

DESENVOLUPAMENT D'UNA XARXA TELEMÀTICA PER A PROVEIR D'ACCÉS A
INTERNET AL MUNICIPI D'ALTAFULLA

Miguel Mañas Ariño

Agraïments

Vull aprofitar aquest projecte que materialitza el final d'una etapa, una etapa llarga i podria dir que molt dura, on he hagut d'alternar el treball amb els estudis on vull agrair tot el recolzament que m'han donat un seguit de persones.

És aquí on m'enrecordo de la meva parella Jessica que sempre ha estat donant-me els ànims per continuar endavant en els moments difícils. Tampoc em vull oblidar de la meva família, els meus pares i el meu germà.

A tots vosaltres mai trobaré les paraules per agrair-vos tot el que m'heu ajudat durant tots aquest anys.

ÍNDEX

ÍNDEX DE FIGURES.....	5
1.- INTRODUCCIÓ	7
1.1.- Justificació i context del TFC	7
1.2.- Objectiu del projecte	7
1.3 Anàlisi DAFO de tecnologies a emprar.....	8
1.3.1.- Wifi	8
1.3.2.-Anàlisi WiMax	9
1.4.- Metodologia del Projecte.....	9
1.4.- Planificació del projecte	10
2.- Dades generals i geògrafa del municipi	12
2.1.-Objectius del projecte	13
3.- Tecnologies a utilitzar	14
3.1.- Estàndards inalàmbrics.....	15
3.1.1- WiFi	15
3.1.2.- WiMAX.....	18
3.2.- Tipus d'antenes.....	19
3.2.1.-Direccional	19
3.2.2.-Sectorials	20
3.2.3.-Omnidireccionals	21
3.3.- Tipus de Xarxes	21
3.3.1.- Mesh (Malla)	21
3.3.2.- Punt a Punt.....	21
3.3.3.- Punt Multi Punt.....	22
3.4.- Mètodes de Seguretat	22
3.4.1.- Sistemes de xifratge i autenticació	22
3.4.2.- FireWall.....	24
3.5.-Perquè un Switch capa 3 i no un router + switch.....	25

4.- Disseny de la solució.....	26
4.1.-Idea inicial de la solució	27
4.2.- Dimensionament de la Xarxa	27
4.2.1.- Capacitat de la xarxa	27
4.2.2.- Dimensionament AP's	28
4.2.- Xarxa Troncal	30
4.2.1.- Ubicació Estació Base.....	30
4.2.2.- Diagrama de la xarxa.....	30
4.2.3.- Equipament Wimax	33
4.3.- Xarxa D' Accés	38
4.4.- Instal.lació	39
4.5.- Configuració	41
5.- Simulació i Configuració Radio Mobile	48
6.- Marc Legal Projecte.....	59
6.1.- Oferir serveis de comunicacions	59
6.2.- Espectre Radioelèctric	62
7.- Pla Econòmic.....	63
7.1.- Pressupost	63
8.- Conclusions	65
Referències	67
Anexe I: Acrònims.....	69
Anexe II: Fitxa tècnica dels equips de la xarxa	72

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1 : Planning TFC	11
Figura 2: Diagrama Gantt Projecte.....	12
Figura 3: Mapa topogràfic Altafulla.....	14
Figura 4: Estàndards inalàmbrics	15
Figura 5: Distribució Canals a la banda dels 2,4 GHz	16
Figura 6: Tasas de transmissió WiFi	17
Figura 7: Comparativa normatives WiFi	17
Figura 8: Modulacions WiMax	19
Figura 9: Diagrama de radiació antena direccional	20
Figura 10: Diagrama de Radació antena Sectorial	20
Figura 11: Diagrama de radiació antena omnidireccional	21
Figura 12: diagrama xarxa Mesh	21
Figura 13: Diagrama Xarxa Punt multi Punt	22
Figura 14: Diagrama de l'algorisme RC4	22
Figura 15: Esquema funcionament switch L3.....	25
Figura 16: Dimensionamet AP's	28
Figura 17: Capacitat Enllacos Xarxa Troncal	29
Figura 18: Ubicació AP's al mapa d'altafulla	31
Figura 19: relació d'ubicacions d'AP amb coordenades.....	32
Figura 20: Relació de tipus d'antenes en funció del site	32
Figura 21: Breezemax Extreme 5000	33
Figura 22: Característiques principal Breezemax Extreme 5000	34
Figura 23: Configuració SISO utilitzada	34
Figura 24: Wi2	35
Figura 25: Wi2 Extender.....	35
Figura 26: Cisco Catalyst 2948G-L3	36
Figura 27: Palo Alto Networks PA-2020	37

Figura 28: Servidor ML10 HP.....	38
Figura 29: Característiques HP Proliant ML10	38
Figura 30: Instal.lació Nus Central EB i CPD	40
Figura 31: Intal.lació WI2	41
Figura 32: Direccionament Equipament seu Ajuntament	42
Figura 33: Polítiques firewall	43
Figura 34: Possibilitats de gestió amb el software AlvariStar	44
Figura 35: Esquema backplane Wi2 controller	44
Figura 36: Direccionament AP1	46
Figura 37: Configuració seguretat BreezeMax 5000.....	47
Figura 38: Direccionament AP's	48
Figura 39: Propietats de mapa	49
Figura 40: Mapa topogràfic altafulla Radio mobile	49
Figura 41: Configuració xarxa troncal.....	50
Figura 42: Configuració sistema BTS.....	51
Figura 43: Configuració CPE.....	52
Figura 44: Simulació xarxa troncal.....	53
Figura 45: Enllaç Ajuntament-Institut Altafulla	53
Figura 46: Enllaç Ajuntament-Camping Santa Eulalia	54
Figura 47: Enllaç Ajuntament-Hotel San Martín	54
Figura 48: Enllaç Ajuntament-Club Marítim	55
Figura 49: Enllaç Ajuntament-Hotel La Torreta	55
Figura 50: Enllaç Ajuntament-Hotel Oreneta	56
Figura 51: Enllaç Ajuntament-Telecentre Municipal	56
Figura 52: Enllaç Ajuntament-Camping Don Quijote.....	57
Figura 53: Enllaç Ajuntament-C/Clot DelTorrell.....	57
Figura 54: Sistema AP WiFi.....	58
Figura 55: Cobertura WiFi.....	59
Figura 56: Reglamentació Xarxes WiFi.....	62

1.- INTRODUCCIÓ

A la última dècada, les xarxes de telecomunicacions han tingut un notable desenvolupament i un fort creixement, quasi exponencial, que s'han vist involucrades en la millora de les condicions de vida, sobre tot les solucions basades en tecnologies inalàmbriques de cort i llarg alçanç amb costos relativament baixos en comparació amb altres solucions de xarxes fixes.

Les tecnologies emprades per aquest projecte, WiFi IEEE-802.11 i WiMax IEEE 802.16 han tingut un gran èxit degut a les necessitats de mobilitat d'usuaris solitaris o grups de treball puntuals i també a la flexibilitat a la hora d'expansions o canvis de topologia.

