

Trabajo Final de Carrera
Integración de Redes Telemáticas



Diseño de una red telemática para proporcionar acceso a Internet al municipio de El Verger, Alicante

Estudios de Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones
Especialidad Telemática

Consultor: Jose Lopez Vicario

Alumno: E. Sanz

Enero 2014





Índice de la presentación

- Objetivos.
- Datos del municipio.
- Requerimientos técnicos.
- Espectro radioeléctrico y normativa.
- Equipamiento técnico.
- Ubicación de estaciones base WiMAX, WiFi y CPEs. Descripción.
- Ubicación de estaciones base WiMAX, WiFi y CPEs. Plano con zonas de cobertura.
- Ubicación de estaciones base WiMAX, WiFi y CPEs. Coordenadas.
- Resumen de cobertura y particularidades de la instalación.
- Asignación de frecuencias de las estaciones base WiMAX.
- Resumen del Presupuesto económico.
- Viabilidad económica para la empresa encargada del desarrollo y explotación de la red.
- Viabilidad económica para el Ayuntamiento.
- Conclusiones.



Objetivos

- Estudio de viabilidad de la implementación de una red telemática para proporcionar acceso a Internet *wireless* a los vecinos del municipio de El Verger, Alicante.
- Se analizan los requerimientos de la red, diferentes tecnologías y estándares WiMAX-WiFi. Se realiza un estudio de la normativa radioeléctrica europea y española.
- Se señalan las ventajas e inconvenientes del uso de bandas del espectro radioeléctrico libres o con licencia y se proponen las frecuencias de trabajo.
- Se indican de forma justificada los dispositivos WiMAX y WiFi a utilizar.
- Se presenta un estudio de la viabilidad técnica de la red: cálculos de radioenlaces, pérdidas de propagación, número estimado de usuarios, ancho de banda, etc.
- Se realizan análisis de viabilidad económica para la empresa encargada del diseño y explotación de la red y para el Ayuntamiento de El Verger.

Datos del municipio

El municipio elegido para el desarrollo de la red WiMAX-WiFi es **El Verger** (El Vergel, en castellano), en la provincia de **Alicante**, cuyos datos fundamentales se indican a continuación.

- Nombre: El Verger
- Provincia: Alicante
- Comunidad autónoma: Com. Valenciana
- Comarca: Marina Alta
- Partido judicial: Denia
- Coordenadas: 38°50'34"N, 0°0'34"O
- Superficie: 8,16 km²
- Población: 4992 hab. (en 2012)
- Densidad de población: 611,76 hab./km²





Requerimientos técnicos

- Cobertura en el término municipal de El Verger y en la zona de playa.
- Ancho de banda típico de 2 Mbps.
- Utilización de tecnología WiMAX en banda con licencia para el despliegue de la red principal.
- Instalación de puntos de acceso WiFi en zonas de interés.
- Acceso a la red troncal de Internet mediante un enlace SDH-1.
- Se ofrece servicio a 350-500 usuarios de forma simultánea por cada una de las dos antenas utilizadas. En total, 700-1000 usuarios.



Espectro radioeléctrico y normativa

- Se analizan las características y limitaciones de potencia de las bandas de uso común de 2,4 GHz (hasta 100 mW PIRE) y de 5 GHz (hasta 1 W PIRE con control de potencia).
- La CMT limita expresamente a 256 Kbps la velocidad de las redes WiFi y restringe los servicios en las redes públicas (P2P, determinadas páginas web, etc.).
- El despliegue de una red por parte de una AA PP (Administración pública) debe realizarse cuando se hayan agotado las medidas "incentivadoras" y se haya detectado un fallo de mercado.
- Una AA PP que explote una red debe inscribirse en el Registro de Operadores de la CMT, realizar una separación contable y operar con arreglo a los principios de neutralidad, transparencia y no discriminación.

Debido a:

- La existencia de importantes limitaciones técnicas y normativas a la explotación de redes por parte de las AA PP.
- La falta de personal especializado para la gestión y mantenimiento de la red en el Ayuntamiento de El Verger.

Se decide:

- Que la red sea desarrollada y explotada por un **operador privado de telecomunicaciones**, en la **banda con licencia** 3,5-3,6 GHz. Dicho proceso se realizará mediante concurso público previo.

