

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS QUE OFRECEN LAS FEMTOCELDAS DENTRO DE UNA RED MULTISERVICIOS 3G DE TELEFONÍA MÓVIL

Roca Rojas Roberto Andrés

roberto.roca85@gmail.com

Ing. Aguilar Darwin

Ing. Acosta Freddy

**Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército.
Campus Sangolquí, Av. El progreso s/n.**

RESUMEN

El presente artículo trata sobre la evaluación de las características y ventajas que ofrecen las femtoceldas dentro de una red multiservicios 3g de telefonía móvil, como una solución innovadora y de última tecnología. Su desarrollo se llevará a cabo evaluando el sistema y valorando los resultados obtenidos.

INTRODUCCIÓN

La introducción de nuevos dispositivos inalámbricos como: smartphones, netbooks y tablets PC, ha transformado el patrón de consumo de los servicios de telecomunicaciones, el cual, ha sido el causante de la explosión del incremento del uso de las redes de banda ancha móvil de los operadores, que deben responder a la demanda de sus clientes con nuevos tipos de servicios multimedia en cualquier momento y en cualquier lugar, incluso dentro de los edificios y hogares.



Figura 1.- La necesidad de conectividad en cualquier lugar [3].

Para contribuir a garantizar la calidad de las comunicaciones en lugares como interiores del hogar digital, edificios inteligentes o zonas públicas como centros comerciales e incluso en zonas rurales en los que la cobertura móvil no es óptima, la industria ha desarrollado unas estaciones base en miniatura (Small-Cells o femtoceldas) que complementan

eficientemente la función de las estaciones bases convencionales.

Para todo esto, Alcatel-Lucent ha desarrollado una familia de Small-Cells que suministran capacidad de red dedicada a hogares digitales, empresas y puntos de conexión inalámbrica (WiFi) en ciudades, de forma eficiente y efectiva en costos.



Figura 2.- Soluciones en cuanto a Femtoceldas Alcatel-Lucent [3].

1. FEMTOELDAS O SMALL-CELLS

1.1 Reseña Histórica

El concepto de estación base doméstica, fue estudiado por primera vez por los laboratorios Bell de Alcatel-Lucent en 1999.

En el 2002 Motorola anunció la primera estación base doméstica basada en 3G.

Sin embargo, no fue hasta el año 2005 que el concepto de estación base doméstica empezó a ganar mucha aceptación, por lo que en el 2006, se acogió el término de femtoceldas.

En diciembre del 2008, el foro incluye más de 100 equipos de telecomunicaciones y proveedores de software, operadores móviles, proveedores de contenidos y empresas con grandes posibilidades de crecimiento.

En este mismo año el HNB (Home Nodo B) y el HeNB (Home eNodo B) se introdujeron por primera vez en la 3GPP Release 8, señalando que ésta se había convertido en una red inalámbrica convencional de acceso.

Actualmente, la puesta en marcha de redes LTE, incluye el despliegue de macroceldas para ambiente outdoor y femtoceldas para la parte indoor.

1.2 Que son las Femtoceldas

Las Femtoceldas o también llamadas 'estaciones base domésticas', son puntos de acceso a la red de telefonía móvil, las cuales interconectan los dispositivos móviles estándar con una operadora de telefonía móvil usando una conexión residencial DSL, conexiones de cable de banda ancha, conexiones de fibra óptica; o también pueden conectarse a tecnologías inalámbricas de última milla.

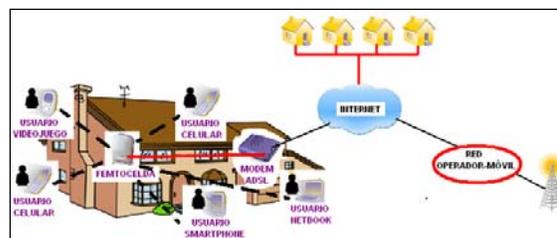


Figura 3.- Perspectiva general de una red móvil con femtoceldas [A].

