



Trabajo Final de Carrera

Desarrollo de una red inalámbrica en Bogarra

Autor: Miguel León Manzano

Consultor: José López Vicario

Junio de 2012

Resumen

La evolución tecnológica a la que nos vemos sometidos implica que los dispositivos electrónicos deban disponer de redes de transporte que permitan aprovechar al máximo las funcionalidades de los mismos. Podríamos enumerar decenas de dispositivos que, casi sin darnos cuenta, utilizamos a diario y que sin una conexión fiable y rápida, son la mitad de útiles que lo son en potencia.

Las grandes ciudades se han dotado de tecnologías de red (adsl, fibra) que proporcionan conexiones con una relación calidad-precio muy razonables, dentro de nuestro país pero, ¿con qué futuro cuentan las poblaciones rurales o dispersas?. Hasta ahora, las soluciones debían pasar por conexiones que a la vista de la tecnología actual podrían clasificarse como “mediocres”. 3G, UMTS o GPRS han sido la solución temporal a la demanda de los dispositivos actuales que, casi irremediablemente, han debido incorporar una ranura SIM para realizar estas conexiones.

Todos los indicios confirman que se han de imponer nuevas redes que satisfagan la demanda de los consumidores. La tecnología ya está creada, y se ha comprobado su funcionalidad. Se comercializa bajo el nombre de varias marcas. Ahora sólo falta implementarla. Es la combinación de WiMAX más WiFi.

Este trabajo se desarrolla y presenta con dos funciones:

- ◆ La primera el ofrecer una solución real a un problema real; el desarrollo, paso a paso, de una red WiMAX en un entorno rural al que actualmente no existe un acceso a la red de redes adecuado.
- ◆ La segunda, el proporcionar una guía de referencia, con herramientas gratuitas de desarrollo que permita la instalación, independientemente del entorno, de una red WiMAX.

Durante la lectura del trabajo, se irá justificando con gran detalle el por qué de esta tecnología, y se contrastará con el resto de soluciones (WiFi, 3G, ect.).

Índice

Resumen	2
Índice de contenidos	3
Capítulo 1. Consideraciones iniciales.	5
1.1.- Justificación del Trabajo de Final de Carrera.	5
1.2.- Objetivos, alcance, ámbito de aplicación, beneficiarios.	6
1.3.- Situación geográfica de la red.	7
1.4.- Metodología.	8
1.5.- Planificación.	9
Capítulo 2. Análisis del proyecto.	9
2.1.- ¿Por qué WiMAX?	9
2.2.- Replanteo.	15
2.2.1.- Acceso al ISP.	16
2.2.2.- Estudio de carga de tráfico de la red.	18
2.2.3.- Previsión de usuarios.	18
2.2.4.- Elección de la trama que dará soporte a la infraestructura.	19
2.2.5.- Diagrama de red.	22
2.2.6.- Diseño de los enlaces punto a punto.	23
2.2.7.- Replanteo de la primera zona de cobertura WiMAX.	
25	
2.2.8.- Replanteo de la segunda zona de cobertura WiMAX.	26
2.3.- Implantación del sistema WiMAX.	27
2.3.1.- Características de WiMAX.	27
2.4.- Implantación del sistema Wi-Fi.	30
2.4.1.- Características de WiFi.	30
Capítulo 3. Cálculo e instalación de Infraestructuras.	32
3.1.- Estudio detallado de las infraestructuras.	32
3.1.1.- Consideraciones preliminares.	32
3.1.2.- Cálculo con el software Radio Mobile.	33
3.1.2.1.- Configuración de los mapas.	33
3.1.2.2.- Configuración de parámetros según zona.	34
3.1.2.3.- Config. de parámetros dependientes de los equipos.	34
3.1.2.4.- Config. de los equipos de enlace punto a punto.	35
3.1.2.5.- Configuración de los equipos de radio en los AP.	40
3.1.2.6.- Interpretación de los resultados obtenidos.	42
3.1.2.7.- Zonas de cobertura WiMAX.	43
3.1.2.8.- Zonas de cobertura WiFi.	45
3.1.3.- Ubicación (coordenadas) de los equipos.	47
3.1.3.1.- Ubicación de la BTS central.	47
3.1.3.2.- Ubicación final de los puntos de acceso.	48
3.1.3.3.- Ubicación de los puntos de radioenlace.	50
3.1.3.4.- Ubicación en plano de los puntos de radioenlace.	52
3.1.3.5.- Ubicación en plano de los puntos de acceso.	55

3.2.- Infraestructura WiMAX.	54
3.2.1.- Alvarion Breeze Max 5000.	54
3.2.2.- Alvarion BreezeNet B 300.	55
3.3.- Infraestructura WiFi.	55
3.3.1.- Equipos CPE + cobertura WiFi Wi2.	55
3.4.- Equipos auxiliares.	56
3.4.1.- Elección de las torres de soporte.	56
3.4.2.- Fuentes de alimentación.	56
3.4.3.- Protección contra irregularidades en la red eléctrica.	56
Capítulo 4. Configuración de los equipos.	57
4.1.- Configuración de los radioenlaces BreezeNet.	58
4.2.- Configuración de los puntos de acceso Wi2.	58
4.3.- Configuración del equipo Wi2 Controller.	58
4.3.- Configuración del equipo BreezeMax Extreme 5000.	59
Capítulo 5. Seguridad.	60
5.1.- Elección de WPA como sistema de encriptación.	60
Capítulo 6. Licencias, aspectos legales.	61
6.1.- Análisis legal.	61
6.1.1.- Ofrecer servicios de comunicaciones.	61
6.1.2.- Utilización del espacio radioeléctrico.	61
Capítulo 7. Escalabilidad.	62
Capítulo 8. Estudio económico.	63
8.1.- Presupuesto general.	63
8.2.- Gastos de contratación y alquiler de la trama.	63
Anexo I. Definiciones	64
Anexo II. Bibliografía.	65
Anexo III. Fichas técnicas de características de los equipos empleados.	66
1. Estación base de exterior WiMAX BreezeMax 5000.	66
2. Estación combinada, de backhaul WiMAX y cobertura Wi-Fi Wi2.	69
3. Controlador Wi2 para 10 puntos de acceso. Wi2-CTRL-10	74
4. Guía rápida de referencia para equipos Breeze Max.	74
5. Ficha de características técnicas de los sistemas Alvarion BreezeNet B.	79
6. Guía de configuración de los equipos Wi2.	83

Capítulo 1. Consideraciones iniciales.

1.1.- Justificación del Trabajo de Final de Carrera.

- ▶ La Sierra del Segura es una zona de gran interés turístico por su paisaje, enclavado en un entorno rural de gran belleza. Entre sus ocho pueblos principales se encuentra Bogarra. Este municipio goza de ser de especial interés por la cantidad de alojamientos rurales.



- ▶ La conexión a Internet para el turismo en estas zonas cuenta hasta ahora con un número muy reducido de posibilidades. Excepto en zonas muy concretas donde es posible conectarse mediante la tecnología 3G, navegar por la red de redes debe pasar por una conexión GPRS.

- ▶ Las pruebas realizadas con un teléfono Apple iPhone 3GS para dos de las tres principales compañías de operador móviles confirman que en la mayor parte del entorno, la conexión 3G queda limitada a zonas geográficas y horarios

muy concretos. Con mucha probabilidad, el número de conexiones se encuentra limitado por la capacidad actual de la red.

- ▶ De otro lado, los alojamientos no pueden ofrecer Internet a sus clientes, dado a que deben compartir una conexión de ancho de banda fijo, de velocidad 1 mega (en proceso aumentar a 3 o 6 megas, dependiendo de la calidad de los actuales bucles). Aunque existen tecnologías vía satélite, no serán objeto de estudio del presente TFC.



Operadoras 3G en el mercado Español.

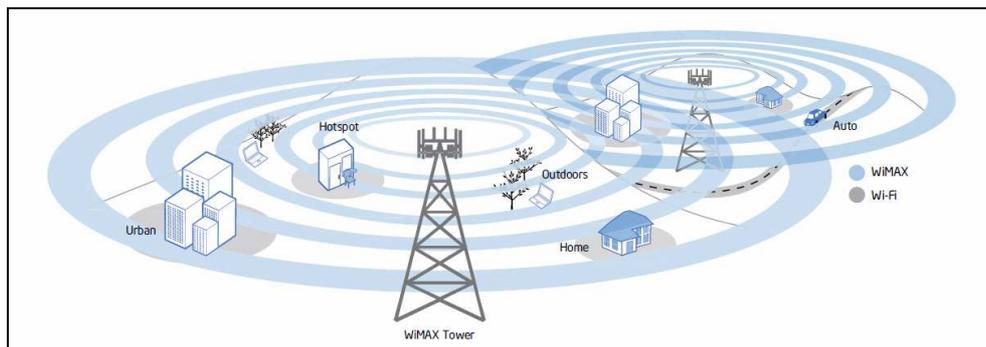
- ▶ Queda claro que la línea de trabajo pasa por buscar un sistema de comunicación inalámbrico y que de entre todos los sistemas existentes la tecnología WiMAX es la que más se adecua a nuestros requerimientos.

- ▶ El presente trabajo se enfoca de un lado a analizar las tecnologías actuales dentro del ámbito de la situación planteada, permitiendo decidir, partiendo de una comparativa exhaustiva, cuál de las mismas es más adecuada. En una segunda parte se realiza la aplicación de un proyecto práctico para las tecnologías descritas, utilizando herramientas de desarrollo gratuitas (Radio Mobile).

1.2.- Objetivos, alcance, ámbito de aplicación.

Objetivos:

- ▶ El objetivo del proyecto es realizar el análisis y diseño de una red wireless teniendo en cuenta los requisitos de funcionamiento, competencia de los sistemas actuales, seguridad y fiabilidad en el entorno elegido.
- ▶ Esta red estará formada por estaciones BTS para dar cobertura a las zonas de mayor influencia, en particular, a Bogarra y varios núcleos de turismo rural, entre los que se encuentran varios alojamientos rurales.



Implantación de una combinación WiMAX + WiFi y cobertura de ambas tecnologías.

- ▶ La tecnología utilizada será la base de una combinación entre la ya conocida Wi-Fi del estándar 802.11 en sus modalidades b/g y la tecnología WiMAX del estándar 802.16e, aunque esta última será el principal objeto de estudio.

Alcance, beneficiarios:

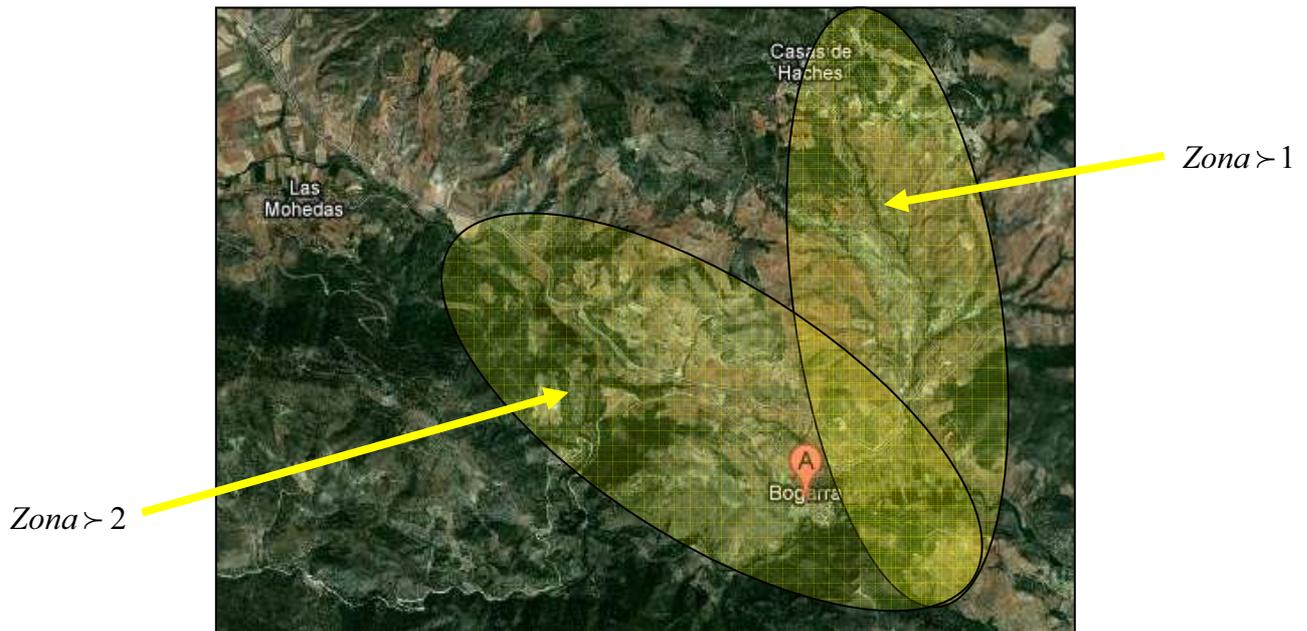
- ▶ El proyecto irá dirigido al Ayuntamiento de la localidad y los propietarios de los alojamientos, quienes financiarán el mismo. Podrán beneficiarse directamente:
 - ▶ Los habitantes de la localidad de Bogarra y las pedanías con cobertura WiMAX y Wi-Fi, según zonas.
 - ▶ Los distintos esquemas de red reflejarán las zonas de cobertura WiMAX y Wi-Fi según la configuración de red diseñada.
 - ▶ Los turistas, de la red combinada, WiMAX-Wi-Fi, tras recibir información en la oficina de turismo "in situ", y a través de su página web. El Ayuntamiento, parte interesada, también deberá ofrecer estos servicios.
 - ▶ Los turistas en los distintos alojamientos. Mediante la red Wi-Fi (proveniente del WiMAX).

Cabe indicar, aunque se especifica con mayor claridad en el apartado "Aspectos Legales", que aunque puedan existir servicios de carácter gratuito, la red sería explotada por el Ayuntamiento de Bogarra, quien obtendría un beneficio directo sobre la misma.

1.3.- Situación geográfica de la red.

- ▶ La zona de interés es la situada entre la localidad de Bogarra, la aldea Casas de Haches, formada por un pequeño valle, además de una segunda zona, que forma un segundo valle y que también es de gran interés turístico.
- ▶ En total, en las zonas de cobertura, existen unos 12 complejos residenciales de ámbito rural. A continuación se muestran las zonas a las cuales se va a proporcionar cobertura según el estándar 802.16 WiMAX.

Situación de la red:



Sombreado en color amarillo, las zonas de cobertura WiMAX

- ▶ Un primer diagrama muestra, de modo conceptual, las dos principales zonas de cobertura WiMAX. Más adelante se extenderá el estudio definiendo gracias a una software de cálculo de propagación de ondas de radio, las zonas reales de cobertura.
- ▶ Teniendo en cuenta las características del entorno rural, se habrá de instalar un sistema flexible ya que, aunque se puede prever con bastante fiabilidad la extensión de la cobertura, se requiere un sistema escalable; existen clientes potenciales que en un futuro pueden conectarse a la red.

1.4.- Metodología.

► El proyecto se desarrolla en tres fases:

- Una primera fase se centra en el análisis de las tecnologías actuales, con el fin de justificar el por qué de la tecnología utilizada.
 - Para ello se hará un estudio en profundidad de las características de las tecnologías actuales, realizando una comparación entre las posibles, dentro del ámbito de la tecnología sin hilos y justificando en función de cada parámetro las ventajas e inconvenientes de cada una, para llegar a la conclusión de que la relación calidad/precio corresponde a la implantación de un sistema combinado WiFi + WiMAX.
 - Esta primera fase planteará además el replanteo de la instalación, es decir, se explicará a grosso modo, como se implantará el sistema teniendo en cuenta aspectos característicos de la zona (presencia de elevaciones donde situar la BTS central, distancia y alcance a los que se debe proporcionar cobertura, edificios culturales, núcleos de población, hostales, etc..)
 - Esta parte incluye un estudio de viabilidad del proyecto en función de los usuarios potenciales.
- La segunda fase se dedica al estudio en detalle de las tecnologías propuestas; protocolos de comunicación, estándares.
 - Se ahondará en el uso de la herramienta Radio Mobile, explicando los parámetros introducidos en el software, funcionamiento y simulación de cálculo de propagación de ondas (cálculo de coberturas). Este estudio de coberturas servirá para conocer la viabilidad del proyecto, si este alcanza su objetivo final y las áreas las cuales deberán ser ofrecidas a potenciales clientes para su conexión de banda ancha.
 - La herramienta se basará en los parámetros de una marca comercial concreta de equipos de radiotransmisión WiMAX/WiFi, es decir, se utilizarán los valores reales de potencia de transmisión máxima, potencia mínima de recepción, ganancia y pérdidas de antenas, elevaciones y obstáculos en el terreno y muchas otras características particulares de la zona rural en estudio.
- Una tercera fase se basará en la configuración y puesta en marcha de los equipos. Debe proporcionarse información suficiente a la empresa que explote la infraestructura en cuestión de configuración, aplicación de seguridad y mantenimiento de la red.

De modo complementario a estas tres fases se ha incluido toda la información relacionada con presupuesto, aspectos legales de instalación de una red de distribución de banda ancha y un pequeño estudio de escalabilidad del proyecto.

1.5.- Planificación.

Planificación temporal, descripción de tareas e hitos.:

El grueso del proyecto se encuentra estructurado en dos grupos de tareas; planificación y desarrollo, y estas además se subdividen en otras 31 tareas. El siguiente esquema creado con Microsoft Project muestra la distribución temporal de la planificación del proyecto. Esta planificación se encuentra disponible en formato "Project", adjunto al presente proyecto.

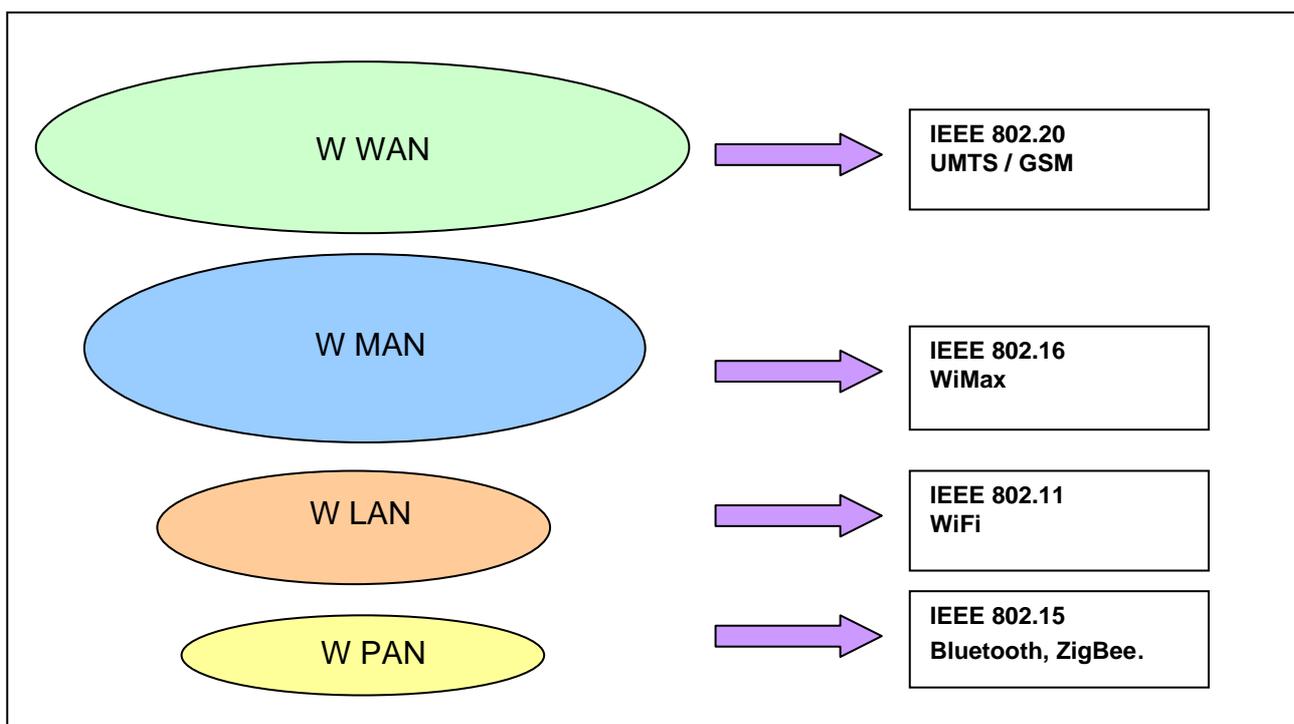
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	Decisión del Trabajo de Final de Carrera	6 días	mié 29/02/12	mié 07/03/12
2	Planificación	7 días	jue 08/03/12	mié 14/03/12
3	Descripción detallada del proyecto	2 días	jue 08/03/12	vie 09/03/12
4	Objetivos del proyecto	1 día	sáb 10/03/12	sáb 10/03/12
5	Aproximación al trabajo	1 día	dom 11/03/12	dom 11/03/12
6	Elaboración de la Planificación temporal	2 días	lun 12/03/12	mar 13/03/12
7	Entrega de la Planificación PAC 1	1 día	mié 14/03/12	mié 14/03/12
8	Desarrollo del TFC	96 días	jue 15/03/12	vie 22/06/12
9	I Consideraciones iniciales	14 días	jue 15/03/12	jue 29/03/12
10	Objetivos, alcance y ámbito de aplicación	6 días	jue 15/03/12	mié 21/03/12
11	Metodología	3 días	jue 22/03/12	sáb 24/03/12
12	Planificación	5 días	dom 25/03/12	jue 29/03/12
13	II Análisis del Proyecto	25 días	dom 01/04/12	mié 25/04/12
14	¿Por qué Wimax?	3 días	dom 01/04/12	mar 03/04/12
15	Replanteo	4 días	mié 04/04/12	sáb 07/04/12
16	Implantación sistema WiMAX	4 días	dom 08/04/12	mié 11/04/12
17	Características de WiMAX	4 días	jue 12/04/12	dom 15/04/12
18	Implantación del sistema WiFi	4 días	lun 16/04/12	jue 19/04/12
19	Características de WiFi	4 días	vie 20/04/12	lun 23/04/12
20	Entrega de la PAC 2	2 días	mar 24/04/12	mié 25/04/12
21	Infraestructuras	16 días	jue 26/04/12	vie 11/05/12
22	Cálculo de señales con Radio Mobile	4 días	jue 26/04/12	dom 29/04/12
23	Elección de los emplazamientos BTS	4 días	lun 30/04/12	jue 03/05/12
24	Equipos BTS	4 días	vie 04/05/12	lun 07/05/12
25	Equipos auxiliares	4 días	mar 08/05/12	vie 11/05/12
26	Configuración de los equipos	18 días	sáb 12/05/12	mié 30/05/12
27	Configuración de la BTS	2 días	sáb 12/05/12	dom 13/05/12
28	Configuración de los equipos cliente	5 días	lun 14/05/12	vie 18/05/12
29	Seguridad	4 días	sáb 19/05/12	mar 22/05/12
30	Aspectos legales	1 día	mié 23/05/12	mié 23/05/12
31	Escalabilidad del producto	2 días	jue 24/05/12	vie 25/05/12
32	Estudio económico	3 días	sáb 26/05/12	mar 29/05/12
33	Entrega de la PAC 3	1 día	mié 30/05/12	mié 30/05/12
34	Entrega memoria final y presentación	21 días	jue 31/05/12	vie 22/06/12
35	Realización de la memoria final	14 días	jue 31/05/12	vie 15/06/12
36	Entrega de la memoria final	1 día	sáb 16/06/12	sáb 16/06/12
37	Realización de la presentación en Powerpoint	5 días	dom 17/06/12	jue 21/06/12
38	Entrega de la presentación	1 día	vie 22/06/12	vie 22/06/12

Capítulo 2. Análisis del proyecto.

2.1.- ¿Por qué WiMAX?

Cabe primero indicar cómo se posicionan actualmente las tecnologías inalámbricas, objeto de estudio de este proyecto.

Se puede obtener una primera clasificación en función del radio de cobertura:



Según el esquema, se han definido los grupos de redes en cuatro tipos según su aplicación y estándares principales.

- ▶ WPAN (Wireless Personal Area Network). Se utiliza en aplicaciones donde los dispositivos no requieren mucha distancia para comunicarse entre sí, es decir, se encuentran cercanos al punto de acceso. Actualmente su uso se limita a instalaciones de domótica, transferencia de archivos de poco peso en cortas distancias. Los estándares más utilizados son el 802.15 (Bluetooth) y 802.15.4 (ZigBee)
- ▶ WLAN. (Wireless Local Area Network). En este caso, el área de cobertura se encuentra menos limitada que una WPAN. En principio fueron diseñadas para ofrecer conectividad en el ámbito doméstico y empresarial. Actualmente hay ciudades que han implementado redes de este tipo para grandes extensiones y miles de usuarios. El estándar que define este tipo de comunicaciones es el 802.11. Entre sus variantes, las más utilizadas son las /b, /g y /n. En el presente proyecto se instalarán puntos de acceso para /b y /g, aunque disponer de un sistema no propietario permitirá a los clientes, si lo consideraran necesario implementar el más moderno y eficiente de los sistemas /n.
- ▶ WMAN. (Wireless Metropolitan Area Network). Esta opción brinda la posibilidad de implementar una red inalámbrica en una gran extensión.

- ▶ A pesar de que actualmente no se ha integrado en las TIC, bien por ausencia de infraestructuras radiantes que ofrezcan este servicio, bien por que no se ha implementado en la mayoría de los dispositivos de los usuarios, se prevé que en los próximos 10 años se consiga establecer en el ranking de las tres primeras, junto con la 802.11 y las 802.20.

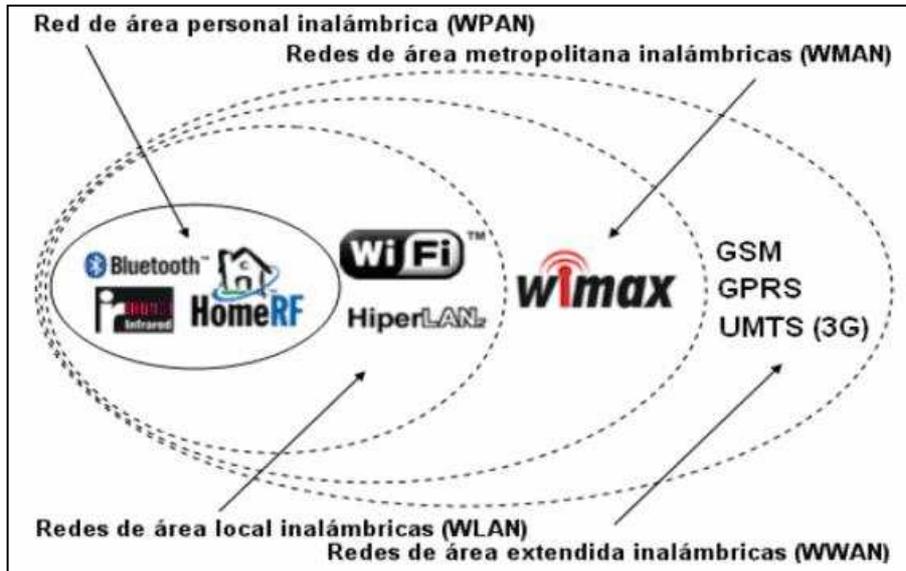


Diagrama conceptual sobre el alcance de cada grupo de tecnologías.

