



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

Juan González Martínez
ITT-Telemática

Junio 2012

- 1. Introducción al trabajo**
 - ✓ Introducción al trabajo fin de carrera.
 - ✓ Objetivos del trabajo.

- 2. Enfoque y Planificación del proyecto.**
 - ✓ Enfoque del proyecto.
 - ✓ Planificación del proyecto.

- 3. Situación actual de Mocejón.**

- 4. Tecnologías Inalámbricas.**
 - ✓ WIMAX (IEEE 802.16).
 - ✓ WIFI (IEEE 802.11).

- 5. Determinación de la red a implementar.**
 - ✓ Red troncal o principal.
 - ✓ Red secundaria o de acceso.

- 6. Esquema de la Red.**

- 7. Estudio de cobertura y simulación.**

- 8. Valoración económica.**

- 9. Conclusiones.**



1. Introducción al trabajo.

Introducción al trabajo fin de carrera.

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



Muy a tener en cuenta, son los servicios que se pueden ofrecer, la legislación aplicable a este proyecto y la seguridad de los datos que se vean involucrados.

Es evidente que al emplear un medio compartido por cualquiera que se encuentre en el ámbito de la cobertura, se multiplican las amenazas de acceso no controlado a la información.



Objetivos del trabajo.

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

- El objetivo del presente proyecto es pues, presentar un análisis y diseño, junto a la valoración económica de su implementación de la instalación de una red pública inalámbrica de acceso a internet en la población de Mocejón (Toledo), viable a efectos económicos, de cobertura y requerimientos legales.
- Deberemos tener en cuenta los requerimientos funcionales de los sistemas inalámbricos, la disponibilidad del sistema, su seguridad y requisitos legales. Serán objetivos parciales el análisis de las tecnologías disponibles seleccionando la más idónea, estudiar la cobertura de los sistemas que elijamos y comparar costos, para encontrar la mejor solución existente.



2. Enfoque y planificación del proyecto.

Enfoque del proyecto.

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

Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones (BOE - 284).



Real decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección de dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección frente a emisiones radioeléctricas (BOE – 234).

Real decreto 424/2005, de 15 de abril, por el que se aprueba el reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, en el servicio universal y la protección de los usuarios (BOE – 102).

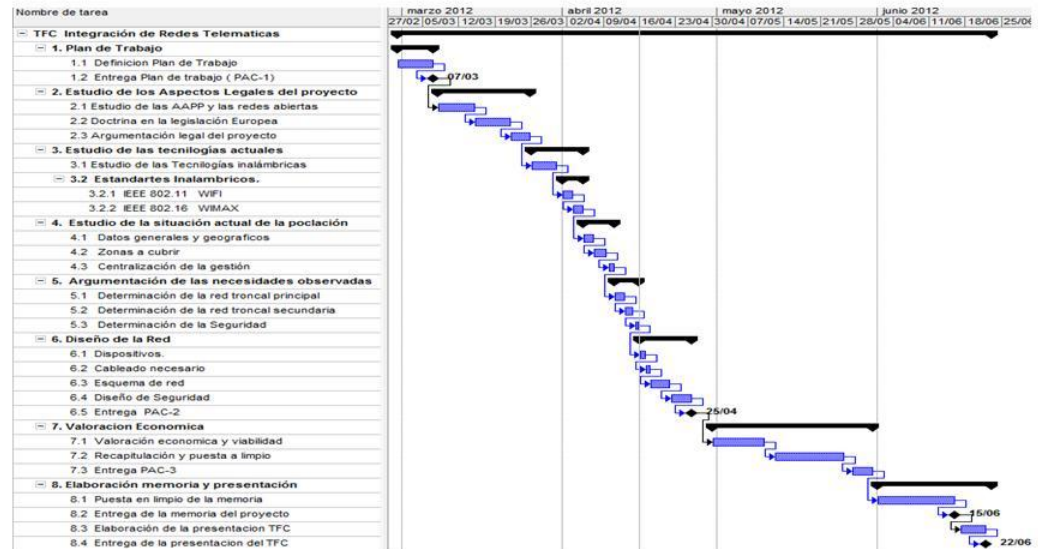
Orden CTE/23/2002, de 11 de enero, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones (BOE – 11).

Planificación del proyecto.

