EAP-SIM está en usar los códigos que se encuentran tanto en el centro de autenticación GSM y en la tarjeta SIM.

Un diagrama básico de la arquitectura de autenticación mediante SIM la podemos observar en la figura 11.

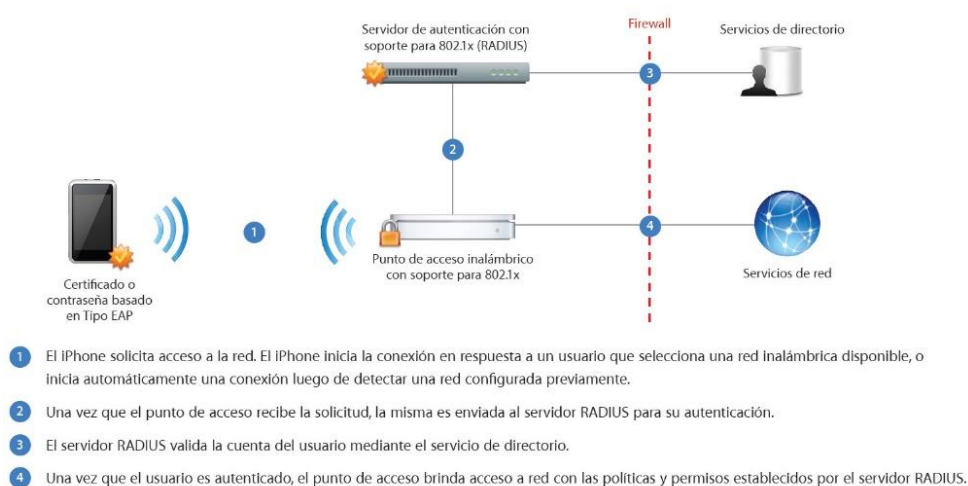


Fuente: (Andreu, Pellejero, & Lesta, 2006)

Figura 11. Autenticación mediante SIM: Arquitectura

<sup>9</sup> Extensible Authentication Protocol - subscriber identity module

Como se puede observar en la figura anterior, para realizar la autenticación la información del usuario se encuentra entre el registro de ubicación base (HLR) y el centro de autenticación (AuC), dónde el HLR es una base de datos que contiene información del usuario y el AuC contiene los parámetros tal como las claves de seguridad que permiten verificar la identidad de los usuarios.

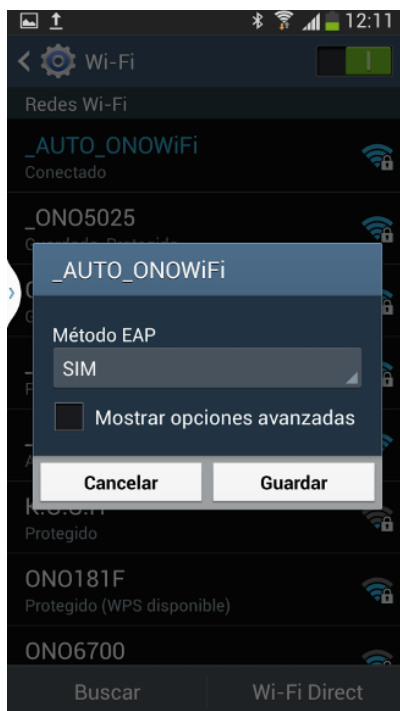


Fuente: (Apple Inc, 2009)

Figura 12. Implementación de red inalámbrica segura con autenticación basada en RADIUS

El proceso de autenticación de EAP-SIM se realiza sin enviar la contraseña sino que está basado en usar las claves y algoritmos de la tarjeta SIM en combinación con las del centro de autenticación.

En la figura 13 podemos observar la pantalla del dispositivo móvil en el proceso de autenticación previo a la conexión de la red de datos alternativa.

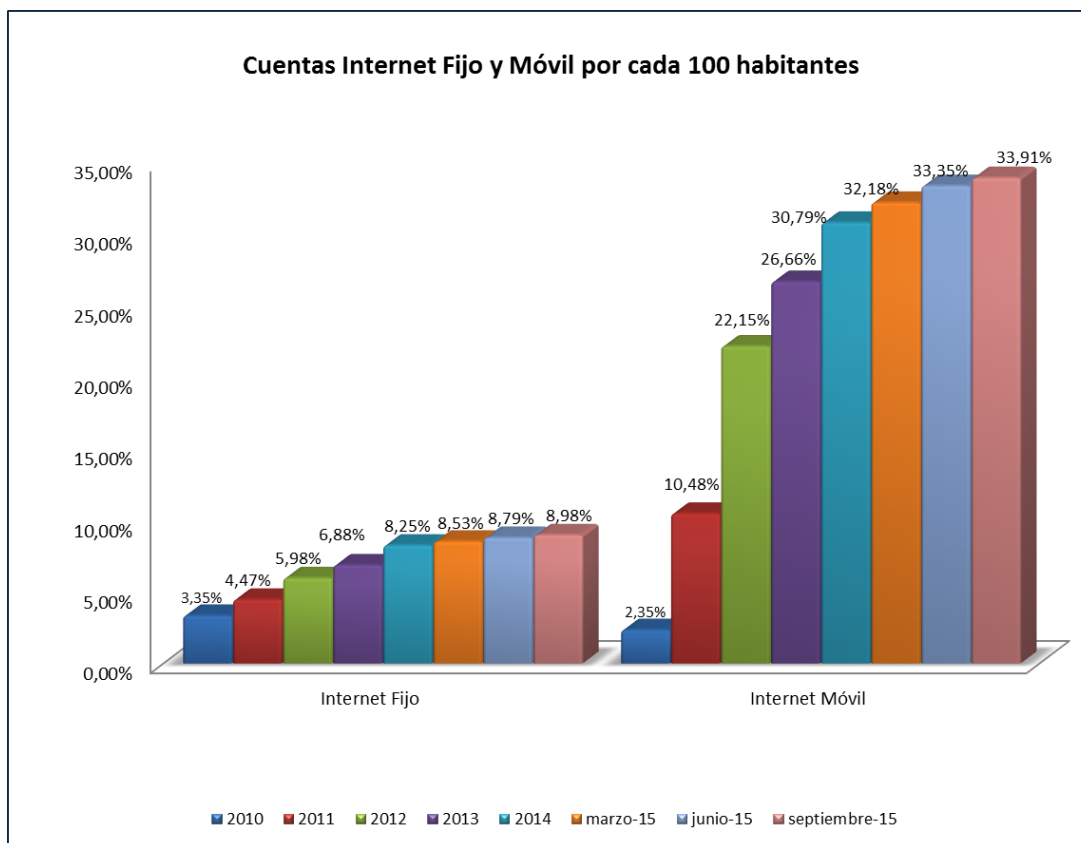


Fuente: <https://www.ono.com.ec> (ONO, 2015)

Figura 13. Conexión a la red ONO Wi-Fi a través de un dispositivo Android

### Situación Actual

El uso de Internet se va incrementando cada día, tal es así que según las últimas cifras obtenidas por el INEC, en Ecuador entre el 2008 y 2010 el uso de Internet se incrementó en 3,3 puntos pasando del 25,7% al 29% y según la última encuesta que se menciona, dentro del sector urbano asciende al 37,7%. Asimismo se puede observar un crecimiento en cuando a cuentas y usuarios del servicio de acceso a Internet con datos publicados por el ARCOTEL en diciembre del 2015 y reflejados en la siguiente imagen.



Fuente: (Arcotel, 2015)

Figura 14: Cuentas de Internet Fijo y Móvil por cada 100 habitantes

Con respecto a las redes basadas en WiFi, el aumento en el uso de los teléfonos inteligentes y tabletas han empujado a los operadores a establecer puntos de acceso a Internet gratuitos en ciertas zonas clave de la ciudad, de manera similar a las que podríamos encontrar en un aeropuerto. Asimismo se están equipando distintas zonas que abarcan parques y locales comerciales como redes independientes.

Sin embargo, el uso extendido de esta tecnología no ha mostrado todavía su verdadero potencial y aprovechamiento por parte de los usuarios que en la actualidad demandan conexión a Internet de manera permanente.

## **Propuesta**

Tomando en cuenta la realidad tecnológica de nuestro país y en base al desarrollo que se observa en países del primer mundo con respecto a redes inalámbricas de área metropolitana, planteamos una propuesta alternativa de conexión de dispositivos móviles a Internet, debido a que nuestro país cuenta con las bases necesarias para su implementación, aprovechando así activos e infraestructuras infrautilizadas y que pueden servir de apoyo para la construcción de una red de área metropolitana.

Como hemos mencionado anteriormente, ciertas empresas proveedoras de Internet se verán obligadas a realizar una modernización sobre su equipamiento si pretenden brindar este servicio. Sin embargo, existen también compañías habilitadas para hacerlo debido a que se encuentran ya trabajando con estándares que permiten su implementación. A pesar de ello, se necesita la renovación de parte de los equipos terminales de usuario que forman parte de instalaciones antiguas y que ni siquiera incluyen WiFi, por lo que se necesita una actualización obligada y que se ajusten al funcionamiento de este esquema.

En Ecuador, Grupo TVCable, que trabaja sobre infraestructura HFC y como lo indica en el documento de Guía Práctica de Soluciones de Internet<sup>10</sup> que se encuentra publicado en su sitio Web, actualmente trabajan en su red con el estándar DOCSIS 2.0 y DOCSIS 3.0, siendo este último el mismo con el que trabaja la empresa española ONO, por lo cual en Ecuador se cuenta ya con la infraestructura necesaria para poner en marcha el proyecto que involucra la conexión inalámbrica con puntos de acceso Wi-Fi como alternativa de servicio al brindado por las operadoras tradicionales.

Con respecto a equipos terminales de usuario, estos dispositivos compatibles con DOCSIS 3.0, deben ser pre configurados antes de su instalación.

---

<sup>10</sup> Guía Práctica de Soluciones Internet – TVCable [https://www.grupotvcable.com/apps/files/GPS\\_INT.pdf](https://www.grupotvcable.com/apps/files/GPS_INT.pdf)

### **Viabilidad económica.**

La modernización de toda infraestructura tecnológica requiere de inversión y afronta costos considerables en la medida que apliquen estas mejoras. Sin embargo, se estará estableciendo una estructura que va a innovar el modelo de negocio en cuanto a proveedores de Internet u operadores tradicionales de redes móviles y que le dará una ventaja competitiva frente a sus competidores, brindando a sus clientes un producto/servicio que va a transformar la manera en que se transmiten datos y también como un proveedor de información en temas estratégicos sobre cuáles son las tendencias de sus usuarios identificándolos con una serie de términos estadísticos.

El análisis de un estudio financiero para determinar el costo de la solución, dependerá del alcance que se establezca al proyecto y los valores de los equipos tales como: puntos de acceso, cable módems, entre otros, será variable debido a que los proveedores realizan adquisiciones al por mayor, manteniendo acuerdos comerciales con lo que se refleja valores mucho menores al precio de venta al público.

Conforme se vaya consolidando esta solución, se podrá monetizar por si sola, pudiendo convertirla en un servicio diversificado para otros operadores, proveedores, medianos comercios y anunciantes con publicidad gracias a un sistema de geolocalización que puede ser implementado.

Existen además diversas alternativas para hacer de ésta una infraestructura rentable como son:

- Las redes inalámbricas habilitadas para brindar Internet pueden ser un sustituto de una red 3G.
- Operadores tradicionales internacionales podrían valerse de una red inalámbrica para brindar itinerancia de datos para sus clientes que se encuentren en Ecuador.

- Interés de varias administraciones públicas y privadas por prestar el servicio de Internet inalámbrico gratuito en ciertos sectores de la ciudad y del país.

La viabilidad del proyecto depende del modelo de negocio que se aplique ya que ello solventará la cuestión de financiación de la implementación de la red. En despliegues grandes paga siempre el operador pero con despliegues pequeños en centros comerciales, hospitales, escuelas, la carga comienza a cambiar en su mayor parte a estas organizaciones.<sup>11</sup>

Esto llevaría a una multiplicidad de oportunidades donde se puede incluso establecer una relación contractual con el sector público ya que este no tiene fines de lucro pudiendo brindar el servicio dentro de escuelas o entidades públicas.