- ▶ WWAN. (Wireless Wide Area Network). Por su constitución, son diseñadas para comunicaciones móviles, ya que son capaces de ofrecer cobertura en áreas muy extensas, independientemente de si el usuario se encuentra en movimiento o no. Actualmente prevalece la tecnología UMTS, GPRS y GSM sobre el resto, aunque se prevé que en no mucho tiempo la tecnología basada en WiMAX 802.16e Mobile se imponga ante la red actual.
- ▶ De las anteriores opciones, nos centraremos en la comparativa, análisis y proyecto de instalación de una combinación de WMAN y WLAN, en particular para los sistemas WiMAX y WiFi respectivamente.



- Una segunda comparativa de redes, nos aporta una idea bastante clara de las ventajas y limitaciones de cada tecnología en cuanto a su nivel de aplicación. De ella se obtendrá la conclusión del por qué WiMAX + Wi-Fi en nuestro proyecto:

Tecnología	Aplicaciones	Alcance Típico* Frecuencia Velocidad	Ventajas	Inconvenientes
802.11n Wi-Fi	<p>Servicios de información. Interconexión de empresas y edificios municipales.</p> <p>Servicios de conexión a Internet.</p> <p>Control del tráfico.</p> <p>Control meteorológico –como punto de enlace a sensores de otras tecnologías-.</p> <p>Comercio electrónico.</p> <p>Eficiencia energética y Smart Grids –como punto de enlace a sensores de otras tecnologías-.</p>	<p>100 m</p> <hr/> <p>2.4 GHz</p> <hr/> <p>600 Mbps (4x4 40 MHz)</p>	<p>Poder de penetración; capacidad para atravesar obstáculos en viviendas y mobiliario urbano.</p> <p>Compatibilidad con la gran mayoría de los dispositivos electrónicos.</p> <p>Polivalente en la mayoría de aplicaciones. Capaz de adaptar su protocolo en otros sistemas de transmisión como 802.16 y 802.15.</p>	<p>No muy adecuado para enlaces punto-punto o punto-multipunto de largo alcance.</p> <p>Alcance bajo-medio. En caso de tener cubrir zonas extensas, hay que recurrir a la instalación masiva de hotspots.</p>
802.16e WiMAX	<p>Acceso a Internet en ciudades, zonas rurales o poblaciones segregadas.</p> <p>Cobertura de red para equipos de emergencia fijos o móviles.</p>	<p>7 a 10 Km celda</p> <hr/> <p>2.5 – 10 Mhz</p> <hr/> <p><365 Mbps (2x20 MHz)</p>	<p>Alcance; es una buena solución a zonas extensas sin posibilidad de crear conexiones cableadas.</p> <p>Versatilidad; ofrece conexiones punto-punto, punto-multipunto y al usuario final.</p> <p>Plantea soluciones de comunicación en caso de catástrofes muy adecuadas.</p>	<p>Poco poder de penetración (muros, viviendas, mobiliario urbano).</p> <p>No integrado en la mayoría de los sistemas de telecomunicaciones actual; requiere tarjeta de red independiente.</p> <p>No es útil para conexión directa en ordenadores de sobremesa, a no ser que el campo visual con la estación de radiotransmisión sea directo.</p>
802.15.4 ZigBee	<p>Servicios de información.</p> <p>Comercio electrónico.</p> <p>Eficiencia energética y Smart Grids.</p> <p>Control del tráfico.</p> <p>Control meteorológico.</p>	<p>10 m</p> <hr/> <p>868 Mhz - 2.4 GHz</p> <hr/> <p>250 Kbps</p>	<p>Consumo muy bajo. Ideal para sistemas de domótica.</p> <p>Menor consumo que Bluetooth.</p> <p>Consumo en reposo cercano a 0.</p> <p>Número de nodos máximo (65535, 255 subredes)</p> <p>Precio muy reducido.</p> <p>Código abierto.</p>	<p>Tasa de transmisión muy reducida.</p> <p>No apto para transmisión de archivos.</p>
802.15.1 Bluetooth	<p>Servicios de información y consulta en espacios reducidos.</p> <p>Servicios de publicidad en áreas comerciales.</p>	<p>15</p> <hr/> <p>2.4 GHz</p> <hr/> <p>3 Mbps</p>	<p>Compatibilidad con la mayoría de los dispositivos electrónicos móviles.</p> <p>Mejor tasa de transmisión que Bluetooth.</p>	<p>Tasa de transmisión de datos reducida.</p> <p>Alcance bajo.</p> <p>Reducido número de nodos (8).</p> <p>Mayor consumo que 802.15.4.</p>

Tabla comparativa de características y aplicaciones de tecnologías inalámbricas.

Se observa la limitación en cuanto a velocidad y cobertura de casi todas las tecnologías para el proyecto en estudio. Es fundamental que se cumplan las siguientes condiciones para la correcta consecución de este estudio por las características de la zona:

- ▶ La cobertura de red debe alcanzar sin problemas los 7 Km..
- ▶ Se requiere que los usuarios puedan utilizar Wi-Fi, ya que sus dispositivos, de no preverlo, no dispondrán de una tarjeta de red adecuada.
- ▶ Se deben cubrir varias zonas. Un solo punto Wi-Fi no es capaz de hacerlo.
- ▶ Los elementos radiantes deberán poder comunicarse con una estación central; con tecnología Wi-Fi, según al tabla comparativa, no es posible.

De todas las opciones, se ha determinado que la más adecuada son WiMAX y Wi-Fi. Estas funcionalidades no pueden darla si no una combinación de los estándares 802.11 y 802.16. No existe duda sobre que WiMAX y Wi-Fi ofrecen los servicios que necesitamos.

- ▶ WiMAX vs Wi-Fi NO : WiMAX + Wi-Fi



- ▶ Hemos introducido las principales diferencias entre ambos estándares, pero no hay que caer en el error de creer que una de ellas es mejor que otra; en la mayoría de los proyectos WiMAX se complementa con Wi-Fi..
- ▶ En algunos casos se ha conseguido dar a Wi-Fi la cobertura de la que dispone WiMAX, pero se ha tenido que abordar el problema intrínseco de la tecnología con la instalación de muchos puntos de acceso. Si volvemos a determinar las diferencias entre una y otra, a grandes rasgos:

Característica / Tecnología	WiMAX	Wi-Fi
Alcance	Rango muy amplio.	Pequeñas áreas.
Espectro	Con licencia/ sin licencia	Sin licencia
Mobilidad	En cualquier dirección, en cualquier momento	Limitado a la zona donde se encuentre el punto de acceso.
Velocidad	Muy alta	Alta
Calidad de Servicio	Soporta aplicaciones multimedia.	Limitaciones para las aplicaciones multimedia.

De manera que quedan definidas, a grosso modo, las características básicas de las dos tecnologías, y pueden empezar (ver siguiente apartado) a tomarse decisiones de elección de una u otra dependiendo de la aplicación.

- ▶ Adopción de decisiones sobre la tecnología a utilizar en base a las características de funcionamiento de cada una.
 - ▶ Alcance.
 - WiMAX es capaz de cubrir distancias de hasta 10 Km. en celda.
 - Con WiMAX se pueden crear enlaces punto a punto o punto multipunto de hasta 50 Km.. Teniendo en cuenta que debe existir una comunicación punto-multipunto entre la BTS central y las estaciones de recepción WiMAX y emisión Wi-Fi, habrá que usar esta tecnología de largo alcance.
 - ▶ Cobertura:
 - Wi-Fi es más adecuado en entornos de interior, con alcance de hasta 100 metros, aunque esta distancia se limita en función de parámetros como obstáculos, presencia de otras redes emitiendo en el mismo rango de frecuencias, potencia utilizada, disposición, tipo y ganancia de las antenas, etc.. Es posible aumentar el alcance, pero se debe aumentar el número de puntos de acceso, lo que incrementa la inversión inicial, o mediante la instalación de repetidores, aunque esta última opción deteriora el ancho de banda original.
 - WiMAX es polivalente en cuanto a la aplicación que pueda requerir el usuario final; el mismo puede conectarse directamente a la estación de radiotransmisión WiMAX, mediante un adaptador específico (actualmente no implementado en la mayoría de dispositivos convencionales, PDA, PC netbook, laptop, todo portátiles, Smart-phone).
 - ▶ Escalabilidad:
 - En Wi-Fi, el ancho de banda de cada canal es fijo, de 20 MHz o 40 MHz, esto implica una limitación.
 - En WiMAX este ancho de banda es flexible, independientemente de si se utiliza una banda con licencia o sin ella. De esta manera es posible asignar un ancho de banda a cada canal en función de las necesidades.
 - ▶ Velocidad:
 - Wi-Fi Es posible alcanzar velocidades de hasta 600 Mbps en configuraciones 4x4, usando un ancho de banda de 40 MHz.
 - WiMAX. En este caso la velocidad puede llegar hasta 365 (2x20 MHz) en configuración FDD.
 - ▶ Calidad de Servicio. Se integra perfectamente en el estándar 802.16 y se encuentra en proceso de implantación en los de tipo 802.11. Especialmente se busca su integración en las variantes -e y -n.

2.2.- Replanteo.

- ▶ Se da la circunstancia de que existe una elevación en el terreno (Monte Picayo) la cual cuenta con alimentación eléctrica y un recinto dedicado a la instalación de otros sistemas de telecomunicaciones (otras BTS de Vodafone, Orange, Movistar, RTVCM) la cual ofrece cobertura casi completa al valle.
- ▶ El proyecto WiMAX en la Sierra del Segura. Actualmente, la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha ha aprobado la implantación de sistema WiMAX en la Sierra del Segura en dos fases; la primera fase, ya adjudicada, formará la red transporte. La inversión estimada es de 16 millones de euros (para toda la red).



Internet Rural con Wimax
Comunicaciones y Telefonía, General, Internet

Me gusta A una persona le gusta esto. Sé el primero de tus amigos.

La Comunidad Castilla-La Mancha ha seleccionado los equipos de Alvarion para el despliegue de la red Wimax como acceso a Internet.

En agosto del 2010 fue adjudicado el concurso público a la operadora Telecom Castilla-La Mancha, el objeto de este concurso público era dar una solución de acceso a la banda ancha en las zonas rurales de Castilla-La Mancha, que presenta mucha dificultad por su orografía. En este proyecto hay que dotar de un mayor caudal a 459 poblaciones, actualmente ya disponían de conectividad con la tecnología Satélite, pero con un caudal un pequeño de 256 Kbps, que en muchos casos no cubría las necesidades de la demanda de los usuarios.

Las especificaciones del concurso público era garantizar un acceso a Internet con una velocidad de conexión mínima de 2 Mbps/512 Kbps y garantizar el servicio DUO (Internet + Llamadas Telefónicas de VoIP).

En 402 poblaciones tendrán cobertura Wimax y las 57 restantes seguirán con la cobertura Satélite, por la complejidad en la cobertura.

Aquí tenemos un nuevo caso de éxito de la tecnología Wimax combinada con VoIP, para llevar al entorno rural la telefonía y el acceso a Internet.

Noticia sobre la implantación de WiMAX en la zona.

El Corte Inglés está colaborando como consultor tecnológico en la puesta en marcha de la **red WiMAX del Gobierno Regional de Castilla-La Mancha**, que pretende dar servicio a 459 poblaciones rurales donde actualmente no hay previsión de que las operadoras presten servicio de Banda Ancha.

El despliegue fue adjudicado en 2010 al operador local **Telecom CLM** que, con tecnología de **Alvarion**, tiene como objetivo garantizar a todos estos municipios un acceso a Internet con una velocidad mínima de **2 Mbps/512 Kbps** y **modalidad DUO** (Internet + llamadas telefónicas IP).

A 402 de las poblaciones se les dará cobertura con tecnología **WiMAX** y a las restantes mediante satélite, con idénticas velocidades y prestaciones. Según explica Agustina Piedrabuena Moraleda, directora general para la Sociedad de la Información y las Telecomunicaciones de la Junta de Castilla-La Mancha:

“ La media en estos pueblos es de unos 34 habitantes, pero también hay pedanías con cuatro o cinco vecinos, enclavadas en un entorno rural donde resulta especialmente dificultoso el despliegue de las nuevas tecnologías. A pesar de ello, se trata de ciudadanos con los mismos derechos que los que viven en núcleos urbanos. Por tanto, deben tener también iguales derechos a la hora de acceder a los servicios de la Sociedad de la Información y deben tener a su alcance el poder aprovechar sus ventajas de la misma manera que el resto de los castellano-manchegos.

Este proyecto de inversión pública, cuyo importe total asciende a más de **16 millones de euros**, pretende minimizar la brecha digital que representa la ausencia de infraestructuras de telecomunicaciones en estas localidades. Está previsto que el despliegue finalice a mediados de 2011 (ya se han incorporado a la red más de 170 poblaciones), y una vez realizadas las correspondientes certificaciones por parte de los técnicos de la Consejería, se iniciará la campaña comercial para la **contratación de los accesos.**

Noticia extraída de la página www.xataca.com

- ▶ Estará compuesta por una red troncal que permitirá el alojamiento de las estructuras de red de la segunda fase; la red formada por los puntos de acceso WiMAX-Wi-Fi para los usuarios finales, en la cual se centrará el presente proyecto.
- ▶ Tal y como publicita la noticia, las conexiones actuales no permitían tasas de transmisión reales de más de 256 Kbps, y la nueva tecnología ofrecerá hasta 2 Mbps para conexión a internet.

- ▶ Un presupuesto de 16 millones de euros, tanto para las redes de transporte como las de última milla.
- ▶ El presente proyecto se centra en la instalación de la BTS central y equipos de acceso para los usuarios finales.

2.2.1.- Acceso al ISP.

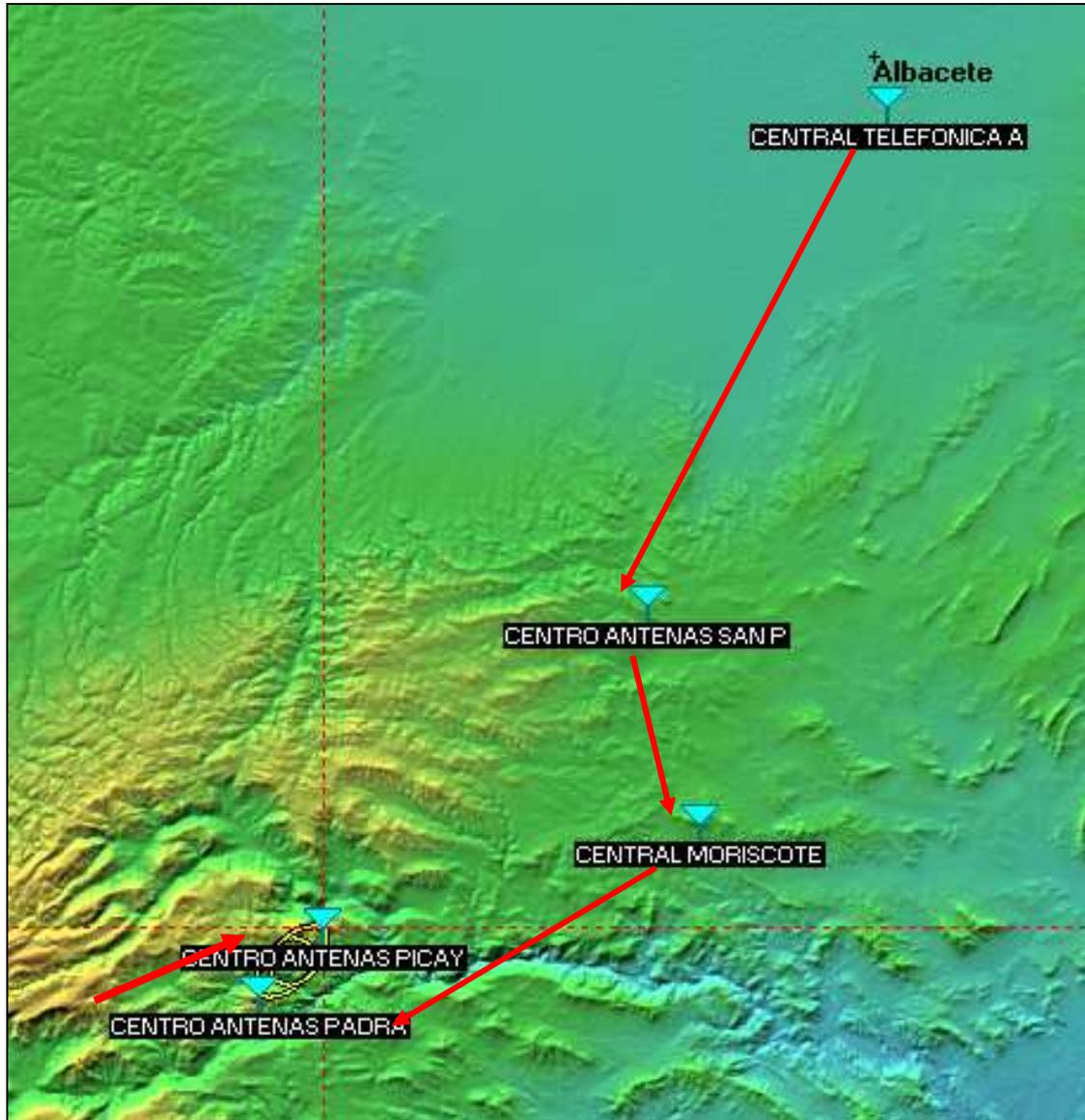
- El presente estudio permitirá ofrecer un acceso de 1 a 2 Mbps (velocidad teórica máxima, según las condiciones indicadas en este mismo apartado) para conexiones a Internet, dependiendo de si se trata de abonados con una conexión permanente mediante puntos de acceso que utilicen la red WiMAX para ofrecer cobertura WiFi en sus viviendas con una tasa de transmisión máxima de 2 Mbps, o bien de clientes que utilizarán los puntos Wi2 o la cobertura WiMAX de manera temporal, a los cuales se ofrecerán conexiones de 1 Mbps.
- El servicio de Internet, que debe llegar hasta la BTS central se realizará mediante la realización de enlaces punto a punto hasta la capital de Albacete. Aunque no es objeto de estudio del presente proyecto, ya que sería la empresa Telecom Castilla La Mancha la que ofrecería el acceso, se ha realizado una simulación de las posibilidades que prestan los equipos de Alvarion para enlaces punto a punto de Alvarion BreezeNET B 300.



- Estos equipos permiten una tasa de transmisión de hasta 250 Mbps, suficiente para el proyecto planteado.
- El proyecto utilizará dos enlaces punto a punto para la conexión a la central de servicios de Telefónica en Albacete.

- ▶ El estudio ha permitido determinar que es posible alcanzar la zona de Bogarra desde Albacete con sistemas de radioenlace con una calidad muy alta, como la mostrada en las simulaciones con Radio Mobile.
- ▶ Han sido necesarios cuatro vanos (cuatro enlaces) para que la señal en el punto final fuera óptima, y puedan realizarse transportes de tasa elevados.
- ▶ Se han utilizado ubicaciones de centros de radiotransmisión reales, las cuales cuentan con alimentación eléctrica y torres que son compartidas por varios operadores.
- ▶ La realización de los enlaces punto a punto con los equipos BreezeNET B 300, se refleja en el diagrama conceptual de la siguiente página, aunque más adelante se analizarán los enlaces individualmente, con estudios de calidad en el enlace, y nivel de señal teniendo en cuenta la orografía de la zona.

► DIAGRAMA CONCEPTUAL DE LA RED DE TRANSPORTE:



Topología de red de los enlaces punto a punto.

- El mapa únicamente muestra la red de transporte, la red que ofrece cobertura WiMAX+WiFi se encuentra en el diagrama de red general.
- Para cuatro vanos son necesarios 8 equipos. Otra manera de representar la red puede ser:

Central Telefónica Albacete >> Centro Antenas Peñas de San Pedro	1º Vano
Centro Antenas Peñas de San Pedro >> Central de Antenas Moriscote	2º Vano
Central de Antenas Moriscote >> Central de Antenas Monte Padrastró	3º Vano
Central de Antenas Monte Padrastró >> Central de Antenas Monte Picayo	4º Vano

- El siguiente equipo a enlazar, en el Centro de Antenas Monte Picayo, formaría parte de la segunda red (de cobertura), recibiría la trama del citado centro.

2.2.2.- Estudio de carga de tráfico de la red.

- Decisión del diseño de red, justificación de los equipos utilizados.
 - Un primer estudio ha determinado que el requerimiento de los clientes difiere de las necesidades actuales; debe implementarse un sistema que mejore las opciones actuales y en particular la fiabilidad y la velocidad de las opciones actuales (ADSL rural, satélite).
 - Para realizar un correcto dimensionado, se tendrán en cuenta las aplicaciones que se utilizan con más frecuencia: datos, vídeo y voz sobre IP, o su equivalente en aplicaciones convencionales: (Web, Streaming, FTP y VoIP).
 - Además se debe tener en cuenta el patrón de uso de dichas aplicaciones, el número de usuarios simultáneos y las características en cuanto a carga de red de estas.
 - La siguiente tabla muestra resumida las tasas de transferencia requeridas por aplicación, a modo de resumen:

Aplicación	Tiempo real / no real		Capacidad	
		Latencia		
Videconferencia	Tiempo real	Baja	128 Kbps	768 Kbps
VoIP	Tiempo real	Baja	20 Kbps	256 Kbps
Web	Tiempo no real	Alta	64 Kbps	1,5 Mbps
Correo electrónico	Tiempo no real	Alta	4 Kbps	20 Kbps
Transf. de archivos	Tiempo no real	Alta	10 Kbps	600 Mbps

2.2.3.- Previsión de usuarios.

La previsión de usuarios que puedan utilizar simultáneamente la red para la población se refleja en la presente tabla:

Punto de acceso	Abonados WiMAX / Velocidad Mbps		Accesos WiFi Wi2 (turismo itinerante) Accesos WiMAX mediante tarjeta WiMAX o dispositivos móviles. Velocidad 1 Mbps	
		Velocidad 2 Mbps		
Bogarra centro	50	100 Mbps	25	25 Mbps
Valle Hotel Vegasierra	15	30 Mbps	20	20 Mbps
Valle Hostal Atalaya	6	12 Mbps	10	10 Mbps

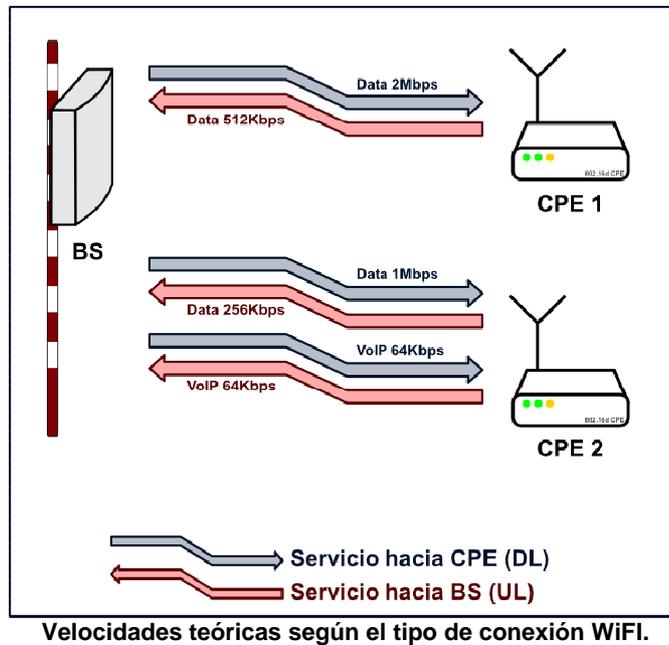
- ▶ Tasa que supone una carga total teórica de 197 Mbps, suponiendo que todos los usuarios realizaran un aprovechamiento de la tasa máxima de transmisión de manera continuada.

- ▶ Hoy en día el cálculo se realiza partiendo de factores de corrección, como relación de compartición o factor de simultaneidad.
 - Esto nace del hecho de que no todos los usuarios utilizarán la red al mismo tiempo, de hecho, existe una probabilidad muy baja de que se haga de este modo. Puede utilizarse un valor estándar del rango comprendido entre 0,2 y 0,5 (comportamiento de usuarios del hogar en países desarrollados), en particular, el de 0,2, teniendo en cuenta que no se trata sólo de hogares, sino accesos esporádicos por parte de turistas en hoteles o en el exterior en la población de Bogarra.

Allí donde se han tenido que aplicar los factores de corrección, es necesario aplicar la siguiente fórmula:

Carga de la red = usuarios x carga por usuario x factor simultaneidad

$$197 \text{ Mbps} \times 0,2 = 39,4 \text{ Mbps}$$



2.2.4.- Elección de la trama que dará soporte a toda la infraestructura.

Según los cálculos del apartado anterior, serían necesarios 39.4 Mbps para ofrecer un servicio de 2 Mbps por usuario en abonados “fijos” y de 1 Mbps para el resto, todo esto habiendo realizado factores de corrección.

La compañía elegida por su cercanía al punto de acceso (sobre el propio edificio de la misma) es Movistar. La siguiente información ha sido obtenida de las condiciones de contratación par “Servicio de transporte metropolitano en alta velocidad para operadores” del departamento comercial.

Movistar ofrece la posibilidad de alquilar un circuito de transporte en ámbito metropolitano (recordemos que la trama se obtiene directamente mediante radioenlaces desde una central –Albacete capital- de Movistar según la tabla adjunta:

- Coste mensual del alquiler de la línea.

La siguiente tabla, extraída del documento comercial de Movistar, muestra los importes de alquiler mensual:

Velocidad	Circuito hasta 10 km	Incremento por km adicional a 10km (máximo 30 km adicionales)
2Mbps	428	25
34Mbps	2375	125
155Mbps	5130	290

La línea elegida será inicialmente de 34 Mbps, suponiendo un coste (antes de descuentos) del 2375 €/mes.

Sobre estos importes, Movistar aplica un descuento por zona geográfica. Estos pueden ser de entre el 0%, para los circuitos de tipo D y E (habitualmente zonas rurales), del 10 %, 20% y 30% para los circuitos zonas C, B y A respectivamente.

extremo A	extremo B	Circuito
Grupo A	Grupo A	A
Grupo A	Grupo B	B
Grupo A	Grupo C	B
Grupo A	Grupo D	C

Albacete capital corresponde a un circuito tipo C, (cuando el origen la línea es de tipo A como Madrid y se obtiene la trama en un destino de zona geográfica tipo D), lo que permite la aplicación de un descuento del 10 %, siendo el precio del alquiler mensual de $2375 - 10\% = 2137,5 \text{ €/ mes}$

- Coste del alta de la línea:

Movistar factura un importe por el alta inicial de la trama de 34 Mbps, según la tabla adjunta, obtenida de la página web:

Para solicitudes de alta o ampliaciones de más de 5 circuitos: Parte fija: 4.990 euros Por circuito: 2.800 euros/circuito de 34Mbps
--

- Las condiciones del servicio implican que el abonado deba abonar por cada circuito (2, 34 o 155 Mbps) una cuota mensual durante el periodo en el que el circuito esté constituido. Caso de requerir infraestructuras adicionales, o superar los 10 Km desde el punto de abonado hasta la central, igualmente se podrían incrementar los precios mensuales.

