

Las *Small Cells*, claves en el despliegue de LTE

La explosiva demanda de banda ancha móvil experimentada en los últimos años, debido principalmente al elevado tráfico de datos generado por el uso masivo de dispositivos móviles capaces de estar continuamente conectados a Internet, está forzando a la industria a desplegar redes de cuarta generación de alta capacidad basadas en el estándar LTE (Long Term Evolution) de 3GPP. Así, la evolución hacia mayores velocidades de transmisión en cualquier punto de la zona de cobertura (calidad de servicio ubicua) en los sistemas celulares 4G y sus posteriores evoluciones pasa, como veremos a continuación, por utilizar nuevos paradigmas de despliegue celular basados en *Small Cells*.

¿Qué son las *Small Cells* y qué problema resuelven?

Shannon proporcionó las herramientas básicas para analizar los sistemas de comunicaciones, con su ecuación de capacidad de canal, identificando dos limitaciones fundamentales para la transmisión de información, que son el ancho de banda del canal, la cantidad de espectro que utilizamos, y la relación señal a interferencia más ruido. En este sentido, a medida que los sistemas de comunicaciones móviles alcanzan una capacidad cercana al máximo teórico con una determinada distribución de estaciones base macrocelulares, las tradicionales estaciones base de alta potencia, únicamente hay tres opciones para aumentar la capacidad del sistema: aumentar su eficiencia espectral, aumentar el espectro utilizado o incluir más estaciones base. Como no es factible aumentar la eficiencia espectral sin cambiar de tecnología, o aumentar fácilmente el espectro, porque es un recurso escaso, la solución pasa por aumentar el número de estaciones base. Si además queremos mantener un nivel de interferencia adecuado que no degrade el rendimiento



Oscar Carrasco

CTO, Sistelnetworks

oscar.carrasco@sistelnetworks.com

[es.linkedin.com/pub/óscar-carrasco/54/42b/846](https://www.linkedin.com/pub/óscar-carrasco/54/42b/846)



Jorge Marcos

Director de Productos, Sistelnetworks

jorge.marcos@sistelnetworks.com

www.linkedin.com/in/jorgemarcosmartinez

general de la red, la solución pasa por aumentar la capilaridad de la misma, acercando la red al usuario. Esto es lo que hacen las *Small Cells*, permiten de ese modo multiplicar la capacidad de la red. En LTE esto resulta especialmente interesante y a la vez más posible que nunca.

En 2008, 3GPP definió de manera explícita el concepto de *Small Cell* o nodo residencial a partir de UMTS con su documento de estandarización TS 25.467 *UTRAN architecture for 3G Home Node B (HNB)*, donde se especificó la arquitectura de red móvil, con las entidades e interfaces necesarias para soportar celdas de baja potencia sobre redes no confiables externas al operador.

El concepto de *Small Cell* se conocía y se utilizaban desde hacía años en celdas GSM para entorno empresarial, con el objetivo de ampliar la cobertura de voz, debido a que el primer equipo de este tipo estuvo disponible en 2002, aunque estas celdas siempre estuvieron dentro de la red del operador.

Sin embargo, es con la aparición del estándar 3GPP LTE, cuando el concepto se universaliza y adquiere pleno contenido, puesto que incluye el soporte de múltiples tecnologías que habilitan la coexistencia de diferentes capas de red con el grado de coordinación necesario para poder aprovechar los potenciales beneficios de las *Small Cells*. En este contexto, los principales actores de la industria decidieron fundar un foro de estandarización, promoción y análisis de esta nueva tecnología, que inicialmente se denominó Femto Forum, porque desde el mundo académico y desde los grupos de I+D de los principales fabricantes de equipamiento, se había identificado estos equipos como la solución más prometedora para una evolución de la arquitectura de red móvil que pudiera soportar las necesidades de conectividad que se estimaban para el futuro. A partir de estos trabajos se definió el concepto de Red Heterogénea o HetNet, donde la red se estructura por capas, pudiendo tener equipamiento y mecanismos de gestión específicos para cada capa o estrato de red.

Esta tendencia, se ha consolidado en los trabajos de estandarización desarrollados dentro de 3GPP en las diferentes versiones de los estándares, fundamentalmente en LTE, donde a partir de la Release 10, que especifica LTE Advanced, estos equipos adquieren un protagonismo fundamental, que continúa y aumenta en las Releases 11 y 12.

Con el aumento de la diversidad de tipos de celdas, el FemtoForum creyó necesario ampliar el espectro de su ámbito de actuación y cambió su denominación a Small Cell Forum convirtiéndose en un actor fundamental al especificar la interfaz luh para 3G, y trabajar en los aspectos de interoperabilidad y convergencia en LTE para los diferentes tipos de *Small Cells*, habilitando soluciones para la adopción a gran escala de una tecnología que permite mejorar la cobertura, la capacidad y los servicios proporcionados por las redes móviles.

