

**Diseño de una red telemática
para proveer de acceso a Internet
en un pequeño municipio**

**Vicente Mellado Moreno
I.T.T. Telemática**

Consultor: José López Vicario

Índice de contenidos

| | |
|---|-----------|
| 1. Introducción | 4 |
| 1.1. Justificación y contexto del proyecto | 4 |
| 1.2. Objetivos | 6 |
| 1.2.1. <i>Objetivo de la asignatura</i> | 6 |
| 1.2.2. <i>Objetivos del TFC</i> | 6 |
| 1.3. Metodología | 6 |
| 1.4. Planificación del proyecto | 6 |
| 1.5. Análisis de riesgos | 8 |
| 1.5.1. <i>Problemas instalación software</i> | 9 |
| 1.5.2. <i>Avería equipo informático</i> | 9 |
| 1.5.3. <i>Colisión de entregas</i> | 9 |
| 1.5.4. <i>Motivos relativos a la salud</i> | 9 |
| 1.5.5. <i>Desconocimiento metodología del proyecto</i> | 9 |
| 1.6. Productos obtenidos | 9 |
| 1.7. Descripción breve de próximos capítulos | 10 |
| 2. Aspectos legales | 11 |
| 2.1. Ley General de las Telecomunicaciones (Ley 32/2003) | 11 |
| 2.2. Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD) | 14 |
| 3. Análisis del municipio | 15 |
| 3.1. Características del municipio y su población | 15 |
| 3.2. Zonas a cubrir | 16 |
| 4. Infraestructura de la red | 17 |
| 4.1. Estándares inalámbricos | 17 |
| 4.1.1. <i>IEEE 802.11</i> | 17 |
| 4.1.2. <i>IEEE 802.16</i> | 20 |
| 4.2. Tipos de antenas | 23 |
| 4.2.1. <i>Sectoriales</i> | 23 |
| 4.2.2. <i>Omnidireccionales</i> | 24 |
| 4.2.3. <i>Direccionales</i> | 24 |
| 4.3. Topología de la red | 25 |
| 4.3.1. <i>Punto a punto</i> | 25 |
| 4.3.2. <i>Punto a multipunto</i> | 26 |
| 4.3.3. <i>Malla</i> | 27 |
| 4.4. Gestión de la red | 28 |
| 4.5. Mantenimiento de la red | 28 |
| 4.6. QoS | 28 |
| 5. Esquema de la red | 30 |
| 5.1. Equipos elegidos | 31 |
| 5.1.1. <i>Estación Base (BreezeMAX Extreme 5000)</i> | 31 |
| 5.1.2. <i>Puntos de Acceso (BreezeMAX Wf²)</i> | 33 |
| 5.1.3. <i>Otros equipos</i> | 35 |
| 5.2. Ubicación equipos | 37 |
| 5.2.1. <i>Ubicación Estación Base</i> | 44 |
| 5.2.2. <i>Ubicación Puntos de Acceso</i> | 44 |
| 5.2.3. <i>Ubicación otros equipos</i> | 45 |
| 5.3. Estudio de atenuaciones | 45 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 6. Seguridad | 46 |
| 6.1. Encriptación DES | 46 |
| 6.2. Encriptación AES | 47 |
| 7. Ampliaciones o mejoras..... | 50 |
| 8. Valoración económica..... | 51 |
| 8.1. Presupuesto detallado | 51 |
| 9. Conclusiones | 52 |
| 10. Anexo..... | 53 |
| 11. Glosario | 59 |
| 12. Bibliografía | 62 |

Índice de figuras y tablas

| | |
|--|----|
| Figura 1.- Mapa aéreo municipio Llançà..... | 5 |
| Figura 2.- Diagrama de Gantt (I)..... | 7 |
| Figura 3.- Diagrama de Gantt (II)..... | 7 |
| Figura 4.- Diagrama de Gantt (III)..... | 8 |
| Tabla 5.- Hitos más importantes del TFC..... | 8 |
| Figura 6.- Zonas de cobertura..... | 16 |
| Tabla 7.- Usuarios por zonas..... | 16 |
| Tabla 8.- Estándares 802.11..... | 20 |
| Tabla 9.- Prestaciones 802.11a/b/g..... | 20 |
| Tabla 10.- Evolución estándar 802.16..... | 22 |
| Figura 11.- Antena sectorial..... | 24 |
| Figura 12.- Antena omnidireccional..... | 24 |
| Figura 13.- Antena direccional..... | 25 |
| Figura 14.- Red punto a punto..... | 26 |
| Figura 15.- Red punto a multipunto..... | 26 |
| Figura 16.- Red mallada..... | 27 |
| Figura 17.- Esquema Red..... | 30 |
| Tabla 18.- Características BreezeMAX5000..... | 31 |
| Figura 19.- Instalación ant. sectoriales..... | 32 |
| Figura 20.- BreezeMAX Wi ² | 33 |
| Tabla 21.- Características Wi ² | 33 |
| Tabla 22.- Características CPE..... | 34 |
| Figura 23.-Ejemplo instalación AP..... | 34 |
| Tabla 24.- Comparativa Wi ² Controller..... | 35 |
| Tabla 25.- Características BMAX USB250..... | 37 |
| Figura 26.- Configuración Red WiMAX..... | 39 |
| Figura 27.- Miembros Red WiMAX..... | 39 |
| Figura 28.- Sistema WiMAX (I)..... | 40 |
| Figura 29.- Sistema WiMAX (II)..... | 40 |
| Figura 30.- Simulación Red WiMAX..... | 41 |
| Figura 31.- Enlace Radio EB-AP..... | 41 |
| Figura 32.- Configuración Red WiFi..... | 42 |
| Figura 33.- Configuración Sistema WiFi..... | 42 |
| Figura 34.- Mapa aéreo cobertura..... | 43 |
| Figura 35.- Mapa aéreo 3D cobertura..... | 43 |
| Tabla 36.- Ubicación AP's..... | 44 |
| Tabla 37.- Canales AP's..... | 45 |
| Figura 38.- Calculo de subclaves, Ki..... | 46 |
| Figura 39.- Ronda del algoritmo DES..... | 47 |
| Figura 40.- Etapa SubBytes..... | 48 |
| Figura 41.- Etapa ShiftRows..... | 48 |
| Figura 42.- Etapa MixColumns..... | 49 |
| Figura 43.- Etapa AddRoundKey..... | 49 |
| Figura 44.- AP + placa solar..... | 50 |
| Figura 45.- AP + cámara vídeo vigilancia..... | 50 |
| Tabla 46.- Presupuesto..... | 51 |

Capítulo 1.

1. Introducción

Este documento se presenta como parte de la memoria en la elaboración del Trabajo Final de Carrera (TFC) de los estudios de Ingeniería en Telecomunicaciones, especialidad Telemática. El proyecto se enmarca dentro del Área de Integración de Redes Telemáticas.

El proyecto se basa en implantar una red telemática de acceso a Internet en el municipio de Llançà (Girona). El acceso a la red va a ser inalámbrico. Este tipo de tecnología hoy en día está muy implantada debido al gran uso de teléfonos móviles de última generación, PDA's, etc., donde los usuarios navegan desde cualquier sitio y a cualquier hora.

Como una breve descripción de wireless, podemos decir que se trata de la comunicación en la que los extremos de la comunicación (emisor/receptor) no se encuentran unidos por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio. En este sentido, los dispositivos físicos sólo están presentes en los emisores y receptores de la señal.

El documento se divide en 2 partes claramente diferenciadas. En la primera parte se realiza una presentación, se definen objetivos y el alcance del proyecto, se detallan tareas y se estima una previsión de ejecución. En la segunda parte se desarrollan las tareas definidas en la primera parte.

Posteriormente, como veremos, la creación de la red a implantar se reparte en 2 fases. La primera fase, es dar servicio a usuarios que deseen conectarse a Internet desde cualquier calle, plaza o parque del municipio. La segunda, debe dar acceso a los usuarios conectados desde cualquier zona costera, y a los turistas que se encuentren en la zona de playa.

Lo que se pretende con la ejecución de este proyecto es que cualquier persona con un dispositivo móvil, ya sea teléfono, PDA u ordenador, ya sea fijo o portátil, tenga acceso a Internet de una manera fácil y rápida, sin descuidar aspectos de seguridad y legales vigentes.

Con este proyecto se quiere dar una mejora cualitativa al municipio y facilitar a todos los habitantes y visitantes que lo deseen la forma de conectarse a Internet de una forma sencilla, rápida y segura. De esta manera, el municipio gozará de una imagen modernizada y actual, ganando más interés turístico.

1.1. Justificación y contexto del proyecto

Hoy en día, el mundo de las telecomunicaciones está muy presente en nuestras vidas. Todo el mundo dispone de aparatos relacionados con este entorno, ya sean teléfonos móviles, ordenadores, PDA's, tablets... Debido al gran crecimiento de uso de estos aparatos, podemos darnos cuenta que para cualquier trámite o gestión necesitamos de una conexión a Internet.

Hay varios escenarios que se pueden utilizar para conectarse a Internet. Para este proyecto se va a utilizar una comunicación a Internet sin hilos. Cualquier persona que lo desee, sin depender del equipo de conexión elegido, debe poder navegar desde cualquier punto del municipio. Todo esto va a ser posible, gracias a la iniciativa del Ayuntamiento de Llançà, el cual nos ha encargado realizar el proyecto para poder llevar a cabo este objetivo.

El municipio tiene unos 5140 habitantes pero en época de vacaciones, la cifra crece ostensiblemente. Hemos de tener en cuenta este factor a la hora de planificarlo todo de forma correcta, para ofrecer la mayor cobertura posible.

La población del municipio es, en su mayoría, gente que necesita conectarse a Internet para realizar diversas gestiones sin necesidad de estar desplazándose a municipios de mayor extensión y con más recursos. La edad media del pueblo está sobre los 35-40 años, por lo que Internet no es desconocido para ellos.

Actualmente en el municipio existe un proveedor de telefonía fija y móvil (MoviStar), el cual dispone de infraestructuras propias. Dichas infraestructuras se pueden utilizar solicitando un permiso de ubicación, y así, de esta manera, ahorrarnos el coste de la realización de un centro propio, con todo lo que conlleva.

A continuación, podemos ver un mapa aéreo del municipio, donde se pueden apreciar claramente 2 zonas: el núcleo urbano y la zona costera, en la cual se encuentra el puerto y la zona de playa.



Figura 1.- Mapa aéreo municipio Llançà.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo de la asignatura

El objetivo específico de la asignatura es aplicar los conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas estudiadas hasta ahora en la titulación Ingeniería Técnica en Telecomunicaciones, especialidad Telemática.

La aplicación de estos conocimientos será una tarea práctica, cuya finalidad es aprender a planificar, analizar y resolver problemas que pueden originarse en un ámbito profesional.

1.2.2. Objetivos del TFC

El objetivo del proyecto es realizar la integración de una red telemática mediante un análisis, diseño y una implementación de una infraestructura en el municipio de Llançà. El Ayuntamiento de esta población, que tiene unos 28 Km² de superficie, quiere dotar a sus calles, plazas, parques y playas de acceso a Internet mediante un sistema wireless. Para ello se tendrán en cuenta, entre otros, los siguientes factores:

- Cumplir los aspectos legales requeridos.
- Diseñar la red de tal manera, que el servicio de Internet lo puedan disfrutar el mayor número de personas posible.
- Usar los equipos que puedan dar una mayor funcionalidad y rendimiento al sistema.
- Realizar un cálculo de costes del proyecto.

1.3. Metodología

La metodología a seguir contará con un análisis del municipio, donde debemos conocer las características del mismo y su población, y además las zonas necesarias con cobertura. La metodología se puede dividir en las siguientes fases:

- Planificación.
- Diseño.
- Implantación.
- Puesta en marcha.

No hay que descuidar temas como los relacionados con aspectos legales y de seguridad. En esta memoria, se podrán estudiar con más detalle.

1.4. Planificación del proyecto

En las siguientes figuras, que se pueden observar en las próximas páginas, se encuentra la planificación realizada, la cual debe servirnos de guía a la hora de la realización de este proyecto. Durante la ejecución del mismo, es importante cumplir los plazos marcados durante las diferentes tareas e hitos.

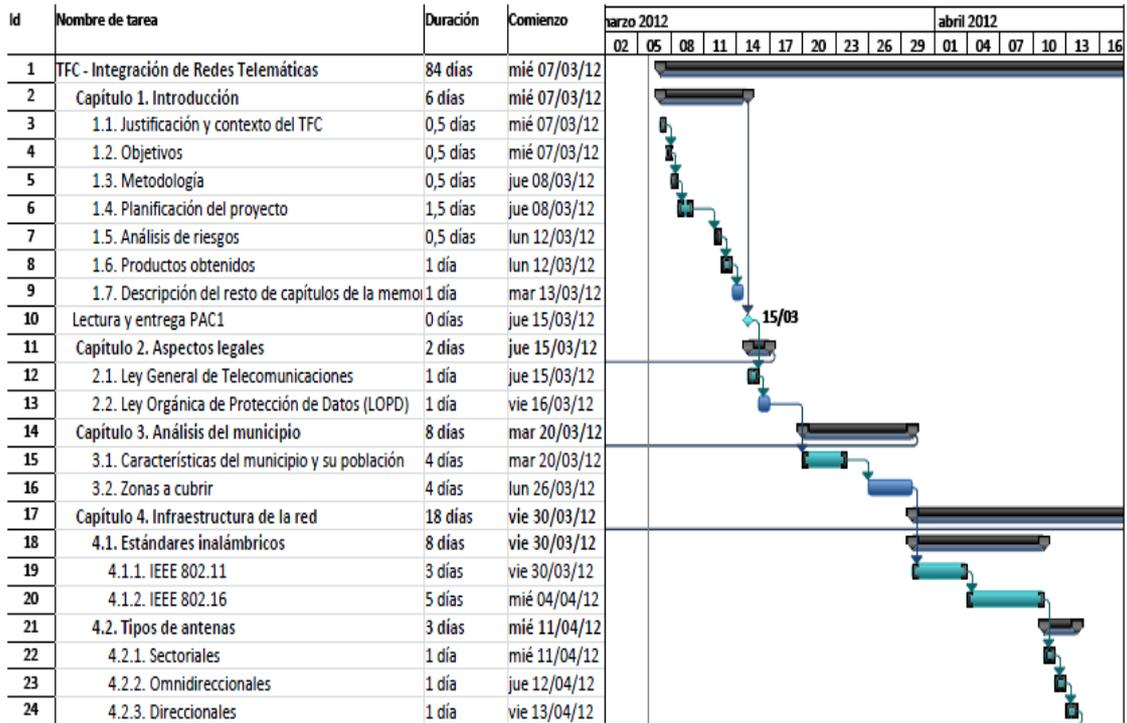


Figura 2.- Diagrama de Gantt (I).

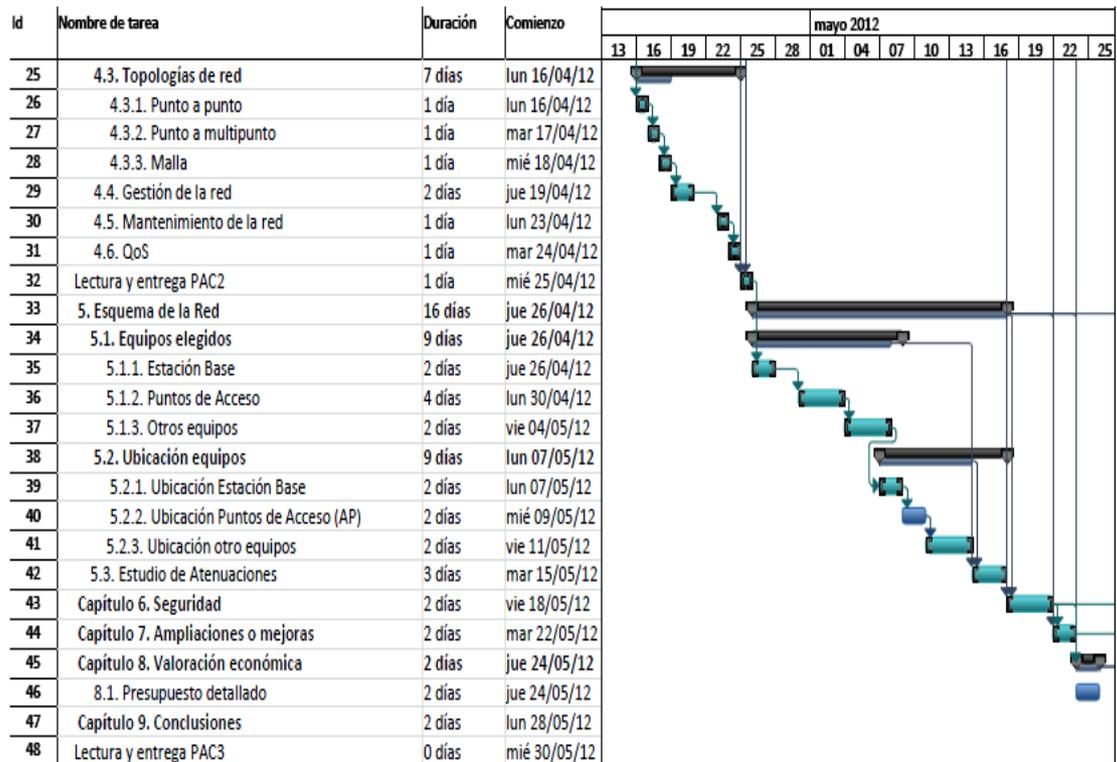


Figura 3.- Diagrama de Gantt (II).



Figura 4. - Diagrama de Gantt (III).

Como hemos podido ver en los anteriores Diagramas de Gantt, la planificación de las diferentes tareas del proyecto se ha programado sin tener en cuenta posible retrasos originados por diferentes causas, que se detallan en el siguiente punto de este capítulo y que se deben tener muy presentes a lo largo del proyecto.

También he de aclarar, que la planificación inicial no incluye fines de semana debido a que también hay que realizar tareas en otras asignaturas. Tampoco se han incluido las siguientes fechas que se indican a continuación por ser festivas:

- 19 de Marzo: Día del Padre (festivo nacional).
- 5 y 6 de Abril: Jueves y Viernes Santo (festivo nacional).
- 1 de Mayo: Día del Trabajador (festivo nacional).
- 2 de Mayo: Día de la Comunidad de Madrid (festivo no nacional).

Después de ver la planificación, paso a detallar los hitos o fechas más importantes del proyecto:

| Hito | Fecha |
|----------------------|------------|
| Inicio del Curso | 07/03/2012 |
| Entrega PAC1 | 14/03/2012 |
| Entrega PAC2 | 25/04/2012 |
| Entrega PAC3 | 30/05/2012 |
| Memoria Final | 16/06/2012 |
| Entrega Presentación | 22/06/2012 |
| Inicio Tribunal | 23/06/2012 |
| Fin Tribunal | 30/06/2012 |

Tabla 5.- Hitos más importantes del TFC.

1.5. Análisis de riesgos

En todo proyecto es importante conocer los riesgos que pueden presentarse y preveer una serie de acciones.

1.5.1. Problemas instalación software

Durante la realización del proyecto pueden presentarse errores durante la instalación de programas. Estos errores no son esperados, por lo que si llegan a producirse, una vez solucionado deberemos dedicar más tiempo del calculado a la realización del proyecto, para recuperar el retraso ocasionado.

1.5.2. Avería equipo informático

Por si se producen errores en el equipo informático, es necesario realizar una copia de seguridad (backup) una vez por semana.

