

# 17

## EXTENSIÓN DE LA BANDA ANCHA: SOLUCIONES TÉCNICAS Y ENTORNOS DE VIABILIDAD

Jordi Castaño Portilla

Jefe de proyectos para clientes. Area de Tecnología y Planificación  
Telefónica de España



## INTRODUCCIÓN

La Extensión de la Banda Ancha puede tener muchas interpretaciones dependiendo del entorno y la intencionalidad con que se maneje. Con el deseo de concretar y evitar confusiones aquí se la tratará conceptualmente como la generalización, independientemente de la ubicación geográfica (siempre dentro de condiciones de razonabilidad), de los servicios convencionales de BA, y con unas prestaciones y precios equivalentes a los que se prestan en entornos urbanos.

Evidentemente esta Extensión implica unas condiciones mínimas de negocio para los Operadores que han de proceder a la implantación de la red, y para ello es necesario contar en principio con tres factores, la tecnología, el mercado objetivo, y los costes de implantación.

Si observamos un mapa objetivo con todos los potenciales clientes posicionados podremos ver todo tipo de agrupaciones, desde clientes aislados hasta núcleos poblacionales de cierta entidad. Bajo el punto de vista de red “fija”, o como máximo con cierto nomadismo, se puede teóricamente asignar una solución óptima<sup>1</sup> en coste para cada uno de ellos.

En esta línea se presenta un catálogo de soluciones y costes asociados con los ámbitos de aplicación a los que va dirigidos, dejando patente que la extensión de la Banda Ancha no es un problema técnico en este momento, y que el grado de extensión al que se puede llegar razonablemente y sin subvención está limitado por las disponibilidades de la planta actual. Por lo tanto para llegar a una cobertura más o menos generalizada de Banda Ancha en el ámbito disperso o rural se necesita contar con la ayuda de la Administración mediante la aportación de fondos públicos.

### Entorno Actual del Operador Incumbente

La estructura de red de acceso de Telefónica de España (en adelante TdE) se basa principalmente en casi 8000 nodos distribuidos en toda la geografía nacional. Cada nodo normalmente ubicado en un edificio dispone de un espacio acondicionado para la ubicación de equipos electrónicos y de toda la infraestructura necesaria que va desde la alimentación ininterrumpida a base de baterías, SAI's y grupos electrógenos en su caso, hasta las canalizaciones que permiten constituir las conducciones de los cables de telecomunicaciones.

La implantación de la banda ancha basada en la red cableada depende por tanto de la capilaridad de la estructura cableada, y esta capilaridad se ha conseguido durante años y años de ampliaciones de cables y nuevos recorridos hasta conformar la topología actual. Pero ese crecimiento no ha sido gratuito o aleatorio, ha seguido precisamente la evolución del asentamiento de la población residencial y de los centros de producción y negocio.

No es viable al menos en términos técnico-económicos hablar de implantación masiva sin partir de un entramado sólido de estructura de cables. Y decimos cobertura masiva, que no global, ya que sin duda en este momento ya existe cobertura total del territorio y desde ese punto de vista aparentemente el problema estaría solucionado. Efectivamente el satélite proporciona una accesibilidad prácticamente total, y es una solución actual viable sin mayores problemas desde el punto de vista técnico. No es sin embargo una solución masiva, al menos en el estado actual de la tecnología, y tampoco es una solución equivalente en precio al resto de tecnologías en uso.

## CATÁLOGO COMPLETO DE SOLUCIONES DISPONIBLES

Tal como se ha indicado, en muchas zonas fuera de la cobertura ADSL no es factible llegar con el cobre, bien por impedimentos técnicos, legales<sup>2</sup>, o simplemente porque el coste supera los límites de lo establecido para considerarlo una inversión rentable.

