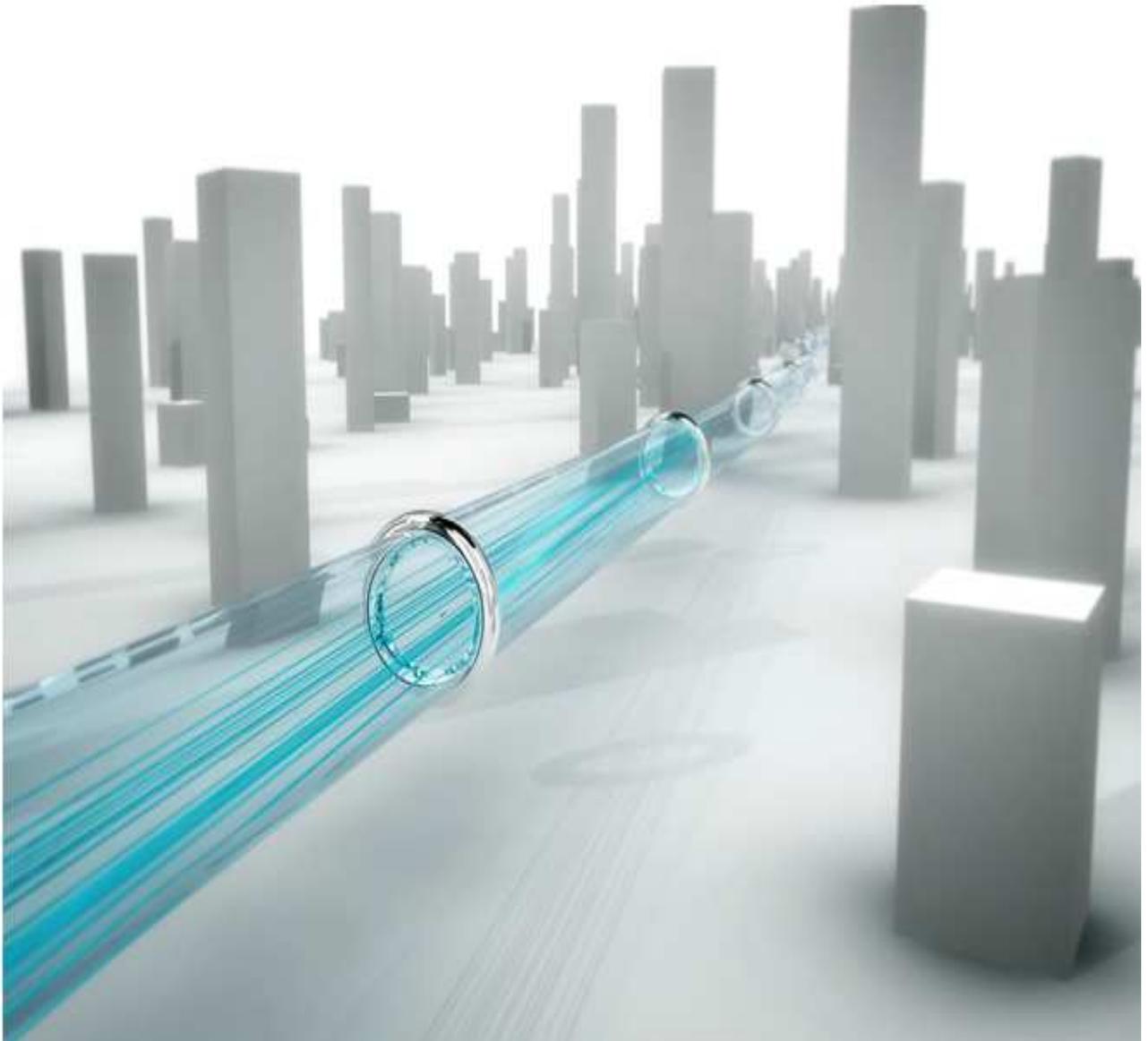


Trabajo Final de Carrera



Diseño de una red telemática para proveer acceso a Internet en el término municipal de Mocejón.

Nom Estudiant

Juan González Martínez
E.T.T.

Consultor

Jose Lopez Vicario

A mí familia, que tanto apoyo me ha prestado para poder estudiar esta carrera.
En especial a mi esposa Nuria cuya ayuda infinita ha sido indispensable.

Descripción argumentada del proyecto.

La introducción de la banda ancha hoy en día es una realidad incuestionable. Las comunicaciones inalámbricas son en sí mismas un mundo, donde la tecnología WiFi es base para su desarrollo. Este proyecto pretende proporcionar una solución del despliegue de una red inalámbrica en la población en la que resido, Mocejón, basándome en las tecnologías WiFi y WiMax; siendo la solución lo más viable posible, de menor coste y con la máxima cobertura.

El proyecto se desarrolla en base a tres objetivos básicos, en primer lugar la realización de un estudio técnico para el diseño de una instalación inalámbrica en un municipio de pequeña a mediana dimensión, un segundo objetivo como es la búsqueda de una instalación a costes asequibles y con el mejor aprovechamiento de los recursos técnicos, y por último buscando el menor impacto medioambiental posible.

El método utilizado para la realización del presente proyecto, está basado en el análisis y desarrollo de las fases necesarias para la instalación de cualquier red. Una vez verificada la viabilidad de la idea del proyecto, se actuara en dos etapas o fases. Una primera fase que comprenderá la planificación y pruebas de la red troncal principal, encargada de dar cobertura y velocidad al interconexionando de los diferentes núcleos de población que se delimitan en el proyecto con el punto de gestión (CPD), utilizando enlaces punto a punto. Y una segunda fase basada en la implementación de una red inalámbrica entre las diferentes dependencias municipales y puntos estratégicos definidos en el proyecto.

Por último, y para verificar la funcionalidad del proyecto, se toman medidas de campo y comprueba la cobertura y viabilidad mediante el programa de simulación Radio Mobile, dada la imposibilidad de hacerlo de forma real.

Índice de contenidos.

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | Introducción | 5 |
| 1.1 | Introducción del trabajo..... | 5 |
| 1.2 | Metodología a seguir..... | 5 |
| 1.3 | Objetivos del TFC..... | 5 |
| 1.4 | Planificación del proyecto..... | 6 |
| 1.5 | Legislación aplicable..... | 9 |
| 1.6 | Productos obtenidos..... | 10 |
| 1.7 | Breve descripción de los otros capítulos de la memoria..... | 11 |
| 2. | Definiciones técnicas..... | 13 |
| 2.1 | Tecnologías inalámbricas..... | 13 |
| 2.2 | Estándares inalámbricos..... | 14 |
| 2.2.1 | Protocolo IEEE 802.11 (WIFI)..... | 14 |
| 2.2.2 | Protocolo IEEE 802.16 (WIMAX)..... | 15 |
| 3. | Situación actual de la población..... | 19 |
| 3.1 | Datos generales y geográficos..... | 19 |
| 3.2 | Zonas a cubrir..... | 20 |
| 3.3 | Centralización de la gestión..... | 21 |
| 4. | Argumentación de las necesidades observadas..... | 23 |
| 4.1 | Determinación de la red troncal o principal..... | 24 |
| 4.2 | Determinación de la red de conexión o secundaria..... | 26 |
| 4.3 | Seguridad..... | 27 |
| 5. | Diseño de la red..... | 31 |
| 5.1 | Dispositivos y elementos a instalar..... | 35 |
| 5.2 | Cableado necesario..... | 38 |
| 5.3 | Esquema de la red..... | 38 |
| 5.4 | Estudio de cobertura (Radio Mobile)..... | 41 |
| 6. | Valoración económica..... | 55 |
| 7. | Conclusiones del proyecto..... | 57 |
| 8. | Glosario de términos..... | 59 |
| 9. | Bibliografía..... | 61 |
| 10. | Anexos..... | 63 |
| 10.1 | Tablas método COST 231 segundo orden (interior de edificaciones)..... | 63 |
| 10.2 | Características técnicas de los equipos..... | 63 |

Índice de figuras y esquemas.

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 Cronograma del proyecto..... | 7 |
| Figura 1.2 Diagrama de Gantt del proyecto..... | 8 |
| Figura 2.1 Topología de red WIFI..... | 15 |
| Figura 2.2 Topología de red WIMAX..... | 16 |
| Figura 2.3 Comparativa de velocidades..... | 17 |
| Figura 3.1 Situación de Mocejón en Google Maps..... | 19 |
| Figura 3.2 Mapa de cotas obtenido con Radio Mobile..... | 19 |
| Figura 3.2 Mapa con zonas a cubrir..... | 20 |
| Figura 3.2 Plano aéreo de Mocejón..... | 21 |
| Figura 4.1 Esquema de cómo quedaría la infraestructura..... | 23 |
| Figura 4.2 Situación de los puntos de la red troncal primaria en ortofoto..... | 25 |
| Figura 4.3 Coordenadas de los puntos de la red troncal..... | 26 |
| Figura 5.1 Distancias entre los nodos de la red troncal principal..... | 31 |
| Figura 5.2 Requerimientos de ancho de banda por enlace..... | 32 |
| Figura 5.3 Coordenadas de los puntos de la red secundaria en Nodo 2..... | 33 |
| Figura 5.4 Centro de día..... | 33 |
| Figura 5.5 Centro social polivalente..... | 33 |
| Figura 5.5 Colegio público municipal..... | 33 |
| Figura 5.7 Situación de los puntos de la red troncal secundaria del Nodo 2.... | 34 |
| Figura 5.8 Coordenadas de los puntos de la red secundaria en Nodo 0..... | 34 |
| Figura 5.9 Biblioteca pública..... | 34 |
| Figura 5.10 Policía Municipal..... | 34 |
| Figura 5.11 Ayuntamiento de Mocejón..... | 35 |
| Figura 5.12 Coordenadas de los puntos de la red secundaria en Nodo 0..... | 35 |
| Figura 5.13 Esquema de red diseñada..... | 39 |
| Figura 5.14 Calculo del balance de potencia..... | 41 |
| Figura 5.15 Conexión WIMAX red Troncal o principal..... | 42 |
| Figura 5.16 Enlace WIMAX Ayuntamiento-Consultorio..... | 43 |
| Figura 5.17 Enlace WIMAX Ayuntamiento-Colegio..... | 44 |
| Figura 5.18 Enlace WIMAX Ayuntamiento-Polideportivo..... | 45 |
| Figura 5.19 Enlace WIMAX Ayuntamiento-Parque viejo..... | 46 |
| Figura 5.20 Enlace WIMAX Ayuntamiento-Parque Nuevo..... | 47 |
| Figura 5.21 Enlace WIMAX Consultorio-Polideportivo..... | 48 |
| Figura 5.22 Enlace WIMAX Ayuntamiento-Policia..... | 49 |
| Figura 5.23 Enlace WIMAX Ayuntamiento-Biblioteca..... | 50 |
| Figura 5.24 Enlace WIMAX Colegio-Centro Social..... | 51 |
| Figura 5.25 Enlace WIMAX Colegio-Centro de día..... | 52 |
| Figura 5.26 Conexión WIMAX red de acceso o secundaria..... | 53 |
| Figura 5.14 Cálculos de potencia acceso WIFI en los parques..... | 53 |

1 Introducción.

1.1 Introducción del trabajo.

El objetivo del presente trabajo fin de carrera, consiste en realizar el diseño de una solución para la implementación de una red telemática en una población que no dispone de un servicio de internet inalámbrico.

La motivación es crear una infraestructura de intranet municipal, que permita mejorar los servicios y las comunicaciones entre dependencias municipales y zonas comunes de acceso libre delimitadas, además de acercar la sociedad de la información al núcleo poblacional de Mocejón.

Esta población se encuentra en el margen de población de los 5000 habitantes y 7 km cuadrados aproximadamente, contando con servicios de telefonía básicos. Se presentará el proyecto al ayuntamiento con especificaciones detalladas de los costes de desarrollo, junto a los requerimientos tecnológicos y de infraestructura, si fueran necesarios.

Muy a tener en cuenta, los servicios que se pueden ofrecer y la legislación aplicable a este proyecto, dado los últimos acontecimientos ocurridos en diversas poblaciones y las sanciones que se les ha puesto, cabe destacar el cercano caso del ayuntamiento de Málaga, y su red WiFi de acceso libre que implantó en su término municipal.

1.2 Metodología a seguir.

La metodología del proyecto constará de un acercamiento a la legislación aplicable, para constatar su viabilidad y topes con que podremos encontrarnos, un análisis de la situación actual del municipio, un estudio de las necesidades para la implementación del proyecto, un estudio del diseño de red más coherente para el pleno funcionamiento de la estructura, una simulación de su cobertura y funcionamiento que verifique la posibilidad real de implementación y por último una valoración económica que despeje dudas sobre su idoneidad. Con todo ello estaremos dando cuerpo al proyecto y afirmando su utilidad y viabilidad.

1.3 Objetivos del TFC.

El objetivo del presente proyecto es presentar un análisis y diseño, junto a la valoración económica de su implementación de la instalación de una red pública inalámbrica de acceso a internet en la población de Mocejón (Toledo), viable a efectos económicos, de cobertura y requerimientos legales.

Deberemos tener en cuenta los requerimientos funcionales de los sistemas inalámbricos, la disponibilidad del sistema, su seguridad y requisitos legales. Serán objetivos parciales el análisis de las tecnologías disponibles seleccionando la más idónea, estudiar la cobertura de los sistemas que elijamos y comparar costos, para encontrar la mejor solución existente.

1.4 Planificación del proyecto.

Una vez establecidos los objetivos a alcanzar y las herramientas con que dispondremos para lograrlo, definimos las tareas específicas para la consecución de este trabajo:

1. Planificación del trabajo.
 - 1.1 Definición del plan de trabajo.
 - 1.2 Entrega del plan de trabajo (PAC-1).
2. Estudio de la legislación aplicable.
3. Estudio y argumentación de las necesidades.
 - 3.1 Verificación de las tecnologías y estándares existentes.
 - 3.2 Estudio de la población donde ubica el proyecto.
 - 3.2.1 Datos técnicos de la geografía.
 - 3.2.2 Viabilidad de las zonas de cobertura.
 - 3.2.3 Estudio de requisitos en el centro de gestión.
 - 3.3 Argumentación de las necesidades.
 - 3.3.1 Red troncal principal.
 - 3.3.2 Red troncal secundaria.
 - 3.3.3 Zonas WiFi y seguridad.
4. Diseño de la red
 - 4.1 Elección de los dispositivos y ubicaciones.
 - 4.2 Cableado y anejos necesarios.
 - 4.3 Esquema de la red.
5. Verificación simulada de la cobertura e idoneidad (Radio Mobile).
6. Valoración económica de la puesta en marcha y ejecución del proyecto.
7. Elaboración de la memoria y presentación.
8. Entrega final del TFC.

La fecha inicial de proyecto es 07/03/2012, fecha en que data la elección del área de trabajo y se data las entregas de las PAC correspondientes que están marcadas en el cronograma como Hitos.

Planificación del proyecto (Cronograma):

| | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesor |
|----|---|-----------------|---------------------|---------------------|------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> TFC Integración de Redes Telematicas | 115 días | mié 29/02/12 | vie 22/06/12 | |
| 2 | <input type="checkbox"/> 1. Plan de Trabajo | 7 días | mié 29/02/12 | mié 07/03/12 | |
| 3 | 1.1 Definición Plan de Trabajo | 7 días | mié 29/02/12 | mar 06/03/12 | |
| 4 | 1.2 Entrega Plan de trabajo (PAC-1) | 0 días | mié 07/03/12 | mié 07/03/12 | 3 |
| 5 | <input type="checkbox"/> 2. Estudio de los Aspectos Legales del proyecto | 18 días | jue 08/03/12 | dom 25/03/12 | |
| 6 | 2.1 Estudio de las AAPP y las redes abiertas | 7 días | jue 08/03/12 | mié 14/03/12 | 4 |
| 7 | 2.2 Doctrina en la legislación Europea | 7 días | jue 15/03/12 | mié 21/03/12 | 6 |
| 8 | 2.3 Argumentación legal del proyecto | 4 días | jue 22/03/12 | dom 25/03/12 | 7 |
| 9 | <input type="checkbox"/> 3. Estudio de las tecnologías actuales | 10 días | lun 26/03/12 | mié 04/04/12 | |
| 10 | 3.1 Estudio de las Tecnologías inalámbricas | 5 días | lun 26/03/12 | vie 30/03/12 | 8 |
| 11 | <input type="checkbox"/> 3.2 Estandartes Inalambricos. | 4 días | dom 01/04/12 | mié 04/04/12 | |
| 12 | 3.2.1 IEEE 802.11 WIFI | 2 días | dom 01/04/12 | lun 02/04/12 | 10 |
| 13 | 3.2.2 IEEE 802.16 WIMAX | 2 días | mar 03/04/12 | mié 04/04/12 | 12 |
| 14 | <input type="checkbox"/> 4. Estudio de la situación actual de la población | 6 días | jue 05/04/12 | mar 10/04/12 | |
| 15 | 4.1 Datos generales y geograficos | 2 días | jue 05/04/12 | vie 06/04/12 | 13 |
| 16 | 4.2 Zonas a cubrir | 2 días | sáb 07/04/12 | lun 09/04/12 | 15 |
| 17 | 4.3 Centralización de la gestión | 1 día | mar 10/04/12 | mar 10/04/12 | 16 |
| 18 | <input type="checkbox"/> 5. Argumentación de las necesidades observadas | 5 días | mié 11/04/12 | dom 15/04/12 | |
| 19 | 5.1 Determinación de la red troncal principal | 2 días | mié 11/04/12 | jue 12/04/12 | 17 |
| 20 | 5.2 Determinación de la red troncal secundaria | 2 días | vie 13/04/12 | sáb 14/04/12 | 19 |
| 21 | 5.3 Determinación de la Seguridad | 1 día | dom 15/04/12 | dom 15/04/12 | 20 |
| 22 | <input type="checkbox"/> 6. Diseño de la Red | 10 días | lun 16/04/12 | mié 25/04/12 | |
| 23 | 6.1 Dispositivos. | 1 día | lun 16/04/12 | lun 16/04/12 | 21 |
| 24 | 6.2 Cableado necesario | 1 día | mar 17/04/12 | mar 17/04/12 | 23 |
| 25 | 6.3 Esquema de red | 4 días | mié 18/04/12 | sáb 21/04/12 | 24 |
| 26 | 6.4 Diseño de Seguridad | 4 días | dom 22/04/12 | mié 25/04/12 | 25 |
| 27 | 6.5 Entrega PAC-2 | 0 días | mié 25/04/12 | mié 25/04/12 | 26 |
| 28 | <input type="checkbox"/> 7. Valoración Economica | 31 días | lun 30/04/12 | mié 30/05/12 | |
| 29 | 7.1 Valoración economica y viabilidad | 10 días | lun 30/04/12 | mié 09/05/12 | 27 |
| 30 | 7.2 Recapitulación y puesta a limpio | 13 días | sáb 12/05/12 | vie 25/05/12 | 29 |
| 31 | 7.3 Entrega PAC-3 | 4 días | dom 27/05/12 | mié 30/05/12 | 30 |
| 32 | <input type="checkbox"/> 8. Elaboración memoria y presentación | 22 días | vie 01/06/12 | vie 22/06/12 | |
| 33 | 8.1 Puesta en limpio de la memoria | 15 días | vie 01/06/12 | vie 15/06/12 | 31 |
| 34 | 8.2 Entrega de la memoria del proyecto | 0 días | vie 15/06/12 | vie 15/06/12 | 33 |
| 35 | 8.3 Elaboración de la presentación TFC | 5 días | dom 17/06/12 | jue 21/06/12 | 34 |
| 36 | 8.4 Entrega de la presentación del TFC | 1 día | vie 22/06/12 | vie 22/06/12 | 35 |

Figura 1.1 Cronograma del proyecto

Planificación del proyecto (Diagrama de Gantt):

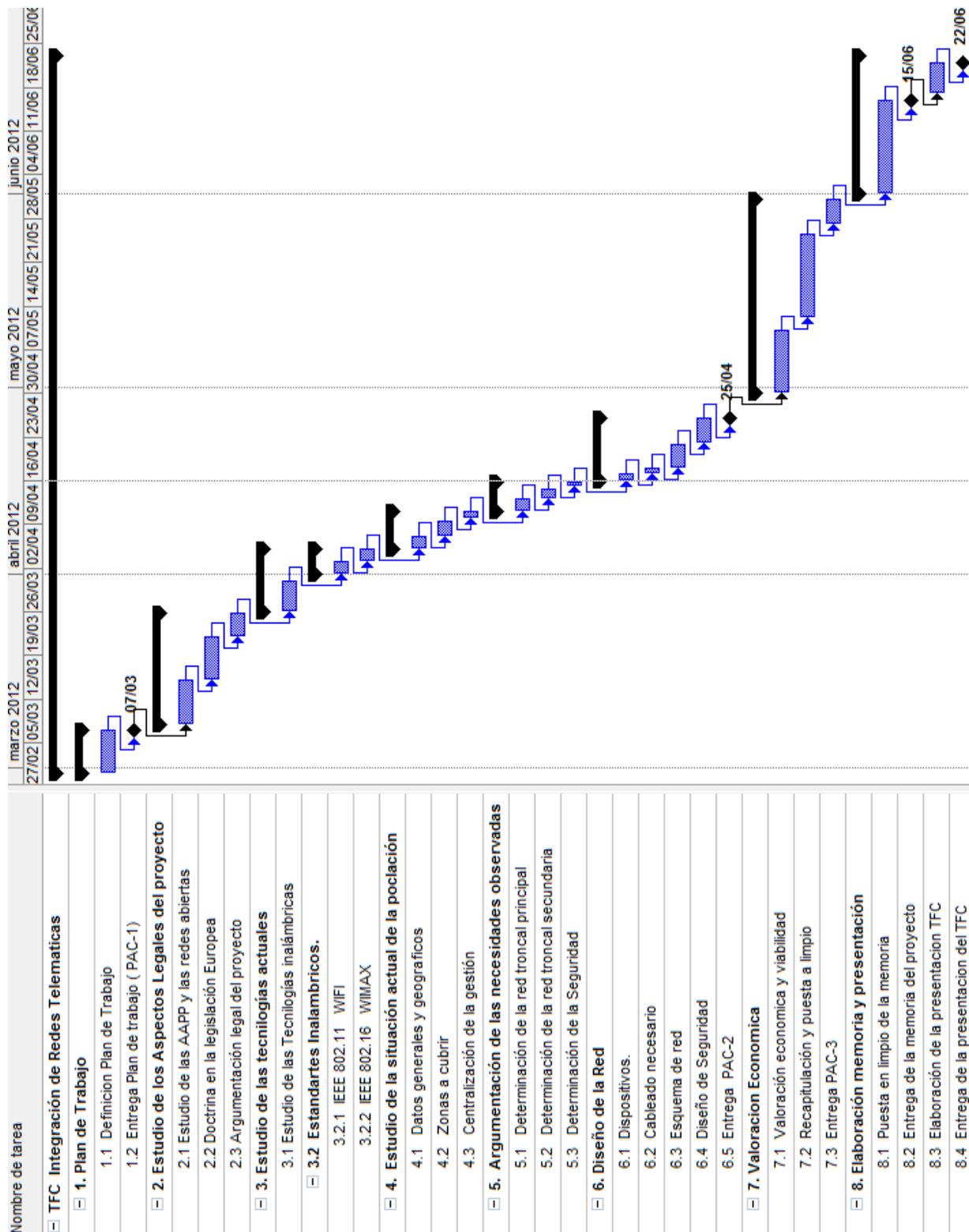


Figura 1.2 Diagrama de Gantt del proyecto

1.5 Legislación Aplicable.

Las condiciones legales que regulan el despliegue de las redes inalámbricas son las siguientes:

- Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones (BOE - 284).
- Real decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección de dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección frente a emisiones radioeléctricas (BOE – 234)
- Real decreto 424/2005, de 15 de abril, por el que se aprueba el reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, en el servicio universal y la protección de los usuarios (BOE – 102).
- Orden CTE/23/2002, de 11 de enero, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones (BOE – 11).