1.5.3. Colisión de entregas

Es posible que durante y hasta la finalización del proyecto exista alguna colisión de fechas con la entrega de actividad de otra asignatura.

Se recomienda compensar el tiempo perdido, incrementando más horas de dedicación al proyecto en días posteriores a la colisión producida, por ejemplo, en horario de fines de semana y/o festivos.

1.5.4. Motivos relativos a la salud

Es posible que algunos días, la salud pueda verse mermada por lo que puede alterar el desarrollo del proyecto según los tiempos y plazos marcados.

En caso de producirse, se recomienda aumentar horas de desarrollo del proyecto de forma puntual, hasta recuperar el tiempo perdido.

1.5.5. Desconocimiento metodología del proyecto

Debido al gran desconocimiento en cuanto a la realización de proyectos, y también al área del tema elegido para el TFC, pueden originarse errores en la planificación de las tareas a realizar.

Como solución, debo dedicar más tiempo, siempre que me esté permitido.

1.6. Productos obtenidos

Los productos a instalar se irán viendo con más detalle en los próximos capítulos de esta memoria. Puedo adelantar que se utilizarán equipos de última generación, capaces de respetar todas las leyes vigentes en cuanto a seguridad y a máximas prestaciones.

Como idea inicial se utilizará una Estación Base (EB) y varios Puntos de Acceso (AP), con tecnología WiMax y WiFi para que el acceso sea posible para cualquier dispositivo. Además de estos equipos, necesitaremos un servidor RADIUS, un equipo desde el cual se pueda controlar los diferentes AP's, un firewall, un switch, etc. Todo

este conjunto de equipos debe hacer posible la conexión a Internet desde cualquier punto del municipio.

1.7. Descripción breve de próximos capítulos

El resto de capítulos de los que constará esta memoria son:

- Capítulo 2. Detallaré los aspectos legales a tener en cuenta a la hora de realizar el proyecto.
- Capítulo 3. Se realizará un estudio de la situación del municipio, para ver la posible situación de los equipos.
- Capítulo 4. Analizaré los tipos de redes que podemos implantar.
- Capítulo 5. Después del estudio realizado en los capítulos anteriores, se describen los equipos elegidos así como la tipología a utilizar.
- Capítulo 6. Se indicarán todos los temas relacionados con los aspectos de seguridad del sistema instalado.
- Capítulo 7. Las posibles mejoras en situaciones futuras se tendrán en cuenta en este proyecto.
- Capítulo 8. Por último se presentará un presupuesto del proyecto. En esta primera entrega no se puede estimar un presupuesto aproximado ya que depende de muchos factores como pueden ser el punto de instalación de la Estación Base (EB). La situación y la orientación será claves en el proyecto. Cuantos más sectores queramos cubrir supondrá un mayor coste, al igual que el número de Puntos de Acceso (AP).
Puedo avanzar que el coste aproximado por cada sector de EB son unos 5.000 Euros y cada AP cuesta aproximadamente 1.000 Euros, y a esto habría que añadir el valor de otros equipos, cableado, mano de obra...

Capítulo 2.

2. Aspectos legales

La implantación de un servicio de acceso inalámbrico en un espacio cerrado cualquiera no requiere de procedimiento legal o administrativo alguno. Sin embargo, cuando se trata de la implantación de zonas de acceso inalámbrico a Internet en espacios público, ésta requiere de una notificación previa a la Comisión del Mercado de Telecomunicaciones (CMT), así como la inscripción de la entidad promotora en el Registro de Operadoras.

Para este proyecto, el Ayuntamiento debe seguir y cumplir los siguientes requisitos, al tratarse de una red con carácter gratuito para los usuarios, sin afectar a los demás operadores, o ejercer una competencia directa con ellos:

- Inscribirse en el Registro de Operadores antes del comienzo de la implantación de la Red a implantar.
- Indicar la inversión para financiar el proyecto. Existen 2 tipos:
 - Inversión pública: el Ayuntamiento debe de notificar a la Comisión Europea, después de que la CMT haya revisado el proyecto, la idea de implantar una red de conexión gratuita, si la inversión a realizar es superior a 200.000 Euros y una notificación de las ayudas públicas recibidas.
Además de forma complementaria, la CMT estudiará el caso, comunicando a las demás operadoras que “operan” en el municipio, el proyecto a implantar para conocer si éste puede afectar de manera negativa.
El tiempo máximo estimado de resolución, para poder conocer si la red se puede implantar, es de 3 meses.
 - Inversión privada: se debe aportar un plan de financiación privada donde entidades no públicas aporten fondos y de esta manera el gasto de la red no sea de forma íntegra de fondos públicos.
- El límite de velocidad entre red y usuarios deber ser de 256Kbps.
- Desde la red a implantar se debe tener acceso a la página Web del Ayuntamiento o entidades municipales, disponer de conexión a Internet en centros públicos, como por ejemplo en bibliotecas, así como en zonas de interés turístico.

Además de lo comentado hasta ahora, se deben tener en cuenta las siguientes leyes:

2.1. Ley General de las Telecomunicaciones (Ley 32/2003)

La Ley 11/1998, de 24 de abril, General de Telecomunicaciones, instauró un régimen plenamente liberalizado en la prestación de servicios y el establecimiento y explotación de redes de telecomunicaciones, abriendo el sector a la libre competencia entre operadores. El marco normativo establecido por ella ha demostrado una eficacia que

ha permitido que en nuestro país haya surgido una multiplicidad de operadores para los distintos servicios, redundando en una mayor capacidad de elección por los usuarios, y la aparición de un importante sector de las telecomunicaciones, lo que a su vez, ha proporcionado las infraestructuras y condiciones idóneas para fomentar el desarrollo de la sociedad de la información, mediante su convergencia con el sector audiovisual y el de los servicios telemáticos, en torno a la implantación de Internet.

Dicha ley dispone de varios capítulos y artículos, entre los cuales paso a indicar los más relevantes para la implantación de este proyecto.

- **Título I - Artículo 3** se definen entre otros los siguientes objetivos y principios de la Ley:

a) Fomentar la competencia efectiva en los mercados de telecomunicaciones y, en particular, en la explotación de las redes y en la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas y en el suministro de los recursos asociados a ellos. Todo ello promoviendo una inversión eficiente en materia de infraestructuras y fomentando la innovación.

b) Garantizar el cumplimiento de las referidas condiciones y de las obligaciones de servicio público en la explotación de redes y la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, en especial las de servicio universal.

c) Promover el desarrollo del sector de las telecomunicaciones, así como la utilización de los nuevos servicios y el despliegue de redes, y el acceso a éstos, en condiciones de igualdad, e impulsar la cohesión territorial, económica y social.

d) Hacer posible el uso eficaz de los recursos limitados de telecomunicaciones, como la numeración y el espectro radioeléctrico, y la adecuada protección de este último, y el acceso a los derechos de ocupación de la propiedad pública y privada.

- **Título II - Capítulo I, Explotación de redes y prestación de servicios de comunicaciones electrónicas en régimen de libre competencia.**

Artículo 8. Condiciones para la prestación de servicios o la explotación de redes de comunicaciones electrónicas.

Punto 1. La explotación de las redes y la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas se sujetarán a las condiciones previstas en esta ley y su normativa de desarrollo, entre las cuales se incluirán las de salvaguarda de los derechos de los usuarios finales.

- **Título II - Capítulo III, Acceso a las redes y recursos asociados e interconexión.**
Artículo 11. Principios generales aplicables al acceso a las redes y recursos asociados y a su interconexión.

Punto 2. Los operadores de redes públicas de comunicaciones electrónicas tendrán el derecho y, cuando se solicite por otros operadores de redes públicas de comunicaciones electrónicas, la obligación de negociar la interconexión mutua con el fin de prestar servicios de comunicaciones electrónicas disponibles al público, con el objeto de garantizar así la prestación de servicios y su interoperabilidad.

- **Título III** - Capítulo III, *Secreto de las comunicaciones y protección de los datos personales y derechos y obligaciones de carácter público vinculados con las redes y servicios de comunicaciones electrónicas.*

Artículo 34. Protección de los datos de carácter personal.

Sin perjuicio de lo previsto en el apartado 6 del artículo 4 y en el segundo párrafo del artículo anterior, así como en la restante normativa específica aplicable, los operadores que exploten redes públicas de comunicaciones electrónicas o que presten servicios de comunicaciones electrónicas disponibles al público deberán garantizar, en el ejercicio de su actividad, la protección de los datos de carácter personal conforme a la legislación vigente.

Los operadores a los que se refiere el párrafo anterior deberán adoptar las medidas técnicas y de gestión adecuadas para preservar la seguridad en la explotación de su red o en la prestación de sus servicios, con el fin de garantizar los niveles de protección de los datos de carácter personal que sean exigidos por la normativa de desarrollo de esta ley en esta materia. En caso de que exista un riesgo particular de violación de la seguridad de la red pública de comunicaciones electrónicas, el operador que explote dicha red o preste el servicio de comunicaciones electrónicas informará a los abonados sobre dicho riesgo y sobre las medidas a adoptar.

- **Título V**, *Dominio público radioeléctrico.* **Artículo 43.** Gestión del dominio público radioeléctrico.

Punto 1. El espectro radioeléctrico es un bien de dominio público, cuya titularidad, gestión, planificación, administración y control corresponden al Estado. Dicha gestión se ejercerá de conformidad con lo dispuesto en este título y en los tratados y acuerdos internacionales en los que España sea parte, atendiendo a la normativa aplicable en la Unión Europea y a las resoluciones y recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y de otros organismos internacionales.

- **Título VII**, *Tasas en materia de telecomunicaciones.* **Artículo 49.** Principios aplicables a las tasas en materia de telecomunicaciones.

Punto 1. Los operadores y los titulares de derechos de uso del dominio público radioeléctrico o de recursos de numeración estarán sujetos al pago de las tasas establecidas en el ordenamiento jurídico.

Punto 2. Dichas tasas tendrán como finalidad:

a) Cubrir los gastos administrativos que ocasione el trabajo de regulación relativo a la preparación y puesta en práctica del derecho comunitario derivado y actos administrativos, como las relativas a la interconexión y acceso.

b) Los que ocasionen la gestión, control y ejecución del régimen establecido en esta ley.

c) Los que ocasione la gestión, control y ejecución de los derechos de ocupación del dominio público, los derechos de uso del dominio público radioeléctrico y la numeración.

d) La gestión de las notificaciones reguladas en el artículo 6 de esta ley.

e) Los gastos de cooperación internacional, armonización y normalización y el análisis de mercado.

- **Anexo I, Apartado 3. Tasa por reserva del dominio público radioeléctrico.**

Punto 1. La reserva para uso privativo de cualquier frecuencia del dominio público radioeléctrico a favor de una o varias personas o entidades se gravará con una tasa anual, en los términos que se establecen en este apartado.

Para la fijación del importe a satisfacer en concepto de esta tasa por los sujetos obligados, se tendrá en cuenta el valor de mercado del uso de la frecuencia reservada y la rentabilidad que de él pudiera obtener el beneficiario.

Para la determinación del citado valor de mercado y de la posible rentabilidad obtenida por el beneficiario de la reserva se tomarán en consideración, entre otros, los siguientes parámetros:

a) El grado de utilización y congestión de las distintas bandas y en las distintas zonas geográficas.

b) El tipo de servicio para el que se pretende utilizar la reserva y, en particular, si éste lleva aparejadas las obligaciones de servicio público recogidas en el título III.

c) La banda o sub-banda del espectro que se reserve.

d) Los equipos y tecnología que se empleen.

e) El valor económico derivado del uso o aprovechamiento del dominio público reservado.

2.2. Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD)

La Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, (LOPD), es una Ley que tiene por objeto garantizar y proteger, en lo que concierne al tratamiento de los datos personales, las libertades públicas y los derechos fundamentales de las personas físicas, y especialmente de su honor, intimidad y privacidad personal y familiar.

Su objetivo principal es regular el tratamiento de los datos y ficheros, de carácter personal, independientemente del soporte en el cual sean tratados, los derechos de los ciudadanos sobre ellos y las obligaciones de aquellos que los crean o tratan.

El responsable de un fichero o tratamiento es la entidad, persona u órgano administrativo que decide sobre la finalidad, el contenido y el uso del tratamiento de los datos personales. Sobre el responsable del fichero recaen las principales obligaciones establecidas por la LOPD y le corresponde velar por el cumplimiento de la Ley en su organización. Si se llega a incumplir dicha Ley, la sanción puede llegar hasta los 600.000 Euros, aunque esta sanción sería catalogada como muy grave. Existen 3 tipos de sanciones:

- Leves: desde 900 hasta 40.000 €
- Graves: desde 40.001 hasta 300.000 €
- Muy Graves: desde 300.001 hasta 600.000 €

Capítulo 3.

3. Análisis del municipio

En este capítulo se pasa a describir todo lo relacionado con el municipio, y después de analizar la situación del municipio geográficamente, y el perfil de los habitantes, pasará a identificar las zonas que será necesario cubrir de cobertura para un aprovechamiento óptimo de la red a instalar.

3.1. Características del municipio y su población

Según información extraída del Instituto de Estadística de Catalunya (IDESCAT), el municipio tiene un total de 5140 habitantes y una superficie de unos 28 Km². La población por edades está dividida de la siguiente manera:

- De 0 a 14 años: 703
- De 15 a 64 años: 3427
- De 65 a 84 años: 864
- Mayores de 85 años: 146

Como vemos, la población en su mayoría es gente activa laboralmente. LLançà es una población con una importante influencia turística debido a que está situada en la Costa Brava. Casi todos sus habitantes se dedican al sector de servicios y turismo, es decir, camareros, hosteleros, constructores, etc.

El municipio en época de vacaciones de verano puede aumentar un 25% el número de población, por lo que este dato se tendrá muy en cuenta a la hora de planificar las zonas a cubrir y el número de personas que pueden utilizar el acceso a Internet de forma simultánea.

Por último quiero añadir edificios o corporaciones importantes de la ciudad:

- Ayuntamiento
- Centro Cruz Roja
- Casa de Cultura
- Biblioteca Municipal
- Museo de Acuarela
- Pabellón Municipal
- Campo de Fútbol
- Recinto para jóvenes
- CEIP
- Instituto de Enseñanza Secundaria
- Centro de Atención Primaria
- Centro de Día
- Escuela Infantil
- Oficina de Turismo
- Casa Municipal de Jubilados
- Asociación de comerciantes
- Club de Tiro
- Club Deportivo
- Cofradía de Pescadores

3.2. Zonas a cubrir

Después de analizar al municipio debemos tener claro que zonas deben tener cobertura. El despliegue de la red se va a realizar en 2 fases. En la primera de ellas se debe dar cobertura a calles, parques y plazas del municipio, mientras que en la segunda fase se debe dar cobertura a la zona costera, es decir, a las zonas de playa y puerto.

En la siguiente figura, se puede observar un mapa aéreo más detallado de Llançà. En él, se especifican las 2 fases del proyecto, y se puede apreciar las zonas en las que se debe de facilitar la cobertura:



Figura 6.- Zonas de cobertura.

Las zonas de color naranja son las que se deben cubrir en la primera fase, y las zonas de color rojo son las que se deben cubrir en la segunda.

Por otra parte, se han numerado las zonas de cada una de las fases en función del número de usuarios que se prevé que se conecten. Las zonas marcadas con un 1 son aquellas zonas en las cuales se conectará un mayor número de usuarios, y las que están marcadas con un 4 se espera un menor número de conexiones.

Se calcula que para cada zona habrá un máximo de usuarios conectados:

| Zonas | Fase 1 | Fase 2 |
|-------|--------|--------|
| 1 | 250 | 250 |
| 2 | 200 | 125 |
| 3 | 125 | 100 |
| 4 | 100 | |

Tabla 7.- Usuarios por zonas.

La velocidad de conexión por usuario será de 256 Kbps, según se detalla en el Capítulo 2. Más adelante veremos el ancho de banda de red necesaria para cumplir con esta premisa (Capítulo 5).

Capítulo 4.

4. Infraestructura de la red

En este capítulo paso a detallar algunas características a tener en cuenta a la hora de establecer la red a implantar. Es una introducción al diseño o esquema de la red (ubicación y tipo de equipos) que veremos en el Capítulo 5.

4.1. Estándares inalámbricos

El acceso a Internet para el proyecto va a ser inalámbrico. Es una premisa debido a que es una tecnología cada día más utilizada por millones de usuarios. ¿Quién no ha ido a una cafetería y ha visto que hay conexión WiFi gratuita para sus clientes? Cada vez más entidades públicas y privadas ofrecen conexiones gratuitas a Internet sin cables. Como se puede observar, existen una serie de ventajas de estas redes frente a las cableadas:

- ❖ Permiten movilidad.
- ❖ Son flexibles, ideales para instalaciones temporales.
- ❖ Son fáciles de instalar.
- ❖ Permiten su integración con sistemas cableados.
- ❖ Son adecuadas para instalaciones en edificios de alto valor histórico donde hay restricciones a las obras que se hacen en el interior.
- ❖ Son adecuadas en grandes naves industriales donde las canaladuras de cableado pueden dificultar el paso de maquinaria.
- ❖ Pueden ser una vía alternativa en la red cableada, como sistema de seguridad.

Como se acaba de confirmar, este tipo de comunicación va cobrando importancia respecto al cable, aunque también existen algunas desventajas:

- ❖ Precio elevado, aunque cada vez hay menos diferencias.
- ❖ Poca velocidad, aunque hay tecnologías sin hilos que pueden competir con las técnicas cableadas de gran velocidad, como las que veremos en este documento.
- ❖ Sensibles a hornos microondas o cambios de humedad.

Después de hacer una pequeña introducción sobre la comunicación sin hilos, paso a comentar 2 estándares muy importantes en este tipo de tecnología.

4.1.1. IEEE 802.11

El estándar *IEEE 802.11* es una frecuencia de radio desarrollado por el IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), y la mayoría de los sistemas operativos lo soportan, así como muchos de los portátiles, celulares/móviles de última generación, consolas, impresoras y otros periféricos. Este protocolo fue creado en el año 1997 y existen varias clases de este estándar que se pueden ver a continuación.

802.11a

El IEEE creaba en 1997 el estándar *802.11* con velocidades de transmisión de 2Mb/seg, hasta que en 1999 desarrollaron el estándar *802.11a* que era una revisión del estándar original y que utiliza el mismo juego de protocolos de base que este. También llamado WiFi 5, el estándar *802.11a* opera en la banda de 5 GHz que está menos congestionada y utiliza la modulación OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing) con 52 subportadoras, lo que le infiere dos notables ventajas respecto al *802.11b*: incrementa la velocidad máxima de transferencia de datos por canal (de 11 Mbps a 54 Mbps) y aumenta el número de canales sin solapamiento.

Pero el uso de esta banda también tiene sus desventajas, puesto que restringe el uso de los equipos *802.11a* sólo a puntos en línea de vista, siendo necesario la instalación de un mayor número de puntos de acceso *802.11a* para cubrir la misma zona; debido a esto las ondas no pueden penetrar tan lejos como los del estándar *802.11b*, ya que estas son más fácilmente absorbidas por las paredes y otros objetos sólidos en su camino pues su longitud de onda es menor.

Características principales:

- ✚ Emite a una velocidad de 54 Mb/seg (megabytes por segundo)
- ✚ Volumen de información (Throughput) de 27 Mb/seg
- ✚ Banda de frecuencia de 5 GHz

802.11b

Uno de los más usados, desarrollado en 1999, es una extensión directa de la técnica de modulación definida en el estándar original *802.11*. Su espectacular incremento en throughput (volumen de información que fluye a través de las redes de datos) comparado con el estándar original junto con sustanciales reducciones de precios ha llevado a la rápida aceptación de *802.11b* como la tecnología inalámbrica LAN definitiva.