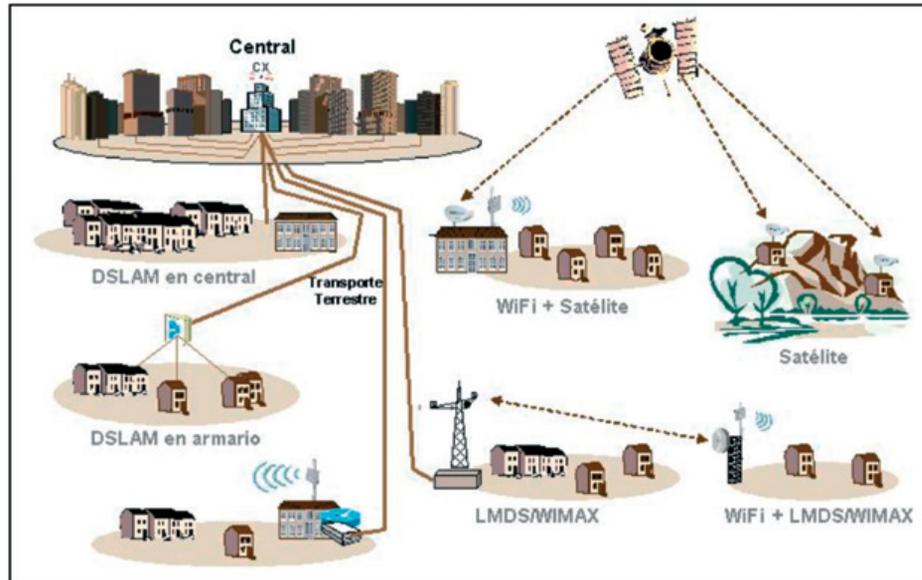


Fig. 1: Esquema completo de soluciones de Extensión Banda Ancha

En este contexto TdE ha venido analizando las distintas soluciones de red existentes con el objetivo de aumentar su grado de cobertura de Banda Ancha. Las distintas opciones tecnológicas con las que se cuenta en estos momentos, incluyendo las disponibles a corto plazo, se presentan esquemáticamente en la Figura 1, y serán tratadas detalladamente en los siguientes apartados.

Si bien todas las soluciones presentadas son conocidas y han sido probadas en determinados ámbitos, se ha de tener en cuenta que siempre es necesario pulir determinados aspectos por lo que se necesita una fase de valoración en laboratorio para ajustar las características técnicas al servicio que finalmente se desea ofertar públicamente.

1. *Soluciones DSLAM rural*: Se trata de la extensión del sistema ADSL actual, consistente en la instalación remota de pequeños equipos DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer), en aquellas entidades o núcleos de población que aún no disponen del servicio. Dichos equipos se conectan, mediante los medios de transmisión disponibles, a otro equipo DSLAM de mayor capacidad de la Red GigaADSL existente en otra población próxima. Dentro de esta solución se contemplan dos variantes dependiendo de la infraestructura que sea necesaria. La primera consiste en ubicar el equipo en un nodo (central) ya existente, por ejemplo un edificio o caseta. La segunda suele implicar la realización de infraestructura nueva (en general armario intemperie) y se aplica a las entidades de población o agrupaciones de demanda en general en las que es necesario acortar el bucle y en donde TdE no dispone de infraestructura inmobiliaria.

2. **Solución LMDS:** La implantación de la red LMDS en TdE nace en el 2003 como la solución principal para migrar los actuales clientes TRAC analógicos<sup>3</sup> (Telefonía Rural de Acceso Celular) y poder cumplir los requisitos impuestos por la nueva normativa<sup>4</sup> que incorpora en los servicios del servicio universal, el Acceso Funcional a Internet<sup>5</sup>. Proporcionar servicios de Banda ancha a los clientes que disponen de esta solución no supone instalación de equipamiento adicional.
3. **Soluciones WIFI:** Esta solución puede ser contemplada como una ampliación al entorno rural de las soluciones WiFi convencionales y ya muy probadas en ámbitos tipo Hot-spot<sup>6</sup>. Tiene grandes ventajas como la utilización de una interfaz estándar muy implantada y problemas importantes como la seguridad o las propias limitaciones de la banda de frecuencia utilizada. En el proyecto de Extensión de la Banda Ancha se contemplan varias opciones en función de los medios de transporte que se utilicen para la conexión con los nodos de la red IP, terrestres o vía satélite.
4. **Solución Satélite:** TdE tiene definido dentro de su catálogo de soluciones el servicio de acceso a Internet vía satélite, que ofrece una emulación de las características del servicio ADSL mediante una plataforma de red basada en el segmento espacial de Hispasat. Dicha solución tiene la ventaja de proporcionar cobertura a todo el territorio nacional, no obstante su coste es obviamente muy superior al convencional (ADSL), lo que supone un importante handicap para su implantación generalizada.

### Tipificación y características generales de los escenarios de red

Considerando la dispersión generalizada del segmento de población al que va dirigida la extensión de la Banda Ancha con núcleos de población de baja densidad de usuarios (la mayoría por debajo de los 40 usuarios potenciales), así como las tecnologías de transporte utilizadas (terrestre o satélite), se han agrupado los elementos o componentes de la Red según un modelo global que se refleja en las figuras 2 y 3.