- ▶ Para el proyecto actual, se ha determinado que se comience el alquiler de una trama de 2 Mbps durante un periodo de dos meses, para los trabajos de pruebas de servicio y se incremente a 34 Mbps el tercer mes, en el cual ya será posible establecer contratos con los clientes.
- ▶ La capacidad del radioenlace punto a punto de Alvarion, permite una velocidad teórica máxima de 250 Mbps, por lo que la ampliación del sistema en un futuro es posible, mediante el alquiler de un circuito de 155 Mbps.

Información obtenida de Movistar en:

www.movistar.es/rpmm/estaticos/operadoras/acceso-y-transporte/servicios-de-transporte/servicio-de-transporte-metropolitano.pdf

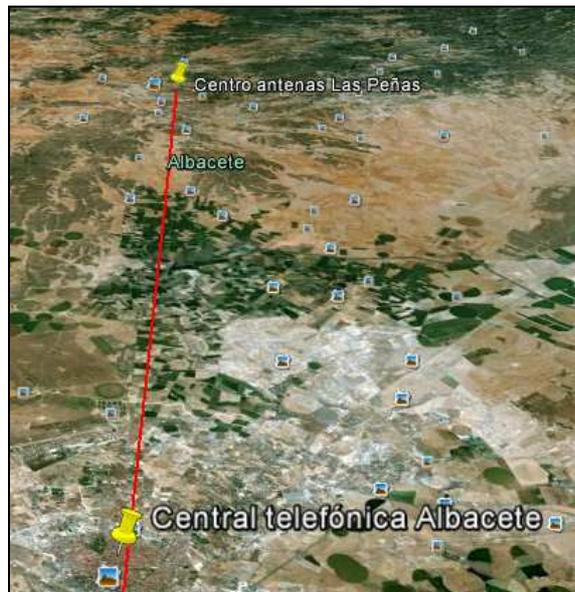
- ▶ El proyecto, tal y como publicita la Junta, considera que es necesario ofrecer un servicio de banda ancha con un acceso de 2 Mbps por usuario, ya que las operadoras privadas la inversión no es acorde con el beneficio. Se espera que del proyecto global (el de los 36 municipios, y no sólo el de Bogarra) se beneficien al menos 16.000 usuarios, sin tener en cuenta los formados por turismo itinerante.
 - La red de Bogarra la compondrán una estación base (BTS), la cual emitirá directamente sobre el núcleo de población y estaciones repetidoras en las zonas de interés.
- ▶ Esta instantánea ofrece una visión de Bogarra y el valle al cual hay que dar cobertura, desde el recinto de telecomunicaciones ya existente y en el cual se instalará la estación BTS central.



- ▶ Dado que es necesaria la sectorización por zonas de cobertura, se ha previsto una segunda red de estaciones de puntos de acceso (SS) dedicadas por zona, alimentadas por enlace punto a multipunto.
 - ▶ De este modo, el usuario final, en función de la zona podrá optar por una conexión WiMAX o por una WiFi.
- ▶ El usuario puede beneficiarse de la red utilizando cualquiera (la más adecuada) de las dos tecnologías a combinar WiMAX y/o WiFi.
 - ▶ El siguiente apartado muestra un diagrama de red con los equipos a emplear, y aunque se especificará más adelante el por qué de la elección de los mismos, es interesante adelantarse a conocer la topología de red para una mayor comprensión.

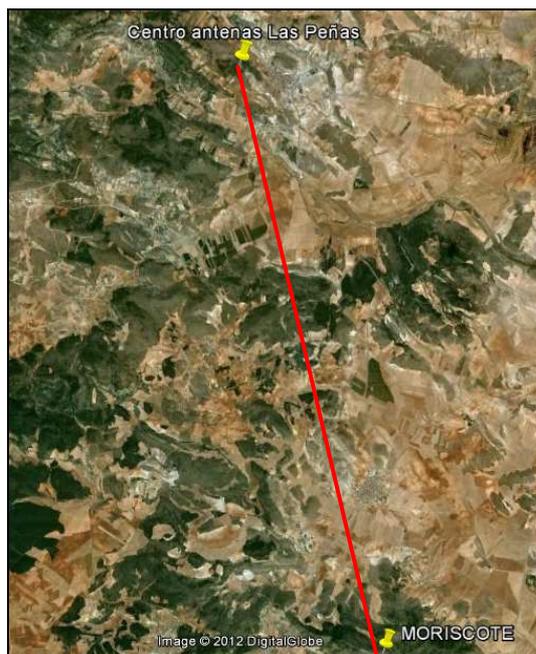
2.2.6.- Diseño de los enlaces punto a punto.

- Primer enlace. Desde el Centro de Servicios de Telefónica al centro de Antenas de Las Peñas San Pedro.
- ▶ A una distancia de unos 33 Km., de la central de servicios de Telefónica, existe una elevación en la que operan la mayoría de los Proveedores de Servicios de Telefonía, Televisión Digital Terrestre e Internet. La siguiente vista muestra la trayectoria del primer enlace.



Detalle de la trayectoria del primer enlace, entre la central de Telefónica y el centro de antenas de San Pedro.

- Segundo enlace. Desde el Centro de Antenas de San Pedro al Monte Moriscote.
- ▶ Igualmente se aprovecha la elevación del Monte Moriscote (1089 metros), donde existe un centro de antenas con alimentación y torres para el segundo RadioEnlace:



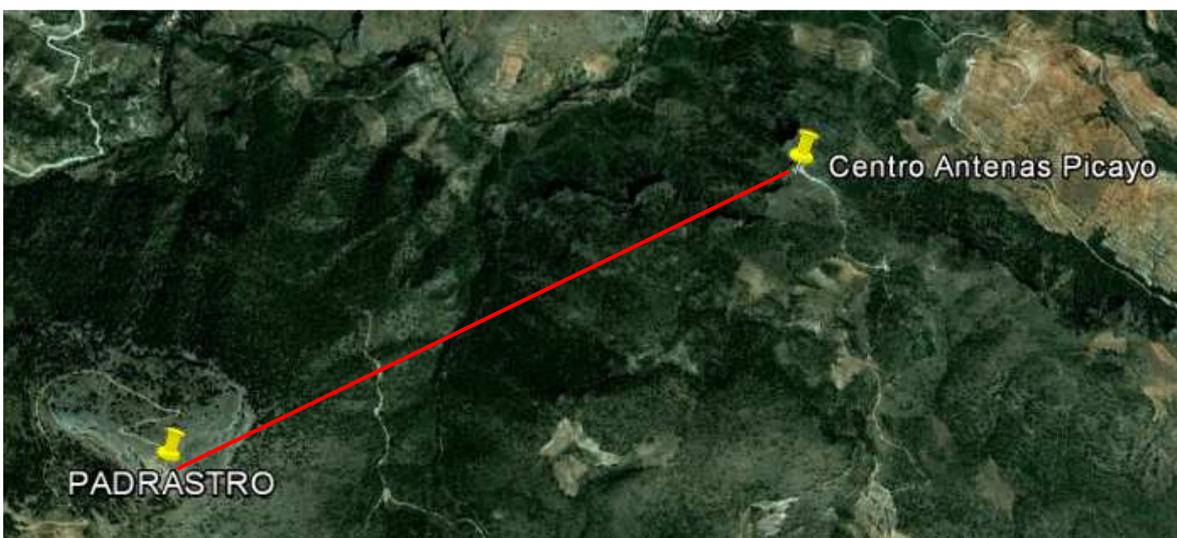
De Peñas de San Pedro al centro de antenas de Moriscote. Hay LOS directa entre estaciones.

- Tercer enlace. Desde el Centro de Antenas del Monte Moriscote al Monte Padraastro.
- ▶ El monte Padraastro goza de una altitud de 1435 metros, lo que es un punto clave de interconexión de equipos de radiocomunicaciones.



Detalle de la trayectoria del segundo enlace, entre la el monte de San Pedro y el Monte Picayo.

- Cuarto enlace. Desde el Centro de Antenas del Monte Padraastro al Monte Picayo.
- ▶ Se encuentran muy cercanos entre sí. El último se encuentra a una altitud de 1076 metros, lo que produce un desnivel entre enlaces de 375 metros:



Detalle de los Montes Padraastro y Picayo, existe LOS directa y un desnivel de 375 metros entre uno y otro.

2.2.7.- Replanteo de la primera zona de cobertura WiMAX.

- Trazando una línea recta imaginaria entre la BTS central y el punto más lejano a cubrir de cobertura, obtendríamos este mapa:



Detalle de la línea imaginaria proyectada desde el centro de telecomunicaciones existente al final del valle. Obtenido de Google Earth.

- ▶ La distancia máxima de la primera zona de cobertura WiMAX (dirección Norte) es de 4570 metros. Bogarra se encuentra en la primera curva de nivel inferior, El Hotel Vegasierra al final de la gráfica.
- ▶ El emplazamiento para la BTS es idóneo, aunque se han producido sombras de cobertura WiMAX tras la primera elevación (indicado en el mapa 1.57 Km del origen) que serán solventadas con la segunda red de repetidores Wi-Fi. La cobertura WiMAX para los repetidores WiFi es perfecta; existe LOS entre ambos puntos.

La siguiente gráfica muestra la curva de nivel. Representa la altitud en metros de la línea proyectada en la anterior gráfica:



Curva de nivel primera zona de cobertura WiMAX. Obtenido de Google Earth

2.2.8.- Replanteo de la segunda zona de cobertura WiMAX.

La segunda línea imaginaria muestra la orientación de la segunda zona de cobertura:



La segunda zona de cobertura WiMAX se dirige a un segundo valle, zona de concentración de turismo, restaurantes y hoteles de ámbito rural. De igual modo se producen zonas de sombra tras la elevación principal

En esta segunda curva se aprecia el perfil del terreno para la segunda zona:



Curva de nivel segunda zona de cobertura WiMAX. Obtenido de Google Earth

2.3.- Implantación del sistema WiMAX

2.3.1.- Características de WiMAX.

- ▶ El protocolo 802.16e es el que define las especificaciones para los accesos inalámbricos en estaciones móviles o mixtas. La tecnología utilizada sobre la capa física es la OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) la cual permite la utilización de múltiples rutas para la utilización de canales en los que incluso no existe visión directa con la antena transmisora.
- ▶ Algunas funcionalidades de interés son:
 - ◆ Soporta los modos Sleep Mode e Idle Mode, optimizando los recursos de energía, especialmente en receptores móviles.
 - ◆ Seamless Handoff. Un receptor puede cambiar de estación, cuando se encuentra en movimiento, y la transferencia de la conexión de un punto de acceso a otro es automático (siempre que los puntos de acceso estén conectados a la misma estación central).
 - ◆ Implementa tecnología inteligente en los sistemas radiantes; los puntos de acceso son capaces de calcular mediante cálculos matriciales y vectoriales, en una combinación de antenas, qué potencia de transmisión hace la conexión más segura. Puede utilizar simultáneamente varias antenas.
- ▶ Los equipos usuarios que implementan WiMAX permiten el uso de conexiones fiables, sencillas y de baja relación calidad-precio, por lo que están desplazando a los sistemas CDMA basados en redes 3G.
- ▶ El estándar surgió en diciembre de 2005. El primer laboratorio que inició la certificación fue Cetecom Labs, situado en Málaga en el mismo año, aunque los equipos empezaron a comercializarse en julio de 2006. En 2007 ya se disponía de equipos realmente competitivos, al implementar en los mismos tecnología MIMO, y roaming, y ofrecer altas tasas de velocidad.
- ▶ Bandas licenciadas y bandas libres. El espectro de frecuencia del 802.16e es muy variado, pero en España, las bandas sin licencia y de aplicación en este estudio son las comprendidas en torno a los 5 GHz. Cabe ahondar más sobre este aspecto y diferenciar las bandas licenciadas de las libres (ver siguiente apartado).

- ▶ Bandas licenciadas vs. Bandas libres. Dada la importancia sobre la elección de la banda libre sobre la licenciada, cabe justificar dicha decisión mediante la siguiente tabla explicativa y sus conclusiones:

- Bandas licenciadas vs. Bandas libres (I).

Características	Banda licenciada	Banda libre
Frecuencia	3500 MHz.	5475 – 5725 MHz
Potencia	Ofrecen la posibilidad de altas potencias de transmisión al carecer de limitación de potencia. Esta mayor potencia se consigue gracias a la implementación de equipos de transmisión que aunque tienen un coste elevado, también lo es su fiabilidad.	Esta potencia debe ser baja, ya que está limitada por la normativa vigente.
Ancho de banda del canal	Por lo general, es de 3,5 MHz, lo que reduce la capacidad máxima.	La posibilidad de poder utilizar todo el espectro, es decir, 200 MHz, permite el uso de anchos de banda en cada canal mayores, y es permite ampliar los niveles de carga y descarga.
Tecnología de throughput.	Las estaciones base pueden operar en full duplex, lo que permitiría duplicar la capacidad.	Gracias a la tecnología TDD, es posible “repartir” el throughput entre el tráfico ascendente y el descendente, y establecer si fuera necesario una asimetría entre los tráficos ascendente y descendente, aprovechando mejor el espectro.
Distancia	En condiciones óptimas, pueden realizarse enlaces punto a punto de hasta 50 Km..	En general, en entornos rurales, pueden implementarse sistemas de red de entre 5 y 10 Kmm. Sin mucha dificultad.
Coste	Elevado, ya que implementar equipos de radiotransmisión de alta potencia requiere electrónica cuyos componentes son caros. Dependiendo de la zona, puede ser necesario abonar unas tasas por ocupar parte del espectro.	Bien por que son más sencillos de fabricar, bien porque se fabrican en serie, los equipos mantienen un precio no excesivo. No requiere costes adicionales, pago de tasas por ocupación del espectro.

- Bandas licenciadas vs. Bandas libres (II).

Conclusiones	
Frecuencia	En zonas rurales se impone la disponibilidad del espectro sobre la potencia.
Potencia	Mayor potencia permite mayor alcance, aunque se deben tener en cuenta aspectos legales en cuanto a la emisión de radiaciones no ionizantes. No es útil permitir conexiones de muy baja capacidad a muy larga distancia (si no es para nocexiones punto a punto) en zonas rurales. Tampoco sería útil transmitir a baja potencia con un ancho de banda alto, y por tanto mucha capacidad para los puntos de acceso (esto es lo que hace WiFi).
Ancho de banda del canal	En frecuencias licenciadas no es posible variar el ancho de banda de canal; este se encuentra limitado y es muy bajo, lo que reduce la capacidad de los enlaces entre estación base y receptores.
Tecnología de througput.	La utilización del espectro libre permite la optimización de los recursos en tiempo real, pudiendo asignar anchos de banda a cada uno de los usuarios finales (ya sean puntos de acceso, bien usuarios finales) en función de la calidad de la señal, tal y como muestra la siguiente gráfica comparativa:

- Bandas licenciadas vs. Bandas libres (III).

Distancia	Según aumenta la distancia de cobertura en un sistema de radiotransmisión en banda libre, la señal se degrada con mayor rapidez que en banda licenciada, ahora bien, el nivel de throughput se comporta correctamente. La distancia de rendimiento en banda libre para una potencia de transmisión de 100 mW, puede alcanzar los 5 Km. sin mucha dificultad, y alcanzar los 25 Km.. en condiciones óptimas, siendo adecuada para el presente proyecto.
Coste	Mayor potencia requiere más coste, tanto en la inversión inicial de los equipos como el pago de tasas por ocupación espectral.

► Conclusión final sobre banda licenciada vs. banda libre.

- Se impone la utilización de equipamientos en banda libre sobre licenciada en aplicaciones rurales, por su relación throughput/distancia, relación calidad/precio y por las características de funcionamiento en el presente proyecto, donde no es necesario cubrir distancias superiores a los 10 Km., ni es viable económicamente hablando realizar grandes inversiones.

2.4.- Implantación del sistema WiFi

- ▶ Las redes de área local inalámbricas (WLAN) proporcionan conectividad inalámbrica en un pequeño rango a usuarios fijos o con una movilidad muy reducida. WLAN, conocido comúnmente como WiFi, se basa en la familia de estándares IEEE 802.11 y es una tecnología principalmente pensada como una extensión de red de acceso de área local (LAN), diseñada para brindar una cobertura principalmente en interiores. El primer estándar con éxito, que fue el 802.11b, ofrecía tasas de 11 Mbps en un rango de 30 metros. Los estándares atizados por Alvarion son los 802.11/b/g y que analizaremos en profundidad.
- ▶ Como podemos apreciar en las comparativas del presente trabajo, WiFi se presenta como el estándar preferido a la hora de realizar conexiones “last mille” o de últimos metros, no teniendo por el momento, competencia en interiores (salvando las conexiones de red cableadas, que por su robustez, velocidad y seguridad, siguen siendo preferidos, sobre todo en entornos empresariales e industriales).
- ▶ En cuanto a seguridad se refiere, actualmente, los sistemas inalámbricos cuentan con una desventaja respecto de los cableados, y es su vulnerabilidad en cuanto a los ataques. Aunque un sistema bien implementado (con WPA, WPA2) no debería presentar problemas de intrusiones, las radiaciones inalámbricas se encuentran dispuestas a cualquier atacante, a diferencia de las redes cableadas que el primer problema con el que se encuentran es acceder físicamente al cableado.
- ▶ Características de WiFi.

Los equipos de Alvarion elegidos permiten la emisión de señales en las modalidades b/g, y aunque el usuario final puede implementar una red con tecnología /n, no está previsto emitir en esta modalidad. A continuación se ofrece un análisis de la tecnología y de manera paralela se irá justificando su aplicación para el presente trabajo.

- ▶ Los estándares a implementar son los basados en el IEEE 802.11b y IEEE 802.11g. Estos son conocidos internacionalmente y forman parte del 99 % de los equipos portátiles domésticos de nueva adquisición. Por no dejar de nombrarlo en el presente trabajo, existe el IEEE 802.11n que puede trabajar a velocidades y alcances más elevados.

A modo comparativo se presenta siguiente tabla, que indica las características, muy a groso modo, de los 3 principales estándares:

Protocolo	Frecuencia	Modulación	Alcance max. en metros (Interior-exterior)	Velocidad máxima
802.11b	2,4 GHz	DSSS	40 / 150	11 Mbps
802.11g	2,4 GHz	DSSS Y OFDM	40 / 150	54 Mbps
802.11n	2,4 GHz / 5 Ghz	MIMO - OFDM	75 / 250	300 Mbps

- ▶ En la interpretación de la tabla se deben tener en cuenta condiciones ideales y variantes en algunos casos; se obvia la presencia de interferencias y se utilizan valores convencionales y promediados de propagación tanto en interiores como en exteriores.
- ▶ Modulación. En la tabla comparativa se muestran los distintos tipos de modulación de la onda, cuyo análisis no exhaustivo sería:
 - DSSS: Cada bit de los que componen la señal genera un patrón redundante. A mayor tamaño de señal, mayor la capacidad de la misma para “resistir” interferencias. Un tamaño de 100 bits es ideal para este objetivo. Los receptores deben conocer cómo se compone esta señal redundante para poder recomponerla.
 - Esta modulación puede cambiar significativamente, creándose una subdivisión de modulaciones, que en función de la velocidad (1, 2, 5,5 o 11 Mbps), dará lugar a los sistemas BPSK, que utiliza un bit por símbolo, o QPSK, con dos, cuatro u ocho bits por símbolo respectivamente. Se establece un total de 13 canales, y una recomendación de emisión con 5 canales de guarda (1, 6 y 13 serían canales de transmisión ideales para evitar transferencias).
 - OFDM: Se divide el ancho de banda para asignar un canal a cada frecuencia, es decir, varios canales emiten simultáneamente en varias subportadoras. En sí, es na técnica de multiplexado de subportadoras. Así, la información se divide en varios flujos que emiten de manera paralela y simultánea. Cada subportadora utiliza QAM o PSK a baja velocidad para la transmisión. La principal ventaja de este sistema es que puede trabajar bajo condiciones que distorsión por atenuación en frecuencias altas (por cables metálicos, por ejemplo) o interferencias por multipropagación.
 - MIMO: En base, utiliza una técnica de múltiples antenas transmisoras y receptoras, aprovechando las señales multiruta, que otros estándares entienden como interferencia, recobrándolas como señales no de interferencia sino como las señales realmente transmitidas. Otra ventaja es la utilización del sistema SDM, una manera de multiplexar una cantidad elevada de flujo de datos independientes, transferidos por un canal espectral de ancho de banda prefijado.

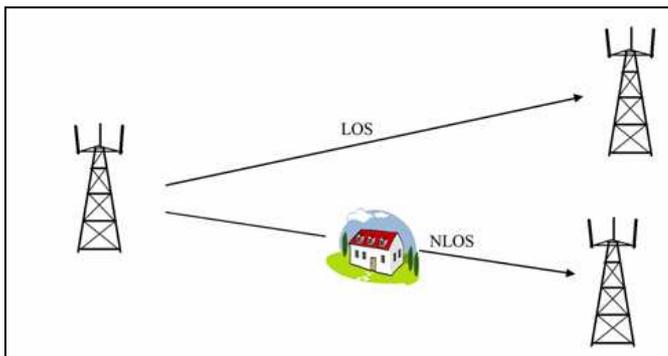
Capítulo 3. Cálculo e instalación de Infraestructuras.

3.1.- Estudio detallado de las infraestructuras.

- ▶ La orografía de la zona condiciona la realización de cálculos particulares; se deben tener en cuenta parámetros como potencia y frecuencia de transmisión y recepción, elevaciones, obstáculos, clima y entorno de radiación (zona boscosa, libre de vegetación, presencia de agua, niebla,...).

3.1.1.- Consideraciones preliminares.

- ▶ Cabe explicar los términos **LOS** y **NLOS** para una correcta comprensión de los cálculos realizados y equipos seleccionados, ya que dependiendo de estos, la capacidad de transmisión, así como la calidad de los enlaces varía notablemente.
- ▶ La línea de visión o línea de mira.
 - La calidad en la transmisión de ondas a través del aire, y en particular las ondas electromagnéticas depende, de entre otros factores, la frecuencia, el medio y de si existen, y afectan, y en qué grado a la calidad de la onda. Las frecuencias de hasta 900 MHz permiten con bastante facilidad la propgación sobre la zona de Fresnel. Conforme aumenta la frecuencia, esta zona se ve afectada y la señal se degrada al no existir efectos de refracción y reflexión. De aquí se deduce la necesidad tanto en los sistemas WiMAX como WiFi, de tener en cuenta la LOS.



- ▶ Existe software muy avanzado para la realización de estos cálculos. Un ejemplo es Radio Mobile, que formará parte del siguiente apartado.
- ▶ La equipación elegida para el sistema es de la marca Alvarion y modelos BreezeMAX para la infraestructura de cobertura WiMAX, BreezeNet 300 para los radioenlaces punto a punto desde Albacete capital a la BTS Central en el monte Picayo y los equipos Wi2 para la cobertura WiFi en tres puntos. Las razones se encuentran descritas en los apartados 3.2 “Infraestructura WiMAX” y 3.3 “Infraestructura WiFi” del presente proyecto.

3.1.2.- Cálculo con el software Radio Mobile.

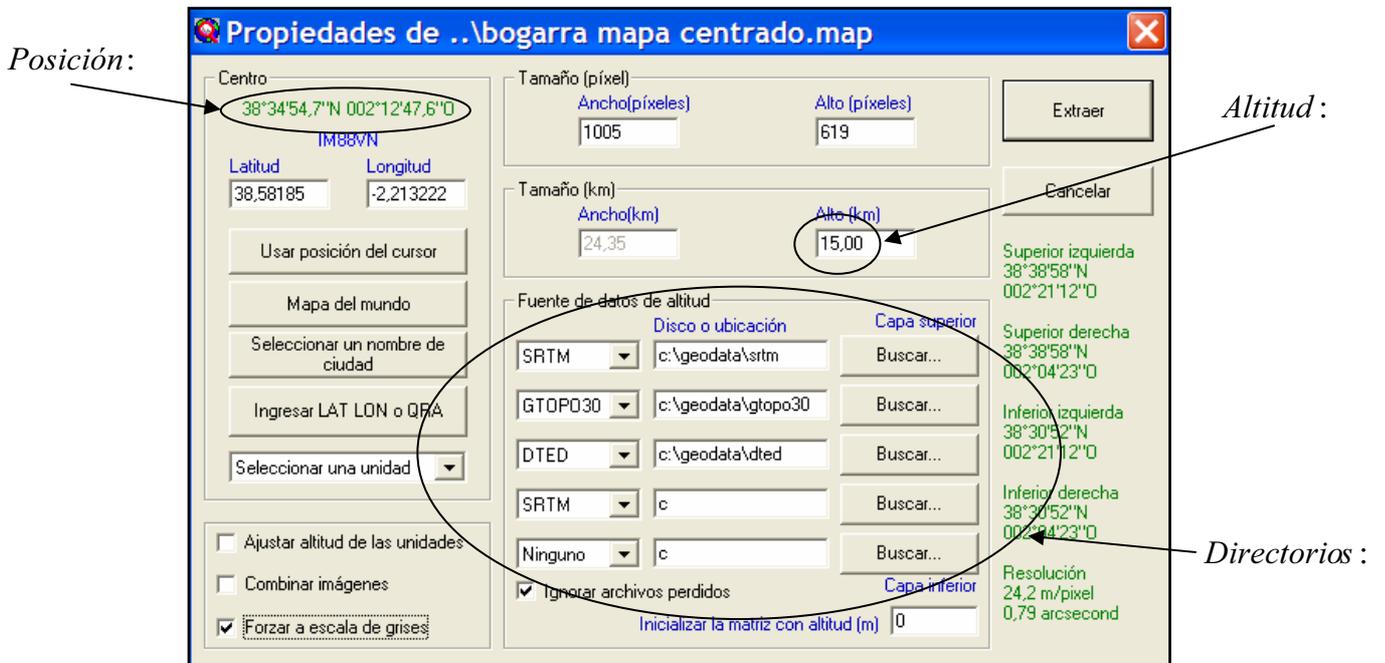
- ▶ Radio Mobile es una aplicación de libre distribución que combina la utilización de mapas de elevación del terreno con las características de las unidades de radiotransmisión para la generación de modelos de viabilidad de la instalación de radioenlaces, así como para el cálculo de coberturas de una determinada zona.

Su funcionamiento a nivel interno se basa en la aplicación de logaritmos basados en modelos de propagación de radio.

- ▶ Configuración de Radio Mobile.

3.1.2.1.-Configuración de los mapas.

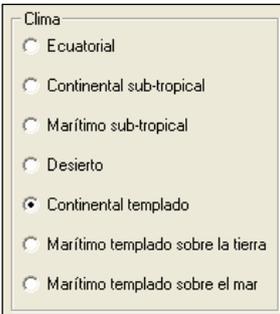
El software permite la obtención, de manera automática, de los mapas con las cotas de altitud del terreno. Únicamente es necesario indicarle el punto central, en coordenadas UTM del mapa, la elevación del punto de vista, el directorio de descarga de los mapas y el servidor de mapas:



En el caso del presente estudio, se ha utilizado como centro del mapa, la Plaza del Cabezuelo, por situarse aproximadamente en el centro de todas las zonas de influencia de los distintos sistemas radiantes. Una altitud de 15 Km.. es suficiente para poder visualizar toda la zona sin dificultad.

3.1.2.2.-Configuración de parámetros dependientes de la zona geográfica concreta.