El forum define las *Small Cells* como estaciones base celulares de baja potencia, que operan en espectro licenciado, están gestionadas por operador y se caracterizan por ser nodos inteligentes.

Este concepto engloba a las diferentes tipologías de celda propias de las redes heterogéneas: femtoceldas, picoceldas, metroceldas y microceldas, equipos que ya se han desplegado en diferentes tecnologías celulares por operadores de todo el mundo. Todos estos tipos pueden hacer uso de las propuestas de estandarización promovidas por el Small Cell Forum, alineadas en todo momento con 3GPP, que incluye interfaces abiertos a nivel de pila de protocolos (FAP, MAC-PHY y MAC-Scheduler), de capa de aplicación (FemtoZone Services API) o de técnicas de coordinación, aplicando una tecnología común a todas estas *Small Cells*.

Casos de uso de las *Small Cells*

Las *Small Cells* nacieron para mejorar la cobertura y la capacidad de las redes móviles en entornos de aplicación domésticos, empresariales, espacios públicos urbanos y núcleos rurales.

Su uso es particularmente beneficioso con la tecnología LTE, ya que permite que los usuarios se beneficien de sensibles mejoras cobertura y capacidad y del aumento

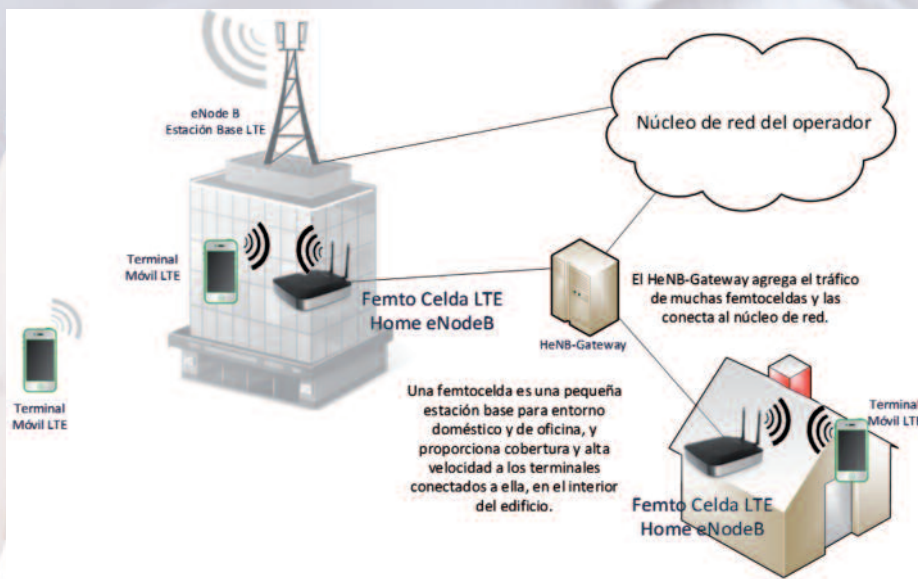


Figura 1. Casos de uso de *small cells* LTE en entorno doméstico y empresarial.

de la vida de la batería del terminal al reducir drásticamente la potencia transmitida, ofreciendo posibilidades inmejorables para prestar servicios avanzados de localización, domótica, seguridad, *smart metering* y control remoto.

Además, esta tecnología tiene el potencial de simplificar enormemente la infraestructura de comunicaciones de la empresa, haciendo posible el concepto de Wireless Office, minimizando a su vez la necesidad de telefonía fija y cableado estructurado.

Por su parte, los operadores pueden conseguir una mayor calidad percibida, mejorando los KPIs y reduciendo el *churn*. Así optimizan el uso del espectro licenciado, maximizando el retorno de su inversión al incrementar la capacidad total de su red. Además, las *Small Cells* trasladan parte de los costes de operación de red al usuario final, reduciendo el OPEX para el operado, siendo transparente para el usuario, porque el balance energético del uso de una *Small Cell* es positivo para él, ya que las reducciones de consumo de los terminales y de otros servicios de conectividad compensan el uso de energía de la *Small Cell*.

Otros entornos específicos que se benefician de las ventajas de las *Small Cells* son, por ejemplo, la aviación civil para el transporte de pasajeros, el transporte marítimo, las comunicaciones tácticas para defensa y los despliegues de comunicaciones de emergencia para seguridad ciudadana y protección civil.