El projecte tracta de la implantació d'una solució inalàmbrica basada en les dos tecnologies esmentades en un ajuntament. Es destaca la idea de tenir les dues tecnologies com solucions complementaries, el primer disseny de xarxes Wifi tindrà el rol d'una xarxa d'accés per a donar cobertura fins a 400 m, i el segon disseny es basa en la tecnologia WiMax que funcionarà com la xarxa troncal comunicant els nodes secundaris amb la seu central.

Es farà un estudi de l'estat de les tecnologies que s'utilitzaran com a solució, descrivint els passos realitzats en la implantació de cada una per separat citant els equips utilitzats amb el desglossament econòmic detallat de l'equipament emprat a la solució final

1.1.- Justificació i context del TFC

Al municipi d' Altafulla, l'excel·lentíssim Ajuntament, es disposa a promoure l'execució i posterior operació d'una xarxa inalàmbrica d'Àrea metropolitana, per a que un operador de telecomunicacions acreditat per la Comissió del mercat de Telecomunicacions, pugui procedir a la realització de les obres relatives a la implantació i posterior explotació d'una xarxa d'àrea metropolitana inalàmbrica, privada i d'accés condicional, que permeti el tràfic de dades i l'accés a Internet.

L'àrea metropolitana d' Altafulla té les dimensions aproximades d'uns 7 Km² i està conformat en la seva majoria per vivendes unifamiliars d'una o dos altures sense que existeixin elements destacables que puguin convertir-se en generadors de ombres en terminis de cobertura radioelèctrica, exceptuant l'església d' Altafulla.

1.2.- Objectiu del projecte

El projecte consta d'un exemple de disseny e implementació d'una solució d'accés a Internet mitjançant dues tecnologies inalàmbriques Wifi i WiMax, on una complementa a l'altra.

La xarxa WiFi jugarà el rol d'una xarxa d'accés que s'implementarà en nodes secundaris mentre que la tecnologia WiMax servirà d'enllaç entre els edificis com una xarxa troncal que centralitza la informació en la seu central de l'ajuntament.

Les tecnologies utilitzades son les pioneres al mercat de telecomunicacions, tant per la xarxa WiFi com per la xarxa troncal WiMax s'utilitzaran equips d'Alvarion que es un fabricant internacional d'antenes. Aquest fabricant disposa d'un software de gestió remota tant dels equips WiMax com WiFi, el que facilitarà la operació i manteniment un cop la xarxa estigui en funcionament.

En principi les distàncies entre l'edifici central i les seues secundaries no superen els 1000 metres amb una visió directe entre antenes. S'inclourà un switch L3 per encaminar la informació cap a Internet .

El fabricant te dos sistemes de control i gestió de xarxa. Tant per poder gestionar els Access Point en tots els edificis de forma centralitzada i el segon es Alvaristar utilitzat per la gestió de la connexió WiMax i els seus equipaments a tota la xarxa

1.3 Anàlisi DAFO de tecnologies a emprar

- DAFO és una eina d'anàlisi estratègic que permetrà analitzar els aspectes interns i externs de la implementació de la nostra xarxa. S'han consultat (modelados de redes Wimax : [http://profesores.fi-b.unam.mx/victor/CCNA/Productos/Notas%20de%20Curso/Manual%20de%20la%20Asignatura%20de%20Redes%20Inalambricas%20de%20Banda%20Ancha%20\(Avance%2050%25\).pdf](http://profesores.fi-b.unam.mx/victor/CCNA/Productos/Notas%20de%20Curso/Manual%20de%20la%20Asignatura%20de%20Redes%20Inalambricas%20de%20Banda%20Ancha%20(Avance%2050%25).pdf) , tecnologies WiMax Manual del estudiant (capítuls 3,4 i 5) i IEEE Standard for: Information technology-Telecommunications and information Exchange between systems-Local and metropolitana rea networks. Specifications: Part 11, on parla del WiFi

La solució escollida s'estructura en dos grans blocs, el primer consta d'una xarxa d'accés via WiFi mentre que el segon bloc tracta la red troncal inalàmbrica representat per la tecnologia WiMax.

L'estudi d'aquest apartat consisteix en donar una visió comercial sobre la solució, representant les debilitats a tenir en compte a la hora de prendre la decisió d'implantació, les amenaces que li puguin afectar i finalment les oportunitat d'aquestes tecnologies al mercat.

1.3.1.- Wifi

1.3.1.1.- Debilitats

Presenta dos punts febles que s'estàn tractant d'eliminar, no ofereix qualitat de Servei QoS ni diferenciació entre els fluxes de servei. Per altre banda no es molt estable en qüestió de velocitat de transmissió per distàncies llunyanes al punt d'accés

1.3.1.2.-Amenaces

Comparada amb les altres tecnologies de xarxes d'accés, el mode d'accés al medi suposa una amenaça de seguretat deguda al medi compartit amb el que qualsevol equip que tingui cobertura a la senyal pugui escoltar la comunicació.

1.3.1.3.-Fortaleces

En comparació amb les tecnologies existents una de les característiques fortes del WiFi es el seu preu a la hora de parlar de desplegament amb distàncies llargues. També podem mencionar la facilitat d'implantació o integració d'equipament en interiors com exteriors així com la seva configuració i la posada en marxa.

El baix consum de potència pels equips WiFi influeix de manera directa al cost de les seves solucions que seguiràn tenint l'èxit a medi-llarg plaç.

1.3.2.-Anàlisi WiMax

1.3.2.1.- Debilitats

El preu de les solucions WiMax suposa un punt Feble, afegint la desconfiança dels clients degut a la falta de projectes implantats amb aquesta tecnologia.

1.3.2.2.- Amenaces

La principal es deu a l'excessiu creixement de les solucions WiMax, al només tenir una banda d'ús lliure haurà d'assumir les interferències en entors que contenen d'altres solucions basades en WiMax.

Els obstacles també suposen una amenaça als projectes d'implantació WiMax, això es deu a la construcció de nous edificis al medi de l'enllaç radioelèctric tallant la transmissió, encara que es pugui assumir amb un replanteig NLOS (sense visió directe) i quedant amb una capacitat reduïda de la ofertada inicialment amb LOS (Visió directe)

1.3.2.3.- Fortaleces

La tecnologia està pensada per llargues distàncies pel que no es fa necessari parlar d'adaptació de tecnologies de diferents fabricants.

Al contrari del WiFi, les implantacions WiMax garanteixen serveis amb QoS i diferenciació de fluxes.

Amb un ample de banda extens augmenta el nombre d'usuaris suportats a més de les millores a la taxa de bits degudes a l'ús de modulacions OFDM.

La facilitat d'instal·lacions així com la existència d'interfícies intuïtives de gestió, control i seguretat de la xarxa, a més de la flexibilitat a la hora de pensar en fer modificacions a la xarxa.

1.4.- Metodologia del Projecte.

Podem diferenciar el projecte en 3 fases:

- Una primera fase que es centra en les tecnologies actuals amb el fi de justificar el perquè de la tecnologia utilitzada.

- Es farà un estudi en profunditat de les característiques de les tecnologies actuals, realitzant una comparació entre les possibles, dins de l'àmbit de la tecnologia sense fils i justificant en funció de cada paràmetre les ventatges e inconvenients de cada una per arribar a la conclusió de que la relació qualitat/preu correspon a la implantació d'un sistema combinat WiFi + WiMAX.