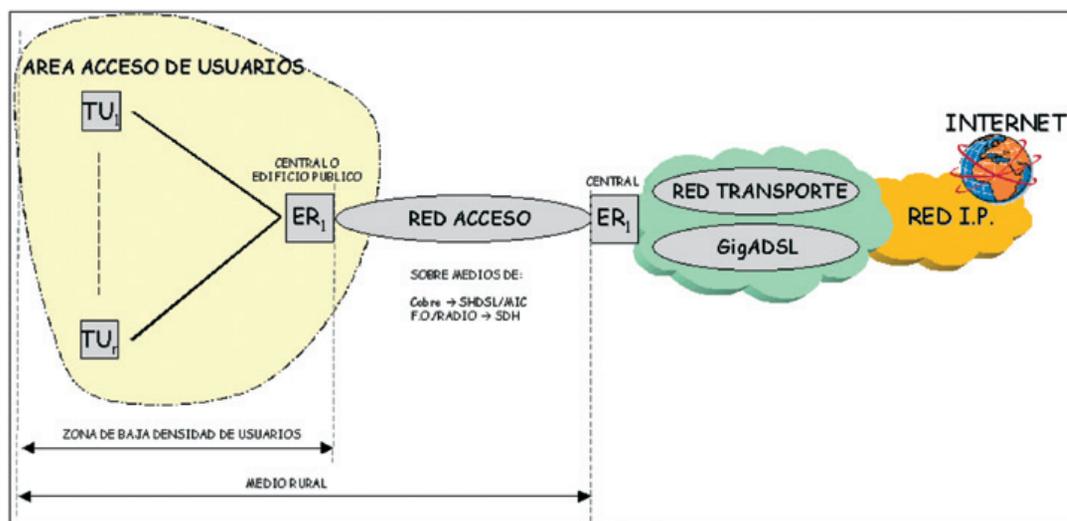


Fig. 2: Modelo tipificado con transporte terrestre

**Escenario con transporte terrestre:** Como puede verse, está integrado por los terminales de usuario (TU), un equipo de red (ER1) encargado de centralizar la información y unos medios de red de acceso que servirán de enlace con otro equipo de red (ER2), ubicado en una central de otra población próxima y perteneciente a la Red de Transporte Multiservicio (JDS) o bien a la estructura propia del servicio GigaADSL (ATM). A través de dichas redes, la información llegará a la red IP (Red RIMA de TdE) que encaminará el tráfico hacia los puntos de interconexión con Internet.

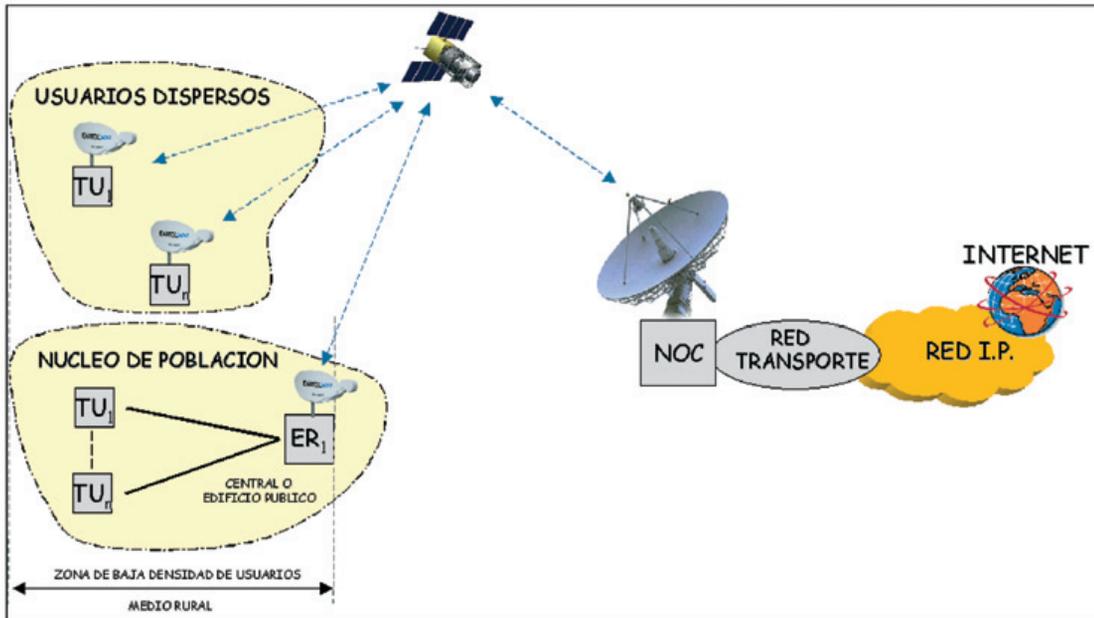


Fig. 3: Modelo tipificado con transporte vía satélite

**Escenario con transporte satélite:** En este caso, los terminales satélite se conectan vía segmento espacial con el Centro de Comunicaciones por Satélite (CCS) en el que se encuentra la plataforma del NOC (Network Operation Center) desde la que el tráfico se encamina a la red IP. Como se ve, dichos terminales podrán hacer la función de terminal de usuario (TU) o de Equipo de Red (ER) según la solución considerada (solución individual o solución colectiva-WIFI).