Atendiendo a esta legislación, introductoriamente podemos indicar que las AAPP que quieran prestar un servicio de telecomunicaciones, como es el WiFi, deben cumplir con las condiciones que fija, en primer lugar, la Ley General de Telecomunicaciones en los puntos:

1/ Inscribirse en el registro de operadores de la C.M.T.

Este punto es fundamental, porque la Ley General de Telecomunicaciones considera que dar cualquier servicio de telecomunicaciones sin estar inscrito es una infracción muy grave. Los únicos casos exentos de inscripción en el registro, son en los que el Ayuntamiento utilice WIFI para uso propio, sin estar abierto a terceros, como es el caso de bibliotecas o centros culturales.

2/ Separación contable.

3/ Operar con arreglo a principios de neutralidad, transparencia y no discriminación.

En caso de Ayuntamientos que pretendan prestar servicios inalámbricos de forma gratuita, existen varias posibilidades:

Dar un servicio gratuito que no afecte a la competencia, limitando las zonas WIFI de modo que no incluyan edificios residenciales o mixtos, limitando además la velocidad de descarga a 256 Kbps.

Dar un servicio de forma promocional y por tiempo limitados (previa información a la CMT y aceptando restricciones y condiciones que imponga esta).

Financiar el WIFI mediante patrocinios o publicidad (ejemplo del Ayuntamiento de Avilés).

Limitar el acceso WIFI a las webs de AAPP y realización de trámites municipales.

Doctrina Europea:

La Comisión Europea tiene bastantes cautelas cuando se trata de promover redes de banda ancha en zonas metropolitanas, donde estos servicios se pueden proporcionar en condiciones de competencia, puesto que hay el riesgo que, si se permiten intervenciones públicas, desanimen futuras inversiones de los operadores privados. En los últimos años la Comisión Europea adoptó una serie de decisiones individuales sobre la promoción municipal o regional de redes de banda ancha que culminaron el 17 de septiembre de 2009, cuando la Comisión publicó unas Directrices comunitarias para la aplicación de las normas sobre ayudas estatales al despliegue rápido de redes de banda ancha, que exponen las reglas y condiciones han de cumplir las aportaciones públicas destinadas a promover y construir redes de banda ancha para que sean compatibles con la normativa de la UE sobre ayudas de estado.

Dado el estudio detallado de la legislación aplicable y las notas aclaratorias que encontramos en la página oficial de la comisión del mercado de telecomunicaciones <http://www.cmt.es>, podemos reordenar este proyecto en cuanto a su viabilidad inicial y posible ampliación posterior.

En una primera fase (coincidiendo con este proyecto) se solucionarán los problemas de comunicación del Ayuntamiento entre sus diferentes centros oficiales y su edificio central, dotando toda su infraestructura de una red inalámbrica con suficiente velocidad y seguridad para el uso diario que precise; además, proponemos el acceso WIFI en la zona escolar y centros culturales (biblioteca, Centro de día y Centro Social), incluyendo dotar a los parques municipales de zonas WIFI abierta con conexión exclusiva a paginas oficiales y contenidos sociales del Ayuntamiento.

En una segunda fase, que no incluimos en el proyecto, valorando económicamente la inversión se podría dar cobertura a la población, dándose de alta en la CMT y ofreciendo servicios de valor añadido en los hogares, a precios razonables. Esta fase, podría incluso comenzarse progresivamente, sin el alta en la CMT, tal como se indica en la página anterior mediante un periodo gratuito, con fecha de termino y comunicación a la CMT para que indique que restricciones observar en el servicio.

1.6 Productos Obtenidos.

Dado que el objetivo de este proyecto no trata de la obtención de ningún producto final, sino la de realizar un estudio de viabilidad del despliegue de una infraestructura de acceso a internet de un municipio mediano, los componentes obtenidos son estudios técnicos y de cobertura reflejados en esta memoria, donde se refleja los aspectos necesarios para el diseño e implementación de la red inalámbrica en la localidad seleccionada.

Los principales elementos para el funcionamiento de la red diseñada, se incluyen en el capítulo 5, en su punto 1 donde se describen los dispositivos y elementos a instalar, que serán:

Motorola PTP400 Lite, con antena de 23 dBi integrada, basada en el estándar 802.16e WIMAX, que operan en las bandas de 5.8 GHz, 5.4 GHz y 4.9 con velocidades de datos de hasta 43 Mbps

Alvarion Estación base AU-D-SA, equipado con antena externa direccionable en 90° y 120° según su lugar de ubicación, igualmente basada en el estándar 802.16e WIMAX, que opera en la banda de 5 GHz

Alvarion Cliente SU-A-5.4-6, cliente ideal para la estación base WIMAX anterior, consiste en una unidad interna (IDU) y una externa (ODU) direccional. Son un sistema de puente inalámbrico de alto rendimiento, que proporcionan alta capacidad y velocidad en los enlaces punto a multipunto que se detallan en los capítulos siguientes.

Puntos de acceso WIFI Gemtek P-560, dispositivos basados en los estándares IEEE 802.11g (OFDM), y IEEE 802.11b (DSSS), trabajando a la frecuencia de 2.4GHz, combinan la funcionalidad de punto de acceso WiFi, router IP y switch de 4 puertos, con control de acceso para Hotspots Wi-Fi.

1.7 Breve descripción de los otros capítulos de la memoria.

Capítulo 2. Definiciones Técnicas. Se detallan las tecnologías existentes en materia inalámbrica, los protocolos disponibles para la solución que planteamos y las características de las dos principales tecnologías a utilizar WIFI y WIMAX.

Capítulo 3. Situación actual de la población. Se dan datos generales, geográficos puntos a enlazar y necesidades detectadas en la localidad estudiada.

Capítulo 4. Argumentación de las necesidades observadas. Se describe el estudio de necesidades técnicas existentes entre los diferentes enlaces, determinando las redes que compondrían el despliegue que estudiamos diferentes tecnologías utilizadas y la seguridad que debe incluir esta infraestructura diseñada.

Capítulo 5. Diseño de la red. Características principales del equipamiento seleccionado, cálculo de parámetros y coberturas, elementos físicos necesarios y una simulación de la infraestructura diseñada para verificar su viabilidad.

Capítulo 6. Valoración económica. Estimación de costos de la infraestructura y viabilidad económica del proyecto.

Capítulo 7. Conclusiones. Valoración personal del diseño del proyecto.

2 Definiciones técnicas.

2.1 Tecnologías inalámbricas.

Gracias a la aparición y al éxito de los protocolos de comunicación inalámbrica se ha producido una gran difusión en la utilización de dichas redes, debido fundamentalmente a la interoperabilidad del equipamiento producido por distintos fabricantes. Esto ha promovido que se desarrollen productos de manera veloz, haciendo además que los precios se hayan visto disminuidos gracias al volumen de producción.

Las diferentes tecnologías inalámbricas se suelen agrupar basándose en el radio de acción de cada una de ellas:

Redes inalámbricas de área extensa (WWAN, *Wireless Wide Area Network*): Son el tipo de redes que tienen una cobertura más amplia. La familia de estándares IEEE 802.20 o UMTS son los más representativos de este tipo de redes.

Redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN, *Wireless Metropolitan Area Network*): Tienen un rango de acción promedio de unos 20 Km, y el estándar más destacado en este campo es el 802.16 (WiMAX).

Redes inalámbricas de área local (WLAN, *Wireless Local Area Network*): Pensadas para cubrir áreas de unos pocos centenares de metros, son las que mayor impulso han tenido gracias al estándar IEEE 802.11 (WiFi) y sus numerosas variantes.

Redes inalámbricas de área personal (WPAN, *Wireless Personal Area Network*): Son las que tienen un rango de acción limitado, estando este restringido a unas decenas de metros. El estándar más representativo es el IEEE 802.15.1 (Bluetooth).

Redes inalámbricas de área corporal (WBAN, *Wireless Body Area Network*): Tienen rango de acción muy limitado, y está constituida por sensores que se implantan o que son acoplados de alguna manera al cuerpo humano, y que monitorizan parámetros vitales. Estos parámetros son enviados de forma inalámbrica a una estación base, desde la cual se toman estos datos para analizarlos. Unos de los estándares utilizados es el IEEE 802.15.4 (Zigbee).

Las ventajas que presentan las redes inalámbricas son las siguientes:

Flexibilidad: Son flexibles ya que nos permiten interconectar ubicaciones complicadas, y que además de puede ajustar de manera sencilla a los requerimientos impuestos.

Escalabilidad: Esta cualidad se refiere a la posibilidad de adaptar y ampliar rápidamente las cualidades de la red en lo que a cobertura y ancho de banda se refiere.

Rapidez de despliegue: El despliegue de una red inalámbrica suele ser por lo general bastante rápido, sobre todo si existe ya un equipamiento o una infraestructura previa

(torres de comunicación, farolas, depósitos de agua ubicados a grandes alturas) que pueda ser aprovechada para llevar a cabo la instalación.

Costes reducidos: Dependerá del caso, pero en general resulta menos costoso el despliegue de una red inalámbrica que una cableada, sobre todo si se dan de nuevo las condiciones citadas en el apartado anterior de que existan unas infraestructuras previas que puedan aprovecharse.

2.2 Estándares inalámbricos.

2.2.1 Protocolo IEEE 802.11 (WIFI)



El protocolo 802.11 es un estándar creado en 1997 por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). Este protocolo define el uso de los dos niveles más bajos de la arquitectura OSI (capa física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en un ambiente local inalámbrico (WLAN).

La tecnología sin cables, además de preservar todas las características de una red cableada, presenta cuatro ventajas muy importantes.

Movilidad. Los usuarios de la red inalámbrica pueden moverse dentro del alcance de cobertura de los elementos que proporcionan el acceso a la red.

Simplicidad y rapidez de instalación. Todos los problemas que suponía cablear una red quedan anulados.

Flexibilidad de instalación. Debido a la supresión de cables, la tecnología inalámbrica permite que la red llegue donde los cables no pueden.

Reducción de costo. El tema económico es una de las ventajas más relevantes de WiFi. Los costes de instalación y costos de ciclo de vida son más bajos. Además, en entornos donde se requieran movimientos frecuentes, adiciones y cambios, los beneficios a largo plazo son aún más altos.

El mecanismo de acceso al medio que especifica el estándar 802.11 original es el CSMA/CA (Acceso Múltiple por Detección de Portadora/Limitación de Colisiones), y la modulación se puede escoger entre DSSS (Direct Sequence Spread Spetrum, espectro ensanchado por secuencia directa) y FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum, espectro ensanchado por saltos de frecuencia). Las velocidades permitidas son de 1 Mbps hasta 2 Mbps, y trabaja en la banda de frecuencias de 2,4 GHz (2,412 GHz – 2,484 GHz). Esta banda presenta muchas interferencias debido a que es de acceso público, y es la utilizada por los teléfonos inalámbricos y los hornos de microondas, entre otros aparatos.

A partir de este estándar se han ido implementando mejoras, creando así nuevos sub-estándares. Entre ellos destaca el 802.11g, conocido erróneamente como WiFi, utilizado por la mayoría de usuarios. En este trabajo, éste es el sub-estándar sobre el que se implementa la red.



Figura 2.1 Topología red WIFI

802.11g aparece como una mejora del 802.11b en el año 2003. La banda de operación es de 2,4 GHz, pero gracias a la modulación OFDM ofrece velocidades de hasta 54 Mbps.

W-Fi (Wireless Fidelity) es la empresa encargada de certificar que los dispositivos presentados como 802.11g, realmente cumplen las características especificadas y pueden funcionar como tal. La banda de los 2,4 GHz comprende las frecuencias que se sitúan entre 2412 MHz y 2484 MHz.

2.2.2 Protocolo IEEE 802.16 (WIMAX)



Son el resultado de la aplicación de las tecnologías inalámbricas a las redes fijas de telecomunicaciones. Están pensadas para clientes que carecen de movilidad. La evolución de estos sistemas se inició con el denominado LMDS (*Local Multipoint Distribution System, Servicio de Distribución Local Multipunto*) Proporciona velocidades de acceso simétricas y utiliza bandas licenciadas del espectro radioeléctrico. La transición a los sistemas digitales ha conseguido la integración total de los

servicios en el estándar de acceso fijo inalámbrico LMDS. Utiliza la banda de frecuencias de 3,5 GHz que, en Europa, requiere de licencia.

La evolución de esta tecnología ha estado propiciada por la aparición del estándar 802.16-2004, también conocido como **WIMAX**, y cuyas principales características se resumen a continuación:

- Despliegue sencillo y escalable.
- Alcance de hasta 50 Km con línea de visión directa.
- Velocidades en el aire de hasta 75 Mbps, limitado por la distancia y las condiciones de visibilidad entre el usuario y el operador.
- Uso de tecnología OFDM y de otros mecanismos para optimizar la transmisión a través del interfaz aire.
- Posibilidad de dispositivos móviles contemplada en la extensión 802.16e del estándar.

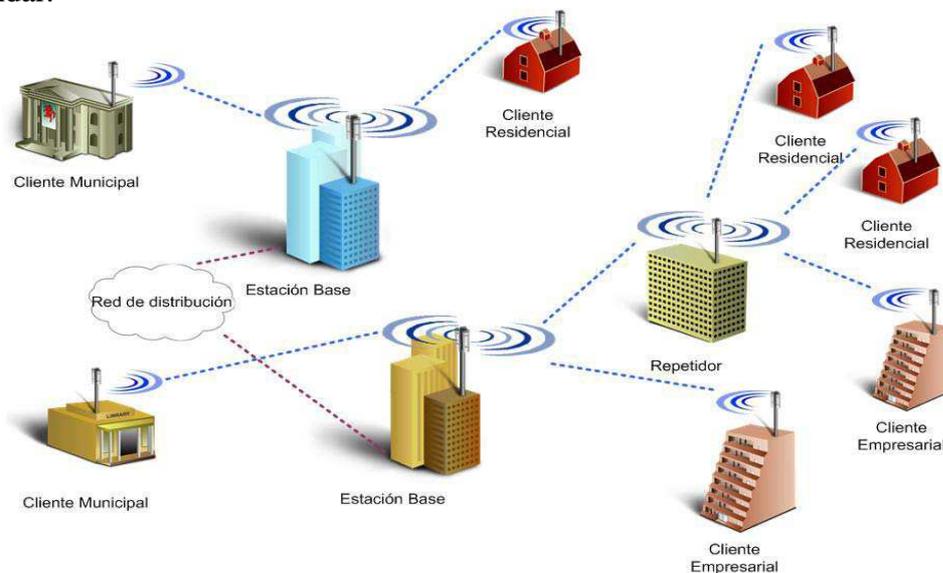


Figura 2.2 Topología der WIMAX

Cabe comentar la aparición de equipamiento denominado pre-WIMAX. En vista de la tardanza en la aprobación del estándar 802.16 surgieron en el mercado equipos que implementaban protocolos propietarios, pero que estaban basados en los desarrollos realizados para la tecnología WIMAX. El resultado han sido equipos con unas prestaciones muy altas, con el inconveniente de que no hay interoperabilidad entre distintos fabricantes. Otra ventaja es que estos equipos han sido desarrollado para bandas de uso común sin licencia, lo que abarata facilita en gran medida los despliegues. Esto último también tiene inconvenientes, como puede ser el menor alcance (debido a las limitaciones de potencia aplicadas a las bandas libre de uso común). A pesar de los inconvenientes, actualmente los equipos pre-WIMAX se presentan como la mejor opción a la hora de realizar despliegues en bandas no licenciadas.

Comparativa de velocidades de las tecnologías inalámbricas:

| Tecnología | Velocidad máxima Interfaz aire | Velocidad máxima real |
|-------------------|---|----------------------------------|
| WiFi 802.11b | 11 Mbps | ~5,5 Mbps |
| WiFi 802.11g | 54 Mbps | ~24 Mbps |
| Pre-WiMAX | 54 Mbps | ~30 Mbps |
| WiMAX | 75 Mbps | ~40 Mbps |

Figura 2.3 Comparativa de velocidades

3 Situación actual de la población.

3.1 Datos generales y geográficos.

Mocejón es una población española de la provincia de Toledo en la comunidad de Castilla-La Mancha. El municipio se encuentra situado en una llanura en la comarca de La Sagra y linda con los términos municipales de Aranjuez al este en la provincia de Madrid y Magán y Villaseca de la Sagra al norte, Toledo al sur y Olías del Rey al oeste.

Al sur del municipio discurre el Tajo y de norte a sur es atravesado por el Canal del Jarama. Se encuentra a 480 metros de altitud. Con una superficie total de 30,6 kilómetros cuadrados y con un censo de 4.950 habitantes.



Figura 3.1 Situación de Mocejón en Google Maps

Al estar situado en llanura, su cobertura es relativamente asequible, además el hecho de encontrarse en zona de aproximación de los aeropuertos de Cuatro Vientos y Getafe, las alturas de las construcciones no pueden sobrepasar las cuatro alturas.

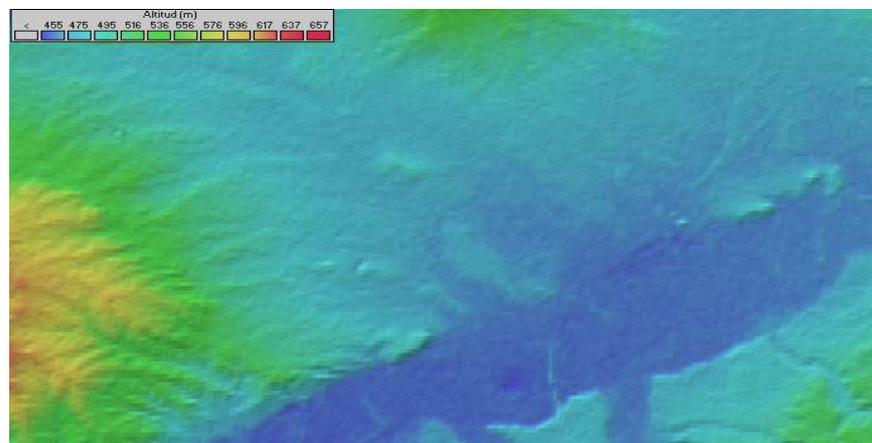


Figura 3.2 Mapa de cotas obtenido con Radio Mobile

3.3 Centralización de la gestión.

La ubicación de la estación base y la instalación de la infraestructura, debe hacerse en un punto con conexión a internet de banda ancha que dé acceso a la red troncal principal, que mantenga una ubicación de cobertura visual con el resto de puntos troncales y con disposición de albergar el CPD de alta disponibilidad que se precisara.

El lugar idóneo pues sería el edificio del Ayuntamiento, donde es factible todas las condiciones mencionadas, además de contar con suficiente altura para dar una visual directa al resto de centros a cubrir.



Figura 3.2 Plano aéreo de Mocejón

Tratándose de un organismo oficial como es un Ayuntamiento, la contratación de la conexión mediante ISP, se deja en sus manos, al disponer de beneficios y ofertas sobre las administraciones públicas, junto a subvenciones oficiales tanto de la comunidad autónoma como nacionales e incluso la posibilidad de integrarse en algún nodo de conexión cableada de los disponibles.

En el punto 5.3 cuando indico el esquema de red, hago unas observaciones de lo aconsejable y varias empresas con las que contactar, aparte de las instituciones oficiales donde pueda conseguir beneficios el ayuntamiento.

NOTA: *Puesto en contacto con alguna empresa, a nivel particular no dan mucha información de costos, si bien se remiten a contactar con un comercial que realice un presupuesto detallado a mis necesidades; en ningún momento trataron de ayudar indicándoles que se trataba de un proyecto de fin de carrera.*

4 Argumentación de las necesidades observadas.

La red global a acometer, se compone de una red troncal primaria, que organizara y orientará el trafico generado y una segunda red troncal secundaria y de acceso WIFI que dará servicio a los puntos de conexión inalámbricos.

La infraestructura inalámbrica propuesta requiere un punto de distribución central que disponga de buena visibilidad con el resto de instalaciones. Esta infraestructura de comunicaciones tiene como objetivo fundamental proporcionar comunicación entre los diferentes emplazamientos que el proyecto requiere cubrir.

Nivel 1: Red troncal WIMAX de alta capacidad que soportará la transmisión de los datos procedentes de los diferentes emplazamientos. Esta capa está formada por radioenlaces WIMAX Punto a Punto y dará soporte a la red de distribución.

Nivel 2: Red de acceso o secundaria WIMAX, que dotara de acceso a las dependencias separadas del edificio donde esté instalado el Nodo de Nivel 1 correspondiente (Ayuntamiento y Colegio). Esta capa está formada por radioenlaces WIMAX Punto-Multipunto, desplegados hasta cada elemento y dispositivo completo.