- En aquesta primera fase es fara un primer plantejament de la instal.lació, és a dir, s'explicarà a "grosso modo", com s'implantarà el sistema tenint en compte aspectes característics de la zona (presencia d'elevacions, on situar la BTS central, distancia i ubicacions dels AP's)

- Aquesta part inclou un estudi de viabilitat del projecte en funció dels usuaris potencials.

- La segona fase es dedica a l'estudi en detall de les tecnologies proposades protocols de comunicació, estàndars, etc

- Emprarem la eina Radio Mobile explicant els paràmetres introduïts al software, funcionament i simulació de càlcul de propagació d'ones (càlcul de cobertures). Aquest estudi de cobertures servirà per conèixer la viabilitat del projecte, si aquest pot arribat a l'objectiu final i les àrees les quals hauràn de ser oferides a clients potencials per la seva connexió de Banda Ampla.

- La eina es basarà en els paràmetres d'una marca comercial concreta d'equips de radiotransmissió WiMax/WiFi, és a dir, s'utilitzaran els valors reals de potència de transmissió màxima, potència mínima de recepció, guany, pèrdues d'antenes, elevacions i obstacles al terreny i moltres altres característiques particulars de la zona d'estudi.

-La tercera fase es basarà en la configuració pasada en marxa dels equips. S'ha de porporcionar informació suficient a l'empresa que exploti la infraestructura en qüestió de configuració, aplicació de seguretat i manteniment de la xarxa.

Finalment i de manera complementaria, s'ha inclós tota la informació relacionada amb el presupost, aspectes legals de la instal.lació d'una xarxa de distribució de banda ampla.

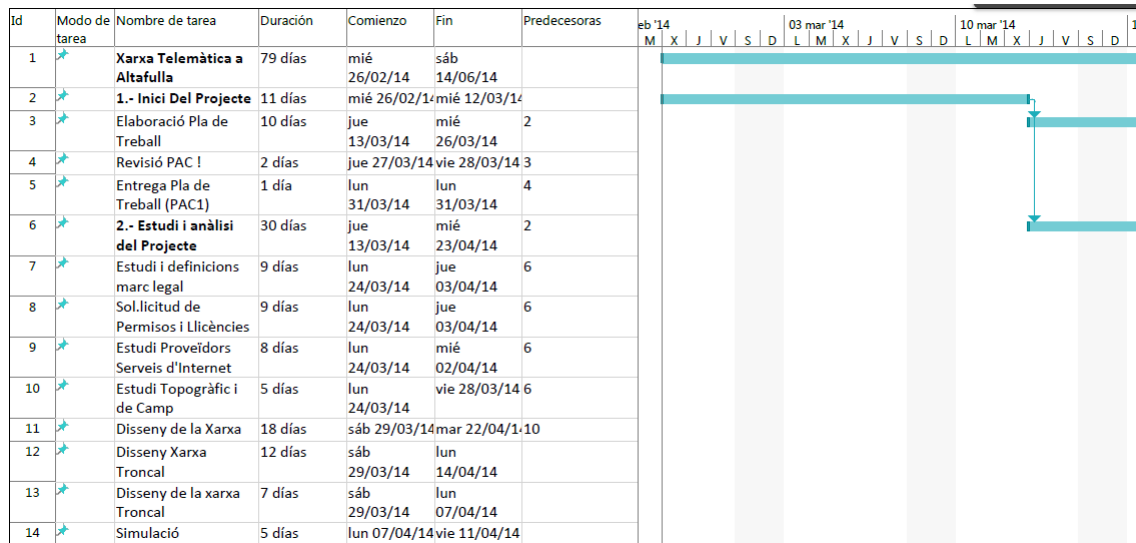
1.4.- Planificació del projecte

Destaquem els dies més importants

INICI TFC	26 Febrer 2014
Lliurament PAC 1	12 Març 2014
Lliurament PAC 2	23 Abril 2014
Lliurament PAC 3	28 Maig 2014

Figura 1 : Planning TFC

Adjuntem la planificació del projecte, realitzat amb Microsoft Project



Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
15	*	Anàlisi i Depuració	2 días	sáb 12/04/14	lun 14/04/14	
16	*	Disseny Xarxa Accés	7 días	mar 15/04/14	mié 23/04/14	
17	*	Disseny Xarxa Accés	4 días	mar 15/04/14	vie 18/04/14	
18	*	Simulació	2 días	sáb 19/04/14	lun 21/04/14	
19	*	Anàlisi i Depuració	2 días	mar 22/04/14	mié 23/04/14	
20	*	Entrega PAC 2	1 día	mié 23/04/14	mié 23/04/14	
21	*	3.-Execució	25 días	jue 24/04/14	mié 28/05/14	
22	*	Instal.lació de la xarxa i Servidors	25 días	jue 24/04/14	mié 28/05/14	
23	*	Instal.lació i Configuració Xarxa Troncal	13 días	jue 24/04/14	lun 12/05/14	
24	*	Proves	2 días	mar 13/05/14	mié 14/05/14	23
25	*	Instal.lació i configuració Xarxa d'Accés	9 días	mar 13/05/14	vie 23/05/14	23
26	*	Proves	3 días	lun 26/05/14	mié 28/05/14	25
27	*	Entrega PAC3	1 día	mié 28/05/14	mié 28/05/14	
28	*	Elaboració de la memoria	12 días	jue 29/05/14	vie 13/06/14	