Las características de los terminales de usuario (TU) y del equipo de red (ER1) son específicas de cada tecnología y se describen más adelante.

Los medios disponibles en la red de acceso representan uno de los factores de mayor impacto en el coste de las soluciones, siendo comunes en mayor o menor parte a los diferentes escenarios tecnológicos considerados. Las tecnologías disponibles actualmente para las redes de acceso son las siguientes:

**Tecnologías sobre portadores de cobre:** La gran capilaridad de la red de cobre hace que siga siendo uno de los elementos más importantes para abordar el problema de la extensión. Las tecnologías/redes que se están utilizando son:

- Tecnología SHDSL (Single Pair High Bit-rate Digital Subscriber Line): Sobre un par y que permite alcances de hasta 12 Km<sup>7</sup> sin regeneradores intermedios. El coste por sis-

tema es relativamente bajo (ligeramente por encima de los 1.000€), sin embargo normalmente es necesario “preparar” la ruta (descargar pares que habían estado optimizados para el transporte de voz). Este importe representa, por lo general, una inversión superior a la del propio sistema.

- Tecnología MIC (Modulación de Impulsos Codificados) que se ha venido utilizando en el entorno rural para la conexión de las centrales telefónicas remotas. Es una tecnología muy robusta y aún en uso en zonas donde por ahora no ha sido posible la evolución a transporte con FO.
- Red Ibermic, estructura de transporte basada en TDM y orientada a proporcionar conectividad extremo a extremo a clientes con capacidades entre 64 Kbps y 2 Mbps. Dicha red está ampliamente capilarizada por lo que es posible disponer de soluciones basadas en accesos a dicha red, empleando entre otras tecnologías SHDSL.

*Tecnologías sobre portadores de F.O.:* En aquellos casos en que es viable la extensión de portadores ópticos hasta los núcleos de población, se utilizan para la transmisión sistemas SDH de pequeña capacidad (desde un STM1). Esta solución suele implicar elevados costes, asociados especialmente a los trabajos de instalación del cable fibra sobre postes o en canalización subterránea.

*Tecnologías sobre medios radioeléctricos:* Por último, en aquellas situaciones en que por orografía de la zona o por los elevados costes que supone, no es viable ninguna de las soluciones anteriores puede recurrirse a sistemas de radioenlace de pequeña capacidad, que permiten, en función de la banda de frecuencias utilizada diferentes alcances. Normalmente se utilizan radioenlaces con capacidad 4x2 u 8x2 Mbps, en la banda de 15 Ghz, con alcances típicos entre 10 y 25 Km.

## ASPECTOS TÉCNICO-ECONÓMICOS Y FACTORES DE INFLUENCIA

Visto el contexto tecnológico anterior, los escenarios para la extensión de la BA resultan de la combinación de las diferentes tecnologías que proporcionan el acceso a los usuarios con el sistema de transporte hasta los núcleos de población (redes de acceso), tal como se muestra en el siguiente cuadro:

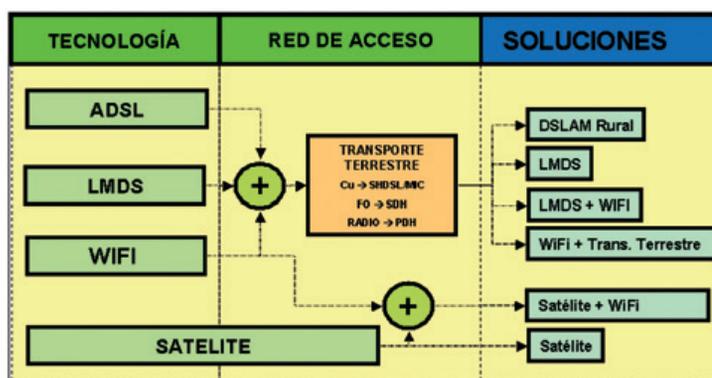


Fig. 4: Soluciones aplicables en función de la combinación de Tecnologías

### Soluciones DSLAM rural:

Como puede verse en la Figura 5, la solución contempla un equipo DSLAM de medidas reducidas (miniDSLAM), y con capacidad máxima en torno a las 240 líneas. Este equipo se conecta como “esclavo” de otro DSLAM “cabecera”, mediante estructuras de “subtending” soportadas básicamente sobre enlaces E1.