### **Implementación**

Para la implementación de una red inalámbrica de área metropolitana mediante puntos de acceso Wi-Fi, es necesario realizar un plan piloto donde se tome en cuenta los siguientes aspectos:

Elección de la ubicación: realizar un esquema donde se considere lugares en los que la empresa proveedora de Internet tenga amplia cobertura a través de sus clientes, siendo allí donde empiece el despliegue de puntos de acceso Wi-Fi externos, que servirán para la emisión de la señal de Internet que se verá reforzada con la emitida por los puntos de acceso de clientes residenciales o corporativos que deseen integrarse dentro de este proyecto y que, compartiendo su conexión de Internet serán también partícipes de los beneficios que brinda este servicio.

Como se observa en la Figura 15, la finalidad es distribuir Internet a través de puntos de acceso Wi-Fi externos, ubicados en sitios estratégicos de la ciudad y reforzar su señal con estos mismos dispositivos de clientes residenciales y corporativos.

---

<sup>11</sup> <http://www.theruckusroom.net/> Small Cells Getting Big Attention

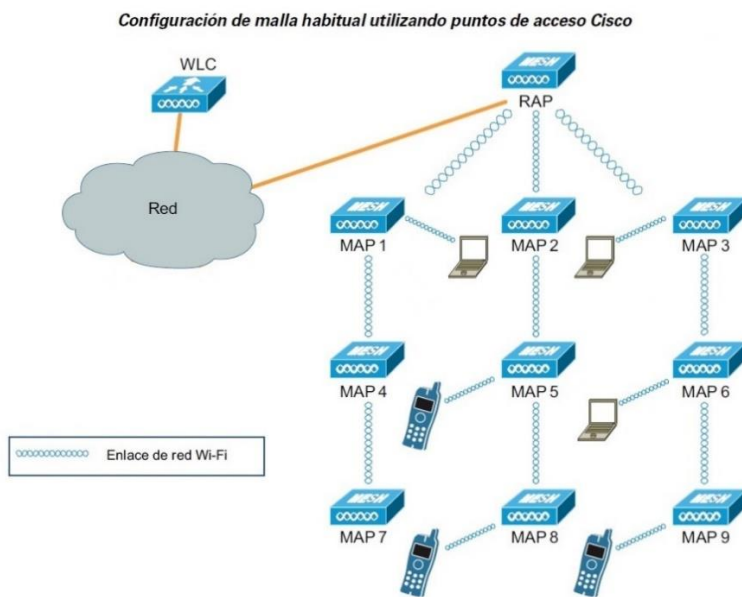
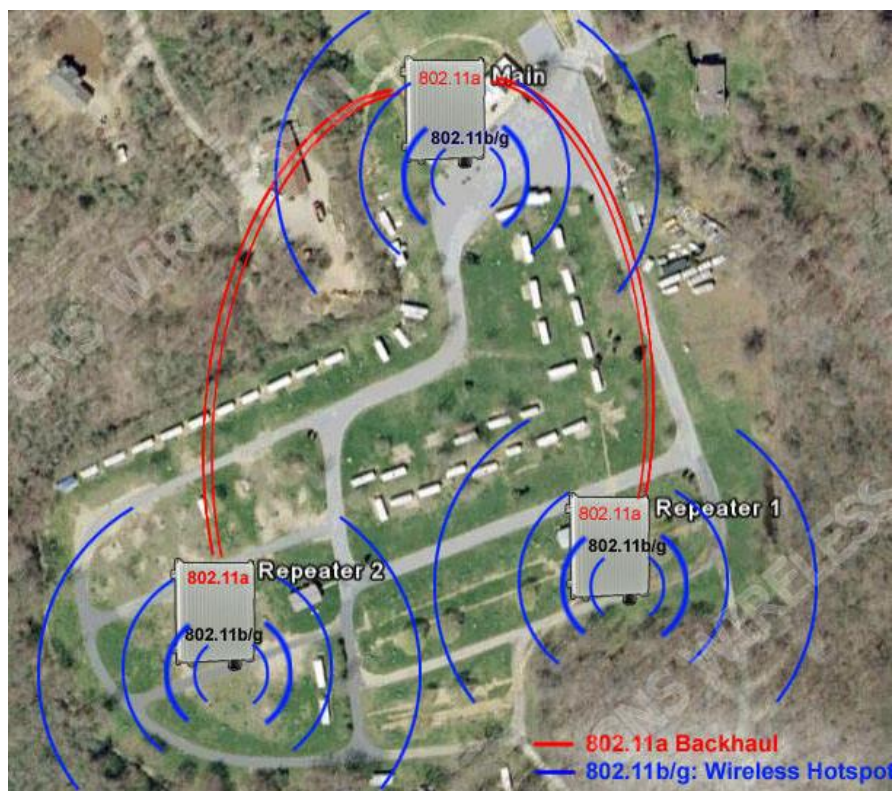


Figura 15: Malla inalámbrica de punto a multipunto

El éxito del funcionamiento de esta alternativa depende de implementar esta solución en lugares donde no exista cobertura y establecer una conexión inalámbrica robusta.

Adicionalmente será necesario tomar especial consideración en la ubicación de los puntos de acceso ya que en el aspecto geográfico, Quito presenta un terreno irregular.



Fuente: (Cenec, 2016)

Figura 16: Cobertura Puntos de Acceso externos planteados.

Selección de la tecnología y equipos a utilizar: existe una gran variedad de dispositivos en el mercado que pueden ser usados para este tipo de planteamiento y mucho dependerá de las marcas con las que trabaje el proveedor. No obstante, adjuntamos una referencia de equipos especializados gestionables y potentes que por su rendimiento y escalabilidad pueden ser considerados para este tipo de solución y que se encuentran funcionales en despliegues similares al propuesto para este proyecto.

Actualmente entre las ventajas de los puntos de acceso se encuentran las siguientes:

- Integración con Google Maps que permite ubicar los dispositivos y así disponer de un mapa de equipos e identificar la cobertura.
- Generación de actividad de puntos de acceso.
- Administrar SSID y claves.

- Permite la implementación de itinerancia.
- Personalización en cuanto a limitación de tiempo por minutos, horas y días.
- Permite establecer restricciones de tráfico (subida y bajada)
- Uso de paneles solares para suministro de energía.

Cobertura: la topografía juega un rol importante y es uno de los principales aspectos a tomar en cuenta en la ubicación de los puntos de acceso externos y así evitar inconvenientes con obstáculos que puedan interferir de manera significativa la señal.

En este proyecto, el problema de cobertura que pueda tener un punto de acceso externo se debe subsanar con la señal de estos mismos equipos (PA), por parte de los clientes privados aplicando a la red inalámbrica la itinerancia<sup>12</sup> o roaming, con lo que ampliamos el radio de acción y evitamos caídas de la señal.

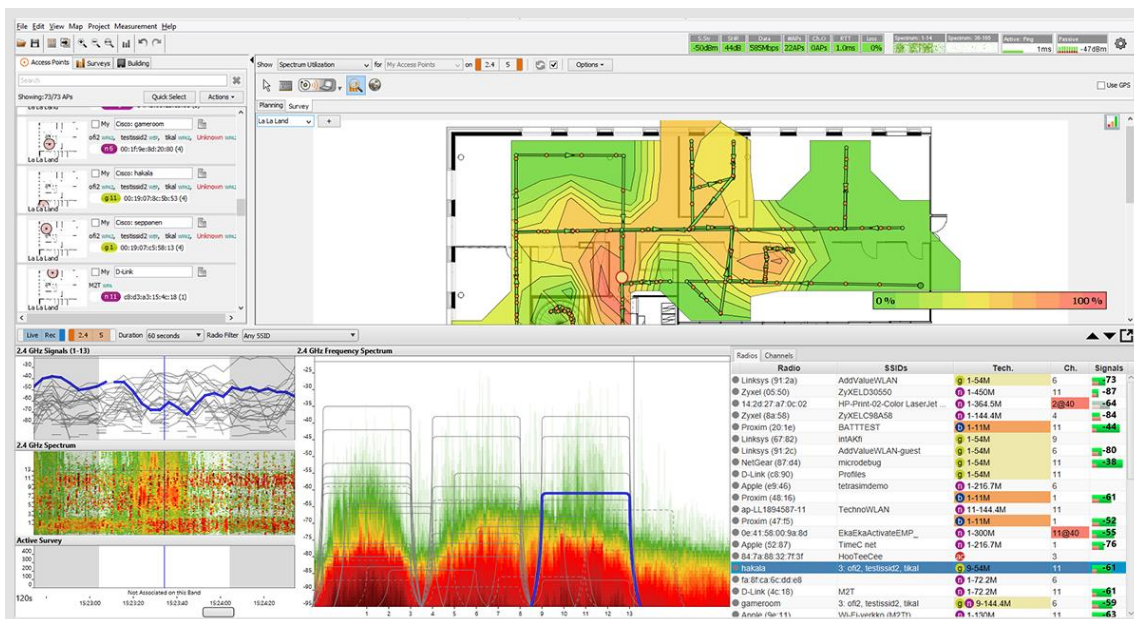
Para el estudio de cobertura existen varios programas con los cuales se puede trabajar, destacando Ekahau que está diseñado para este tipo de análisis e implementaciones de redes grandes o corporativas.

Ekahau permite planificar la ubicación e instalación de los puntos de acceso antes de una instalación física logrando así una planificación adecuada, solventando interferencias y optimizando la configuración de canales.

Adicionalmente nos permite realizar estudios de cobertura de una red preexistente permitiendo detectar interferencias y verificar el nivel de señal recibido por los puntos de acceso.

---

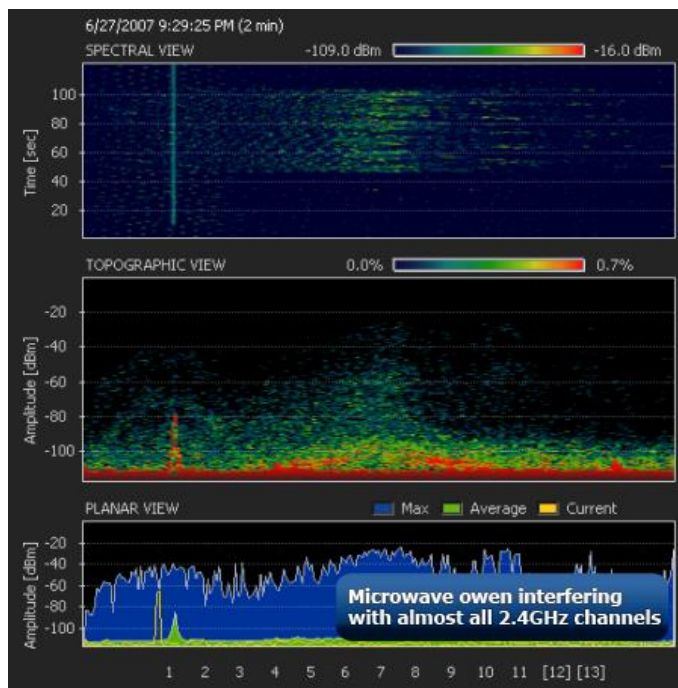
<sup>12</sup> Itinerancia: Usuario puede desplazarse entre los diferentes puntos de acceso sin perder la comunicación por lo que existe una superposición de coberturas y que a través de un algoritmo los PA saben exactamente la posición el uno del otro, pudiendo ceder entre ellos la conexión del usuario dependiendo de su posición y a la robustez de la señal.



Fuente: (Ekahau, 2016)

Figura 17: Cobertura Puntos de Acceso externos planteados.

Dispone también de un analizador de espectro con lo que brinda la posibilidad de estudiar la banda de 2,4 y 5 GHz, obteniendo resultados que permiten detectar las fuentes de posibles interferencias para la red.

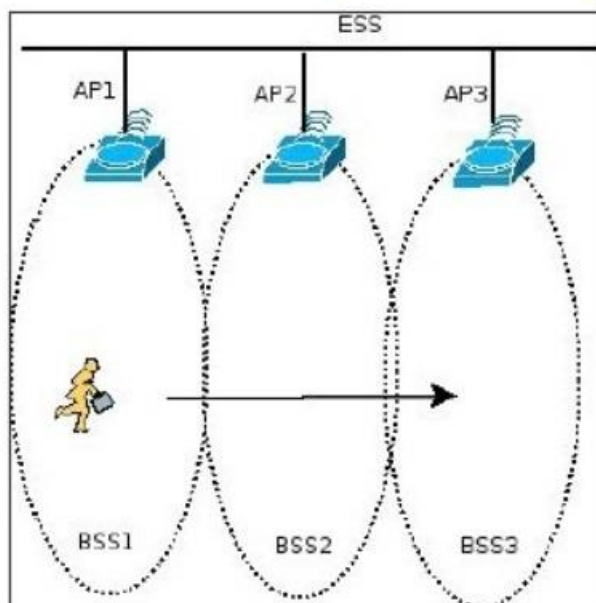


Fuente: (Ekahau, 2016)

Figura 18: Detección fuentes de interferencia

Itinerancia: el propósito de ésta es convertir la señal emitida por varios puntos de acceso en una sola red, a fin de cubrir la mayor área posible sin que la señal sufra ningún tipo de interrupciones, consiguiendo así ampliar el radio de acción a través de una superposición entre las zonas de cobertura y que, gracias a un algoritmo de decisión con el que cuentan los equipos Wi-Fi se logra determinar en qué momento se debe conectar a uno u a otro punto de acceso.