La planificación y la estimación del esfuerzo presentan un plan de trabajo adecuado para alcanzar los objetivos marcados. Para su elaboración se realizaron las siguientes actividades:

- Se identifican los objetivos previstos, el alcance de los entregables y los hitos principales del proyecto.
- Se eligió una estructura de proyecto basada en el ciclo de vida en cascada para alcanzar estos objetivos.
- Realizo una descomposición estructural en actividades, y detallo el contenido y alcance de las actividades identificadas.
- Realizó la planificación temporal, elaborando una tabla de precedencias entre actividades estimando su duración.

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





3. Situación Actual de Mocejón.

Situación actual de Mocejón.

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

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





4. Tecnologías Inalámbricas.

Protocolo IEEE 802.16 (WIMAX)



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

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

Protocolo IEEE 802.11 (WIFI)



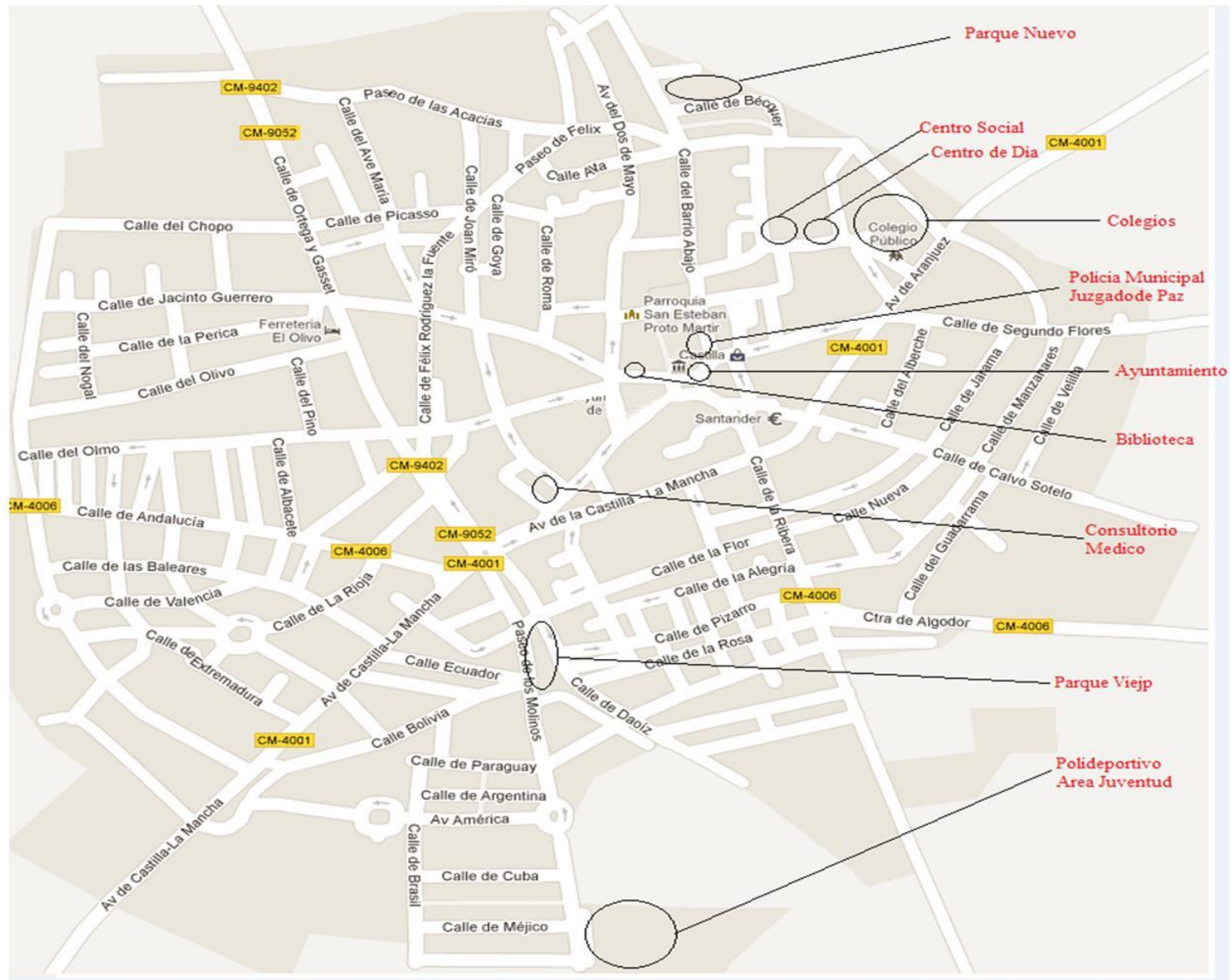
- *Movilidad. Los usuarios de la red inalámbrica pueden moverse dentro del alcance de cobertura de los elementos que proporcionan el acceso a la red.*
- *Simplicidad y rapidez de instalación. Todos los problemas que suponía cablear una red quedan anulados.*
- *Flexibilidad de instalación. Debido a la supresión de cables, la tecnología inalámbrica permite que la red llegue donde los cables no pueden.*
- *Reducción de costo. Los costes de instalación y costos de ciclo de vida son más bajos. Además, en entornos donde se requieran movimientos frecuentes, adiciones y cambios, los beneficios a largo plazo son aún más altos.*





5. Determinación de la red a implementar.

Visual de las zonas a cubrir.