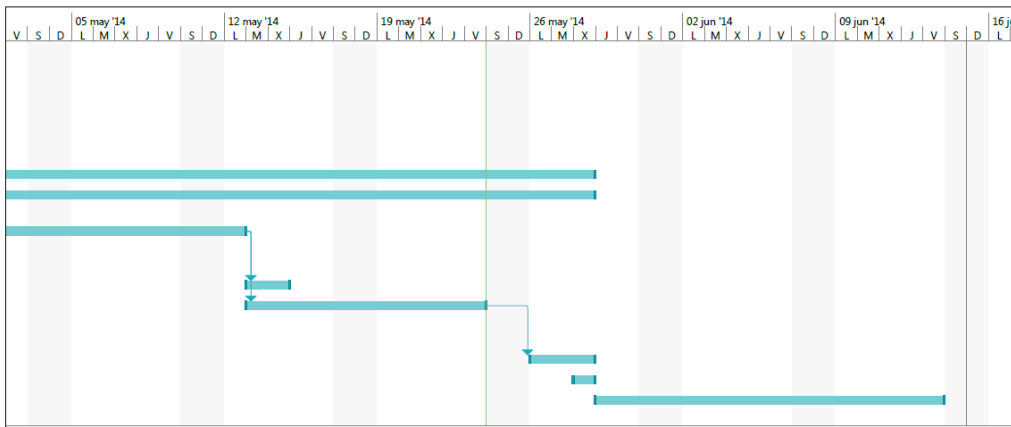
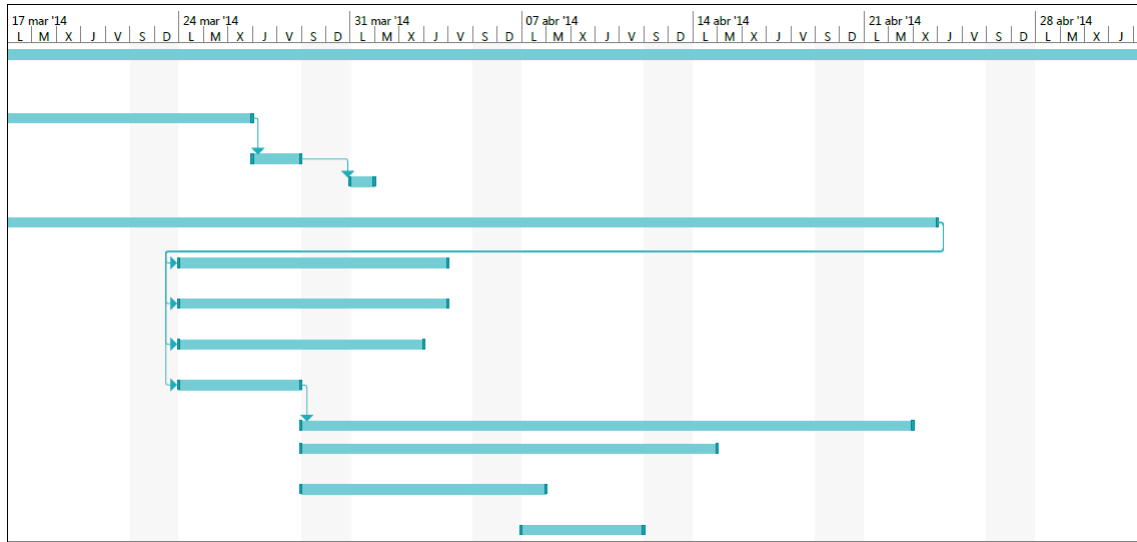


Figura 2: Diagrama Gantt Projecte

2.- Dades generals i geògrafa del municipi

El poble d' Altafulla es troba situat a la costa del Mar Mediterrani, al marge esquerre del riu Gaià, entre la muntanya de Sant Joan i la muntanya de sant Antoni, a uns 80 m d'altitud davant del mar. Limita al nord amb la Riera de Gaià i la Nou de Gaià. A l'est , amb Torredembarra; al sud , amb el Mediterrani, i a l'oest amb Tarragona.

Altafulla és una població que segons el cens de IDESCAT de l'any 2013 consultat a (<http://www.idescat.cat/emex/?id=430120&lang=es>) te 4835 habitants amb una superfície de 7 km2. Es troba a una altitud de 52 m sobre el nivell del mar

Consultem la distribució segons grups d'edat.

De 0 a 14 anys →859

De 15 a 64 anys → 3325

De 65 a 84 anys → 570

De 85 anys y més → 81

La seva distribució segons nacionalitats es:

Espanyola → 4257

Estrangera → 578

Com a serveis municipals destaca la seva aposta per l'esport. Altafulla té:

1 Pavelló

7 pistes poliesportives

2 Camps poliesportius

2 sales esportives

L'Ajuntament enfocarà aquest nou serveis per les persones d'una franja d'edat entre els 16-60 anys. Es farà un dimensionament de la xarxa proporcional al número d'habitants compresos en aquesta franja.

2.1.-Objectius del projecte

L'objecte del projecte es la especificació i definició de les condicions tècniques d'execució de les instal·lacions que doten d'una xarxa d'àrea metropolitana amb tecnologia d'accés inalàmbic al municipi d' Altafulla.

Es definiran totes les característiques dels diferents equips i sistemes que conformen la xarxa. Tant els propis elements que constitueixen la xarxa inalámbrica com la Electrónica i els equips que gestionen els usuaris i els seus privilegis i els diferents radioenllaços que permeten la connexió de la xarxa amb la xarxa pública de dades e Internet.

Té una densitat de població de 687.19 habitants/Km². Es tracta d'un municipi amb una densitat alta de població y un nucli urbà molt compacte, fet que simplifica el disseny, ja que implica una cobertura d'un àrea petita.



Figura 3: Mapa topogràfic Altafulla

3.- Tecnologies a utilitzar

Les xarxes inalàmbriques estan dissenyades per operar en rangs de freqüència lliure, el que dona lloc a uns costos d'ús molt menors que les xarxes basades en sistemes cel·lulars. L'ús d'un espai de freqüències de caràcter lliure també suposa un augment en els possibles riscos de seguretat de la xarxa i la aparició d'interferències.

La inversió inicial requerida pel hardware d'una WLAN potser més alta que el cost dels equipament d'una LAN cablejada, però si es planteja un estudi a llarg termini, els beneficis són més alts davant d'entorns dinàmics que requereixen flexibilitat a canvis freqüents i escalabilitat reflexada als sistemes WLAN's. Aquests poden ser configurats en una varietat de topologies fàcilment canviades des de xarxes punt a punt a xarxes d'infraestructures senceres de milers d'usuaris que permeten Roaming sobre un àrea gran.

Estudiarem ara amb una mica de profunditat els dos estàndards IEEE-802.11 (WiFi i IEEE-802.16 (WiMax)

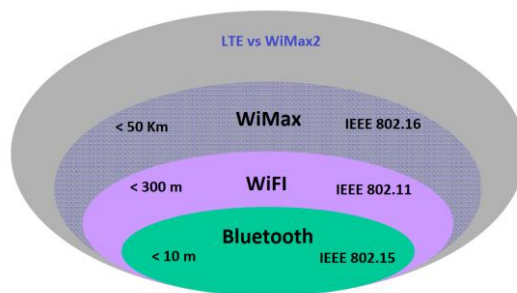


Figura 4: Estàndards inalàmbrics

3.1.- Estàndards inalàmbrics

Per a poder fer un estudi teòric dels diferents estàndards s’ha consultat directament les webs (<http://www.ieee802.org/11/>, <http://www.ieee802.org/16/tgd/>) . Completant la informació amb la consulta del llibre “Fundamentos de redes inalámbricas” de la Academia Networking de Cisco (Pàgines 3-5, 15)

3.1.1- WiFi

Utilitza una tècnica de salt de freqüència (FHSS), tota la banda dels 2.4 GHz es divideix en 75 subcanals de 1MHz. Les dades s’envien per una seqüència dels subcanals. Totes les comunicacions dins de la xarxa 802.11 es produeix en un patró diferent de salt, aquests patrons estan especialment dissenyat per evitar col.lisions quan s’enviïn simultaniament les dades per part de dos terminals.

La DSSS divideix la banda en 14 canals adjacents de 22 MHz que es superposen parcialment. Només 3 dels 14 no estan solapats entre ells, el 1,6 i 11

Els canals 1 als 11 inclouen el rang de freqüències de la banda dels 2.4 GHz (2412MHz a 2472 MHz). Tot aquest grup està dividit en canals que estan separats 5 MHz. La causa del solapament es degut a que l’ample de banda de cada canal es de 20 MHz i la banda de guarda és de 5 MHz.