El equipo puede ubicarse en central (o edificio tipificado) existente o bien en armario intemperie, en este último caso debe dotarse al mismo del correspondiente suministro eléctrico y de la adecuación de infraestructura de planta externa (canalización y tendido de cables).

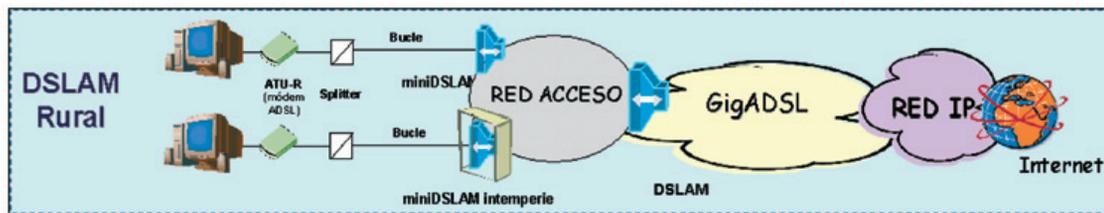


Fig. 5: Estructura de red para el DSLAM rural

Los medios de red de acceso utilizados por lo general se basan en tecnologías sobre cobre (SHDSL/MIC), si bien en algunos casos el análisis técnico-económico de la solución puede inclinarse por opciones de mayor coste (Fibra/Radio). En las Figuras 9 y 10 pueden apreciarse comparativamente los órdenes de magnitud de los costes asociados a los distintos componentes del sistema para diferentes agrupaciones. A resaltar la diferencia sustancial de las soluciones que pueden utilizar red de cobre existente frente al resto.

Los principales factores de coste en esta solución, son el tipo de medios empleados en la red de acceso y el tipo de infraestructura específica (armario intemperie) para la ubicación de los equipos.

Por otra parte, hay que considerar que esta solución es especialmente indicada en casos de bucles muy largos (fuera del alcance del ADSL convencional desde el nodo urbano) y que en general será considerada como primera opción frente a otras soluciones de similar impacto en costes, pues cuenta a su favor el hecho de ser la tecnología más consolidada sobre la que existe una amplia experiencia.

### Soluciones LMDS

TdE está desplegando desde finales del 2.003 las primeras Estaciones Base (EB) LMDS. El nuevo equipamiento permite proporcionar además del servicio de voz, servicios de Banda Ancha previa ampliación de las capacidades de transporte de la EB.

El despliegue de una nueva red LMDS para cubrir zonas de baja demanda en banda ancha no resulta rentable por el alto coste en infraestructuras soporte, debiendo aguardar para ello a la disponibilidad del Wimax, que supondrá tanto un aumento de capacidad como una considerable reducción de costes<sup>8</sup>.

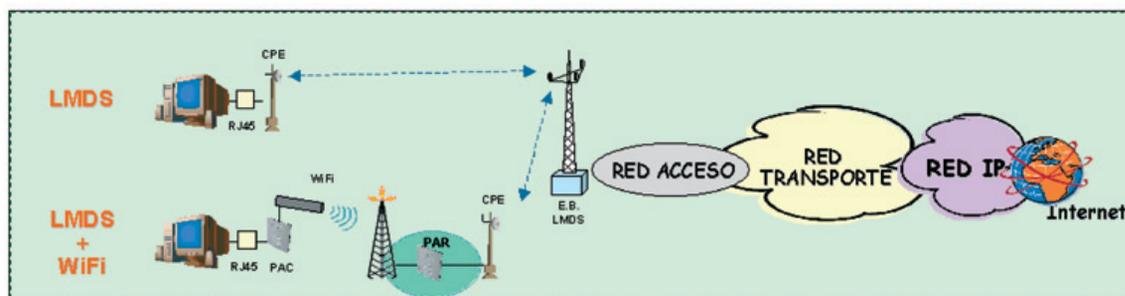


Fig. 6: Estructura de red LMDS y LMDS+WIFI

El escenario de costes de una red LMDS (representado más adelante en las figuras 9 y 10) está compuesto por los terminales de usuario (CPE), la EB con sus elementos radiantes que dan una cobertura radial entre 20-40 Km dependiendo de la orografía del terreno, la infraestructura asociada: habilitación de espacios, suministro de energía y torre de antenas, y los medios de transporte de señal desde la EB hasta el nodo cabecera. Por la propia ubicación de la EB, normalmente en zonas montañosas o puntos alejados de núcleos de población, dichos medios serán básicamente radioenlaces de pequeña capacidad y en menor medida accesos por cobre y F.O.