El caso de la aviación civil para transporte de pasajeros es especialmente interesante por su complejidad

tanto técnica como regulatoria y comercial. Sin embargo, es un uso muy prometedor de la tecnología LTE. Los pasajeros podremos disfrutar de comunicaciones móviles, y acceder a contenidos y servicios multimedia ofrecidos por la aerolínea.

Arquitectura de red femtocelular LTE

Con la llegada de LTE, la gestión de recursos pasa de la red a la estación base habilitando el despliegue masivo de *Small Cells* inteligentes. Sin embargo, el aumento de celdas en una red aumenta la complejidad y la señalización de control de la misma. Esto ha generado la necesidad de definir una arquitectura de red con nuevas entidades para soportar estos equipos de forma eficiente. 3GPP introdujo gateways para minimizar el tráfico de señalización hacia el núcleo de red siguiendo la senda definida en la tecnología 3G.

Asimismo, otras funciones de la arquitectura definida por el 3GPP para 3G, se han universalizado, como el Security Gateway, que garantiza la seguridad y el encriptado de la conexión con el núcleo de red mediante el protocolo IPSec, y las funciones de Gestión de la red femtocelular HeMS (Home eNodeB Management System). Además, se ha incluido el soporte de nuevas funcionalidades como el interfaz X2 que habilita la conexión directa entre femtoceldas, facilitando la autogestión de la red.

En ciertos entornos, como el empresarial, es muy conveniente que estas funciones de la arquitectura

“La introducción de las *Small Cells*, son un elemento fundamental para habilitar un despliegue masivo que permita aprovechar el potencial de la tecnología de 4G, con calidad de servicio ubicua”.

estén implementadas en un único equipo, lo que facilita la instalación, la puesta en marcha y la gestión de la red. La figura 3 muestra la arquitectura de una red femtocelular LTE.

“Las *Small Cells* son un importante habilitador del despliegue y adopción masiva de la 4G.”

Conectividad

Siempre que hablamos de estaciones base es necesario tratar aunque sea brevemente la tecnología de interconexión del equipo con la red de acceso. La conexión de las *Small Cells* con la red del operador puede realizarse de múltiples formas, y con diferentes tecnologías. Se elige la más indicada dependiendo del entorno, la aplicación, el ancho de banda requerido, y las opciones de conectividad disponibles. En entornos de exterior, urbanos y rurales, una opción muy utilizada suele ser el radioenlace de microondas. Para el entorno empresarial, la opción por defecto es el cableado estructurado en el interior hasta al punto de acceso a la red del operador, y en el entorno doméstico, la opción preferida es la fibra óptica, especialmente en el caso de las femtoceldas LTE.

Small Cells y SON

Si bien las *small cells* llevan años en el mercado, y son muchos los operadores que las han desplegado, es cierto que no han alcanzado todavía una implantación masiva.

La dimensión de las redes móviles actuales está en el orden de magnitud de miles de celdas, dependiendo de muchos factores (país, operador, objetivos de cobertura,

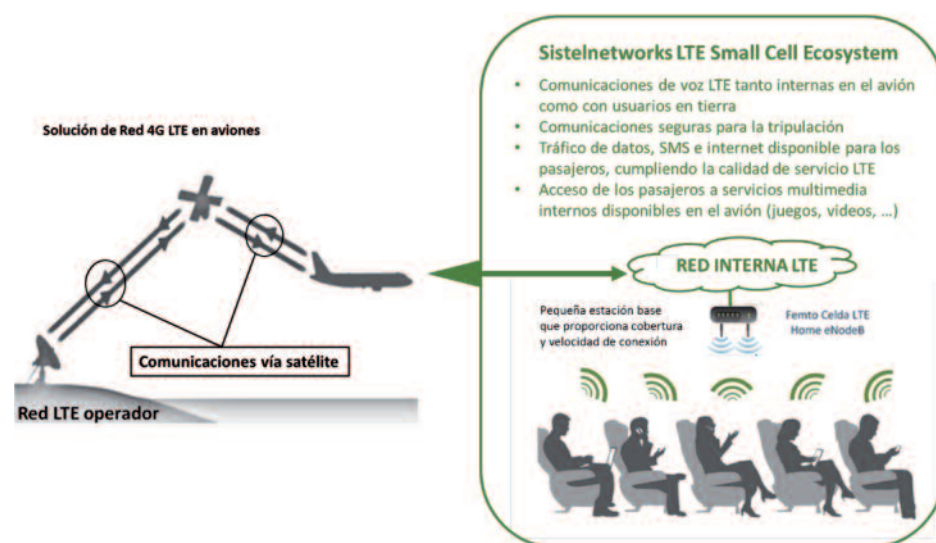


Figura 2. Casos de uso de una red femtocelular LTE en aviones de pasajeros.