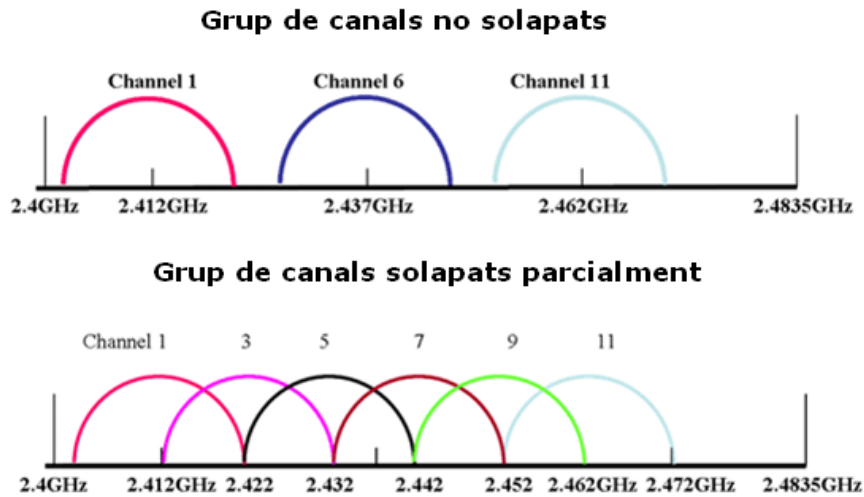


Figura 5: Distribució Canals a la banda dels 2,4 GHz

Basada en l'estàndard 802.11 del organisme IEEE, que ha conquistat el mercat des que es va aprovar la especificació 802.11-b al 1999.

Les més emprades actualment son:

IEEE-802.11a: Arriba a 54Mbps a la banda de 5GHz anomenada UNII (Infraestructura d'informació sense llicència), amb modulació OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) que ajuda a minimitzar les interferències i augmenta el número de canals sense solapament. Un inconvenient es que limita el radi de cobertura a 50 m degut a un major índex d'absorció, el que implica instal·lar més punts d'accés per cobrir la mateixa superfície que si fem servir 802.11b. No es compatible amb productes 802.11b ja que no comparteixen el mateix rang de freqüències.

IEEE-802.11b: És l'estàndard principal de xarxes inalàmbrics. És el conegut com WiFi. Fa servir una modulació DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum), arribant a una velocitat de 11Mbps operant a dins de la banda ISM (Industrial, Scientific i Medical) 2,4 GHz que tampoc necessita llicència. Amb una potència màxima de 100mW pot suportar fins 32 usuaris per AP (Punt d'Accés)

També presenta el problema de la falta de QoS, es platejen d'altres la hora de treballar en la banda de 2,4GHz, degut a que presenta varias fonts d'interferències degut a l'ús de la mateixa banda per equips electrònics (teclats, retolins inalàmbrics, telèfons, etc)

Els seu baix cost i la seva velocitat acceptable ha fet que tingui èxit al mercat

IEEE-802.11g: Compatible amb 802.11b i emprant la mateixa freqüència de treball, pot arribar a velocitats de fins 54 Mbps suportant modulacions DSSS i OFDM, aconseguint les mateixes característiques de propagació que l'estàndard 802.11b i mantenint la fiabilitat de transmissió amb la reducció de la tasa de transmissió.

Adjuntem un gràfic on es mostren les taxes de transmissió de les 802.11a, b i g a diferents rangs

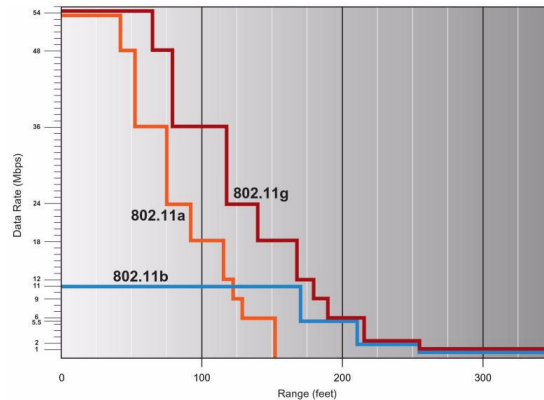


Figura 6: Taxes de transmissió WiFi

S'observa que les senyals propagants a la banda de 5 GHz (802.11a) tenen pitjors característiques respecte al rang de cobertura.

Fem una taula resum comparant les 3 normatives.

Estàndard	Banda de treball (GHz)	Modulació	Cobertura(m)	Velocitat Màxima (Mbps)	Canals sense solapament
802.11 a	5	OFDM	50	54	12
802.11 b	2.4	DSSS	100	11	3
802.11 g	2.4	OFDM	100	54	3

Figura 7: Comparativa normatives WiFi

Xarxes mallades 802.11s

També conegudes com Xarxes Mesh, 802.11 és la especificació desenvolupada pel IEEE Task Group (TGs) per xarxes WiFi mallades. Una topologia de xarxa on cada node està connectat a un o varis nodes donant lloc a diferents camins per transmetre la informació d'un node per altre.

IEEE 802.11n

Els canvis al format de trama, MIMO (Multiple Input-Multiple Output) han estat els canvis més significatius d'aquest nou estàndard, incrementant la velocitat de transmissió entre equips WiFi fins 600Mbps.

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

3.1.2.- WiMAX

L'estàndard IEEE 802.16 també anomenat WiMAX fixe, va ser dissenyat especialment per proveir d'accés de banda ample amb rendiments similars a una connexió DSL. Amb l'objectiu de donar cobertura i rendiment en terrenys complicats, l'ús de les arquitectures de tipus mallat semblava bastant desitjable. Des que al principi es van incorporar a l'estàndard un mode Mesh al que, al contrari que a les xarxes cel.lulars tradicionals, els nodes podien operar sense tenir connexió directa amb la estació base. Però es tracta d'una serie de recomanacions que s'han quedat antigues i una prova es que encara que s'han fet un gran número d'implmentacions de WiMax basades en 802.16d, son raras els casos als que s'han realitzat configuracions de tipus mallat.

Característiques principals:

Està basat en la modulació OFDM, molt efectiva a la hora de transmetre dades sobre canals amb ample de banda superior a 5MHz. Per sota d'aquest ample de banda, els actuals sistemes 3G basats en CDMA (Code Division Multiple Acces) son comparables en quant a rendiment, però a mesura que augmentem l'ample de banda, aquests pateixen masses pèrdues a causa de la interferència entre símbols i es aquí on OFDM marca la diferència.

OFDM és una modulació que consisteix en enviar la informació modulant en QAM o PSK un conjunt de portadores de diferents freqüències.

OFDM divideix un canal en un número determinat de bandes de freqüència equiespaiades, a cada banda es transmet una subportadora que transporta la informació. Cada subportadora es ortogonal a la resta. Aquesta ortogonalitat es el principal concepte d'OFDM. Per posar un exemple, si emprem com senyal de portadora una senyal sinusoidal, l'àrea d'un període es zero, ja que la part positiva del senyal es cancela amb la part negativa. És precisament aquesta ortogonalitat la que ens permet una transmissió simultànea en un rang de freqüències molt estret sense que es produeixin interferències entre elles. En resum, en un període de símbol, el seu producte escalar de les funcions és 0, sempre i quan aquestes funcions siguin diferents.