Nivel 3: Red de acceso Inalámbrico WIFI, que dotará de acceso inalámbrico a los emplazamientos municipales que se dotarán de conexión, según situamos en la figura 3.2

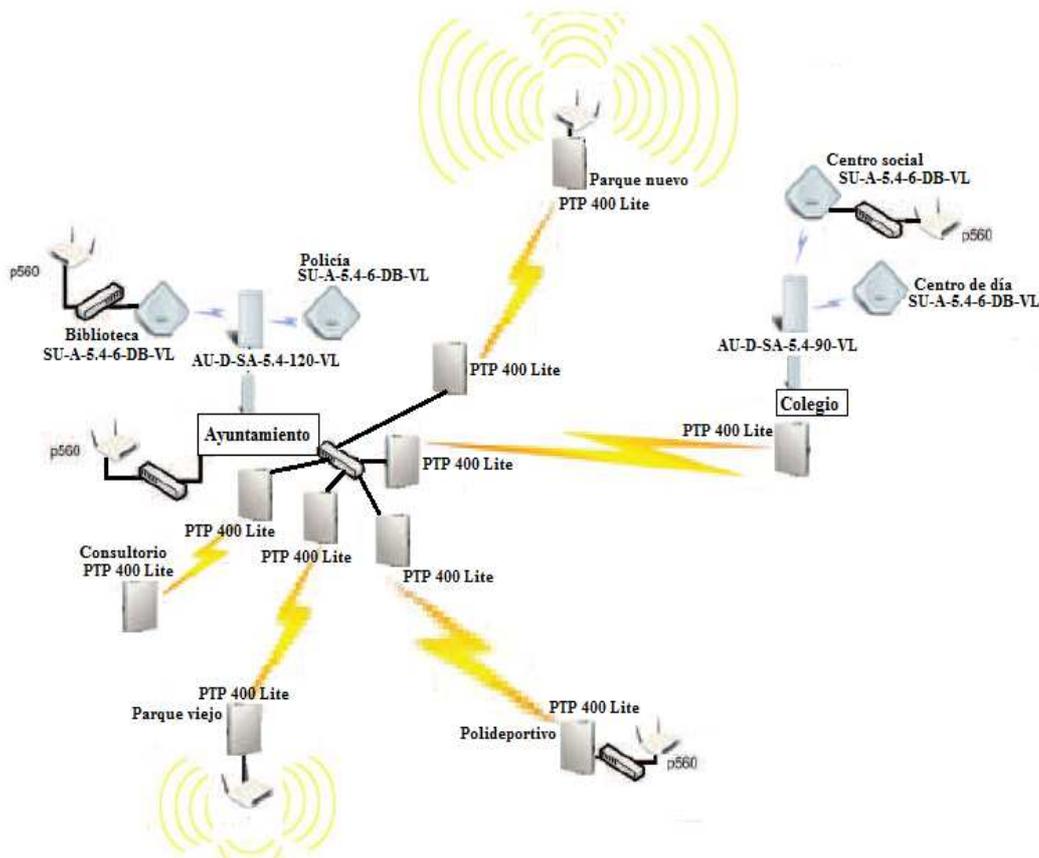


Figura 4.1 Esquema de cómo quedaría la infraestructura.

4.1 Determinación de la red troncal o principal.

Se debe implantar una red troncal inalámbrica de banda ancha para la interconexión del CPD del Ayuntamiento con los puntos situados en los diferentes núcleos localizados a partir de los cuales se desplegará la red secundaria de conexión.

Nodo 0: Ayuntamiento. Es el punto en el que deben confluir todas las comunicaciones, ubicado en el núcleo del pueblo es el adecuado para tener conectividad directa con el resto de los nodos. También dará cobertura a otros edificios municipales de la red secundaria.

Nodo 1: Consultorio. Punto intermedio que servirá para establecer un enlace de respaldo con el nodo 3 Polideportivo. En este punto se dispondrá también de un punto de acceso WIFI que se conectará a la red troncal y que servirá para dar servicio a los equipos del consultorio.

Nodo 2: Colegio. Lugar desde el que se puede cubrir los edificios del colegio, Centro social y Centro de día. En este punto se dispondrá además de un punto de acceso WIFI que se conectará a la red troncal y que dará servicio a los equipos del colegio.

Nodo 3: Polideportivo. Este lugar, se encuentra en la única zona elevada del municipio, desde el cual se tiene visibilidad prácticamente con todos los puntos de la zona; este punto se puede utilizar en posibles expansiones de la red. En este punto se dispondrá también de un punto de acceso WIFI que se conectará a la red troncal y que servirá para dar servicio a los equipos del área de juventud y deporte.

Nodo 4: Parque viejo. Lugar público al norte del municipio, despejado de viviendas y donde se pretende dar servicio WIFI gratuito a páginas de AAPP, culturales y servicios municipales.

Nodo 5: Parque nuevo. Igualmente lugar público en el centro del municipio, donde se pretende dar servicio WIFI gratuito a páginas de AAPP, culturales y servicios municipales.

El equipamiento de la red troncal debe cumplir las siguientes características técnicas mínimas:

- ✓ Los equipos inalámbricos deben emitir en canales de banda libre según las normas de la Comisión del Mercado de Telecomunicaciones (CMT) y el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF).
- ✓ Se deben implementar caminos alternativos para la interconexión de los distintos puntos de manera que la red sea robusta y resistente a las posibles caídas de algunos de los enlaces principales.
- ✓ Los equipos utilizados deberán soportar los anchos de banda requeridos para proporcionar el servicio deseado. Los requerimientos de cada enlace de la red troncal

- ✓ vendrán impuestos por el ancho de banda que se ofrecerá a cada edificio municipal interconectado a través de la red troncal secundaria (ver apartado 2.2.2.1) y por el ancho de banda requerido por los usuarios de la red de acceso WiFi (ver apartado 2.2.3.1). Además, se deberá dejar un margen de ancho de banda disponible para futuras expansiones de la red.
- ✓ Gestionable mediante protocolo SNMP (*Simple Network Management Protocol*). Esto permitirá que la red completa sea monitorizada desde el CPD utilizando las herramientas software adecuadas.
- ✓ Los equipos deben disponer de un puerto Ethernet 10/100 Base T que permita la interconexión a otra electrónica de red o a otros equipos radio directamente.
- ✓ Los equipos deben poder ser configurables y actualizables utilizando el interfaz aire, con el fin de poder llevar a cabo estas acciones de manera remota.
- ✓ Los equipos deben disponer del marcado CE, el cual autoriza y asegura que cumplen las condiciones necesarias para ser utilizados de la Comunidad Económica Europea.
- ✓ Los equipos deben cumplir la normativa vigente para instalación en exteriores, incluyendo protección anti-rayos. Todos los conectores deberán estar convenientemente sellados.

Situación geográfica de los puntos a interconectar de la red primaria:



Figura 4.2 Situación de los puntos de la red troncal primaria en ortofoto.

| Punto | Denominación | Latitud | Longitud | Altura |
|--------|---------------|-------------------|------------------|--------|
| Nodo 0 | Ayuntamiento | 39° 56' 22.71'' N | 3° 54' 59.09'' W | 480 m. |
| Nodo 1 | Consultorio | 39° 56' 16.94'' N | 3° 55' 06.26'' W | 482 m. |
| Nodo 2 | Colegio | 39° 56' 30.33'' N | 3° 54' 48.88'' W | 479 m. |
| Nodo 3 | Polideportivo | 39° 55' 55.38'' N | 3° 55' 02.48'' W | 490 m. |
| Nodo 4 | Parque viejo | 39° 56' 11.43'' N | 3° 55' 07.57'' W | 481 m. |
| Nodo 5 | Parque nuevo | 39° 56' 38.98'' N | 3° 55' 00.01'' W | 477 m. |

Figura 4.3 Coordenadas de los puntos de la red troncal.

4.2 Determinación de la red de acceso o secundaria.

La red troncal secundaria está compuesta por los equipos que interconectan las estructuras o edificios municipales con la red troncal primaria a través de enlaces punto a multipunto. El ancho de banda soportado será menor que el soportado por la red troncal principal, pero estará dimensionado para soportar tanto el tráfico generado en el propio edificio municipal, como el generado por los usuarios que lleguen mediante la red de acceso WiFi (en los lugares donde se provea acceso mediante WiFi).

Los puntos que se interconectarán en cada núcleo son los siguientes:

Nodo 0: Ayuntamiento:

Casa consistorial Ayuntamiento.
Oficinas policía Municipal y juzgado de Paz.
Biblioteca pública.

Nodo 2: Colegio:

Edificios Colegio
Centro social polivalente
Centro de día

Nodo 3: Polideportivo:

Polideportivo municipal y piscinas.
Área de juventud y deportes.

El equipamiento de la red troncal secundaria debe cumplir las siguientes características mínimas:

- ✓ Los equipos inalámbricos deben emitir en canales de banda libre según las normas de la Comisión del Mercado de Telecomunicaciones (CMT) y el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF).
- ✓ Los equipos utilizados deberán soportar los anchos de banda requeridos para proporcionar el servicio deseado. El ancho de banda asignado a cada edificio será resultado de un estudio previo sobre el número de usuarios que se van a conectar, del

tipo de servicios que van a utilizar normalmente y de la importancia relativa de la ubicación.

- ✓ Los equipos deben soportar encriptación para así tener seguridad en las comunicaciones.
- ✓ Los equipos deben implementar el protocolo SNMP, con el fin de que puedan ser monitorizados remotamente utilizando las herramientas software adecuadas.
- ✓ Los equipos deben disponer de un puerto Ethernet 10/100 Base T que permita la interconexión a otra electrónica de red o a otros equipos radio directamente.
- ✓ Los equipos deben poder ser configurable y actualizados utilizando el interfaz aire, con el fin de poder llevar a cabo estas acciones de manera remota.
- ✓ Los equipos deben disponer del marcado CE, el cual autoriza y asegura que cumplen las condiciones necesarias para ser utilizados de la Comunidad Económica Europea.
- ✓ Los equipos deben cumplir la normativa vigente para instalación en exteriores, incluyendo protección anti-rayos. Todos los conectores deberán estar convenientemente sellados.

La situación geográfica de los puntos a interconectar de esta red secundaria, es prácticamente la misma que el nodo de la red primaria al que se conecta cada uno, tal como se puede observar en la figura 3.2 donde se determinan las zonas a cubrir, por tanto y dado las distancias y altitudes a evaluar, consideramos despreciable la pérdida que pueda existir entre el nodo correspondiente y los puntos de esta red secundaria.

4.3 Seguridad.

Una red inalámbrica permite desplegar una red de área local sin cables. Es evidente que al emplear un medio compartido por cualquiera que se encuentre en el ámbito de la cobertura, se multiplican las amenazas de acceso no controlado a la información.

Todos los equipos que emiten señal inalámbrica permiten configurar el protocolo de seguridad con el que se quiere transmitir, permitiendo así cubrir las dimensiones de control de acceso, confidencialidad y, en algunos casos, autenticación. Los diferentes protocolos existentes son:

- ✓ WEP (Wired Equivalent Privacy). Se considera como el menos seguro de todos por su facilidad para romperlo, siempre y cuando la persona que quiera hacerlo tenga los conocimientos informáticos adecuados.
- ✓ WPA (Wi-Fi Protected Access). Es una evolución del WEP, es más robusto. Fue diseñado inicialmente como protocolo de autenticación para paliar las deficiencias del cifrado WEP. Aunque su longitud de clave es menor que la de WEP, su método de cifrado es más robusto.

- ✓ WPA2 (Wi-Fi Protected Access 2). Es considerado bastante seguro, ya que utiliza el algoritmo de cifrado AES, por lo que su ruptura es bastante complicada.
- ✓ WPA PSK (Wi-Fi Protected Access Pre-Share Key). Esta opción de cifrado es de las más seguras. Este método difiere del anterior en que existe una clave compartida por todos los integrantes de la red previamente a la comunicación (desde la configuración de los dispositivos). La fortaleza de la seguridad reside en el nivel de complejidad de esta clave.

Cualquiera de estos protocolos de cifrado y autenticación se configura en dos pasos:

- ✓ Primero, habrá que configurar la clave en el punto de acceso, en función del protocolo seleccionado.
- ✓ En segundo lugar, se deberá hacer lo mismo en todos los dispositivos que se quieran conectar a la red, usando exactamente la misma configuración que para el punto de acceso.

En general, los protocolos descritos solucionan muchos de los problemas de seguridad. En cualquier caso, como todos dependen de una clave, en el momento en que sea conocida estos protocolos dejarán de ser seguros.

Autenticación por MAC

Con esta opción se puede incrementar la seguridad, al requerir una autenticación por direcciones MAC, que consiste en dotar al punto de acceso de la red de una lista con las direcciones MAC de las tarjetas inalámbricas que pueden asociarse a dicho punto.

Servidor AAA (Authentication Authorization Accounting)

En el caso de organizaciones se pueden utilizar servidores de autenticación centralizados, como Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS), que mantiene una lista de usuarios y claves de acceso, que será solicitada al acceder a la red. Para ello se requiere el uso del protocolo 802.1x, solventando entonces todos los problemas de seguridad de redes inalámbricas asociados a la confidencialidad, autenticación, accesibilidad e integridad.

Uso de NAC (Network Access Control)

Los sistemas de autenticación de dispositivos no sólo permiten controlar quién se puede conectar, sino también desde qué dispositivos se puede realizar dicho acceso y si el dispositivo conectado cumple con las políticas de seguridad establecidas (incluso puede denegar el acceso a un equipo autorizado que no cumpla dichas medidas).

Virtual Private Network (VPN)

Una red privada virtual es una tecnología de red que permite una extensión de la red local sobre una red pública, como Internet. De esta forma, puede controlar quién y qué máquina

se conectó y el nivel de acceso. Para asegurar la integridad de la información, la VPN utiliza funciones de hash; siendo los algoritmos hash más comunes Message Digest, versiones 2 y 5 (MD2 y MD5), y el Secure Hash Algorithm (SHA). Para asegurar la confidencialidad, se hace uso de algoritmos de cifrado como el DES (Data Encryption Standard), Triple DES (3DES) y EAS (Advanced Encryption Standard).

5 Diseño de la red.

El diseño de la red troncal se ha acometido teniendo en cuenta que se necesita un ancho de banda grande y unos tiempos de respuesta bajos. Es por esta razón que se han buscado interconectar ubicaciones entre las que hubiera condiciones de línea de visión directa

Otra de las condiciones es que las ubicaciones fueran propiedad del Ayuntamiento, con el fin de que fuese más económico el despliegue de la red. Además, en algunas ubicaciones ya hay disponibles torretas y mástiles donde fijar el equipamiento, lo que reduce aún más el coste del despliegue.

La interconexión entre los nodos de Consultorio y Polideportivo, es un enlace de respaldo que entrará en funcionamiento automáticamente en caso de que falle uno de los dos enlaces del nodo 0 (Ayuntamiento) con el enlace del nodo de Consultorio o con el enlace del nodo de Polideportivo. De esta forma, si fallara uno de estos enlaces, continuarían los núcleos interconectados.

La distancia entre los diferentes nodos de la red troncal principal es la siguiente:

| | | |
|--------|------------------------|---------|
| Nodo 0 | Nodo 1 (Consultorio) | 530 m. |
| Nodo 0 | Nodo 2 (Colegio) | 670 m. |
| Nodo 0 | Nodo 3 (Polideportivo) | 1150 m. |
| Nodo 0 | Nodo 4 (Parque viejo) | 950 m. |
| Nodo 0 | Nodo 5 (Parque nuevo) | 930 m. |

Figura 5.1 Distancias entre los nodos de la red troncal principal.

La red troncal primaria debe soportar todo el tráfico generado por la red troncal secundaria, y esta, a su vez, el tráfico generado por la red de acceso. El ancho de banda que ha de soportar condiciona el equipamiento utilizado para llevar la interconexión entre los diferentes puntos.

Requerimientos de los ancho de banda para cada ubicación:

| | |
|---|--------|
| Zona 1: Ayuntamiento..... | 8 Mbps |
| Edificio del Ayuntamiento..... | 1 Mbps |
| Policía municipal + Juzgado de paz..... | 1 Mbps |
| Biblioteca equipos internet..... | 1 Mbps |
| Biblioteca WIFI..... | 5 Mbps |
| Zona 2: Consultorio médico..... | 1 Mbps |
| Despachos consultorio..... | 1 Mbps |

| | |
|--------------------------------|---------|
| Zona 3: Colegio..... | 13 Mbps |
| Aulas colegio..... | 1 Mbps |
| WIFI colegio..... | 5 Mbps |
| Centro social polivalente..... | 1 Mbps |
| Servicios centro de día..... | 1 Mbps |
| WIFI Centro de día..... | 5 Mbps |
| Zona 4: Polideportivo..... | 1 Mbps |
| Área deportes y juventud..... | 1 Mbps |
| WIFI polideportivo..... | 1 Mbps |
| Zona 5: Parque viejo..... | 5 Mbps |
| WIFI Parque..... | 5 Mbps |
| Zona 6: Parque nuevo..... | 5 Mbps |
| WIFI Parque..... | 5 Mbps |

Anchos de banda para los enlaces de la red troncal primaria:

| Enlace | Núcleos dependientes | Ancho de Banda agregado |
|--|----------------------|-------------------------|
| Nodo 0 – Nodo 1 Ayuntamiento-Consultorio | Consultorio Medico | 1 Mbps |
| | Ancho Banda enlace | 1 Mbps |
| Nodo 0 – Nodo 2 Ayuntamiento-Colegio | Colegio | 13 Mbps |
| | Ancho Banda enlace | 13 Mbps |
| Nodo 0- Nodo 3 Ayuntamiento-Polideportivo | Polideportivo | 1 Mbps |
| | Ancho Banda enlace | 1 Mbps |
| Nodo 0- Nodo 4 Ayuntamiento-Parque viejo | Parque viejo | 1 Mbps |
| | Ancho Banda enlace | 5 Mbps |
| Nodo 0- Nodo 5 Ayuntamiento-Parque nuevo | Parque nuevo | 1 Mbps |
| | Ancho Banda enlace | 5 Mbps |

Figura 5.2 Requerimientos de ancho de banda por enlace.

El enlace Consultorio - Polideportivo, como indicamos, es un enlace de respaldo, y no hay establecidos requisitos sobre el ancho de banda que debe proporcionar. Solamente debe entrar en funcionamiento en caso de fallo del enlace Ayuntamiento-Consultorio o Ayuntamiento-Polideportivo y conseguir en la medida de lo posible que no queden zonas incomunicadas, sin ningún requisito de ancho de banda.

En el punto 5.1 describimos los equipos usados en cada uno de los enlaces, con todos los requerimientos necesarios.

La red troncal secundaria que da el nodo de acceso 2 (colegio) se compone de puntos que se interconectan con una topología en estrella con el punto central situado en el colegio. Los enlaces se llevarán acabo usando equipamiento punto a multipunto.

En el tejado del colegio se utilizará una antena sectorial de 90 ° de apertura, mientras que en los puntos donde se encuentran subscriptores se utilizarán antenas direccionales. El uso de una antena sectorial reduce el rango de alcance, pero para las distancias a cubrir es más que suficiente.

Situación geográfica de los puntos a interconectar al nodo 2 colegio:

| Distancia | Punto | Latitud | Longitud | Altura |
|-----------|---------------|-------------------|------------------|--------|
| 0 m. | Colegio | 39° 56' 30.33'' N | 3° 54' 48.88'' W | 479 m. |
| 135 m. | Centro social | 39° 56' 29.44'' N | 3° 54' 52.43'' W | 475 m. |
| 185 m. | Centro de día | 39° 56' 29.67'' N | 3° 54' 54.99'' W | 477 m. |

Figura 5.3 Coordenadas de los puntos de la red secundaria en Nodo 2 (colegio).



Figura 5.4 Centro de día.



Figura 5.5 Centro social polivalente



Figura 5.6 Colegio público municipal

En la siguiente captura se puede ver la localización de los puntos, incluyendo el punto de la red troncal al que se conectarán.



Figura 5.7 Situación de los puntos de la red troncal secundaria del Nodo 2

La red troncal secundaria que da el nodo de acceso 0 (Ayuntamiento) se compone de puntos que se interconectan con una topología en estrella con el punto central situado en el mismo edificio del Ayuntamiento. Los enlaces se llevarán acabo usando equipamiento punto a multipunto.

En el tejado del Ayuntamiento se utilizará una antena sectorial de 90 ° de apertura, mientras que en los puntos donde se encuentran subscriptores se utilizarán antenas direccionales. El uso de una antena sectorial reduce el rango de alcance, pero para las distancias a cubrir es más que suficiente.

Situación geográfica de los puntos a interconectar al nodo 0 colegio:

| Distancia | Punto | Latitud | Longitud | Altura |
|-----------|--------------------|-------------------|------------------|--------|
| 0 m. | Ayuntamiento | 39° 56' 22.71'' N | 3° 54' 59.09'' W | 480 m. |
| 100 m. | Biblioteca publica | 39° 56' 23.01'' N | 3° 55' 02.20'' W | 482 m. |
| 50 m. | Policía municipal | 39° 56' 24.13'' N | 3° 54' 58.15'' W | 482 m. |

Figura 5.8 Coordenadas de los puntos de la red secundaria en Nodo 0 (Ayuntamiento).



Figura 5.9 Biblioteca pública



Figura 5.10 Policía Municipal



Figura 5.11 Ayuntamiento de Mocejón.

En la siguiente captura se puede ver la localización de los puntos, incluyendo el punto de la red troncal al que se conectarán.



Figura 5.12 Situación de los puntos de la red troncal secundaria del Nodo 0

5.1 Dispositivos y elementos a instalar.

Tras exponer las características que requiere una red como la de este proyecto, es necesario hacer una rigurosa elección de los elementos necesarios a instalar. Serán necesarios dos tipos de dispositivos. En primer lugar, un elemento que reciba la conexión a Internet ofrecida por el proveedor de servicios y que además ofrezca WIMAX al municipio entero. La red dispondrá también de otros dispositivos que convertirán esta tecnología en WIFI para que los usuarios tengan acceso a la red. Se han realizado los

cálculos para que en cada ubicación pueda haber un mínimo de 10 clientes conectados simultáneamente:

El edificio municipal mayor en cuanto a tamaño y además con mayor personal municipal a cubrir, sería el edificio del Ayuntamiento; este edificio tiene 2 plantas a cubrir y una superficie de 10 x 8 metros cada una.

El punto de acceso podría disponerse para cubrir las dos plantas en el centro de la planta superior, donde cubriría la planta de oficinas (1ª planta) y la planta de acceso, donde esta un despacho de información y un cuarto de seguridad (Policía y Protección Civil).

Para verificar matemáticamente la cobertura en toda la superficie, realizamos los cálculos mediante el método COST 231 de segundo orden, que es el que más se adapta a esta situación. Tendremos en cuenta pues, la atenuación del techo (15 db) y de los dos tabiques separadores (8 db) máximos (datos de atenuación según tabla de estándares COST 231 de segundo orden, que incluyo en anexo final), que tendremos entre los despachos y el punto central elegido. Mediante una razón trigonométrica calculamos la distancia máxima desde el centro de la planta de 10 x 8 metros y deberá cubrir 6.4 metro máximo.

$$\text{Atenuación} = 20 \cdot \log\left(\frac{4 \cdot \pi \cdot d}{\lambda}\right) + 15 + 8 \cdot 2$$

$$\text{donde } \lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{2.4 \cdot 10^9}$$

$$\text{Atenuación} = 20 \cdot \log\left(\frac{4 \cdot \pi \cdot 6.4}{\frac{3 \cdot 10^8}{2.4 \cdot 10^9}}\right) + 15 + 8 \cdot 2 = 87.2 \text{ dB}$$

Siendo la potencia transmitida de 17 dBm (EIRP) y la ganancia de antena 2 dB, la potencia recibida será de:

$$17 \text{ dBm} - 87.2 \text{ dB} + 2 \text{ dB} = -68.2 \text{ dBm}$$

Según características técnicas del dispositivo elegido Gemtek P-560 Plus, por encima de -72 dBm se obtiene 54 Mbps; como indicamos los cálculos se realizan para 10 clientes, que repartiendo $54/10 = 5,4$ Mbps por usuario, que se adapta con creces al escenario planteado.