Red troncal o principal.

Nodo 0: Ayuntamiento. Punto en el que deben confluir todas las comunicaciones, también dará cobertura a otros edificios municipales de la red secundaria.

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

Nodo 2: Colegio. Lugar desde el que se puede cubrir los edificios del colegio, Centro social y Centro de día, dispondrá además de un punto de acceso WIFI.

Nodo 3: Polideportivo. Este lugar, se encuentra en la única zona elevada del municipio, se puede utilizar en posibles expansiones de la red. En este punto se dispondrá también de un punto de acceso WIFI.

Nodo 4: Parque viejo. Lugar público al norte del municipio, se pretende dar servicio WIFI gratuito.

Nodo 5: Parque nuevo. Igualmente lugar público en el centro del municipio, donde se pretende dar servicio WIFI gratuito.

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

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

Nodo 0: Ayuntamiento:

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

Ayuntamiento	39° 56' 22.71'' N	3° 54' 59.09'' W	480 m.
Biblioteca publica	39° 56' 23.01'' N	3° 55' 02.20'' W	482 m.
Policia municipal	39° 56' 24.13'' N	3° 54' 58.15'' W	482 m.



Nodo 2: Colegio:

Edificios Colegio
Centro social polivalente
Centro de día

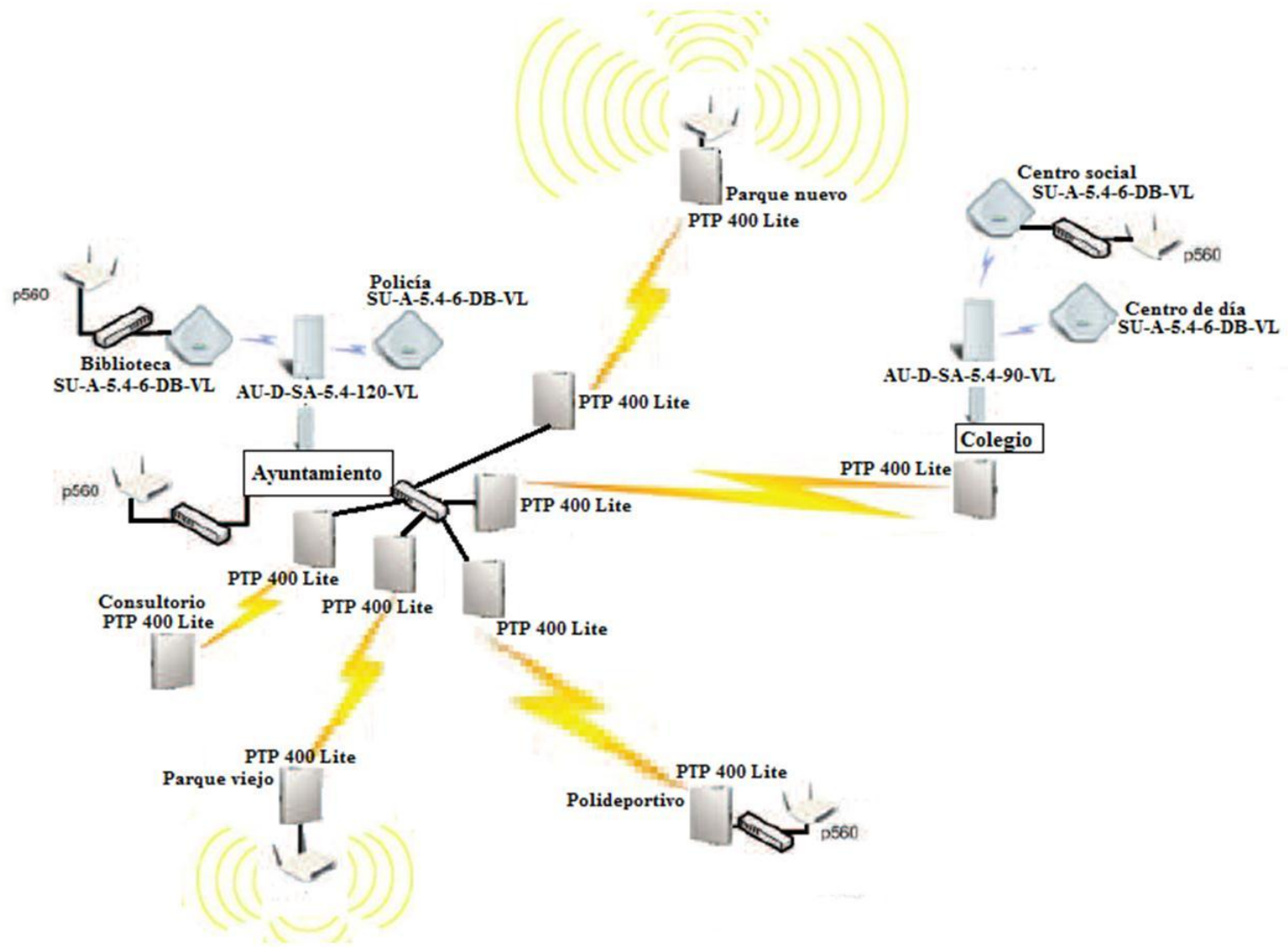
Colegio	39° 56' 30.33'' N	3° 54' 48.88'' W	479 m.
Centro social	39° 56' 29.44'' N	3° 54' 52.43'' W	475 m.
Centro de día	39° 56' 29.67'' N	3° 54' 54.99'' W	477 m.