## Itinerancia (Roaming)



Fuente: (LP-Spain, 2008)

Figura 19. Itinerancia o Roaming Wi-Fi

Este modelo ayuda a la empresa no solo a convertirse en un proveedor de servicios sino también de información debido a su estructura de funcionamiento que nos permite identificar que hacen los clientes en términos estadísticos, aprovechándonos de la tecnología a través de la innovación del modelo de negocio y así conseguir una ventaja competitiva y

duradera, no solo haciendo frente con una solución alternativa a los entornos de saturación sino permitiéndonos establecer una estructura de costos diferente a la que manejan los proveedores tradicionales.

### **Análisis de la banda de 2.4 GHz y 5 GHz**

Entre las bandas libres usadas en redes inalámbricas se encuentran la de 2.4 GHz y 5 GHz, siendo la primera hasta hace un tiempo, la más popular en la mayoría de equipos en redes inalámbricas. Sin embargo, al ser bandas de uso libre debe cumplir ciertas reglas siendo la principal la potencia que utilizan.

La banda de 2.4 GHz tiene un ancho de banda de 0.08 GHz, lo que significa que los dispositivos inalámbricos pueden funcionar a frecuencias que van desde los 2.4 GHz hasta los 2.48 GHz y que, corresponden a las bandas ISM que están reservadas internacionalmente para uso no comercial en aspectos industriales, científicos y médicos y no requieren licencia.

Estas bandas son también utilizadas por otras tecnologías como: los teléfonos inalámbricos, microondas, entre otras. Los dispositivos que se manejan dentro de esta banda deben ser tolerantes a fallos para lo cual utilizan como protección, técnicas que se han denominado espectro ensanchado que no es más que una técnica de transmisión en donde las señales ocupan un ancho de banda superior al requerido y que es usado por la mayoría de empresas proveedoras de servicios de Internet.

#### **Ventajas 2.4 GHz**

- Mejor tolerancia a atravesar obstáculos.
- Compatibilidad con dispositivos con tecnología Wi-Fi.
- No requiere obtener licencia para su uso.

#### **Desventajas 2.4 GHz**

- Solo hay tres canales no sobrepuestos.
- Banda congestionada y con mucha interferencia.

- Mayor zona de Fresnel.

### **Ventajas 5.8 GHz**

- Existen antenas de mayor ganancia
- Tiene menos interferencia
- Menor zona de Fresnel

### **Desventajas de 5.8 GHz**

- Menor capacidad para atravesar obstáculos

El uso de una banda u otra depende en la mayoría de casos del tipo de enlace que se quiera establecer. En enlaces punto a punto es más común el uso de la banda de 5.8 GHz debido a que el espectro es menos congestionado. Sin embargo, es necesario un análisis del espectro de radio en el sitio para determinar la mejor opción.

La banda de 5 GHz no es nueva pero hasta hace un tiempo no era muy popular, consecuencia de esto se habían convertido en redes más costosas de implementar.

En la actualidad esta banda tiene menos tráfico que la de 2,4 GHz y puede admitir una gran cantidad de usuarios de alta velocidad debido a que su ancho de banda también es mayor. No obstante, el inconveniente se trata de que al ser frecuencias más altas presentan algunos problemas como la atenuación para llegar a sitios más lejanos.

### **Aspectos legales**

En Ecuador los organismos encargados de regular y controlar todo lo concerniente a las telecomunicaciones eran hasta hace poco: El Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), La Secretaría Nacional de Comunicaciones (SENATEL) y La Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL). Sin embargo, una nueva Ley de Telecomunicaciones que fue aprobada por la Asamblea Nacional el 17 de diciembre de 2014,

creó la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) que absorbe al CONATEL, SENATEL y SUPERTEL.

Actualmente la Constitución de la República del Ecuador, determina que debe existir participación de los beneficios al Estado en ciertos proyectos que involucran los recursos naturales.

Sobre esto, el artículo 261 de la Constitución de la República, determina que “el Estado central tendrá competencias exclusivas sobre: ...” “10. El espectro radioeléctrico y el régimen general de comunicaciones y telecomunicaciones”.

Asimismo el artículo 408, establece que: “el espectro radioeléctrico es un recurso natural de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado.”

En cuanto al marco regulatorio, existe la Ley Orgánica de Telecomunicaciones donde se establece el marco legal para la provisión de todos los servicios relacionados así como la regulación del espectro radioeléctrico.

Entre los objetivos que plantea esta Ley podemos resaltar los siguientes:

- “Promover el desarrollo y fortalecimiento de sector de las telecomunicaciones”.
- “Fomentar la inversión pública o privada para el desarrollo de las telecomunicaciones”.
- “Promover que el país cuente con redes de telecomunicaciones de alta velocidad y capacidad.
- “Promover y supervisar el uso efectivo y eficiente del espectro radioeléctrico y demás recursos limitados o escasos de telecomunicaciones y garantizar la adecuada gestión y administración de recursos...”.

Con respecto al tema puntual de la explotación de redes inalámbricas con fines comerciales, no existe una base definida sobre la que se pueda establecer una referencia

exacta para este tipo de proyectos. Si bien es cierto, la Constitución nos dice que todas las personas tienen derecho de acceso a las bandas libres, esto no significa que no se someta a un control debido al riesgo de saturación.

El ARCOTEL como encargado de promover el desarrollo de las telecomunicaciones tiene que aplicar las normativas sobre el uso efectivo y eficiente del espectro radioeléctrico. En el caso de las redes inalámbricas, no existe una base clara para una adecuada regulación por parte de este organismo, donde el proveedor tenga el panorama claro y sepa exactamente a qué normativa estar sujeto y qué regulación es la que debe cumplir para la prestación de este tipo de servicios de telecomunicaciones. Sin embargo, las licencias y permisos que le son otorgados al proveedor es el requisito que le habilita a brindar este servicio a sus clientes.

Dentro del espectro libre, las frecuencias con más potencial para aumentar el acceso a Internet y por ende, brindar una alternativa de conexión a datos se encuentra en la banda ICM, designada para aplicaciones industriales, científicas y médicas.

Entre las más populares en el entorno de redes inalámbricas están:

- 2400 – 2500 MHz.
- 5725 – 5875 MHz.

Actualmente para poder operar de manera comercial en estas bandas se requiere del otorgamiento de un título habilitante, que no es más que la delegación del Estado para prestación y explotación de servicios relacionados con telecomunicaciones, así como la asignación de frecuencias dentro del espectro radioeléctrico.

Esta petición tiene que ir acompañada de cierta información legal, financiera y técnica. Todos los detalles se los puede encontrar en el reglamento de concesiones en la página web del ARCOTEL.

Como podemos observar, en el artículo 20: Obligaciones y Limitaciones, en la Ley de Telecomunicaciones consta que: “La Agencia de Regulación y Control de las

Telecomunicaciones (ARCOTEL), determinará las obligaciones específicas para garantizar la calidad y expansión de los servicios de telecomunicaciones...”.

En este contexto, ya hace tiempo se había pronunciado el AEPROVI<sup>13</sup> sobre lo estipulado en la Constitución de la República acerca de las competencias del estado central; con lo que plantean “proponer una nueva ley que permita la participación del sector privado en el área de las Telecomunicaciones, y que, el estado incentive la inversión pública como privada y se defina como excepción hasta que se cumplan los derechos consagrados en la Constitución en los artículos 16, 17, 347 y 387”. Que tratan sobre comunicación e información y responsabilidades del Estado.

El proyecto planteado busca a más de encontrar una alternativa a las soluciones actuales de acceso a datos, tratar de generar una libre competencia y así disminuir los altos costos que se presentan por acceso a redes 3G y 4G, por lo que resulta clave una normativa en la cual se creen reglas para la prestación de este tipo de servicios.

No queda más que plantear nuevas leyes a fin de que lo consagrado en la constitución se quede en un simple enunciado, caso contrario no se podrá aprovechar todos los beneficios que trae consigo la información a través de la conectividad a Internet.

### **Análisis de cobertura**

Uno de los puntos clave del proyecto planteado en el presente caso de estudio, es el análisis de cobertura debido a que no se puede restringir la señal únicamente donde la empresa tenga desplegada su red. Sin embargo, en la actualidad existen un sinnúmero de equipos que pueden servir para establecer enlaces de larga distancia, aunque esto signifique hardware adicional y su respectivo mantenimiento.

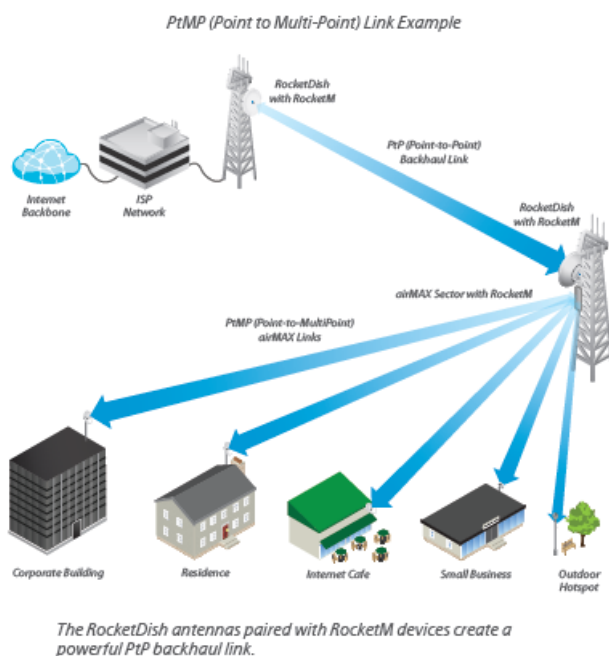
Para darle solución a este caso en específico, existen varias alternativas:

---

<sup>13</sup> AEPROVI (Asociación de empresas proveedoras de servicios de internet, valor agregado, portadores y tecnologías de la información), Aspectos que limitan la masificación de la banda ancha en Ecuador, 2011

La primera opción, usando antenas externas para enlaces de larga distancia aunque también gracias al uso de repetidores se reduce la complejidad, llegando a lugares donde geográficamente es imposible acceder a través de una red por cable.

Los enlaces Punto – Multipunto nos brindan una conexión fiable, añadiendo repetidores por diversas zonas de la ciudad y maximizando su alcance a través de antenas sectoriales y cable módems de clientes que harán a su vez de repetidores reforzando así la señal.



Fuente: (Ubiquiti Networks, 2015)

Figura 20: Esquema ejemplo de antenas Ubiquiti.

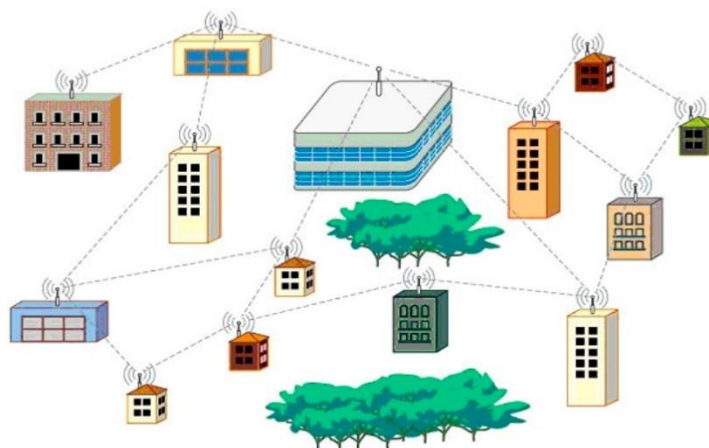
Para lograr un servicio de buena calidad es necesario emplazar los repetidores de manera similar al diseño de una cuadrícula celular que va cubriendo un área geográfica determinada.



Fuente: (Estaciones Base, 2015)

Figura 21: Esquema ejemplo de funcionamiento.