Ofrecen una cobertura significativamente mejor en los hogares, oficinas pequeñas y grandes, al aire libre y en espacios públicos (hot-spots metro y rural). Esto significa una señal más fuerte y de mejor calidad de voz, además de una mejora en los datos de descarga y velocidades de carga.

Cabe recalcar también que las Femtoceldas permiten facilitar una nueva generación de servicios móviles, los cuales, aprovechan la

capacidad de la tecnología para detectar la presencia y conectarse e interactuar con las redes domésticas.

1.3 Ventajas y la necesidad de usar Femtoceldas

Se espera un gran despliegue de femtoceldas a partir del 2012 ver figura 4, a continuación las razones por las cuales este pequeño dispositivo es importante:



Figura 4.- Pronóstico del mercado global de Femtoceldas

- La adición de una capa de femtoceldas a la red móvil de macroceldas, mejorará significativamente la capacidad total de la red mediante la reutilización del espectro en ambientes indoor.
- Existe actualmente una mayor y creciente demanda de velocidades de datos, debido a la alta pérdida de penetración, los servicios de alta velocidad de datos no se pueden ser proporcionados para interiores, esto se debe a que la alta velocidad de datos requiere de un enlace de RF de alto rendimiento, gracias al HSDPA presente en las femtoceldas estos servicios de alta velocidad de datos son posibles.

- Las femtoceldas pueden proporcionar un ahorro significativo de energía a los terminales de usuario (smartphones, tablets, etc), la pérdida por trayectoria en sitios interiores a través de las femtoceldas, es mucho menor que con las macroceldas exteriores, de igual forma la potencia requerida de transmisión desde el terminal de usuario hacia las femtoceldas es mucho menor. La duración de la batería es un parámetro muy importante para el uso de servicios de datos de alta velocidad.
- Como las femtoceldas solamente tienen que estar encendidas cuando el usuario está en casa o dentro de su oficina, su uso es mucho más “verde” y amigable con el planeta comparado con las actuales macroceldas, el consumo de energía de las radio bases celulares generan una cantidad considerable de OPEX

2. FEMTOCELDAS ALCATEL – LUCENT

Una Small Cell o Femtocelda Alcatel-Lucent es un punto de acceso de baja potencia el cual opera en banda licenciada, su función principal es conectar dispositivos móviles estándar como Smartphone, Tablets, Netbooks, etc. a la red móvil 3G/LTE de un determinado operador, utilizando una conexión de banda ancha ADSL disponible en el hogar, la oficina así como también en áreas públicas indoor o outdoor.

2.1 MODELOS DE FEMTOCELDAS ALCATEL-LUCENT

En general se tiene seis modelos de soluciones principales de Femtoceldas:

Residencial, tiene capacidad para 8 usuarios, con una potencia de radiación de 20/100mW y acceso HSPA+.



Figura 5.- Home-Cell 9361 V2 1900-850MHz Alcatel-Lucent.

Empresas, capacidad para 16 usuarios, con una potencia de radiación de 100-250mW y acceso Rx Div HSPA+.



Figura 6.- Enterprise-Cell 9362 1900-850MHz Alcatel-Lucent.

Metro Indoor, capacidad para 16 usuarios, con una potencia de radiación de 2x250mW y acceso Rx Div HSPA+.



Figura 7.- Metro-Cell Indoor 9363 1900-850MHz Alcatel-Lucent.

Metro Outdoor, capacidad para 32 usuarios, con una potencia de radiación de 2x1W, adicionalmente para el acceso se maneja con MIMO Rx Div y HSPA+.



Figura 8.- Metro-Cell Outdoor 9364 1900-850MHz Alcatel-Lucent.

Todas las soluciones anteriores son basadas sobre una arquitectura IP plana, que ofrece varias funciones de la red WCDMA tradicional dentro del dispositivo.

Los elementos de la solución permiten una interconexión escalable entre la red W-CDMA sobre las interfaces estandarizadas existentes 3GPP.

Un monitoreo en tiempo real del backhaul del ancho de banda permite tomar una acción apropiada en caso de una congestión en el backhaul, la información de calidad de servicio es considerada cuando se admite una nueva llamada, una vez admitida la nueva llamada se redirecciona a la red macro o finalmente es rechazada.