Otra localización donde podría presuponerse necesario estudio, es el colegio, pero allí tan solo tendrá uso de red inalámbrica la sala de profesores, secretaria y despacho de dirección, lugares anexos y en dimensiones menores a la calculada anteriormente. Igualmente en la biblioteca al ser un espacio diáfano, no precisa mayor estudio al ya realizado.

Este requerimiento se satisface instalando un solo punto de acceso por ubicación. Además, el ancho de banda efectivo que obtiene un cliente en caso de conectarse es 512 Kbps agregados, que es el requerimiento mínimo exigido en cuanto a ancho de banda. Se dejarán puertos disponibles en el elemento que interconecta la red troncal secundaria con la red de acceso, para que sea fácil la instalación de nuevos puntos de acceso en caso de que se pretenda ampliar el número de clientes que se conectarán de manera simultánea a la red.

El punto de acceso utilizado como se indica, será el Gemtek P-560. Soporta el estándar 802.11g y además está configurado para ofrecer encriptación avanzada (WPA) con clave dinámica por sesión y usuario, así como control del ancho de banda para cada usuario.

Los equipos usados en cada uno de los enlaces y que cumplen todos los requerimientos de funcionalidad y de ancho de banda descritos anteriormente son los siguientes:

Red troncal primaria, enlaces entre nodos:

Enlace punto a punto con dos equipos Motorola PTP400 Lite con antena de 23 dBi integrada. Son un sistema de puente inalámbrico de alto rendimiento, que proporcionan alta capacidad y alta velocidad en enlaces punto a punto. Al final del este proyecto se presenta tabla del fabricante con las principales características del equipo.

Las antenas utilizadas por los equipos de la red primaria son antenas integradas, con una ganancia de 23 dBi y 7° de apertura.

Red troncal secundaria, para nodo 2 (colegio)

Colegio:

Estación base de Alvarion AU-D-SA-5.4-90-VL, con antena externa de 90 °.

Centro Social:

Cliente de Alvarion SU-A-5.4-6-BD-VL orientado hacia antena colegio.

Centro de día:

Cliente de Alvarion SU-A-5.4-6-BD-VL orientado hacia antena colegio.

Red troncal secundaria, para nodo 0 (Ayuntamiento)

Ayuntamiento:

Estación base de Alvarion AU-D-SA-5.4-120-VL, con antena externa de 120 °.

Biblioteca pública:

Cliente de Alvarion SU-A-5.4-6-BD-VL orientado hacia antena colegio.

Policía municipal:

Cliente de Alvarion SU-A-5.4-6-BD-VL orientado hacia antena colegio.

Los equipos BreezeAccess VL son un sistema de puente inalámbrico de alto rendimiento, que proporcionan alta capacidad y velocidad en enlaces punto a multipunto. En el anexo, se presenta la dataseck con las principales características del equipo.

Las antenas usadas con los equipos de la red secundaria son las siguientes:

- ✓ Antena exterior sectorial 120°: Alvarion BS ANT 5.15-5.875/120V (antena sectorial verticalmente polarizada en rangos de operación de 5,15 a 5,875 GHz con ganancia de 15 dBi). La potencia de los equipos se ajustará de manera que no se sobrepasen 1 W PIRE.
- ✓ Antena exterior sectorial 90°: Alvarion BS ANT 5.15-5.875/90V (antena sectorial verticalmente polarizada en rangos de operación de 5,15 a 5,875 GHz con ganancia de 16 dBi).

- ✓ Antena direccional integrada en equipos BreezeAccess VL CPE: Antena plana con polarización vertical y 21 dBi de ganancia.

Los equipos Gemtek P-560 combinan la funcionalidad de punto de acceso WiFi, router IP, switch de 4 puertos y control de acceso para Hotspots WiFi. Las principales características del equipo se detallan en hoja del fabricante al final de este proyecto.

El modelo de switch necesario será del tipo standalone Layer 3, Power Ethernet (PoE) 100/1000T de los puertos necesarios en cada caso. Estos switch deberán implementar la funcionalidad Layer 3, velocidades Gigabit Ethernet y PoE en todos sus puertos. Calculamos en principio un número de 8 para la implementación inicial que proyectamos.

5.2 Cableado necesario.

Con este proyecto se pretende crear una red completamente inalámbrica, y en lo que respecta al acceso a la red se refiere, este objetivo se ha cumplido. Sin embargo dos cableados son indispensables: la corriente eléctrica que necesitan los equipos de la red para su funcionamiento, y los latiguillos Ethernet que conectan algunos dispositivos con otros.

Cable eléctrico

Los puntos de acceso libre de los parques, se encontrarán a la intemperie así que hay que decidir como llegarán hasta allí los cables. Dado que un cable de corriente es de instalación paralelo, es decir un mismo filar da corriente a todos los dispositivos, se puede realizar con la instalación eléctrica que se lleva a las farolas existentes en el parque, con una modificación mínima que elimine el rizado de la corriente y adopte las mayores medidas necesarias de seguridad existentes.

Cable Ethernet

También se han de tener en cuenta los cables que unen las unidades de acceso de WiMax con los switch conectados al router. Se consideran unos 2 metros como máximo cada conexión entre switch y router. También hay que contar con el cable que une cada unidad suscriptor con el WiMax correspondiente. Se considera que estos enlaces serán de aproximadamente 1 metro, ya que los dos dispositivos se situarán muy cerca entre ellos.

Para la realización del presupuesto, se tomaran en referencia a los rollos de cable eléctrico de 2.5 mm y cables Ethernet Cat.6 en la cantidad de 3 bobinas de 100 m. cada uno.

5.3 Esquema de red.

A continuación se muestra un esquema en el que se representa como se interconectarían todos los elementos que forman parte de la red, indicando cada elemento de conexión por su nombre comercial y los puntos de acceso WIFI previstos.

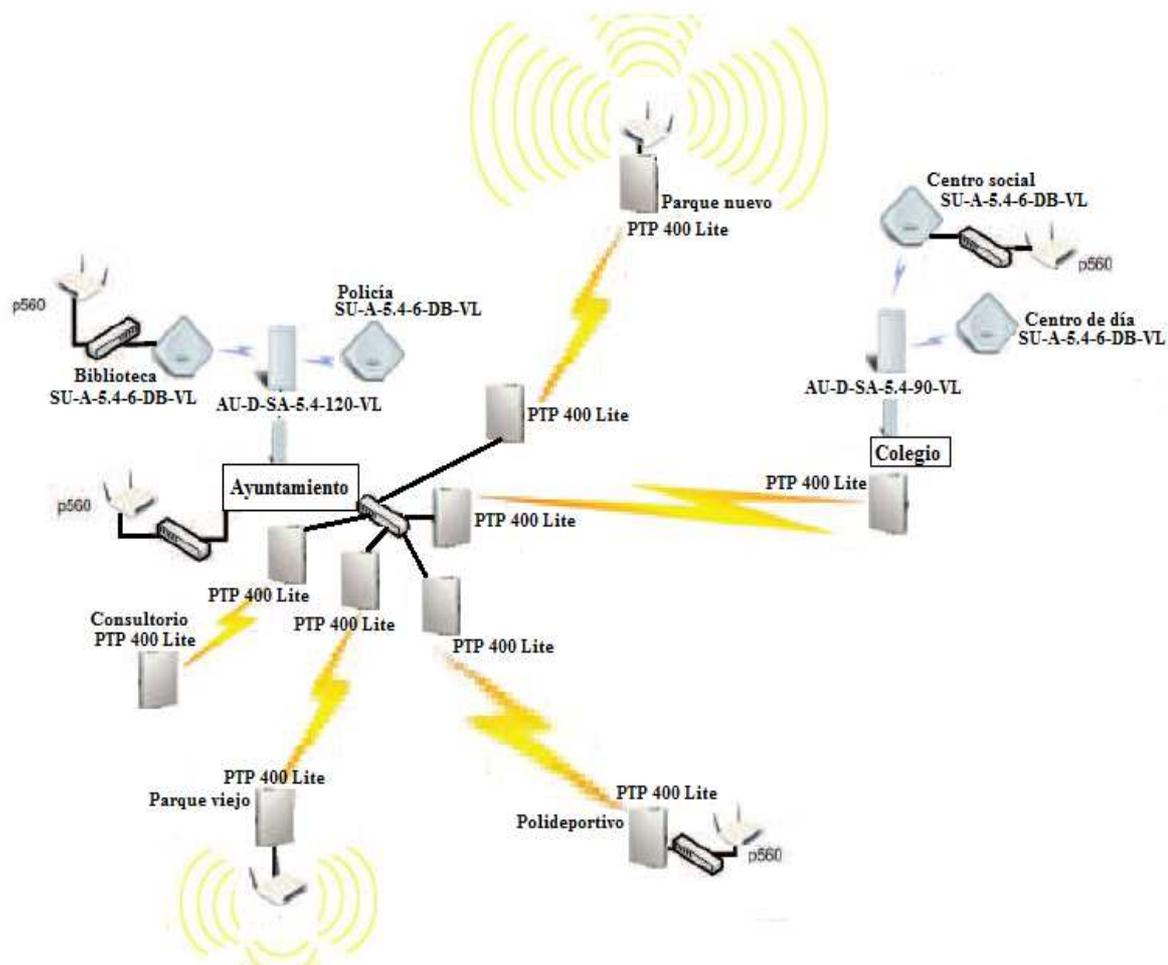


Figura 5.13 Esquema de red diseñada.

Línea de conexión a Internet.

La primera característica de la red a especificar es el ancho de banda que se contratará a un operador. Este valor ha de ser suficiente como para abastecer un gran número de usuarios simultáneos, ya que se trata de cubrir un pueblo entero.

El coste de la contratación de la línea a Internet no se tendrá en cuenta en el presupuesto final, ya que contamos con que el ayuntamiento ya tiene líneas contratadas y con seguridad se reducirá el número de líneas actualmente existentes.

Lo aconsejable sería contratar un mínimo de 2 Gbps (256 MB). Los operadores ofrecen opciones de banda ancha del tipo balanceado, basadas en la contratación de una velocidad que va en aumento o disminución según los requerimientos de la red. Los presupuestos son personalizados y se debe contactar directamente con ellos, algunos proveedores son:

<http://www.bt.es/servicios-mayoristas-telecomunicaciones>

<http://www.colt.net/es/es/products-services/internet-service/index.htm>

<http://ibersontel.com/>

Sistema de Alimentación Ininterrumpida

Para el correcto funcionamiento de la red es imprescindible un sistema de alimentación eléctrico seguro, por lo que se debería diseñar una alimentación secundaria centralizada de todos los equipos de la red.

Del sistema de alimentación de red se requieren las siguientes características básicas:

- ✓ Que sea inmune a los micro-cortes que las compañías eléctricas tienen en sus redes
- ✓ Que tenga autonomía de media hora delante de un corte prolongado de la red eléctrica

El esquema correcto sería alimentar el sistema a partir de algunos SAIs (Sistema de Alimentación Ininterrumpida), dependiendo de su capacidad, montados en configuración paralelo redundante. Esta configuración asegura el suministro de tensión y corriente a la salida incluso cuando uno de los SAIs falla. En funcionamiento normal los equipos se repartirían la carga, es decir, cada uno de ellos suministraría un tanto por ciento de la potencia necesaria.

Control de accesos

En una red en la que se ofrece un servicio inalámbrico de conexión a internet, es necesario controlar los accesos de los usuarios (máxime dado los datos personales que pueden alojarse en los servidores municipales). La mejor forma de controlar los diferentes tipos de tráfico de red, es mediante un Gateway de control de accesos.

De esta forma, el tráfico ya viajara filtrado, diferenciando el tráfico de red procedente de cualquier usuario. Además, aplicando políticas de calidad de servicio QoS, se podrá priorizar el tráfico en función de las necesidades (tanto a nivel de usuario como de anchos de banda).

El funcionamiento se basa en servicios que permiten crear accesos públicos inteligentes, seguros, transparentes y de alta velocidad. Estos gateways se utilizarán igualmente para restringir y controlar el acceso de los usuarios WIFI, mediante políticas de acceso controlado y suscripciones mensuales.

Será necesaria la utilización de un servidor de acceso capaz de reconocer nuevos usuarios en la red y recambiar las diferentes configuraciones IP. Reencaminando configuraciones como DHCP, DNS y proxy, además de IP privada y estática que estén configuradas en los terminales de usuario para ganar acceso a internet sin cambiar ninguna de estas configuraciones.

Debe proporcionarse protección segura para el login del cliente, acceso remoto y contabilización (AAA); de la misma manera debe implementarse soporte global de Roaming. Las características técnicas van al final del presente proyecto, en el anexo I.

5.4 Estudio de cobertura (Radio Mobile).

Para cada uno de los enlaces se ha realizado un cálculo del nivel de señal esperado y el margen de desvanecimiento que se obtiene. El cálculo consiste en realizar un balance de potencia, empezando por el nivel de potencia con el que sale del transmisor y sumando o restando los distintos factores que le afectan, que son los siguientes:

Pt: Potencia transmitida por el transmisor.

L1: Pérdidas en la línea de transmisión del trasmisor. Hay que tener en cuenta que si la antena está integrada con el transmisor no habrá pérdidas asociadas a la línea de transmisión.

GATX: Ganancia respecto a la antena isotrópica de la antena transmisora.

Lp: Pérdidas por propagación.

GARX: Ganancia respecto a la antena isotrópica de la antena receptora.

L2: Pérdidas en la línea de transmisión del receptor.

Pr: Potencia recibida en el receptor.

Sr: Sensibilidad del receptor.

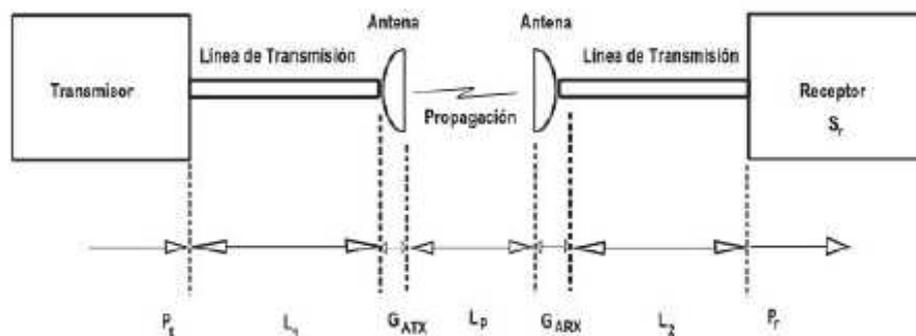


Figura 5.14 Cálculo del balance de potencia.

La fórmula del balance de potencia sería la siguiente:

$$Pr (dBm) = Pt (dBm) - L1 (dB) + GATX (dBi) - Lp (dB) + GARX (dBi) - L2 (dB)$$

Se debe asegurar que PR es mayor que Sr para el correcto funcionamiento. Además se establece un *margen de desvanecimiento*, es decir, un margen de seguridad en el que la Pr debe superar a la Sr. Se establece que este valor debe ser mayor o igual que 10 dB.

$$\text{Margen de desvanecimiento} = Pr - Sr > 10 \text{ dB}$$

Para calcular las pérdidas por propagación (L_p) se procede de la siguiente manera:

1. Cálculo del radio de la primera zona de Fresnel mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Radio primera zona de Fresnel} = 547.723 \cdot \sqrt{\frac{d}{4 \cdot f}}$$

Donde:

d = distancia del radioenlace en Km

f = frecuencia del radioenlace en MHz

2. Verificación de que al menos el 60% de la zona de Fresnel se encuentra libre de obstáculos.
3. Una vez verificadas las condiciones de línea de visión directa, asumimos que la pérdidas por propagación son las del espacio libre, las cuales vienen dadas por la siguiente fórmula:

$$\text{Atenuación espacio libre (dB)} = 92.45 + 20 \cdot \log f + 20 \cdot \log d$$

Donde:

d = distancia del radioenlace en Km

f = frecuencia del radioenlace en Ghz

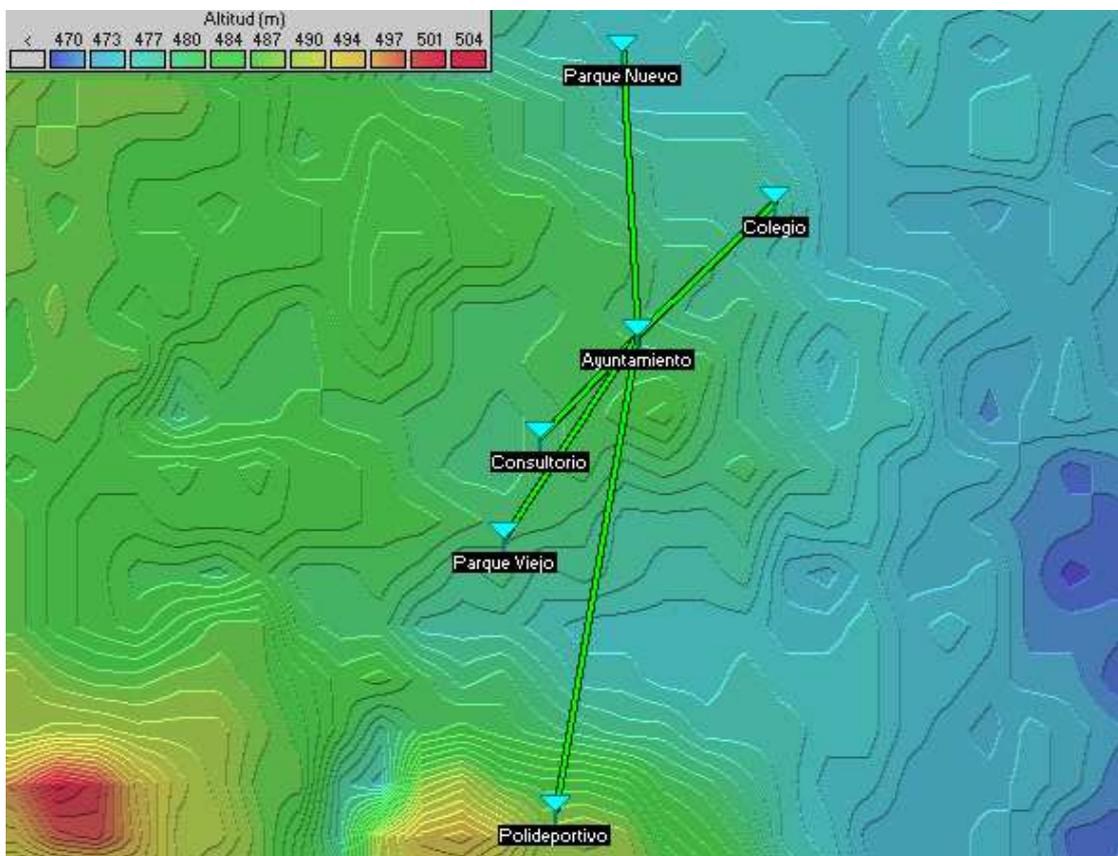


Figura 5.15 Conexiones WIMAX red principal.

Enlace Ayuntamiento - Consultorio

| Descripción | Datos Ayuntamiento | Datos Consultorio |
|-------------------------------|--------------------|-------------------|
| Tipo de antena | Integrada | Integrada |
| Ganancia de antena | 23 dBi | 23 dBi |
| Tipo de cable | UTP | UTP |
| Pedida cable (dB/100m) | 0,00 | 0,00 |
| Longitud cable | 0,00 | 0,00 |
| Perdidas en el cable (dB) | 0,00 | 0,00 |
| Pedidas conectores (dB) | 0 | 0 |
| Distancia (Km) | 0,530 km. | |
| Frecuencia (Ghz) | 5,4 Ghz | |
| Atenuación (dB) | 101,58 dB | |
| 1ª zona de Fresnel (m) | 2,71 m. | |
| 60% 1ª Zona de Fresnel (m) | 1,63 | |
| Dispositivo comunicaciones | PTP400 Lite | PTP400 Lite |
| Potencia transmisión (dBm) | 7 | 7 |
| Nivel de señal recibido (dBm) | -48,58 | -48,58 |
| Sensibilidad (dBm) | -96 dBm | -96 dBm |
| Margen de desvanecimiento | 47,42 | 47,42 |

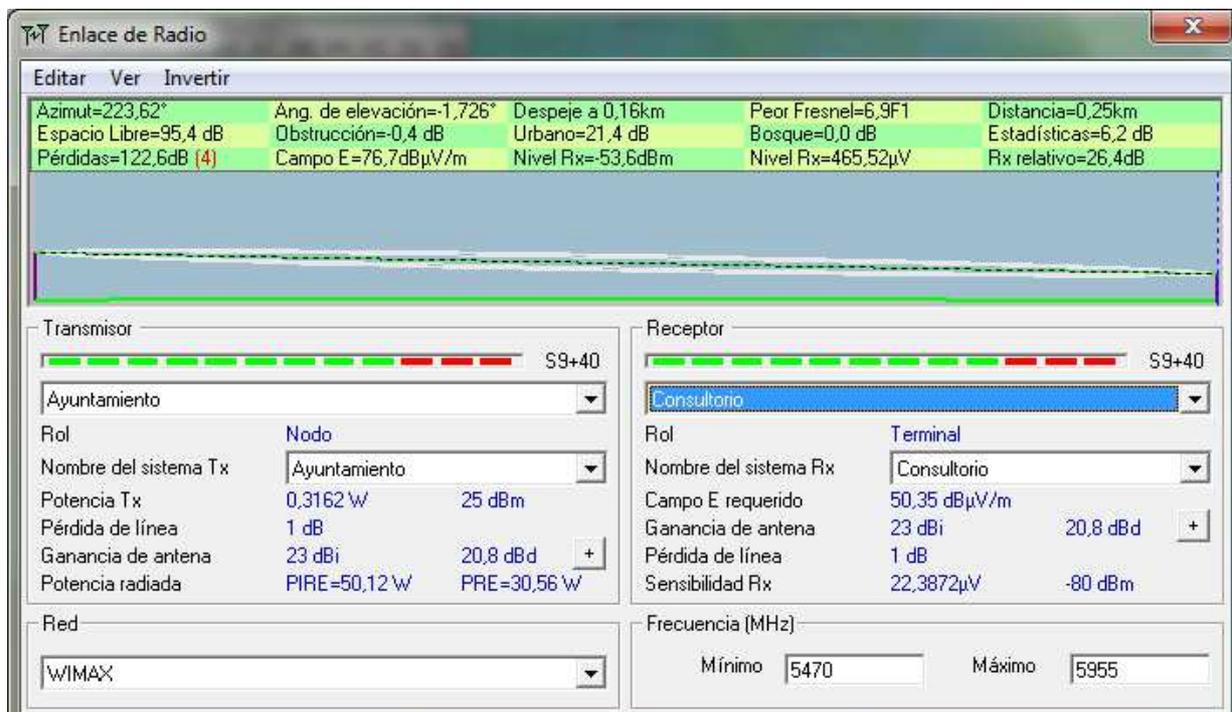


Figura 5.16 Enlace WIMAX Ayuntamiento-Consultorio.