La segunda opción y la solución propuesta para este tipo de entorno se basan en una red inalámbrica mallada usualmente implantada y con un buen funcionamiento en grandes despliegues, logrando así aumentar la cobertura y permitiendo la itinerancia entre nodos.



Fuente: (Astudillo, 2012)

Figura 22: Típico escenario mesh.

### **Equipos (Características)**

La creación de una infraestructura de red inalámbrica con las características planteadas exige una alta disponibilidad por lo que se debe considerar equipos con categoría carrier-class, que brindan una conexión estable y permanente cuando se trabaja en entornos críticos.

Existen varias empresas que han patentado nueva tecnología y que contribuyen a brindar enlaces de largo alcance, especialmente para mejorar la cobertura de la señal Wi-Fi, permitiendo implementar soluciones de tipo carrier-class que han sido pensadas en dar solución al desborde de datos 3G/LTE, logrando una completa integración con la red del operador celular.

Entre el portafolio con que cuentan algunas empresas, existe una variedad de dispositivos que ayudan a minimizar interferencias de otros usuarios y captar la onda principal de la señal de interés.

### **Mesh Access Point Cisco Aironet 1570**

El equipo Cisco Aironet 1570, es un punto de acceso especialmente diseñado para redes inalámbricas malladas a gran escala, permitiendo a los usuarios permanecer conectados todo el tiempo a través de una implementación robusta para entornos exigentes donde se recomienda el uso del estándar 802.11n, velocidad de 600 Mbps.




(Outdoor Access Point, s.f.)

Fotografía 4. Mesh Access Point Cisco Aironet

## Especificaciones

### Cisco Aironet 1570 Series Outdoor Access Point



**Next-Generation Outdoor Wireless Access Points:**  
Cisco Aironet 1572EAC, 1572IC, and 1572EC

- Most advanced carrier-grade outdoor Wi-Fi AP
- 802.11ac dual-band (2.4 and 5 GHz) radios
- Maximum radiated RF power allowed by law
- Industry's only 4x4, 3-spatial-stream outdoor AP
- 1.3 Gbps (5 GHz) WLAN RF data rates
- Cisco Flexible Antenna Port technology
- Uplink: Fiber/SFP, GE, Cable Modem
- DOCSIS3.0 with 24x8 channel bonding
- Power: AC, DC, Cable, UPOE, PoE-Out (802.3at)
- 4G LTE coexistence
- Module option: Investment protection and future proofing
- Low visual profile design
- Controller-based or standalone operation
- Cisco Aironet 1572EAC
  - External antenna with AC-power model
- Cisco Aironet 1572IC
  - Internal antennas with cable modem model
- Cisco Aironet 1572EC
  - External antenna with cable modem model



#### Product Overview

#### Highest-Performing Outdoor Wireless AP

The Cisco Aironet 1570 Series outdoor access point is ideal for both enterprise and carrier-class network operators looking to extend Wi-Fi coverage outdoors. It's the industry's highest-performing outdoor AP and supports the latest Wi-Fi standard, 802.11ac, with data connection speeds up to 1.3 Gbps. This industrial-grade AP supports 4x4 multiple-input and multiple-output (MIMO) smart antenna technology and three spatial streams for optimum performance.

The Aironet 1570 provides higher throughput over a larger area with more pervasive coverage. The AP is also well suited to

high-density environments where many users in close proximity generate RF interference that needs to be managed. Examples of environments that can benefit from the Aironet 1570 Series:

- Outdoor enterprise campuses
- Outdoor university and school campuses
- Public venues: stadiums, train stations, airports
- Service provider networks: Wi-Fi offload for mobile, fixed-line, and cable operators
- Mining operations
- Manufacturing yards
- Municipalities
- Large metropolitan areas

## Features and Benefits

The Cisco Aironet 1570 Series meets the demanding needs of customers across a broad range of industries spanning enterprises and service providers. It offers a scalable and secure mesh architecture for high-performance Wi-Fi services. It also addresses the expanding demand for Wi-Fi access services, network-to-network mobility, video surveillance, and cellular data offload to Wi-Fi.

The Cisco 1570 builds and expands on the successful 1550 series legacy of being the Wi-Fi outdoor AP of choice by service providers needing carrier-grade, ruggedized devices that are easy to deploy and maintain.

Table 1 describes the Aironet 1570's main features and benefits.

**Table 1.** Primary Capabilities and How You Benefit

Feature	Description/Benefit(s)
<b>802.11ac support with 4x4 MIMO, three spatial streams</b>	Delivers higher data rates over a greater area with pervasive coverage than any competing AP. Provides a data rate of up to 1.3 Gbps, roughly triple the rates offered by today's high-end 802.11n access points.
<b>Maximum RF radiated power allowable on both 2.4 and 5 GHz radios</b>	Lets you use the fewest number of APs to get the greatest possible area coverage and highest throughput rates.
<a href="#">Cisco High-Density Experience (HDX)</a>	Helps maintain network performance as Wi-Fi clients, APs, and high-bandwidth applications join and roam the network.
<a href="#">Cisco CleanAir® Technology</a>	Provides spectrum intelligence across 20-, 40-, and 80-MHz channels to combat performance problems caused by wireless interference. Also part of Cisco HDX technology.
<a href="#">Cisco ClientLink 3.0</a>	Uses true beamforming smart-antenna technology to improve downlink performance by up to 6 dB to all mobile devices, including one-, two-, and three-spatial-stream devices on 802.11ac. Increases smartphone and tablet battery efficiency by up to 50 percent. Part of Cisco HDX technology.
<b>MIMO equalization</b>	Boosts performance and reliability by reducing the impact of signal fade and associated "dead zones"
<b>Cisco Flexible Antenna Port technology</b>	Makes the AP's external antenna ports software-configurable for either four dual-band (2.4 and 5 GHz) configuration or two pairs of single-band configuration with one pair operating at 2.4 GHz and the other at 5 GHz. This provides the operator with added flexibility in coverage options.
<b>Modular architecture design</b>	The architecture of the 1572E models provides the flexibility for a potential add-on module for future proofing and investment protection. For example, you could add external modules with technology options such as a 4G LTE picocell or a sensor. Such a module could be field-upgradeable to an existing 1570 network.
<b>GPS support</b>	Keeps track of the location of all outdoor APs deployed. With a built-in GPS receiver, the coordinates of the AP can be located by your WLAN controller or management system.
<b>Central management using Cisco Prime™ Infrastructure</b>	Network lifecycle management tool that integrates with Cisco Aironet APs and WLAN controllers to configure and manage your wireless networks. Helps prevent costly maintenance service calls to outdoor locations. Network administrators have a single solution for RF prediction, policy provisioning, network optimization, troubleshooting, security monitoring, and WLAN system management.

## Product Models and Antenna Options

The Cisco Aironet 1570 Series offers three model types. Table 2 lists the models and their respective antenna options.

**Table 2.** Models and Antennas

Model	Antenna Options
<b>1572EAC</b> E External antenna AC AC power	Uses Cisco Flexible Antenna Port technology. It has four (4) N-type female external antenna connectors that can be configured as a 2.4/5 GHz dual-band port or two (2) 2.4 GHz plus two (2) 5-GHz ports. The antenna options include single or dual-band and omnidirectional or directional.
<b>1572IC</b> I Internal antenna C Cable backhaul/power-over-cable	Combines four (4) dual-band, integrated antennas under a common radome. These antennas are omnidirectional with associated gains of 4 dBi and 6 dBi on the 2.4 GHz and 5 GHz bands, respectively.
<b>1572EC</b> E External antenna C Cable backhaul/power-over-cable	Uses Cisco Flexible Antenna Port technology. It has four (4) N-type female external antenna connectors that can be configured as a 2.4/5 GHz dual-band port or two (2) 2.4 GHz plus two (2) 5-GHz ports. The antenna options include single or dual-band and omnidirectional or directional.

Item	Specification
<b>DOCSIS 3.0 Capabilities</b>	<p>DOCSIS3.0 with up to 8x4, 16x8, and 24x8 Downstream (DS) x Upstream (US) channel bonding capability for Hybrid Fiber-Coaxial (HFC) cable modem (CM) options. The CM protocols include NA-DOCSIS3.0, Euro-DOCSIS3.0 and Japan-DOCSIS3.0. The NA-DOCSIS3.0 is offered with either (42/88 MHz or 85/108 MHz) diplexer split. The Euro and Japan DOCSIS are offered with (85/108 MHz) diplexer split.</p> <p>NA-DOCSIS3.0, Euro-DOCSIS3.0 24x8 cable modem provides up to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Twenty four (24) bonded channels on the downstream with total throughput of up to 912 and 1200 Mbps respectively (maximum usable throughput without overhead)</li> <li>• Eight (8) bonded channels on the upstream with total throughput of up to 216 Mbps (maximum usable throughput without overhead)</li> <li>• Designed to meet DOCSIS 3.0 specifications as well as backward compatibility with existing DOCSIS2.0 networks.</li> <li>• Enhanced packet processing technology to maximize performance.</li> </ul> <p>Channel-bonded cable modems must be used in conjunction with a cable modem termination system (CMTS) that supports channel bonding per the DOCSIS3.0 specifications. When used with a non-channel-bonded CMTS, channel-bonded cable modems function as conventional DOCSIS 2.0 cable modems.</p>

<b>Interface</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WAN port 10/100/1000BASE-T Ethernet, autosensing (RJ-45)</li> <li>• LAN port 10/100/1000BASE-T Ethernet, autosensing (RJ-45)</li> <li>• Fiber SFP</li> <li>• Cable modem: NA-DOCSIS3.0/Euro-DOCSIS3.0/Japan-DOCSIS3.0 (8x4, 16x8, or 24x8)</li> <li>• Management console port (RJ-45)</li> <li>• Four multicolor LEDs</li> <li>• Reset button</li> </ul>																
<b>Uplink options</b>	<table> <tr> <td>1572EAC</td> <td>Ethernet, Fiber SFP, Wireless Mesh</td> </tr> <tr> <td>1572IC</td> <td>Ethernet, Fiber SFP, Wireless Mesh, Cable Modem</td> </tr> <tr> <td>1572EC</td> <td>Ethernet, Fiber SFP, Wireless Mesh, Cable Modem</td> </tr> </table>	1572EAC	Ethernet, Fiber SFP, Wireless Mesh	1572IC	Ethernet, Fiber SFP, Wireless Mesh, Cable Modem	1572EC	Ethernet, Fiber SFP, Wireless Mesh, Cable Modem										
1572EAC	Ethernet, Fiber SFP, Wireless Mesh																
1572IC	Ethernet, Fiber SFP, Wireless Mesh, Cable Modem																
1572EC	Ethernet, Fiber SFP, Wireless Mesh, Cable Modem																
<b>Dimensions (L x W x D)</b>	<table> <tr> <td>1572EAC/1572EC</td> <td>11.8 x 7.9 x 6.3 in. (30.0 x 20.1 x 16.0 cm)</td> </tr> <tr> <td>1572IC</td> <td>11.8 x 7.9 x 7.9 in. (30.0 x 20.1 x 20.1 cm)</td> </tr> </table>	1572EAC/1572EC	11.8 x 7.9 x 6.3 in. (30.0 x 20.1 x 16.0 cm)	1572IC	11.8 x 7.9 x 7.9 in. (30.0 x 20.1 x 20.1 cm)												
1572EAC/1572EC	11.8 x 7.9 x 6.3 in. (30.0 x 20.1 x 16.0 cm)																
1572IC	11.8 x 7.9 x 7.9 in. (30.0 x 20.1 x 20.1 cm)																
<b>Weight</b>	<table> <tr> <td>1572EAC/1572EC</td> <td>13.5 lbs. (6.1 kg)</td> </tr> <tr> <td>1572IC</td> <td>11.5 lbs. (5.2 kg)</td> </tr> <tr> <td>Pole mounting Kit 1 (PMK1):</td> <td>2.2 lbs. (1.0 kg)</td> </tr> <tr> <td>Pole mounting Kit 2 (PMK2):</td> <td>4.4 lbs. (2.0 kg)</td> </tr> <tr> <td>Pole mounting Kit 3 (PMK3):</td> <td>6.1 lbs. (2.8 kg)</td> </tr> <tr> <td>Cable strand mounting bracket 1 (SMK1):</td> <td>0.3 lbs. (0.2 kg)</td> </tr> <tr> <td>Cable strand mounting bracket 2 (SMK2):</td> <td>0.7 lbs. (0.3 kg)</td> </tr> <tr> <td>Cable strand mounting bracket 2 (SMK3):</td> <td>1.2 lbs. (0.5 kg)</td> </tr> </table>	1572EAC/1572EC	13.5 lbs. (6.1 kg)	1572IC	11.5 lbs. (5.2 kg)	Pole mounting Kit 1 (PMK1):	2.2 lbs. (1.0 kg)	Pole mounting Kit 2 (PMK2):	4.4 lbs. (2.0 kg)	Pole mounting Kit 3 (PMK3):	6.1 lbs. (2.8 kg)	Cable strand mounting bracket 1 (SMK1):	0.3 lbs. (0.2 kg)	Cable strand mounting bracket 2 (SMK2):	0.7 lbs. (0.3 kg)	Cable strand mounting bracket 2 (SMK3):	1.2 lbs. (0.5 kg)
1572EAC/1572EC	13.5 lbs. (6.1 kg)																
1572IC	11.5 lbs. (5.2 kg)																
Pole mounting Kit 1 (PMK1):	2.2 lbs. (1.0 kg)																
Pole mounting Kit 2 (PMK2):	4.4 lbs. (2.0 kg)																
Pole mounting Kit 3 (PMK3):	6.1 lbs. (2.8 kg)																
Cable strand mounting bracket 1 (SMK1):	0.3 lbs. (0.2 kg)																
Cable strand mounting bracket 2 (SMK2):	0.7 lbs. (0.3 kg)																
Cable strand mounting bracket 2 (SMK3):	1.2 lbs. (0.5 kg)																