Adicionalmente las femtoceldas dentro de la red móvil benefician lo siguiente:

- Mejoran la cobertura y la capacidad disminuyendo el CAPEX y OPEX.
- Baja latencia.
- Fácil implementación.

- Fácil evolución a IP, IMS y LTE.
- Mejora de cobertura y calidad de voz, además alta velocidad de datos en dispositivos móviles 3G.
- Comunicaciones menos costosas, específicamente tarifas de hogar para todas las comunicaciones establecidas ya sea desde casa o desde la oficina.
- Simplificación y comodidad.

- Un WMS 9353 o Wireless Management System Alcatel-lucent.
- Opcionalmente un WPS 9352 o Wireless Provisioning System Alcatel-Lucent.

2.2 ARQUITECTURA BÁSICA DE UNA RED FEMTO ALCATEL-LUCENT

En general la arquitectura de las femtoceldas Alcatel-Lucent viene dada por los siguientes elementos:

- Un alto número de puntos de acceso 3G como las femtoceldas Home-Cells, Enterprise-Cells, Metro-Cells indoor y outdoor.
- Un conjunto de elementos del clúster de la red para abastecer los la funcionalidad de los gateways.
- Un set completo de elementos del core de la red para la conexión hacia el estándar 3G del core de la red a través de las interfaces lu-CS / lu-PS.
- Un sistema de gestión con los siguientes elementos:
 - Un HDM o Home Device Manager Alcatel-Lucent.

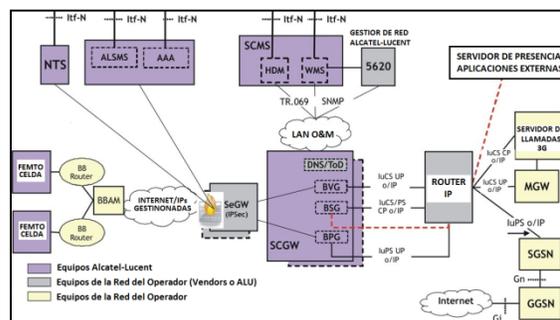


Figura 9.- Arquitectura básica de una red Femto Alcatel-Lucent.

Las femtoceldas Alcatel-Lucent combinan las funciones tradicionales de la RNC y de los Nodos B las cuales están representadas en la figura 10.

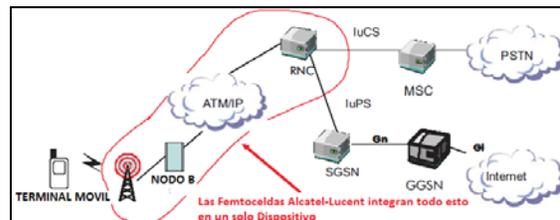


Figura 10.- Funcionamiento de la Femtocelda Alcatel-Lucent

Las femtoceldas están diseñadas para soportar alrededor de 32 usuarios activos aproximadamente 3GPP bajo la versión 99 DCH (servicios de conmutación de paquetes y circuitos), además soporta usuarios 3GPP versión 4 HSDPA con servicios de datos con W-CDMA en las bandas: 850, 1900 y 2100 MHz.

Los usuarios dentro del hogar están limitados con el número de 16 terminales móviles que pueden ser registrados y autorizados para el uso de las Home Cell, los usuarios definidos se mantienen en una ACL dentro de la home cell, la cual es usada para permitir el acceso solamente a terminales móviles registrados y así poder establecerse la comunicación.

La Lista de Control de Acceso (ACL) puede ser actualizada por su propietario o por el operador de la red móvil, esto también puede ser desactivado por el operador para permitir el acceso público.

Las Home Cell poseen una potencia radiación de hasta 20mW, lo cual es suficiente para brindar cobertura dentro de una casa, aproximadamente tiene un radio de celda de 30m, aunque esto va a depender del tipo de construcción del edificio, así como también dependerá de donde se ubique la femtocelda y de las condiciones de RF.