Enlace Ayuntamiento - Colegio

| Descripción | Datos Ayuntamiento | Datos Colegio |
|-------------------------------|--------------------|---------------|
| Tipo de antena | Integrada | Integrada |
| Ganancia de antena | 23 dBi | 23 dBi |
| Tipo de cable | UTP | UTP |
| Pedida cable (dB/100m) | 0,00 | 0,00 |
| Longitud cable | 0,00 | 0,00 |
| Perdidas en el cable (dB) | 0,00 | 0,00 |
| Pedidas conectores (dB) | 0 | 0 |
| Distancia (Km) | 0,670 km. | |
| Frecuencia (Ghz) | 5,4 Ghz | |
| Atenuación (dB) | 103,62 dB | |
| 1ª zona de Fresnel (m) | 3,05 m. | |
| 60% 1ª Zona de Fresnel (m) | 1,83 | |
| Dispositivo comunicaciones | PTP400 Lite | PTP400 Lite |
| Potencia transmisión (dBm) | 7 | 7 |
| Nivel de señal recibido (dBm) | -50,62 | -50,62 |
| Sensibilidad (dBm) | -96 dBm | -96 dBm |
| Margen de desvanecimiento | 45,38 | 45,38 |

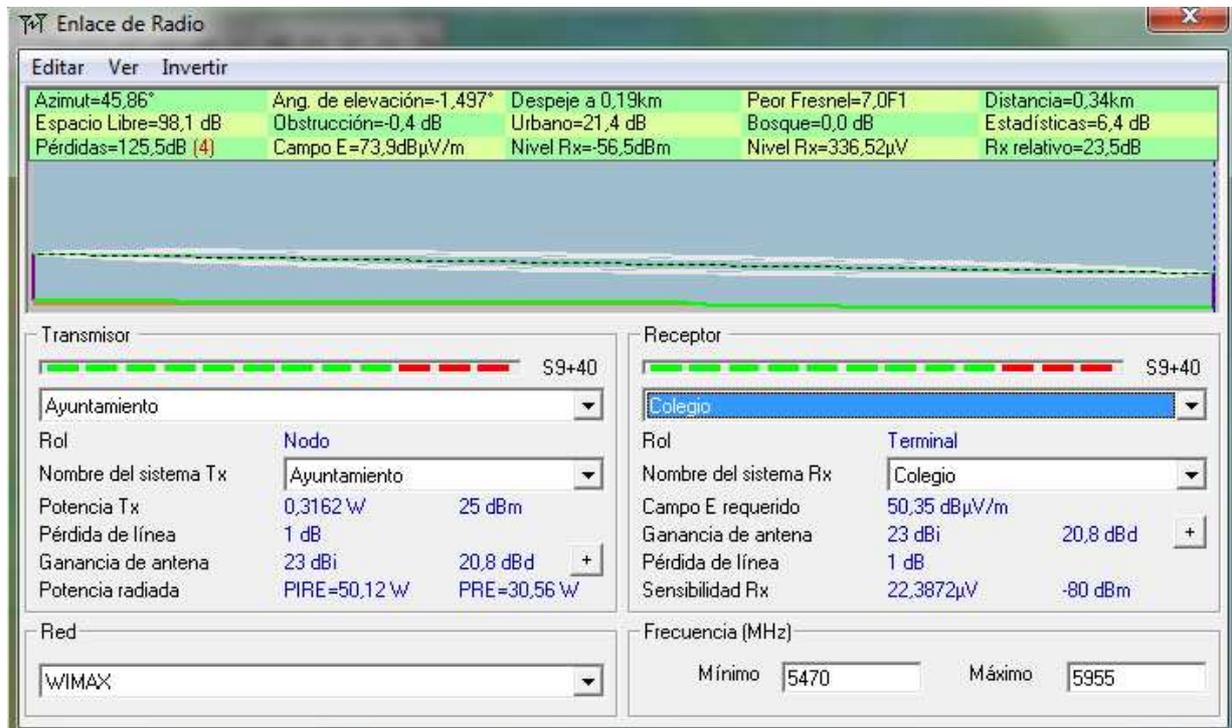


Figura 5.17 Enlace WIMAX Ayuntamiento-Colegio.

Enlace Ayuntamiento - Polideportivo

| Descripción | Datos Ayuntamiento | Datos Polideportivo |
|-------------------------------|--------------------|---------------------|
| Tipo de antena | Integrada | Integrada |
| Ganancia de antena | 23 dBi | 23 dBi |
| Tipo de cable | UTP | UTP |
| Pedida cable (dB/100m) | 0,00 | 0,00 |
| Longitud cable | 0,00 | 0,00 |
| Perdidas en el cable (dB) | 0,00 | 0,00 |
| Pedidas conectores (dB) | 0 | 0 |
| Distancia (Km) | 1,150 km. | |
| Frecuencia (Ghz) | 5,4 Ghz | |
| Atenuación (dB) | 108,31 dB | |
| 1ª zona de Fresnel (m) | 3,99 m. | |
| 60% 1ª Zona de Fresnel (m) | 3,39 | |
| Dispositivo comunicaciones | PTP400 Lite | PTP400 Lite |
| Potencia transmisión (dBm) | 7 | 7 |
| Nivel de señal recibido (dBm) | -55,31 | -55,31 |
| Sensibilidad (dBm) | -96 dBm | -96 dBm |
| Margen de desvanecimiento | 40,69 | 40,69 |

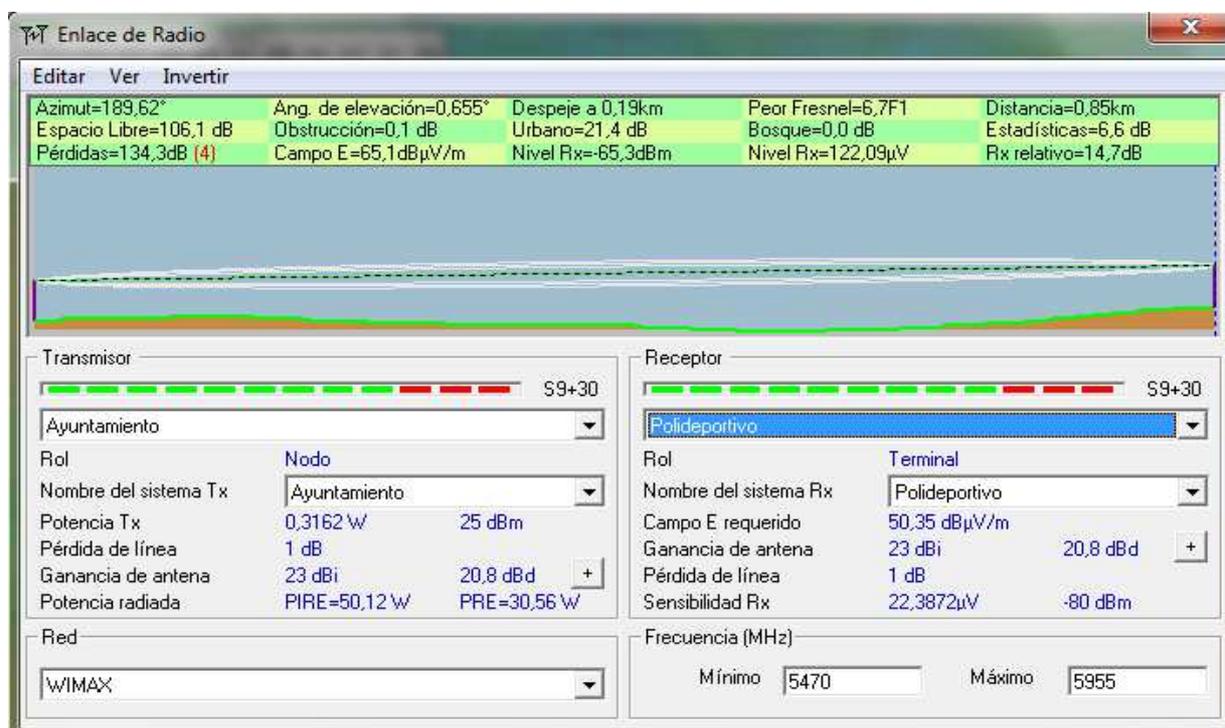


Figura 5.18 Enlace WIMAX Ayuntamiento-Polideportivo.

Enlace Ayuntamiento - Parque viejo

| Descripción | Datos Ayuntamiento | Datos Parque viejo |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| Tipo de antena | Integrada | Integrada |
| Ganancia de antena | 23 dBi | 23 dBi |
| Tipo de cable | UTP | UTP |
| Pedida cable (dB/100m) | 0,00 | 0,00 |
| Longitud cable | 0,00 | 0,00 |
| Perdidas en el cable (dB) | 0,00 | 0,00 |
| Pedidas conectores (dB) | 0 | 0 |
| Distancia (Km) | 0,950 km. | |
| Frecuencia (Ghz) | 5,4 Ghz | |
| Atenuación (dB) | 106,65 dB | |
| 1ª zona de Fresnel (m) | 3,63 m. | |
| 60% 1ª Zona de Fresnel (m) | 2,18 | |
| Dispositivo comunicaciones | PTP400 Lite | PTP400 Lite |
| Potencia transmisión (dBm) | 7 | 7 |
| Nivel de señal recibido (dBm) | -53,65 | -53,65 |
| Sensibilidad (dBm) | -96 dBm | -96 dBm |
| Margen de desvanecimiento | 40,35 | 40,35 |

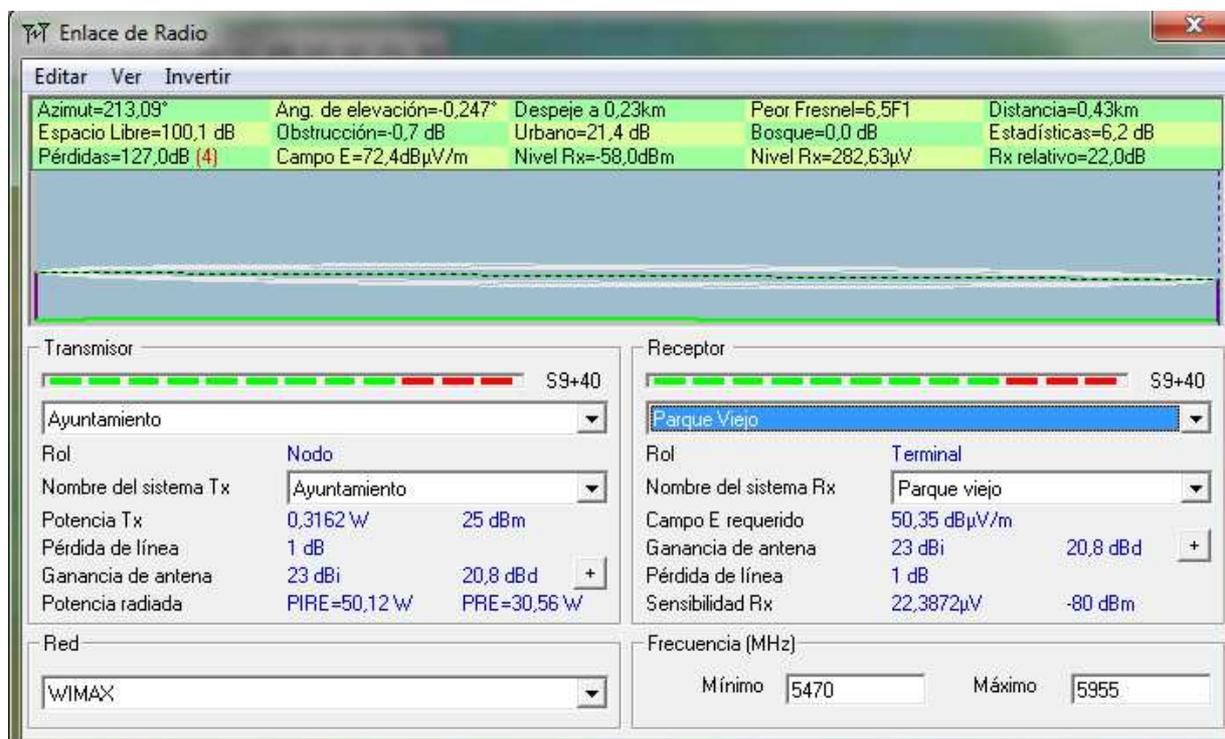


Figura 5.19 Enlace WIMAX Ayuntamiento-Parque viejo.

Enlace Ayuntamiento - Parque nuevo

| Descripción | Datos Ayuntamiento | Datos Parque nuevo |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| Tipo de antena | Integrada | Integrada |
| Ganancia de antena | 23 dBi | 23 dBi |
| Tipo de cable | UTP | UTP |
| Pedida cable (dB/100m) | 0,00 | 0,00 |
| Longitud cable | 0,00 | 0,00 |
| Perdidas en el cable (dB) | 0,00 | 0,00 |
| Pedidas conectores (dB) | 0 | 0 |
| Distancia (Km) | 0,930 km. | |
| Frecuencia (Ghz) | 5,4 Ghz | |
| Atenuación (dB) | 106,47 dB | |
| 1ª zona de Fresnel (m) | 3,59 m. | |
| 60% 1ª Zona de Fresnel (m) | 2,15 | |
| Dispositivo comunicaciones | PTP400 Lite | PTP400 Lite |
| Potencia transmisión (dBm) | 7 | 7 |
| Nivel de señal recibido (dBm) | -53,47 | -53,47 |
| Sensibilidad (dBm) | -96 dBm | -96 dBm |
| Margen de desvanecimiento | 42,53 | 42,53 |

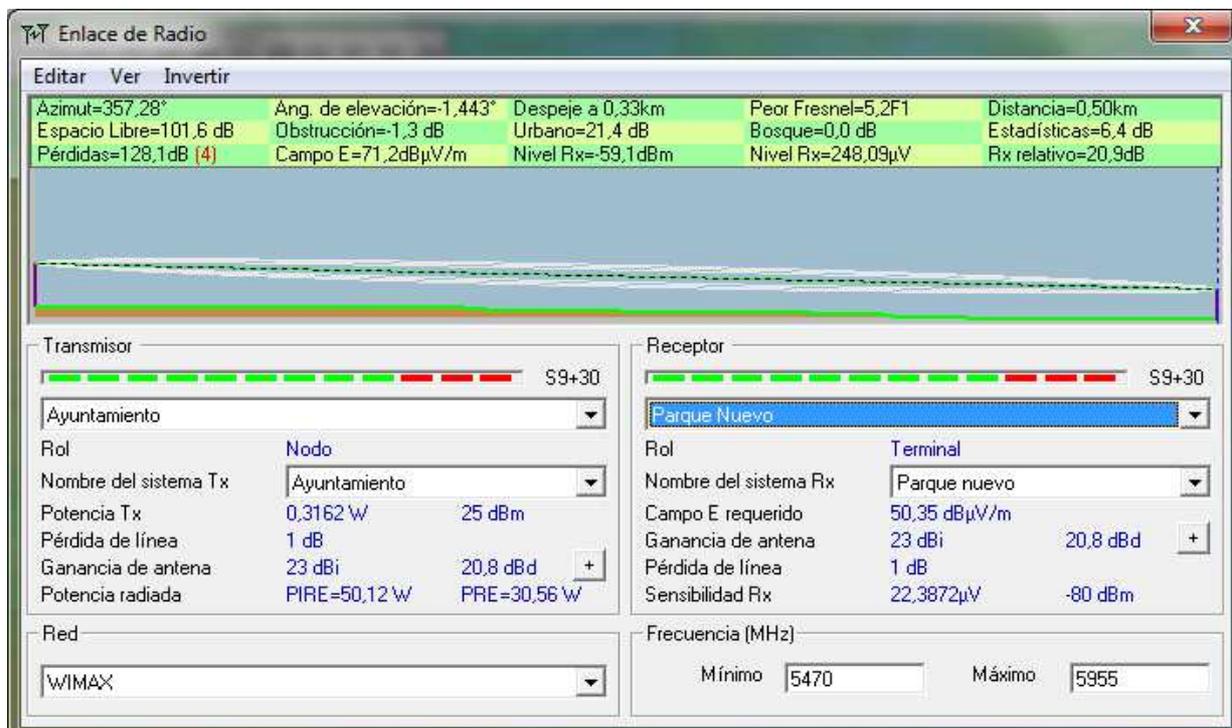


Figura 5.20 Enlace WIMAX Ayuntamiento-Parque nuevo.

Enlace Consultorio - Polideportivo

| Descripción | Datos Consultorio | Datos Polideportivo |
|-------------------------------|-------------------|---------------------|
| Tipo de antena | Integrada | Integrada |
| Ganancia de antena | 23 dBi | 23 dBi |
| Tipo de cable | UTP | UTP |
| Pedida cable (dB/100m) | 0,00 | 0,00 |
| Longitud cable | 0,00 | 0,00 |
| Perdidas en el cable (dB) | 0,00 | 0,00 |
| Pedidas conectores (dB) | 0 | 0 |
| Distancia (Km) | 0,600 km. | |
| Frecuencia (Ghz) | 5,4 Ghz | |
| Atenuación (dB) | 102,66 dB | |
| 1ª zona de Fresnel (m) | 3,99 m. | |
| 60% 1ª Zona de Fresnel (m) | 3,39 | |
| Dispositivo comunicaciones | PTP400 Lite | PTP400 Lite |
| Potencia transmisión (dBm) | 7 | 7 |
| Nivel de señal recibido (dBm) | -49,66 | -49,66 |
| Sensibilidad (dBm) | -96 dBm | -96 dBm |
| Margen de desvanecimiento | 46,34 | 46,34 |

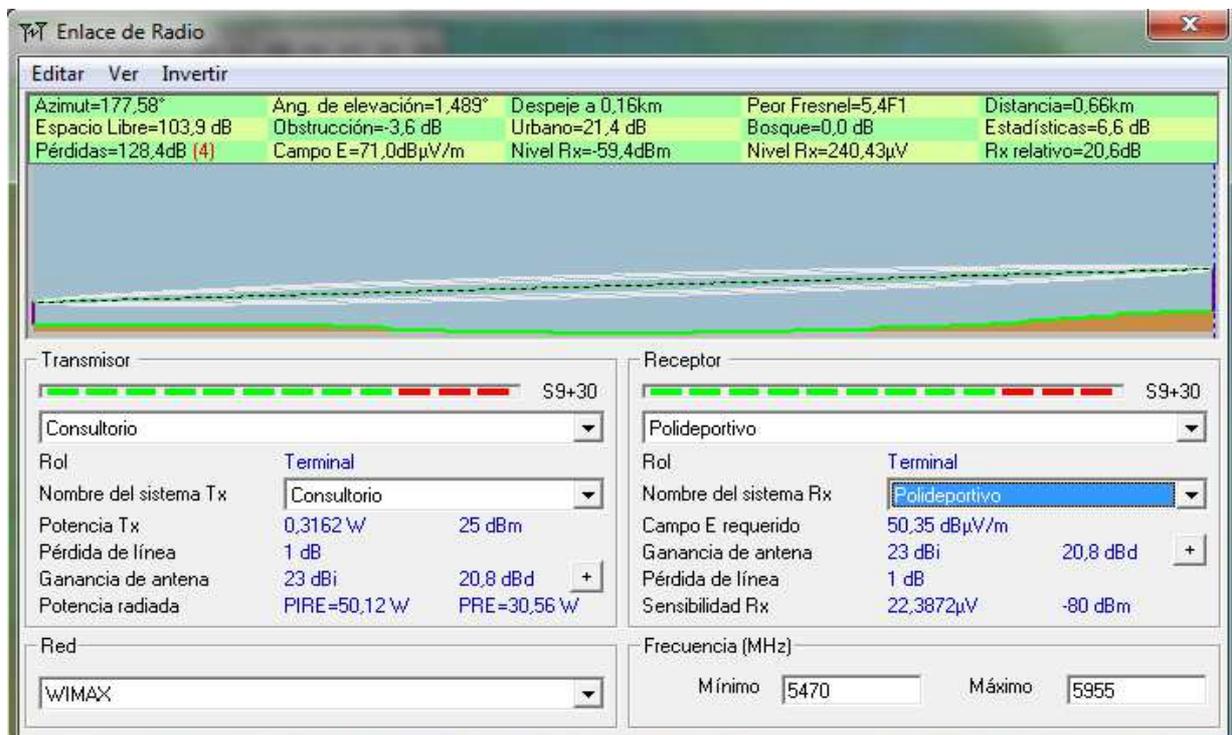


Figura 5.21 Enlace WIMAX Consultorio-Polideportivo (Respaldo).