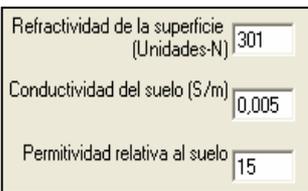
Para que los cálculos sean lo más exactos posibles, se pueden configurar otros parámetros:



Ecuatorial
 Continental sub-tropical
 Marítimo sub-tropical
 Desierto
 Continental templado
 Marítimo templado sobre la tierra
 Marítimo templado sobre el mar

- ▶ **Clima continental.** Características concretas como la humedad, temperatura y vegetación se tienen en cuenta en el momento de aplicar factores de corrección.

- ▶ **Refractividad del suelo.** Es una medida que se obtiene en base a la refractividad del aire que se encuentra justo sobre la superficie de la tierra. Su valor es máximo a nivel de mar, y de 301 en el mapa configurado, debido a la altitud del terreno.



Refractividad de la superficie (Unidades-N)
 Conductividad del suelo (S/m)
 Permitividad relativa al suelo

- ▶ **Conductividad y permitividad del suelo.** Determinan la naturaleza de la reflexión de la onda de radio en la Tierra aplicados desde un criterio visual. Se han mantenido los parámetros por defecto de este valor.

3.1.2.3.- Configuración de parámetros que dependen de los equipos instalados.

Existen factores como potencia total transmitida, ganancia de las antenas y pérdidas en línea que son propios de cada instalación. Si bien la potencia total permitida en equipos WiMAX es de 21 dBm y de 20 dBm en WiFi, existe un valor de potencia máximo permitido según la legislación española.

Este valor se determina P.I.R.E. (potencia isotrópica radiada equivalente) y corresponde a la relación:

$$\text{PIRE} = \text{Potencia máxima transmitida} + \text{ganancia de la antena} - \text{pérdidas.}$$

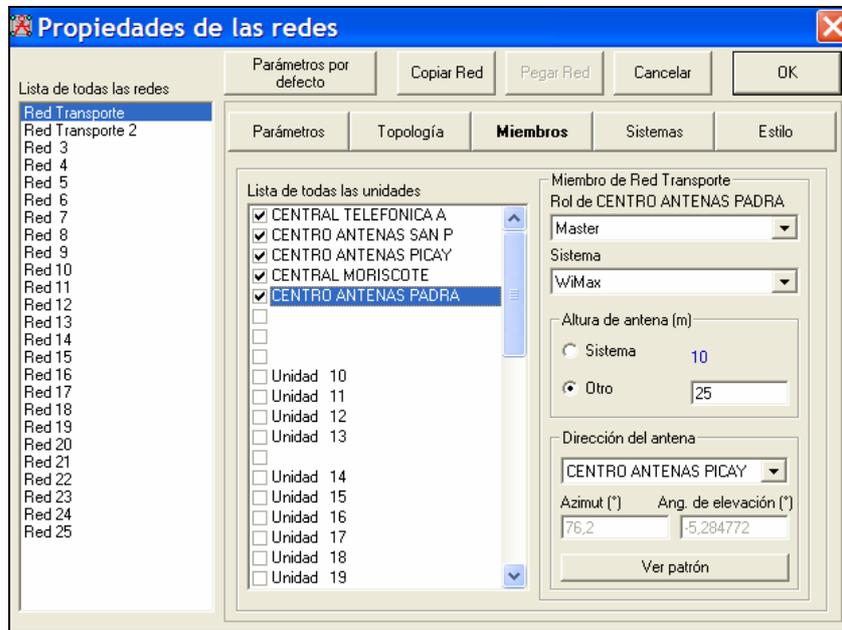
Estos valores son de 1 W para WiMAX y 200 mW para WiFi.

Utilizando los valores máximos de emisión de potencia del fabricante se sobrepasan con creces los valores de PIRE, por lo que es necesario ajustar estas potencias, todo esto sin perjudicar a la calidad del enlace.

El valor de calidad de señal para Radio Mobile se encuentra entre S0 y S9, siendo éste último un valor óptimo.

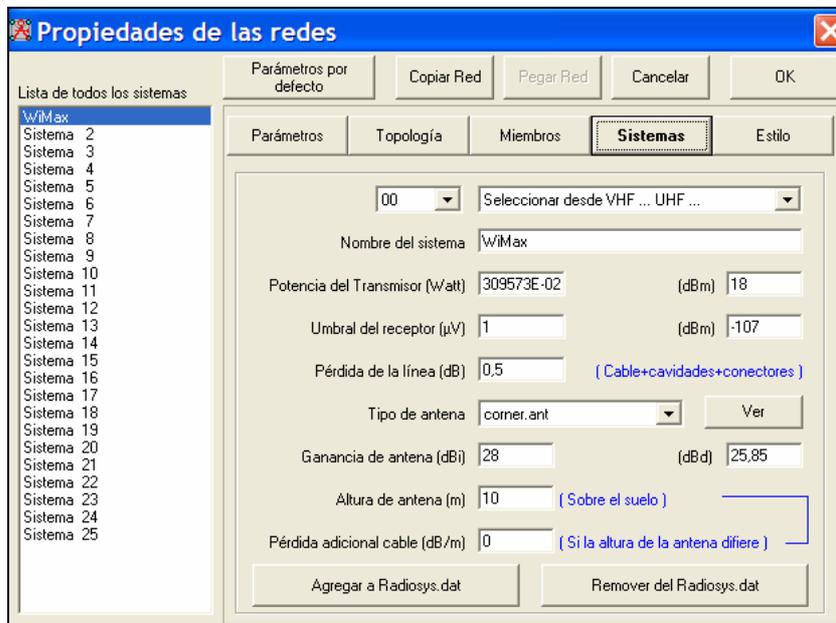
3.1.2.4.- Configuración de los equipos de enlace punto a punto.

- Los cuatro enlaces punto a punto entre las cinco estaciones formada los miembros de la red transporte WiMAX, tal y como muestra el diagrama son:



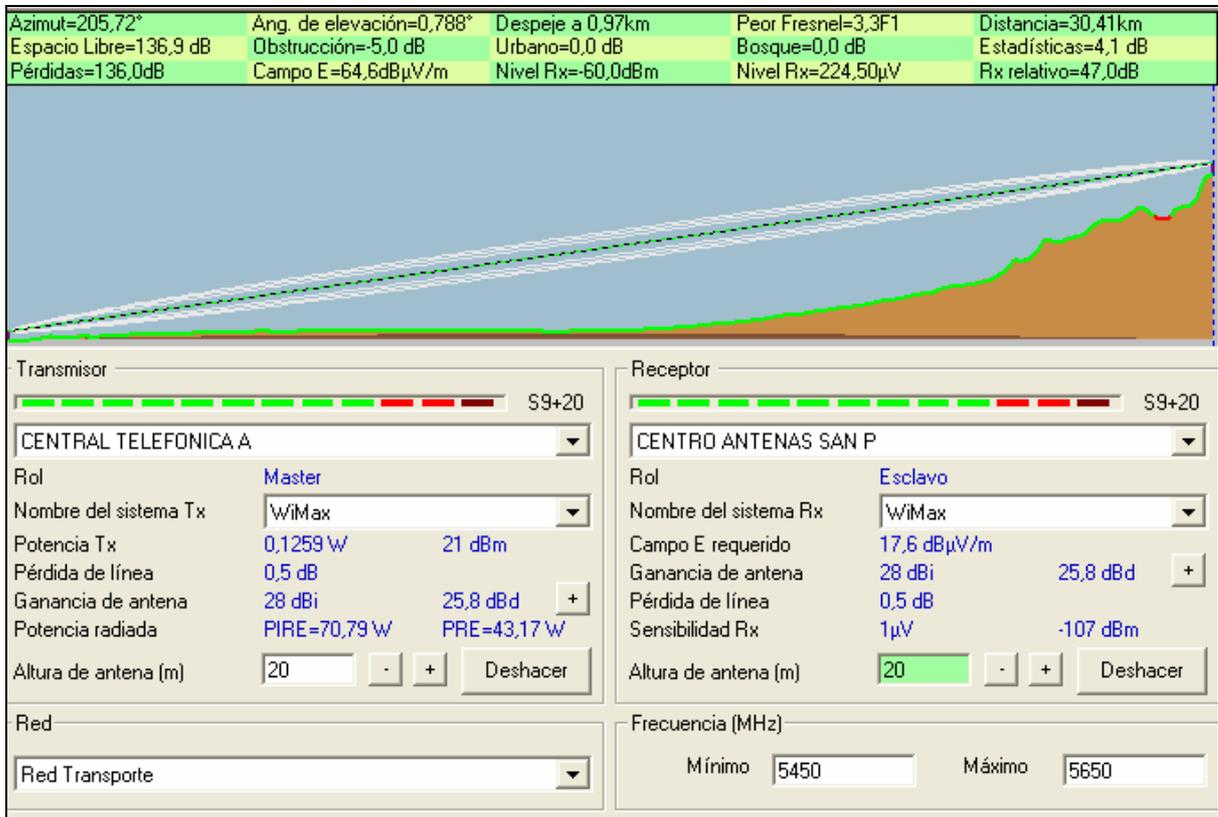
Detalle de los miembros de la red de transporte.

- Igualmente se han introducido los valores de potencia de transmisión, ganancia en antenas, tipos de antena y orientación (son antenas direccionales) según las fichas de características de los fabricantes:



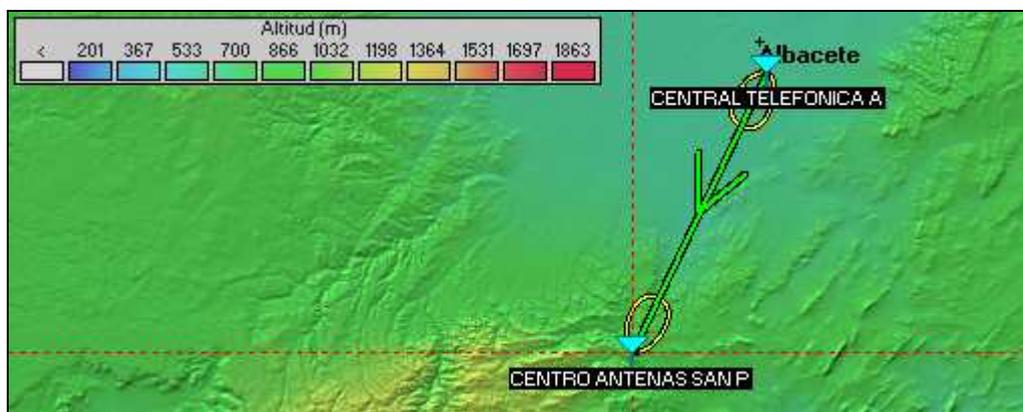
Detalle de configuración de los equipos para la red de transporte.

- Cálculo con Radio Mobile del enlace de transporte entre la central de Movistar (proveedor del servicio) y el backhaul del centro en Peñas de San Pedro:



Detalle del primer enlace de transporte entre la central de Movistar y el centro de antenas de Peñas de San Pedro.

- Se observa que a una distancia de 30 Km, según los datos introducidos, existiendo LOS, hay perfecta conectividad entre ambos equipos.
- El valor de Señal es S9 + 20, que según se ha indicado anteriormente es altísimo y corresponde al enlace:



Detalle del primer enlace.

- Cálculo con Radio Mobile del enlace de transporte entre el centro de Peñas de San Pedro y el Monte Moriscote.



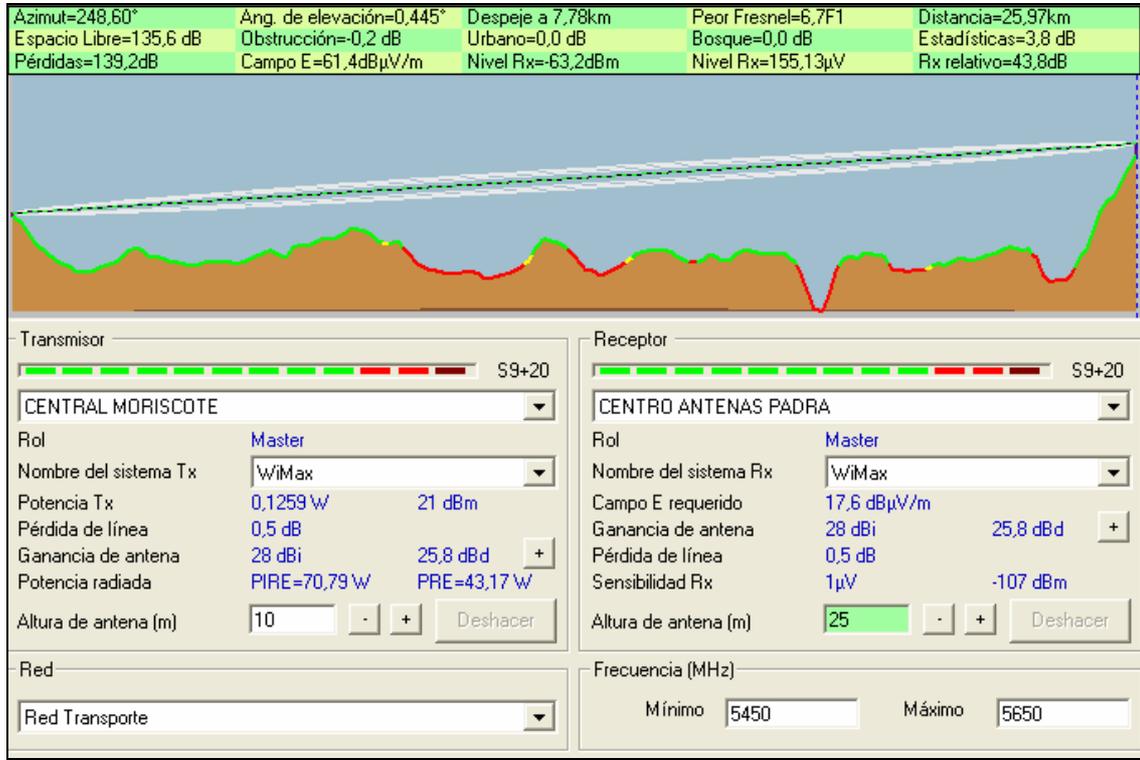
Detalle del segundo enlace de transporte entre centro de antenas de Peñas de San Pedro y el Monte Moriscote, donde se encuentra la BTS central de Bogarra.

- Igualmente se observa perfecta conectividad. El LOS directo es crucial en estas bandas de frecuencia. Un valor S9+30 es un valor muy alto, que permitirá altas tasas de transmisión incluso en condiciones muy desfavorables.
- El enlace obtenido de Radio Mobile se corresponde con este plano:



Detalle del segundo enlace, con perfecta conectividad.

- Cálculo con Radio Mobile del enlace de transporte entre el centro de Moriscote y el Monte Padrastró, el cual forma el tercer vano:



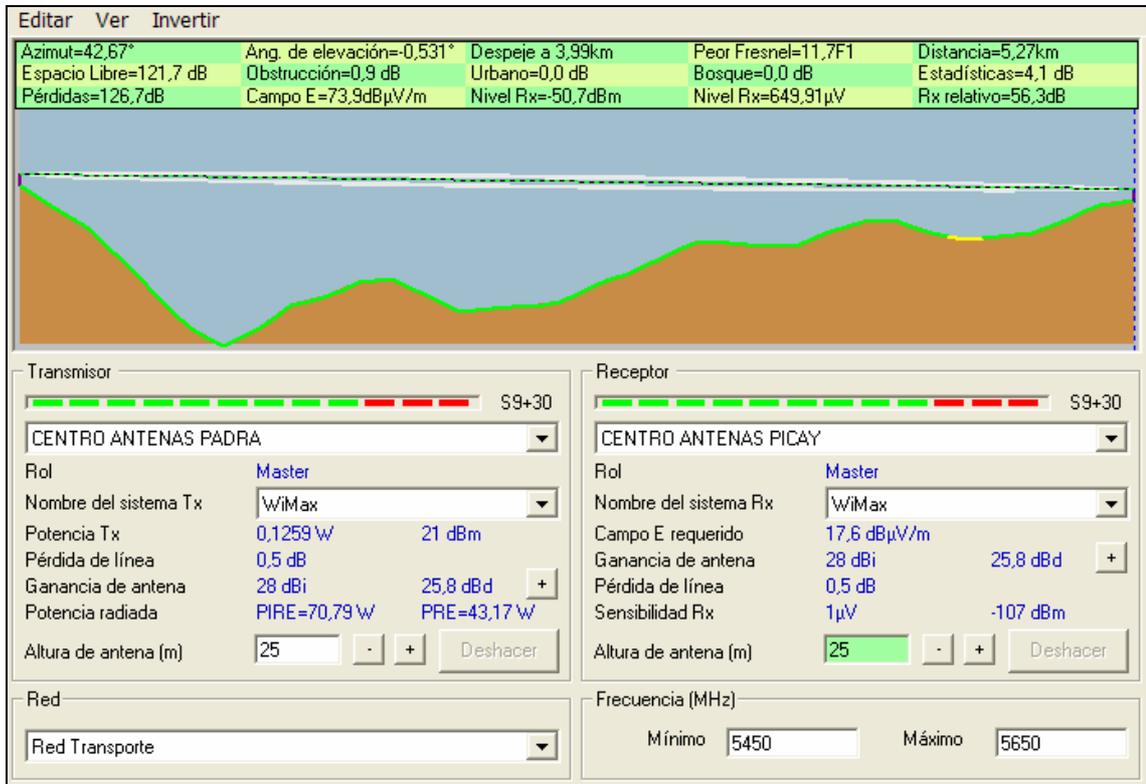
Detalle del tercer enlace entre el Monte Moriscote y el Monte Padrastró.

- A pesar de existir casi 26.000 metros entre los equipos, la conectividad sigue siendo perfecta, en S9+20.
- El mismo enlace reflejado en un plano:



Detalle en el mapa del tercero de los enlaces.

- ▶ Último cálculo con Radio Mobile del enlace de transporte entre el centro de antenas del Monte Padrastró y el centro del Monte Picayo:



Detalle obtenido de Radio Mobile con el cálculo entre los dos últimos equipos que forman la red de transporte.

- Se vuelve a demostrar las cualidades de los sistemas de radioenlace con tecnología WiMAX; la calidad del enlace es máxima en el baremo (S9+30).
- El último enlace según plano obtenido del mapa de cotas de Radio Mobile:



Mapa situacional de los dos últimos enlaces.

3.1.2.5.- Configuración de los equipos de radiotransmisión en los puntos de acceso.

- Partiendo de la información técnica que ofrece el fabricante, es necesario indicar al programa los valores de potencia de transmisión, ancho de banda de la frecuencia de la señal, tipo de antena y orientación.
- De este modo se puede configurar una o varias redes. En el caso en estudio, se configuran dos redes diferenciadas; una para la red que trabaja en el ancho de banda de WiMAX y otro para la frecuencia WiFi, dado que son dos redes diferenciadas funcional y sistemáticamente. Cada red, estará formada por una serie de miembros, tal y como muestra la figura.



- La red WiMAX, está formada por la estación central de transmisión (BTS Picayo). En realidad se trata de un solo equipo, pero este cuenta con una antena interna doble, y es la manera de indicar al programa que se han de diferenciar dos zonas de cobertura.

Detalle de la Red WiMAX y sus miembros.



- En este caso, la red WiFi estará formada por el conjunto de equipos Wi2 y su segunda función; realizar las funciones de punto de acceso WiFi.

Detalle de la Red WiFi y sus miembros.

- En el próximo apartado, se procede al cálculo de los valores de PIRE de la red WiMAX y WiFi en los núcleos de población. No se han tenido en cuenta para la red de transporte, al realizarse la instalación en torres que cumplen (existen otros operadores en las torres) la normativa en cuanto a distancias de seguridad, y se encuentran en entornos rurales.

► A efectos de calcular los valores de PIRE, se ha recopilado toda la información de las características técnicas de los equipos de los fabricantes, ajustes de potencia (indicados en color azul y se han reflejado en la siguiente tabla:

- Cálculo de potencia de transmisión máxima en función del PIRE (I).

Equipo / enlace	Potencia máxima	Ganancia de la antena	Tecnología	PIRE Máximo Permitido	Potencia ajustada para una PIRE igual o inferior al máximo permitido.
BreezeMAX 5000 Equipo 1	21 dBm	14,5 dBi	WiMAX	30 dBm (1 W)	16 dBm
BreezeMAX 5000 Equipo 2	21 dBm	14,5 dBi	WiMAX	30 dBm (1 W)	17 dBm
Wi2MAX Enlace con BTS central	21 dBm	16 dBi	WiMAX	30 dBm (1 W)	15 dBm

- Cálculo de potencia de transmisión máxima en función del PIRE (II).

Wi2MAX Punto de acceso WiFi	20 dBm	2 x 8 dBi	WiFi	23 dBm (200 mW)	15 dBm
Receptor WIFI	20 dBm	2 x 8 dBi	WiFi	23 dBm (200 mW)	15 dBm

► Conclusiones sobre el reajuste de potencias de transmisión en WiMAX y WiFi.

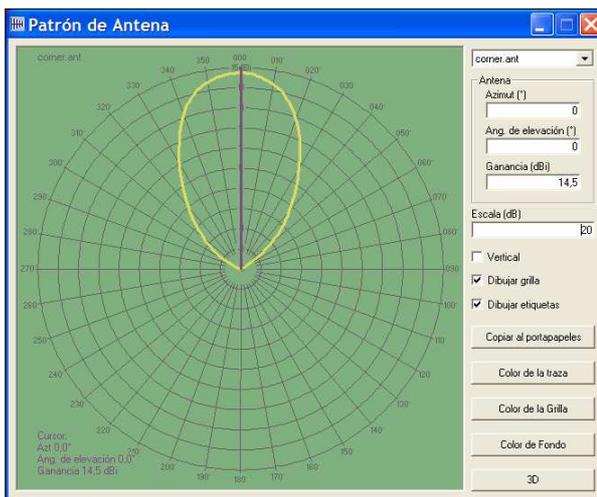
- Con el fin de aprovechar la orientación de la BTS central orientada a las estaciones receptoras Wi2MAX ubicadas en el Ayuntamiento y el Hotel Vegasierra, se ha ajustado el valor de potencia máxima a 16 dBm.
- Del mismo modo, hay que ajustar la segunda estación BreezeMAX a 17 dBm para evitar sobrepasar la potencia de PIRE máxima de 1 w.
- Aunque se han ajustado las potencias máximas para los emisores WiFi de los usuarios finales (integrados en el equipo, o utilizando un adaptador), en la práctica no es posible, por ser equipos pertenecientes al cliente. El cliente final debe asumir la responsabilidad de permitir que su equipo emita por encima de los valores establecidos.
- Los valores de PIRE no sólo afectan a la normativa sobre radiaciones, sino que se han de tener en cuenta para evitar que en un futuro se colapse el espacio de radiotransmisión; varios equipos emitiendo a máxima potencia sobre el mismo canal de frecuencias pueden interferir entre ellos, incluso perteneciendo a la misma operadora o empresa proveedora de los servicios.

3.1.2.6.- Interpretación de los resultados obtenidos.

- ▶ El nivel de señal se representa con valores desde S0 a S9+30 con una equivalencia en dBm, dónde;

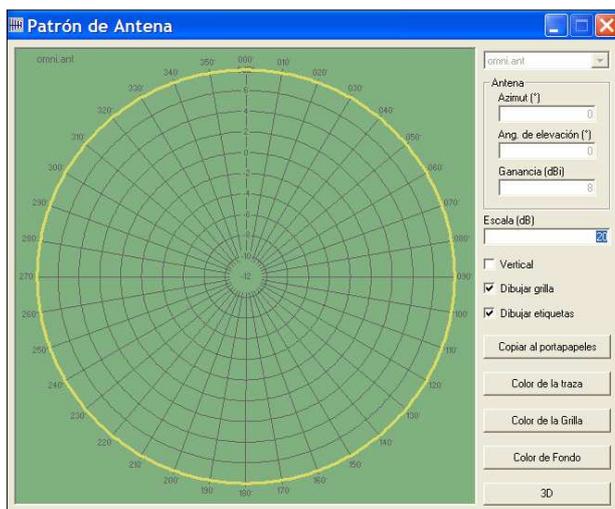
S0 (M <= -3dB)
S1 (M > -3dB y M <3dB)
S2 (M >= 3dB y M <= 9dB)
S3 (M > 9dB y M < 15dB)
S4 (M >= 15dB y M <= 21dB)
S5 (M > 21dB y M < 27dB)
S6 (M >= 27dB y M <= 33dB)
S7 (M > 33dB y M < 39dB)
S8 (M >= 39dB y M <= 45dB)
S9 (M > 45dB y M < 54dB)
S9 + 10 (M >= 54dB y M < 63dB)
S9 + 20 (M >= 63dB y M < 73dB)
S9 + 30 (M >= 73dB y M < 83dB)

- El cálculo se ha realizado para los valores de ganancia en antena según el fabricante.



- Para las antenas direccionales de los equipos Breeze Max, la ganancia en un plano de planta, o patrón de ganancia es el siguiente:

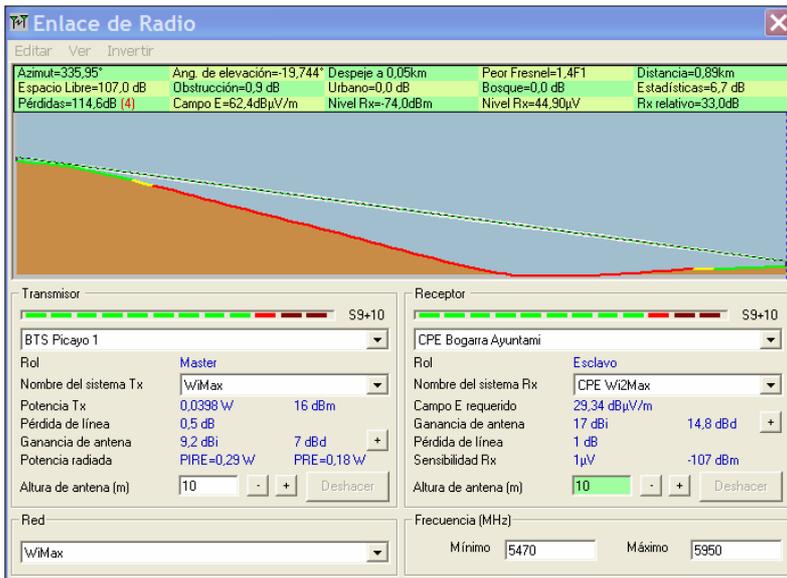
Detalle del Patrón de Antena sectorial, obtenido directamente del software Radio Mobile.



- Según información del fabricante, una antena omnidireccional para los sistemas Wi2MAX, ofrece el siguiente patrón de cobertura.

Detalle del Patrón de Antena omnidireccional, obtenido directamente del software Radio Mobile.

- ▶ Resultado de una simulación del enlace entre la BTS central y uno de los tres CPE Wi2MAX.