Como desventaja los dispositivos *802.11b* sufren interferencias de otros productos operando en la banda 2.4 GHz, como pueden ser hornos microondas, dispositivos Bluetooth, monitores de bebés y teléfonos inalámbricos. Por otro lado, los productos de estándar *802.11b* no son compatibles con los productos de estándar *802.11a* por operar en bandas de frecuencia distintas.

Características principales:

- ✚ Emite a una velocidad de 11 Mb/seg
- ✚ Volumen de información (Throughput) de 5 Mb/seg
- ✚ Banda de frecuencia de 2,4 GHz

802.11g

Desarrollado en 2003, el *802.11g* es el tercer estándar de modulación y la evolución del *802.11b*, es además el más usado en la actualidad. Los productos IEEE *802.11g* poseen un alto grado de compatibilidad con versiones anteriores pues trabaja en la banda de 2.4 GHz como *802.11b*, pero usa el mismo esquema de transmisión basado en OFDM como *802.11a*, utilizando 48 subportadoras.

802.11g fue rápidamente adoptado por los consumidores en Enero de 2003, antes de su ratificación en Junio, debido al deseo de velocidades de transmisión superiores y reducciones en los costes de fabricación. Para el verano de 2003, la mayoría de los productos de doble banda *802.11a/b* pasaron a ser dual-band/tri-mode (doble banda/tres modos), esto quiere decir que pueden funcionar en la banda de 2.4 GHz o de 5 GHz y en cualquiera de los tres modos aceptados por la IEEE: el *a*, *b* y *g*.

Como el estándar *802.11b*, los dispositivos de estándar *802.11g* les afectan las interferencias de otros productos operando en la banda de 2.4 GHz.

Características principales:

- ✚ Emite a una velocidad de 54 Mb/seg
- ✚ Volumen de información (Throughput) de 22 Mb/seg
- ✚ Banda de frecuencia de 2.4 GHz

802.11n

El estándar *802.11n* (todavía en desarrollo) es una ratificación que mejora los previos estándares *802.11* añadiendo la tecnología MIMO que son antenas Multiple-Input Multiple-Output, unión de interfaces de red (Channel Bonding), además de agregación de marco a la capa MAC.

- MIMO genera cuatro canales de tráfico simultáneos de 72.2 Mbps para enviar y recibir datos a través de la incorporación de varias antenas.
- Channel Bonding, también conocido como canal 40 MHz, puede usar simultáneamente dos canales separados no superpuestos de 20 MHz, lo que permite incrementar enormemente la velocidad de datos transmitidos.
- Uso simultáneo de las bandas de frecuencia de 2,4 GHz y de 5,4 GHz que hace que sea compatible con dispositivos basados en todas las ediciones anteriores de WiFi.

La velocidad real de transmisión se prevé que podría llegar a los 600 Mbps, que es 10 veces más rápida que bajo los estándares *802.11a* y *802.11g*, y cerca de 40 veces más rápida que bajo el estándar *802.11b*.

Se espera que *802.11n* se apruebe por la IEEE-SA RevCom en noviembre de 2009, aunque ya hay dispositivos que ofrecen de forma no oficial éste estándar.

Características principales:

- ✚ Emite a una velocidad de 600 Mb/seg
- ✚ Volumen de información (Throughput) de 144 Mb/seg
- ✚ Bandas de frecuencia: 2,4 GHz y 5 GHz

Por último, se adjuntan 2 tablas del estándar *802.11*. En la primera de ella se puede observar un resumen de lo comentado hasta ahora, aunque me gustaría añadir que actualmente la gran mayoría de los productos en el mercado europeo son *802.11g*.

| Estándar | Año | Tecnología y banda | Velocidad |
|----------|------|--------------------|------------|
| 802.11 | 1997 | Infrarrojo | 1 o 2 Mbps |
| | | FHSS 2,4 GHz | |
| | | DSSS 2,4 GHz | |
| 802.11b | 1999 | DSSS 2,4 GHz | 11 Mbps |
| 802.11a | 1999 | OFDM 5,8 GHz | 6-54 Mbps |
| 802.11g | 2003 | OFDM 2,4 GHz | 54 Mbps |

Tabla 8.- Estándares 802.11.

En la segunda tabla, se puede ver una comparativa de las prestaciones de los diferentes estándares a, b y g.

| | 802.11b | 802.11a | 802.11g |
|----------------------------|---------|---------|---------|
| Cobertura | X | | X |
| Consumo eléctrico | X | | X |
| Número de AP en un área | | X | |
| Velocidad | | X | X |
| Interferencias | | X | |
| Compatibilidad con 802.11b | | | X |

Tabla 9.- Prestaciones 802.11a/b/g.

4.1.2. IEEE 802.16

IEEE 802.16 es el nombre de un grupo de trabajo del comité IEEE 802 y el nombre se aplica igualmente a los trabajos publicados.

Se trata de una especificación para las redes de acceso metropolitanas inalámbricas de banda ancha fijas (no móvil) publicada inicialmente el 8 de abril de 2002. En esencia recoge el estándar de facto WiMax.

El estándar actual es el IEEE 802.16-2005, aprobado en 2005.

El estándar 802.16 ocupa el espectro de frecuencias ampliamente, usando las frecuencias desde 2 hasta 11 GHz para la comunicación de la última milla (de la estación base a los usuarios finales) y ocupando frecuencias entre 11 y 60 GHz para las comunicaciones con línea vista entre las estaciones bases.

WiMax, siglas de Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad mundial para acceso por microondas), es una norma de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 2,3 a 3,5 GHz.

Es una tecnología dentro de las conocidas como tecnologías de última milla, también conocidas como bucle local que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. El estándar que define esta tecnología es el IEEE

802.16. Una de sus ventajas es dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costos por usuario muy elevados (zonas rurales).

El único organismo habilitado para certificar el cumplimiento del estándar y la interoperabilidad entre equipamiento de distintos fabricantes es el WiMax Forum: todo equipamiento que no cuente con esta certificación, no puede garantizar su interoperabilidad con otros productos.

Existe otro tipo de equipamiento (no estándar) que utiliza frecuencia libre de licencia de 5,4 GHz, todos ellos para acceso fijo. Si bien en este caso se trata de equipamiento que en algunos casos también es inter operativo, entre distintos fabricantes (Pre WiMax, incluso 802.11a).

Existen planes para desarrollar perfiles de certificación y de interoperabilidad para equipos que cumplan el estándar IEEE 802.16e (lo que posibilitará movilidad), así como una solución completa para la estructura de red que integre tanto el acceso fijo como el móvil. Se prevé el desarrollo de perfiles para entorno móvil en las frecuencias con licencia en 2,3 y 2,5 GHz.

Actualmente se recogen dentro del estándar 802.16, las siguientes dos variantes:

Uno de acceso fijo, (802.16d), en el que se establece un enlace radio entre la estación base y un equipo de usuario situado en el domicilio del usuario. Para el entorno fijo, las velocidades teóricas máximas que se pueden obtener son de 70 Mbps con un ancho de banda de 20 MHz. Sin embargo, en entornos reales se han conseguido velocidades de 20 Mbps con radios de célula de hasta 6 Km., ancho de banda que es compartido por todos los usuarios de la célula.

Otro de movilidad completa (802.16e), que permite el desplazamiento del usuario de un modo similar al que se puede dar en GSM/UMTS, el móvil, aun no se encuentra desarrollado y actualmente compite con las tecnologías LTE, (basadas en femtocélulas, conectadas mediante cable), por ser la alternativa para las operadoras de telecomunicaciones que apuestan por los servicios en movilidad, este estándar, en su variante "no licenciado", compite con el WiFi IEEE 802.11n, ya que la mayoría de los portátiles y dispositivos móviles, empiezan a estar dotados de este tipo de conectividad (principalmente de la firma Intel).

En la actualidad en España existen despliegues comerciales en el estándar 802.16e, en concreto en la zona de Galicia y Asturias. Estos despliegues ya están operativos y dando servicios a cliente final bajo la marca "TNGO". En el sur de España, la empresa de telecomunicaciones y operadora Solis Multimedia S.L.U bajo la marca comercial WI-NET ofrece servicios de Voz y datos de hasta 20Mbps. Nostracom Telecomunicaciones, operador andaluz de telecomunicaciones, presta servicios de voz y datos hasta 10Mbps en las zonas rurales donde no existen alternativas o servicios muy limitados. En Granada, Málaga, Jaén y Córdoba, CableSur da servicios de telefonía y banda ancha simétrica o asimétrica con tecnología WiMax. En Valencia, Esystem ofrece en la actualidad servicio en tres poblaciones de la Ribera Alta. En Mallorca, WifiBaleares, operador de comunicaciones, ofrece conexiones de banda ancha de calidad en zona rural y urbana, así como llamadas a través de tecnología VoIP. En Colombia sólo el operador público de Internet UNE ofrece este servicio, a iguales costos que los operadores por cable módem ó ADSL pero con menor velocidad, por lo que su venta ha sido mucho menor. El estándar WiMax 2, conocido formalmente como 802.16m, ha sido el último en aparecer (año 2011). Desde

entonces los ISP empezaron a desplegar el estándar de manera comercial en este mismo año (2012), cuando operadoras como AT&T y T-Mobile empezarán a ofrecer servicios LTE, la tecnología rival en 4G, en Estados Unidos.

Desde el WiMax Forum afirman que *802.16m* es significativamente más rápido que su predecesor y que uno de sus objetivos es que la velocidad de descarga alcance los 100Mbps. En comparación la oferta WiMax que debutó comercialmente en 2008 ofrece velocidades de descarga de entre 3,7Mbps y 5Mbps.

Como características principales se pueden destacar las siguientes:

- ✚ Distancias de hasta 80 kilómetros, con antenas muy direccionales y de alta ganancia.
- ✚ Velocidades de hasta 75 Mbps, 35+35 Mbps, siempre que el espectro esté completamente limpio.
- ✚ Facilidades para añadir más canales, dependiendo de la regulación de cada país.
- ✚ Anchos de banda configurables y no cerrados, sujetos a la relación de espectro.
- ✚ Permite dividir el canal de comunicación en pequeñas subportadoras (dos tipos: guardias y datos).
- ✚ Permite calidad de servicio (QoS).

Para concluir con este punto, paso a describir la evolución del estándar 802.16 en la siguiente tabla:

| Estándar | Descripción |
|----------|---|
| 802.16 | Utiliza espectro licenciado en el rango de 10 a 66 GHz, necesita línea de visión directa, con una capacidad de hasta 134 Mbps en celdas de 2 a 5 millas (3 a 7,5 Km.). Soporta calidad de servicio. Publicado en 2002 |
| 802.16a | Ampliación del estándar 802.16 hacia bandas de 2 a 11 GHz, con sistemas NLOS y LOS, y protocolo PTP y PTMP. Publicado en abril de 2003 |
| 802.16c | Ampliación del estándar 802.16 para definir las características y especificaciones en la banda de 10-66 GHz. Publicado en enero de 2003 |
| 802.16d | Revisión del 802.16 y 802.16a para añadir los perfiles aprobados por el WiMAX Forum. Aprobado como 802.16-2004 en junio de 2004 (La última versión del estándar) |
| 802.16e | Extensión del 802.16 que incluye la conexión de banda ancha nómada para elementos portátiles del estilo de los notebooks. Publicado en diciembre de 2005 |
| 802.16m | Extensión del 802.16 que entrega datos a velocidad de 1 Gbit/s en reposo y 100 Mbit/s en movimiento. |

Tabla 10.- Evolución estándar 802.16.

Para la implantación de este proyecto utilizaremos los 2 estándares. El estándar *802.16* lo utilizaremos para la conexión entre la EB y los diferentes CPE. Para la conexión de los usuarios a Internet (CPE-WiFi), se utilizará el estándar *802.11*, es decir, será vía WiFi que es compatible con los terminales de los usuarios finales.

Los motivos de la elección para que la transmisión desde la EB hasta los diferentes CPE sea por enlaces WiMax frente a WiFi son los siguientes:

- ❖ Mayor alcance de cobertura
- ❖ Mayor velocidad de conexión

Mientras que la cobertura en un sistema tipo WiFi va de los 50 a los 100 metros, con la tecnología WiMax se alcanza de 40 a 100 kilómetros. Esto permite extender el alcance de Internet inalámbrico a situaciones geográficas donde es complicado o imposible realizar un cableado convencional, como es en nuestro caso.

Con respecto a la velocidad de conexión, mientras que con WiFi se tiene una velocidad teórica de 56 Mbps como velocidad máxima, la tecnología WiMax alcanza 128 Mbps de velocidad teórica.

Junto con estos 2 puntos se encuentra el mayor ancho de banda, lo que permite transmitir para varios equipos o estaciones conectadas y ejecutando más de un servicio en forma simultánea.

Otro aspecto que se ha tenido en cuenta ha sido el precio. Al ser de banda libre no hay que pagar por el espectro utilizado, lo cual para este proyecto es una gran ventaja.

4.2. Tipos de antenas

Una antena es un dispositivo cuya misión es difundir y/o recoger ondas radioeléctricas. Las antenas convierten las señales eléctricas en ondas electromagnéticas y viceversa.

Existen antenas de distintos tipos, pero todas ellas cumplen la misma misión, servir de emisor-receptor de una señal de radio. Cuando la comunicación fluye en ambas direcciones, se denomina bidireccional. Si dicha comunicación no se efectúa simultáneamente, sino alternativamente, se denomina comunicación semiduplex. Todas las comunicaciones dentro del ámbito WiFi son bidireccionales semiduplex.

Elegir el tipo de antena adecuado será determinante para que el sistema pueda rendir de una forma óptima, según las especificaciones del fabricante. Podemos diferenciar 3 tipos de antenas que podrían utilizarse en nuestro caso.

4.2.1. Sectoriales

Son la mezcla de las antenas direccionales y las omnidireccionales. Las antenas sectoriales emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional. De igual modo, su alcance es mayor que una omnidireccional y menor que una direccional. Para tener una cobertura de 360° (como una antena omnidireccional) y un largo alcance (como una antena direccional) deberemos instalar, tres antenas sectoriales de 120° ó 4 antenas sectoriales de 80°. Este sistema de 360° con sectoriales se denomina "Array". Las antenas sectoriales suelen ser más costosas que las antenas direccionales u omnidireccionales.

Al igual que las antenas omnidireccionales, su uso es para conexiones punto a multipunto. Estas sin embargo solo emiten en una dirección. La ganancia de estas antenas es mejor que las omnidireccionales (aproximadamente 22 dBi), y permiten orientarlas hacia la dirección que mas interesa.



Figura 11.- Antena sectorial.

4.2.2. Omnidireccionales

Orientan la señal en todas direcciones con un haz amplio pero de corto alcance. Si una antena direccional sería como un foco, una antena omnidireccional sería como una bombilla emitiendo luz en todas direcciones con menor alcance.

Las antenas Omnidireccionales “envían” la información teóricamente a los 360 grados por lo que es posible establecer comunicación independientemente del punto en el que se esté, ya que no requieren orientarlas. En contrapartida, el alcance de estas antenas es menor que el de las antenas direccionales.

Se suelen colocar en espacios abiertos para emisión todas las direcciones. También se usan en espacios cerrados. En caso de colocarlas en el exterior es conveniente colocarle un filtro de saltos de tensión, para evitar problemas con tormentas eléctricas. Son baratas, fáciles de instalar y duraderas. Su ganancia está en torno a los 15 dBi.



Figura 12.- Antena omnidireccional.

4.2.3. Direccionales

Orientan la señal en una dirección muy determinada con un haz estrecho pero de largo alcance, actúa de forma parecida a un foco de luz que emite un haz concreto y estrecho pero de forma intensa (más alcance). Generalmente el haz o apertura y el alcance son inversamente proporcionales, esto es a mayor apertura menos alcance y a menor apertura más alcance. El alcance de una antena direccional viene determinado por una combinación de los dBi de ganancia de la antena, la potencia de

emisión del punto de acceso emisor y la sensibilidad de recepción del punto de acceso receptor.

En nuestro caso, las antenas direccionales tendrían un aspecto de panel y tienen una ganancia de hasta 24 dBi.



Figura 13.- Antena direccional.

Los 3 tipos de antenas podrán ser utilizadas en el proyecto, dependiendo de la comunicación de los AP y de la zona a cubrir. Ya veremos que según situación de los diferentes equipos, como la EB, CPE y AP se utilizarán unas u otras. A esta altura del proyecto, si puedo adelantar que las antenas utilizadas entre la EB y los CPE serán sectoriales, aunque sean un poco más caras que las Omnidireccionales, conseguiremos una mejor señal y aseguraremos una mayor calidad al servicio.

Las antenas Omnidireccionales la utilizaremos en los AP, ya que tampoco es necesaria una potencia muy elevada para llegar a los usuarios, debido a que habrá suficientes AP para llegar a los usuarios fijados en el capítulo anterior.

4.3. Topología de la red

Se puede definir como topología a la disposición lógica o a la disposición física de una red. Nos centraremos en estudiar los 3 tipos de topología que más se ajustan para este proyecto y elegiremos la que más se ajuste a nuestras necesidades para que el sistema rinda de la forma más óptima posible.

4.3.1. Punto a punto

En una red punto a punto, los dispositivos en red actúan como socios iguales, o pares entre sí. Podemos conseguir enlaces punto a punto entre 20 Mbps y 300 Mbps a distancias de 2 Km. (visión directa).

Como pares, cada dispositivo puede tomar el rol de esclavo o la función de maestro. En un momento, el dispositivo A, por ejemplo, puede hacer una petición de un mensaje/dato del dispositivo B, y este es el que le responde enviando el mensaje/dato al dispositivo A. El dispositivo A funciona como esclavo, mientras que B funciona como maestro. Un momento después los dispositivos A y B pueden revertir los roles: B, como esclavo, hace una solicitud a A, y A, como maestro, responde a la solicitud de B. A y B permanecen en una relación recíproca o par entre ellos.

Las redes punto a punto son relativamente fáciles de instalar y operar. A medida que las redes crecen, las relaciones punto a punto se vuelven más difíciles de coordinar y operar. Su eficiencia decrece rápidamente a medida que la cantidad de dispositivos en la red aumenta.

Los enlaces que interconectan los nodos de una red punto a punto se pueden clasificar en tres tipos según el sentido de las comunicaciones que transportan:

- **Simplex:** la transacción sólo se efectúa en un solo sentido.
- **Half-dúplex:** la transacción se realiza en ambos sentidos, pero de forma alternativa, es decir solo uno puede transmitir en un momento dado, no pudiendo transmitir los dos al mismo tiempo.
- **Full-Dúplex:** la transacción se puede llevar a cabo en ambos sentidos simultáneamente.

Cuando la velocidad de los enlaces Semi-dúplex y Dúplex es la misma en ambos sentidos, se dice que es un enlace simétrico, en caso contrario se dice que es un enlace asimétrico.

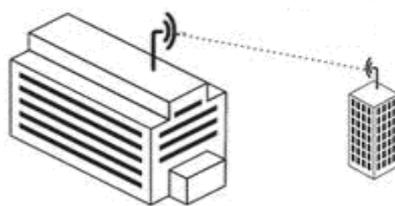


Figura 14.- Red punto a punto.