Alta Tasa de transferència.

L'estàndard 802.16d inclou tècniques MIMO (Multiple Input Multiple Output) junt amb esquemes flexibles de sub-portadores, codificació avançada i modulació de fins 64 QAM. D'aquesta manera, la cel.la es divideix en 3 arees concèntriques amb diferent modulació en funció de la distància a la estació base, porporcionant modulacions més agressives als clients més pròxims, que tindran una millor relació senyal-soroll, i modulacions més robustes pels que estan més allunyants. Com es veu a la figura 6, els clients més pròxims treballaran amb modulació 64 QAM, els següents amb 16QAM i els més allunyat QPSK

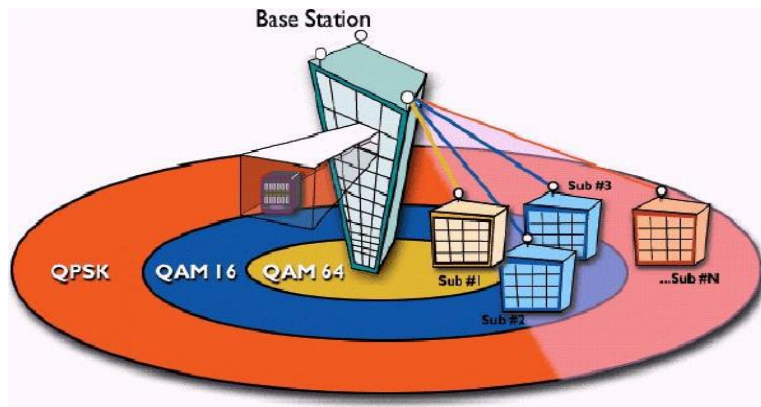


Figura 8: Modulations WiMax

Radio de la cel.la

Aquesta especificació de l'estàndard permetrà treballar sense línia de visió amb radios de cel.la de 5 fins 10 km, i amb línia de vista arribant fins a 50 Km.

Escalabilitat

La tecnologia WiMax, com està dissenyada per poder treballar amb diferents amplituds de banda, des de 1.25 fins 20 MHz, pot complir amb la gran varietat de requeriments espectrals existents. Això també permetrà donar un servei més adaptat a la economia i a les necessitats de cada regió, ja sigui proveir d'Internet a zones Rurals com donar serveis de banda ample mòbil a zones urbanes.

Seguretat

L'estàndard 802.16 soporta gran quantitat de sistemes de seguretat, per exemple: Tarjetes SIM (subscriber Identity Module), USIM (Universal Subscriber Identity Module) tarjetes intel.ligents, certificats digitals, o equemes de tipus usuari/contrasenya. Tot i que és una tecnologia bastant segura, presenta el problema de la falta d'autenticació mutua entre la estació base i l'usuari.

Qualitat de servei (QoS)

Un dels principis fonamentals de la arquitectura MAC de la família d'estandards 802.16 es la QoS. Es defineixen fluxes de servei, que permetin variar la qualitat de servei extrem a extrem. A més, els esquemes de sub-canals suposen un mecanisme flexible per un repart óptim dels recursos de freqüència, espai i temps.

3.2.- Tipus d'antenes

Tal i com veiem al capítol "Consideraciones generales respecto a antenas" pag40 del llibre "Fundamentos de Redes Inalámbricas". Nombrem 3 tipus d'antenes.

3.2.1.-Direccional

La senyal és emesa en una única direcció. El seu eix de radiació es estret però te la particularitat que pot arribar a distàncies molt llargues. Presenten un guany molt alt

peró només serveixen per a donar servei a un punt concret. Només emprades pels enllaços punt a punt.

A la següent figura veiem com el feix de radiació té un angle tan estret que no permet que d'altres usuaris rebin servei.

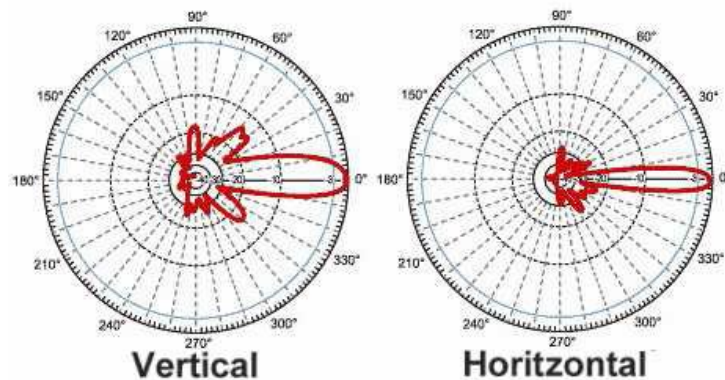


Figura 9: Diagrama de radiació antena direccional

3.2.2.-Sectorials

Estaríen encasillades en un punt intermig entre les direccionals i les sectorials. Ofereixen més distància de cobertura que les Omnidireccionals. De fet es fan d'un per les xarxes Punt Multi Punt com la nostra del projecte. Una antena cobrirà un sector.

Combinant-les es podria tenir una cobertura en un radi de 360°

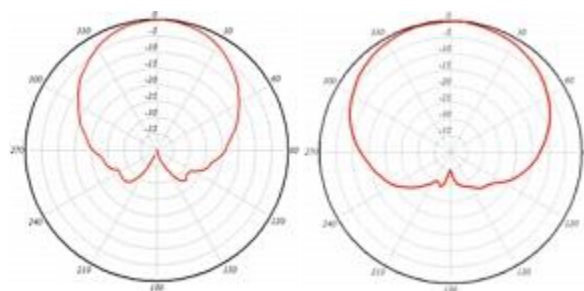
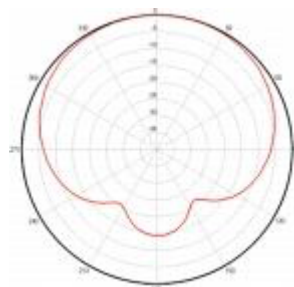


Figura 10: Diagrama de Radiació antena Sectorial



3.2.3.-Omnidireccionals

Aquestes antenes teòricament envien el senyal als 360° establint comunicació amb qualsevol punt independentment d'on estigui. En contrapartida el seu abast es menor.

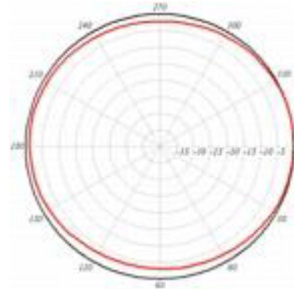


Figura 11: Diagrama de radiació antena omnidireccional

3.3.- Tipus de Xarxes

3.3.1.- Mesh (Malla)

Existeixen diferents BS cobrint una zona, la comunicació no es directe entre la base i el node que vol establir la comunicació. Es fan diferents salts abans d'arribar.

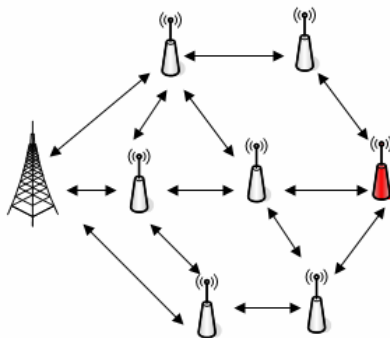


Figura 12: diagrama xarxa Mesh

Aquestes xarxes provoquen més retard que un enllaç directe quan son molt grans, ja que ha de fer molts salts. El cost del desplegament es molt alt ja que s'han de comprar e instal.lar molts equips.