Enlace Ayuntamiento - Policía Local

| Descripción | Datos Ayuntamiento | Datos Policía Local |
|-------------------------------|--------------------|---------------------|
| Tipo de antena | Externa 120° | Integrada |
| Ganancia de antena | 15 dBi | 16 dBi |
| Tipo de cable | LMR 400 | Ethernet |
| Pedida cable (dB/100m) | 34,00 | 0,00 |
| Longitud cable | 5,00 | 0,00 |
| Perdidas en el cable (dB) | 1,70 | 0,00 |
| Pedidas conectores (dB) | 1 | 0 |
| Distancia (Km) | 0,041 km. | |
| Frecuencia (Ghz) | 5,4 Ghz | |
| Atenuación (dB) | 79,35 dB | |
| 1ª zona de Fresnel (m) | 0,75 m. | |
| 60% 1ª Zona de Fresnel (m) | 0,45 | |
| Dispositivo comunicaciones | AU-D-SA.5.4-120-VL | SU-A-5.4-6-DB-VL |
| Potencia transmisión (dBm) | 15 | 10 |
| Nivel de señal recibido (dBm) | -37,05 | -38,35 |
| Sensibilidad (dBm) | -89 dBm | -89 dBm |
| Margen de desvanecimiento | 51,95 | 50,65 |

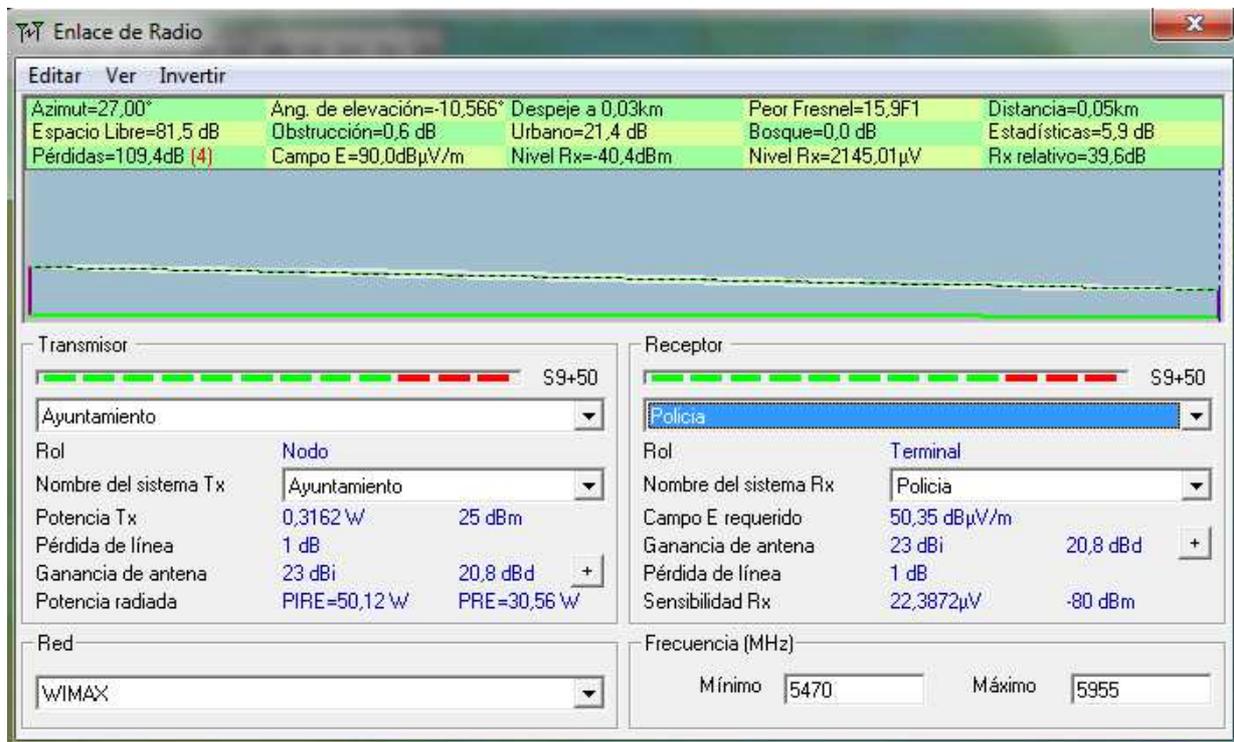


Figura 5.22 Enlace WIMAX Ayuntamiento-Policía.

Enlace Ayuntamiento - Biblioteca

| Descripción | Datos Ayuntamiento | Datos Biblioteca |
|-------------------------------|--------------------|------------------|
| Tipo de antena | Externa 120° | Integrada |
| Ganancia de antena | 15 dBi | 16 dBi |
| Tipo de cable | LMR 400 | Ethernet |
| Pérdida cable (dB/100m) | 34,00 | 0,00 |
| Longitud cable | 5,00 | 0,00 |
| Pérdidas en el cable (dB) | 1,70 | 0,00 |
| Pérdidas conectores (dB) | 1 | 0 |
| Distancia (Km) | 0,056 km. | |
| Frecuencia (Ghz) | 5,4 Ghz | |
| Atenuación (dB) | 82,06 dB | |
| 1ª zona de Fresnel (m) | 0,88 m. | |
| 60% 1ª Zona de Fresnel (m) | 0,52 | |
| Dispositivo comunicaciones | AU-D-SA.5.4-120-VL | SU-A-5.4-6-DB-VL |
| Potencia transmisión (dBm) | 15 | 10 |
| Nivel de señal recibido (dBm) | -39,76 | -41,06 |
| Sensibilidad (dBm) | -89 dBm | -89 dBm |
| Margen de desvanecimiento | 49,24 | 47,94 |

Enlace de Radio

Editar Ver Invertir
 Azimut=0,00° Ang. de elevación=-23,366° Despeje a 0,01km Peor Fresnel=46,5F1 Distancia=0,01km
 Espacio Libre=67,7 dB Obstrucción=0,1 dB Urbano=21,4 dB Bosque=0,0 dB Estadísticas=6,7 dB
 Pérdidas=95,9dB (4) Campo E=103,5dBμV/m Nivel Rx=-26,9dBm Nivel Rx=1,02E+4μV Rx relativo=53,1dB

Transmisor

[Barra de progreso S9+60]
 Ayuntamiento
 Rol: Nodo
 Nombre del sistema Tx: Ayuntamiento
 Potencia Tx: 0,3162 W 25 dBm
 Pérdida de línea: 1 dB
 Ganancia de antena: 23 dBi 20,8 dBd (+)
 Potencia radiada: PIRE=50,12 W PRE=30,56 W

Receptor

[Barra de progreso S9+60]
 Biblioteca
 Rol: Terminal
 Nombre del sistema Rx: Biblioteca
 Campo E requerido: 50,35 dBμV/m
 Ganancia de antena: 23 dBi 20,8 dBd (+)
 Pérdida de línea: 1 dB
 Sensibilidad Rx: 22,3872μV -80 dBm

Red

WIMAX

Frecuencia (MHz)

Mínimo: 5470 Máximo: 5955

Figura 5.23 Enlace WIMAX Ayuntamiento-Biblioteca.

Enlace Colegio - Centro Social

| Descripción | Datos Colegio | Datos Centro Social |
|-------------------------------|-------------------|---------------------|
| Tipo de antena | Externa 90° | Integrada |
| Ganancia de antena | 15 dBi | 16 dBi |
| Tipo de cable | LMR 400 | Ethernet |
| Pedida cable (dB/100m) | 34,00 | 0,00 |
| Longitud cable | 5,00 | 0,00 |
| Perdidas en el cable (dB) | 1,70 | 0,00 |
| Pedidas conectores (dB) | 1 | 0 |
| Distancia (Km) | 0,153 km. | |
| Frecuencia (Ghz) | 5,4 Ghz | |
| Atenuación (dB) | 90,79 dB | |
| 1ª zona de Fresnel (m) | 1,46 m. | |
| 60% 1ª Zona de Fresnel (m) | 0,87 | |
| Dispositivo comunicaciones | AU-D-SA.5.4-90-VL | SU-A-5.4-6-DB-VL |
| Potencia transmisión (dBm) | 15 | 10 |
| Nivel de señal recibido (dBm) | -48,92 | -49,79 |
| Sensibilidad (dBm) | -89 dBm | -89 dBm |
| Margen de desvanecimiento | 40,51 | 39,21 |

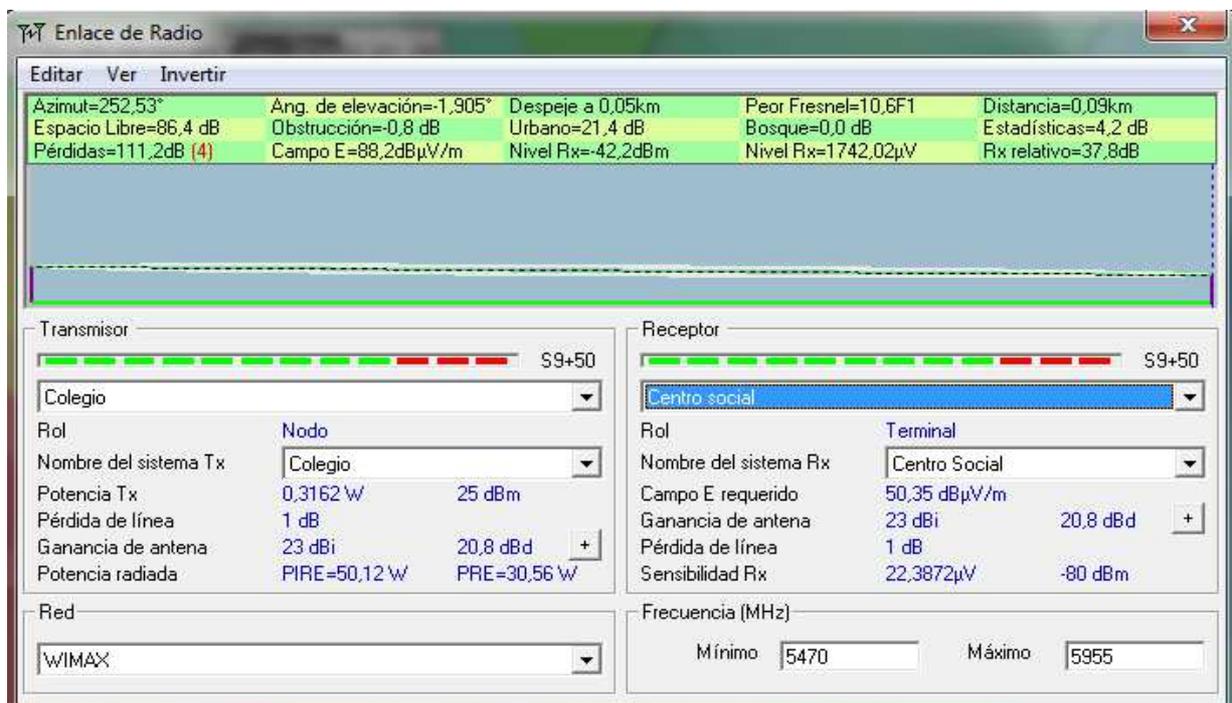


Figura 5.24 Enlace WIMAX Colegio-Centro Social.

Enlace Colegio - Centro de día

| Descripción | Datos Colegio | Datos Centro de día |
|-------------------------------|-------------------|---------------------|
| Tipo de antena | Externa 90° | Integrada |
| Ganancia de antena | 15 dBi | 16 dBi |
| Tipo de cable | LMR 400 | Ethernet |
| Pedida cable (dB/100m) | 34,00 | 0,00 |
| Longitud cable | 5,00 | 0,00 |
| Perdidas en el cable (dB) | 1,70 | 0,00 |
| Pedidas conectores (dB) | 1 | 0 |
| Distancia (Km) | 0,141 km. | |
| Frecuencia (Ghz) | 5,4 Ghz | |
| Atenuación (dB) | 90,08 dB | |
| 1ª zona de Fresnel (m) | 1,40 m. | |
| 60% 1ª Zona de Fresnel (m) | 0,84 | |
| Dispositivo comunicaciones | AU-D-SA.5.4-90-VL | SU-A-5.4-6-DB-VL |
| Potencia transmisión (dBm) | 15 | 10 |
| Nivel de señal recibido (dBm) | -47,78 | -49,08 |
| Sensibilidad (dBm) | -89 dBm | -89 dBm |
| Margen de desvanecimiento | 41,19 | 39,92 |

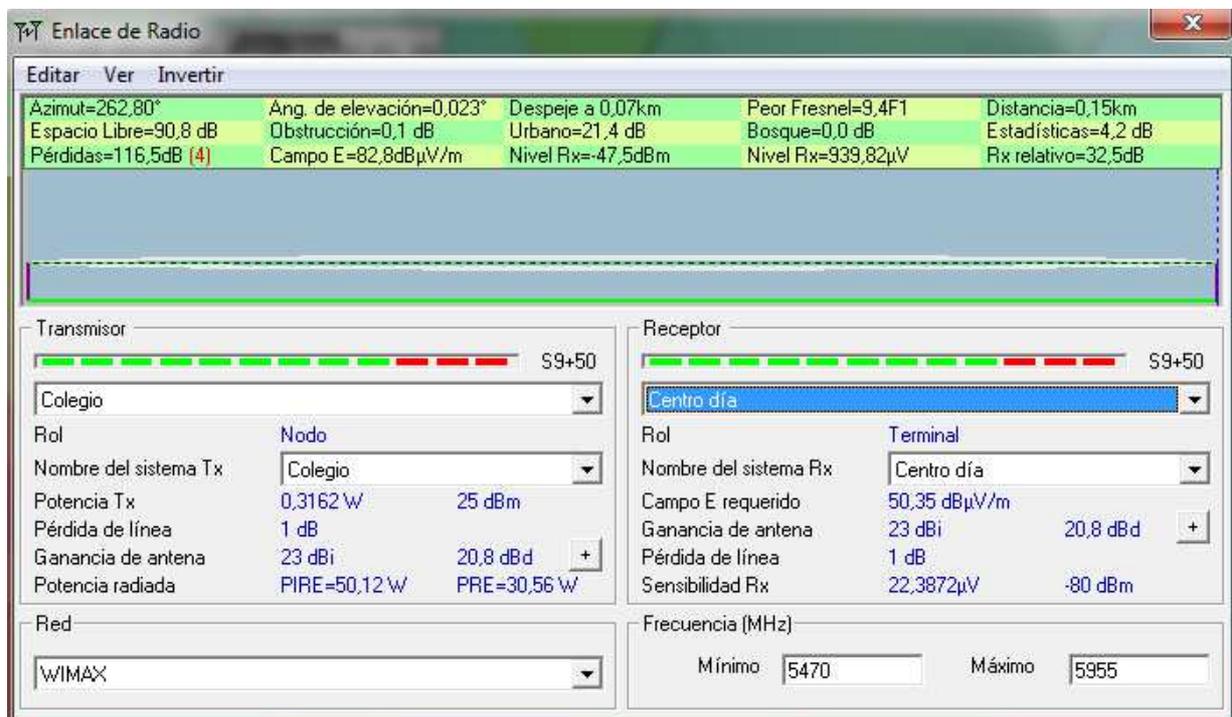


Figura 5.25 Enlace WIMAX Colegio-Centro de día.

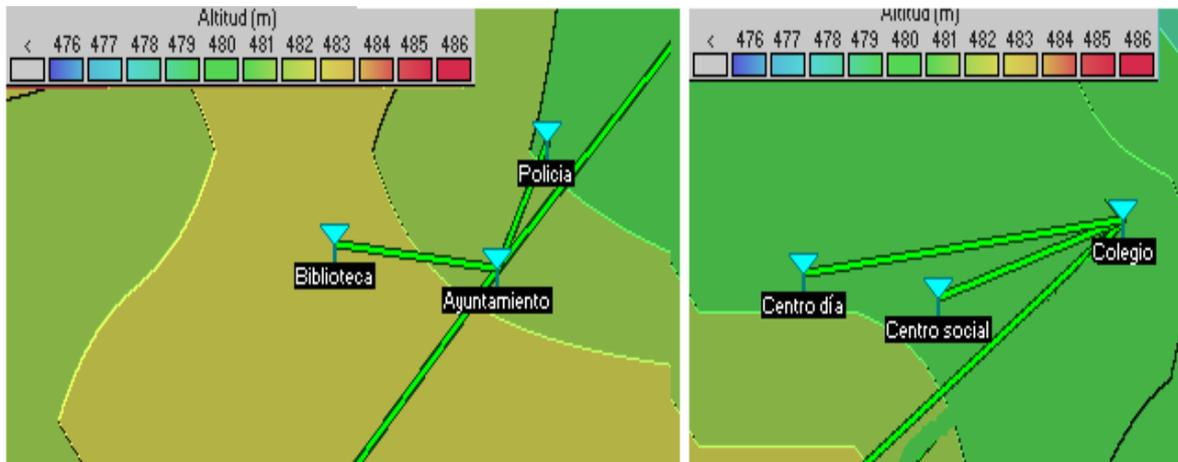


Figura 5.26 Conexiones WIMAX red de acceso o secundaria.

Red de conexión WIFI.

El objetivo es dar la máxima cobertura posible alrededor de las ubicaciones municipales especificadas (Parque nuevo y Parque viejo). Como requisito se establecía que pudiera haber conectados simultáneamente hasta 10 clientes, requisito que puede conseguir instalando un único punto de acceso por ubicación. Los puntos de acceso se instalarán en puntos altos de los parques, en su parte central, en el parque viejo, en una farola municipal situada en el centro de altura 5 metros, en el parque nuevo, en la torre de antenas y telefonía donde el ayuntamiento tiene también antenas de policía municipal y protección civil.

Los puntos de acceso se conectarán a una antena situada en el exterior, colocándola de manera que se obtenga la mayor cobertura posible. La potencia de salida del punto de acceso se ajustará de manera que no se sobrepasen los 100 mW establecidos por la ley. A continuación se adjuntan los cálculos de potencia para los dos puntos de acceso:

| | |
|---|-----------|
| Ganancia Antena | 12 dBi |
| Pérdidas en los cables (4 metros de LMR-400 22 dB/100m) | 0,88 dB |
| Puesta a masa (antirrayos) | 0,4 dB |
| Pérdidas en los conectores | 0,5 dB |
| Potencia de salida | 9 dBm |
| P.I.R.E | 19'22 dBm |

Figura 5.27 Cálculos potencia acceso WIFI en parques.

Con estos valores de potencia se estima un rango de cobertura de 300 m alrededor de la antena, distancia a la que se obtendrán unos niveles de señal de -90 dBm siempre que exista línea de visión directa hasta el cliente. Estos niveles de señal son suficientes para conectarse a velocidades de 1-2Mbps.

6 Valoración económica.

En este capítulo se presenta el presupuesto del equipamiento y una aproximación de la mano de obra en función del tiempo aproximado de instalación. Tras el estudio completo de la instalación de una red inalámbrica en el municipio de Mocejón, se realiza el siguiente presupuesto:

| Concepto | Unid. | Precio | total |
|---|-------|------------|--------------------|
| Motorola PTP 400 Lite (Punto a Punto) | 12 | 1.200.00 € | 14.400.00 € |
| Alvarium BreezeACCESS VL AV-D-SA.4-120 Incluido antena externa 120° Alvarion BS 5.15-8875/120v | 1 | 4.000.00 € | 4.000.00 € |
| Alvarium BreezeACCESS VL AU-D-SA.4-90 Incluido antena externa 120° Alvarion BS 5.15-8875/90v | 1 | 4.000.00 € | 4.000.00 € |
| Alvarium BreezeACCESS VL SU-A-5.4-6-DB-VL | 4 | 700.00 € | 2.800.00 € |
| Access Point 802.11g GEMTEK P-560 (en todas las localizaciones, 1 por localización) | 10 | 180.00 € | 1.800.00 € |
| Servidor HP ProLiant ML350p serie Gen 8 Incluido Sistema Operativo, instalación y configuraciones. | 1 | 2.300.00 € | 2.300.00 € |
| Switch JetStream 16-Ports Gigabit L3 Lite | 9 | 140.00 € | 1.260.00 € |
| Antena WIFI externa Omnidireccional 18dBi Para acceso abierto en los 2 parques | 2 | 70.00 € | 140.00 € |
| Cableado RF de baja pérdida LMR-400 | 25 m. | - | 250.00 € |
| Bobina cable Ethernet cat. 6 (100 metros) | 3 | 30.00 € | 90.00 € |
| Bobina cable eléctrico manguera 2.5 mm (100 metros) | 3 | 70.00 € | 210.00 € |
| Accesorios metálicos necesarios para antenas. (Mástiles, anclajes,...) | - | - | 800.00 € |
| Conectores para cableado, tornillería, sujeciones, canaletas | - | - | 250.00 € |
| | | | |
| Instalación (Mano de obra) | 180 | 60.00 € | 1.080.00 € |
| Formación mantenimiento y uso correcto de equipamiento. A personal con perfil técnico. | 30 h. | - | - |
| | | | |
| Total presupuestado | - | - | 43.100.00 € |

Se recuerda que se recomienda la instalación de SAIs en cada uno de los comercios donde se enchufen los dispositivos de la red. Estos equipos no están incluidos en el presupuesto actual.

7 Conclusiones del proyecto.

Existen diferentes formas de abordar despliegues municipales de redes de datos sobre las cuales implementar servicios para la propia administración pública y para los ciudadanos. Una de estas formas es el uso de equipamiento inalámbrico para transmisión de datos, cuyo desarrollo ha recibido un gran impulso en los últimos tiempos debido a la estandarización de los protocolos para transmisiones inalámbricas.

Gracias a estos estándares inalámbricos, se ha abierto la puerta a la posibilidad de realizar despliegues de redes de datos en zonas rurales, ya que el coste es bastante menor comparado con el de llevar a cabo un despliegue cableado. De esta manera se puede llevar las redes de telecomunicación de banda ancha a lugares en los que solo hay disponibles servicios básicos.

En el presente proyecto se ha llevado a cabo el diseño de una red inalámbrica para un término municipal de carácter rural (mocejón). Para el desarrollo del proyecto han sido necesarios una serie de pasos que se describen brevemente a continuación:

Estudio de las necesidades: Se han visitado y examinado las distintas ubicaciones de los edificios municipales sobre dónde se requería desplegar la red, identificando lugares propicios para la instalación de los equipos inalámbricos e identificando las características topográficas.

Diseño de la red: Utilizando las herramientas software Radio Mobile y ayudado de Google Maps se ha procedido a realizar los perfiles del terreno y a calcular los niveles de señal esperados. En base a esto se ha diseñado la red, eligiendo el equipamiento adecuado que se ajustaba a los requerimientos.

Realización del proyecto técnico: Ésta es la parte que se ha recogido en el presente documento, y que consta de los apartados comentados al inicio de este trabajo, necesarios para llegar al término idóneo para la instalación de la red. Con el presente proyecto técnico sería posible implementar la red inalámbrica descrita, siendo sólo necesario ocuparse de los detalles específicos de la instalación en cada una de las ubicaciones descritas.

8 Glosario de términos.

AAA: Authentication, Authoritation and Accounting (Autenticación, autorización y tarificación)

AES: Advanced Encryption Standard (Estándar de Encriptación Avanzada)

ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line (Línea de abonado digital asimétrica)

ATM: Asynchronous Transfer Mode (Modo de transferencia asíncrona)

CMT: Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones

CPD: Centro de Proceso de Datos

CSMA/CD: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (Acceso múltiple con detección de portadora y de colisiones)

EDGE/EGPRS: Enhanced Datarates for GSM Evolution / Enhanced GPRS (Protocolos de transferencia mejorados para la evolución de GSM)

GHz: Gigahercio

GPRS: General Packet Radio Service (Servicio general radio de paquetes)

GSM: Global System for Mobile Communications (Sistema Global para las comunicaciones Móviles).

HFC: Híbrido fibra y coaxial

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)

IP: Internet Protocol (Protocolo de Internet)

Kbps: Kilo bits por segundo (mil bits por segundo)

Latencia: Suma de retardos temporales dentro de una red.

Mbps: Mega bits por segundo (Millón de bits por segundo)

MHz: Megahercio

Multiplexación: Combinación de dos o más flujos de información en un solo medio de transmisión.

PIRE: Potencia Isotrópica Radiada Equivalente

RF: Radio frecuencia

SAI: Sistema de Alimentación Ininterrumpida

SMNP: Simple Management Network Protocol (Protocolo Simple de Gestión de Red)

Switch: Conmutador

WAN: Wide Area Network (Red de área extensa)

WEP: Wired Equivalent Privacy (Privacidad Equivalente al Cableado). Mecanismo de seguridad de redes inalámbricas

WIFI: Wireless Fidelity (Fidelidad Inalámbrica). Estándar de transmisión de datos sin cables.