Item	Specification
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FCC Bulletin OET-65C</li> <li>• RSS-210</li> <li>• RSS-102</li> <li>• AS/NZS 4268.2003</li> <li>• EN 300 328</li> <li>• EN 301 893</li> </ul> <p><b>EMI and susceptibility</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FCC part 15.107, 15.109</li> <li>• ICES-003</li> <li>• EN 301 489-1, -17</li> </ul> <p><b>Security</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wireless bridging/mesh <ul style="list-style-type: none"> <li>- X.509 digital certificates</li> <li>- MAC address authentication</li> <li>- Advanced Encryption Standards (AES), Temporal Key Integrity Protocol (TKIP)</li> </ul> </li> <li>• Wireless access <ul style="list-style-type: none"> <li>- 802.11i, Wi-Fi Protected Access (WPA2), WPA</li> <li>- 802.1X authentication, including Extensible Authentication Protocol and Protected EAP (EAP-PEAP), EAP Transport Layer Security (EAP-TLS), EAP-Tunneled TLS (EAP-TTLS), and Cisco LEAP</li> <li>- Advanced Encryption Standards (AES), Temporal Key Integrity Protocol (TKIP)</li> <li>- VPN pass-through <ul style="list-style-type: none"> <li>- IP Security (IPsec)</li> <li>- Layer 2 Tunneling Protocol (L2TP)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• MAC address filtering</li> </ul>
<b>Configuration Options</b>	<p>Flexible deployment configurations include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controller-based</li> <li>• Standalone (future)</li> <li>• Mesh</li> <li>• Point-to-point or point-to-multipoint campus bridge</li> <li>• Serial backhaul (linear mesh)</li> <li>• Workgroup bridge</li> </ul>
<b>Warranty</b>	Hardware: 1 year limited warranty

**Precio (<http://www.amazon.com/>)**



### Cisco Aironet AIR-CAP1552E-A-K9 1552E IEEE 802.11n 300 Mbps Wireless Access Point

by Cisco  
Be the first to review this item

List Price: \$4,495.00  
Price: **\$2,299.95** + \$13.49 shipping  
You Save: **\$2,195.05 (49%)**

**Only 4 left in stock.**

**Estimated Delivery Date:** March 1 - 4 when you choose Expedited Shipping at checkout.

Ships from and sold by [Telemark Technologies](#).

- Wireless Transfer Rate: 300 Mbit/s
- Form factor: Pole-mountable

27 new from **\$2,299.95**   5 used from **\$1,436.41**   1 refurbished from **\$5,288.24**

## Cisco 2504 Series Wireless Controllers

El Wireless Controller funciona en conjunto con los puntos de acceso para simplificar funciones permitiéndoles a los administradores gestionar políticas del sistema, políticas de seguridad, servicios de voz y localización, entre otros.

Estos equipos pueden realizar escaneos de radio frecuencia (RF), para localizar usuarios válidos o con fines maliciosos.



Fuente: (Cisco, CISCO, 2015)

Fotografía 5: Cisco 5500 Wireless Controller

## Especificaciones

### Cisco 5500 Series Wireless Controllers

Feature	Benefits
<b>Scalability</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supports 12, 25, 50, 100, 250, or 500 access points for business-critical wireless services at locations of all sizes</li> </ul>
<b>High Performance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wired speed, nonblocking performance for 802.11n and optimized for 802.11ac networks</li> </ul>
<b>RF Management</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provides both real-time and historical information about RF interference impacting network performance across controllers, via systemwide Cisco CleanAir technology integration</li> </ul>
<b>OfficeExtend</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supports corporate wireless service for mobile and remote workers with secure wired tunnels to the Cisco Aironet® 1130 or 1140 Series Access Points</li> <li>• Extends the corporate network to remote locations with minimal setup and maintenance requirements (zero-touch deployment)</li> <li>• Improves productivity and collaboration at remote site locations</li> <li>• Separate SSID tunnels allow both corporate and personal Internet access</li> <li>• Reduced CO2 emissions from decrease in commuting</li> <li>• Higher employee job satisfaction from ability to work at home</li> <li>• Improves business resiliency by providing continuous, secure connectivity in the event of disasters, pandemics, or inclement weather</li> </ul>
<b>Comprehensive End-to-End Security</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Offers control and provisioning of wireless access points (CAPWAP)-compliant DTLS encryption to help ensure full-line-rate encryption between access points and controllers across remote WAN/LAN links</li> </ul>
<b>Enterprise Wireless Mesh</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allows access points to dynamically establish wireless connections without the need for a physical connection to the wired network</li> <li>• Available on select Cisco Aironet access points, Enterprise Wireless Mesh is ideal for warehouses, manufacturing floors, shopping centers and any other location where extending a wired connection may prove difficult or aesthetically unappealing</li> </ul>
<b>High Performance Video</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrates Cisco VideoStream technology as part of the medianet framework to optimize the delivery of video applications across the WLAN</li> </ul>

<p><b>Maximum Performance and Scalability</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Support for up to 500 access points and 7000 clients</li> <li>• 802.11ac and 802.11n optimized for up to nine times the performance of 802.11a/g networks</li> <li>• Enhanced uptime with the ability to simultaneously configure and manage 500 access points per controller</li> </ul>
<p><b>Improved Mobility and Services</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Larger mobility domain for more simultaneous client associations</li> <li>• Faster radio resource management (RRM) updates for uninterrupted network access when roaming</li> <li>• Intelligent RF control plane for self-configuration, self-healing, and self-optimization</li> <li>• Efficient roaming improves application performance such as toll quality, voice, and consistent streaming of video and data backup</li> </ul>
<p><b>Licensing Flexibility and Investment Protection</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Additional access point capacity licenses may be added over time</li> </ul>
<p><b>Cisco OfficeExtend Solution</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Secure, simple, cost-effective mobile teleworker solution</li> <li>• Up to 500 remote access points per controller</li> <li>• Supports Cisco® Unified IP Phones for reduced cell phone charges</li> </ul>
<p><b>Comprehensive Wired/Wireless Security</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Full Control and Provisioning of Wireless Access Points (CAPWAP) access-point-to-controller encryption</li> <li>• Supports rogue access point detection and denial-of-service attacks</li> <li>• Management frame protection detects malicious users and alerts network administrators</li> </ul>
<p><b>Enterprise Wireless Mesh</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamic wireless mesh networks support indoor and outdoor connectivity for areas that are difficult to wire</li> </ul>
<p><b>Environmentally Responsible</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Support for adaptive power management to turn off access point radios during off-peak hours to reduce power consumption</li> <li>• OfficeExtend solution reduces costs and supports green best practices by reducing commuting time and saving on gas, vehicle mileage, and insurance costs</li> </ul>

The Cisco® 5500 Series Wireless Controller, shown in Figure 1, is a highly scalable and flexible platform that enables systemwide services for mission-critical wireless networking in medium-sized to large enterprises and campus environments. Designed for 802.11ac and [802.11n](#) performance and maximum scalability, the 5500 Series offers enhanced uptime with:

- RF visibility and protection
- The ability to simultaneously manage up to 500 [access points](#)
- Superior performance for reliable streaming video and toll-quality voice
- Sub-second stateful failover of all access points and clients from the primary to standby controller

Figure 1. Cisco 5500 Series Wireless LAN Controller



### Features

Optimized for high-performance [wireless](#) networking, the Cisco 5500 Series Controller offers improved mobility and prepares the business for the next wave of mobile devices and applications. The 5500 Series supports a higher density of clients and delivers more efficient roaming, with at least nine times the throughput of existing 802.11a/g networks.

The 5500 Series automates wireless configuration and management functions and allows network managers to have the visibility and control needed to cost-effectively manage, secure, and optimize the performance of their wireless networks. With integrated Cisco CleanAir® technology, the 5500 Series protects 802.11n performance by providing cross-network access to real-time and historic RF interference information for quick troubleshooting and resolution.

Feature	Benefits
<b>End-to-End Voice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supports <a href="#">Unified Communications</a> for improved collaboration through messaging, presence, and conferencing</li> <li>• Supports all <a href="#">Cisco Unified IP Phones</a> for cost-effective, real-time voice services</li> </ul>
<b>High Availability</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• An optional redundant power supply that helps to ensure maximum availability</li> </ul>
<b>Environmentally Responsible</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizations may choose to turn off access point radios to reduce power consumption during off peak hours</li> </ul>
<b>Mobility, Security and Management for IPv6 &amp; Dual-Stack Clients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secure, reliable wireless connectivity and consistent end-user experience</li> <li>• Increased network availability through proactive blocking of known threats</li> <li>• Equips administrators for IPv6 troubleshooting, planning, and client traceability from a common wired and wireless management system</li> </ul>

Item	Specifications
<b>Wireless</b>	IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11d, WMM/802.11e, 802.11h, 802.11k, 802.11n, 802.11r, 802.11u, 802.11w, 802.11ac.
<b>Wired/Switching/Routing</b>	IEEE 802.3 10BASE-T, IEEE 802.3u 100BASE-TX specification, 1000BASE-T, 1000BASE-SX, 1000BASE-LH, IEEE 802.1Q Vtagging, and IEEE 802.1AX Link Aggregation.
<b>Data Request For Comments (RFC)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RFC 768 UDP</li> <li>• RFC 791 IP</li> <li>• RFC 2460 IPv6 (pass through Bridging mode only)</li> <li>• RFC 792 ICMP</li> <li>• RFC 793 TCP</li> <li>• RFC 826 ARP</li> <li>• RFC 1122 Requirements for Internet Hosts</li> <li>• RFC 1519 CIDR</li> <li>• RFC 1542 BOOTP</li> <li>• RFC 2131 DHCP</li> <li>• RFC 5415 CAPWAP Protocol Specification</li> <li>• RFC 5416 CAPWAP Binding for 802.11</li> </ul>
<b>Security Standards</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WPA</li> <li>• IEEE 802.11i (WPA2, RSN)</li> <li>• RFC 1321 MD5 Message-Digest Algorithm</li> <li>• RFC 1851 The ESP Triple DES Transform</li> <li>• RFC 2104 HMAC: Keyed Hashing for Message Authentication</li> <li>• RFC 2246 TLS Protocol Version 1.0</li> <li>• RFC 2401 Security Architecture for the Internet Protocol</li> <li>• RFC 2403 HMAC-MD5-96 within ESP and AH</li> <li>• RFC 2404 HMAC-SHA-1-96 within ESP and AH</li> <li>• RFC 2405 ESP DES-CBC Cipher Algorithm with Explicit IV</li> <li>• RFC 2406 IPsec</li> <li>• RFC 2407 Interpretation for ISAKMP</li> <li>• RFC 2408 ISAKMP</li> <li>• RFC 2409 IKE</li> <li>• RFC 2451 ESP CBC-Mode Cipher Algorithms</li> <li>• RFC 3280 Internet X.509 PKI Certificate and CRL Profile</li> <li>• RFC 3602 The AES-CBC Cipher Algorithm and Its Use with IPsec</li> <li>• RFC 3686 Using AES Counter Mode with IPsec ESP</li> <li>• RFC 4347 Datagram Transport Layer Security</li> <li>• RFC 4346 TLS Protocol Version 1.1</li> </ul>