En el projecte s'ha descartat aquest tipus de xarxa donat que encariria el projecte pel fet d'haver d'instal.lar més AP dels estrictament necessaris. Per un municipi d'aquestes característiques s'ha considerat innecessari

3.3.2.- Punt a Punt

Generalment per enllaços de gran distancia on no es rentable el cablejat. Poden abarcar capacitats desde 20 Mbps als 300Mbps a uns quants Km de separació entre un extrem i un altre.

En aquest projecte donada la extensió del municipi no s'ha emprat aquest tipus de xarxa

3.3.3.- Punt Multi Punt

Aquesta tecnologia es compon d'una estació base central (BS) on s'interconnecten diferents estacions de Subscriptor (SS) proporcionant l'accés. La comunicació s'estableix únicament entre l'estació base central i les estacions de subscriptor.

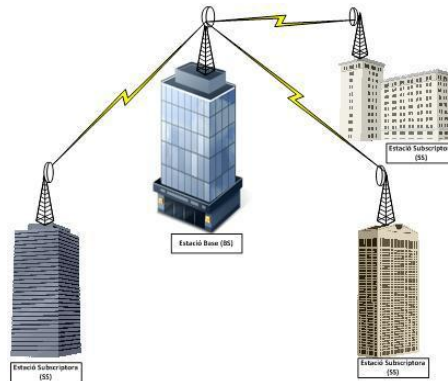


Figura 13: Diagrama Xarxa Punt multi Punt

3.4.- Mètodes de Seguretat

Els equips poden configurar-se amb seguretat WEP o WPA , com expliquem al punt

3.4.1.- Sistemes de xifratge i autenticació

- WEP (Wired Equivalent Privacy)

Aquest sistema de xifrat està inclòs a l'estàndar IEEE 802.11 com protocol de xarxes wireless que permet xifrar la informació que es transmet. Proporciona Xifrat a nivell 2 basat en l'algorisme de xifrat RC4 que utilitza claus de 64 bits (40 bits més 24 bits del vector d'iniciació) o de 128 bits (104 bits més 24 bits d'iniciació).

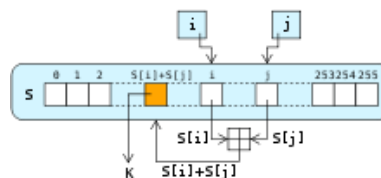


Figura 14: Diagrama de l'algorisme RC4

És un mètode de seguretat de xarxa antic que encara està disponible. Quan s'habilita WEP, es configura una clau de seguretat de xarxa. Aquesta clau xifra la informació que un equip envia a un altre a través de la xarxa. Aquesta clau es fàcilment vulnerable.

Font: http://es.wikipedia.org/wiki/Wired_Equivalent_Privacy, capítol "Establecimiento de una conexión" del llibre "Fundamentos de redes inalámbricas"

- WPA

També se'l coneix com WEP+. L'accés protegit WiFi xifra la informació i també s'assegura de que la clau de seguretat de xarxa no hagi estat modificada. L'accés protegit

Wi-Fi autentica als usuaris amb el fi de garantir que únicament les persones autoritzades puguin tenir accés a la xarxa.

WPA s'ha dissenyat per treballar amb tots els adaptadors de xarxa inalàmbrics, encara que es possible que no funcioni amb enrutador o punts d'accés antics.

WPA s'ha dissenyat per utilitzar-se amb un servidor de' autenticació 802.1x, distribueix claus diferents a cada usuari.

Fa servir claus dinàmiques (recordem que en WEP les claus son estàtiques). Aquestes claus estan gestionades amb el protocol de re-càlcul de claus TKIP (temporal key integrity protocol)

- WPA2 (Wi-Fi Protected Access 2)

És un sistema encarregat de protegir les xarxes inalàmbrics, creat per a corregir les vulnerabilitats detectades en WPA.

Està basat en el nou estàndar 802.11i. La Wi-Fi Alliance diu a la versió de clau pre-compartida WPA-Personal i a la versió amb autenticació 802.1x/EAP com WPA-Enterprise i WPA2-Enterprise.

Utilitza l'algorisme de xifrat AES (Advanced Encryption Standard).

3.4.1.2- Autenticació

RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service). Es tracta d'un protocol d'autenticació i autorització per aplicacions d'accés a la xarxa o mobilitat IP. Utilitza el port 1812 UDP per establir connexions.

Desde el punt de vista pràctic, el protocol 802.1x es altre que el protocol EAP (Extensible Authentication Protocol), d'autenticació utilitzat per autenticar connexions punt a punt, adaptat per funcionar a las tramas Ethernet en lloc de paquets PPP. El protocol 802.1x també es conegut com EAPoL (EAP sobre LAN)

Al procés d'autenticació estan: el suplicant, és a dir el client que demana accedir a la xarxa, l'autenticador que a las xarxes inalàmbrics coincideix amb el Punt d'Accés, el servidor d'autenticació que verifica si els usuaris son realment qui diuen ser. El servidor d'autenticació es el mateix que el servidor RADIUS. Mentre que l'autenticador es el que es defineix com NAS (Network Access Server) al protocol RADIUS.

Com hem explicat abans EAP és només un protocol d'autenticació que ofereix el servidor d'autenticació suplicant i la tasca d'establir el mètode d'autenticació real d'ús. Es pot veure que el punt d'accés es transparent desde aquest punt de vista, ja que el seu únic treball consisteix en reenviar els paquets a través de la suplicant EAPoL amb el servidor RADIUS i els encapsula en IP.

El servidor RADIUS recolça el mètodes d'autenticació:

- EAP-TLS que utilitzen TLS per la autenticació mútua entre el sol·licitant i el punt d'accés. Tant el servidor RADIUS i suplicant han de tenir un certificat X509 de clau privada rellevant. Apart s'ha de dotar a cada usuari amb un certificat, aquest es sense dubte el mètode d'autenticació més segur i convenient, ja que no s'ha d'introduir cap contrasenya d'usuari.

- PEAP (Protected EAP), que en el seu lloc utilitza TLS per autenticar el punt d'accés i establir un túnel xifrat en MS-CHAPv2. S'utilitza per autenticar el suplicant amb un nom d'usuari i contrassenya. En aquest cas es només el servidor RADIUS qui ha de tenir el certificat de servidor i la clau privada, mentre que l'usuari utilitza la mateixa contrasenya per autenticar-se als seveis de xarxa.

Una de les característiques més importants del protocol RADIUS es la seva capacitat de tractar sessions, notificant quan comença i acaba una connexió així que es podrà determinar el consum i poder facturar-li a l'usuari. Les dades es poden utilitzar com propòsits estadístics.