WiMAX: Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad Mundial para enlaces por Microondas). Estándar de transmisión de datos sin cables.

WLAN: Wireless Local Area Network (Red de área local inalámbrica)

WWAN: Wireless Wide Area Network (Redes inalámbricas de área extensa)

WMAN: Wireless Metropolitan Area Network (Redes inalámbricas de área metropolitana)

WPAN: Wireless Personal Area Network (Redes inalámbricas de área personal)

WBAN: Wireless Body Area Network (Redes inalámbricas de área corporal)

9 Bibliografía.

“La actividad de las administraciones públicas en el sector de las telecomunicaciones. Catálogo de buenas prácticas”. 2005, Comisión del Mercado de la Telecomunicaciones. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

“Informe final del Consejo Asesor de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información”, junio 2005. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

“La brecha digital”, julio 2006. Centro de Estudios Andaluces, Consejería de la Presidencia. Junta de Andalucía.

“La Sociedad de la Información en España”, 2007. Fundación Telefónica.

“Redes de Acceso de Banda Ancha: arquitectura, prestaciones, servicios y evolución”, 2003. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones
Real Decreto 1066/2001 del 28 de Septiembre de 2001
<http://www.boe.es/boe/dias/2001/09/29/pdf/A36217-36227.pdf>

WiFi Alliance:
<http://www.wi-fi.org>

WiMAX Forum:
<http://www.wimaxforum.org>

Programa Ciudades Digitales del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio
<http://www.tityc.es/ciudades/>

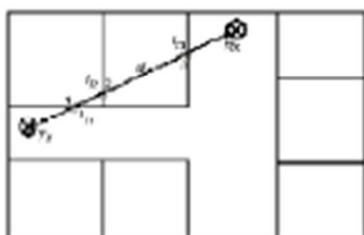
Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones
<http://www.cmt.es>

10 Anexos.

- 10.1 Tablas método COST 231 segundo orden (interior de edificaciones)
- 10.2 Características técnicas de los equipos.

Modelo COST-231 para Interiores (Multi-Muro)

- ❑ Este modelo calcula las pérdidas de trayecto de forma similar que el modelo Motley-Keenan.
- ❑ Considera las pérdidas de penetración individuales de cada muro y cada piso dependiendo del tipo de material que los constituye:
 - K_{wi} es el número de muros penetrados de tipo i .
 - k_f el número de pisos penetrados.
 - l_{wi} pérdidas del muro de tipo i .
 - l_f pérdidas entre pisos adyacentes.
 - N el número de tipo de muros.



$$L_{MW} = l_{FS} + l_C + \sum_{i=1}^N k_{wi} l_{wi} + k_f \cdot l_f$$

Modelo de Pérdidas con Factores de Atenuación por Suelo y Pared.

- L_0 = pérdidas de referencia a 1 m. (consideradas como las del E.L.)
- n = pendiente de pérdidas con la distancia (normalmente cercano a 2).
- d = distancia entre el transmisor y el receptor.
- I = número de categorías de paredes.
- K_{wi} = número de paredes de la categoría i .
- L_{wi} = pérdidas de la pared tipo i .
- J = número de tipos de suelos.
- K_{fj} = número de suelos de tipo j .
- L_{fj} = pérdidas del suelo de tipo j .

| Material | Pérdidas (dB) |
|--------------|---------------|
| Ladrillo | 2,5 |
| Yeso | 1,3 |
| Hormigón | 10,8 |
| Pared fina | 2,31 |
| Pared gruesa | 15,62 |
| Suelo | 15,31 |

Modelo COST 231

Este modelo fue desarrollado por el Grupo Europeo de trabajo COST-231 [Cos99] y se propuso para la predicción de pérdidas de propagación en un medio urbano, teniendo en cuenta el efecto de las estructuras urbanas en cuyo entorno se sitúa el receptor móvil. Se basa en la teoría de rayos con óptica geométrica y análisis de difracción, complementado con correcciones obtenidas con campañas de medidas.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



SOLUCIONES PUNTO A PUNTO DE BANDA ANCHA INALÁMBRICA DE MOTOROLA

Puentes punto a punto de Motorola – Serie PTP 400

MOTOwi⁴



Números de pieza de puentes PTP 58400 Motorola (5.8 GHz)

- BP5730BH-2BB Integrado
- BP5730BHC-2BB Conectorizado
- BP5730BH20-2BB Integrado Lite
- BP5730BHC20-2BB Conectorizado Lite

Números de pieza de puentes PTP 54400 Motorola (5.4 GHz)

- BP5430BH-2AA Integrado
- BP5430BHC-2AA Conectorizado
- BP5430BH20-2AA Integrado Lite
- BP5430BHC20-2AA Conectorizado Lite

Números de pieza de puentes PTP 49400 Motorola (4.9 GHz)

- WB2623 Integrado
- WB2624 Conectorizado
- WB2627 Integrado Lite
- WB2628 Conectorizado Lite

Puentes Ethernet inalámbricos de alta disponibilidad

Las soluciones de la serie PTP 400 de Motorola, que operan en las bandas de 5.8 GHz, 5.4 GHz y 4.9 GHz (seguridad pública) con velocidades de datos de hasta 43 Mbps, ofrecen hasta un 99.999% de disponibilidad, incluso en los entornos sin línea de vista, a través de largas distancias, en áreas con alta interferencia, en terrenos abiertos o extensiones de agua y bajo condiciones climáticas extremas.

Gracias a la exclusiva combinación de tecnologías de Motorola, los sistemas ofrecen una alternativa inalámbrica para eliminar las congestiones de red, mejorar la disponibilidad de las comunicaciones y aumentar el rendimiento - a un menor costo que las soluciones cableadas comparables.

Los puentes de la serie PTP 400 están incorporados en la cartera **MOTOwi⁴**™ de Motorola de innovadoras soluciones de banda ancha inalámbrica que permiten crear, complementar y estructurar redes IP. La cartera **MOTOwi⁴**, que ofrece cobertura IP en prácticamente todos los espacios, incluye soluciones de banda ancha fija, WiMAX, Mesh y banda ancha por línea eléctrica tanto a redes públicas como privadas.

Especificaciones técnicas de los PUENTES PUNTO A PUNTO DE MOTOROLA – SERIE 400

| TECNOLOGÍA DE RADIO | OBSERVACIONES |
|---|---|
| Banda de RF | 5.725 GHz–5.850 GHz* 5.470 GHz–5.725 GHz* 4.945, 4.955, 4.965, 4.975, 4.985 GHz* |
| Tamaño de canal | 5.8 y 5.4 GHz: 12 MHz 4.9 GHz: 10 MHz |
| Control dinámico de frecuencia/selección de canal | Por selección dinámica <i>inteligente</i> de frecuencia (DFS) o intervención manual; detección automática durante el encendido y adaptación continua para evitar interferencia |
| Control de potencia de transmisión | Adaptable. Varía entre 25 dBm y -10 dBm según la modulación seleccionada y la trayectoria de radio** |
| Ganancia del sistema | Modelo integrado de 5.8 y 5.4 GHz: Varía según el modo de modulación; hasta 168 dB con antena integrada de 23.5 dBi** Modelo integrado de 4.9 GHz: Varía según el modo de modulación; hasta 163 dB** Modelo conectorizado: Varía según el modo de modulación y tipo de antena** |
| Sensibilidad receptora | Adaptable. Varía entre -96.0 dBm y -72 dBm según la modulación seleccionada |
| Modulación | Dinámica; 8 modos que se adaptan entre BPSK y 64 QAM |
| Corrección de errores | FEC, ARQ |
| Esquema dúplex | Proporción TDD de 50:50, 66:33; trans/recep por la misma frecuencia o por dos distintas |
| Antena: tipo/ganancia/ancho de banda | Modelo integrado: Placa plana integrada 23 dBi / 7° Modelo conectorizado: Aprobado para operar con placa plana hasta 28 dBi o antena parabólica hasta 37.7 dBi; conexión con 2 conectores hembra tipo N |
| Alcance | Hasta 124 millas (200 km)*** |
| Velocidades de transmisión de datos | 5.8 y 5.4 GHz: Hasta 43 Mbps con Ethernet; alcance de modulación dinámicamente variable entre 3.0 Mbps y 43 Mbps (en total) 5.8 y 5.4 GHz Lite: Hasta 21 Mbps con Ethernet; alcance de modulación dinámicamente variable entre 1.5 Mbps y 21 Mbps (en total) 4.9 GHz: Hasta 35 Mbps con Ethernet 4.9 GHz Lite: Hasta 17 Mbps con Ethernet |
| Seguridad y cifrado | Mecanismo de codificación patentado, cifrado AES opcional de 128 bits * Es preciso corroborar las condiciones reglamentarias para las bandas de radiofrecuencia antes de adquirir el sistema ** La ganancia y potencia de transmisión máxima pueden variar dependiendo del dominio reglamentario *** En todos los casos el límite de alcance está definido por la versión de software más reciente |
| PUENTES ETHERNET | OBSERVACIONES |
| Protocolo | IEEE 802.3 |
| Prioridad de paquetes | IEEE 802.1p |
| Interfaz | 10 BASE-T / 100 BASE-T (RJ-45)–auto conmutación MDI/MDIX |
| Latencia | Modo de rendimiento: Inferior a 7 mSeg (predeterminado) Modo de latencia: Inferior a 6 mSeg |
| ADMINISTRACIÓN E INSTALACIÓN | OBSERVACIONES |
| Indicadores LED | Estado de energía, estado y actividad de enlace Ethernet |
| Administración del sistema | Servidor Web y SNMP |
| Instalación | Asistencia de audio integrada para optimización de enlace |
| Conexión | Distancia entre unidad exterior y conexión primaria de red: hasta 330 pies (100 metros) |
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | OBSERVACIONES |
| Dimensiones | Unidad exterior modelo integrado: Ancho 14.5" (370 mm), Altura 14.5" (370 mm), Profundidad 3.75" (95 mm) Unidad exterior modelo conectorizado: Ancho 12" (305 mm), Altura 12" (305 mm), Profundidad 4.1" (105 mm) Unidad interior potenciada (PIDU Plus): Ancho 9.75" (250 mm), Altura 1.5" (40 mm), Profundidad 3" (80 mm) |
| Peso | Unidad exterior modelo integrado: 12.1 lbs (5.5 kg) incluyendo soporte Unidad exterior modelo conectorizado: 9.1 lbs (4.3 kg) incluyendo soporte PIDU Plus: 1.9 lbs (864 g) |
| Velocidad del viento | 150 mph (242 kph) |
| Suministro de alimentación | Integrado con unidad interior |
| Fuente de alimentación | 90–240 VCA, 50–60 Hz / 36-60V CC |
| Consumo eléctrico | 55 W máx |
| ASPECTOS AMBIENTALES Y REGLAMENTARIOS | OBSERVACIONES |
| Temperatura de operación | -40°F (-40°C) a +140°F (+60°C), incluyendo radiación solar |
| Protección y seguridad | IP65/ UL60950; IEC60950; EN60950; CSA-C22.2 No. 60950 |
| Radio | 5.8 GHz: Sección 15, subsección C 15.247 de la FCC, aprobación de normativa de comunicaciones Com Reg 03/42 de Irlanda e IR2007 del Reino Unido 5.4 GHz: EN 301 893 4.9 GHz: Sección 90 de la FCC |
| Compatibilidad electromagnética (EMC) | Sección 15 de la FCC-EE.UU., Clase B; Europa–EN 301 489-4 |



Para obtener mayor información sobre las soluciones punto a punto de Motorola:

Fuera de Norteamérica: +44 1364 655500

En Norteamérica: +1 877 515-0400

www.motorola.com/ptp

BreezeACCESS[®] VL

Acceso Inalámbrico de Banda Ancha con Alta Calidad de Voz

BreezeACCESS VL, la plataforma inalámbrica de banda ancha de Alvarion en la frecuencia de 5 GHz, es parte de la familia BreezeACCESS, la plataforma de banda ancha inalámbrica más desplegada en el mundo. Características superiores, tales como enlace fuera de la línea de visión (NLOS), alcance extendido, alta capacidad en todos los tamaños de paquete, cifrado y Calidad del Servicio (QoS) de extremo a extremo para aplicaciones donde el tiempo es crítico, son la clave de su éxito en los despliegues, a escala mundial.

El incremento de beneficios producido por la oferta de voz con alta calidad de voz sobre IP (VoIP), y otros servicios de triple capacidad mediante el uso de algoritmos de calidad del servicio (QoS), priorización de aplicación multimedia (MAP) para la priorización de enlace inalámbrico, y una alta capacidad sin precedentes en todos los tamaños de paquete. BreezeACCESS VL soporta cientos de llamadas simultáneas por sector.

Con BreezeACCESS VL, los operadores ofrecen una amplia gama de servicios y aplicaciones, incluyendo VoIP, línea arrendada inalámbrica, puntos de acceso público alimentando servicios de juego, VPN seguros, vigilancia por vídeo y xDSL inalámbrica en entornos urbanos y rurales, y todo ello con un capital y un costo de operación reducidos en comparación con las alternativas alámbricas.





Extensivas características de Acceso

- Funcionalidad de puente – configuración simple y rápida instalación de soporte VLAN 802.1Q con modos troncal, acceso, y 802.ad híbrido y QinQ.
- QoS – QoS de extremo a extremo con MAP utilizando priorización de paquetes.
- Refuerzo de SLA – soporta las velocidades de información comprometidas (CIR) y las velocidades de información máximas. (MIR) por usuario, por dirección; priorización de paquetes con clasificación de gama de puertos IP TOS, VLAN, DiffServ y UDP/TCP, y una degradación elegante en el caso de congestión.

Opciones de Seguridad y Filtrado

- Opciones de cifrado AES 128 y WEP 128 – y el nuevo modo de cifrado FIPS-197, certificado de acuerdo con los Estándares de Procesamiento de Información Federales (Federal Information Processing Standards), lista de acceso/denegación que permite conectarse solamente a las CPE autorizadas.
- Control de acceso con protocolo de dirección IP y filtrado basado en MAC, ofreciendo un mejor control capaz de limitar el número autorizado de direcciones IP, posibilitando una fuente adicional de beneficios, o para evitar que las transmisiones locales invadan el enlace inalámbrico.

Flexibilidad y Modularidad

- Topología flexible que permite configuraciones autónomas o basadas en chasis para soluciones modulares y capaces de crecer en escala permitiendo el "pague según crezca". Desplegable en múltiples sectores usando diversas selecciones de antenas.
- Opciones de alimentación CA y CC.
- Soporta velocidades de CPE de 3, 6 y 54 Mbps con opciones de antena incorporada o externa.
- Ancho de banda de CPE actualizado sobre el aire.

La Solución "Espectro Completo"™

- Cubre toda la banda de 5 GHz y se integra fácilmente con las bandas de 900 MHz, 2.4 GHz, 3.5 y 4.9 GHz de BreezeACCESS usando la misma infraestructura y gama de tecnologías.
- Soporta la concurrencia de LOS, NLOS y multi-frecuencias con velocidades de abonado de 3 a 54 Mbps.
- Permite a los operadores personalizar redes para diversos segmentos del mercado, para lograr el máximo beneficio por celda.

Robustez y Confiabilidad

- Modulación adaptativa con 8 esquemas de velocidades y una suave transición entre velocidades en respuesta a las condiciones del enlace, facilitando la robustez del enlace, establecido a la máxima velocidad por abonado posible.
- Control automático de potencia de transmisión (ATPC) – la unidad de acceso mide automáticamente y ajusta la potencia de transmisión de la unidad del abonado, permitiendo una instalación más fácil y optimizando el funcionamiento de la red.
- Soporta varias opciones de redundancia.
- Corrección de Error Adelantada incorporada y retransmisión corrigiendo bits dañados o perdidos.
- Opción de equipo totalmente apto para exterior con OPS-AC-HD.

Componentes del Sistema

La solución BreezeACCESS VL consta de una estación base y unidades de abonados en sitios del cliente (CPE). Las estaciones base están disponibles ya sea como elementos modulares o como unidades de micro celda autónomas. Las CPE están disponibles en diversos modelos para los diferentes anchos de banda y las configuraciones de usuario simple o múltiple.

Unidades de Acceso (AU)

Instaladas en el sitio de la estación base, cada AU incluye una unidad interna y una externa. La interna se conecta con la red mediante una interfaz estándar Ethernet 10/100 BaseT (RJ-45), y la unidad externa se conecta con la unidad interna mediante un cable CAT-5. Alvarion ofrece dos tipos de estaciones base.

- La estación base modular de estante (BS-SH-VL) de chasis universal de 19" 3U alojando hasta 6 módulos AU. En un chasis BS-SH-VL pueden usarse dos módulos de fuente de alimentación (ya sea CC o CA) para una operación libre de fallas. El conjunto AU-D-BL incluye una unidad interna basada en chasis, una unidad externa montada sobre mástil y antenas de sector.
- El conjunto de la micro estación base autónoma (AU-D-SA) incluye una pequeña unidad interna, una unidad externa montada sobre mástil y una antena de sector.



Con la estación base pueden utilizarse diversas antenas: 360, 120, 60 y 90 grados.

Unidades de Abonado (SU)

La unidad de abonado (SU) le permite al cliente la conexión con la estación base, y puede soportar un usuario único o múltiples usuarios. Las SU proveen una plataforma eficiente para Internet e Intranet de alta velocidad siempre conectado, VoIP, VPN y otros servicios. Cada SU se conecta con la red mediante una interfaz estándar Ethernet 10/100 BaseT (RJ-45), y se conecta con la unidad interna mediante un cable CAT-5. Cada conjunto de SU incluye una unidad interna con un único puerto de datos, cable CAT-5 interior-exterior, unidad externa de montaje sobre mástil y antena integrada en la mayoría de los casos. Existe una serie de módulos que se pueden añadir a la unidad de abonado, incluyendo el gateway de red que ofrece a los abonados residenciales, SOHO y SME una gama flexible de servicios de red alámbricos e inalámbricos, y el gateway de voz que ofrece el suministro eficaz de voz y datos.



Existen varios modelos de CPE disponibles (ff – banda de frecuencias).

El SU-A-ff-3-1D-VL soporta una velocidad bruta de hasta 3 Mbps para un usuario único, incluye antena integrada.

El SU-A-ff-6-BD-VL soporta una velocidad bruta de hasta 6 Mbps para usuarios múltiples, incluye antena integrada.

El SU-A-ff-54-BD-VL soporta una velocidad bruta de hasta 54 Mbps para usuarios múltiples, incluye antena integrada.

El SU-E-ff-54-BD-VL soporta una velocidad bruta de hasta 54 Mbps para usuarios múltiples, no incluye antena.

Elija BreezeACCESS VL para:

- Calidad de servicio extremo a extremo en voz y vídeo, soportando un número inigualado de cientos de llamadas con calidad de voz convencional por sector.
- Conexión de comunidades – para un acceso eficaz en cuanto a costos en comunidades, municipalidades e institutos educacionales.
- Alimentación de puntos de libre acceso (hotspots) – alto rendimiento, servicio confiable.
- Seguridad y vigilancia – cámaras inalámbricas transmitiendo vídeo necesitando mayor ancho de banda, que requiere servicios seguros y confiables.
- Acceso de última milla – servicios tanto para usuarios residenciales como comerciales con capacidades NLOS para todos los entornos, rurales y urbanos.
- Redes de empresa reemplazo de línea arrendada por una conectividad eficaz en cuanto a costos, proveyendo servicios de VoIP y de datos en empresas y campus universitarios.

Razones para Elegir BreezeACCESS VL

Ventajas Económicas

- Más beneficios, mediante el suministro a los abonados de servicios de vídeo y de voz con alta calidad, con paquetes de tarifas diferenciadas para las diferentes velocidades y opciones de actualización.
- Menor inversión en infraestructura hoy – NLOS, alta capacidad, cobertura sobresaliente, perfiles multi-abonado en el mismo sector y red, "pague-según-crezca" modular y flexible, posibilitan reducir la necesidad de construcción de estaciones base y sitios.
- Menor CAPEX mañana – protege su inversión por la co-ubicación de sistemas WiMAX futuros. Ambos conjuntos de CPEs (BreezeACCESS VL y BreezeMAX™), son capaces de operar en el mismo sector. La herramienta de gestión AlvariSTAR™ soportará todas las plataformas Alvarion WiMAX, BreezeACCESS VL y BreezeNET B®, con una migración de gestión fluida.
- Bajo costo de instalación fuera-de-la-caja -
 - Barra de presentación de SNR con 10 LED en la unidad exterior para una rápida alineación de la antena sin herramientas externas o monitores, y el mejor modo AU para una rápida asociación.
 - Óptimas prestaciones mediante la modulación adaptativa siempre-on y el control automático de potencia de transmisión (ATPC).
 - Actualización de software sobre-el-aire, para una instalación fácil y económica.
- Menor OPEX – menos estaciones base, gestión remota y actualización de memoria fija (firmware) remota, herramientas de diagnóstico eficaces, adaptación automática a los cambios ambientales.

Ventajas Tecnológicas

- Amplia cobertura, más clientes con menos estaciones base
- Priorización de Aplicaciones Multimedia (MAP) utilizando priorización de enlace inalámbrico para una QoS de extremo a extremo.
- Exclusivo protocolo de asignación de recursos dinámica (DRAP) con gateways de acceso Alvarion asegurando elevada calidad de voz, al tiempo que se mantiene capacidad residual para los servicios de datos de "mejor esfuerzo".
- Muy elevada capacidad y procesamiento de paquetes para las mejores prestaciones de la red y un alto número de llamadas VoIP.
- DFS+ (Selección Dinámica de Frecuencia) para los países que la requieren, más un algoritmo exclusivo de Alvarion para mejorar la gestión del canal bajo ciertas condiciones de baja actividad de radar.
- Selección de la mejor unidad de acceso (AU) – para una rápida y simple asociación SU con la mejor AU detectada, actúa también como un mecanismo de redundancia que selecciona automáticamente la segunda mejor AU, si la mejor AU falla.
- Planificación flexible de red – Soporta opciones de subcanal de 10 y 20 MHz para planificación de radio y para evitar interferencias, con búsqueda de subcanal automática.
- Solución robusta, reforzada y ampliamente desplegada en 5 GHz.

Ventajas de la Gestión

- AlvariSTAR – una exhaustiva herramienta de soporte para la gestión de la red con arquitectura capaz de crecer en escala, gestión de la topología, configuración y monitoreo, gestión de las fallas, y monitoreo de las prestaciones.
- BreezeCONFIG – una utilidad de configuración y monitoreo que se utiliza en forma simple e intuitiva y permite la mejora simultánea del firmware para múltiples CPEs.