Item	Specifications
<b>Encryption</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WEP and TKIP-MIC: RC4 40, 104 and 128 bits (both static and shared keys)</li> <li>• AES: CBC, CCM, CCMP</li> <li>• DES: DES-CBC, 3DES</li> <li>• SSL and TLS: RC4 128-bit and RSA 1024- and 2048-bit</li> <li>• DTLS: AES-CBC</li> <li>• IPsec: DES-CBC, 3DES, AES-CBC</li> </ul>
<b>Authentication, Authorization, and Accounting (AAA)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEEE 802.1X</li> <li>• RFC 2548 Microsoft Vendor-Specific RADIUS Attributes</li> <li>• RFC 2716 PPP EAP-TLS</li> <li>• RFC 2865 RADIUS Authentication</li> <li>• RFC 2866 RADIUS Accounting</li> <li>• RFC 2867 RADIUS Tunnel Accounting</li> <li>• RFC 2869 RADIUS Extensions</li> <li>• RFC 3576 Dynamic Authorization Extensions to RADIUS</li> <li>• RFC 3579 RADIUS Support for EAP</li> <li>• RFC 3580 IEEE 802.1X RADIUS Guidelines</li> <li>• RFC 3748 Extensible Authentication Protocol</li> <li>• Web-based authentication</li> <li>• TACACS support for management users</li> </ul>

Item	Specifications
<b>Physical and Environmental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensions (WxDxH): 17.30 x 21.20 x 1.75 in. (440 x 539 x 44.5 mm)</li> <li>• Weight: 20 lbs (9.1 kg) with 2 power supplies</li> <li>• Temperature: Operating temperature: 32 to 104°F (0 to 40°C); Storage temperature: -13 to 158°F (-25 to 70°C)</li> <li>• Humidity: Operating humidity: 10 to 95%, noncondensing. Storage humidity: up to 95%</li> <li>• Input power: 100 to 240 VAC; 50/60 Hz; 1.05 A at 110 VAC, 115W Maximum; 0.523 A at 220 VAC, 115W Maximum; Test Conditions: Redundant Power Supplies, 40C, Full Traffic.</li> <li>• Heat Dissipation: 392 Btu/hour at 110/220 VAC Maximum</li> </ul>

<b>Management</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SNMP v1, v2c, v3</li> <li>• RFC 854 Telnet</li> <li>• RFC 1155 Management Information for TCP/IP-Based Internets</li> <li>• RFC 1156 MIB</li> <li>• RFC 1157 SNMP</li> <li>• RFC 1213 SNMP MIB II</li> <li>• RFC 1350 TFTP</li> <li>• RFC 1643 Ethernet MIB</li> <li>• RFC 2030 Sntp</li> <li>• RFC 2616 HTTP</li> <li>• RFC 2685 Ethernet-Like Interface types MIB</li> <li>• RFC 2674 Definitions of Managed Objects for Bridges with Traffic Classes, Multicast Filtering, and Virtual Extensions</li> <li>• RFC 2819 RMON MIB</li> <li>• RFC 2863 Interfaces Group MIB</li> <li>• RFC 3164 Syslog</li> <li>• RFC 3414 User-Based Security Model (USM) for SNMPv3</li> <li>• RFC 3418 MIB for SNMP</li> <li>• RFC 3636 Definitions of Managed Objects for IEEE 802.3 MAUs</li> <li>• Cisco private MIBs</li> </ul>
<b>Management Interfaces</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Web-based: HTTP/HTTPS</li> <li>• Command-line interface: Telnet, Secure Shell (SSH) Protocol, serial port</li> <li>• Cisco Wireless Control System (WCS)</li> </ul>
<b>Interfaces and Indicators</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uplink: 8 (5508) 1000BaseT, 1000Base-SX and 1000Base-LH transceiver slots</li> <li>• Small Form-Factor Pluggable (SFP) options (only Cisco SFPs supported): GLC-T, GLC-SX-MM, GLC-LH-SM</li> <li>• LED indicators: link</li> <li>• Service Port: 10/100/1000 Mbps Ethernet (RJ45).</li> <li>• Service Port: 10/100/1000 Mbps Ethernet (RJ45) For High Availability for future use</li> <li>• LED indicators: link</li> <li>• Utility Port: 10/100/1000 Mbps Ethernet (RJ45)</li> <li>• LED indicators: link</li> <li>• Expansion Slots: 1 (5508)</li> <li>• Console Port: RS232 (DB-9 male/RJ-45 connector included), mini-USB</li> <li>• Other Indicators: Sys, ACT, Power Supply 1, Power Supply 2</li> </ul>

## Precio (<http://www.tribecaexpress.com/>)



### Cisco 5500 Series Wireless Controllers for up to 250 Cisco access points

[f Like](#) { 0 }
 [Tweet](#)
[Pinterest](#)
[Share](#) { 2 }

Be the first to review this product

[Sign up for price alert](#)

Availability: In stock Usually Ships In: 1 to 2 Days

Regular Price: **\$64,995.00**

**SPECIAL PRICE: \$43,813.00**

### **Puerta de enlace Wireless Netgear CG3100D**

El dispositivo Puerta de enlace Wireless sirve para conectar dos o más redes y su uso es común dentro de la tecnología HFC.

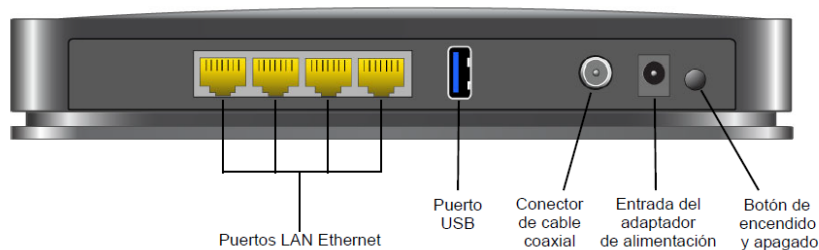
En Ecuador, Grupo TVCable provee Internet mediante conexión inalámbrica mediante equipos de las siguientes marcas: Netgear, TP Link y TRENDNet.

### **Panel frontal de la puerta de enlace**



Fuente: (Netgear, 2014)

### **Panel posterior de la puerta de enlace**



Fuente: (Netgear, 2014)

Figura 23. Puerta de enlace inalámbrica Netgear

## Especificaciones

Wireless-N Voice/Data Cable Gateway		CG3000(DOCSIS 3.0) / CG3100(EuroDOCSIS 3.0)															
<p><b>Technical Specifications</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Physical Interfaces</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- LAN: Four 10/100/1000 Mbps auto-sensing —MDIX, Auto Uplink™ RJ-45 ports</li> <li>- WAN Port: Coax F Connector</li> <li>- Wireless: 802.11n in the 2.4 GHz band - access point auto rate capable</li> <li>- FXS for analog phones (2 lines)</li> <li>- USB Host - 1 Port</li> </ul> </li> <li>• <b>System Requirements</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2.4 GHz wireless adapter or Ethernet adapter and cable for each computer</li> <li>- DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0 or earlier Internet service</li> <li>- PacketCable / EuroPacketCable 1.5 or earlier or SIP VoIP signaling</li> <li>- Microsoft® Internet Explorer 6.0 or higher</li> <li>- Microsoft Windows Vista, XP, and other operating systems running a TCP/IP network</li> <li>- VISTA Ready (32 bit)</li> <li>- Windows 7, Linux, Apple</li> </ul> </li> <li>• <b>Standards Compliance</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Standards Compliance: DOCSIS 3.0 (CG3000), EuroDOCSIS 3.0 (CG3100), and backward compatible with CMTS's based on: DOCSIS 2.0, EuroDOCSIS 2.0, DOCSIS 1.1</li> </ul> </li> <li>• <b>Voice</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>PacketCable™ &amp; EuroPacketCable™ 1.5 Voice Features:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caller ID, call hold, transfer, forwarding, return, conference, redial, speed dial, anonymous call, voicemail, power saving</li> <li>- Codecs: AMR, BV-16, G.711, G.723.1, G.726, G.728 G.729a, G.722, G.168, iLBC, T.38 Fax relay</li> </ul> </li> <li><b>Signaling:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MGCP &amp; SIP</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Networking Protocols</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Application Layer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DHCP, DNS (Proxy &amp; Dynamic), HTTP, RTP, Passes UPnP</li> </ul> </li> <li>• <b>Transport Layer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- RSVP, TCP, UDPv4, UDPv6</li> </ul> </li> <li>• <b>Network Layer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ARP, ICMP, IGMP, IPv4, IPv6, IPv6 client/server/relay, IPv6CP, IP fragmentation and reassembly, NAT/PAT, RT QoS</li> </ul> </li> <li>• <b>Data Link Layer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bridging, VPN Pass-through, Static Routing, Port Forwarding, 802.1d, Spanning tree</li> </ul> </li> <li>• <b>Physical Layer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ethernet:10BaseT/100BaseT/1000BaseT</li> </ul> </li> <li>• <b>Management Specifications</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced Settings: Wireless, Port Forwarding, Port Triggering</li> <li>- Event Logs, Trusted User</li> <li>- Maintenance: Status, Attached Devices, Backups, Set Password, Software Upgrades</li> <li>- Network Time Protocol</li> <li>- RF Interface IB</li> <li>- Setup: LAN, DNS, Static Routes</li> <li>- Syslog</li> <li>- Telnet, TR-069, Web Management</li> </ul> </li> <li>• <b>WiFi Features</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 802.1x</li> <li>- Disable SSID broadcast</li> <li>- Disable the WiFi Radio</li> <li>- MAC address Access Control</li> <li>- Multiple SSIDs</li> <li>- Push 'N Connect WiFi Protected Setup™ with PIN or push button</li> <li>- SID to SSID QoS mapping</li> <li>- Turn WiFi on or off with software</li> <li>- WEP 64/128 bit</li> <li>- WMM-QoS &amp; UAPSD</li> <li>- WPA2, WPA2-PSK</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Security</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Firewall: Stateful packet inspection (SPI), intrusion logging and reporting</li> <li>- DHCP client on WAN</li> <li>- DMZ</li> <li>- Domain &amp; URL Filtering</li> <li>- HTTPS</li> <li>- IP Address Assignment: Static IP address assignment, internal DHCP server on LAN</li> <li>- Mode of operation: Port and Network Address Translation (NAT), static routing</li> <li>- NAT traversal (VPN pass-through) for IPSec, PPTP and L2TP VPNs</li> <li>- Parental Control</li> </ul> </li> <li>• <b>Physical Specifications</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensions (h x w x d): 33 x 159 x 215 mm (1.3 x 6.3 x 8.5 in)</li> <li>- Weight: .31 kg (.68 lb)</li> </ul> </li> <li>• <b>Front Panel LEDs</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cable upstream &amp; downstream</li> <li>- Internet &amp; Power</li> <li>- LAN 1,2,3 &amp; 4, Voice 1 &amp; 2</li> <li>- WiFi, WPS</li> </ul> </li> <li>• <b>Regulatory</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CE, FCC, UL, C-TICK &amp; A-TICK</li> </ul> </li> <li>• <b>Power</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adapter: 12V DC, 2A; plug is localized to country of sale</li> <li>- Input Power: 30W</li> <li>- On/Off button</li> </ul> </li> <li>• <b>Package Contents</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CG3000/CG3100</li> <li>- Ethernet cable</li> <li>- Power supply</li> <li>- Vertical stand</li> </ul> </li> <li>• <b>Product Family Summary</b></li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Model</th> <th>WAN</th> <th>Voice</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CG3000</td> <td>DOCSIS 3.0</td> <td>v1.5</td> </tr> <tr> <td>CG3000D</td> <td>DOCSIS 3.0</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>CG3100</td> <td>EuroD3.0</td> <td>Euro v1.5</td> </tr> <tr> <td>CG3100D</td> <td>EuroD3.0</td> <td>N</td> </tr> </tbody> </table>	Model	WAN	Voice	CG3000	DOCSIS 3.0	v1.5	CG3000D	DOCSIS 3.0	N	CG3100	EuroD3.0	Euro v1.5	CG3100D	EuroD3.0	N
Model	WAN	Voice															
CG3000	DOCSIS 3.0	v1.5															
CG3000D	DOCSIS 3.0	N															
CG3100	EuroD3.0	Euro v1.5															
CG3100D	EuroD3.0	N															

### Compal Puerta de enlace inalámbrica serie CG7486E

Actualmente la operadora española está incluyendo para sus clientes premium el equipo CG7486E del proveedor taiwanés Compal, que incluye en sus equipos tecnología Wi-Fi AC, creando un punto de acceso de banda dual en 2,4 y 5GHz.