6. Esquema de red.

Esquema de la red.



Red troncal primaria, enlaces entre nodos:

Enlace punto a punto con dos equipos Motorola PTP400 Lite con antena de 23 dBi integrada.



Red troncal secundaria:

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

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

Clientes de Alvarion SU-A-5.4-6-BD-VL orientado hacia antena Estación base



Equipos WIFI Gemtek P-560, puntos de acceso WiFi, router IP y control de acceso para Hotspots

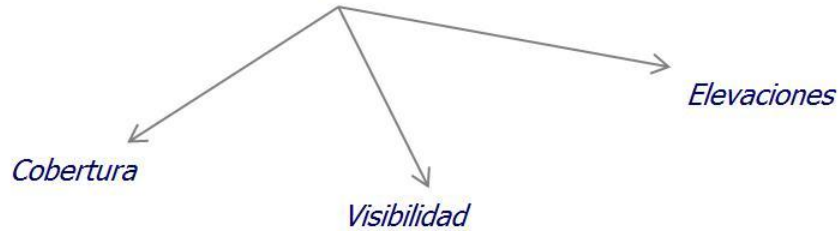




7. Estudio de cobertura y simulación.

Estudio de cobertura (Radio Mobile).

Para cada uno de los enlaces se ha realizado un cálculo del nivel de señal esperada y el margen de desvanecimiento que se obtiene.



Enlace de Radio

Editar Ver Invertir

Azimut=223,62°	Ang. de elevación=-1,726°	Despeje a 0,16km	Peor Fresnel=6,9F1	Distancia=0,25km
Espacio Libre=95,4 dB	Obstrucción=-0,4 dB	Urbano=21,4 dB	Bosque=0,0 dB	Estadísticas=6,2 dB
Pérdidas=122,6dB (4)	Campo E=76,7dBμV/m	Nivel Rx=-53,6dBm	Nivel Rx=465,52μV	Rx relativo=26,4dB

Transmisor

Antena: Ayuntamiento

Rol: Nodo

Nombre del sistema Tx: Ayuntamiento

Potencia Tx: 0,3162 W 25 dBm

Pérdida de línea: 1 dB

Ganancia de antena: 23 dBi 20,8 dBd

Potencia radiada: PIRE=50,12 W PRE=30,56 W

Red: WIMAX

Receptor

Antena: Consultorio

Rol: Terminal

Nombre del sistema Rx: Consultorio

Campo E requerido: 50,35 dBμV/m

Ganancia de antena: 23 dBi 20,8 dBd

Pérdida de línea: 1 dB

Sensibilidad Rx: 22,3872μV -80 dBm

Frecuencia (MHz): Mínimo 5470 Máximo 5955

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



8. Valoración económica.

Valoración económica.

Presupuesto del equipamiento y una aproximación de la mano de obra en función del tiempo aproximado de instalación.



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





8. Conclusiones.

Estudio de las necesidades:

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

Diseño de la red:

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

Realización del proyecto técnico:

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