Siempre en los cálculos expuestos se ha partido de Estación Base existente, por lo que este concepto no tiene impacto en inversión inicial. Por tanto, puede concluirse que esta solución es en este momento especialmente apta en aquellos casos en que se dispone de infraestructura creada para la Migración TRAC, ya que el coste adicional necesario para el acceso a banda ancha es inferior al que representa cualquiera de las otras posibles soluciones. Asimismo, se asumen solventados todos los posibles problemas derivados de la creación de infraestructuras en medios no urbanos como el impacto ambiental y la dotación de infraestructuras soporte (antenas, torres, y suministro de energía).

### Soluciones Wi-Fi

La tecnología Wi-Fi actual así como los servicios desarrollados hasta ahora como el servicio Hot-Spot de TdE tienen su aplicación orientada a pequeños entornos urbanos: locales comerciales, hoteles, aeropuertos, etc. Su adaptación a entornos rurales requiere dotar de mayor robustez a los equipos (antenas exteriores) así como adecuar el transporte y acceso a la red IP.

La estructura básica está representada en la Figura 7. Se compone de los terminales de usuario (PAC-Punto de Acceso Cliente), el equipo de red (PAR-Punto de Acceso a Red) y los medios de transporte.

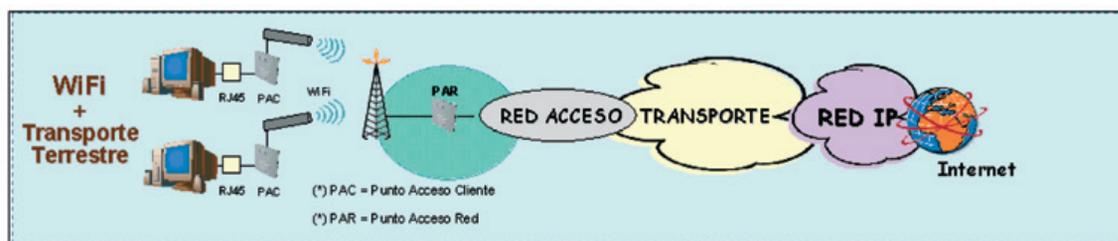


Fig. 7: Estructura de Red WIFI+Transporte terrestre

El coste de los terminales y del PAR es relativamente bajo en comparación con otras soluciones como LMDS (con nueva EB).

Uno de los factores a tener en cuenta en esta solución es el disponer de la infraestructura soporte para el PAR (antenas y equipos interiores). Para obtener un coste razonable por usuario, es importante minimizar la inversión a realizar en esta infraestructura, y una manera de hacerlo es mediante la colaboración de las entidades locales bien sea mediante la cesión de locales y zonas para la ubicación de antenas.

Respecto a los costes del transporte, hay una significativa diferencia entre la utilización del satélite, valorada para un supuesto de Tasa de dimensionado<sup>9</sup> (Tm) mínima de 50 Kbps, y la utilización de portadores terrestres existentes. Por ello estos últimos se utilizarán siempre preferentemente en los núcleos de población donde se posible, dejando el transporte vía satélite sólo para los casos en los que habilitar de medios terrestres resulte poco rentable.

Otro aspecto a considerar en esta solución es la seguridad (autenticación e inmunidad a interferencias...)

### Solución Satélite individual

Solución existente dentro del catálogo de productos y servicios de TdE desde el 2003. Existen dos modalidades unidireccional (con enlace ascendente vía RTB y descendente vía satélite) y bidireccional (ambos enlaces vía satélite). Ha supuesto un notable esfuerzo de despliegue de estructura tanto satelital como terrestre, permitiendo disponer de cobertura en el 100% del territorio nacional.

La estructura de red para el acceso a Internet vía satélite de usuarios dispersos o bien mediante acceso final con tecnología WiFi (Figura 8) esta integrada por los terminales de usuario, el enlace satelital, la plataforma del NOC y los enlaces o conexiones con la red IP.