Equipamiento técnico

Criterios de elección de equipos:

1. **Costes competitivos** con los de otros fabricantes.
2. Disponibilidad de **documentación técnica** detallada, lo que permite dimensionar el proyecto adecuadamente.

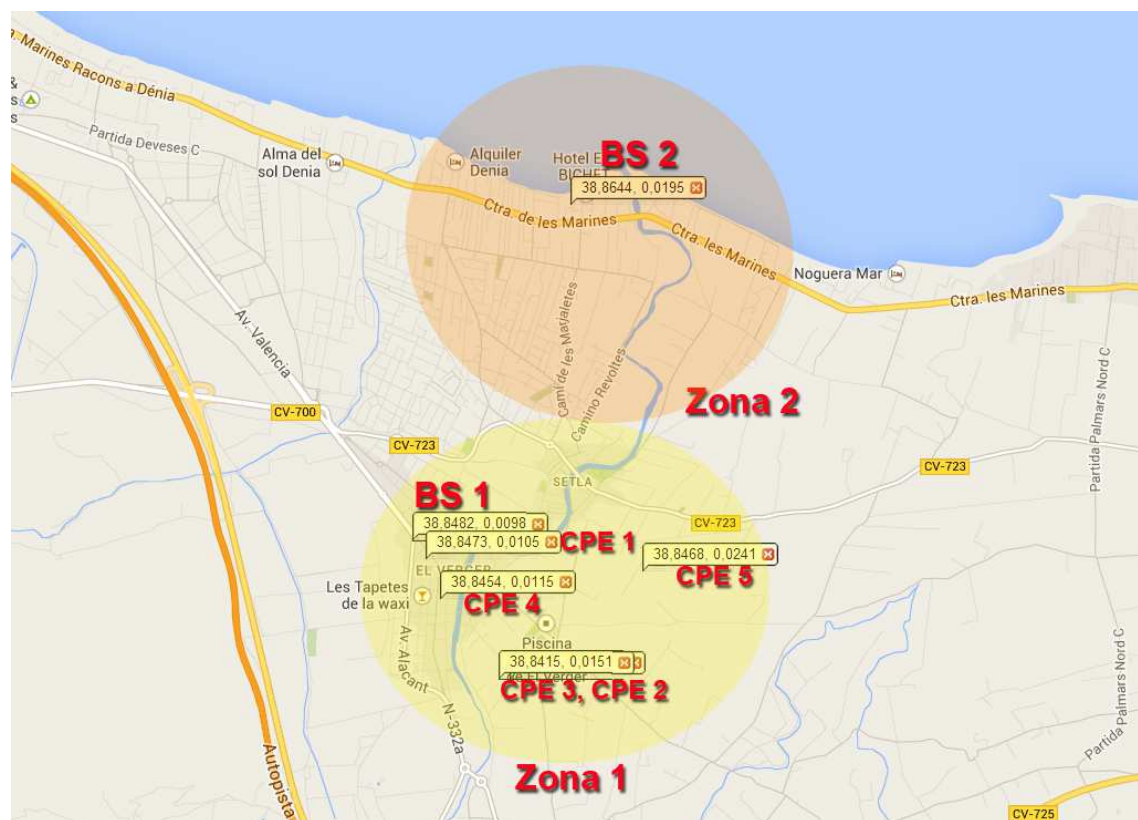
- 2 estaciones base WiMAX: Alvarion BreezeMAX 3000.
- 5 unidades CPE (Customer-Premises Equipment) de instalación fija.
- 2 unidades Airspan M-Easy V45 para distribución de señal WiMAX en interior.
- 40 unidades Airspan MiMAX USB para recepción de señal WiMAX en equipos portátiles.
- 1 estación base WiFi Alvarion WBSn-2450-O.
- 1 estación base WiFi Alvarion WBSn-2450-S.
- 2 estaciones base WiFi Alvarion WBSn-2450-Idd.
- 5 switches Cisco ME 3400EG-2CSA para distribución de datos.
- 2 switches Netgear M4100-D10-POE para distribución de datos.
- Gateway ASN Alvarion.
- Controlador de acceso para 1000 usuarios Alvarion.
- Software Alvarion AlvariSTAR.
- Software Alvarion StarACS.
- Mástiles, cableado eléctrico, RF, Ethernet y conectores.