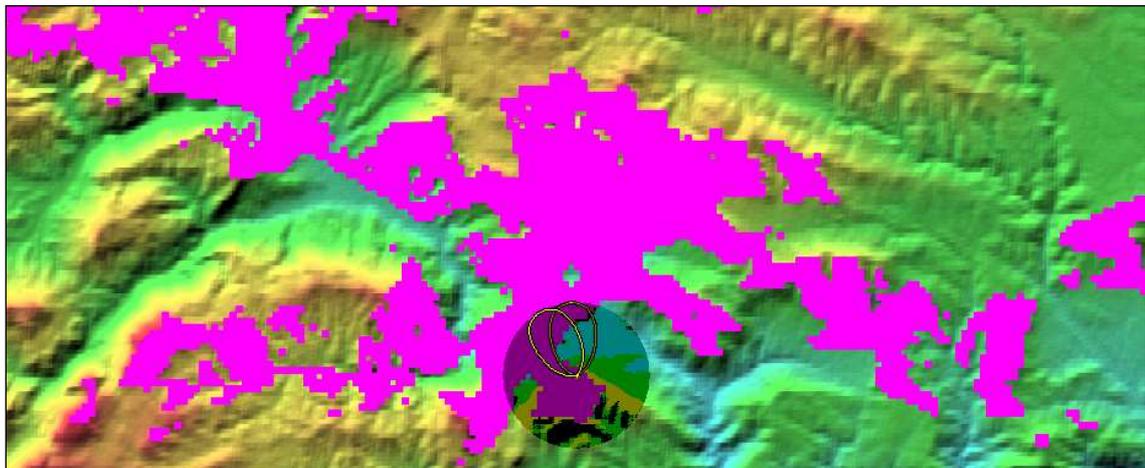
- ▶ Una captura de simulación de enlace entre la BTS central y un equipo receptor Wi2Max, nos muestra como el valor de recepción es óptimo aún reduciendo la potencia de transmisión a 16 dB:

Detalle de uno de los tres enlaces principales, desde la estación central al Wi2 del Ayuntamiento.

- ▶ Como se indicaba en el apartado “Cálculo con el Sotware Radio Mobile”, es posible determinar con bastante exactitud la cobertura de red, es decir, la capacidad de propagación en el entorno descrito.
- ▶ Las zonas de cobertura obtenidas con la configuración de red anterior es:

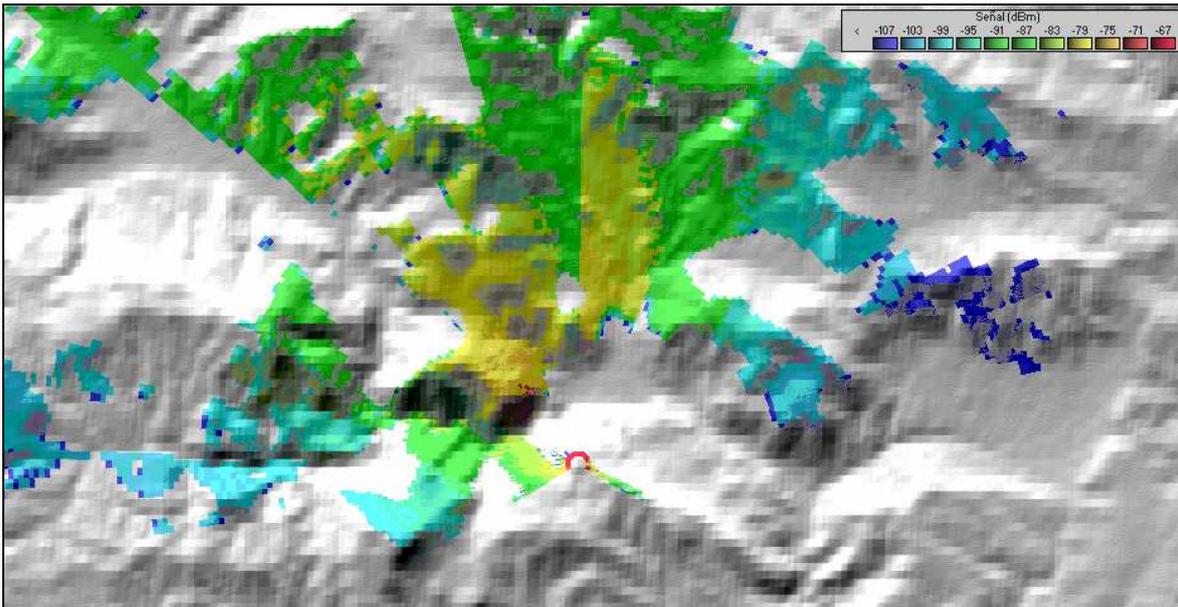
3.1.2.7.- Zonas de cobertura WiMAX.

- El software Radio Mobile permite realiza cálculos de cobertura complejos en zonas determinadas. Entre las distintas opciones para el cálculo de cobertura, utilizaremos dos; la primera es un estudio simple de cobertura visual, en base a la altura de la antena y posibles obstáculos:



Zona de cobertura visual WiMAX. Realizada con Radio Mobile

- ▶ El cálculo determina que las zonas donde existe acceso WiMAX son las propuestas en los objetivos del proyecto, siendo por tanto las **pruebas teóricas satisfactorias**. **Cabría realizar un estudio de campo, una vez implementado el sistema con el fin de garantizar que la calidad del proyecto corresponde con las especificaciones del cliente.**
 - Una segunda simulación, nos muestra la cobertura polar simple de la BTS en un cálculo conjunto para las dos antenas configuradas:



Cobertura polar simple del sistema WiMAX, en una representación combinada de los dos sectores.

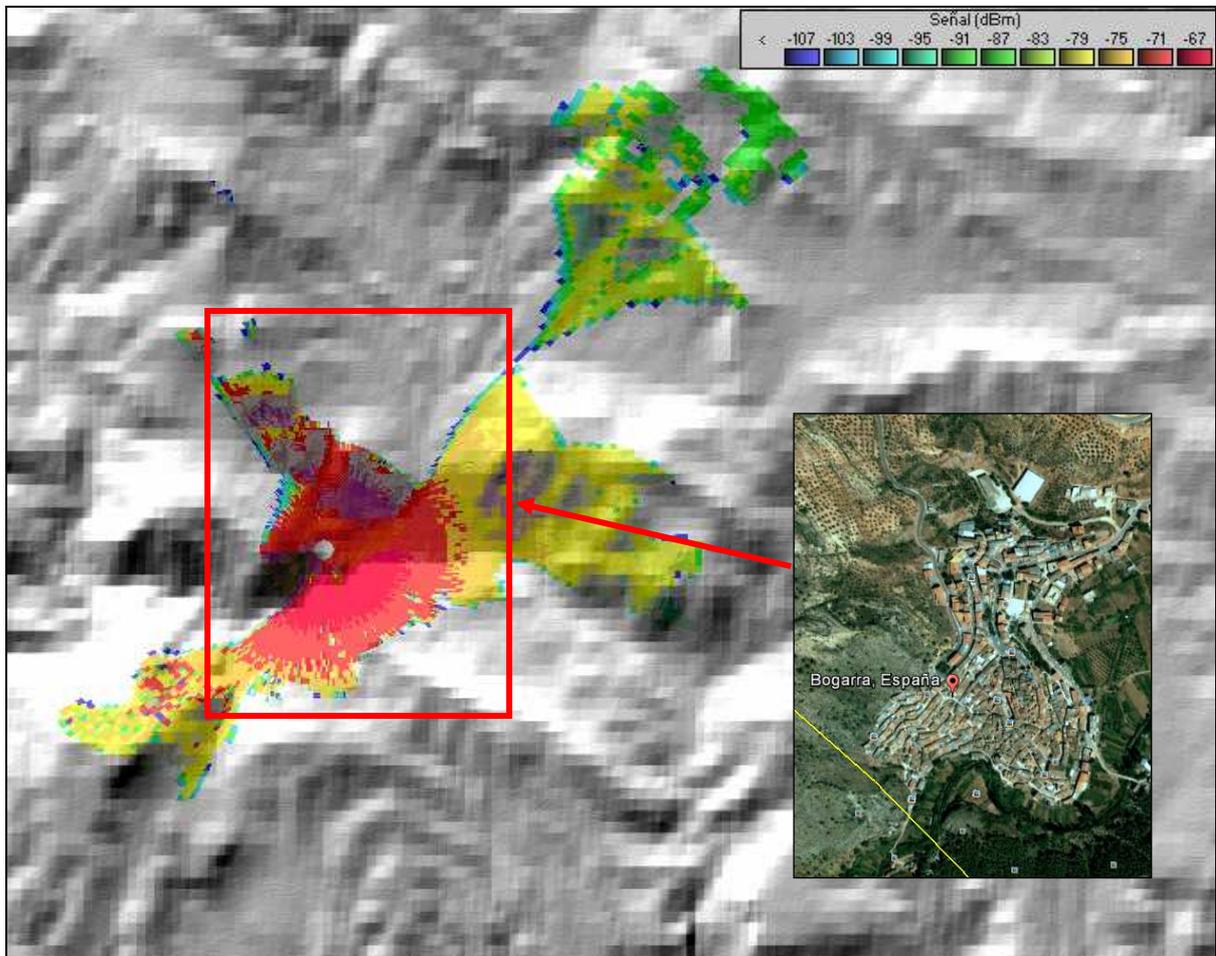
- ▶ Téngase en cuenta el detalle del cálculo de señal, representado en dBm, y que es óptima si se representa en color rojo y azul en color azul, donde el valor de recepción no corresponderá con el de sensibilidad mínima para la mayoría de los equipos de recepción comerciales, que se puede encontrar en torno a los -80 dBm.
- ▶ Se puede interpretar que la cobertura será adecuada a partir de las zonas en color amarillo y hasta el color rojo.



3.1.2.8.- Zonas de cobertura Wi-Fi.

► Utilizando de nuevo la herramienta de cálculo de cobertura, en la opción “Cobertura Polar simple”, podremos averiguar el radio cubierto por cada uno de los tres puntos de acceso.

- Cobertura del punto de acceso WiFi en el centro de Bogarra.

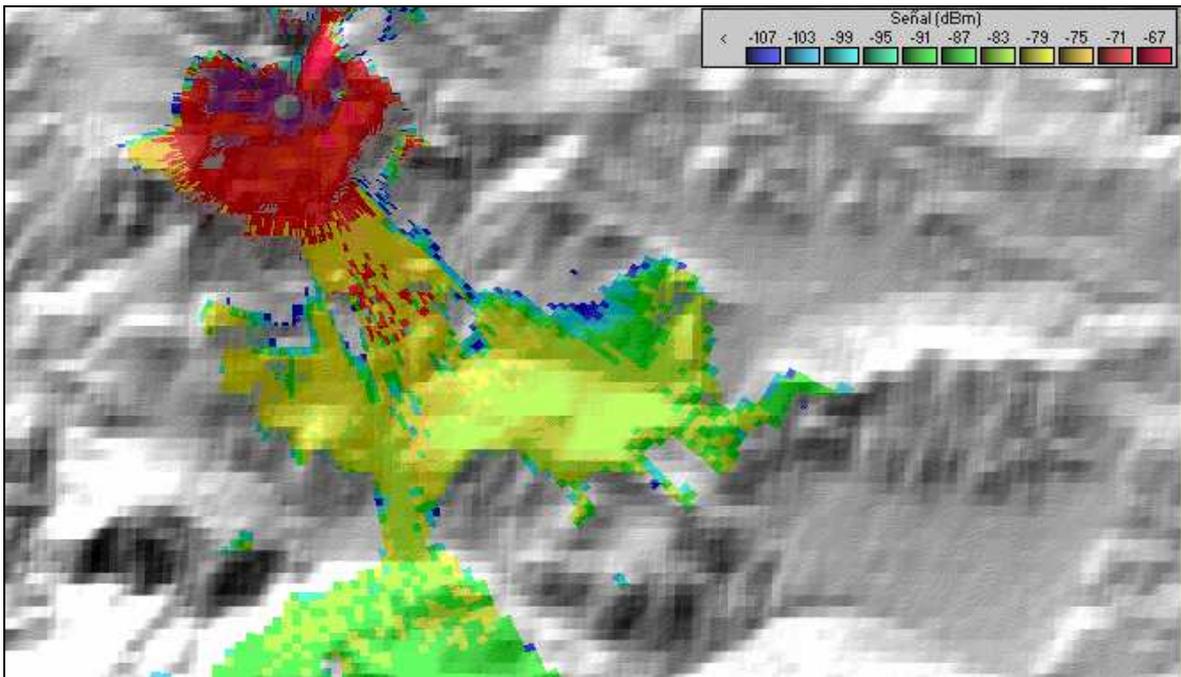


Detalle de cobertura WiFi en el punto de acceso AP Bogarra centro.

► Conclusiones:

- Se ofrece cobertura suficiente al centro de la población y periferia. Nótese que hay disponibilidad de acceso con un nivel de -67 dBm en toda la población. La zona de sombra en el centro del dibujo corresponde a la presencia de un desnivel en el pueblo.

- Cobertura del punto de acceso WiFi en el Hotel Vegasierra.

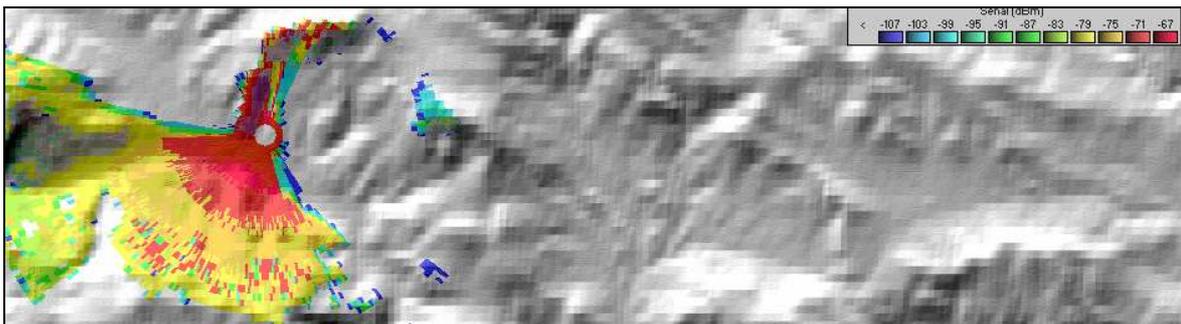


Detalle de cobertura WiFi en el punto de acceso AP Hotel Vegasierra.

► Conclusiones:

- El Hotel Vegasierra, y una población anexa (Casas de Haches) contarían con niveles de cobertura más que aceptables en exteriores. En caso de requerir una conexión de abonado interior, sería suficiente con instalar un punto de acceso que dispusiera de antena exterior en la vivienda.
- Los niveles de cobertura son óptimos en un radio muy amplio.

- Cobertura del punto de acceso WiFi en el restaurante Atalaya.



Detalle de cobertura WiFi en el punto de acceso AP Restaurante Atalaya

► Conclusiones:

- Es viable la instalación de un equipo Wi2WiMAX en el centro turístico del restaurante Atalaya.
- Los niveles de cobertura también son óptimos en un radio muy amplio. Únicamente existe zona de sombra en una elevación del terreno (zona derecha), sin interés turístico, ni población, ni viviendas.

3.1.3.- Ubicación (coordenadas) de los equipos.

- ▶ Puntos ideales de ubicación de la BTS central con respecto a las zonas de cobertura y los puntos de acceso.

3.1.3.1.- Ubicación final de la BTS central.

- Por sus características de altitud, situación geográfica y presencia de infraestructuras auxiliares (perímetro vallado, alimentación eléctrica, presencia de otras torres de comunicaciones) se ha elegido la ubicación:

Punto	Norte	Oeste	Imagen del emplazamiento
Centro antenas Monte Picayo	38°34'28.36"N	2°12'32.56"O	

3.1.3.2.- Ubicación final de los puntos de acceso.

- Para facilitar el cableado de la alimentación a estos puntos, así como para un posible acceso mediante cable de red, se ha determinado que se realice sobre los propios edificios que prestan su interés por la instalación, evitando tener que solicitar licencias especiales para la instalación.
- Las pruebas realizadas con Radio Mobile determinan que en estos lugares la calidad del enlace con la BTS central, así como la zona de cobertura WiFi a cubrir son idóneas.

► Punto de acceso Ayuntamiento de Bogarra.

El primer punto de acceso Wi2, se realizará sobre la fachada del propio Ayuntamiento, desde la misma existe LOS con el Monte Picayo.

Punto	Norte	Oeste	
AP Ayuntamiento Bogarra. Plaza del Cabezuelo s/n	38°34'54.67"N	- 2°12'47,60O	 <p>Nótese el detalle el Monte Picayo, donde se ubicará la BTS al fondo de la imagen.</p>

► Punto de acceso Hotel Vegasierra.

El segundo punto de acceso se podrá instalar directamente, con los anclajes provistos por el proveedor, e incluidos en la lista de equipos y presupuesto, en la fachada frontal del Hotel Vegasierra, donde existe LOS con el Monte Picayo, ubicación de la BTS central:

Punto	Norte	Oeste	
Hotel Vegasierra. Aldea Casas de Haches, s/n.	38°36'52.81"N	-2°12'47,49"O	 <p>Edificio principal del Hotel, existen unas 12 cabañas rurales en las cercanías.</p>

- ▶ Punto de acceso hacia valle en Restaurante “La Atalaya”.

El tercer punto de acceso, para la zona de cobertura del valle donde se encuentra el Restaurante “La Atalaya”, se realizará sobre el propio Restaurante, al ser ellos mismos parte interesada en la implementación del Proyecto, igualmente existe LOS con el Monte Picayo.

Punto	Norte	Oeste	
Restaurante Atalaya	28°36'24,4"N	2°15'20,60"O	 <p>Detalle del restaurante, uno de los interesados en disponer de red WiFi de alta velocidad en sus instalaciones.</p>

- ▶ En los tres casos, la edificación pertenece a los beneficiarios, por lo que se podrán obviar solicitudes de licencia a terceras personas.

3.1.3.3.- Ubicación de los puntos de radioenlace.

- ▶ Primer punto de radioenlace. Central Telefónica Albacete (Movistar).

La trama STM se obtiene directamente del proveedor de Movistar en Albacete capital.

Tal y como muestra el diagrama de red, un radioenlace tipo BreezeNet 300 con LOS directa con el segundo punto, en Las Peñas de San Pedro, se situará en la torre instalada sobre el edificio, y en la cual se encuentran otras infraestructuras de radioenlace para TDT y telefonía.

Punto	Norte	Oeste	
Central Telefónica en Albacete capital	38°58'29,6"N	1°51'36,2O	

- ▶ Segundo punto de radioenlace. Centro repetidor antenas en la población de “Las Peñas de San Pedro”.

El primer vano establece comunicación directa (LOS) con la estación de repetidores, con instalaciones de otros proveedores, en el municipio de las Peñas de San Pedro.

Punto	Norte	Oeste	
Centro repetidor de San Pedro	38°43'42,4"N	2°00'43,8"O	

► Tercer punto de radioenlace.

Se ha debido elegir este punto para conseguir un enlace óptimo entre estaciones.

Al igual que el resto, no se ha elegido sólo por su altitud, sino por la existencia de un recinto con alimentación eléctrica y antenas de otras empresas de telecomunicaciones. No se dispone de una fotografía del centro, por lo que se ha incluido una captura del programa Google Earth:

Punto	Norte	Oeste	
Centro repetidores Monte Moriscote	38°37'06.9"N	1°58'39,9"O	 <p>Nótese el acceso (camino) al emplazamiento.</p>

► Cuarto punto de radioenlace.

El Monte Padrastró tiene una altitud de 1437 m, es el mayor de la zona, y en él se enclava uno de los mayores centros de repetición de Castilla La Mancha. Incluye enlaces con las provincias de Jaén, Albacete y Murcia.

El emplazamiento cuenta como el resto con alimentación eléctrica y varias torres de radiotransmisión.

Tampoco se dispone de una fotografía con suficiente resolución, pero sí de una foto de satélite, obtenida de Google Earth.

Al igual que en el emplazamiento anterior se pueden observar los caminos de acceso al lugar.

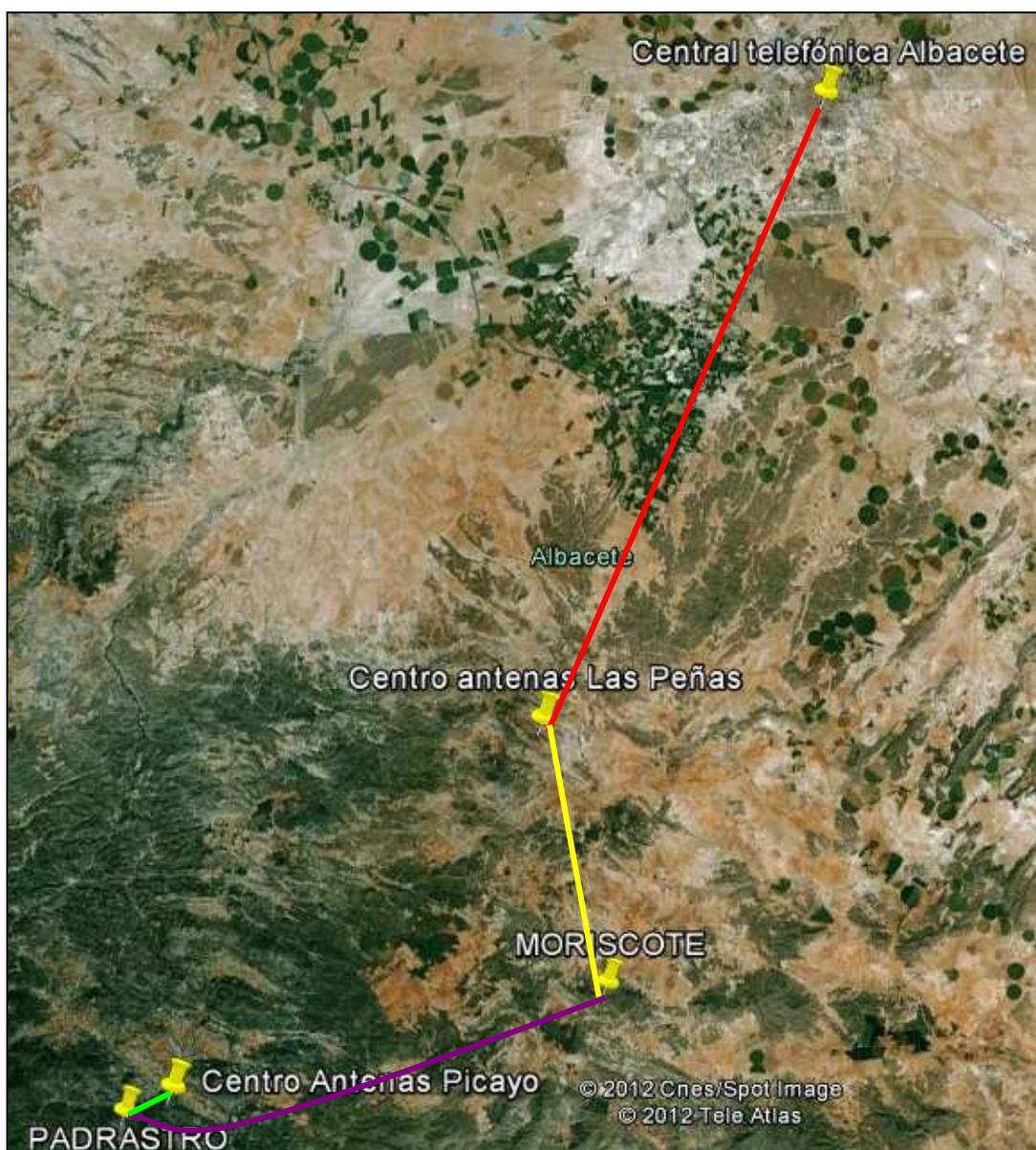
Punto	Norte	Oeste	
Centro repetidores Monte Padrastró	38°33'57.1"N	2°13'58,6"O	 <p>Vista del repetidor desde Google Earth.</p>

► Quinto punto de radioenlace.

Corresponde al segundo vano, que conexas el repetidor de Las Peñas de San Pedro con el equipo BreezeNet B-300 del Monte Picayo. En este lugar, tal y como muestra el diagrama de red, se provee la trama de datos al equipo BreezeMax 5000.

Punto	Norte	Oeste	
Centro repetidores Monte Picayo.	38°34'09.3"N	2°12'55,1"O	

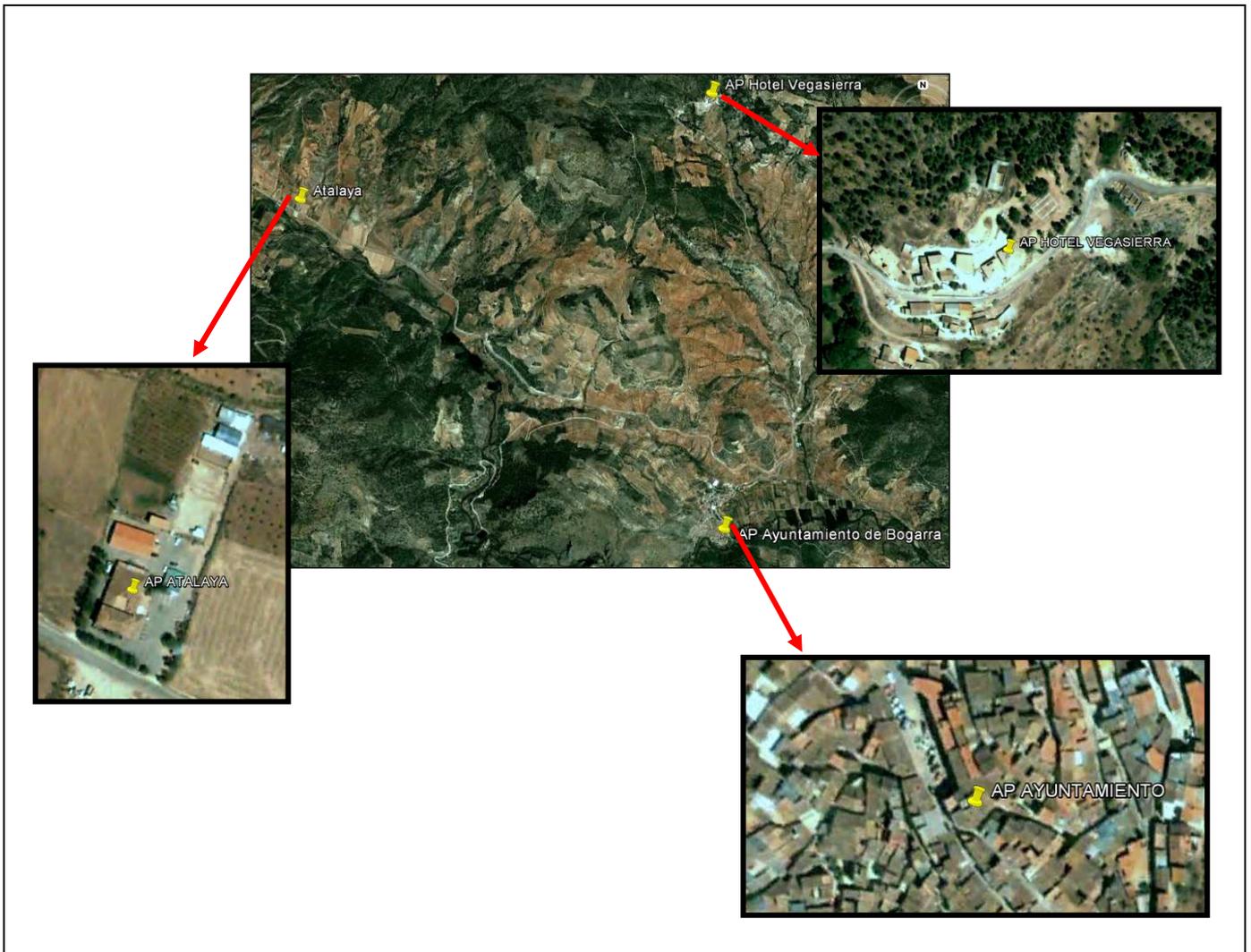
3.1.3.4.- Ubicación en plano de los puntos de radioenlace.