4.3.2. Punto a multipunto

En un enlace punto a multipunto, existe un punto central que se comunica con varios otros puntos remotos. Generalmente esto implica que la comunicación es solamente entre el punto central y los remotos, y de éstos hacia el central; no existe comunicación entre los remotos.

En enlaces punto a multipunto disponemos de antenas sectoriales en la EB (en el enlace ascendente) donde cada sector apunta a una unidad de usuario. Las unidades de usuario disponen de antenas directivas.

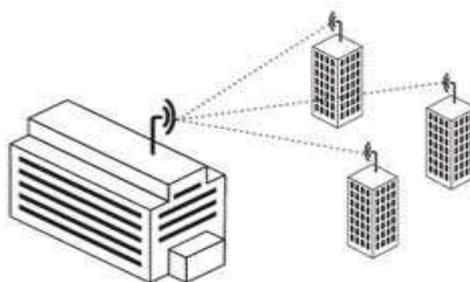


Figura 15.- Red punto a multipunto.

4.3.3. Malla

Las redes inalámbricas malladas, redes acopladas, o redes de malla inalámbricas de infraestructura, para definir las de una forma sencilla, son aquellas redes en las que se mezclan las dos topologías de las redes inalámbricas, la topología Ad-hoc y la topología infraestructura. Básicamente son redes con topología de infraestructura pero que permiten unirse a la red a dispositivos que a pesar de estar fuera del rango de cobertura de los puntos de acceso están dentro del rango de cobertura de alguna tarjeta de red (TR) que directamente o indirectamente está dentro del rango de cobertura de un punto de acceso.

Permiten que las tarjetas de red se comuniquen entre sí, independientemente del punto de acceso. Esto quiere decir que los dispositivos que actúan como tarjeta de red pueden no mandar directamente sus paquetes al punto de acceso sino que pueden pasárselos a otras tarjetas de red para que lleguen a su destino.

Para que esto sea posible es necesario el contar con un protocolo de enrutamiento que permita transmitir la información hasta su destino con el mínimo número de saltos (Hops en inglés) o con un número que aun no siendo el mínimo sea suficientemente bueno. Es resistente a fallos, pues la caída de un solo nodo no implica la caída de toda la red.

La tecnología mallada siempre depende de otras tecnologías complementarias, para el establecimiento de backhaul debido a que los saltos entre nodos, provoca retardos que se van añadiendo uno tras otro, de forma que los servicios sensibles al retardo, como la telefonía IP, no sean viables.

La utilización de WiMax 5,4 GHz puede ser una solución de backhaul, aceptable para fortalecer el alcance de la red mallada, pero en muchos casos supone la renuncia a la banda 5,4 GHz para dar accesos a usuarios.

Utilizando tecnologías licenciadas (por ejemplo 802.16, en la banda de 3,5 GHz), para la creación del backhaul, es posible ofrecer accesos a los usuarios en 2,4 GHz y en 5,4 GHz. Esto posibilita que los usuarios dispongan del 80% más de canales libres, aumentando el número de usuarios concurrentes en un 60-80%.

A modo de ejemplo podemos ver la estructura de una red inalámbrica mallada. Se puede ver que cada nodo establece una comunicación con todos los demás nodos.

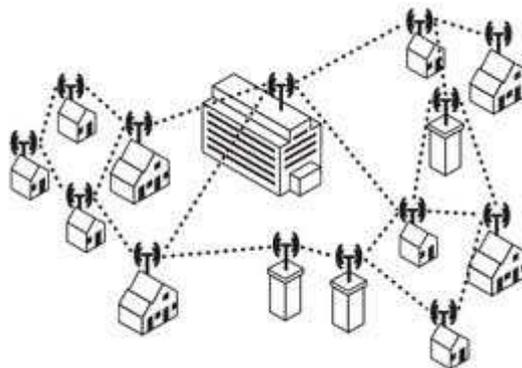


Figura 16.- Red mallada.

Para el tipo de red que se va a implantar, dentro de las 3 topologías vistas en este punto, se descarta la red mallada debido a que su uso no garantiza que se ofrezca QoS (Quality of Service) debido a que existirían retrasos en las conexiones. Este tipo de topología encarecería el coste de la red y debido al servicio para el cual está destinada la red, pienso que no es la mejor opción.

Una red punto a punto también se descarta, porque en este caso no se realiza una conexión entre 2 puntos. Utiliza un mayor ancho de banda pero este no es el caso.

Habiendo descartado estas 2 tipos de redes, se da por hecho que la red utilizada es punto a multipunto porque la cobertura que ofrece es mayor debido a que se utilizan menos AP, por lo que además, su coste es menor respecto a las otras 2 topologías.

4.4. Gestión de la red

Para la gestión de la red se instalará el equipo del fabricante Alvarion (BreezeMAX Wi2 Controller) que permite realizar operaciones de forma local o remota sobre los diferentes puntos de acceso (se ve en detalle en el próximo capítulo). De esta manera podemos tener todos los AP de la red gestionados en todo momento. Es muy importante disponer en todo momento la red gestionada y conocer el comportamiento a tiempo real de los equipos. Se entrará un poco más a fondo en los próximos capítulos.

4.5. Mantenimiento de la red

En toda red es necesario realizar un mantenimiento de la misma. Esto puede evitar averías que puedan afectar al servicio y originen un alto coste para la reparación del problema. Para ello, hay que programar una serie de acciones en lo relativo al mantenimiento de la red:

- ❖ **Mantenimiento preventivo:** se fijan unas tareas a realizar de forma periódica, ya sea diaria, semanal o mensual para confirmar que la red se mantiene en los valores determinados según la verificación y puesta en marcha de la misma. Será muy importante controlar la temperatura de los equipos, potencias en los diferentes equipos, por ejemplo, para los AP se puede utilizar el equipo de gestión instalado e indicado en el apartado anterior. Otros ejemplos pueden ser la realización de backup del servidor y la revisión estado de cableado, potencia emitida, orientación de antenas, etc. de la EB.
- ❖ **Mantenimiento correctivo:** el personal técnico responsable del mantenimiento de la red debe estar preparado para solventar cualquier avería no prevista y dar una solución a la mayor brevedad para afectar al servicio lo menos posible.

4.6. QoS

Podemos definir la calidad de servicio (QoS) como el conjunto de requisitos que ha de tener un determinado flujo de datos.

La calidad de servicio está estrechamente ligada al control de la congestión. Cualquier técnica que mejore la congestión mejorará la calidad de servicio. Las principales técnicas para mejorar la calidad de servicio son las siguientes:

- La planificación para tratar los flujos de entrada y salida adecuadamente.
- El control del tráfico.
- La reserva de recursos.
- El control de admisión de los diferentes flujos.

Para que una red pueda ofrecer el manejo de QoS es necesario que todos los nodos o puntos de interconexión por los que viaje el paquete de información, posean mecanismos de QoS que ofrezcan un desempeño adecuado a la aplicación en cuestión. Los puntos de interconexión por los que pasa la información son los enrutadores, conmutadores, incluso los puntos de acceso al servicio (SAPs, Service Access Points) entre las capas del modelo de comunicación que se use. Cuando se establece una conexión con un nivel de QoS especificado, los parámetros de éste se traducen y negocian entre los diferentes subsistemas involucrados. Solamente cuando todos los subsistemas han llegado a acuerdos y pueden otorgar garantías respecto a los parámetros especificados, será cuando se cumplan los requerimientos de QoS de extremo a extremo. En este proyecto todos los equipos instalados cumplen con garantías todos estos requerimientos y ofrecen QoS, como se podrá comprobar en próximos capítulos del documento.

Capítulo 5.

5. Esquema de la red

En este capítulo se pasa a detallar los equipos elegidos para la red, así como su ubicación. Además, se realiza un diseño de la red que se puede ver en el apartado 5.2. Lo visto en los anteriores capítulos ha sido un preámbulo de lo que se pasa a ejecutar en éste. Previo a comenzar a ver los equipos escogidos y sus diferentes ubicaciones, se muestra un ejemplo del esquema de la red.

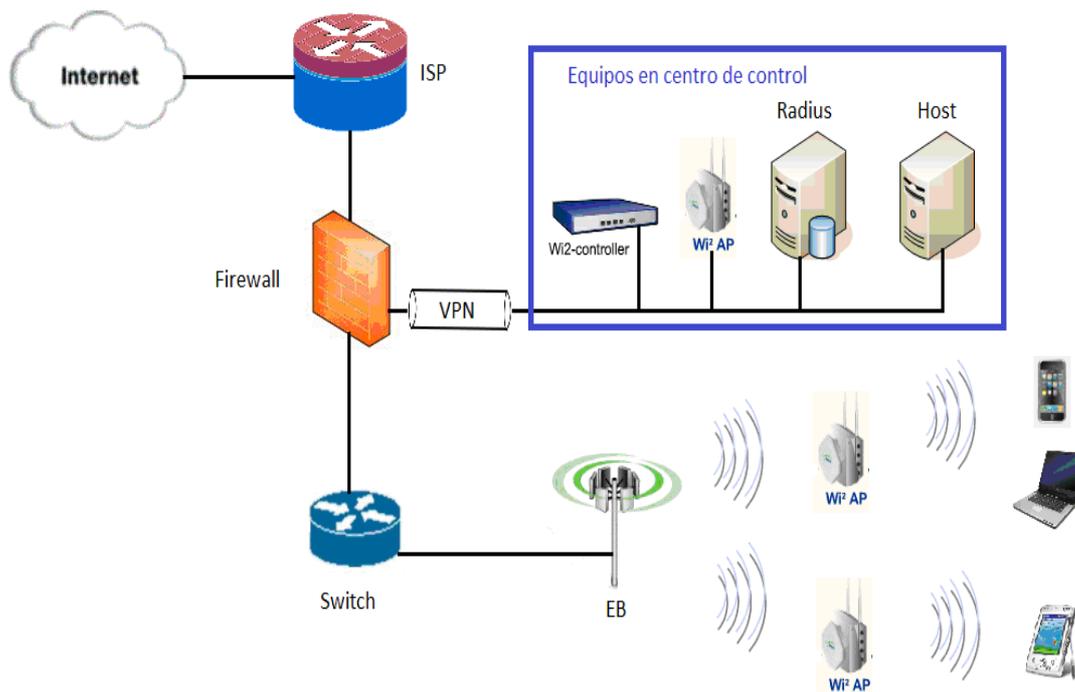


Figura 17.- Esquema Red

Antes de pasar a detallar los equipos elegidos, podemos ver en el esquema de red que la conexión a Internet, que después se reparte por el municipio por red inalámbrica, es a través de una conexión con un proveedor de servicios de Internet o ISP (MoviStar). La conexión utilizada es mediante una conexión de fibra, ya que permite una mayor velocidad y mayor calidad de la red. Otras opciones como conexión por satélite se han descartado, por encarecer demasiado el presupuesto final del proyecto.

Dicha conexión se realizará mediante un enlace físico de 1 GB, aunque realmente se tendrá configurado un 350 Mbps para dar acceso a todos los usuarios (PVP: 7000 Euros/mes). Se alquila 1 GB por el crecimiento vegetativo que pueda generarse en un futuro, así de esta forma se puede decir que se dispone de una red escalable. De este modo, se garantiza para cada conexión una velocidad de conexión de 256 Kbps. En el punto 5.2.2 se entrará más en detalle. Por último, la forma de financiar el proyecto debe ser estudiada por el Ayuntamiento (visto en el Capítulo 2).

5.1. Equipos elegidos

5.1.1. Estación Base (BreezeMAX Extreme 5000)

Como he comentado en ocasiones anteriores a este apartado, el equipo utilizado se basa en el estándar 802.16 (WiMax). El fabricante elegido ha sido Alvarion, y más en concreto el modelo BreezeMAX Extreme 5000. Es un equipo bastante utilizado en otros proyectos similares para la implantación de redes wireless en otros Ayuntamientos, por lo tanto, basándome en la funcionabilidad de este fabricante se ha seleccionado frente a otros como Cisco.

Este modelo presenta las siguientes características:

➤ **Frecuencia de 5 GHz exento de licencia de Mercado**

BreezeMAX Extreme 5000 trae de clase portadora, la tecnología estandarizada al mercado exento de licencia que proporciona una calidad de WiMax de servicio (QoS) y una mayor cobertura y capacidad. BreezeMAX Extreme 5000 está diseñada para apoyar la interoperabilidad y la certificación y cumple con WiMax Forum en lo relativo, lo que permite beneficiarse de los ecosistemas para WiMax 16e de economía de escala.

➤ **Todo en uno**

Esta solución todo en uno integra la estación base, antena, Gateway ASN y receptor GPS para proporcionar una solución al aire libre que es fácil de implementar en las torres de comunicación, tejados y postes de la calle.

➤ **Mejor prestación y rápida creación de servicios Triple Play**

Con calidad de servicio inherente a WiMax BreezeMAX Extreme 5000 permite el soporte simultáneo de varias aplicaciones que utilizan el servicio, la diferenciación en tiempo real de triple play (voz, vídeo y datos) y aplicaciones que no son en tiempo real, que podrían implantarse en un futuro en el municipio.

Las especificaciones técnicas del equipo se pueden observar en el Anexo de este documento, aunque podemos ver algunas en la siguiente tabla:

| | |
|-------------------------------------|--|
| Frecuencias de trabajo | 4.9 GHz 4900-5350 MHz 5.4 GHz 5470-5950 MHz |
| Ancho de banda de canales | 5MHz, 10MHz, 2x10 MHz |
| Potencia de Transmisión | 21 dBm |
| Ganancia de antena integrada | 14,5 dBi |
| Interfaz de datos | 10/100 Mbps, half/full duplex with negotiation |
| Condiciones ambientales | Temperatura: de -40°C hasta -55°C Humedad: 5%-95% |

Tabla 18.- Características BreezeMAX5000

La estación base se montará en la central de MoviStar situada en C/La Selva, 7. Se ha elegido esta opción debido a que realizando la instalación de la EB como coubicación se reducen costes en la creación de la red. Al alcanzar este acuerdo con la compañía se fijan una serie de servicios tales como:

- ❖ Alquiler de espacio suficiente para instalación de equipos
- ❖ Aseguramiento de ancho de banda de acceso a red troncal
- ❖ Alquiler equipos como uso del mástil para instalación de unidades exteriores y antenas

La parte de las antenas exteriores se montarán en una torre con una altura suficiente para poder asegurar la visibilidad con los CPE ubicados en los diferentes puntos del municipio, y así evitar posibles interferencias con algunos edificios. Esta torre ya está instalada por MoviStar por lo que nos ahorramos su coste.

Posteriormente, se deben colocar los diferentes sectores (5 en total) y antenas, es decir, instalar las unidades BreezeMAX5000 orientadas con la mejor visibilidad hacia los AP que se deben instalar. Las antenas a instalar deben ser sectoriales, ya que proporcionan una cobertura amplia, que es lo mejor para llegar a todos los AP a instalar. En la siguiente figura se muestra un ejemplo:



Figura 19.- Instalación ant. sectoriales

Una vez orientadas las unidades, falta realizar la conexión con la parte interna de la EB. Para ello se realizará una tirada de cable Ethernet por cada unidad instalada. Las conexiones entre las unidades exteriores y el interior deben de realizarse con cableado que nos asegure unas garantías, como son aislar las diferentes condiciones meteorológicas en la parte exterior.

Además, por cada unidad instalada en el exterior hay que tirar un cable de alimentación de continua. Los equipos conectados deben tener respaldo de energía, y para ello se realizará una conexión al SAI de la propia central de MoviStar.

En la parte interior de la estación base se instalará un rack donde se ubicarán los equipos Swtich, Firewall, y los adaptadores de alimentación de las antenas. Mediante un túnel VPN se realizará la conexión entre el Firewall y el equipo RADIUS situado en el centro de control asignado en el proyecto, que es el Ayuntamiento.

5.1.2. Puntos de Acceso (BreezeMAX Wi²)

Los diferentes AP instalados por los distintos puntos de la ciudad, pertenecen al mismo fabricante que la EB, es decir, Alvarion. El modelo escogido ha sido BreezeMAX Wi² debido entre otras cosas, a que se conecta por WiMax a la EB y da señal WiFi a los usuarios sin necesidad de instalar más equipos. Para tener algo más claro cómo es el funcionamiento del equipo, adjunto figura donde se puede ver con más detalle:



Figura 20.- BreezeMAX Wi²

BreezeMAX Wi² integra un punto de acceso WiFi para exteriores con un equipo terminal de abonado (CPE) WiMax. El equipo puede ser instalado en casi cualquier lugar, suministrando acceso de banda ancha a dispositivos de usuarios WiFi (802.11b/g).

Para la instalación del equipo únicamente es necesario una conexión a una fuente CA o CC. Es fácil de instalar. Ofrece un alto rendimiento y unas amplias características de seguridad y QoS, ideal para implantar en el municipio.

A continuación podemos destacar algunas de las características del equipo Wi² (ver especificaciones completas en Anexo):

| | |
|--------------------------------|--|
| Velocidades de datos | 802.11g hasta 54 Mbps por canal 802.11b hasta 11 Mbps por canal |
| Máximo de canales | 13 |
| Máximo de clientes | 128 |
| Frecuencia de trabajo | 2.4-2.4835 GHz |
| Atenuación de antena | 2x8 dBi |
| Potencia de Transmisión | 802.11g: 18 dBm para 54 Mbps de velocidad 802.11b: 20 dBm para 11 Mbps de velocidad |
| Condiciones ambientales | Temperatura: de -40°C hasta 60°C Humedad: 5-95% |

Tabla 21.- Características Wi²

Como características mas destacadas del CPE (Unidad Exterior):

| | |
|-------------------------------------|---------------|
| Frecuencia de trabajo | 4900-5950 MHz |
| Ganancia de antena integrada | 16 dBi |
| Potencia de Transmisión | 20 dBm |
| Ancho de banda de canal | 5-10 MHz |
| Velocidad de datos | 54 Mbps |

Tabla 22.- Características CPE

Los AP se deben montar sobre diferentes elementos de la vía pública como pueden ser semáforos o en el alumbrado público, que facilitan el montaje por 2 motivos, como pueden ser la fácil instalación debido a que sólo hay que orientar el equipo hacia la EB en el punto deseado (altura), y que ya cuenta con conexión de alimentación para poder dar energía al equipo. Podemos ver algún ejemplo tomado de otras redes ya implantadas:



Figura 23.-Ejemplo instalación AP

Por último, se montará un punto de acceso en el centro de control (Ayuntamiento) sin conexión inalámbrica, es decir, se realizará una tirada de cable Ethernet el cual será suficiente para el funcionamiento correcto de los equipos.

Todos los AP tendrían antenas omnidireccionales conectadas. Se ha elegido esta opción para estos equipos ya que tampoco necesitamos un gran alcance porque se instalarán otros AP y no quedarán zonas entre ellos sin cubrir.

Para los CPE las antenas a instalar son direccionales. Se debe esta elección a que necesitamos que la señal entre la EB y el CPE sea lo mejor posible. Se debe asegurar que la visión entre EB y CPE sea directa, para que la señal obtenida sea la mejor posible.