Cabe mencionar también que para femtoceldas de tipo empresarial, metrocelas indoor y outdoor; el operador puede incrementar el nivel de potencia de transmisión de RF hasta 250mW, usando el sistema de Alcatel-Lucent Sistema de Gestión de Small-Cells (SCMS) por sus siglas en inglés, esto es también una parte del proveedor de datos.

3. SERVICIOS Y SOLUCIONES QUE OFRECEN LAS FEMTOCELDAS ALCATEL – LUCENT

3.1 SOLUCIÓN HOME-CELL 9361

La solución Home-Cell fue desarrollada para responder a la demanda creciente de

soluciones, para abordar de forma eficiente el mercado residencial tanto fijo como móvil.

Este pequeño dispositivo combina las funcionalidades de un nodo B 3G y de una RNC, tiene capacidad de 4 canales para conectar hasta 4 dispositivos móviles, cada conexión soporta simultáneamente sesiones de voz y datos. El tráfico es dirigido a través de la red IP estándar.

Varios elementos de la red son incluidos en la solución para permitir interconexiones de alta escalabilidad entre la red existente UMTS y las interfaces estandarizadas 3GPP.

Cabe mencionar que este tipo de solución fue diseñada para una sencilla instalación y fácil uso.

Las Home-Cell siguen una evolución en cuanto a la arquitectura de red, la cual permite una arquitectura distribuida como la 4G en un ambiente 3G.

3.2 SOLUCIÓN ENTERPRISE-CELL 9362

Este tipo de solución está diseñado para extender y mejorar la cobertura WCDMA existente dentro las empresas u oficinas, de una forma menos costosa y más efectiva, mientras descarga el tráfico tanto de voz como de datos de la red macro del operador móvil

Además este tipo de dispositivo utiliza la tecnología SON, con lo cual el equipo entra en operación sin necesidad de intervenciones.

Las Enterprise-Cells ofrecen acceso de voz mediante WCDMA, y paquetes mediante HSDPA y HSUPA, a un bajo costo.

Estos dispositivos evitan requerimientos especiales de backhaul empresariales,

solamente usan una conexión de internet banda ancha.

Además, la Enterprise-Cell puede escalar de un simple dispositivo a un grupo autónomo y auto-organizado de Femtoceldas, dentro de una red de cobertura mallada, para cubrir cualquier tipo de tamaño de empresa ya sea esta pequeña, mediana o grande.

Algo muy importante de este tipo de solución es que permite el desarrollo de servicios de valor agregado como: servicios innovadores basados en localización, presencia, calidad de servicio, etc.

3.3 SOLUCIÓN METRO-CELL 9363-9364

La **Metro-Cell 9363** de Alcatel-Lucent es un nodo de acceso inalámbrico para áreas públicas, ésta femtocelda, tal cual como las anteriores unifica las funcionalidades de la RNC y la del nodo B 3G en un solo dispositivo.

Este dispositivo puede ser desplegado por los operadores móviles, para proporcionar cobertura indoor mediante una capa transparente que sirve de complemento a la cobertura de las macroceldas.

En el caso de lugares privados como: cafeterías o restaurants, la Metro-Cell puede ser configurada por el operador para el acceso público o privado, dependiendo del lugar donde esté instalada.

Cuenta con un adaptador de corriente de 48V DC, también soporta PoE.

En la tabla 1 se puede apreciar un resumen de las características:

FRECUENCIAS DE OPERACIÓN	POTENCIA DE SALIDA	CAPACIDAD DE USUARIOS	CARACTERÍSTICAS ADICIONALES
Banda de 1900 – 850 MHz para escucha de red 2G y 3G	Potencia máxima de transmisión: 250mW, sensibilidad -107dBm, permitiendo una cobertura más amplia	Soporta 32 usuarios con velocidades HSDPA 14.4Mbps y HSUPA 5.7Mbps	<ul style="list-style-type: none"> Sus antenas externas soportan la técnica de diversidad espacial. GPS asistido. Instalación vertical, horizontal

Tabla 1.- Resumen de las características de las Metro-Cell indoor 9363.