Detalle de la ubicación de los cuatro vanos que forman la red de transporte.

- ▶ Los enlaces que conforman la red transporte (mapa de la página anterior) se encuentran ubicados como el muestra el plano. Se han aprovechado infraestructuras de red de otras operadoras. La distancia entre el punto inicial y final es de 58 Km., aproximadamente.

3.1.3.5.- Ubicación en plano de los puntos de acceso



Detalle de la ubicación de los tres puntos de acceso que forman parte de la infraestructura de red combinada WiFi, WiMAX.

- ▶ Tal y como indica el plano, son tres los puntos de acceso (AP) que conforman la red WiFi, gracias a los equipos Wi2 de Alvarion.
- ▶ La distancia entre la BTS central y los equipos Wi2MAX son respectivamente:
 - BTS >> AP Ayuntamiento Bogarra: 0,8 Km..
 - BTS >> AP Hotel VegaSierra: 4,47 Km..
 - BTS >> AP Restaurante Atalaya: 5,4 Km..

3.2.- Infraestructura WiMAX empleada.

► Teniendo en cuenta las necesidades de conectividad en el ámbito de aplicación del proyecto, las razones para utilizar los equipos WiMAX de Alvarion son:

- Permite ofrecer cobertura de alto rango, característica que otros sistemas, como el Wi-Fi no permiten.
- Soporta tasas de transmisión elevadas.
- Facilidad de instalación, son equipos Plug & Play.
- Trabaja en condiciones de temperatura y humedad extremas.
- El sistema es fácilmente escalable.
- Los costes de instalación son adecuados para la infraestructura en estudio.
- Permite, de manera fácil y cómoda, la instalación de puntos de acceso, mediante un sistema de backhaul, de puntos de acceso Wi-Fi (Wi2). Una sólo BTS puede controlar múltiples puntos de acceso.



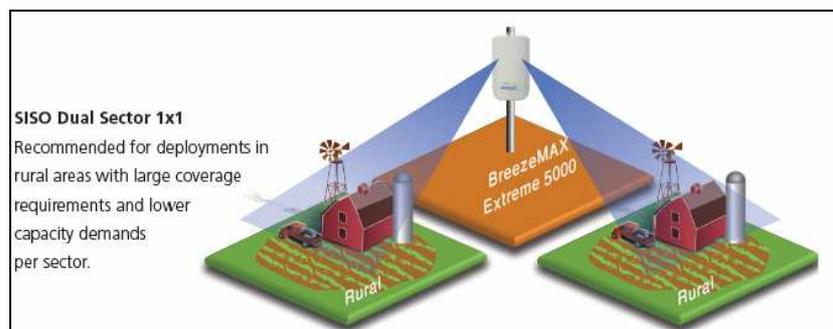
- Cuenta con productos para el control de accesos específicos y fácilmente instalables (Wi2 Controller).

► Las principales características de cada equipo son:

3.2.1.- Avarion BreezeMAX Extreme 5000.

A destacar:

- Brinda la máxima tecnología de acceso punto a punto para estaciones Wi2MAX que cumplirán las funciones de punto de acceso.
- Permite el tráfico simultáneo de múltiples puntos Wi2MAX, además de ofrecer cobertura WiMAX aprovechable en cualquier equipo que disponga de una tarjeta de este tipo.
- Se utiliza en bandas de frecuencia exentas de licencia.
- Soporta tecnología MIMO en la banda libre de WiMAX.
- Son unidades fáciles de instalar, compactas y compatible con otros estándares de comunicación.
- Su construcción les permite trabajar en condiciones ambientales extremas.
- Son fácilmente escalables.
- La configuración empleada en el presente trabajo es la configuración de dos antenas en modo SISO (Single In Single Out), por lo que una unidad dará cobertura en un rango de unos 90°, tal y como muestra este esquema:



Configuración SISO empleada. Más características en Anexo de fichas técnicas.

3.2.2.- Avarion BreezeNet B 300.

- ▶ Su aplicación en el presente trabajo se ha enfocado a proporcionar una trama de 34 Mbps a la zona (ampliable hasta 250 Mbps en condiciones ideales, según publicita el fabricante).

- ▶ El modelo BU se encontraría en servidor central de acceso a Internet (central Movistar en Albacete capital) y es la unidad que proporciona el tráfico a la unidad remota (RB).



- ▶ El modelo RB se situará en el repetidor de Las Peñas de San Pedro, como receptor de la unidad base (BU) y emisor al enlace final en el Monte Picayo:



A destacar:

- ▶ Es la solución ideal para enlaces punto a punto; pudiendo ofrecer tasas de transmisión de hasta 250 Mbps., se aplica en el presente trabajo como solución ideal para prever un enlace fiable, de relativo bajo coste y alta fiabilidad.
- ▶ Al igual que el resto de equipos de Alvarion, se instala fácilmente y dispone de herramientas gráficas son un Software propio que permiten la alineación del vano punto a punto con una precisión muy alta.

3.3.- Tecnología Wi-Fi. Estándar 802.11 b/g.

3.3.1.- Equipos CPE + cobertura WiFi Wi2.

- ▶ El punto de acceso Wi2, actúa de un lado, como unidad de backhaul en el sistema punto-multipunto; su CPE permite realizar una conexión bidireccional con la BTS central en la banda de frecuencias WiMAX.

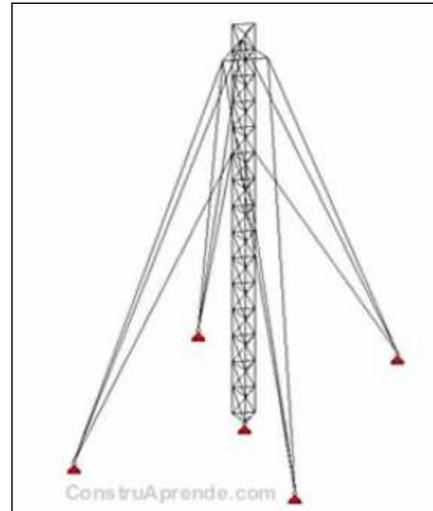


- ▶ En segundo lugar realiza las funciones de punto de acceso Wi-Fi, permitiendo dar conectividad en un radio amplio de cobertura.
- ▶ La unidad se encuentra perfectamente protegida contra condiciones atmosféricas adversas.
- ▶ Su configuración se limita a la orientación del CPE con la unidad BTS central.
- ▶ La autenticación de usuarios y el resto de gestiones de la red (control de tráfico, supervisión del conjunto de unidades) se realiza a través del Wi2 Controller.
- ▶ Aunque su utilidad es variada (seguridad pública, circuitos cerrados de televisión, cobertura interior), en el presente trabajo se limita a ofrecer cobertura WiFi en tres zonas diferenciadas.

3.4.- Equipos auxiliares.

3.4.1.- Elección de las torres de soporte.

- ▶ La marca Alvarion ofrece sistemas de anclaje para fachada específicos para sus equipos, por lo que su elección no ha supuesto dudas.
- ▶ La BTS central debe instalarse a 20 metros de altura, para evitar interferencias con un primer obstáculo; el primer talud (el emplazamiento no se encuentra junto al talud, sino a una distancia de unos 8 metros).
- ▶ Esto debe hacerse en una torre de las existentes en el recinto del resto de las operadoras, tras solicitar los trámites de solicitud administrativos. En caso de no aceptarse su solicitud, puede optarse por la adquisición de una torre ligera arriostrada como la mostrada en la imagen:



3.4.2.- Fuentes de alimentación.

- ▶ Las fuentes vienen suministradas por el fabricante Alvarion según las especificaciones, modelos y número de equipo según el presupuesto adjunto. En todos los equipos es posible que sea suministrada dentro de un mismo kit.
- ▶ Estas fuentes están reguladas, estabilizadas y protegidas contra cortocircuitos o cambios de polaridad.



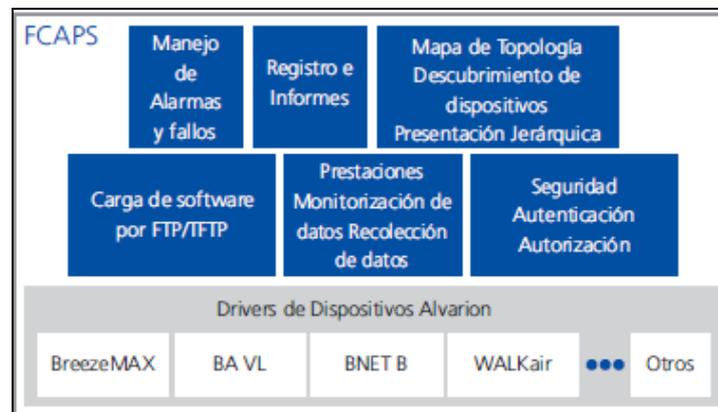
3.4.3.- Protección contra irregularidades en la red eléctrica.

- ▶ Dado que será necesario instalar radioenlaces y puntos de acceso en emplazamientos alquilados en algunos casos, y en zonas rurales donde las fluctuaciones de la red eléctrica pueden ser grandes, se ha decidido instalar un sistema de protección múltiple (sobre e infratensión, protección diferencial).
- ▶ La marca elegida por su experiencia es Safe Line, y en particular el modelo SureLine DOV 707HT.



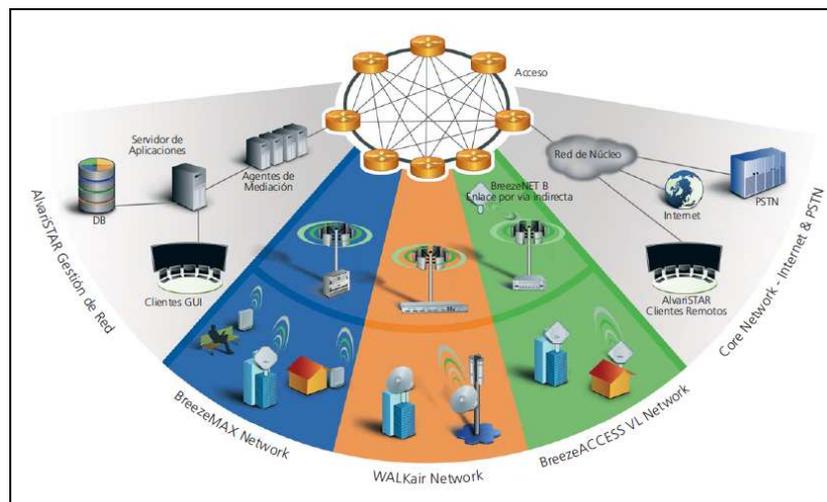
Capítulo 4. Configuración de los equipos.

- ▶ La marca Alvarion proporciona gratuitamente, mediante la adquisición de sus equipos, un completo Software de gestión de red llamado AlvariStar y AlvarCraft.
- ▶ Permite la gestión integral de la red desde el mismo programa, lo que facilita la gestión en visión global.



Posibilidades de gestión con el software AlvariStar.

- ▶ Se puede acceder a la gestión remota de cualquier equipo desde cualquier equipo que disponga de interfaz de conexión:



Detalle del alcance de la gestión mediante AlvariStar.

- ▶ Desde un equipo conectado mediante AlvariStar es posible supervisar, monitorizar y configurar la red, así como comprobar la existencia de fallos.
- ▶ Soporta los estándares de TMN (Telecommunications Management Network).
- ▶ Permite la configuración y visualización continua de los diagramas de red previamente introducidos. Inclusive permite la introducción de planos, para una mejor comprensión de la topología, especialmente durante la resolución de fallos.
- ▶ Realiza las funciones de otorgar accesos de modo individual o colectivo.
- ▶ Aporta otra información como sobrecarga de red, presencia de cuellos de botella.

4.1.- Configuración de los radioenlaces BreezeNet.

- ▶ Se realiza mediante el software AlvariCraft y facilita la labor de los técnicos instaladores en el momento de tener que alinear los radioenlaces.
- ▶ No sustituye al sistema AlvariStar, sino que es un complemento al mismo.

AlvariCRAFT™ Configuration Utility

- ▶ Desde dicho software se realizará la configuración de frecuencias, canales y potencia de transmisión.

4.2.- Configuración de los puntos de acceso Wi2Max.

- ▶ De entre todos los equipos, el AP Wi2 puede resultar el más complejo de configurar, por lo que se detalla el procedimiento en el Anexo de fichas técnicas.
- ▶ En resumen se trata de:
 - Acceder mediante tarjeta de red local o inalámbrica al equipo.
 - Configurar el modo de operación (/b /g).
 - Indicar la ganancia de la antena (el equipo ajustará la potencia de salida según el PIRE).
 - Configurar la SSID del equipo.
 - Configurar tipo de protección (WAP es adecuada).
 - Configurar la dirección IP a través de la cual se podrá realizar la gestión remota.
 - Crear una conexión (Mesh) entre la BTS central y sí misma.
- ▶ Para evitar interferencias, se configurarán los canales 1, 7 y 13 para los Wi2.

4.3.- Configuración del Wi2 controller.

- ▶ Adjunto al presente trabajo se incluye un manual de configuración del equipo. En resumidas cuentas, se ha de configurar:
 - Cada AP conectado a la estación BreezeMax 5000. Se realiza de manera muy intuitiva con el software incluido:

Status	AP name	Serial number	Wireless services	Wireless clients	Diagnostic	Action
●	E038-00291	R038-00291	📶 🔍	0	Synchronized	
●	R030-00045	R030-00045	📶 🔍	0	Synchronized	

📶 = AP Mode 📶 = Local Mesh Mode 📶 = AP/Local Mesh Mode 🔍 = Monitor Mode 📶 = Sensor Mode ✖ = Disabled

Detalle de una de las pantallas de configuración del equipo.

- De manera general se han de configurar:
 - La dirección IP del servidor DHCP y de la puerta de enlace.
 - El rango de direcciones de la LAN y la puerta de enlace.
 - El control de accesos por AP y la carga de tráfico máxima permitida y el acceso individualizado de cada usuario.

User accounts					
Username	State	Access controlled	Subscription	Active sessions	Action
test	Valid	Yes	None	0	

Add New Account... Reset All Subscription Times...

Detalle de la pantalla de configuración del acceso de usuarios.

4.4.- Configuración del equipo BreezeMax Extreme 5000.

- ▶ De todos los equipos es el que menos problemas presenta para la configuración.
- ▶ En principio es suficiente con:
 - Anclar el equipo al mástil, orientar la antena doble integrada a cada una de las dos zonas WiMAX.
 - Configurar los valores de tasa de información en la entrada, tasa de transmisión máxima (con independencia de la tasa teórica máxima).
 - Canales de transmisión, se recomienda una separación entre canales de al menos 6 bandas.
 - Configurar los puntos de acceso. Esta operación se realiza a través del Wi2 controller, en realidad, es posible conectarse a cualquier equipo de modo remoto en un equipo dentro del mismo rango IP, o inclusive desde el exterior mediante una opción de configuración remota.

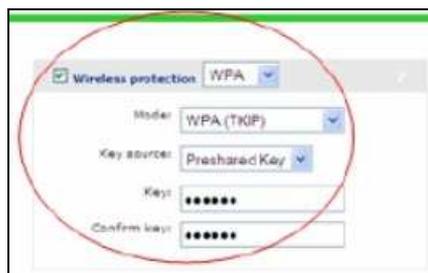
Capítulo 5. Seguridad.

- ▶ Los equipos pueden configurarse con seguridad WEP o WPA, aunque es conocida la debilidad de la primera, y se ha optado por utilizar la segunda.

5.1.- Elección de WPA como sistema de encriptación.

- ▶ Seguridad WEP.
 - Ó “Wireless Equivalen Privacy” viene del año 1999 y fue el primer paso para la encriptación en redes WiFi. Su cifrado se basa en el algoritmo RC4, conformando claves de 64 y 128 bits. No hicieron falta más que dos años para encontrar la debilidad del sistema. Hoy en día es posible descifrar una clave de este tipo con una tarjeta de red y algunos conocimientos. Es la razón por la que no se utilizará este tipo de encriptación.
- ▶ Seguridad WPA y WPA2.
 - WPA es el acrónimo de “WiFi Protected Access”. Evita los errores del anterior sistema de cifrado y fue un sistema provisional hasta que se definiera cómo funcionaría realmente todo el estándar 802.11. En realidad, WPA2 no es más que el estándar de seguridad una vez fue aprobado. La diferencia de funcionamiento principal era la autenticación de los usuarios mediante una PSK (“Pre-Shared Key”), es decir, los usuarios que pertenecieran a la misma red deberían utilizar una palabra clave para autenticarse. Además se amplió la clave del algoritmo RC4 a 128 bits.

La configuración de seguridad se realiza tanto en el equipo BreezeMax 5000 para la seguridad de la infraestructura WiMAX como en los equipos Wi2, se realiza desde el software de gestión:



Capítulo 6. Licencias, aspectos legales.

6.1.- Análisis legal. Implantación de un acceso inalámbrico a Internet en espacios públicos.

6.1.1.- Ofrecer servicios de comunicaciones electrónicas.

- Hacerlo en un sector liberalizado y regulado por la CMT es algo que está controlado. Para ofrecer servicios de este tipo deben llevarse a cabo tres pasos:
 1. Notificarlos fehacientemente a la CMT según la Ley General de Telecomunicaciones (Ley 32/2003, del 3 de Noviembre).
 - Presentar documentación administrativa según modelos vigentes.
 - Presentar documentación técnica según certificados de instalación vigentes.
 2. Inscribirse en el Registro de Operadores.
 3. Definir una tarifa para el usuario.
 - En caso de prestar servicios en el interior de edificios mediante redes WiFi, podrá hacer de manera gratuita para los usuarios finales.
 - No será necesario notificarlo a la CMT
 - Para prestar servicios en el exterior es necesario que la empresa se de de alta como operadora. En caso de ofrecer servicios en los que se disponga de acceso a la administración pública, podrán ser de carácter gratuito. En caso de ofrecer otros servicios se debe tener en cuenta que:
 - ◆ El precio del servicio no podrá ser inferior al coste del servicio para la entidad que contrata el servicio (dispone de un punto de acceso y o frece).
 - ◆ El Ayuntamiento de Bogarra podrá acogerse, como entidad perteneciente a la Administración General del Estado a programas de ayudas y subvenciones, siempre limitando los servicios a lo estipulado en cada programa.

6.1.2.- Utilización del espacio radioeléctrico.

- El presente proyecto utiliza bandas de uso común según el siguiente esquema:

Bandas de frecuencias	Tipo de licencia	Aplicación
2400 a 2483,5 MHz	Uso libre	WiFi
5 GHz	Uso libre	WiFi / WIMAX

- La variedad de productos existentes en banda libre permiten que sean suficientes para la implementación de accesos en banda ancha en el entorno rural del presente estudio.
- ▶ Normativa sobre límites de transmisión de radiaciones no ionizantes.
- Todos los cálculos realizados para el presente trabajo se han realizado para llevar a cabo el cumplimiento del Real Decreto 1066/2001 por el que se aprueba el “Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones de a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas”.

Capítulo 7. Escalabilidad.

- ▶ La elección de Alvarion no ha sido casual. La marca ofrece soluciones a medida de cada cliente.
- ▶ Una vez implementado el sistema, cualquier cliente puede instalar un punto de acceso (punto a multipunto) privado o de acceso público (hostales, organismos oficiales) mediante un dispositivo Wi2, con la limitación de tener línea de visión directa con la BTS central, o en algunos casos, sin tener LOS directa, previa realización de estudio técnico y/o mediciones.



Sistema Alvarion BreezeNet B100 con antena de 21 dB integrada en el propio equipo.

- ▶ La trama contratada inicialmente será de 34 Mbps, aunque podría aumentarse y contratar varios circuitos de 34 Mbps o uno de 155 Mbps en función de las ampliaciones futuras.
- ▶ El equipo Wi2 Controller elegido permite la gestión de hasta 10 puntos de acceso. Actualmente se dispone de tres puntos instalados, por lo que se puede más que triplicar el número de estos en caso de ser necesario.

Capítulo 8. Estudio económico.

- ▶ A continuación se indican, según precios obtenidos de distintos departamentos comerciales, los importes detallados de los equipos a instalar.
- ▶ Además del presupuesto del material se incluye el de la mano obra, estimando la subcontratación del servicio de instalación a una empresa especializada y que percibirá, aproximadamente, 60 € por hora de trabajo, hasta un total de 200 horas. En dicho importe se incluyen costes de logística, desplazamiento y herramienta (conceptos corren por cuenta del instalador).

8.1.- Presupuesto.

Unidades	Equipo	Part Number (Sólo Alvarion)	Precio equipo estimado	Subtotal
1	Estación Central BTS, con antenas integradas. BreezeMax 5000 XTRM-BS-2SIS-5.4-LmEx	954014	5.100 €	5.100 €
1	Equipo de radioenlace (Unidad Base). Breeze Net B (BU)		5.250 €	5.250 €
7	Equipo de radioenlace remoto (RB) Breeze Net B (BU)		4.350 €	30.450 €
8	Unidades de alimentación (IDU).		95 €	1.000 €
1	Sistemas de protección por sobre tensión + cuadro alimentación.		500 €	580 €
2	Torres de sujección (20 metros).		350 €	700 €
3	Puntos de acceso Wi-Fi b/g para red WiMAX. Wi2 ALVR-Wi2-ODU-b/g	858700	1.800 €	5400 €
8	Soportes montaje AP. Mounting-kit Wi2 / Extreme 5000 / Breeze Net	858705	25 €	200 €
3	Cables + conectores para Wi2 Cable-conn-DC-Wi2 IP 67	858102	45 €	135 €
1	Controlador, administrador de los AP. Wi2-CTRL-10	858720	2.800 €	2.800 €
5	Antenas omni-direccional para Wi2. ANT,BS,2.4-2.5 GHz, OMNI 1 unidad	300621	90 €	540 €
5	Equipos para prueba final. USB WiMAX		50 €	250 €
5	Unidades de abonado simple (SU) para prueba .		180 €	900 €
---	Cableado, utillaje, herramienta		1.500 €	1.500 €
---	Precio del Proyecto		2.000 €	2.000 €
200 horas	Mano de obra		60 € / hora	12.000 €
	Subtotal			68.805 €
	I.V.A. (18%)			81.189 €

8.2.- Gastos de contratación y alquiler de la trama.

- ▶ La empresa que acepte el proyecto debe abonar en concepto de alquiler del circuito de datos, para una velocidad de 34 Mbps la cantidad de 2.375 € mensuales.
- ▶ Además, se realizará un pago único por valor de 4.990 € por la conexión al circuito, además de 2.800 € por circuito, con un total de 7.790 € según indica la tabla adjunta:

Para solicitudes de alta o ampliaciones de más de 5 circuitos:

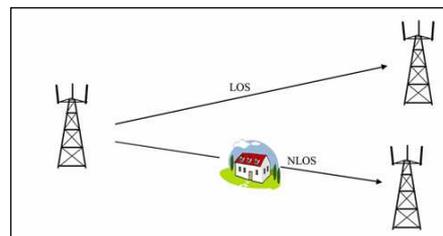
Parte fija: 4.990 euros

Por circuito: 2.800 euros/circuito de 34Mbps

Anexo I. Definiciones.

- ▶ AP. Siglas de Access Point, o punto de acceso. En un diagrama de red inalámbrica, es el dispositivo que proporciona acceso a Internet a los usuarios.
- ▶ Atenuación de la señal. Es el efecto por el cual la onda propagada pierde amplitud. Esto puede ser debido a pérdidas de propagación por el medio (cobre, aire, paramentas en edificios), bien por la existencia de efectos de refracción o reflexión, bien por la existencia de señales interferentes. Otro factor influyente es la distancia.
- ▶ Banda no licenciada, libre o de uso común: Aquella que no requiere de concesión demanial ni pago de tasas.
- ▶ Banda licenciada: Aquella que requiere una concesión demanial y pago de tasas para su utilización.
- ▶ Backhaul. Usa antenas punto a punto para conectar sitios de abonados entre sí y a las estaciones base en largas distancias.
- ▶ BPSQ y QPSK. Si hablamos de modulaciones por desplazamiento de fase (PSK), define dos sistemas de transmisión. El primero corresponde a la transmisión de un símbolo por unidad de velocidad. El segundo puede transmitir 4, 8, 16, 32 o 64 símbolos por unidad de velocidad.
- ▶ BTS. Base Transceptor Unit. Conformar la estación base que proporciona (en el presente trabajo) la función de ofrecer cobertura WiMAX a clientes de un lado y a las estaciones Wi2 a partir de su CPE
- ▶ Cobertura Polar Simple. Los cálculos de cobertura se han realizado con esta opción, la cual indica la cobertura teórica alrededor de un eje que forma una circunferencia de radio r definido por la potencia de transmisión y el tipo de antena.
- ▶ CPE. Customer Premises Equipment o Equipo Local de Cliente. En el presente trabajo define el sistema de radiocomunicación cliente que forma parte de los dispositivos Wi2 de Alvarion. Su función es recibir la señal WiMAX y servir de intercomunicador entre la estación central y los equipos cliente.
- ▶ Last Mille. También conocido como último kilómetro, o últimos metros, se conoce como el final del trayecto que provee a un usuario de una conexión de red.

- ▶ LOS. Line Of Sight. Se dice que se cumple que existe vista directa entre dos puntos radioenlazados cuando no existe ningún obstáculo físico entre ambos.
- ▶ NLOS. Not Line of Sight. En este caso, no existe una visión directa porque algún obstáculo interede entre emisor y receptor (y viceversa).



- ▶ Pérdidas de propagación. Son las pérdidas medidas en dBm producidas por el medio de transmisión (aire, agua) más la suma de las producidas por objetos en la línea que une los puntos de emisión y recepción.
- ▶ PIRE. Son las siglas de potencia isotrópica irradiada equivalente. Se define, a grosso modo, como la potencia irradiada equivalente por una antena (ideal) en todas direcciones
- ▶ Punto a Multipunto (PMP). La comunicación punto a multipunto es la transferencia de información desde un dispositivo (o punto) a varios puntos o dispositivos (la recepción de múltiples puntos). El sistema WiMAX puede utilizar PMP a la estación base para proporcionar acceso de banda ancha para múltiples usuarios por medio de esta misma estación base.
- ▶ Señal (dBm) es la unidad más utilizada en representación de señales, dB es a la unidad Watio como el dBm al miliwatio. Una unidad en dBm representa 30 dBm que una unidad en dB.
- ▶ Trama de 34 Mbps. Corresponde a una tasa de transmisión de $34 \cdot 10^6$ bits / segundo. Se habla de la capacidad de la trama como la carga que es capaz de soportar.
- ▶ Trama STM. Viene de Synchronous Transport Mode. La información se encapsula en tramas STM mediante contenedores virtuales, los cuales pueden formar, en función de la capacidad de transporte, tramas STM-1-4-16-64. El modo de contener esta información se define en el estándar SDH.
- ▶ WiFi. Viene de Wireless Fidelity y da el nombre genérico a aquellos dispositivos que pertenecen a una red inalámbrica.
- ▶ WiMAX. Son las siglas de Worldwide Interoperability for Microwave Access y se utiliza para hablar de manera genérica del estándar 802.16.

Anexo II. Bibliografía.