Ubicación de estaciones base WiMAX, WiFi y CPEs. Descripción

- Se instalan dos estaciones base WiMAX: en el centro del municipio (BS 1) y en la zona de playa (BS 2).
- Se instalan 5 CPEs fijos (ODU+IDU) y 2 puntos de acceso WiFi:
 - CPE 1 WiMAX. Ayuntamiento.
 - CPE 2 WiMAX. Colegio Público Segària.
 - CPE 3 WiMAX. Espai Municipal de Música Jove (ESMMUJ).
 - CPE 4 WiMAX + AP WiFi. C/ Doctor Ochoa.
 - CPE 5 WiMAX + APs WiFi. Hotel Los Caballos.

Ubicación de estaciones base WiMAX, WiFi y CPEs. Plano con zonas de cobertura

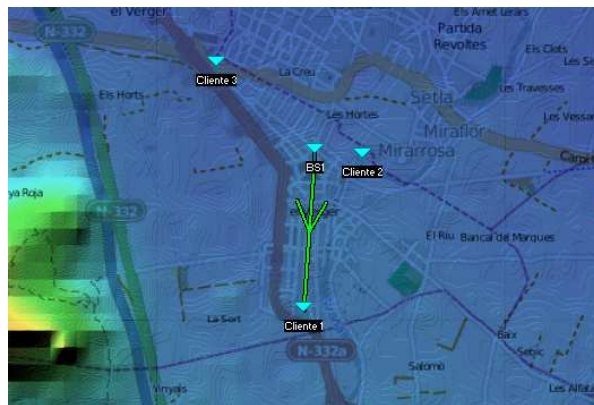


Ubicación de estaciones base WiMAX, WiFi y CPEs. Coordenadas

Descripción	Latitud	Longitud
Estación Base WiMAX 1	38° 50' 53,52" N	0° 0' 35,28" E
Estación Base WiMAX 2	38° 51' 51,59" N	0° 1' 10,34" E
Punto de acceso WiMAX CPE 1 Ayuntamiento	38° 50' 50,46" N	0° 0' 37,98" E
Punto de acceso WiMAX CPE 2 Colegio Público Segària	38° 50' 29,54" N	0° 0' 56,74" E
Punto de acceso WiMAX CPE 3 Espai Municipal de Música Jove, (ESMMUJ)	38° 50' 29,48" N	0° 0' 54,48" E
Punto de acceso WiMAX CPE 4 - AP WiFi C/ Doctor Ochoa	38° 50' 43,52" N	0° 0' 41,25" E
Punto de acceso WiMAX CPE 5 – AP WiFi Hotel Los Caballos	38° 50' 48,48" N	0° 1' 26,76" E

Resumen de cobertura y particularidades de la instalación

- Se realizan simulaciones y cálculos de pérdidas de propagación teóricas y con el programa Radio Mobile. Se concluye que los radioenlaces propuestos son viables técnicamente, con una gran calidad de señal.
- En WiMAX Se utiliza la banda con licencia de 3,5-3,6 GHz y en WiFi la banda libre de 2,4 GHz.



- En el Colegio Público Segària (CPE 2) y en el ESMUJ se propone la distribución de la señal WiMAX en el interior del edificio mediante equipos Airspan M-Easy v-45. También se utilizarán dispositivos Airspan MiMAX USB para la recepción de señal WiMAX en movilidad.
- En la C/ Doctor Ochoa se instala un CPE WiMAX y un AP WiFi exterior (Alvarion WBSn-2450-O).
- En el Hotel Los Caballos, se instala un CPE WiMAX, una AP WiFi exterior (Alvarion WBSn-2450-S) y dos AP WiFi interiores (Alvarion WBSn-2450-Idd).