5.1.3. Otros equipos

5.1.3.1. BreezeMAX Wi² Controller

Wi2 Controller permite gestionar puntos de acceso, desde una consola de forma local o remota, y proporciona un sistema centralizado de gestión de red donde permita realizar autenticación, política de seguridad, control de acceso, creación de QoS, control de ancho de banda por usuario, etc. Hay varios modelos, y cada uno de ellos tiene una serie de limitaciones, las cuales podemos ver en la siguiente tabla:

| Model | Number APs | Maximum users | Concurrent Visitors |
|--------------|------------|---------------|---------------------|
| Wi2-CTRL-10 | 10 | 2,540 | 100 |
| Wi2-CTRL-40 | 40 | 10,160 | 500 |
| Wi2-CTRL-200 | 200 | 50,800 | 2,000 |

Tabla 24.- Comparativa Wi² Controller

Para nuestro proyecto se ha seleccionado el modelo Wi2-CTRL-10. En total los AP a instalar son 10, entonces este equipo es suficiente. Si la red se ampliase alguna vez se tendría que cambiar por el modelo superior al seleccionado. Para este proyecto no se cree necesario instalarlo porque el coste sería algo mayor y no hay necesidad de incrementar el gasto.

5.1.3.2. Servidor (IBM BladeCenter HS23)

El equipo elegido es el modelo de IBM BladeCenter HS23, el cual se montará con sistema operativo Windows 2008 y configurado como servidor de autenticación Radius, de esta forma se puede autenticar de una forma única y centralizada a los diferentes usuarios que deseen acceder a la red, en vez de almacenar los usuarios en los diferentes AP.

Como características podemos destacar:

- 16 ranuras DIMM ultrarrápidas a 1600MHz
- RAID-1
- 10 GbE Virtual Fabric integrado para mejorar los entornos virtuales
- El procesador Intel® Xeon® de la familia de productos E5-2600 admite hasta 8 cores para obtener un rendimiento de procesamiento superior al de la generación anterior de procesadores de cores dobles y cuádruples
- Opción de elegir unidades de intercambio en caliente para que encajen con los requisitos específicos de capacidad, rendimiento, coste y fiabilidad
- Hasta 256 GB a 1333 MHz (asumiendo DIMM de 16 GB), 16 DIMM; Double Data Rate (DDR)3 con detección y corrección de errores (ECC) de perfil muy bajo (VLP), a 1333 o 1600 MHz
- Almacenamiento de hasta 2 TB

Para la implantación de la red, se ha escogido esta opción porque, como se ha visto, nos ofrece grandes prestaciones como una alta velocidad de trabajo, sistema de RAID-1, para en caso de avería de alguno de los 2 discos duros poder cambiarlo afectando lo menos posible al funcionamiento de la red.

5.1.3.3. Firewall (Check Point 12600 Appliances)

El firewall se va a encargar de controlar todo el tráfico saliente y entrante de la red. Por ello es muy importante contar un equipo de última generación. De varios fabricantes se ha elegido el modelo Check Point 12600 Appliances. Check Point Software Technologies Ltd. (www.checkpoint.com), que es referente mundial de seguridad en Internet. Ofrece soluciones de seguridad total caracterizadas por un Gateway unificado, agente único endpoint y una única plataforma de seguridad unificada, adaptables para cumplir las necesidades de negocio más dinámicas. Esta combinación es única y es el resultado de su consolidado liderazgo e innovación en los mercados de firewall corporativo, firewall personal, seguridad del dato y VPN. Como características más reseñables puedo destacar:

- **Seguridad completa e integrada**

Los equipos 12600 Appliances están próximos a la generación de Gateways de seguridad diseñados para aumentar el rendimiento de los blades de software de Check Point.

- **Red flexible y de alta capacidad**

Soporta hasta 26 puertos 10/100/1000 Base-T, o hasta 12 puertos 1000Base-F SFP/10Gbase-F puertos SFP +, a través de tres ranuras de expansión. Están diseñados para ser desplegados en cualquier entorno de red.

- **Alta disponibilidad y capacidad de servicio**

Los 12600 Appliances están equipados con fuentes de alimentación redundantes y unidades de disco para ofrecer centro de datos de rendimiento a nivel de la disponibilidad y capacidad de servicio.

- **Integrado con la Extensible Software Blade Architecture**

Como parte integral de la oferta de seguridad de Check Point 3D, cada equipo se suministra con un grupo preseleccionado de hojas Check Point Software, incluyendo firewall, IPSec VPN, IPS, acceso móvil y más, para proporcionar una solución de seguridad para un despliegue rápido.

- **Implementación simplificada y gestión**

Cada aparato ofrece la gestión local, con un asistente para facilitar la configuración inicial. Administración opcional basada en Web y las capacidades de gestión central a través de Check Point Security Management Software Blades también están disponibles para asegurar una gestión rápida, fácil y seguro desde cualquier punto de la red.

Las especificaciones técnicas se pueden ver el Anexo.

5.1.3.4. Switch (D-Link DES-1228)

El switch se utilizará como equipo de interconexión entre los diferentes equipos emisores de la EB y el firewall. Desde el switch se crearán las redes virtuales necesarias, entre otras cosas para evitar sobrecargas de la red.

El switch utilizado será del fabricante D-Link, y concretamente se trata del modelo DGS-3200-24. Como en los demás equipos vistos hasta ahora, pasaré a detallar algunas de las características principales, aunque todas las especificaciones técnicas se pueden ver en el Anexo.

- 20 puertos Ethernet 10/100Base-TX
4 puertos combo Gigabit 10/100/1000Base-T/SFP
- Capacidad de conmutación: 48 Gbps
Fuente de alimentación redundante opcional
- Listas de control de acceso (ACL) multicapa de nivel 2/3/4
Soporte de autenticación RADIUS/TACACS+ externa
- Segmentación del tráfico
- Interfaz gráfica de usuario basada en Web (soporta IPv4/IPv6).

5.1.3.5. BreezeMAX USB 250

Este equipo se ha escogido para los técnicos encargados de controlar la red. Es un módem USB WiMax de fácil conexión (Plug&Play). Normalmente deben realizar pruebas o bien solventar posibles averías en diferentes puntos de la red, y si no disponen de cobertura, por ejemplo, porque el AP está averiado, deben conectarse a la red para confirmar que los demás equipos (EB, antenas, etc.) funcionan correctamente. Se estima que son necesarias 10 unidades, las cuales 3 de ellas son para técnicos de campo, 1 para el centro de control, 1 para backup por si alguna de las anteriores unidades no funciona o bien se extravía, y 5 para centros públicos como la Biblioteca, etc. Se adjuntan algunas de las características del equipo:

| | |
|--------------------------------|---|
| Frecuencia | 2.3 GHz – 2300~2400 MHz 2.5 GHz – 2496~2690 MHz 3.5 GHz – 3400~3600 MHz |
| Tipo de antena | Omnidireccional |
| Potencia de Transmisión | 23 dBm |
| Ganancia de antena | 2 dBi |
| Condiciones ambientales | Temperatura: de 0°C hasta 40°C Humedad: hasta 90% |

Tabla 25.- Características BMAX USB250

5.2. Ubicación equipos

Para la ubicación de los equipos como son la EB y los CPE+AP, se ha utilizado el programa gratuito Radio Mobile y de esta manera se intenta conseguir un funcionamiento óptimo de la red, teniendo todos los detalles calculados (potencias, distancias, atenuaciones, etc.). Antes de pasar a detallar la ubicación exacta de cada equipo, pasaré a explicar en qué consiste el software con el que se va a realizar la simulación del funcionamiento de la red.

Radio Mobile

"Radio Mobile" es un programa creado en 1998 y mantenido desde entonces por el ingeniero y radioaficionado canadiense Roger Coudé (VE2DBE), que utiliza datos digitales de elevación del terreno para generar un perfil del trayecto entre un emisor y un receptor. Estos datos, junto a otros relativos al entorno y a las características técnicas de los transceptores, sirven para alimentar un modelo de propagación de las

ondas de radio conocido como "Irregular Terrain Model", basado en el algoritmo de Longley-Rice e integrado en el propio programa, que permite determinar el área de cobertura de un sistema de radiocomunicaciones que trabaje en una frecuencia comprendida entre los 20 y los 20.000 MHz.

La misión SRTM de la NASA se realizó en febrero del año 2000 y tuvo una duración de 11 días, durante los cuales se acoplaron dos antenas de radar especiales al transbordador espacial Endeavour. Siguiendo una trayectoria perfectamente calculada, el transbordador orbitó alrededor de la Tierra emitiendo señales con su radar de apertura sintética y recogiendo sus ecos. Mediante técnicas de interferometría, la combinación de los ecos radar recogidos para cada punto de medición permite obtener la altitud del terreno. Los datos fueron procesados por el Jet Propulsion Laboratory (JPL) del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) para elaborar un modelo digital del terreno, cuya distribución final al público se realiza gratuitamente a través de la Inspección Geológica de los Estados Unidos (US Geological Survey).

El cálculo de los radioenlaces se plasma en un mapa de cobertura, que utiliza tres elementos básicos: cartografía de la zona donde se van a realizar los cálculos (por ejemplo, Google Earth), un modelo digital del terreno que cubra esa zona y el algoritmo de cálculos de propagación implementado en Radio Mobile. Por tanto un modelo formado por tres capas:

1. Mapa de trabajo. Elaborado a partir de un modelo digital del terreno (DEM). Se usarán los DEM GTOPO30/SRTM30 y SRTM DTED.
2. Mapa topográfico. Elaborado a partir de una cartografía específica. Puede usarse cartografía propietaria o cartografía gratuita disponible en Internet. Las últimas versiones de Radio Mobile permiten la utilización de Google Earth para representar los mapas.
3. Mapa de cobertura. Elaborado con el algoritmo de cálculo de propagación Longley-Rice, implementado en Radio Mobile.

Para este proyecto ha sido necesario descargar las siguientes ubicaciones, guardadas posteriormente en la carpeta de mapa de trabajo SRTM30: N41E002, N41E003, N42E002, N42E003.

También se ha descargado un mapa topográfico de Llançà, extraído de Google Earth. A este mapa, se le han dado las diferentes coordenadas del municipio, y de esta manera se ha podido simular la cobertura de la red a implantar.

Simulación

La simulación realizada con Radio Mobile, la dividimos en 2 partes. La primera de ellas es enlazar la EB con los CPE.

Primero, se nombra la red que queremos configurar, en este caso WiMAX. Seguidamente, se le han dado los valores de Frecuencia. En la misma pestaña hay otros campos por configurar que se han dejado con la configuración por defecto. Para el tipo de topología elegida (WiMAX), se ha seleccionado la opción de Red de Datos, Topología estrella (Master/Esclavo). Es la opción que más se ajusta a nuestras necesidades para esta primera red.

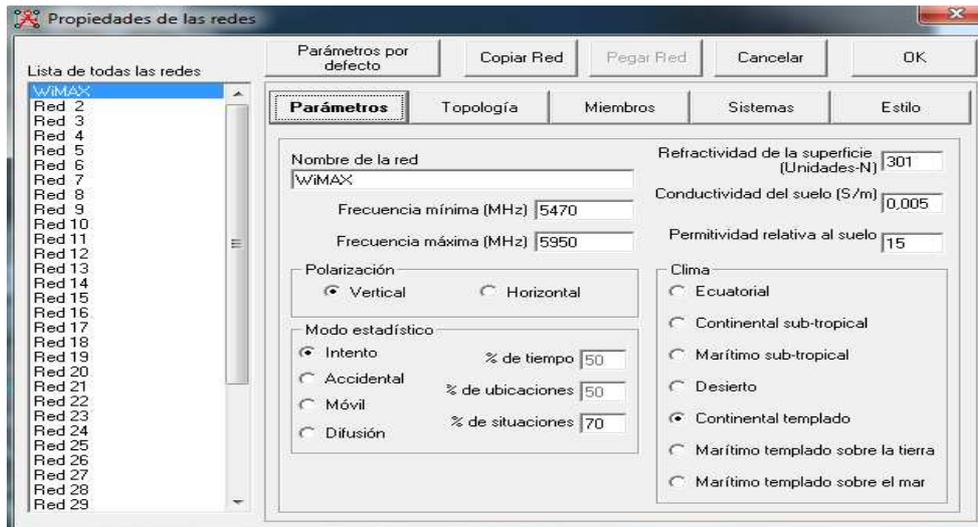


Figura 26.- Configuración Red WiMAX

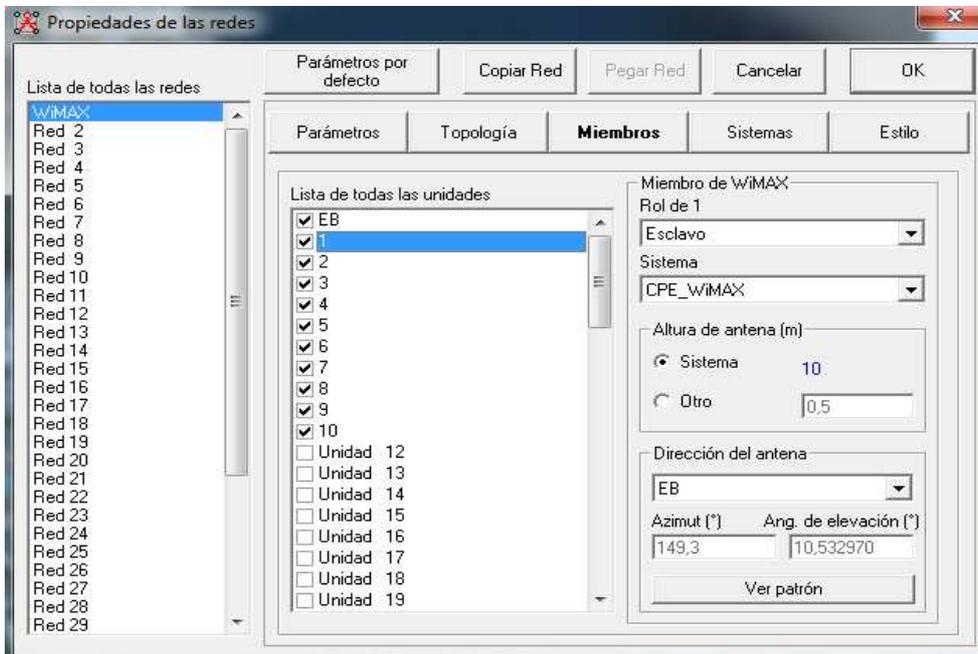


Figura 27.- Miembros Red WiMAX

En esta figura (figura 27) se han configurado los diferentes miembros de la red, y se tratan de la Estación Base y los diferentes AP. La EB se ha configurado como Maestra y los AP como esclavos apuntando la antena hacia la EB, como se puede observar en la figura.

En las siguientes 2 figuras (28 y 29) podemos ver la configuración de los sistemas dentro de la red WiMAX.

Para ello se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros de configuración:

- 📡 Antena sectorial desde EB hacia los CPE
- 📡 Equipos instalados a 10 metros de altura, tanto en EB como los CPE
- 📡 Potencia de TX = 16 dBm (explicado en punto 5.3.)
- 📡 Ganancia de antena en EB 14,5 dBi y en CPE 16 dBi
- 📡 Pérdida de atenuación y de línea = 1 dB debido a cableado y conexiones

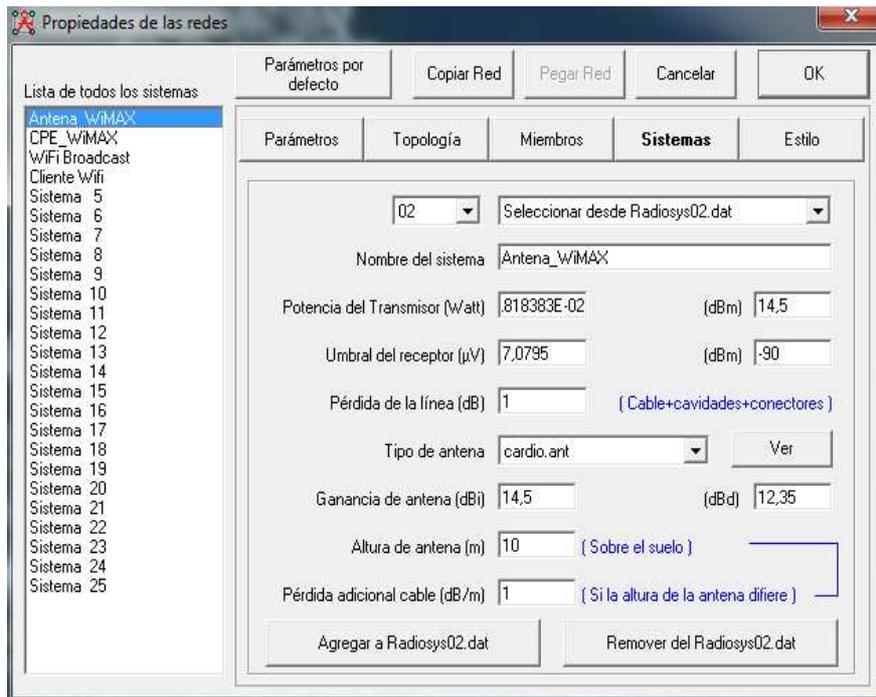


Figura 28.- Sistema WiMAX (I)

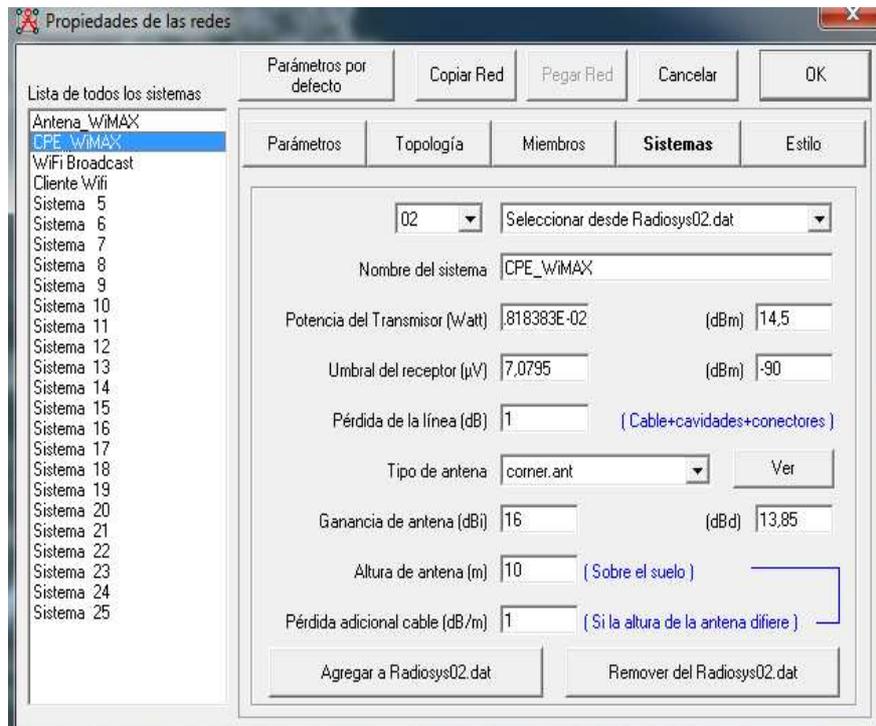


Figura 29.- Sistema WiMAX (II)

El resultado de la simulación se muestra a continuación:



Figura 30.- Simulación Red WiMAX

Después de ver la simulación WiMax y ver que el resultado es satisfactorio, se puede llevar a cabo la implantación en terreno real en las coordenadas que se indican en los siguientes apartados.