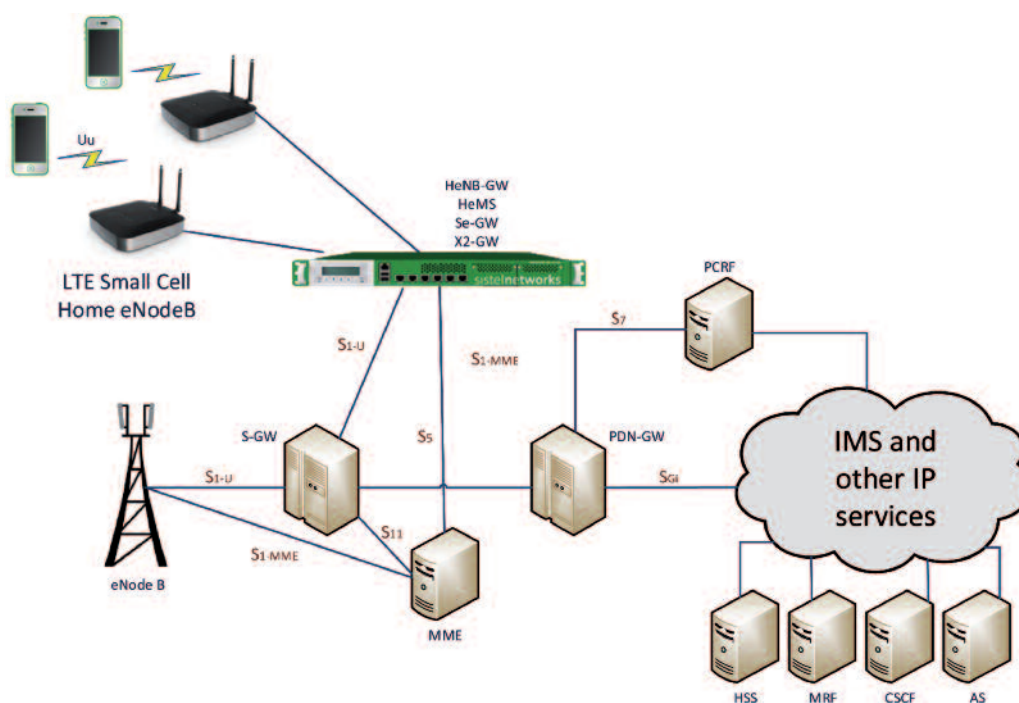


Figura 3. Arquitectura de una red optimizada de Small Cells LTE.

tecnología, etc). Un despliegue masivo de *Small Cells* puede implicar pasar a tener millones de unidades. La red comienza a parecerse en número de nodos a una red de acceso xDSL o FTTH más que a una red celular.

Si bien los operadores están preparados para realizar esta transición, es cierto que la dimensión del reto de desplegar, provisionar y gestionar tal cantidad de estaciones base es enorme, y es un requisito para la tecnología el proporcionar soluciones para llevar a cabo ese reto con un coste mínimo asociado.

Las técnicas de SON (*Self-Organising Networks*) especificadas en la Release 10 y siguientes del 3GPP permiten que las celdas se autogestionen en tres temas fundamentales:

- Auto-configuración (Self-configuration)

- Auto-optimización (Self-optimization)
- Auto-reparación (Self-Healing)

La tecnología SON minimiza la complejidad de la gestión de la red y el impacto del despliegue masivo de *Small Cells*. Además de una potente herramienta para la gestión de las redes macrocelulares, las tecnologías SON habilitan la implantación en volumen de las *Small Cells*, y redundan en mayor capacidad y mejor cobertura y calidad de las redes móviles.

Por todo lo anterior, la introducción de las *Small Cells*, son un elemento fundamental para habilitar un despliegue masivo que permita aprovechar el potencial de la tecnología de 4G, con calidad de servicio ubicua. Un elemento fundamental para evolucionar la infraestructura de red móvil para soportar las exigencias del aumento de tráfico móvil durante los próximos años. ☺

Small Cells, Key for LTE deployment

Explosive growth in mobile broadband from huge numbers of always connected terminals are forcing operators to adopt a new paradigm in cellular deployment based on Small Cells defined as intelligent, low power cellular base stations using

licensed spectrum under network management. The Small Cell Forum oversees specifications and interoperability of devices that improve coverage and capacity at homes, in the workplace, at public access points and in rural areas while making the

Wireless Office a realistic possibility. Current mobile networks with thousands of cells will be replaced by massive deployment of millions of Small Cells which will be Self Organizing Networks (SON).