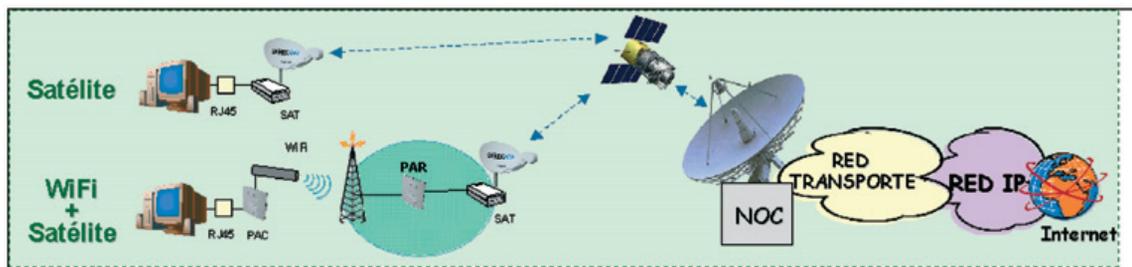


Fig. 8: Estructura de Red WIFI+ Satélite y Satélite aislado

Dentro de los componentes de coste de esta estructura cabe destacar el alto coste del alquiler del segmento espacial cuyo impacto, en función del ancho de banda reservado puede verse en el gráfico adjunto junto al resto de componentes de la solución para el caso de usuarios aislados con una Tm de 5 Kbps (tasa empleada a modo de ejemplo, y que puede ser inferior dependiendo del grado de calidad que se desee ofertar). Además tanto el equipo como la instalación de usuario son más complejas y de coste muy superior al resto de soluciones.

### Comparativa de costes

Una vez expuestos los diferentes componentes del coste para cada solución presentada para la extensión de la Banda Ancha, se han elaborado las gráficas las figuras 9-10, en función del tipo de núcleo al que se pretende dotar de cobertura. Para ello se han elegido 3 niveles de agrupación, 1 cliente aislado, un núcleo de 10 clientes potenciales, y finalmente otro de 40. Los costes presentados hacen referencia al CAPEX, o inversión en nueva planta necesaria para proporcionar el servicio.

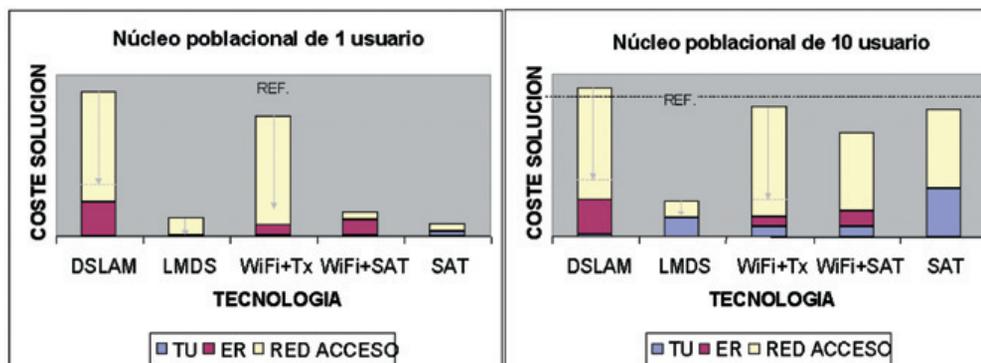


Fig. 9: Comparación de costes para atender a un cliente aislado y a un núcleo de 10 usuarios potenciales

Tal y como se ha indicado los costes de la red de acceso terrestre de referencia (Figura 2) pueden tener variaciones muy significativas según el tipo de solución (FO, Radio o Cu) y las características específicas de la zona. En las gráficas de se refleja para esta componente un coste medio ponderado resultante de considerar: 20% Cu + 30%FO-3Km + 50% Radio. Esto significa que el caso más favorable (Cu o FO existente) representa una reducción en torno al 75% sobre este coste medio, lo que se refleja con la flecha (en la barra de solución DSLAM y WIFI+Tx) dentro de la barra de coste de este componente.

Con el satélite en cambio, los costes de transporte (segmento espacial y NOC) son prácticamente fijos. Para poder establecer la comparación con el resto de soluciones se les ha tenido en cuenta el coste del segmento espacial en forma de VAN a 5 años con un 10,65% y una Tm de 5 Kbps por usuario.

La línea discontinua en los tres gráficos indica un valor de referencia que permite establecer comparaciones absolutas.

Como puede observarse la solución LMDS es la mejor opción en general para este tipo de agrupaciones (hasta 40) partiendo de los supuestos indicados (Estación Base ya existente (TRAC) y por lo tanto no contabilizada como inversión directa). En caso de no existir cobertura LMDS para agrupaciones de más de un par de decenas de potenciales usuarios la solución DSLAM suele ser la más rentable.