La situación de la EB ha sido clave para que el sistema funcione de forma correcta, debido a la situación elevada sobre cualquiera de los AP, como podemos ver en el siguiente gráfico:

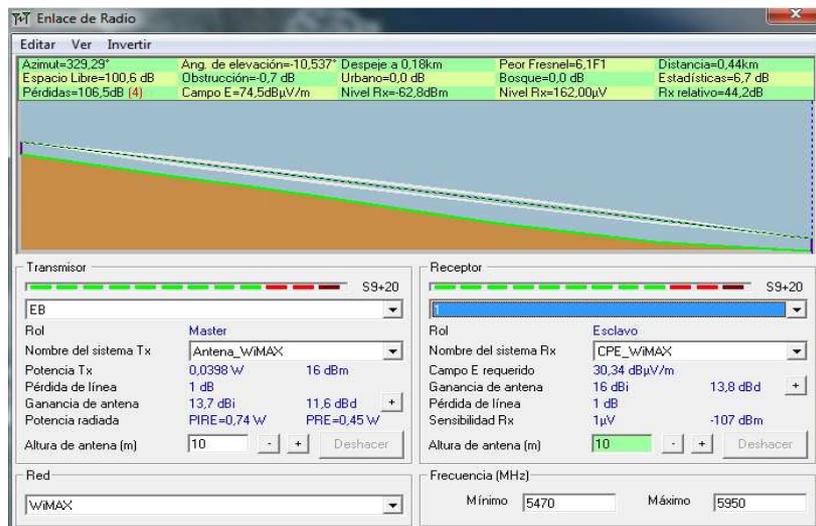


Figura 31.- Enlace Radio EB-AP

Se puede apreciar que la situación de la EB hace que el enlace de radio entre los 2 puntos (EB-AP1) sea óptimo. Además en el gráfico se pueden ver valores como las pérdidas existentes, la distancia entre ambos puntos, el valor de PIRE, etc.

Por último, falta por conocer el alcance de cobertura de los diferentes puntos de acceso y ver si realmente la distribución es correcta y el campo de conexión es el esperado. Para ello, se ha creado una nueva red denominada "WiFi" y se le han dado los valores que se pueden ver a continuación:

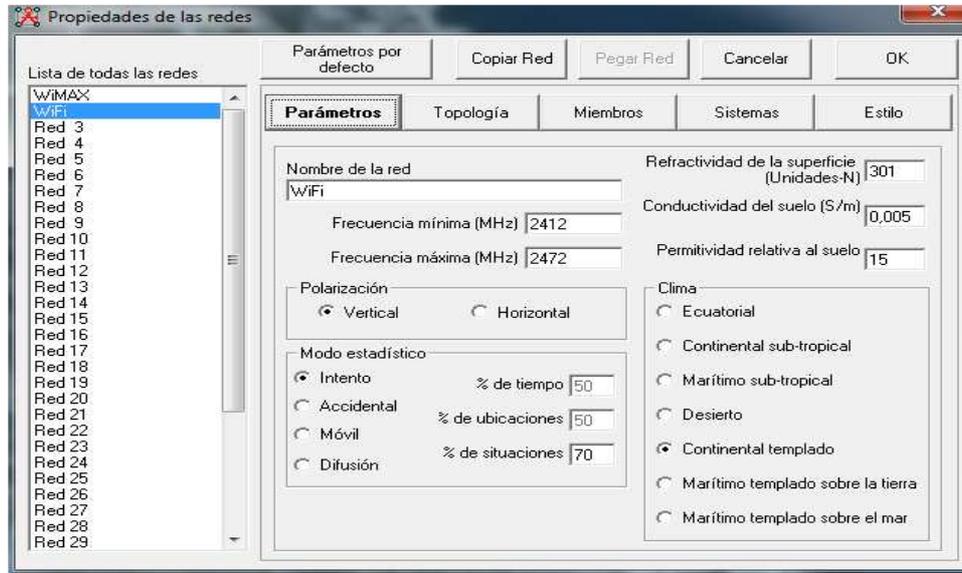


Figura 32.- Configuración Red WiFi

La topología en este caso se ha configurado en modo Red de Datos, cluster (Nodo/Terminal).

Por último, se han seleccionado los miembros de la red y se ha generado un sistema con los valores de potencias recomendados por el fabricante, de forma similar a la Figura 26. Se puede ver a continuación, aunque cabe destacar que la potencia de Tx es de 13 dBm, el tipo de antena es omnidireccional (en equipo WiFi) y la ganancia de la antena es de 8 dB:

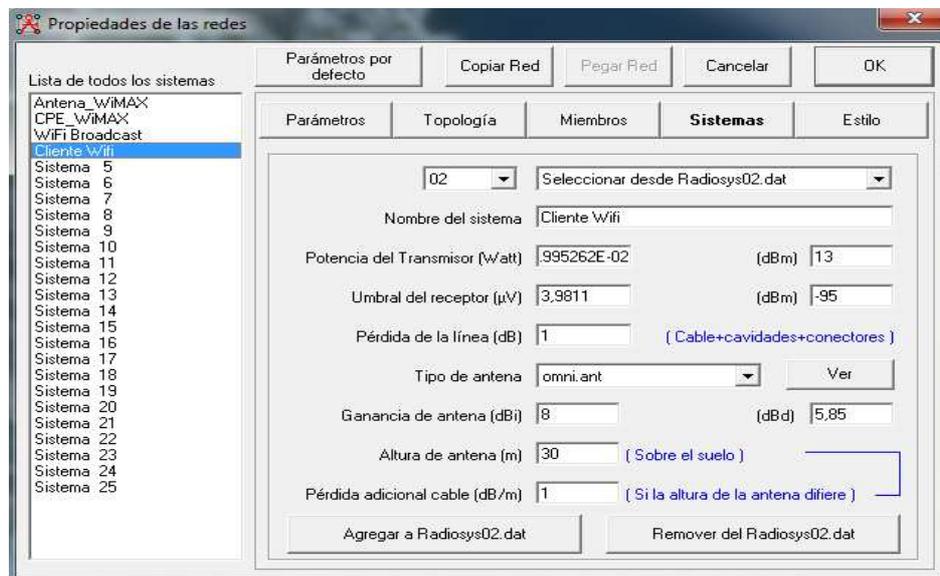


Figura 33.- Configuración Sistema WiFi

La siguiente foto tomada con Internet Google Map, opción “Camino”, se puede apreciar con algo más de claridad que el municipio quedaría configurado de forma correcta para que todos sus habitantes puedan conectarse a Internet vía wireless.



Figura 34.- Mapa aéreo cobertura

También se puede mostrar una imagen en 3D, extraída con el software Radio Mobile, una vez vista la cobertura de la red:

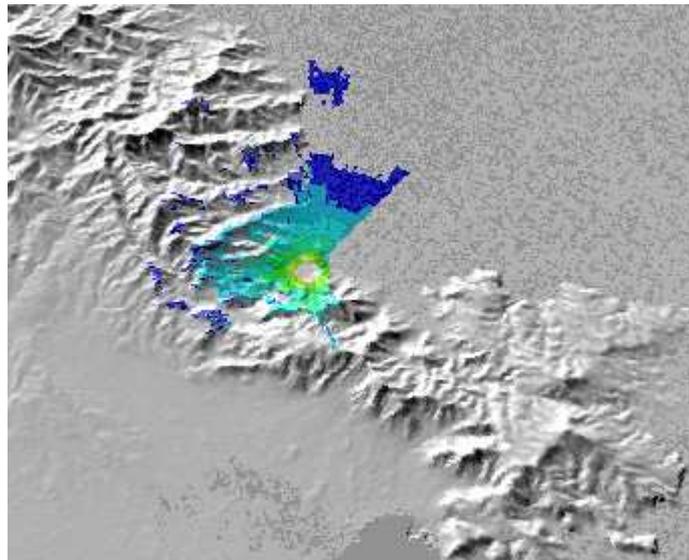


Figura 35.- Mapa aéreo 3D cobertura

Como se puede apreciar en estas 2 figuras, la red a implantar cumpliría el objetivo de cubrir todo el municipio, para que diferentes usuarios puedan conectarse a Internet desde cualquier ubicación. En la simulación, se muestra como todo el municipio dispone de cobertura WiFi, por lo que desde el punto de vista del diseño de la red, se puede afirmar que se cumple el objetivo marcado al inicio del proyecto, en cuanto a disponer de cobertura para poder navegar desde cualquier punto fijado al inicio del mismo.

5.2.1. Ubicación Estación Base

La dirección física de la EB ya se ha descrito en el apartado 5.1., aunque se detalla en coordenadas: 42° 21' 22,9" N (Latitud) – 3° 09' 33,4" E (Longitud). En ella están instalados los 5 sectores necesarios para dar cobertura suficiente a los 10 AP repartidos por todo el municipio.

5.2.2 Ubicación Puntos de Acceso

La ubicación de los diferentes AP, como se ha visto anteriormente, son suficientes para dar cobertura a los mínimos requeridos al inicio del proyecto.

Pasamos a indicar con detalle, mediante coordenadas, la situación de los AP:

| Equipo | Latitud | Longitud |
|--------|-----------------|----------------|
| AP1 | 42° 21' 35,3" N | 3° 09' 23,5" E |
| AP2 | 42° 21' 46,6" N | 3° 08' 42,0" E |
| AP3 | 42° 21' 36,7" N | 3° 08' 55,3" E |
| AP4 | 42° 21' 50,2" N | 3° 08' 56,4" E |
| AP5 | 42° 22' 04,9" N | 3° 09' 04,2" E |
| AP6 | 42° 21' 54,5" N | 3° 09' 07,2" E |
| AP7 | 42° 22' 06,4" N | 3° 09' 23,3" E |
| AP8 | 42° 22' 17,9" N | 3° 09' 16,9" E |
| AP9 | 42° 21' 47,9" N | 3° 09' 20,4" E |
| AP10 | 42° 22' 28,8" N | 3° 09' 04,6" E |

Tabla 36.- Ubicación AP's

Con estos 10 AP, dando acceso cada uno de ellos, a un máximo de 128 usuarios, se obtiene el dato que la red es capaz de soportar a 1280 usuarios de manera simultánea. Como se puede ver en la Tabla 7 (Capítulo 3 Apartado 3.2.), el número total de usuarios calculado asciende a 1150 usuarios. Comparando estas dos cantidades se aprecia que el número de equipos a instalar es adecuado, y sería capaz de satisfacer las necesidades marcadas al inicio del proyecto.

La velocidad de navegación para cada usuario de cada zona será de 256 Kbps, ya comentado en capítulos anteriores, debido a que es la velocidad máxima permitida por la CMT para este tipo de proyectos.

A continuación se quiere aclarar la velocidad contratada con el proveedor de ISP, comentada al inicio del Capítulo 5. Tenemos por un lado que los usuarios estimados son 1150, pero con todos los puntos de acceso configurados, se pueden conectar un máximo de 1280 usuarios, por lo que si a cada uno de estos usuarios le damos la velocidad comentada de 256 Kbps, se obtiene que es necesario un ancho de banda de 327,68 Mbps (1280 usuarios x 256 Kbps). De ahí que se tenga que configurar un ancho de banda de 350 Mbps dentro del enlace contratado con operador MoviStar, ya que además del ancho de banda de los usuarios conectados, hay que tener en cuenta a los diferentes usuarios conectados que pertenecen al Ayuntamiento mediante USB.

Por último, para que no exista solapamiento de canales, los AP se deben configurar con un mínimo de canales de separación. En la siguiente tabla se especifican los canales a utilizar en cada punto de acceso:

| Equipos | Número de canal | Frecuencia de trabajo |
|----------------|-----------------|-----------------------|
| AP1, AP2, AP10 | 1 | 2412 MHz |
| AP3, AP5, AP7 | 5 | 2432 MHz |
| AP8, AP6 | 9 | 2452 MHz |
| AP4, AP9 | 13 | 2472 MHz |

Tabla 37.- Canales AP's

5.2.3. Ubicación otros equipos

La ubicación de los equipos como son el Host, Wi² Controller y AP5, estarán ubicados en el Ayuntamiento, cuya dirección es Avenida de Europa, 37 (Llançà).

En el Ayuntamiento se ha de habilitar un espacio para los equipos, y una sala con un ordenador para monitorizar la red, ya que es el centro de control. Desde aquí se realizará el seguimiento y vigilancia de la misma, para que el sistema funcione sin problemas.

5.3. Estudio de atenuaciones

El valor de las atenuaciones está dentro del margen permitido, según lo que se ha podido observar en la figura del apartado 5.2. de este mismo capítulo. De otra forma, no se habría podido dar por buena la simulación realizada.

El valor que se ha tenido en cuenta a la hora de configurar la red ha sido la potencia isotrópica radiada equivalente en la dirección de máxima radiación (PIRE). Para WiFi, la regulación limita la potencia máxima que se puede utilizar en esta banda en 100 mW (20 dBm) de PIRE en la mayoría de los países y así se recoge en el caso español a la nota UN-85 del CNAF actualmente vigente.

Para WiMax la PIRE máxima está en 1 W en la banda comprendida entre los 5,470 y 5,725 GHz, siempre que se utilicen técnicas de control de potencia.

Las potencias de transmisión, tanto para WiMax como para WiFi, se ha tenido en cuenta lo descrito anteriormente. PIRE se calcula de la siguiente forma:

$$\text{PIRE} = \text{Potencia máxima} + \text{Ganancia antenas} - \text{Pérdidas}$$

Para WiMax:

$$\text{PIRE} = 21 \text{ dB} + 14,5 - 1 = 36,5 \text{ dB}$$

Como la PIRE máxima es 1 W, es decir, 30 dB y según nuestra red sería de 36,5 dB, se debe bajar la potencia máxima de transmisión de 21 dBm a 14,5 dBm. Como se ha podido apreciar en la Figura 28, está configurado de esta manera.

Para WiFi:

$$\text{PIRE} = 18 \text{ dB} + 8 - 1 = 25 \text{ dB}$$

Como la PIRE máxima es 100 mW, es decir, 20 dB y según nuestra red sería de 25 dB, se debe bajar la potencia máxima de transmisión de 18 dBm a 13 dBm. Como se ha podido apreciar en la Figura 33, está configurado de esta manera.

Capítulo 6.

6. Seguridad

Para la seguridad, WiMax utiliza los algoritmos de encriptación DES (data encryption standard) y AES (advanced encryption standard).

6.1. Encriptación DES

DES (*Data Encryption Standard*, estándar de cifrado de datos) es un algoritmo desarrollado originalmente por IBM a requerimiento del NBS (National Bureau of Standards, Oficina Nacional de Estandarización, en la actualidad denominado NIST, National Institute of Standards and Technology, Instituto Nacional de Estandarización y Tecnología) de EE.UU. y posteriormente modificado y adoptado por el gobierno de EE.UU. en 1977 como estándar de cifrado de todas las informaciones sensibles no clasificadas. Posteriormente, en 1980, el NIST estandarizó los diferentes modos de operación del algoritmo. Es el más estudiado y utilizado de los algoritmos de clave simétrica.

El nombre original del algoritmo, tal como lo denominó IBM, era Lucifer. Trabajaba sobre bloques de 128 bits, teniendo la clave igual longitud. Se basaba en operaciones lógicas booleanas y podía ser implementado fácilmente, tanto en software como en hardware. Tras las modificaciones introducidas por el NBS, consistentes básicamente en la reducción de la longitud de clave y de los bloques, DES cifra bloques de 64 bits, mediante permutación y sustitución y usando una clave de 64 bits, de los que 8 son de paridad (esto es, en realidad usa 56 bits), produciendo así 64 bits cifrados.

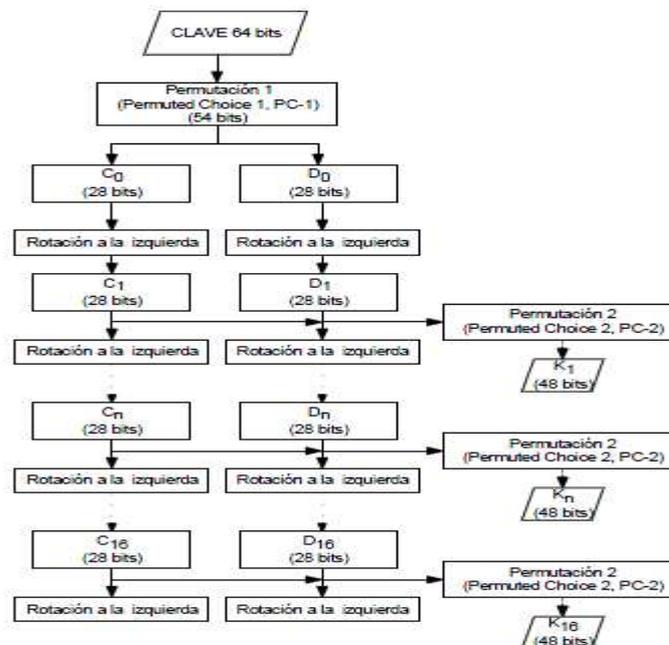


Figura 38.- Cálculo de subclaves, K_i

Como se acaba de ver en la figura, DES tiene 19 etapas diferentes. La primera etapa es una transposición, una permutación inicial (IP) del texto plano de 64 bits, independientemente de la clave. La última etapa es otra transposición (IP-1), exactamente la inversa de la primera. La penúltima etapa intercambia los 32 bits de la izquierda y los 32 de la derecha. Las 16 etapas restantes son una Red de Feistel de 16 rondas. En cada una de las 16 iteraciones se emplea un valor, K_i , obtenido a partir de la clave de 56 bits y distinto en cada iteración.

Se realiza una permutación inicial (PC-1) sobre la clave, y luego la clave obtenida se divide en dos mitades de 28 bits, cada una de las cuales se rota a izquierda un número de bits determinado que no siempre es el mismo. K_i se deriva de la elección permutada (PC-2) de 48 de los 56 bits de estas dos mitades rotadas.

Por otro lado, la función f de la red de Feistel se compone de una permutación de expansión (E), que convierte el bloque correspondiente de 32 bits en uno de 48. Después realiza una or-exclusiva con el valor K_i , también de 48 bits, aplica ocho S-Cajas de 6×4 bits, y efectúa una nueva permutación (P).

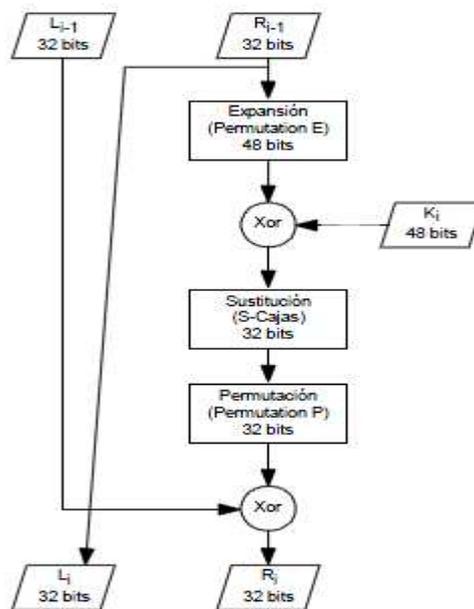


Figura 39.- Ronda del algoritmo DES

Para descifrar basta con usar el mismo algoritmo empleando las K_i en orden inverso.

6.2. Encriptación AES

AES conocida como Estándar de Encriptación Avanzada (Advanced Encryption Standard). AES es una técnica de cifrado de clave simétrica que reemplazará el Estándar de Encriptación de Datos (DES) utilizado habitualmente.

Es el resultado de un llamamiento a nivel mundial por la presentación de solicitudes de los algoritmos de cifrado emitido por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) del Gobierno de EEUU en el año 1997 y completado en el año 2000.

El algoritmo ganador, Rijndael, fué desarrollado por dos criptólogos belgas, Vincent Rijmen y Joan Daemen.