Entre sus principales características se encuentran:

- Punto de acceso inalámbrico IEEE 802.11b/g/n/ac
- Conexión Ethernet 10/100/1000 Base-T
- Red privada virtual (VPN)



Fuente: (ONO, 2015)

Fotografía 6. Etiqueta puerta de enlace inalámbrica Compal

## Especificaciones

### Specification

GENERAL	
Standards	DOCSIS/Euro-DOCSIS 3.0 and PacketCable/Euro-PacketCable 1.0 certified; interoperable with DOCSIS/Euro-DOCSIS 2.0, 1.0 and 1.1 and compatible with Packet Cable/Euro Packet- Cable 1.5
Cable Interface	F-Connector, female, 75 Ω
Network Interface	Four 10/100/1000 Ethernet Ports
Wireless Interface	802.11b/g/e/i/n Wi-Fi
Dimensions	(H) 208.49 mm x (L) 179mm x (W) 50mm
Regulatory	RoHS compliant, CE, ENERGY STAR qualified, COC compliant
Input Power	100 to 240 VAC, 50 to 60 Hz
Environmental	
Operating Temperature	132 °F to 104 °F (0 °C to 40 °C)
Storage Temperature	-22 °F to 158 °F (-30 °C to 70 °C)
Operating Humidity	5 to 95% R.H. (non-condensing)

<b>DOWNSTREAM</b>	
Modulation	64 or 256 QAM
Maximum Theoretical Data Rate**	
DOCSIS	343.072 Mbps (8 channels) / 42.884 (single channel) @ 256 QAM at 5.36 Msym/s
EuroDOCSIS	444.928 Mbps (8 channels) / 55.616 (single channel) @ 256 QAM at 6.952 Msym/s
Maximum Bandwidth Required	
DOCSIS	6MHz * 8 channels
EuroDOCSIS	8MHz * 8 channels
Symbol Rate	
DOCSIS	64 QAM 5.057 Msym/s; 256 QAM 5.361 Msym/s
EuroDOCSIS	64 QAM 6.952 Msym/s; 256 QAM 6.952 Msym/s
Operating Level Range	
CG6640E	-13 to +17 dBmV (256 QAM)
	-17 to +13 dBmV (64 QAM)
Frequency Range	108 to 1002 MHz
Input Impedance	75 Ω (nominal)
<b>UPSTREAM</b>	
Modulation	8, 16, 32, 64, 128 QAM or QPSK
Maximum Channel Rate	120 Mbps (4 channels)
@128QAM Bandwidth	200 kHz, 400 kHz, 800 kHz, 1.6 MHz, 3.2 MHz, 6.4 MHz***
Symbol Rates	160, 320, 640, 1280, 2560, and 5120*** ksym/s
Operating Level Range	
TDMA	+17 to 57 dBmV (32 QAM, 64 QAM)
	+17 to 58 dBmV (8 QAM, 16 QAM)
	+17 to 61 dBmV (QPSK)
S-CDMA	+17 to 56 dBmV (all modulations)
Output Impedance	75 Ω (nominal)
Frequency Range	
CG6640E	5 to 65 MHz (edge to edge)
<b>NETWORK</b>	
Gateway	DHCP, NAT, VPN tunneling; static routing and dynamic IP routing (RIPv1, RIPv2);
	SPI firewall with DoS protection and intrusion prevention; port and packet; full suite of ALGs; UPnP IGD 1.0
Wireless LAN	802.11b/g/n Wi-Fi, WDS bridging, 802.11e WMM admission control.
	Up to 4 SSIDs, QoS. Both BW 20MHz and 40MHz.
Power Management	802.11e WMM power save/UAPSD (Unscheduled-Automatic Power Save Delivery)
802.11i Security	WEP-64/128, WPA-PSK, WPA, WPA2, TKIP, AES, 802.1x, 802.11i (pre-authentication)
Mobile Pairing	User-friendly Wi-Fi protected setup (WPS) for secure mobile pairing with compatible dual-mode handset
Transmit Power Output	
IEEE 802.11b	18 dBm +1/-1.5 dB at all rates in all channels
IEEE 802.11g	16 dBm +1/-1.5 dB at 54 Mbps in all channels
IEEE 802.11n	15 dBm +1/-1.5 dB at MCS7/MCS15 in all channels
Receiver Sensitivity	> -90 dBm at 11 Mbps;
	> -75 dBm at 54 Mbps;
	> -72 dBm at MCS7 (BW:20MHz);
	> -68 dBm at MCS7(BW:40MHz)
Routing	Bridge mode and gateway mode
<b>COMPATIBILITY</b>	
PC	80486, Pentium, or later; Windows Vista™, 2000, XP, and 7; Linux® with Ethernet connection (older versions of Windows, although not specifically supported, will work with this cable modem)
Macintosh®	Power PC or later; OS 9 or higher; Ethernet connection
UNIX®	Ethernet connection

Con respecto al valor de los dispositivos Puerta de enlace Wireless como de cualquier otro equipo, el precio siempre es variable debido a que existen acuerdos con las empresas suministradoras con lo cual los valores son sumamente bajos. Actualmente los valores promedio de venta al público (P.V.P.), se pueden encontrar equipos entre los 113 USD a los 174 USD.

### **Portal cautivo y venta de minutos de Internet**

El portal cautivo nos permite realizar la validación de datos de usuario, vigila el tráfico aplicando criterios de seguridad previamente establecidos, así como la duración de la navegación, horario de conexión, máximo de datos por usuario, entre otros, a fin de que pueda tener salida a Internet.

Este servicio es muy común en hoteles, aeropuertos y centros de negocio que requieren de una regulación del acceso a Internet.

La venta de minutos para este tipo de tráfico se la puede realizar a través de la generación de códigos de acceso a partir de una aplicación que se ejecuta en la nube y que permite llevar la administración del sistema de ventas desde un punto central.

La impresión de códigos obtenidos desde la aplicación que se ejecuta en la nube, se realiza mediante una impresora conectada a Internet de manera similar a la compra de minutos aire en telefonía móvil.

En la aplicación se registrará varios paquetes que tendrán tarifas preestablecidas, así como para el caso de negocios asociados se podrá generar dicho código vinculado a consumo en el establecimiento, permitiéndoles el acceso a Internet durante un periodo de tiempo determinado.

Entre las características que permiten establecer el valor de las tarifas se puede configurar lo siguiente:

- Periodo de acceso
- Tipo de paquete: basado en tiempo o basado en uso
- Precio
- Ancho de banda de subida / bajada



Fuente: (WifiSafe, 2015)

Figura 24. Impresora Wi-Fi de tickets en redes Hotspot

### **Elección de la banda de frecuencias**

Usualmente antes de realizar cualquier tipo de enlace de radio que involucre una implementación considerable, se realiza el respectivo estudio de viabilidad que brinda información y ayuda a evaluar los diferentes escenarios que se pueden presentar, especialmente realizar una valoración sobre la banda idónea para el enlace.

No existe una banda que sea mejor o peor y la elección depende del resultado de una inspección a través de una comprobación in situ, tomando en cuenta: obstáculos, distancia, interferencia, línea de visión, entre otros.

Con la aprobación en 2014 del estándar 802.11ac, conocido también como Wi-Fi 5G, a la que muchos han denominado “La tecnología Wi-Fi más rápida que el cable”, ésta entra en una nueva era gracias al cambio a 5GHz, donde la interferencia es mucho menor. En la actualidad existen dispositivos que lo han integrado como es el caso de los equipos terminales de usuario utilizados por ONO (Compal Puerta de Enlace Inalámbrica), así como Puntos de Acceso del proveedor CISCO, en donde al disponer de un rango de frecuencias más amplio se obtiene anchos de canal más grandes para la transmisión a mayor velocidad.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- La infraestructura actual que manejan los proveedores de Internet en Ecuador tal como se encuentra actualmente, permite poner en marcha la implementación de un servicio que sirva de alternativa de conexión a datos. Por una parte, la ampliación del cobertura de FTTH y por otro lado la implementación de la tecnología DOCSIS 3.0 en toda la red HFC del Grupo TVCable, permiten manejar velocidades superiores a 400 Mbps, dando paso a que exista mayor ancho de banda por usuario, lo que puede dar paso a establecer una red alternativa dando forma a la red inalámbrica mallada de área metropolitana, aprovechando así activos e infraestructuras que están infrautilizadas, generando una forma más eficiente de transmisión de datos que las que usan las tecnologías de Internet móvil licenciadas.
- La implementación de este servicio genera un gran potencial para todos los negocios al extender una red inalámbrica con salida a Internet que puede ser aprovechada por los mismos clientes, sin que esto afecte el rendimiento y la seguridad de las redes privadas.
- Esta solución brinda la posibilidad de equilibrar la carga que se genera a través de las redes que tienen acceso los dispositivos móviles tales como: 3G, 4G, entre otras. A fin de alivianar los entornos de saturación de las tecnologías de radio como Wi-Fi y WiMax.
- Actualmente existen varias leyes que son restrictivas, lo que podría resultar un obstáculo para el desarrollo de proyectos de gran envergadura, no solo por el tamaño del proyecto sino porque los efectos de su implantación pueden tocar a grandes empresas de telecomunicaciones que no quieren verse afectadas por un nuevo

competidor que afecte su cartera de clientes por brindar precios más competitivos y servicios de buena calidad.

### **Recomendaciones**

- En vista de que existen algunos equipos terminales de usuario (cable módems, Grupo TVCable), que no se ajustan a los requerimientos necesarios para la implementación de este servicio, se recomienda una actualización progresiva de estos dispositivos con tecnología acorde a las exigencias del modelo a ejecutar, a fin de cumplir con los estándares requeridos para un funcionamiento óptimo.
- Realizar una campaña de información sobre los beneficios que puede traer la disponibilidad de una conexión alternativa a datos en varios lugares de la ciudad y del país como si estuviéramos en casa, principalmente a los usuarios que ya son clientes y que disponen de una conexión privada, la cual se puede convertir en un punto de acceso más y así contribuir a expandir la red.
- Una vez establecida la red alternativa de conexión a datos, es necesario empezar a monetizar esta solución y lograr que sea sostenible. Esto se puede lograr evaluando varias alternativas posibles las cuales nombramos a continuación:
  - Publicidad geolocalizada
  - Offloading<sup>14</sup>
  - Temas estratégicos (interés municipal, corporativo para brindar Internet gratis el lugares específicos)
  - Acuerdos con operadores telefónicos para firmar acuerdos de interconexión

---

<sup>14</sup> Offloading: se basa en instalar Puntos de Acceso Wi-Fi, para derivar el acceso a datos de forma imperceptible para el usuario, sea por: saturación de las redes 3G o 4G, o si solo se quiere utilizar la red celular para llamadas o mensajes de texto.