Asignación de frecuencias de las estaciones base WiMAX

Se proponen las siguientes frecuencias, en torno a 3,6 GHz:

- Opción 1. Banda 3600-3800 MHz

Estación Base	UL (MHz)	DL (MHz)
BS 1	3700 – 3703,5 (Banda a)	3600 – 3603,5 (Banda a)
BS 2	3703,5 – 3707 (Banda a)	3603,5 – 3607 (Banda a)

- Opción 2. Banda 3400-3600 MHz

Estación Base	UL (MHz)	DL (MHz)
BS 1	3473 – 3476,5 (Banda b)	3573 – 3576,5 (Banda b)
BS 2	3476,5 – 3480 (Banda b)	3576,5 – 3580 (Banda b)



Resumen del Presupuesto económico

Implementación de la red (inversión realizada por la empresa encargada del desarrollo)

- 2 Estaciones base WiMAX
- 5 CPEs WiMAX Fijos (instalación inicial)
- 2 CPEs de interior y 40 dispositivos receptores móviles.
- 4 Puntos de acceso WiFi
- Switches, acometidas y cuadros eléctricos, cableado, conectores, etc.
- Gateway ASN y software de gestión
- Diseño, instalación y configuración.
- Otros gastos.

Total: 31700 €

Cuotas anuales (abonadas por el Ayuntamiento)

- Red WiMAX-WiFi: 21600 €
- Acceso a red troncal SDH-1: 18000 €

Total anual: 39600 €

Total durante 5 años: 198000 €

Viabilidad económica para la empresa encargada del desarrollo y explotación de la red

- Flujos de caja, VAN y TIR (5 años)

Año	Ingresos	Gastos	Flujo de caja, V_t	Flujo de caja neto, FCN
0	0	37100	-37100	-37100
1	21600	1500	20100	18611,11
2	21600	1500	20100	17232,51
3	21600	1500	20100	19956,03
4	21600	2500	19100	14039,07
5	21600	2500	19100	12999,14
			VAN	41737,86
			TIR	45%

- En 5 años se obtiene un VAN de 41737,86 € y una TIR del 45%.
- En algo más de 2 años se amortiza la inversión.
- Conclusión: el proyecto se considera viable.



Viabilidad económica para el Ayuntamiento

- Presupuesto anual: aproximadamente 4.000.000 €
 - Partida de inversiones reales: 1-3 M€
 - Partida de bienes y servicios: 1 M€
- Previsiones para 2014:
 - Estimación de ahorro bruto: 457.000 €
 - Estimación de ahorro neto: 19.000 €
 - Saldo positivo de operaciones no financieras: 457.000 €
 - Capacidad de financiación: 544.000 €
- Coste del alquiler anual de la red WiMAX-WiFi:
 - Acceso a red troncal SDH-1: 18.000 €
 - Alquiler de la red WiMAX-WiFi: 21.600 €
 - Total: anual: 36.900 €
 - Total durante 5 años: 198.000 €
- Conclusión: el proyecto se considera viable.

Conclusiones

- Las tecnologías WiMAX y WiFi permiten desarrollar infraestructuras de red inalámbricas en aquellas zonas geográficas donde no es rentable implementarlas en cable.
- WiMAX permite ofertar servicios de acceso inalámbrico de banda ancha de última milla y también sirve como tecnología *backhaul* en los nodos intermedios de redes 2G-4G.
- WiMAX permite la utilización de terminales de usuario fijos y móviles en un radio de transmisión de hasta 50-60 km. WiFi 802.11 n ofrece una cobertura de hasta 250 m.
- Las bandas de uso común de 2,4 GHz y 5 GHz están sujetas a importantes limitaciones de potencia. En determinadas zonas puede haber una posible sobreutilización. Por ello, en el proyecto se considera el uso de la banda con licencia de 3,5-3,6 GHz.
- En la legislación española existen ciertas limitaciones normativas y técnicas al desarrollo y explotación de redes desde las Administraciones Públicas. Deben funcionar de igual forma a como lo haría un operador privado y garantizar la no distorsión de la libre competencia.
- El municipio de El Verger tampoco dispone del personal técnico necesario para el desarrollo y mantenimiento de la red, por lo que se decide que lo haga un operador privado, mediante un proceso de concurso público.
- El Ayuntamiento accederá a los servicios de la red en régimen de alquiler durante un periodo de 5 años.
- El proyecto se considera viable desde el punto de vista de la empresa encargada del desarrollo y explotación de la red. También lo es desde el punto de vista del Ayuntamiento.