AES proporciona una encriptación segura y ha sido elegida por NIST como un Estándar de Proceso de Información Federal en Noviembre del 2001 (FIPS-197), y en Junio del 2003 el Gobierno de EEUU (NSA) anunció que AES es lo suficientemente seguro para proteger la información clasificada hasta el nivel ALTO SECRETO, que es el nivel más alto de seguridad y que se definen como información que pudiera causar "daños excepcionalmente graves" a la seguridad nacional en caso de ser divulgada al público.

El algoritmo AES utiliza una de las tres fortalezas de clave de cifrado: una clave de encriptación (contraseña) de 128, 192, o 256 bits. Cada tamaño de la clave de cifrado hace que el algoritmo se comporte ligeramente diferente, por lo que el aumento de tamaño de clave no sólo ofrece un mayor número de bits con el que se pueden cifrar los datos, sino también aumentar la complejidad del algoritmo de cifrado.

BitZipper soporta claves de cifrado de 128 y 256 bits, las cuales son soportadas por WinZip 9. Ambas claves proporcionan una seguridad mayor respecto a la encriptación estándar ZIP 2.0. Es ligeramente más rápido de encriptar y desencriptar datos protegidos con AES 128-bit, pero con los PCs rápidos de hoy en día la diferencia de tiempo apenas se percibe.

AES opera en una matriz de 4x4 bytes, llamada state y que pasamos a ver:

SubBytes — en este paso se realiza una sustitución no lineal donde cada byte es reemplazado con otro de acuerdo a una tabla de búsqueda.

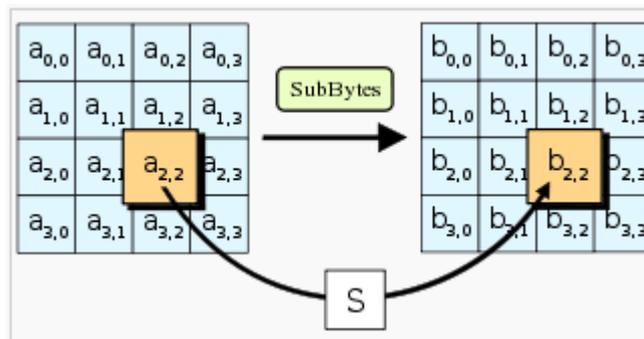


Figura 40.- Etapa SubBytes

ShiftRows — en este paso se realiza una transposición donde cada fila del «state» es rotada de manera cíclica un número determinado de veces.

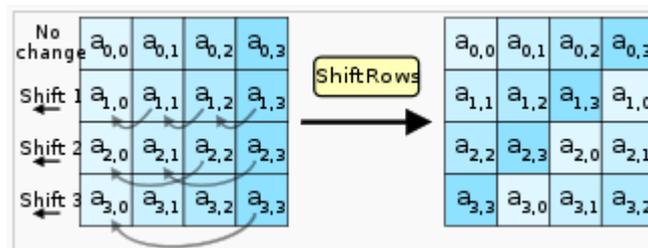


Figura 41.- Etapa ShiftRows

MixColumns — operación de mezclado que opera en las columnas del «state», combinando los cuatro bytes en cada columna usando una transformación lineal.

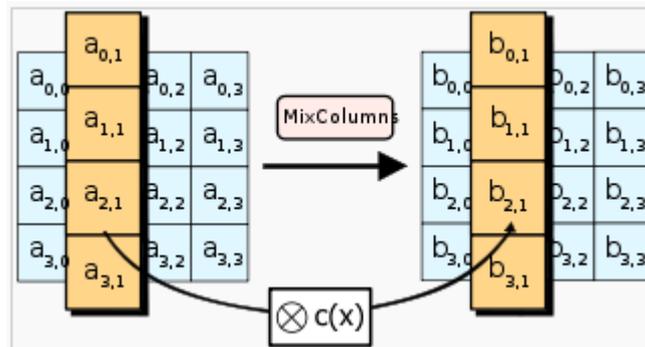


Figura 42.- Etapa MixColumns

AddRoundKey — cada byte del «state» es combinado con la clave «round»; cada clave «round» se deriva de la clave de cifrado usando una iteración de la clave.

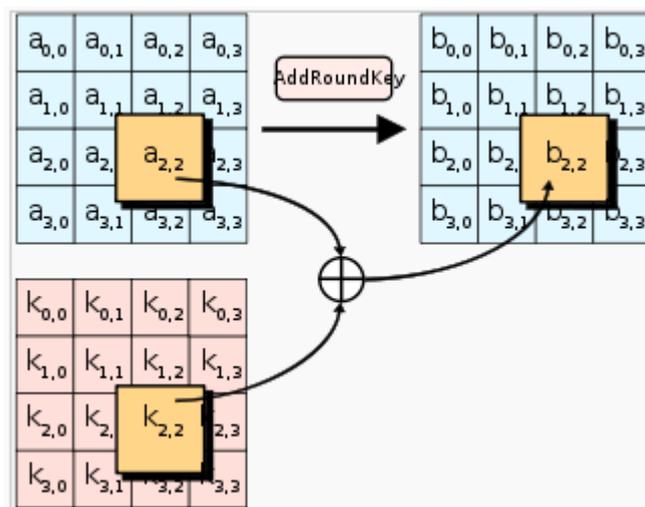


Figura 43.- Etapa AddRoundKey

Capítulo 7.

7. Ampliaciones o mejoras

La implementación de la red puede responder a lo requerido por el cliente, en este caso el Ayuntamiento. Existen acciones para mejoras de la red implantada, como puede ser que los puntos de acceso en vez de estar conectado al alumbrado público, pueda obtener el suministro eléctrico de placas solares. Esto supondría un ahorro importante al municipio en consumo eléctrico anualmente.

A parte de esta mejora, los equipos WiMax se pueden aprovechar para otros servicios que pueden implantarse como puede ser la videovigilancia en diferentes puntos del municipio.

Todo esto supondría un coste superior ya que habría que realizar compra de postes, placas solares, o bien cámaras de vigilancia, por lo que únicamente se informa de dichas mejoras o ampliaciones.

Por último, se puede ver en la siguiente figura una cámara de videovigilancia y un AP instalado con placa solar como fuente de energía.



Figura 44.- AP + placa solar



Figura 45.- AP + cámara vídeo vigilancia

Capítulo 8.

8. Valoración económica

En este capítulo se presenta un presupuesto de la red a implantar. El presupuesto es aproximado y no se incluye el coste del contrato de coubicación del Ayuntamiento con el operador MoviStar, ni el coste del ancho de banda alquilado al operador. Por otro lado, el presupuesto de mano de obra y cableado es aproximado.

8.1. Presupuesto detallado

| Cantidad | Concepto | Precio Unitario | Precio Total |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------|--------------------|
| 5 | BreezeMAX Extreme 5000 | 4.806,37 € | 24.031,85 € |
| 10 | BreezeMAX Wi ² | 998,16 € | 9.981,60 € |
| 10 | BreezeMAX CPE Pro Outdoor Radio Unit | 439,67 € | 4.396,70 € |
| 1 | BreezeMAX Wi2 Controller | 319,97 € | 319,97 € |
| 1 | Servidor IBM BladeCenter HS23 | 2.000,00 € | 2.000,00 € |
| 1 | Firewall Check Point 12600 Appliances | 7.200,00 € | 7.200,00 € |
| 1 | Switch D-Link DES-1228 | 750,00 € | 750,00 € |
| 10 | BreezeMAX USB 250 | 65,00 € | 650,00 € |
| 5 | Antena sectorial | 480,00 € | 2.400,00 € |
| 10 | Antena omnidireccional | 78,00 € | 780,00 € |
| 1 | Cableado y conectores | 1.200,00 € | 1.200,00 € |
| 5 | Fuente de alimentación (IDU) | 72,00 € | 360,00 € |
| 1 | Mano de obra | 7.000,00 € | 7.000,00 € |
| Importe | | | 61.070,12 € |
| 18% IVA | | | 10.992,62 € |
| Importe Total | | | 72.062,74 € |

Tabla 46.- Presupuesto

Capítulo 9.

9. Conclusiones

Este proyecto se ha basado en la implantación o la puesta en marcha de una red sin cables (wireless), para un pequeño municipio con poco más de 5000 habitantes. Para mí ha sido un desafío la realización del mismo, debido al desconocimiento de muchos aspectos a tener en cuenta dentro de la elaboración del proyecto, como ha podido ser el manejo del software Radio Mobile, el alcance de los equipos, la elección de los mismos, el cumplimiento de aspectos legales, etc. Pienso que se han cumplido los objetivos marcados al inicio, aunque, qué duda cabe que para confirmar si lo propuesto en este documento puede funcionar, habría que plasmarlo físicamente.

Por otra parte, detallo algunas de las conclusiones que quiero destacar sobre lo visto y expuesto en este proyecto:

- WiMax y WiFi permiten la ausencia de cableado, lo que significa que puede implantarse en zonas de difícil acceso con una cobertura óptima y sin un presupuesto tan elevado.
- La ausencia de cableado supone un ahorro en la implantación de la red.
- Al trabajar con frecuencias sin licencia, existe más ahorro económico.
- Se han tenido en cuenta las pautas de seguridad radioeléctricas marcadas por los diferentes estamentos.
- El proyecto presentado es un caso irreal, aunque las fases definidas son las requeridas en un caso real.
- Como se ha visto WiMax y WiFi son tecnologías complementarias, que hacen posible el desarrollo de este tipo de redes en cualquier municipio.

Capítulo 10.

10. Anexo

BreezeMAX Extreme 5000 + CPE

Headquarters

International Corporate HQ
Tel: +972 3 645 6262
Email: corporate-sales@alvarion.com
North America HQ
Tel: +1 650 314 2500
Email: n.america-sales@alvarion.com

Sales Contacts

Australia:
au-sales@alvarion.com
Asia Pacific:
ap-sales@alvarion.com
Brazil:
br-sales@alvarion.com
Canada:
ca-sales@alvarion.com
Caribbean:
caribbean-sales@alvarion.com
China:
cn-sales@alvarion.com
Czech Republic:
cz-sales@alvarion.com
France:
franco-sales@alvarion.com
Germany:
germany-sales@alvarion.com
Italy:
italy-sales@alvarion.com
Ireland:
uk-sales@alvarion.com
Japan:
jp-sales@alvarion.com
Latin America:
la-sales@alvarion.com
Mexico:
mexico-sales@alvarion.com
Nigeria:
nigeria-sales@alvarion.com
Philippines:
ph-sales@alvarion.com
Poland:
pl-sales@alvarion.com
Portugal:
sales-portugal@alvarion.com
Romania:
romania-sales@alvarion.com
Russia:
russia@alvarion.ru
Singapore:
sacan-sales@alvarion.com
South Africa:
africa-sales@alvarion.com
Spain:
spain-sales@alvarion.com
U.K.:
uk-sales@alvarion.com
Uruguay:
uruguay-sales@alvarion.com

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

Specifications

Radio & Modem

Unit type
Configuration options

Frequency

Channel bandwidth
Number of channels

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

Air link optimization support
Diversity

All outdoor base station
Single sector MIMO – Integrated / external antenna
Single sector SISO – Integrated / external antenna
Dual sector SISO – external antenna

| | |
|-------------------------|---------------|
| Base station | CPE |
| 4900-5350 MHz | 4900-5950 MHz |
| 5470-5950 MHz | |
| 5 MHz, 10 MHz, 2x10 MHz | 5 MHz, 10 MHz |
| MIMO: 2Rx, 2Tx | 2Rx, 1Tx |
| SISO: 1Rx, 1Tx | |

IEEE 802.16-2005 (16e OFDMA)
TDD
2.5 MHz (for 5 MHz channel), 5 MHz (for 10, 2x10 MHz channel)
512/1024
QPSK 1/2, 3/4 + Rep
QAM16 1/2, 3/4
QAM64 2/3, 3/4, 5/6
HARQ, CTC, compressed DL / UL Maps.
2x2, MIMO Matrix A, MRC, MIMO Matrix B

Transmit Power

Transmit power

Integrated antenna gain

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

Security

Authentication
Data encryption

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

Interfaces

Network
Standard compliance
Data interface
Power

GPS

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

Mechanical

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

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

Environmental

Operating temperature
Operating humidity

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

Standard Compliance

EMC
Safety
Environmental
Radio

ETSI EN 301 489-1, FCC pt15
CE EN 60950-1/22, UL 60950-1/22
ETS 300 019 part 2-1, 2-2, 2-4, IP67
ETSI EN 302 326, ETSI EN 301 390
ETSI EN 301 893, ETSI EN 302 502
FCC part 15.247, FCC part 15.407, RSS-111, RSS-210
ETSI 300 019-2-4 Class T4.1E (IEC 60068-2-56)
ROHS

Humidity
Regulatory compliance

† Not available in North America



© Copyright 2011 Alvarion Ltd. All rights reserved.
Alvarion® is the registered trademark, service mark and/or trademark of Alvarion Ltd. All other trademarks are the property of their respective owners. The content herein is subject to change without notice.
Any purchase orders submitted and actual supply of products and/or services are subject to Alvarion's General Terms and Conditions and/or any other applicable agreement between the parties.

215373 rev a

About Alvarion

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

BreezeMAX Wi²

Headquarters
 International Corporate HQ
 Email: corporate-sales@alvarion.com
 North America HQ
 Email: n.america-sales@alvarion.com

Sales Contacts

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

For the latest contact information
 in your area, please visit:
<http://www.alvarion.com/finder.php?ref=companyworldwide-offices>



© Copyright 2010 Alvarion Ltd. All rights reserved.
 Alvarion® is the registered name, service mark and/or trademark of Alvarion Ltd. All other names are the trademarks of their respective owners. The content herein is subject to change without further notice.
 "WiMAX Forum" is a registered trademark of the WiMAX Forum. "WiMAX" is a registered trademark of the WiMAX Forum. "WiMAX2" is a registered trademark of the WiMAX Forum. "WiMAX2 Forum Certified" and the WiMAX2 Forum Certified logo are trademarks of the WiMAX2 Forum.

214513 rev7

Specifications

Wi-Fi Access Point Specifications

| | | |
|--|--|---|
| Data Rates 802.11g: 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps per channel 802.11b: 1, 2, 5.5, 11 Mbps per channel | Network Management Web-management, Telnet, SNMP | Electromagnetic Compatibility CE Class B (EN55022) CE EN55024 IEC61000-3-2, IEC61000-3-3, IEC61000-4-2, IEC61000-4-3, IEC61000-4-4, IEC61000-4-5, IEC61000-4-6, IEC61000-4-8, IEC61000-4-11 FCC Class B Part 15 VCCI Class B ICES-003 (Canada) |
| Maximum Channels FCC/IC: 1-11 ETSI: 1-13 Japan: 1-14 | Radio Signal Certification FCC Part 15.247 (2.4 GHz) EN 300.328, EN 302.893, EN 300 826, EN 301.489-1, EN 301.489-17 ETSI 300.328; ETS 300 826 (802.11b) | Standards IEEE 802.3 10BASE-T IEEE 802.3u 100BASE-TX IEEE 802.11 b, g |
| Maximum Clients 128 for the radio interface set to access point mode | Safety UL/CUL (CSA60950-1, UL60950-1) CB (IEC 60950-1) UL/GS (EN60950-1) | Antenna Specifications 2 x 8 dB Omni directional (2.4-2.5 GHz) |
| Modulation Types 802.11g: CCK, BPSK, QPSK, OFDM 802.11b: CCK, BPSK, QPSK | Wireless Radio/Regulatory Certification ETSI 300 328 (11b/g), 301 489 (DC power) FCC Part 15C 15.247/15.207 (11b/g), Wi-Fi, DGT, TELEC, RSS210 (Canada) | |
| Operating Frequency 802.11b/g: 2.4-2.4835 GHz (US, Canada, ETSI) 2.4-2.497 GHz (Japan) | | |

TX Power and RX Sensitivity

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

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

Software Features

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

Physical Dimensions

| | | |
|--|--|--|
| Size (H x W x D) 32.9 x 27.8 x 21.1 cm (13.0 x 11.0 x 8.3 in) | Temperature Operating: -40 to 60°C (-40 to 140°F) Storage: -55 to 80°C (-67 to 176°F) | EMC Compliance (Class B) FCC Class B (US) RTTED 1999/5/EC DGT (Taiwan) |
| Weight 7.0 kg (15.4 lb) | Humidity 5 to 95% (non-condensing) | |

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

About Alvarion

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

Servidor IBM HS23

| IBM BladeCenter HS23 at a glance | |
|----------------------------------|--|
| Form factor/height | Single-width (30 mm) |
| Processor (max) | Intel Xeon processor E5-2600 product family, with up to 8 cores, processing up to 16 simultaneous threads |
| Number of processors (std/max) | 1/2 |
| Cache (max) | 20 MB |
| Memory (max) | 256 GB at 1333 MHz (assuming 16 GB DIMMs), 16 DIMM sockets - VLP Registered ECC DDR3, at 1333 or 1600 MHz, memory mirroring and sparing supported |
| Expansion slots | 1 CIOV slot (standard PCIe daughter cards) and 1 CFFH slot (high-speed PCIe daughter card) |
| Disk bays (total/hot-swap) | 2 hot-swappable HDDs (SATA/SAS) or SSDs |
| Maximum internal storage | 2 TB |
| Network Interface | Integrated Virtual Fabric for BladeCenter, Emulex BE3 Dual 10 Gb/1 Gb |
| RAID support | RAID-0, -1 |
| System management | Unified Extensible Firmware Interface (UEFI), IBM Integrated Management Module, Predictive Failure Analysis, optional embedded hypervisor for virtualization, IBM Systems Director Active Energy Manager™, light path diagnostics, IBM Systems Director, IBM Server Guide, UpdateXpress, Dynamic System Analysis with Integrated RT Diagnostics, BladeCenter Open Fabric Manager |
| Operating systems supported | Microsoft Windows Server, Red Hat Enterprise Linux, SUSE Linux Enterprise, VMware |
| Limited warranty | 3-year customer replaceable unit and onsite limited warranty, next business day 9x5, service upgrades available |

For more information

To learn more about the HS23 blade visit:

ibm.com/systems/bladecenter/hardware/servers/hs23/index.html

or contact your IBM representative or IBM Business Partner.



© Copyright IBM Corporation 2012

IBM Systems and Technology Group
Route 100
Somers, New York 10589

Produced in the United States of America
March 2012

IBM, the IBM logo, ibm.com, and BladeCenter are trademarks of International Business Machines Corp., registered in many jurisdictions worldwide. Other product and service names might be trademarks of IBM or other companies. A current list of IBM trademarks is available on the web at ibm.com/legal/copytrade.shtml

Intel and Intel Xeon are trademarks or registered trademarks of Intel Corporation or its subsidiaries in the United States and other countries.

Linux is a registered trademark of Linus Torvalds in the United States, other countries, or both.

Microsoft and Windows Server are trademarks of Microsoft Corporation in the United States, other countries, or both.

Other product, company or service names may be trademarks or service marks of others.

THE INFORMATION IN THIS DOCUMENT IS PROVIDED "AS IS" WITHOUT ANY WARRANTY, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING WITHOUT ANY WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, AND ANY WARRANTY OR CONDITION OF NON-INFRINGEMENT. IBM products are warranted according to the terms and conditions of the agreements under which they are provided.

This document is current as of the initial date of publication and may be changed by IBM at any time. Not all offerings are available in every country in which IBM operates.