Para el entorno de 10 usuarios podemos observar que la solución con WIFI suele ser la más adecuada. La elección final en función de los costes de Red de Acceso (si se dispone de Cu o es viable la RADIO, será con transporte terrestre, si se precisa FO normalmente será con transporte SAT).

Por último para soluciones individuales el satélite es sin duda la opción más adecuada por costes y simplicidad suponiendo que la plataforma ya está establecida.

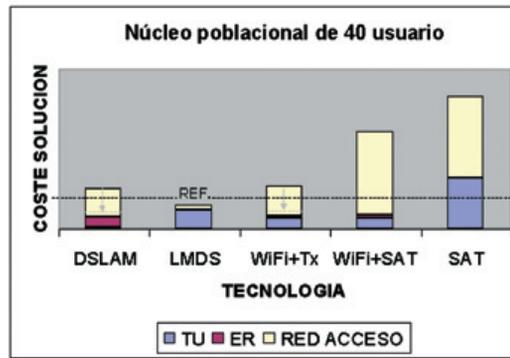


Fig. 10: Comparación de costes para atender a un núcleo de 40 usuarios potenciales

## CONCLUSIONES

El catálogo real de soluciones viables desde el punto de vista técnico-económico que un Operador aisladamente dispone para acometer la extensión de la Banda Ancha está en parte limitado en función de su propia planta desplegada y las tecnologías a las que tiene acceso.

La extensión de la Banda Ancha ha de plantearse en el marco de un negocio con viabilidad a largo plazo para lo cual es necesario el ajuste de costes desde el inicio. Por otra parte partiendo de la base que no estamos, al menos de momento, en un entorno de servicio universal de BA, la extensión natural (sin subvenciones) vendrá determinada por los factores específicos (número de clientes potenciales, planta disponible, facilidades de infraestructura,...) de cada ubicación y por los costes coyunturales de la tecnología a aplicar.

Incrementar el grado de cobertura implica necesariamente, si no se quieren asumir pérdidas, encontrar mecanismos para aumentar el número de clientes (con lo que se pueden encontrar soluciones más optimizadas en coste) o establecer ayudas específicas, subvenciones de parte de la inversión. El objetivo final, en ambos casos, es no penalizar económicamente el acceso a los servicios de banda ancha ...etc.

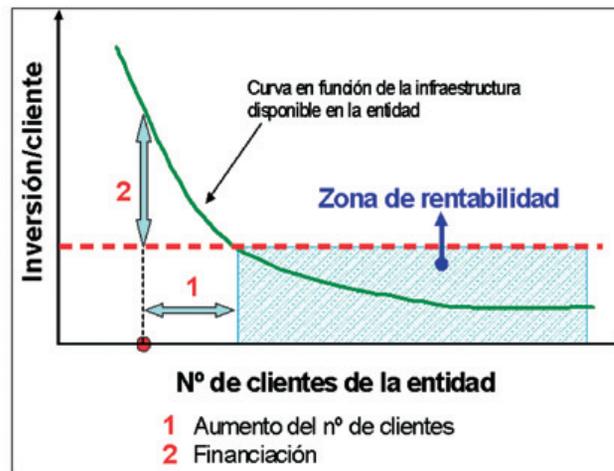


Fig. 11 : Palancas de rentabilidad para la extensión de la BA en una Entidad

## BIBLIOGRAFÍA

- 1- Esta solución es sólo válida para las circunstancias concretas en las que se evalúa, cambios en el número de clientes, tecnología o costes pueden implicar cambio radical en la solución.
- 2- La obtención de permisos para las infraestructuras y tendidos de cable son las principales causas en este concepto.
- 3- Son usuarios de la red de TMA 900 analógica (Red operada por Telefónica Mviles España) que obviamente están muy limitados en la capacidad de comunicaciones de datos y conexión a Internet (del orden de 2.400 b/s).
- 4- Ley de Servicios para la Sociedad de la Información y el Comercio Electrónico (LSSICE) 34/2002 del 11 de Julio.
- 5- Se entiende como AFI a disponer de una velocidad similar a la de los clientes que disponen de red cableada convencional.
- 6- Principalmente Hoteles, Aeropuertos, Ferias, ...y en general puntos de acceso donde potencialmente se registra una cierta concentración de negocios.
- 7- Dependiendo del calibre de los pares, los cambios de calibre en una misma ruta y las posibles derivaciones.
- 8- Se espera que inicialmente sea cercana al 50% tanto en la CPE como en las EB's
- 9- Ancho de banda reservado en el transpondedor por terminal satélite.