Oficinas Centrales

Oficina Central Internacional de la Compañía
Tel: +972.3.645.6262
Email: corporate-sales@alvarion.com

Oficina Central en EE.UU
Tel: +1.650.314.2500
Email: n.america-sales@alvarion.com

Contactos de Ventas

América Latina y Caribe
Email: lasales@alvarion.com

Australia
Email: australia-sales@alvarion.com

Brasil
Email: brazil-sales@alvarion.com

China
Email: china-sales@alvarion.com

República Checa
Email: czech-sales@alvarion.com

Francia
Email: france-sales@alvarion.com

Alemania
Email: germany-sales@alvarion.com

Hong Kong
Email: hongkong-sales@alvarion.com

Italia
Email: italy-sales@alvarion.com

Irlanda
Email: uk-sales@alvarion.com

Japón
Email: japan-sales@alvarion.com

México
Email: mexico-sales@alvarion.com

Nigeria
Email: nigeria-sales@alvarion.com

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

Polonia
Email: poland-sales@alvarion.com

Rumania
Email: romania-sales@alvarion.com

Rusia
Email: info@alvarion.ru

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

Sudáfrica
Email: africa-sales@alvarion.com

España
Email: spain-sales@alvarion.com

Gran Bretaña
Email: uk-sales@alvarion.com

Uruguay
Email: uruguay-sales@alvarion.com

Para la información más actualizada sobre contactos en su área, visite por favor:

www.alvarion.com/company/locations



www.alvarion.com

© Copyright 2006 Alvarion Ltd. Todos los derechos reservados Alvarion® y todos los nombres, productos y nombres de servicios a los que aquí se hace referencia son ya sea marcas comerciales registradas, marcas comerciales, nombres comerciales o marcas de servicios de Alvarion Ltd. Todos los otros nombres son o pueden ser las marcas comerciales de sus propietarios respectivos. El contenido está sujeto a cambio sin previo aviso.

Especificaciones

Radio

| | | | | | | | | | |
|--|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Frecuencia | 4.900 - 5.100 GHz, 5.15 - 5.35 GHz, 5.47 - 5.725 GHz, 5.725 - 5.850 GHz | | | | | | | | |
| Método acceso a radio | Dúplex por División de Tiempo (TDD) | | | | | | | | |
| Canal | 10 MHz, 20 MHz | | | | | | | | |
| Resolución frecuencia central | 5 MHz, 10 MHz | | | | | | | | |
| Potencia de salida máx. (en puerto de antena) | AU: -10 dBm a 21 dBm, en pasos de 1 dB SU: -10 dBm a 21 dBm, ajustada automáticamente por ATPC La potencia real puede verse limitada por regulaciones locales | | | | | | | | |
| Sensibilidad, típica (dBm en puerto de antena) | Modulación | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | Nivel* (20 MHz) | -89 | -88 | -86 | -84 | -81 | -77 | -73 | -71 |
| | Nivel* (10 MHz) | -92 | -91 | -89 | -87 | -84 | -80 | -76 | -74 |
| | * El Nivel de Modulación combina esquema de modulación y ganancia de codificado | | | | | | | | |
| Esquema de Modulación (adaptiva) | OFDM: BPSK, QPSK, QAM 16, QAM 64 | | | | | | | | |
| Puerto de antena (AU-RE) | Tipo N, 50 ohm | | | | | | | | |
| Antena integrada de abonado | 21 dBi, (19 dBi en banda de 4.9-5.1 GHz), 10.5°H/V, panel plano integrado | | | | | | | | |
| Antenas AU | 60°: 16 dBi, Sector 60° horizontal, 10° vertical 90°: 16 dBi, Sector 90° horizontal, 6° vertical 120°: 15 dBi, Sector 120° horizontal, 6° vertical 360°: 8 dBi, Sector 360° horizontal, 9° vertical (AU-SA only) | | | | | | | | |

Comunicación de Datos

| | |
|-----------------------------------|---|
| Soporte de VLAN | Basado en IEEE 802.1q, QinQ 802.3ad |
| Priorización de tráfico estrato-2 | Basada en IEEE 802.1p |
| Priorización de tráfico estrato-3 | IP ToS según RFC791 y DSCP según RFC 2474 |
| Priorización de tráfico estrato-4 | Gama de puerto UDPT/TCP |
| Seguridad | Autenticación WEP 128 bit, AES 128, WEP 128, y cifrado incorporado de modo FIPS-197 certificado |

Configuración y Gestión

| | |
|---------------------------------|---|
| Gestión Local y Remota | NMS basada en SNMP y utilidad de configuración basada en Windows, Telnet |
| Acceso remoto a gestión | Desde LAN alámbrica o enlace inalámbrico |
| Protección de acceso a gestión | Contraseña de múltiple nivel Configuración de dirección remota (sólo desde Ethernet, sólo inalámbrica, o ambas) Configuración de direcciones IP de estaciones autorizadas |
| Mejoras del software IP | A través de TFTP y FTP |
| Carga/descarga de configuración | A través de TFTP y FTP |
| Agente SNMP | Cliente SNMP V1, MIB II, MIB Puente, MIB BreezeACCESS VL privada |

Características Físicas y Eléctricas

| Tipo | Conectores | | Eléctrica |
|----------------------------|------------|--|---|
| SU-NI, AU-NI | Ethernet | 10/100Base T RJ-45, 2 LED incluidos | Consumo 25w Entrada CA: 100-240 VCA, 50/60 Hz |
| | Radio | 10/100Base T RJ-45 | |
| | Entrada CA | Conector macho CA 3 clavijas | |
| SU-RA, AU-RE | Interior | 10/100Base RJ-45, con conjunto de sellado a prueba de agua | 54 VCC de interior a exterior |
| | AU-BS | Ethernet | |
| BS-PS AC (fuente de CA) | Radio | Ethernet 10/100 Base T RJ-45 | Consumo 30w (módulo más unidad exterior Entrada CA: 100-240 VCA, 47-65 Hz 3.3 VCC, 54 V de la fuente en la placa posterior |
| | Entrada CA | Conector macho 3 clavijas | |
| BS-PS-DC (fuente de CC) | -48 VDC | Conector Amphenol de 3 clavijas Tipo D de CC | Consumo 240w chasis completo (1 P5, 6 AU) Entrada CA: 85-265 VCA, 47-65 Hz Salida CC: 54 V, 3.3 V |
| | | | Consumo 240w chasis completo (1 P5, 6 AU) Entrada CC: -48 VCC nominal (-34° -72), 10 A máx. Salida CC: 54 V, 3.3 V |

Cumplimiento de Estándares

| | | |
|-------------------------|--|---|
| Tipo | Estándar | |
| EMC | FCC parte 15 clase B, CE ETSI EN 301 489-1/4 | |
| Seguridad | UL 60950-1, EN 60950-1 | |
| Ambiental | Operación | ETS 300 019 parte 2-3 clase 3.2E para unidad interior |
| | | ETS 300 019 parte 2-4 clase 4.1E para unidad exterior |
| | | ETS 300 019-2-1 clase 1.2 E |
| Protección contra rayos | Almacenado | ETS 300 019-2-2 clase 2.3 |
| | | Transporte |
| Radio | EN 61000-4-5, Clase 3 (2 kV) | |
| | FCC parte 15 | EN 301 753 |
| | | EN 301 021 |
| EN 301 893 (V 1.3.1) | | |

Nota: no todas las opciones están disponibles en todas las regiones y algunas características requieren una clave de licencia de software. Por favor consulte a su agente local para mayor información.

P-560 Plus

Hotspot in a Box
A scalable solution for Enterprise and Hotspots

V1.0

The Gemtek Systems P-560 Plus Hotspot-in-a-box is a high-performance and highly integrated Access Controller for public access networks. One single P-560 Hotspot-in-a-box can serve up to 100 simultaneous users and can create up to 200 subscribers which takes control over authentication, accounting and routing to the Internet as well as to the operator's central office. The high-performance architecture of the product enables scalable access solutions for small venues like cafes and restaurants as well as for medium and large locations like hotels, hospitals or enterprises.

Access Control Gateway

The P-560 Plus supports multiple secure authentication methods from standard web browser login (Universal Access Method), MAC authentication, to 802.1x/EAP with passwords, certificates, SIM cards, POP3 and LDAP. The integrated real-time accounting system is based on standard RADIUS/EAP and supports various billing plans from prepaid, pay-per-time, per-volume, per-use or flat rate. P-560 Plus has been tested for interoperability with various OSS/BSS systems providing either centralized or decentralized access control.

Built-in AAA Server with e-Billing

Advanced built-in AAA with e-Billing systems enable hotspot owner to manage customers with predefined access and billing plans for post-pay Subscribers. Both built-in account and Telco roaming RADIUS account are supported simultaneously.

Multiple BSSID "Virtual AP" technology

P-560 Plus can create up to 16 Basic Service Sets(BSS) on a single device. These basic service sets can be looked as "virtual APs", and each can be configured independently to support range of security policies, authentication methods, RADIUS servers



Customizable Login Pages

Service providers can benefit from the flexible web redirection service of the Gemtek-Systems Access Controller. P-560 Plus provides a set of location, browser, and user-specific information to the backend system to enable value added personalized services by the WISP. Detailed location information is available via Https/XML interfaces. Web pages can be either stored locally on the P-560 Plus or remotely on a web portal server.

Zero Configuration for Subscribers

P-560 Plus makes internet access very easy and user-friendly for the end-user. Subscribers will be redirected to the providers welcome page automatically regardless of their PC configuration. The UAT (Universal Address Translation) feature will accept and translate fixed company IP settings and web proxy configurations - so end-users do not have to reset their corporate IP or web settings. Equally, outgoing subscriber e-mails can be redirected to the operator's mail server in order to facilitate e-mail forwarding for foreign subscribers. The recipient sees the message as if it was sent from the users home provider.

Remote Management

You can choose between a variety of different management interfaces to remotely configure, monitor, or update the P-560 Plus and the access devices behind the controller. The P-560 Plus can be managed via SNMP, https, SSH or telnet.

Key Feature

- ▲ IEEE 802.11g/b High-Performance Wi-Fi Access Point
- ▲ Support Multiple BSSID up to 16 "Virtual AP"
- ▲ Layer2 Isolation
- ▲ WPA/WPA2 (Wi-Fi Protected Access) support
- ▲ Adjustable RF output power support
- ▲ User authentication with web browser log-in (UAM) and 802.1x/EAP support, Smart Client support, MAC authentication
- ▲ Built-in AAA with e-Billing and pre-paid systems (create up to 200 user accounts)
- ▲ AAA Radius client and proxy server with EAP support
- ▲ Per-user bandwidth management (on AC or via RADIUS)
- ▲ SSL protected access, WISPr compatible log-on via web browser with SSL/TLS, iPass client support
- ▲ Customizable user welcome, login and logout web interface, XML support (internal, external) and HTML support
- ▲ IP routing with IPsec and PPTP pass-through, NAT/NAPT, Port-forwarding
- ▲ WAN protocols: PPPoE, PPTP, DHCP client
- ▲ VPN Client, PPTP/MPPE, GRE
- ▲ Management subnet for remote AP management
- ▲ Universal Address Translation (UAT), web proxy support
- ▲ Walled garden area (authentication free web sites)
- ▲ E-mail redirection
- ▲ DHCP server/relay/client
- ▲ Remote management via SNMP v1, 2c, 3, SNMP proxy, https, SSH, telnet, console
- ▲ Support up to 100 simultaneous users



Wireless Specification

- Standard IEEE 802.11g (OFDM), IEEE 802.11b (DSSS), 2.4GHz ISM band, Wi-Fi compliant
- Data Rate
 - 802.11g: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6 Mbps
 - 802.11b: 11Mbps, 5.5Mbps, 2, 1Mbps (auto fall back)
- Client Stations Max. 30 simultaneous connected wireless client stations
- Typical range 50 meters in indoor environments, up to 300m outdoors
- Transmit Power Max. 17 dBm (EIRP)
- Virtual AP, up to 16 multiple Basic service set
- Antennas Two 2dBi dipole antennas with space diversity, SMA connectors.
- Wireless security: WEP (64bits/128bits) WPA/WPA2 (TKIP/AES)

Related Product

Controller : G-4200

Access Point : P-520 54Mb Operator Access Point
P-720 Dual-Band 2.4GHz/5GHz ludoor AP

Physical Environment

Interface

Ethernet interfacet : LAN : 4 switched ports 10/100Base_T/Tx, (RJ-45), auto-sensing
WAN : 1 port 10/100Base_T/Tx(RJ-45), auto-sensin

WLAN interface WLAN : two RP-SMA antenna connectors

Power Power : 5V DC, 2.5A

Physics Characteristics

Dimension:195 mm x 160 mm x 27 mm

Weight:450g

Environment Characteristics

| | Temperature | Humidity |
|-----------|--------------|----------------------------|
| Operating | 0 oC to 55oC | 10% to 95%, non-condensing |
| Storage | -10 to 65 oC | 5% to 95% (non-condensing) |

Power Supply

External power adapter, input: 100-230V AC, 50-60Hz;
output: 5V DC, 2.5A

Management

Interface: Https,Telnet,SSH,SNMP(MIB II, private MIB)

Software Upgrade: Remote firmware update via HTTPs, FTP

Restore Default: Remote reset / Manufacturing reset

LEDs

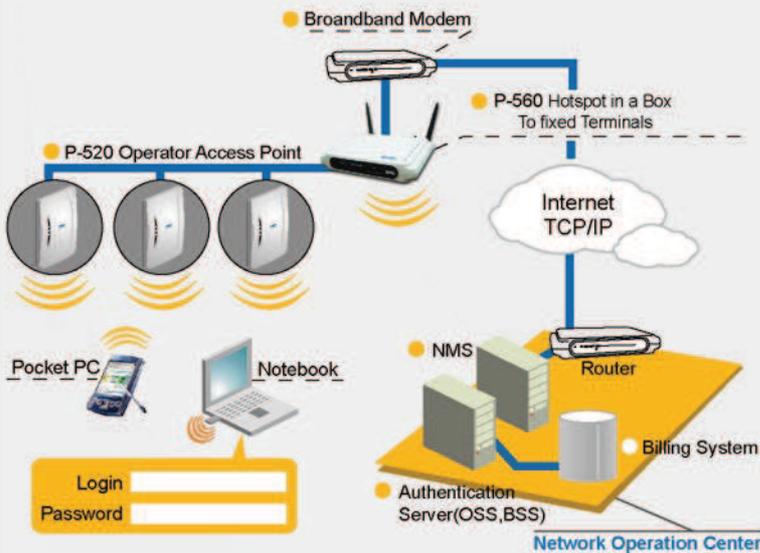
5 LEDs Power: WAN Link, Online, WLAN link, 4x LAN link

Warranty

1 year

Package Contents

- P-560 Plus Hotspot in a Box
- CD with KickStart Utility, User Manual(*.pdf)
- Printed Warranty Card (1 year)
- Ethernet Cat.5 Cable
- 5V/2.5A Power Supply
- Antenna X 2



Application

Gemtek Systems, Taiwan

No.1 Jen Ai Rd,
Hsinchu Industrial Park,
Hukou, Hsinchu,
Taiwan, R.O.C. 303
Tel: +886-3-5985535
Fax: +886-3-5972970

Gemtek Systems, China

4F, C Building, No.1618, Yishan Rd.,
Shanghai, China
Tel: +86-21-64656780
Fax: +86-21-54222254
ZIP: 201103

Servidor de Autenticación

ESPECIFICACIONES A CUMPLIR

Especificaciones del Sistema

Networking

- IEEE 802.3 10BaseT Ethernet
- IEEE 802.3u 100BaseTX Fast Ethernet
- Soporta 1024 usuarios simultáneos
- Soporta todos los sistemas operativos con soporte TCP/IP (Windows 95/98/NT/2000/XP, Mac OS, UNIX, Windows CE, Palm, IE, Netscape, Firefox)
- IP Plug and Play (iPnP)
- HTTP Soporte Proxy (Cualquier puerto proxy)
- Redirección de Servidor SMTP
- Servidor DHCP (RFC 2131)
- Relay DHCP (RFC 1542)
- Cliente WAN con IP Estática
- Cliente WAN DHCP
- Cliente WAN PPPoE (RFC2516)
- Cliente WAN PPTP (RFC 2637)
- NAT (RFC 1631)
- Máximo número de Sesiones 16384
- Máximo número de cuentas Locales Estáticas+Dinámicas =1024

AAA

- Autenticación/Control de cuentas RADIUS
- Servidor RADIUS Secundario
- Autenticación/Control de cuentas Proprietario
- Manager de cuentas basado en Web
- Incorporada autenticación basada en web
- WISPr Smart Client Support Pass Smart Client
- Gestión de ancho de Banda basado en usuario

Facturación

- Mecanismo de perfil de facturación propietario
- Facturación basada en tiempo
- Facturación basada en uso
- Autenticación Online de tarjeta de crédito
- Record de facturación por log. Max=5000

Seguridad

- Proceso SSL Secure User Login
- Administración SSL Secure Web-based
- Paso por VPN a través de (IPSec/PPTP/L2TP)
- Paso por medio de dirección IP/MAC/URL
- Paso por medio de 802.1x

Integración PMS

- Compatible con protocolo Micro Fidelio

Gestión y comportamiento

- Max. Tasa de transferencia: 72 Mbps
- Usuarios concurrentes: 1024 (Estáticos+Dinámicos)

Gestión

- Acceso a gestión del Manager de administración/cuentas
- Remote Web-based Configuration and Management
- Gestión remota autorizada
- Actualización de Firmware (RFC 1350) via TFTP/HTTP
- Configuración Import/Export
- Mecanismo Watchdog
- Tabla de información del Sistema
- Lista de usuarios actuales DHCP/ lista de clientes/ lista de sesión/ lista de cuentas en tiempo real/DHCP
- Aplicación Syslog
- Log por E-mail
- SNMP MIB I/II
- Private MIB (Read only)
- Gestión de dispositivos LAN

Servicio Local

- Enlace URL de aviso
- Walled garden
- Redirección de página de Login
- Página de Login personalizada
- Página de Portal

| Especificaciones del Hardware | |
|--|--|
| Interface | <ul style="list-style-type: none"> • Un conector RJ-45 para puerto 10/100BaseTX WAN Ethernet con Auto Cross-over • Un conector RJ-45 para puerto 10/100BaseT LAN Ethernet con Auto Cross-over • Dos puertos serie: <ul style="list-style-type: none"> - DB9 Hembra RS232 para Consola - Aplicación PMS |
| LED | <ul style="list-style-type: none"> • Alimentación • Status • WAN: 100, LK/ACT, FD • LAN: 100, LK/ACT, FD |
| Alimentación | <ul style="list-style-type: none"> • Suministro de alimentación de switching interno universal • 100-240 VAC, 50/60 Hz • Máximo consume de energía: 10 W |
| Especificaciones Físicas | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones: 440 (W) x 116 (D) x 44 (H) mm • Peso: 1.7 kg |
| Especificaciones Medioambientales | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura de Operación: 0°C ~ 50°C - Temperatura de almacenamiento: -10°C ~ 60°C • Humedad: 10% ~ 95% (sin condensación) |
| Certificación | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • FCC part 15 Class A, VCCI Class A, CE, CSA, WEEE, RoHS |

JetStream™ Series Switches



JetStream™ 16-Port Gigabit L3 Lite Managed Switch with 2 Combo SFP Slots TL-SG3216



Highlights:

- IP-MAC-Port-VID Binding, ACL, Port Security, DoS Defend, Storm control, DHCP Snooping, 802.1X Authentication and Radius provide you robust security strategies
- L2/L3/L4 QoS and IGMP snooping optimize voice and video application
- WEB/CLI managed modes, SNMP, RMON bring abundant management features

HARDWARE FEATURES

| | |
|-------------------------|--|
| Standards and Protocols | IEEE 802.3i, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3z, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3x, IEEE 802.1d, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1q, IEEE 802.1x, IEEE 802.1p |
| Interface | 16 10/100/1000Mbps RJ45 Ports (Auto Negotiation/Auto MDI/MDIX) 2 Combo 100/1000Mbps SFP Slots* 1 Console Port |
| Network Media | 10BASE-T: UTP category 3, 4, 5 cable (maximum 100m) 100BASE-TX/1000Base-T: UTP category 5, 5e or above cable (maximum 100m) 100BASE-FX: MMF, SMF 1000BASE-X: MMF, SMF |
| Dimensions (W x D x H) | 17.3*8.7*1.7 in. (440*220*44 mm) |
| Power Supply | 100~240VAC, 50/60Hz |

PERFORMANCE

| | |
|------------------------|-------------|
| Bandwidth/Backplane | 32Gbps |
| MAC Address Table | 8k |
| Packet Buffer Memory | 512KB |
| Packet Forwarding Rate | 23.8Mpps |
| Jumbo Frame | 10240 Bytes |

SOFTWARE FEATURES

| | |
|--------------------|--|
| Quality of Service | Support 802.1p CoS/DSCP priority Support 4 priority queues Queue scheduling: SP, WRR, SP+WRR Port/Flow- based Rate Limiting Voice VLAN |
|--------------------|--|



| SOFTWARE FEATURES | |
|---------------------|---|
| VLAN | Support IEEE802.1Q with 4K VLAN groups and 4K VIDs Port/ MAC/Protocol-based VLAN GARP/GVRP |
| Access Control List | L2~L4 package filtering based on source and destination MAC address, IP address, TCP/UDP ports, 802.1p, DSCP, protocol and VLAN ID Time Range Based |
| Security | IP-MAC-Port-VID Binding IEEE 802.1X Port/MAC Based authentication, Radius, Guest VLAN DoS Defence Dynamic ARP inspection (DAI) SSH v1/v2 SSL v2/v3/TLSv1 Port Security Broadcast/Multicast/Unknown-unicast Storm Control |
| OTHERS | |
| Certification | CE, FCC |
| Package Contents | Switch; Power Cord; Quick Installation Guide; Resource CD; Rackmount Kit; Rubber Feet |
| System Requirements | Microsoft® Windows® 98SE, NT, 2000, XP, Vista™ or Windows 7, MAC® OS, NetWare®, UNIX® or Linux. |
| Environment | Operating Temperature: 0°C~40°C (32℉~104℉); Storage Temperature: -40°C~70°C (-40℉~158℉) Operating Humidity: 10%~90% non-condensing Storage Humidity: 5%~90% non-condensing |

Enterprise Level Management Features

TL-SG3216 is easy to use and manage. It supports various user-friendly standard management features, such as intuitive web-based Graphical User Interface(GUI) or industry-standard Command Line Interface (CLI), either administration traffic can be protected through SSL or SSH encryptions. SNMP (v1/2/3) and RMON support enables the switch to be polled for valuable status information and send traps on abnormal events. In addition, integrated NDP/NTDP protocol, the switch supports to be managed by the commander switch through IP clustering function more easily.