La **Metro-Cell Outdoor 9364** de Alcatel-Lucent, es un equipo muy similar al anterior, su propósito es brindar cobertura dedicada en sitios públicos exteriores con alta penetración de usuarios como: estaciones de tren, paradas de bus, centros comerciales, parques, centros de entretenimiento al aire libre, etc. De la misma manera este tipo de femtoceldas sirven para extender y brindar cobertura en zonas rurales remotas, así como también sirven para rellenar “zonas muertas” dentro de la red macro de telefonía móvil existente.

- Agrupa la mayoría de características ya mencionadas en las anteriores femtoceldas.
- Equipo liviano, pequeño, soporta condiciones extremas al aire libre, puede ser instalado en paredes o mástiles.
- Tecnología SON
- Soporta un rango de cobertura de hasta 2Km, adicionalmente soporta movilidad de usuarios con velocidades de máximo 120Km/h.
- Ofrecen servicio de segmentación que permiten al operador de telefonía móvil, desplegar al aire libre puntos de acceso con Metro-Cells solo para un tipo de servicio específico, como por ejemplo tráfico de datos HSPA.
- Mejora la Calidad de Experiencia QoE del usuario, con una interfaz de aire de alta calidad, la cual provee alto rendimiento y alta calidad de voz y datos.
- Ofrecen movilidad ininterrumpida con transmisión simultánea de voz y datos de alta calidad, dentro de un grupo de femtoceldas y la red macro existente.

La Metro-Cell outdoor 9364 es alimentada mediante -48V DC PoE, además puede soportar un power injector o adaptador externo PoE, con un consumo máximo energético de 25W.

En la tabla 2 se puede apreciar un resumen de las características:

FRECUENCIAS DE OPERACIÓN	POTENCIA DE SALIDA	CAPACIDAD DE USUARIOS	CARACTERÍSTICAS ADICIONALES
Banda de 1900 – 850 MHz UMTS y GSM	Potencia máxima de transmisión: 250mW, sensibilidad - 107dBm , permitiendo una cobertura más amplia	Soporta 32 usuarios con velocidades HSDPA 21Mbps y HSUPA 5.7Mbps	<ul style="list-style-type: none"> • Sus antenas externas soportan la técnica de diversidad espacial. • GPS asistido. • Instalación en paredes o en mástiles

Tabla 2.- Resumen de las características de las Metro-Cell outdoor 9364.

4. POSIBLE ESQUEMA DE CONEXIÓN PARA FEMTOCELDAS ALCATEL-LUCENT

Este tipo de dispositivos consolida la RNC y el Nodo B, y esto a su vez se conecta a la red IP pública como se puede observar en la figura 11.

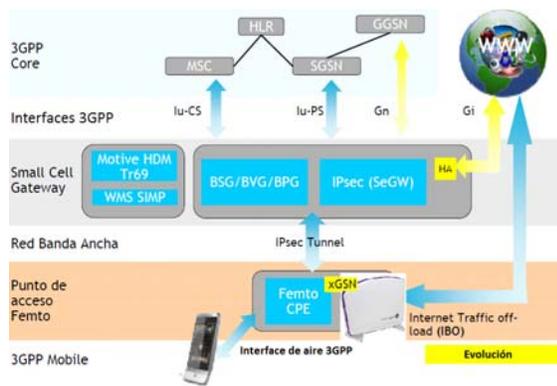


Figura 11.- Integración de las Femtoceldas Alcatel-Lucent en la Red UMTS.

Utiliza interfaces 3GPP para conectarse tanto a los nodos existentes del Core de la Red Móvil, así como también ofrece al mismo tiempo la interfaz 3GPP aire.

Las femtoceldas Alcatel-Lucent utilizan 3 Nodos Lógicos de apoyo (BSG, BVG y BPG) para una fácil integración dentro de la red 3G. Cada nodo de apoyo está dimensionado para soportar un número muy extenso de femtoceldas, eliminando así la reconfiguración constante de la red móvil cada vez que se aumenta un nuevo dispositivo a la misma.

Como ya lo hemos mencionado anteriormente, la conexión troncal para las femtoceldas en el domicilio del usuario es IP a través de DSL.