Please Recycle

BLD03039-USEN-02

Switch D-Link DES-1228



DES-1228, DES-1228P & DES-1252

24/48- Port Web Smart Switches

Enhanced Security Features

- + Access Security with 802.1X Port-Based Authentication
- + Broadcast Storm Control
- + Safeguard Engine feature guarantees Switch Performance

Static Port Trunking

- + Up to 6 trunk groups for Server Connection/ Switch Cascading, and each trunk supports up to 8 ports

Intuitive Centralized Management

- + Manage using SmartConsole or Web-Based GUI
- + Built-in Smart Wizard for initial configuration setting for Web-Based interface.
- + Built-in MIB browser for SNMP Management

Superior VLAN Features

- + 802.1Q VLAN Tagging for Traffic Segmentation, and 256 VLAN group support
- + Asymmetric VLAN: Supports Asymmetric VLAN for more efficient use of shared resources such as server or gateway devices

Advanced QoS

- + Ensure time-sensitive data gets delivered efficiently, even during bursts of high traffic
- + Supports IEEE 802.1p QoS up to 4 802.1p Priority Queues and DSCP QoS for VoIP application
- + Ensures optimal experience for gamers and other requirements by prioritizing network traffic

Cable Diagnostics Function

With the continuing drive to Home/SMB adoption, D-Link's Cable Diagnostics function enables users to efficiently detect the cable condition and type of error. Networks operate over CAT 5 RJ-45 cable. However, many older and home networks still use CAT 3/5 RJ-45 cable. The Cable Diagnostics function allows users to determine whether their RJ-45 cables are Gigabit capable or for troubleshooting problems of cables, simply through the web-based interface to check the test results.

- + This function assists users to effectively detect RJ-45 cable condition while migrating from their existing networks to Gigabit-capable ones, minimizing the service calls during the migration.
- + Displays the result of detecting RJ-45 cable with an open circuit (a lack of continuity between the pins at each end of the Ethernet cable or a disconnected cable) or short circuit (two or more conductors short-circuited)

D-Link's next generation Gigabit web smart switch series is available at an affordable price, which is economical for the small and medium business. The smart switches provide user friendly Web-Based management for easy configuration. With three models to choose from DES-1228/1228P/1252, this series provide flexible choices for different network requirements. Typically, fans are a key energy consumer. The DGS-1228 and 1252 comes with an innovative fanless design for a 19" metal case. The three models are housed in a new style rack-mount metal case with easy-to-view front panel diagnostic LEDs, and facilitates advance features that include:

- + Two combo 10/100/1000BASE-T SFP connections
- + Network security
- + Traffic segmentation
- + QoS
- + Versatile management

Seamless Integration

The Ethernet web smart switches are designed and focused to provide SMB users a complete control over network. With Ethernet and Gigabit copper ports capable of connecting to your existing Cat.5 twisted-pair cable, these switches eliminate the need of a complex reconfiguration process. Each switch provides two combo 10/100/1000BASE-T SFP slots for flexible connection to a backbone or servers. In addition, all ports support auto-negotiation of MDI/MDIX crossover, so do away with cross over cables or uplink ports and bring inexpensive and easy connection to your desktop.

Extensive Layer 2 Features

Implemented as complete L2 feature, these switches include features such as IGMP snooping, port mirroring, Spanning Tree and port trunks. The IEEE 802.3x flow control function allows your servers to directly connect to the switch for fast, reliable data transfer. At 2000Mbps full duplex, the gigabit ports provide high-speed data pipes to your servers with minimum data transfer loss.

QoS, 802.1Q VLAN and Asymmetric VLAN

The switches support 802.1Q VLAN standard tagging by prioritizing traffic to enhance network security and performance. Also support 802.1p priority queues, enabling users to run bandwidth-sensitive applications such as streaming multimedia and VoIP

in network. These functions allow switches to work seamlessly with VLAN and 802.1p traffic in network. Asymmetric VLAN is implemented in these switches for a more efficient use of shared resources such as server or gateway devices.

Secure your Network

D-Link's innovative Safeguard Engine function protects the switches against traffic flooding caused by virus attacks. Additional features like MAC address filters screen access to the network. They support 802.1X port-based authentication, allowing network to be configured with external RADIUS servers.

Versatile Management

The new generation of web smart switches provides growing businesses simple and easy management of their network using an intuitive SmartConsole utility or a Web-Based management interface that allows administrators to remotely control their network down to the port level. The SmartConsole easily allows customers to discover multiple D-Link web smart switches with the same L2 network segment connected to user's local PC. With this utility, users do not need to change the IP address of PC and also provides easy initial setting of smart switches. The switches with the same L2 network segment connected to user's local PC are displayed on the screen for instant access. It allows extensive switch configuration setting, and basic configuration of discovered devices such as password change, firmware upgrade.

Before entering the Web GUI main page, D-Link provides a built-in Smart Wizard for the initial configuration setup. Users can pre-configure basic functionality such as password change, system information and SNMP settings. In addition, users can also use the built-in MIB browser to poll the switches for information about their status and send traps of abnormal events. MIB support allows users to integrate the switches with third-party devices for management in an SNMP environment.



SWITCH

01



DES-1228, DES-1228P & DES-1252



24/48- Port Web Smart Switches

Technical Specifications

| General | |
|----------------------------|---|
| Port Standards & Functions | <ul style="list-style-type: none"> +IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet (twisted-pair copper) +IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet (twisted-pair copper) +IEEE 802.3ab 1000BASE-T Gigabit Ethernet (twisted-pair copper) +IEEE 802.3z Gigabit Ethernet (fiber) ANSI/IEEE 802.3 +NWay auto-negotiation +IEEE 802.3x Flow Control |
| Number of Ports | <ul style="list-style-type: none"> +DES-1228: 24 10/100BASE-Tx ports, 2 combo 10/100/1000BASE-T/SFP +DES-1228P: 24 802.3af PoE 10/100BASE-Tx ports, 2 combo 10/100/1000BASE-T/SFP +DES-1252: 48 10/100BASE-Tx ports, 2 combo 10/100/1000BASE-T/SFP <small>* Use of the SFP will disable their corresponding 10/100/1000BASE-T connections</small> |
| Data Transfer Rates | <ul style="list-style-type: none"> +Ethernet 10Mbps (half duplex) 20Mbps (full duplex) +Fast Ethernet 100Mbps (half duplex) 200Mbps (full duplex) +Gigabit Ethernet 2000Mbps (full duplex) |
| Topology | +Star |
| Network Cables | <ul style="list-style-type: none"> +UTP Cat. 5, Cat. 5e (100 m max.) +EIA/TIA-568 100-ohm STP (100 m max.) |
| Full/half Duplex | <ul style="list-style-type: none"> +Full/half duplex for 10/100Mbps speeds +Full duplex for Gigabit speed |
| Media Interface Exchange | +Auto MDI/MDIX adjustment for all twisted-pair ports |
| Software | |
| L2 Features | <ul style="list-style-type: none"> +IGMP snooping v1/v2: supports 64 multicast groups +802.1D Spanning Tree +Static Port trunk (Link Aggregation): up to 6 groups per device, up to 8 ports per group +Power Saving |
| VLAN | <ul style="list-style-type: none"> +802.1Q VLAN standard (VLAN Tagging) +Up to 256 static VLAN groups +Management VLAN +Asymmetric VLAN |
| QoS (Quality of Service) | <ul style="list-style-type: none"> +802.1p Priority Queues standard +Up to 4 queues per port +DSCP-based QoS +Supports WRR or Strict mode in queue handling |
| Security | <ul style="list-style-type: none"> +802.1X port-based access control +Broadcast Storm Control: threshold of 8K, 16K, 32K, 64K, 128K, 256K, 512K, 1024K, 2048K, 4096K bytes per second +D-Link Safeguard Engine to protect CPU from broadcast/multicast/unicast flooding +Trusted Host +Cable Diagnostics function |

SWITCH

02



DES-1228, DES-1228P & DES-1252



24/48- Port Web Smart Switches

| | |
|--|---|
| Management | <ul style="list-style-type: none"> + Web-based GUI + SNMP v1 support + DHCP client + Trap setting for destination IP, system events, fiber port events, twisted-pair port events + Port access control + Web-based configuration backup/restoration + Web-based firmware backup/upload + Firmware upgrade using Smart Console Utility + System Reboot using Web-based interface + Smart Console Utility |
| MIB | <ul style="list-style-type: none"> + RFC 1213 MIB-II + D-Link Enterprise Private MIB |
| Performance | |
| Switch Capacity | <ul style="list-style-type: none"> + DES-1228: 12.8Gbps + DES-1228P: 12.8Gbps + DES-1252: 17.6Gbps |
| Transmission Method | + Store-and-forward |
| MAC Address Table | 8K entries per device |
| MAC Address Update | <ul style="list-style-type: none"> + Up to 356 static MAC entries + Enable/disable auto-learning of MAC addresses |
| Maximum 64 bytes packet forwarding rate | <ul style="list-style-type: none"> + DES-1228: 0.52 Mpps + DES-1228P: 0.52 Mpps + DES-1252: 13.1 Mpps |
| RAM Buffer | <ul style="list-style-type: none"> + DES-1228: 128KB per device + DES-1228P: 128KB per device + DES-1252: 128KB per device |
| Physical & Environmental | |
| AC Input | 100 to 240 VAC 50/60Hz Internal universal power supply |
| Power Consumption | <ul style="list-style-type: none"> + DES-1228: 18.26W + DES-1228P: 222W + DES-1252: 26.2W |
| Supported PoE Power Per Port | + DES-1228P: 15.4W |
| Total Supported PoE Power Per Device | + DES-1228P: 170W |
| Fan Quantity | <ul style="list-style-type: none"> + DES-1228: 0 + DES-1228P: 4 + DES-1252: 0 |
| Heat Dissipation | <ul style="list-style-type: none"> + DES-1228: 62.75 BTU/hr + DES-1228P: 757.51 BTU/hr + DES-1252: 86.95 BTU/hr |
| Operating Temperature | 0° to 40° C |
| Storage Temperature | -10° to 70° C |
| Operating Humidity | 10% to 90% non-condensing |
| Storage Humidity | 5% to 90% non-condensing |

Capítulo 11.

11. Glosario

ACL (Access Control List): permite controlar el flujo del tráfico en equipos de redes, tales como enrutadores y conmutadores.

Ad-hoc: dispuesto especialmente para un fin.

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line): es un protocolo de la familia DSL que permite la transmisión de datos a alta velocidad a través de líneas telefónicas de cobre tradicionales.

AES: esquema de cifrado por bloques.

AP ó Punto de acceso (inalámbrico): dispositivo, de ubicación normalmente fija, que permite la conexión de equipos de comunicación inalámbricos para formar una red de datos no cableada, posibilitando a su vez el acceso a otras redes de datos cableadas.

ASN (Abstract Syntax Notation): protocolo de nivel de presentación en el modelo OSI.

Backhaul: porción de una red jerárquica, que comprende los enlaces intermedios entre el núcleo o backbone, y las subredes en sus bordes.

Bluetooth: es una especificación industrial para las Redes de Ámbito Personal (PAN, Personal Area Network) inalámbrica, básicamente se refiere que sirve para conectar los dispositivos que se pueden llevar encima o a una distancia muy próxima.

CA: Corriente Alterna.

CC: Corriente Continua.

CNAF: Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias.

CPE (Customer Premises Equipment): Dispositivo de usuario WiMax.

db: decibelio.

dBi: decibelio isótropo, es una unidad para medir la ganancia de una antena en referencia a una antena isótropa teórica.

dBm: nivel de potencia en decibelios en relación a un nivel de referencia de 1 mW.

DDR (Double Data Rate): doble tasa de transferencia de datos.

DES (Data Encryption Standard): es un algoritmo de cifrado, es decir, un método para cifrar información.

DIMM (Small Outline DIMM): módulos de memoria compactos.

EB: Estación Base.

Ethernet: estándar de transmisión de datos para redes de área local. Define las características de cableado, señalización a nivel físico y los formatos de las tramas a nivel de enlace de datos, correspondientes al modelo OSI.

FIPS (Federal Information Processing Standards): estándar para codificar datos

Firewall: dispositivo de red también denominando como cortafuegos.

Gateway: puerta de enlace La puerta de enlace es normalmente un equipo informático configurado para dotar a las máquinas de una red de área local conectadas a él de un acceso hacia una red exterior.

GPRS (General Packet Radio Service): sistema que, añadido al GSM permite el uso de la conmutación de paquetes. De esta manera se mejora la capacidad de la tecnología móvil 2G a la hora de transmitir paquetes de datos no vocales.

GPS (Global Positioning System): Sistema de navegación por satélite.

GSM: sistema global para las comunicaciones móviles (GSM, proviene del francés Groupe Special Mobile) es un sistema estándar de telefonía móvil digital.

IEEE: Instituto de estándares Electrónicos a nivel internacional.

ISP: proveedor de servicios de Internet.

LAN: (Local Area Network): red de área local. Interconexión directa de sistemas informáticos, cuya extensión corresponde a un área reducida y controlada (por ejemplo el interior de un edificio).

LGT: Ley General de las Telecomunicaciones.

LOPD: Ley Orgánica de Protección de Datos.

LOS (Line of Sight): existencia de un camino directo, sin obstáculos, que permite la propagación de las radiocomunicaciones entre emisor y receptor.

Mbps: megabits por segundo.

LTE (Long Term Evolution): estándar de la norma 3GPP (UMTS).

MAC: capa de acceso al medio.

MIMO: modo de transmisión entre antenas (Multi-input, Multi-output).

NIST: Instituto Nacional de Normas y Tecnología.

NLOS (No Line of Sight): no existe un camino directo, libre de obstáculos, entre emisor y receptor de un sistema de radiocomunicación.

NSA: Agencia de Seguridad Nacional.

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing): multiplexación por división de frecuencias ortogonales, que consiste en enviar una serie de portadoras en diferentes frecuencias donde cada una de ellas transporta información modulada en QAM o PSK.

PDA (Personal Digital Assistant): asistente digital personal. Dispositivo portátil de usuario con ciertas capacidades computacionales.

PIRE: Potencia Isotrópica Radiada Equivalente.

PTMP: punto-a-multipunto.

PTP: punto a punto.

QAM (Quadrature Amplitude Modulation): modulación digital de una señal en amplitud o fase, o simultáneamente en amplitud y fase.

QoS (Quality of Service): calidad de servicio. Conjunto de requisitos que debe cumplir un determinado flujo de datos respecto a fiabilidad (pérdida de paquetes o tasa de error de bit), retardo en la transmisión, variación del retardo en un mismo flujo (jitter) y ancho de banda o velocidad de transmisión.

RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks): conjunto redundante de discos independientes.

SAI: Sistema de Alimentación Ininterrumpida.

SFP (small form-factor pluggable): una unidad compacta utilizada tanto para las telecomunicaciones y aplicaciones de comunicaciones de datos.

SRTM: Shuttle Radar Topography Mission.

Tb (Terabyte): unidad de almacenamiento de información cuyo símbolo es el TB, y equivale a 10¹² bytes.

TFC: Trabajo Final de Carrera.

Throughput: volumen de información que fluye en las redes de datos.

UMTS: acrónimo de Universal Mobile Telecommunications System o Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles.

USB (Universal Serial Bus): bus en serie universal para el intercambio de datos entre diferentes dispositivos.

VPN (Virtual Private Network): red de datos lógica o virtual creada sobre una infraestructura compartida, y que proporciona unos servicios de protección necesarios para establecer una comunicación segura.

WiFi: marca para un conjunto de estándares de compatibilidad para comunicaciones para redes locales inalámbricas

WiMax: tecnología que permite realizar transmisiones de datos sin hilos a grandes distancias, con grandes anchos de banda y sin necesitar línea de visión directa entre antenas.

Capítulo 12.

12. Bibliografía

Material docente UOC:

“Gestión de proyectos”; Autores: José Ramón Rodríguez y Pere Mariné Jové (PID_00153547). Asignatura: Proyectos.

“Comunicaciones sin hilos”, “Redes locales y Metropolitanas sin hilos”, “Redes de gran alcance sin hilos”, “Redes personales sin hilos”; Autor: Antonio Satué Villar (P07/89015/00420). Asignatura: Sistemas Telemáticos.

“Gestión de red”, “Diseño de redes WAN y nuevas tecnologías”; Autor: Pere Barberán (P07/89017/02823, P07/89017/02822). Asignatura: Redes y Servicios.

“Calidad de servicio en redes interconectadas”, “WAN”, Autor: Enric López i Rocafiguera (P07/89017/02821, P07/89017/02820). Asignatura: Redes y Servicios.

Enlaces web:

Mapa LLançà

<http://www.llanca.net/es/poble/planoldelavila/>

Informe catastral LLançà

<http://www.idescat.cat/emex/?id=170926#h7ff>

Foto aérea LLançà

<http://www.llanca.cat/es/poble/espaimultimedia/aeries/>

<http://maps.google.es/maps?q=Llan%C3%A7%C3%A0&hl=es&ie=UTF8&ll=42.36514,3.161316&spn=0.161841,0.228996&t=h&z=12&iwloc=addr>

CMT (Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones)

<http://www.cmt.es>

Ley Orgánica de Telecomunicaciones

<http://civil.udg.es/normacivil/estatal/contract/l32-03.htm>

<http://www.boe.es/boe/dias/2003/11/04/pdfs/A38890-38924.pdf>

LOPD

https://www.agpd.es/portalwebAGPD/jornadas/dia_proteccion_2011/responsable/index-ides-idphp.php

http://es.wikipedia.org/wiki/Ley_Org%C3%A1nica_de_Protecci%C3%B3n_de_Datos_de_Car%C3%A1cter_Personal_de_Espa%C3%B1a

Protocolo 802.11

http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11

<http://www.masadelante.com/faqs/wireless>

Protocolo 802.16

<http://es.wikipedia.org/wiki/WiMAX>

http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.16

Tipos de Antenas

<http://cayro.webcindario.com/wifi/Antenas.htm>

<http://www.radiocomunicaciones.net/teoria-antenas.html>

Tipos de Redes

http://www.it46.se/courses/wireless/materials/es/13_Redesh-13_es_redes_mesh_practica_v01.pdf

http://es.wikipedia.org/wiki/Red_inal%C3%A1brica_mallada

http://es.wikipedia.org/wiki/Red_punto_a_punto

http://es.wikipedia.org/wiki/Red_multipunto

<http://www.cika.com/newsletter/archives/pp1.pdf>

ISP

http://es.wikipedia.org/wiki/Proveedor_de_servicios_de_Internet

Equipos Alvarion

<http://www.alvarion.com/index.php/en/products/products-list/breezemax-extreme/breezemax-extreme-5000>

<http://www.alvarion.com/index.php/en/products/products-list/breezaccess/breezemaxwi2>

http://www.alvarion.com/images/stories/resourcecenter/datasheets/DS_BreezeMAX_USB_250_revb_10_2010_LR.pdf

<http://www.sourcesecurity.com/docs/fullspec/Wi2%20controller.pdf>

Firewall

<http://www.checkpoint.com/products/12000-appliances/index.html>

Servidor

<http://www-03.ibm.com/systems/es/bladecenter/hardware/servers/hs23/index.html>

Switch

<ftp://ftp.dlink.eu/datasheets/DES-1228.pdf>

Software Radio mobile

<http://www.cplus.org/rmw/english1.html>

Mapa para Radio Mobile

<http://www.ortoxpres.cat/client/icc/>

Seguridad WiMax

www.tierradelazaro.com/public/libros/des.pdf

http://es.wikipedia.org/wiki/Advanced_Encryption_Standard

<http://www.bitzipper.com/es/aes-encryption.html>