Utilización del espectro radioeléctrico en España
http://www.igipuzkoa.net/upload/documentos/descargas/es/Necesidades_y_Oportunidades_acceso_inalambrico_en_Gipuzkoa.pdf

Aplicaciones móviles en banda libre:
<http://albertia.wordpress.com/2009/09/30/aplicaciones-moviles-en-banda-libre-por-que-WiMAX-movil-en-banda-libre-es-WiMAX-fijo/>
<http://bandaancha.eu/articulo/3571/WiMAX-banda-libre>
<http://www.albertia.com/productos.php?familyID=WiMAX5GHz>

Software de Gestión de Equipos Alvarion AlvariStar.
<http://new.wireless.bfioptilas.es/embedfile/9/8/0/ 2/alvaristar.pdf>

Fichas de características de los equipos empleados Alvarion.
<http://www.alvarion.com/index.php/es-ES/home>

Seguridad WPA, de la Wikipedia:
http://es.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi_Protected_Access

Documento sobre Potencia Radiada Isotrópica, de la Universidad de Valencia:
http://www.upv.es/satelite/trabajos/pract_4/radio/uplink3.htm

Información sobre el entorno de Bogarra:
<http://www.dipualba.es/municipios/Bogarra/Ubicacion.htm>

Proyecto WiMAX de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha:
<http://www.iccm.es/web/index/fichaVideo1212698028071mm/1212680146466.html?site=CastillaLaMancha>

Página oficial del software Radio Mobile:
<http://www.cplus.org/rmw/english1.html>

Video Tutorial de Radio Mobile, en YouTube:
http://www.youtube.com/watch?v=TePhfN6j_J4

Google Earth. Replanteo inicial para la ubicación de las estaciones de la red de transporte y los puntos de acceso:
<http://earth.google.es/>

WiMAX Evolution: Emerging Technologies and Applications
Autor: Marcos D Katz y otros. Año 2009

Universidad Oberta de Catalunya.
Asignatura "Sistemas Telemáticos". Módulo 1. Comunicaciones sin hilos. Módulo 3. Redes locales y metropolitanas sin hilos.
Asignatura "Estructura de Redes de Computadores". Módulo 2. Rede de área local.

Space 2030: Tackling Society's Challenges.
Autor: OECD International Futures Programme. Año 2005. Gratuito en:
<http://books.google.es>

Anexo III. Fichas técnicas de características de los equipos empleados.

- ▶ Estación base de exterior WiMAX BreezeMax 5000.

WiMAX™ 16e
for the license-
exempt market



BreezeMAX® Extreme 5000

WiMAX 16e for the License-exempt Market

BreezeMAX Extreme 5000 is part of the carrier-class, field-proven BreezeMAX product family and brings WiMAX 16e technology to the 5 GHz license-exempt market. This base station is designed for use in both data-intensive applications such as Internet access as well as high-capacity, mission-critical applications such as video surveillance, transportation management and real-time and nomadic services. BreezeMAX Extreme is ideally suited for smart cities, education, public safety, smart utilities, oil & gas, enterprises and wireless Internet service providers (WISPs).

BreezeMAX Extreme 5000 Advantages

- WiMAX 16e QoS for license-exempt frequencies
- Advanced interference mitigation techniques for leading performance and reliability
- MIMO A/B support for increased coverage and capacity
- Reliable video transmission and inherent multicast support
- Compact all-outdoor, easily installed single unit
- Secure connectivity with embedded encryption mechanisms
- Reliable and ruggedized infrastructure for extreme outdoor conditions
- Fast ROI with reduced TCO by utilizing an all-in-one, single platform with ASN gateway and dual sector support
- Mobile, portable and fixed services



Main Features and Highlights

Carrier-class WiMAX 16e Solution for the 5 GHz License-exempt Market

BreezeMAX Extreme 5000 brings carrier-class, standardized technology to the license-exempt market providing WiMAX Quality of Service (QoS) and enhanced coverage and capacity. BreezeMAX Extreme 5000 is designed to support interoperability and certification and complies with WiMAX Forum® guidelines, enabling ecosystems to benefit from WiMAX 16e economy-of-scale.

All-in-One, All Outdoor Solution for Profitable Up & Go Services

The compact design of BreezeMAX Extreme 5000 enables reduced CAPEX and OPEX for low total cost of ownership (TCO) and accelerated ROI. This all-in-one solution integrates the base station, antenna, ASN gateway and GPS receiver to provide an all outdoor solution that is easy to deploy on communication towers, rooftops and street poles.

Leverage WiMAX QoS for Enhanced and Swift Delivery of Triple Play Services

Featuring inherent WiMAX QoS, BreezeMAX Extreme 5000 enables simultaneous support of multiple applications using service differentiation for real-time triple play (voice, video and data) and non real-time applications.

Markets

 WISP / Rural Broadband

 Public Safety & Security

 Smart Cities

 Transportation

 Oil & Gas

 Mining

 Ports

 Corporate

 Smart Utilities

Support Anytime, Anywhere Services

BreezeMAX Extreme offers MIMO, advanced antenna systems and air protocols to ensure reliable and resilient connections even in non line-of-site (NLOS) conditions. A variety of features support the sytem's network-level integrity, including encryption, authentication, extensive security and networking rules and AAA redundancy with failover.

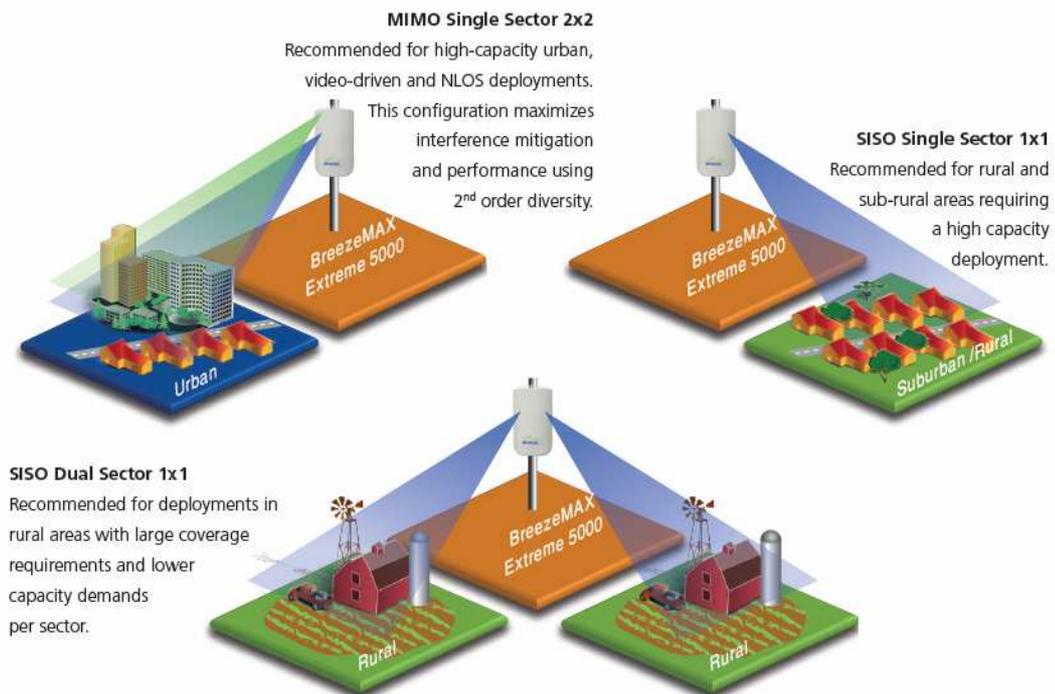
Powerful Interference Mitigation Techniques for Overcoming Obstacles

BreezeMAX Extreme 5000 supports MIMO, providing STC and MRC advanced antenna techniques in both the base station and end user devices. Designed with state-of-the-art OFDMA and error correction coding techniques (leveraging 16e PHY) as well as an integrated spectrum analyzer, DFS and dynamic channel selection, BreezeMAX Extreme 5000 offers best Non-Line-of-Sight (NLOS) and interference resilience.

Efficient Delivery of Broadband Applications to Any Environment

BreezeMAX Extreme 5000 supports unmatched sector capacity, coverage and deployment variety for enhanced implementation of fixed, nomadic and mobile applications in rural and urban deployments.

BreezeMAX Extreme 5000 Models



Headquarters

International Corporate HQ
Tel: +972.3.645.6262
Email: corporate-sales@alvarion.com
North America HQ
Tel: +1.650.314.2500
Email: n.america-sales@alvarion.com

Sales Contacts

Australia:
anz-sales@alvarion.com
Asia Pacific:
ap-sales@alvarion.com
Brazil:
brazil-sales@alvarion.com
Canada:
canada-sales@alvarion.com
Caribbean:
caribbean-sales@alvarion.com
China:
cn-sales@alvarion.com
Czech Republic:
czech-sales@alvarion.com
France:
france-sales@alvarion.com
Germany:
germany-sales@alvarion.com
Italy:
italy-sales@alvarion.com
Ireland:
uk-sales@alvarion.com
Japan:
jp-sales@alvarion.com
Latin America:
lasales@alvarion.com
Mexico:
mexico-sales@alvarion.com
Nigeria:
nigeria-sales@alvarion.com
Philippines:
ph-sales@alvarion.com
Poland:
poland-sales@alvarion.com
Portugal:
sales-portugal@alvarion.com
Romania:
romania-sales@alvarion.com
Russia:
info@alvarion.ru
Singapore:
asean-sales@alvarion.com
South Africa:
africa-sales@alvarion.com
Spain:
spain-sales@alvarion.com
U.K.:
uk-sales@alvarion.com
Uruguay:
uruguay-sales@alvarion.com

For the latest contact information in your area, please visit:
www.alvarion.com/company/locations



© Copyright 2011 Alvarion Ltd. All rights reserved. Alvarion® its logo and all names, product and service names referenced herein are either registered trademarks, trademarks, trade names or service marks of Alvarion Ltd. in certain jurisdictions. All other names are or may be the trademarks of their respective owners. The content herein is subject to change without further notice. Any purchase orders submitted and actual supply of products and/or grant of licenses are subject to Alvarion's General Terms and Conditions and/or any other effective agreement between the parties.

215373 rev.e

Specifications

Radio & Modem

Unit type
Configuration options

Frequency

Channel bandwidth
Number of channels

Radio access method
Operational mode
Central frequency resolution
FFT size
Supported modulation

Air link optimization support
Diversity

Transmit Power

Transmit power

Integrated antenna gain

Security

Authentication
Data encryption

Interfaces

Network
Standard compliance
Data interface
Power

GPS

Mechanical

Dimensions (H x D x W)
Weight:
Extreme 5000 unit
Mounting Kit

Environmental

Operating temperature
Operating humidity

Standard Compliance

EMC
Safety
Environmental
Radio

Humidity
Regulatory compliance

* Not available in North America

All outdoor base station
Single sector MIMO – integrated / external antenna
Single sector SISO* – integrated / external antenna
Dual sector SISO – external antenna
Base station
4900-5350 MHz
5470-5950 MHz
CPE
4900-5950 MHz
5 MHz, 10 MHz, 2x10 MHz
MIMO: 2Rx, 2Tx
SISO: 1Rx, 1Tx
IEEE 802.16-2005 (16e OFDMA)
TDD
2.5 MHz (for 5 MHz channel), 5 MHz (for 10,2x10 MHz channel)
512/1024
QPSK 1/2, 3/4 + Rep
QAM16 1/2, 3/4
QAM64 2/3, 3/4, 5/6
HARQ, CTC, compressed DL / UL Maps.
2x2, MIMO Matrix A, MRC, MIMO Matrix B

Base Station	CPE
0-21 dBm, 1dB resolution	QAM64: 18 dBm QAM16: 20 dBm QPSK: 21 dBm ATPC of 20 dB, 1 dB resolution 16 dBi
14.5 dBi	

Centralized over RADIUS, MS chap v.2 EAP TTLS over RFC-2865
AES WIMAX 16e

IEEE 802.3 CSMA/CD
10/100 Mbps, half/full duplex with auto negotiation
In: PoE (55V DC)
In: 48V DC
Out: PoE (55V DC) feeding backhaul CPE
Antenna (TNC), receiver integrated in unit
GPS chaining support

Base Station	CPE
51 x 28 x 14.7 cm	23 x 23 x 6.3 cm
11 kg	2 kg
5 kg	

-40°C to 55°C
5%-95% non condensing, weather protected

ETSI EN 301 489-1, FCC p15
CE EN 60950-1/22, UL 60950-1/22
ETS 300 019 part 2-1, 2-2, 2-4, IP67
ETSI EN 302 326, ETSI EN 301 390
ETSI EN 301 893, ETSI EN 302 502
FCC part 15.247, FCC part 15.407, RSS-111, RSS-210
ETSI 300 019-2-4 Class T4.1E (IEC-60068-2-56)
ROHS

About Alvarion

Alvarion Ltd. (NASDAQ:ALVR) provides optimized wireless broadband solutions addressing the connectivity, capacity and coverage challenges of telecom operators, smart cities, security, and enterprise customers. Our innovative solutions are based on multiple technologies across licensed and unlicensed spectrums.
(www.alvarion.com)

- ▶ Estación combinada, de backhaul WiMAX y cobertura Wi-Fi Wi2.



BreezeMAX[®] Wi² BreezeACCESS[®]

**Combined WiMAX and Wi-Fi
end-to-end broadband solutions**

Wi² offers the ultimate IP wireless broadband solution for a variety of applications and services – anytime, anywhere.

Wi² provides the best of both worlds:

- Easy-to-deploy outdoor Wi-Fi mesh access solution integrated with built-in management and OSS support
- Readiness for immediate connection with the robust QoS capabilities of a BreezeMAX/BreezeACCESS backhauling network providing Personal Broadband services

Services delivered with Wi² range from basic public Internet access to public safety, traffic management, video surveillance, indoor coverage and other advanced voice, video and mobile applications.



Deploy mesh networks easily and cost effectively

Answering the need for outdoor Wi-Fi connectivity, Wi² offers localized mesh networks with a Wi-Fi AP-rich feature set. Furthermore, it enables immediate connection with WiMAX star backhauling networks. This results in a high performance, low complexity, easy-to-deploy network, which can be easily tailored to specific operational and budget demands. Consequently, Wi² enables operators to work according to their specific needs and enjoy mesh benefits such as self-healing and lower network costs while still maintaining a robust, simple and high QoS network.

Integrate a complete, robust end-to-end solution

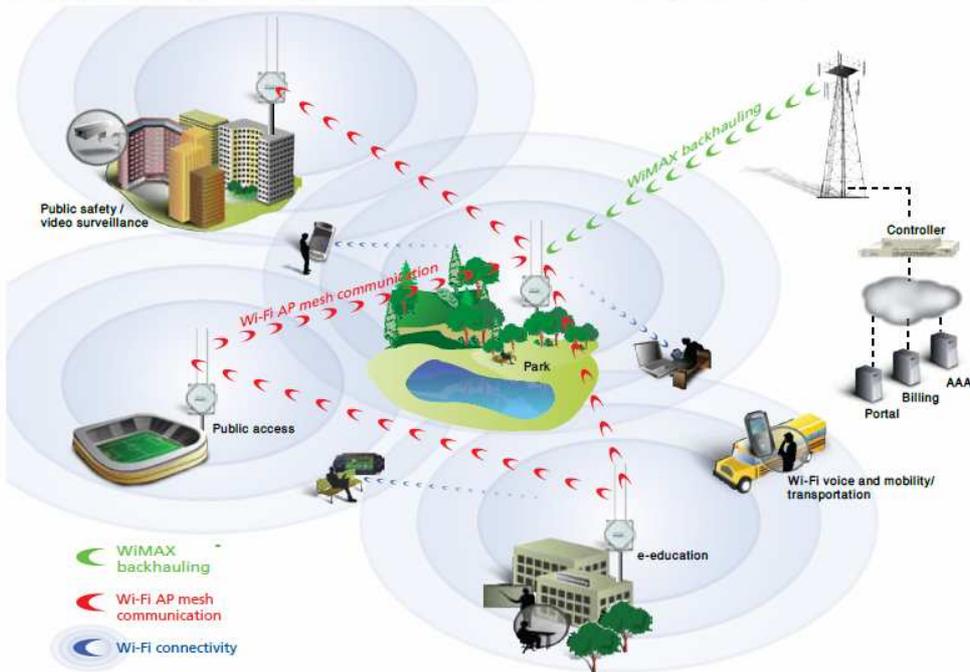
Wi² offers a wide range of important features. These include extensive network management with detailed statistics and diagnostics capabilities for easy evaluation of network performance and behavior; embedded OSS abilities with RADIUS servers, captive portals and accounting information; self-healing; powerful QoS for voice and video support; and extensive security features.

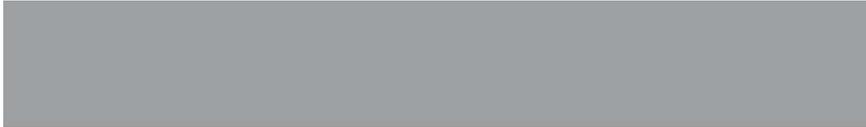
Increase revenue with multiple application network support

Deliver a variety of independent services through the simultaneous operation of up to 16 different virtual networks (16 SSIDs) on the same infrastructure. Each network retains unique QoS, security, authentication, guest access services, management attributes and billing rates, allowing for revenue generation according to customer service level agreements (SLAs).

Key Wi² applications

- Public Internet access
- Voice
- Video surveillance
- Traffic management
- Indoor Wi-Fi coverage
- Outdoor workers
- Public safety
- Homeland security
- Transportation
- Nomadic and mobile applications





Improve ROI by extending the service offering to Wi-Fi end users

Capture revenues from both Wi-Fi and WiMAX clients – existing wireless IP broadband operators can generate additional revenues from Wi-Fi end users using standard laptops, PDAs and Wi-Fi phones, while leveraging existing WiMAX networks.

Support advanced mobile applications

The roaming and rapid handover support offered by Wi² enables the deployment of advanced mobile applications such as voice networks and transportation, as well as readiness for migration to a complete Mobile WiMAX network.

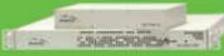
Reduce costs through easy plug and play installation anywhere, anytime

The Wi² solution can be installed in any rugged outdoor conditions – including roofs, walls and light poles, thereby reducing site installation, acquisition and rental costs. Furthermore, plug and play installation enables operators to literally just connect the units to the power, with authentication, software updates and configuration performed automatically by the Wi² controller.

Support and manage networks with thousands of APs

Wi² is a completely scalable solution which can easily support and manage deployments from tens to thousands of APs. This scalable network architecture enables operators to pay as they grow and minimize risks, without any additional or incremental costs.

Wi² system components

<p>Wi²</p> 	<p>Ruggedized solution which connects to all Alvarion outdoor CPEs, irrespective of frequency Deployment - outdoor Supports Wi-Fi AP 802.11b/g, WiMAX connectivity, security and QoS</p>
<p>Wi² Extender</p> 	<p>Extends Wi-Fi network, uses the same Wi² AP (software and hardware), and includes indoor unit (IDU) for power and connectivity Deployment - outdoor Supports Wi-Fi AP 802.11b/g, security and QoS</p>
<p>Wi² Controller (optional)</p> 	<p>Centralized network management and control (recommended for all deployments), with optional mobility support Deployment - NOC Supports security, QoS, OSS, mobility, plug and play installation and network management (for all APs)</p>
<p>Wi² NMS (optional)</p> 	<p>Manages all controllers in network and provides additional alerts and statistical information Deployment - NOC Supports network management (also for controllers)</p>

Specifications

Headquarters

International Corporate Headquarters
Tel: +972 3.645.6262
Email: corporate-sales@alvarion.com

North America Headquarters
Tel: +1.650.314.2500
Email: n.america-sales@alvarion.com

Sales Contacts

Australia
Email: australia-sales@alvarion.com

Brazil
Email: brazil-sales@alvarion.com

Canada
Email: canada-sales@alvarion.com

China
Email: china-sales@alvarion.com

Czech Republic
Email: czech-sales@alvarion.com

France
Email: france-sales@alvarion.com

Germany
Email: germany-sales@alvarion.com

Hong Kong
Email: hongkong-sales@alvarion.com

Italy
Email: italy-sales@alvarion.com

Ireland
Email: uk-sales@alvarion.com

Japan
Email: japan-sales@alvarion.com

Latin America
Email: lasales@alvarion.com

Mexico
Email: mexico-sales@alvarion.com

Nigeria
Email: nigeria-sales@alvarion.com

Philippines
Email: far.east-sales@alvarion.com

Poland
Email: poland-sales@alvarion.com

Romania
Email: romania-sales@alvarion.com

Russia
Email: info@alvarion.ru

Singapore
Email: far.east-sales@alvarion.com

South Africa
Email: africa-sales@alvarion.com

Spain
Email: spain-sales@alvarion.com

U.K.
Email: uk-sales@alvarion.com

Uruguay
Email: uruguay-sales@alvarion.com

For the latest contact information in your area, please visit:
www.alvarion.com/company/locations



www.alvarion.com

© Copyright 2008 Alvarion Ltd. All rights reserved. Alvarion® and all names, product and service names referenced herein are either registered trademarks, trademarks, trade names or service marks of Alvarion Ltd. All other names are or may be the trademarks of their respective owners. The content herein is subject to change without further notice.

214513 rev.C

Wi-Fi Access Point Specifications

Data Rates 802.11g: 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps per channel 802.11b: 1, 2, 5, 5, 11 Mbps per channel	Network Management Web-management, Telnet, SNMP	Electromagnetic Compatibility CE Class B (EN55022) CE EN55024 IEC61000-3-2, IEC61000-3-3, IEC61000-4-2, IEC61000-4-3, IEC61000-4-4, IEC61000-4-5, IEC61000-4-6, IEC61000-4-8, IEC61000-4-11 FCC Class B Part 15 VCCI Class B ICES-003 (Canada)
Maximum Channels FCC/IC: 1-11 ETSI: 1-13 Japan: 1-14	Radio Signal Certification FCC Part 15.247 (2.4 GHz) EN 300.328, EN 302.893, EN 300 826, EN 301.489-1, EN 301.489-17 ETSI 300.328; ETS 300 826 (802.11b)	Standards IEEE 802.3 10BASE-T IEEE 802.3u 100BASE-TX IEEE 802.11 b, g
Maximum Clients 128 for the radio interface set to access point mode	Safety UL/CUL (CSA60950-1, UL60950-1) CB (IEC 60950-1) UL/GS (EN60950-1)	Antenna Specifications 2 x 8 dBi Omni directional (2.4-2.5 GHz)
Modulation Types 802.11g: CCK, BPSK, QPSK, OFDM 802.11b: CCK, BPSK, QPSK	Wireless Radio/Regulatory Certification ETSI 300 328 (11b/g), 301 489 (DC power) FCC Part 15C 15.247/15.207 (11b/g), Wi-Fi, DGT, TELEC, RSS210 (Canada)	
Operating Frequency 802.11b/g: 2.4-2.4835 GHz (US, Canada, ETSI) 2.4-2.497 GHz (Japan)		

TX Power and RX Sensitivity

802.11g	6 Mbps	9 Mbps	12 Mbps	18 Mbps	24 Mbps	36 Mbps	48 Mbps	54 Mbps
TX power (dbm)	20	20	20	20	20	19	19	18
RX sensitivity (dbm)	-95	-93	-87	-84	-80	-77	-73	-70

802.11b	1 Mbps	2 Mbps	5.5 Mbps	11 Mbps
TX power (dbm)	20	20	20	20
RX sensitivity (dbm)	-111	-102	-92	-91

Software Features

Access Control Integrated HTML login/captive portal Integrated RADIUS authentication Configurable min./max. connect speed Scalable to thousands of users	Multiservice Support for 16 virtual networks, hidden and broadcast SSIDs Unique SSID, Mac address, authentication, encryption, VLANs and QoS Per-user bandwidth management User account profiles using embedded/external AAA Full virtual AP configuration, including authentication, DTIM, QoS	QoS and Other Support for 802.11i, WMM, RADIUS, 802.1q, 802.1p, IP TOS/DSCP Mesh (DWDS), self-healing, self-optimizing
Centralized Management Full plug and play AP configuration, upgrade and control Centralized system monitor for thousands of APs Full, secure GUI configuration and monitoring	Mobility Full voice quality L2 and L3 mobility for clients roaming between APs Service transparency through fast roaming and handovers	Security 802.1x, AES, WPA2, Radius, WEP, Firewall SSH/SSL, IPsec encapsulated SNMP, XML Wireless MAC/IP filter, NAT, CIDR Layer-2 wireless client isolation DHCP: Server; Client; Relay, Option 82, Rogue AP detection and prevention
Management SNMP, CLI, web-based Selectable RF channel and transmit power Packet capture on WLAN or LAN interface (diagnostics)		

Physical Dimensions

Size (H x W x D) 32.9 x 27.8 x 21.1 cm (13.0 x 11.0 x 8.3 in)	Temperature Operating: -40 to 60°C (-40 to 140°F) Storage: -55 to 80°C (-67 to 176°F)	EMC Compliance (Class B) FCC Class B (US) RTTED 1999/5/EC DGT (Taiwan)
Weight 7.0 kg (49.37 lbs)	Humidity 5 to 95% (non-condensing)	

* For backhaul specifications, please see BreezeMAX or BreezeACCESS VL documentation, as appropriate
* For further information, please contact your local Alvarion sales representative

- ▶ Controlador Wi2 para 10 puntos de acceso. Wi2-CTRL-10

Sistema de control de puntos de acceso Wi2. Esta unidad permite el control de hasta 10 puntos de acceso.

 <p>Wi² Controller (optional)</p>	<p>Centralized network management and control (recommended for all deployments), with optional mobility support</p> <p>Deployment - NOC</p> <p>Supports security, QoS, OSS, mobility, plug and play installation and network management (for all APs)</p>
--	---

- ▶ Guía rápida de referencia para equipos Breeze Max.



General

This document details the main hardware elements, software features, known limitations, bug fixes, and version compatibility information as well as the documentation available for the BreezeMAX Extreme 5000 product release 1.5. It corresponds to software versions:

- Software version 1.5.1.72 of BreezeMAX Extreme 5000 base-station
- Software version 1.5.1.23 of BreezeMAX PRO 5000 CPE

Note: This is a 2nd release of Product Release 1.5, that includes several bug fixes over earlier version 1.5 (BTS version 1.5.1.57, and CPE version 1.5.1.16), for the list of bug fixed please refer to the relevant sections below.

The Product Released

BreezeMAX Extreme is a state-of-the-art all-outdoor, all-in-one WiMAX 16e (IEEE 802.16e-2005) based platform, working in the 5.x GHz band, operating in TDD, and intended for worldwide use.

BreezeMAX Extreme offers all the advantages of the WiMAX 16e to the license-exempt frequency bands. Leveraging the carrier class QoS along with the superior radio technology, formed in a small all-outdoor highly integrated design presenting an exceptionally attractive cost/performance ratio for various needs and deployment scenarios, improving operational costs and reducing complexity.

The BreezeMAX Extreme base-station comes in two frequency configurations:

- 4.9 model - supports 4.90-5.35 GHz
- 5.4 model - supports 5.47-5.95 GHz

The BreezeMAX Extreme PRO CPE covers the entire 1GHz band in a single model.

With BreezeMAX Extreme release 1.5 the following country profiles are allowed for use, any other country profile is prohibited:

4.9 GHz Extreme model (4.9-5.35)	5.4 GHz Extreme model (5.47-5.95)
Universal	Universal
Canada	Canada
FCC	Australia
ETSI	ETSI
5.1 GHz FAA	FCC

Important notes:

ONLY experienced installation professionals who are familiar with radio equipment for outdoor/indoor, local radio regulations, relevant local building and safety codes and, wherever applicable, are licensed by the appropriate government regulatory authorities should install outdoor units and antennas and should do so in accordance to the local regulations applicable.