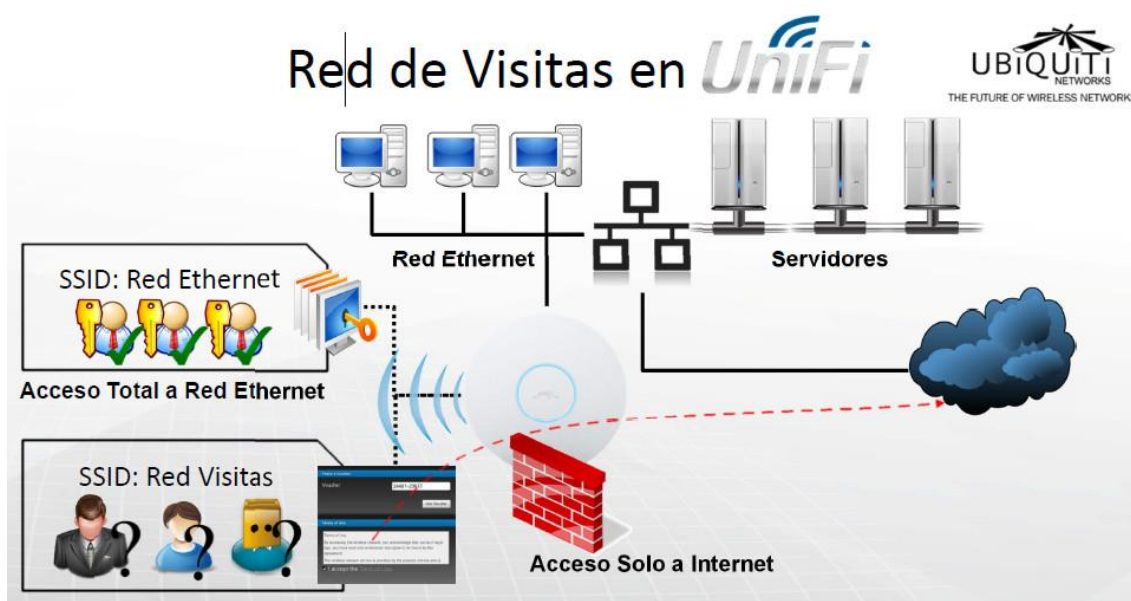
## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Conceptos básicos de telecom: Redes inalámbricas fijas y en bandas de uso común. [En línea]. Disponible en: <http://cnmcblog.es/2010/05/28/conceptos-basicos-de-telecom-redes-inalambricas-fijas-y-en-bandas-de-uso-comun/> [2015, Abril]
- [2] Barcelona se convierte en la capital de la Innovación y las Smart City. [En línea]. Disponible en: [http://eldigital.bcn.cat/es/barcelona-se-convierte-en-la-capital-de-la-innovacion-y-de-las-smart-city\\_109207.html](http://eldigital.bcn.cat/es/barcelona-se-convierte-en-la-capital-de-la-innovacion-y-de-las-smart-city_109207.html) [ 2015, Marzo]
- [3] Roaming con Wi-Fi. [En línea]. Disponible en: <http://ordenador.wingwit.com/Redes/wireless-networking/81710.html#.VUFKI5NiDCs> [2015, Marzo]
- [4] Cómo mejorar una red Wi-Fi local: Itinerancia (Roaming). [En línea]. Disponible en: <http://moviendocubos.blogspot.com.es/2008/03/cmo-mejorar-una-red-wi-fi-local.html> [2015, Abril]
- [5] Barajas I. L. (2010). Proyecto técnico de infraestructuras de comunicación para la implantación de redes inalámbricas en determinados espacios de la ciudad de Valencia. [En línea]. Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: <https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC EQFjAA&url=https%3A%2F%2Fwww.valencia.es%2Fayuntamiento%2Fcontratacion.nsf%2FvCategoriasNueva%2F83D5F720D73843A4C125776800402568%2F%24file%2FProyecto-T%25C3%25A9cnico.pdf&ei=-U1HVf2fBMfpUrnKgPgF&usg=AFQjCNFjujnNEo6iXvnrX7YDjvdTDPQvbQ&bvm=bv.92291466,d.d24&cad=rja> [2015, Abril]

- [6] Vázquez E. (2010). Seguridad en redes Wi-Fi Eduroam. [En línea]. Universidad de Sevilla. Disponible en:  
[http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Ftrajano.us.es%2Fdocencia%2FRedesYServiciosDeRadio%2F2010%2FSeguridad%2520en%2520redes%2520Wi-Fi%2520Eduroam.pdf&ei=8FBHVYGiMsKAU8\\_MgMAF&usg=AFQjCNFHdqBuurJsPBfaG5ljh28omcJW4A&bvm=bv.92291466,d.d24&cad=rja](http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Ftrajano.us.es%2Fdocencia%2FRedesYServiciosDeRadio%2F2010%2FSeguridad%2520en%2520redes%2520Wi-Fi%2520Eduroam.pdf&ei=8FBHVYGiMsKAU8_MgMAF&usg=AFQjCNFHdqBuurJsPBfaG5ljh28omcJW4A&bvm=bv.92291466,d.d24&cad=rja) [2015, Marzo]
- [7] Apple Inc. (2010). Iphone en la empresa, Wi-Fi. [En línea]. Disponible en:  
[http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CDEQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.apple.com%2Fla%2Fiphone%2Fbusiness%2Fdocs%2FiPhone\\_Wi-Fi.pdf&ei=plNHVZ2dHorkUtOXgPAC&usg=AFQjCNEletoeYFK1BmzlsjKYspFibyD8Jg&bvm=bv.92291466,d.d24](http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CDEQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.apple.com%2Fla%2Fiphone%2Fbusiness%2Fdocs%2FiPhone_Wi-Fi.pdf&ei=plNHVZ2dHorkUtOXgPAC&usg=AFQjCNEletoeYFK1BmzlsjKYspFibyD8Jg&bvm=bv.92291466,d.d24) [2015, Abril]
- [8] El Yaagoubi, M. (2012). Acceso a Internet vía Wi-Fi-WiMax. [En línea]. Universidad Carlos III de Madrid. Disponible en:  
[http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Farchivo.uc3m.es%2Fhandle%2F10016%2F15906&ei=3lVHVfHoI4n-UrutgMAG&usg=AFQjCNH27Tx\\_tqIw\\_cJ2lAn05LT2\\_lsO8w&bvm=bv.92291466,d.d24](http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Farchivo.uc3m.es%2Fhandle%2F10016%2F15906&ei=3lVHVfHoI4n-UrutgMAG&usg=AFQjCNH27Tx_tqIw_cJ2lAn05LT2_lsO8w&bvm=bv.92291466,d.d24) [2015, Marzo]
- [9] Ruckus white paper, Carrier-Class Wi-Fi, January 2015
- [10] Bandas ISM. [En línea]. Disponible en:  
<http://es.slideshare.net/maoherrera1/bandas-ism> [2015, Julio]

- [11] TP-Link TD-W8970. [En línea]. Disponible en:  
[https://aerisco.com/es/tienda/i261164\\_4-port\\_300Mbps\\_WirelessN\\_ADSL2.html#!features](https://aerisco.com/es/tienda/i261164_4-port_300Mbps_WirelessN_ADSL2.html#!features)  
<http://www.tp-link.es/products/details/?categoryid=219&model=TD-W8970#spec>  
[2015, Julio]
- [12] UBIQUITI AirMAX AM-V2G-TI. [En línea]. Disponible en:  
[http://www.bhphotovideo.com/bnh/controller/home?O=bannerS&A=switchLanguage&Q=&ul=S&cm\\_sp=spanish-\\_-header-\\_-tosp](http://www.bhphotovideo.com/bnh/controller/home?O=bannerS&A=switchLanguage&Q=&ul=S&cm_sp=spanish-_-header-_-tosp) [2015, Julio]
- [13] UniFi AC Outdoor. [En línea]. Disponible en:  
<https://store.ubnt.com/unifi/uap-outdoor-ac.html> [2015, Julio]
- [14] Puerta de Enlace Inalámbrica. [En línea]. Disponible en:  
[https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCMQFjAAahUKEwif5-G3lf\\_HAhUCXBQKHytjA4k&url=https%3A%2F%2Fwww.ono.es%2Fresources%2Ffiles%2Fayuda-y-soporte%2Finternet%2Fequipos%2Fdocumentacion%2Fcompal%2FCG7486E%2520CBN\\_UserGuide\\_ES\\_2.pdf&usg=AFQjCNHPEDgSDNQkgLJFSh-DM7c8h3xLAQ&cad=rja](https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCMQFjAAahUKEwif5-G3lf_HAhUCXBQKHytjA4k&url=https%3A%2F%2Fwww.ono.es%2Fresources%2Ffiles%2Fayuda-y-soporte%2Finternet%2Fequipos%2Fdocumentacion%2Fcompal%2FCG7486E%2520CBN_UserGuide_ES_2.pdf&usg=AFQjCNHPEDgSDNQkgLJFSh-DM7c8h3xLAQ&cad=rja)

## ANEXOS



Fuente: Presentación soluciones UBITIQUI

Figura 25 Red privada y de invitados

### Seguridad en la Red *UniFi*

**UBIQUITI NETWORKS**  
THE FUTURE OF WIRELESS NETWORKS

- ✓ Clave de acceso: WEP/WAP/WAP2(AES/TKIP)/802.1x(Radius)
- ✓ Bloqueo por MAC
- ✓ SSID Oculto
- ✓ Portal Cautivo de Validación(Para red de invitados)
  - ✓ Solo Mensaje de Bienvenida
  - ✓ Mensaje de Bienvenida con Clave General
  - ✓ Mensaje de Bienvenida con Código Temporal
  - ✓ Función de Firewall de seguridad, para evitar acceso de visitas a la red interna.
- ✓ Segmentación por VLAN, en los SSID

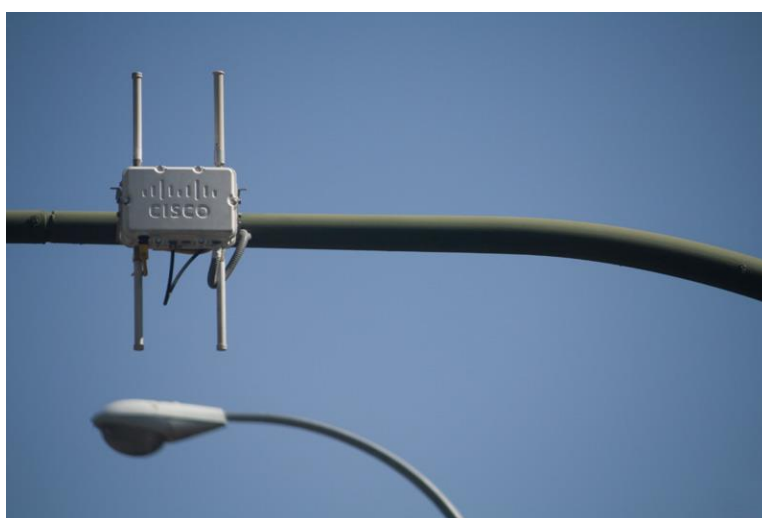
Fuente: (UBIQUITI)

Figura 26: Seguridad de la Red



Fuente: (ConectaCoruña, 2013)

Fotografía 7: Farola con Punto de Acceso



Fuente: (Canonistas.com, s.f.)

Fotografía 8: Punto de Acceso en poste de semáforo

## UAP-OUTDOOR y UAP-OUTDOOR5



- ✓ Soporte de 04 SSID con VLANs
- ✓ Soporta + de 100 Clientes por equipo
- ✓ Soporta QoS para Voz y Video
- ✓ Incluye 2 Puertos Ethernet, con soporte POE.
- ✓ Segmentación y control de trafico de invitados

Características	UAP Outdoor	UAP Outdoor5
Potencia(TX)	27dBm(2.4Ghz)	27dBm(5Ghz)
Sensibilidad(RX)	-96dBm	-96dBm
Antenas	2	2
Ancho de Canal	20/40Mhz	20/40Mhz
MIMO	2x2	2x2



Incluye Inyector Poe 24v – 1A. Con lo cual soporta Poe Passthrough para otro dispositivo de poe Pasivo

Fuente: (UBIQUITI)

Figura 27: Equipos Ubiquiti para exteriores

## ANTENAS OPCIONALES “OUTDOOR”



UAP Outdoor

UAP Outdoor + Sectorial

UAP Outdoor + Omnidireccional

Con antenas originales Omnidireccional 6 dBi

UAP-OUTDOOR 2.4Ghz			
Modelos	Frecuencia	Ganancia	Ángulo
AM-2G-15	2.4Ghz	15dBi	120°
AM-2G-16	2.4Ghz	16dBi	90°
AMO-2G10	2.4Ghz	10dBi	360°
AMO-2G13	2.4Ghz	13dBi	360°

UAP-OUTDOOR5 5Ghz			
Modelos	Frecuencia	Ganancia	Ángulo
AM-5G-16	5Ghz	16dBi	120°
AM-5G-17	5Ghz	17dBi	90°
AM-5G-19	5Ghz	19dBi	120°
AM-5G-20	5Ghz	20dBi	90°
AMO-5G10	5Ghz	10dBi	360°
AMO-5G13	5Ghz	13dBi	360°

Fuente: (UBIQUITI)

Figura 28: Equipos Ubiquiti para exteriores

## INSTANT 802.3af



- ✓ Accesorio que permite energizar a los UAP/UAP-LR/UAP-OUTDOOR o PICOM2, con un switch de tecnología 802.3af PoE 48V.
- ✓ El cable de red podrá llegar a su máxima distancia de 100 metros al usar 802.3af.
- ✓ Este accesorio se instala antes del Punto de Acceso, proveyendo al equipo de 18V contantes y añadiendo protección ESD de hasta 15kV.
- ✓ Este es un accesorio opcional, ya que el equipo viene con inyector PoE de 24v en Arquitectura PoE Pasiva.



Fuente: (UBIQUITI)

Figura 29: Equipos Ubiquiti para exteriores