El uso de IP para enlaces entre Nodos trae como consecuencia economía, ya que, para la conexión troncal usamos el internet, y por lo tanto es más barato y mucho más simple que implementar sobre enlaces basados en circuitos, que son usados en otras arquitecturas.

Este tipo de arquitectura se integra perfectamente a la red móvil 3GPP existente, incluyendo 3G MSC, SGSN y por lo tanto a las

aplicaciones y portales a través de las interfaces estándar luCS y luPS.

5. Comparativo de los 4 tipos de soluciones de Femtoceldas Alcatel-Lucent

Las femtoceldas Alcatel-Lucent son de muy bajo costo en comparación con un despliegue de macroceldas, como se mencionó en capítulos anteriores las femtoceldas agrupan en un solo sistema a la parte del nodo B con su respectiva RNC, con lo cual se optimiza y se minimiza su precio.

Los rangos de trabajo en cuanto a frecuencias son los mismo para los 4 sistemas, gracias a esto no se tendrá dificultades el momento de desplegar una red femto con los 4 tipos de soluciones.

La capacidad de usuarios varía dependiendo del sistema, su rango va desde los 8 hasta los 32 usuarios en total, cabe mencionar que estos valores dependen del tipo de llamada que estén ejecutando los usuarios, ya sea esta de voz o de datos, adicionalmente se observa en la tabla el tipo de acceso con el cual se van a comunicar cada uno de los terminales de usuario, todos acceden con tecnología HSDPA+ en lugares donde nunca se imaginó este tipo de cobertura (garajes, estadios, edificios, túneles, hogares, etc).

CONCLUSIONES

Se evaluó las características y ventajas que ofrecen las femtoceldas dentro de una red multiservicios 3G de telefonía móvil, particularmente el estudio se lo llevó a cabo con equipos Alcatel-Lucent los cuales son pioneros en este tipo de aplicaciones a gran escala.

Se investigó de varias fuentes, manuales y libros digitales información sobre las femtoceldas en general, así como también se investigó sobre sus características, ventajas, arquitectura, escenarios espectrales y aspectos económicos.

Se evaluó las características y ventajas de las femtoceldas Alcatel-Lucent, con lo cual se concluyó que estos equipos tienen el suficiente potencial para proporcionar acceso de alta calidad a la red móvil, a un bajo costo para usuarios dentro de ambientes indoor y outdoor (edificios, centros comerciales, hogares, empresas, estadios, etc.).

Con las Femtoceldas Alcatel-Lucent en redes de telefonía móvil se logrará optimizar la cobertura en sitios indoor (edificios, hogares) donde la cobertura 3G es bastante deficiente, adicionalmente se pretende descargar el tráfico de las macroceldas aledañas a las Femtoceldas.

Se analizó sobre los distintos servicios y opciones que se pueden implementar con femtoceldas Alcatel-Lucent, enfocados a soluciones de tipo outdoor o indoor.

Finalmente concluiríamos con la siguiente frase: **“Pequeñas soluciones para grandes problemas”**

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Product Description

ALCATEL-LUCENT: 9356 BSR GATEWAY.

[2] Product Marketing

ALCATEL-LUCENT: Small Cell Solution Overview.

[3] Brochures

- Alcatel-Lucent Small Cell Solution.
- Alcatel-Lucent 9360 Small Cell Solution for the Enterprise.

[4] Datasheets

- Alcatel-Lucent 9363 Metro Cell Indoor V2 - 1900/850MHz For the American Market.
- Alcatel-Lucent 9364 Metro Cell Outdoor V2 - 2100MHz For the European Market.

BIOGRAFÍA



Roberto Andrés Roca Rojas,

Nacido el 7 de junio de 1985 en Quito – Ecuador. Sus estudios Secundarios los realiza en Guaranda, en la Unidad Educativa “Verbo Divino”, donde se gradúa de Bachiller en Ciencias con especialidad Fi-Ma, siendo el Segundo Mejor Incorporado de su Promoción. Sus estudios superiores los realizó en la “Escuela Politécnica del Ejército”, donde obtuvo el título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones en el año 2012.