About this Release

Release 1.5 of the BreezeMAX Extreme is based on release 1.2 and introduces enhancements and new features as well as new models. Release 1.5 introduces the following new elements and capabilities.

Extreme BTS Product Models

New in this release:

- Dual Sector SISO – A Single Input Single Output solution, serving two sectors in a single box, external antenna only. Supports up to 10MHz per each served sector.

P/N	Product	Description
949004	XTRM-BS-2SIS-4.9-Ext	BMAX Extreme BTS, dual sector (2x10MHz) no diversity, 4.9-5.35GHz band. Mounting kit included. Power Supply, External antennas, and indoor to outdoor cable are NOT included and should be ordered separately.
954004	XTRM-BS-2SIS-5.4-Ext	BMAX Extreme BTS, dual sector (2x10MHz) no diversity, 5.47-5.95GHz band. Mounting kit included. Power Supply, External antennas, and indoor to outdoor cable are NOT included and should be ordered separately.

- Limited models for lower entry price –
 - Available for all HW models – SISO, MIMO and Dual-SISO
 - Limited to 20 CPEs per base-station
 - Working with integrated ASN only
 - License upgrades available for easy "pay as you grow":
 - Upgrade to 50, 100, 150, 250, or directly to 250. (upgrade to 250 also enabled the external ASN-GW)

Main Features

The following new features and functionalities are supported with this release.

- **MIMO B increased capacity**

Available in the diversity base-station models (DIV), enabling increased served capacity in the downlink. A new sector diversity mode is supported (MIMO matrix A&B), on top previous modes (MIMO matrix A). Under MIMO A&B the system automatically selects per each subscriber according to its link conditions and subscriber capabilities if it uses matrix A (for increased coverage gain and link robustness) or matrix B (for increased capacity).

- **Extended bandwidth support (10+10 MHz)**

Increasing the served bandwidth of single sector models (either SISO or MIMO) for dual carrier – 10+10 MHz by a single base-station, and hence practically doubling the served capacity. This feature is available under feature license (950201).

Note that the CPE (working at 10MHz) would associate to either of the dual-carrier BTS, it is recommended that the BS_ID of each 10MHz would be configured differently such that sector "load balancing" can be achieved by setting the preferred BS of part of the CPEs equally between the two different BS IDs.

- **Dual SISO sector configuration support**

A new base-station model, serving two different sectors with Single-Input-Single-Output. Each of the sectors would be separately configured, and may serve up to 10MHz per each sector. This model creates a great offering for lower teledensity deployments, leveraging a single housing, single ASN, single feeding and backhaul for the two sectors.

- **GPS chaining capability**

Starting release 1.5, deploying a multi-sector site can benefit from chaining the GPS signal between the BTS in the site.

One BTS acts as master and connects to the GPS antenna. The rest of the BTS on site (up to 4 additional BTS) are daisy-chained using CAT5e cable (in GPS-out, GPS-in connectors or the BTS).

The base-stations are configured according to their position in the chain, and in case that the master would fail to generate the 1 PPS signal, the BTS configured as 1 in the chain would generate to the others, in case it would fail BS#2 in the chain would generate, etc.

- **eRT Quality-of-Service Profile**

eRT (Extended Real-Time) Quality of Service is designed to support real-time applications, such as VoIP with silence suppression, that have variable data rates but require guaranteed data rate and delay. eRT creates periodic allocations in the downlink and uplink for the voice traffic similar to UGS, but on-top UGS is suppresses silence and performs the allocations only when talk spurt is detected, as such it guarantees high voice quality of service with optimization of the air-link usage and capacity.

For details on the various QoS parameters settings please refer to the system manual.

- **"Limited" models and feature-licensing**

Starting with release 1.5, operators and integrators can benefit from "build-per-need" and "pay-as-you-grow" model. New models of base-station are available at lower entry price, limited to 20 subscribers per BTS, operable with the integrated ASN-GW only.

- **Extended cell-range**

In a TDD scheduled protocol the max cell range is dictated by the silence duration between the DL and UL zones. Starting with release 1.5 operators can configure the max cell-range to be either 8km (as in previous releases) or 40km.

- **Enhanced Interference mitigation – DCS**

The DCS (Dynamic Channel Selection) mechanism is designed to find the most suitable channel (the one with least interferences) for operation among the configured range of channels (discrete list of channels). When the BS is turned on (startup) the DCS is triggered to select one of the best channels at the current time. The selection is based on Noise and Interference (NI) level measurements performed in all defined channels by the built-in spectrum analyzer. DFS (if applicable) will be triggered after the channel selection (for verification of the channel). A channel that is considered by the DFS mechanism as Unavailable will not be selected by the DCS mechanism.

When using Random Channel Selection, the unit will select randomly channels in the relevant frequency band. In configurations with two sectors, the DCS mechanism will avoid selection of the channel used by the other sector.

During normal operation (on-going status), spectral efficiency detectors triggers the DCS mechanism to search for a new channel when channel conditions cause performance degradation below a certain level.

- **Enhanced Interference mitigation – MAPs repetition**

As part of the transmission, the MAP is a very important part as it lays-out the frame structure and DL/UL allocations. If a CPE can not interpret the MAP due to high level of interference, it would discard the entire frame. To have a more reliable and resilient transmission starting this release you may configure the MAP repetition (x2, or x4 repetition) to have a higher reliability.

- **Enhanced Interference mitigation – BTS Spectrum Analyzer**

For better initial site commissioning, and as a debugging tool, starting with Release 1.5 the base-station can perform spectrum analysis over a configured frequency range.

The base-station scans over the configured frequency range the central frequencies. At each frequency it measures the RSSI (over all applicable sub-carrier frequencies), and calculates the median RSSI (of all sub-carriers).

Note: The Spectrum Analysis test is a service affecting operation – during the scan the base-station would seize to serve the units associated to it.

- **Multicast & Broadcast profile**

With release 1.5 you may benefit from downlink broadcast and multicast enhanced capabilities. The multicast profile is configured within the forwarding rule in the service profile. Up to 10 different multicast groups can be configured. The multicast transmission is performed only once over the air and is performed in the configured "basic rate". The service configuration includes the MIR for the multicast service.

- **Reliable video profile**

A new quality of service profile for video applications, aiming to provide a reliable, error-free transmission.

- **Networking deployment enhancements – DHCP server, relay, and forwarding option 82**

With release 1.5 we had enhanced the networking deployment options of Extreme, adding on-top the DHCP transparent mode also DHCP server, and DHCP forward and relay with option 82 support.

- **Transparent:** As supported by previous releases. Typically used with IP CS service interfaces. The MS communicates directly with a DHCP server without involving the ASN-GW.

- **Relay with Option 82:** The ASN-GW serves as a relay for DHCP messages between the MS and a known DHCP server. The implementation complies with RFC-2131 and RFC-3046. Any DHCP discovery/request message coming from the user that includes option 82 will be dropped.
- **Server:** The ASN-GW acts as a DHCP server
- **Default gateway per service group**
In IP-CS mode, ability to configure a different default gateway per each service group.
- **Default Service Profile & Default MSF**
For easier service definition "templates" of defaults for service profile and MSF are available.
- **Best AU Enhancements**
Enhancement of the Best AU mechanism. With release 1.5 the CPE supports automatic periodic search for its preferred AU in case it is not currently associated to it.
This means that the best-AU, preferred-AU mechanism works in accordance to:
 - The CPE performs scanning over the configured range (start/stop range + discrete list of frequencies) and creates a short-list of the found AUs in the range that comply with the best-AU mask
 - In case the CPE finds the preferred AU in the short-list it would associate to it
 - In case the preferred AU is not found the CPE would associate to the AU with the best signal quality.
 - In case the CPE is associated to a BTS that is not its preferred AU, it would trigger automatic rescan each configured period to look for the preferred AU
- **Ethernet CS Enhancements**
Two additional enhancements were added on top the previously existing capabilities:
 - Deny/Allow MAC Address/Ranges – a new security feature, introducing filtering mechanism to allow/deny service to specific end user devices based on their MAC Address. Configuration can be done also over a MAC Address range.
 - A new classifier by Source MAC Address, enabling CPE management over ETH CS
- **Country code setting improvements**
As the base-station model supports a wide-range of frequency, we had modified the country code settings to cover regulation, followed by frequency band. As such, operator can benefit from using a multi-band (e.g, 5.4 and 5.8) settings, while maintaining correct settings (e.g. Tx power mask, DFS, etc) per each range.
- **Backhaul CPE support**
Improved deployment scenario – when feed by direct 48V DC, the base-station may feed the backhaul CPE (e.g. BNB, VL, or even an Extreme CPE).
- **BTS link statistics**
Modulation counters per each rate in the downlink and uplink, with indication of MIMO A and MIMO B in the downlink. Further there is ability to view continuous CINR/RSSI per each active MSs.

- Ficha de características técnicas de los sistemas Alvarion BreezeNet B.

Simple and Smart Point-to-Point Wireless Communication Portfolio

BreezeNET B Highlights

- High capacity, point-to-point, robust outdoor wireless solution
- Flexible rate options: B10, B14, B28, B100 and B300 reaching up to 250 Mbps
- Long reach: over 60 km
- Superior OFDM radio technology
- Optimized uplink/downlink configuration to support business applications such as public safety and video surveillance
- Robust performance in Non-Line-Of-Sight (NLOS) environments
- Simple deployment with adaptive modulation and Automatic Transmit Power Control (ATPC), management and maintenance
- Quality-of-Service (QoS) for data, voice and video (wireless link prioritization)
- Secure AES, WEP and RIPS



BreezeNET[®] B

BreezeNET B is a comprehensive and highly-proficient portfolio of wireless point-to-point bridging solutions for license-exempt frequency bands. It offers long range and high-capacity support for high bandwidth applications. The BreezeNET B provides efficient, reliable and secure communications for voice and real time applications including building-to-building connectivity and backhaul services between two remote locations.

Cities and businesses such as municipalities, utilities and enterprises can benefit from the enhanced uplink/downlink configuration which offers better support of business applications including public safety and video surveillance.

A flexible solution with pay-as-you-grow support, BreezeNET B is also a powerful and cost-effective wireless link for backhauling point-to-multipoint networks to their Internet points of presence, eliminating the necessity for expensive leased lines over wireline infrastructures.

-  Conferencing

-  Voice

-  Surveillance

-  Access

-  Backhauling

-  Traffic

-  Networks



The BreezeNET B Product Range



System Components

Base Unit (BU)*



The Base Unit is installed at one end of the PTP link and connects to a central server or to the Internet. The BU is composed of two parts - a universal indoor unit (IDU) and an outdoor unit (ODU). By combining the radio and the modem in the outdoor unit, BreezeNET B offers a true outdoor device with no power loss associated with expensive indoor/outdoor RF cables.

Remote Bridge (RB)*



The Remote Bridge is placed at the far end of the PTP link, connecting the end user to the centrally located BU. It is composed of two parts - an identical universal indoor unit (IDU) and an outdoor unit (ODU).

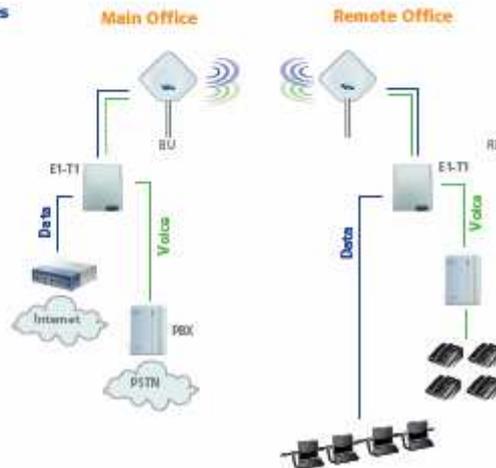
BreezeNET B E1/T1



The BreezeNET B E1/T1 transport unit enables point-to-point tunneling of T1 or E1 traffic across wireless Ethernet devices, thereby providing dramatic cost savings over the cost of conventional leased lines. BreezeNET B E1/T1 supports all BreezeNET B frequencies, is simple to deploy, supports VLANs and contains QoS for voice and video applications. The BreezeNET B E1/T1 unit provides the capability for recovering from data loss (using an optional Forward Error Correction mechanism), without propagating errors to following frames. The pay-as-you-grow option allows BreezeNET B E1/T1 to be upgraded with a software license from one E1/T1 link to support up to a maximum of 8 E1/T1 links.

* Same components with different system configurations

Deployment Scenario for Ethernet Services



Comprehensive Range of Options

BreezeNET II is available in several configurations, ensuring an optimal cost/performance solution for every deployment.

Configuration	Frequency Range	Bandwidth	Net Throughput (FTP)	Upgrade Options	Antenna	Additional Information
BreezeNET B10	5.8 and 5.8 GHz	10 and 20 MHz channels	Up to 10 Mbps aggregated	None	Integrated antenna from 16/20 dBi	Complete link in a box (base unit and remote bridge)
BreezeNET B14	2.4 and 5e GHz	10 and 20 MHz channels	Up to 14 Mbps (up to 7 Mbps uplink and up to 7 Mbps downlink)	B28 and B100	Integrated antenna from 16/20 dBi or external antenna up to 24/28 dBi	Up to 2 E1/T1 links (optional)
BreezeNET B28	5e GHz	10, 20 and 40 MHz channels	Up to 35 Mbps (up to 20 Mbps uplink and up to 20 Mbps downlink)	B100		Up to 2 E1/T1 links (optional)
BreezeNET B100	2.4 and 5e GHz	10, 20 and 40 MHz channels	Up to 20 Mbps (up to 10 Mbps uplink and up to 10 Mbps downlink)	None		Up to 4 E1/T1 links (optional)
BreezeNET B300	4.9 - 5.9 GHz	5, 10, 20 and 40 MHz channels	Up to 250 Mbps*			

* Subject to local regulations

Specifications

Radio

Frequency

B10
5.47-5.725 GHz
5.725-5.875 GHz
B14
5.150-5.350 GHz
5.250-5.350 GHz
5.470-5.725 GHz
5.725-5.875 GHz
(universal country code with HW Rev C)
5.725-5.850 GHz (all other country codes with HW Rev C)
2.400-2.484 GHz

B28

5.150-5.350 GHz
5.250-5.350 GHz
5.470-5.725 GHz
5.725 - 5.875 GHz
(universal country code with HW Rev C)
5.725-5.850 GHz (all other country codes)

B100

2.400-2.484 GHz
5.150-5.350 GHz
5.250-5.350 GHz
5.470-5.725 GHz
5.725 - 5.875 GHz
(universal country code with HW Rev C)
5.725-5.850 GHz (all other country codes)
B130/B300
4.9 GHz-5.9 GHz

Modulation

OFDM modulation: BPSK, QPSK, QAM16, QAM64
Radio Type: OFDM 100
Channel BW
B10
15000 MHz
B14-B28-B100
100040 MHz
B130/B300
5100040 MHz

Maximal Net Throughput

B10: 10 Mbps
B14: 14 Mbps
B28: 35 Mbps
B100: 20 Mbps
B130/B300: 250 Mbps
Output Power (at antenna port)
B10-B100
Up to 21 dBm (dependent upon regulatory wallpole mounting with tilting option)
B130/B300
Up to 18 dBm (dependent upon regulatory wallpole mounting with tilting option)

Antenna

B10

RB/BU 5 GHz Integrated Antenna
14° HV 20 dBi EN 302 065,
Class TS 1,2,3,4,5 compliant

B14

RB/BU 2.4 GHz External Antenna
24 dBi, 0° horizontal x 10° vertical flat
RB/BU 2.4 GHz Integrated Antenna
16 dBi 20° horizontal x 20° vertical flat
EN 301 525 v1.1.1 TS 2 0700-061 compliant

B14-B100

RB/BU 5 GHz External Antenna
23 dBi, 0° flat, 20 dBi, 4.5° flat
RB/BU 5 GHz Integrated Antenna
21 dBi, 10.5° horizontal x
10.5° vertical, flat EN 302 065,
Class TS 1,2,3,4,5 compliant

B130/B300

RB/BU 5 GHz External Antenna:
ANT 1 S, 4.9-6 GHz, 9° Dual polarized, 23 dBi
ANT 1 S, 4.9-6 GHz, 6° Dual polarized, 20 dBi
RB/BU 5 GHz Integrated Antenna
ANT 1 S, 4.9-6 GHz, 9° Dual polarized, 23 dBi

Headquarters

International Corporate HQ
Tel: +9172.3.645.6262
Email: corp@alvarion.com
North America HQ
Tel: +1.650.318.2500
Email: nameric@alvarion.com

Sales Contacts

Australia: au@alvarion.com
Austria: at@alvarion.com
Brazil: br@alvarion.com
Canada: ca@alvarion.com
China: cn@alvarion.com
Czech Republic: cz@alvarion.com
France: fr@alvarion.com
Germany: de@alvarion.com
Italy: it@alvarion.com
Japan: jp@alvarion.com
Latin America: la@alvarion.com
Mexico: mx@alvarion.com
Nigeria: ng@alvarion.com
Poland: pl@alvarion.com
Portugal: pt@alvarion.com
Romania: ro@alvarion.com
Russia: ru@alvarion.com
Singapore: sg@alvarion.com
South Africa: za@alvarion.com
Spain: es@alvarion.com
UK: uk@alvarion.com
Uruguay: uy@alvarion.com

For the latest contact information in your area, please visit: www.alvarion.com/company/locations



© Copyright 2011 Alvarion Ltd. All rights reserved.
Alvarion® is a logo and all names, product and service names mentioned herein are either registered trademarks, trademarks, logos or service marks of Alvarion Ltd. in certain jurisdictions.
© Other names are to mark the trademarks of other companies. The content herein is subject to change without further notice.
Any purchase order must be placed and shall specify the product and quantity of the items as ordered by the customer. General Terms and Conditions apply only when specified otherwise in the purchase order.

212881 rev.02

Data Communication

Standard and Network Capabilities
810-B100
IEEE 802.3 CSMA/CD 1x 10/100BaseT
8130/B300
IEEE 802.3 CSMA/CD, ARP filter/proxy
MAC/IP filtering Layer 2 switch 1x or
1x Ethernet 10/100/1000BaseT
VLAN Support
810-B100
Based on 802.1q
8130/B300
802.1q transparent or frame tagging
and no tagging
QoS
810-B100
Wireless Link Prioritization (WLP)

802.1p
DSCP
IP TOS/DSCP
Fast Packet Processing
8130/B300
QoS enforce
Classification and traffic limiting based on:
IP TOS/DSCP/802.1p tags
VLAN/VLAN address and protocol/
E1/T1 IDU Interfaces
814-B300
Three 10/100Base T. Complies with
IEEE 802.3 LAN, WAN, and local
standards, Four TME1: RJ-45. Complies

with ANSI T1 403, ITU-T G.703, AF&T,
TR-62411
Security
810-B100
a. Association protocol - ESSD
b. WEP 128, AES 128, FIPS 197
c. IP level filtering for user addresses or
protocols
d. Access direction and IP address
filtering for management
8130/B300
Mutual key-based authentication
Storm/flood protection
Password protection
Protocol message encryption
Over-the-air payload encryption
IP Firewall

Configuration Management

Management Options

810-B100
Monitor via Telnet, SNMP and
configuration upload/download
8130/B300
Configuration/monitor SNMP traps, web
interface, CLI
Remote Management Access
From wired LAN, wireless link

Allocation of IP Address

810-B100
Configurable or automatic (DHCP
client)
8130/B300
DHCP client/relay
SN Upgrade
814-B300
Via HTTP and FTP

Configuration Upload / Download

Via TFTP and FTP
SNMP Agents
810-B100
SNMP v1 client, MIB II, Bridge MIB,
Private Extension
8130/B300
SNMP V1/SNMP V2 MIB II, private
MIB

Electrical Characteristics - RB/BU and E1/T1 IDU

Power consumption
810-B100: 25W
8130/B300: Up to 20W
Input Power
RB and BU: AC, 100-240 VAC, 50-60
Hz
IDU: 10.5-32VDC with OPS-DC add-on
module E1/T1 IDU: 0V to 260 VAC, 47
to 63 Hz, 24 Watts

Indoor-outdoor Cable
CAT-5 shielded, 90m max
Indicators
810-B100
Indoor unit: Power, Link and Ethernet
LEDs, Outdoor unit: Status, Ethernet
and W-Link LEDs, SNR 10 LEDs bar
indicator (RB only)
E1/T1 IDU: Front Panel STATUS
Sensors as front panel proceeding
overall unit operating conditions)

Back Panel Local LAN and WAN
Connection/Link Activity, E1/T1
DS1, 1, 2, 3, 4 Signal Presence/
Activity
AC Power
Indoor unit: 3-pin AC power plug
E1/T1 IDU: in-line "brick" power
supply provides 5V VDC to unit.
Connectors RJ-45

Physical and Environmental

Dimensions RB/BU
810-B100
Indoor unit: 16 x 9 x 6 cm (0.55 kg)
Outdoor unit with integrated antenna
in 2.4 GHz:
43.2 x 30.2 x 5.9 cm (0.9 kg)
Outdoor unit with integrated antenna
in 5 GHz:
30.5 x 30.5 x 6.2 cm (0.3 kg)
Outdoor unit detached (w/ antenna):
30.6 x 12 x 4.7 cm (1.65 kg)
8130/B300
SU: 5 x 6 x 2 cm (0.14 kg)
ODU with integrated antenna:
30 x 30 x 8 cm (1.7 kg)

ODU with external antenna:
24 x 24 x 5 cm (2.1 kg)
Dimensions E1/T1 IDU
814-B300
4 cm x 18 cm x 5.9 cm (0.36 kg)
Operating Temperature
810-B100
Outdoor unit: -40°C to 55°C
Indoor unit: 0°C to 40°C
8130/B300
Outdoor units: -40°C to 60°C
Indoor unit: 0°C to 40°C

Operating Humidity
810-B100
Outdoor unit: 5%-95% non
condensing, weather protected,
Indoor unit: 5%-95% non condensing
8130/B300
Outdoor units: 100% humidity,
condensing
(except IRIS setting)
Indoor unit: 95% humidity, non-
condensing

Standards and Regulations

Radio
810-B100
FCC part 15.247, FCC P15.407
ETSI: EN 302 502, EN 301 802 (1.5, 1),
EN 300 440-1/2, EN 300 328
8130/B300
Pending
FCC part 15.247, FCC P15.407
ETSI: EN 302 502,
EN 301 802 (1.4, 1),
EN 300 440-1/2, EN 300 329

EMC
810-B100
FCC part 15 class B
ETSI: EN 301469-1
Safety
810-B100
UL 60950-1, EN 60950-1
Lightning Protection
810-B100
EN 61000-4-5, class 3 GNM

Storage
810-B100
ETS 300 019 2-1 class 1, 2E
Transportation
810-B100
ETS 300 019 2-2 class 2, 3T
Environmental
810-B100
Operation: ETS 300 019 part 2-3
class 3, 2E for indoor unit
E1/T1 IDU ETS 300 019 part 2-4 class
4, 1E for outdoor unit

About Alvarion

Alvarion (NASDAQ:ALVT) is a global 4G communications leader with the industry's most extensive customer base. Including hundreds of commercial 4G deployments, Alvarion's industry leading network solutions for broadband wireless technologies WiMAX, TD-LTE and WB, enable broadband applications for service providers and enterprises covering a variety of industries such as mobile broadband, residential and business broadband, utilities, municipalities and public safety agencies. Through an open network strategy, superior IP and CDMA know-how, and ability to deploy large scale end-to-end turnkey networks, Alvarion is delivering the true 4G broadband experience today (www.alvarion.com).

► Guía de configuración de los equipos Wi2.

PASO 1: CONFIGURAR EN LA PC O LAPTOP LA TARJETA DE RED LOCAL O INALÁMBRICA EN LA MISMA RED DEL EQUIPOS WIZ

Adaptador Ethernet Conexiones de red inalámbricas :

Sufijo de conexión específica DNS :
 Descripción..... : Intel(R) Wireless WiFi Link 5100
 Dirección física..... : 00-22-FA-08-F2-98
 DHCP habilitado..... : No
 Dirección IP..... : 192.168.1.111
 Máscara de subred..... : 255.255.255.0
 Puerta de enlace predeterminada :

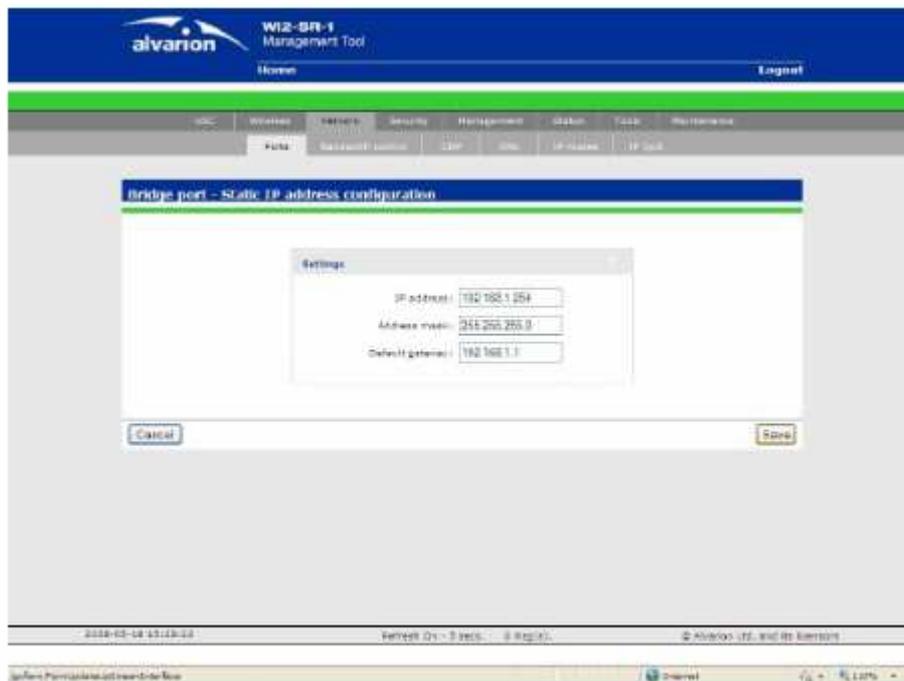
PASO 2: A TRAVÉS DEL BROWSER, INGRESAR LA IP DEL EQUIPO WIZ

PASO 3: INGRESAR USUARIO Y CONTRASEÑA

PASO 4: CONFIGURAR:

- MODO DE OPERACIÓN: ACCESS POINT AND LOCAL MESH
- WIRELESS MODE: 802.11b y g
- CHANNEL: SE RECOMIENDA UNA FRECUENCIA FIJA YA QUE HARÁ MESH CON OTRO WIZ – EN ESTE CASO SE ESCOGIÓ EL CANAL 7
- ANTENNA GAIN: SE RECOMIENDA PONER 0 dBi YA QUE ASÍ POR EL PIRE PERMITE USAR LA MÁXIMA POTENCIA DE TRANSMISIÓN DEL EQUIPO

PASO 6: CONFIRMAR LA CONFIGURACIÓN DE LA IP DE GESTIÓN



PASO 7: CONFIRMAR LA CONFIGURACIÓN DEL PUERTO ETHERNET