Finalment el funcionament seria:

Quan es realitza la connexió amb un ISP mitjançant modem, DSL, Ethernet, WiFi, s'envia una informació que generalment es un nom d'usuari i contrasenya. Aquesta informació s'envia a un dispositiu NAS (Network Access Server) sobre el protocol PPP, qui redirigeix la petició a un servidor RADIUS sobre el protocol RADIUS. El servidor RADIUS comprova que la informació sigui la correcta utilitzant esquemes d'autenticació com PAP, CHAP o EAP. Si es acceptat, el servidor autoritzarà l'accés al sistema ISP i li assigna recursos de xarxa com una adreça IP i altres paràmetres.

Font: <http://www.zeroshell.net/es/radiusdetails/>

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

3.4.2.- FireWall

El firewall (tallafocs) no es mes que un dispositiu que ens permet bloquejar o permetre el tràfic entre xarxes. Normalment s'ubica entre la xarxa local i la xarxa del proveïdor ISP (Internet) , en el nostre cas, la xarxa de movistar. Ens permetrà evitar possibles intrusions cap a la nostra xarxa. Podrem permetre o denegar certs tipus de serveis. S'encarregarà d'analitzar tot el tràfic sortint i entrant, els ports i els seveis als que correspon.

Encara que hi han softwares que dedicats que poden fer aquesta funció, serà el volum de tràfic el que ens dirimirà el dispositiu a emprar.

3.5.-Perquè un Switch capa 3 i no un router + switch

Després de consultar diferents fonts: www.microalcarria.com/productos , <http://www.noticias3d.com/articulos>, www.gerencia.cl/noticia.mv?id=20040329x4, podem afirmar que el switching IP es equivalent al enrutat TCP/IP. Un switch de nivell 3 pot arribar a funcionar fins a 10 vegades més ràpid que un router tradicional, com s'afirma a la pròpia web del fabricant (http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps606/products_data_sheet09186a008009267f.html)

Un switch de capa 3 funciona de la següent manera:

Dos equips que estan ubicats a la mateixa subxarxa IP es poden comunicar entre ells mitjançant un switch (dispositiu de capa 2) mentre que si la comunicació és entre 2 equips de xarxes diferents, necessita un equip de capa 3, amb capacitat d'enrutar el tràfic.

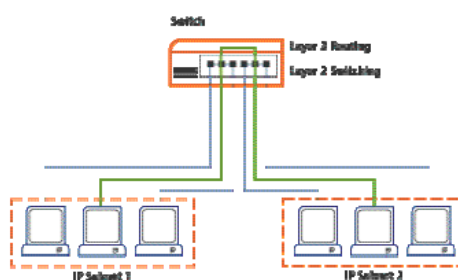


Figura 15: Esquema funcionament switch L3

Les seves funcions seran:

-Processament de rutes: Això inclou construcció i manteniment de la taula d'enrutament usant RIP i OSPF.

-Enviament de paquets : Una vegada que el camí es determina, els paquets són enviats a la seva adreça destí. El TTL (Time-To-Live) es decrementa, les adreces MAC resoltes i el checksum IP és calculat.

-Serveis especials: Traslació de paquets, prioritització. Autenticació, filtres, etc

A través de la web de cisco, buscant el nostre model concret podem trobar les especificacions, entre les que destaquem com a beneficis (a l'Annex III adjuntem el full d'especificacions):

-Facilitat d'ús: Fàcil desplegament i manteniment degut al seu enrutament dinàmic, que actualitza automàticament la xarxa Capa 3 sense necessitat d'intervenir manualment.

-Rendiment: Son equips especialment dissenyats per connectivitat d'alt rendiment. La assignació de prioritats pels parquets ofereix alt rendiment per aplicacions de temps real, com veu i vídeo.

-Escalabilitat: Suporta fins 2000 rutes externes, permetent el seu escalament a mesura que creix la xarxa

-Seguretat: Millora la seguretat amb registre a la xarxa basat en normes, llistes de control d'accés, encriptació Secure Shell.

4.- Disseny de la solució

L'Ajuntament s'alineja amb les demandes dels ciutadans als que serveix i està inmers en un procés de modernització de la seva administració. Té entre els seus objectius aconseguir la adequada utilització de les tecnologies d'informació i les comunicacions (TIC) per contribuir a l'èxit d'un model de creixement econòmic basat en el increment de la competitivitat i productivitat, la promoció de la igualtat social i regional, la millora del benestar i la qualitat de vida dels ciutadans.

D'acord amb això, l'Ajuntament està abordant un procés de reforma amb la fi d'optimitzar els seus recursos servint millor al ciutadà.

El consistori pretén dotar de connexió a la xarxa per tots els ciutadans en llocs, públics, parcs, platges, etc

La solució de la arquitectura de xarxa que es presenta a continuació està basada en l'anàlisi del tamany de la xarxa, que la plataforma ha de soportar, en funció del volum de tràfic i el número d'usuaris, que s'estima en com a molt uns 718 usuaris, oferint una plataforma de comunicacions estable y de fàcil adaptació a qualsevol canvi i creixement futur de la xarxa.

La topologia de la xarxa que es mostra a la següent figura ofereix la capacitat d'emular una xarxa única amb tots els usuaris connectats entre si mitjançant la plataforma que ofereix la solució, la qual permet connectar els AP's que estàn distanciat fins 1 Km.

Per a poder aconseguir bons resultats de disseny i execució de la solució s'hauràn de seguir els següents punts claus:

- Estudi previ del projecte, reunió inicial amb el client
- Estudi pràctic visitant tots els edificis dels nodes
- Disseny de la solució
- Planificar la configuració dels equips i la seva instal.lació
- Posada en marxa de la solució
- Pla de manteniment i formació

- Reunió de tancament de projecte

A continuació es desenvoluparà en dos grans parts la solució plantejada. Primer s'abordarà l'estudi de la xarxa troncal i després de la xarxa d'accés.

4.1.-Idea inicial de la solució

Per tal d'abaratir costos s'utilitzarà tecnologia Punt Multi Punt (PmP) de tipus estrella, de manera que amb una sola estació base es gestionarà tot el trànsit de les dades dels diferents AP's del municipi.

A l'ajuntament és on es situarà el CPD. Emprarem un Switch L3 com a concentrador. Al qual connectarem:

- un Firewall per aplicar les polítiques corresponents de filtratge de tràfic.
- Servidor Radius d'autenticació
- El diferents Sectors dotats d'antenes sectorials que donaràn cobertura a les diferents zones geogràfiques del municipi.
- ASN Gateway: Software proporcionat pel fabricant per a poder gestionar els diferents AP's

Per altra banda tenim els AP's distribuïts pel municipi, amb una antena direccional orientada a la estació base. Aquests AP's estaran configurats amb el SSID de la xarxa municipal amb una contrassenya tipus WEP.

Per tant l'usuari que es vulgui connectar ha de disposar del password de la xarxa que s'autentifica amb l'EB i el seu usuari i contrassenya que es valida al servidor Radius.

4.2.- Dimensionament de la Xarxa

4.2.1.- Capacitat de la xarxa

Tal i com hem vist al punt 2 i segons les dades recollides del IDESCAT la taula de la població és:

De 0 a 14 anys → 859

De 15 a 64 anys → 3325

De 65 a 84 anys → 570

De 85 anys y més → 81

Ens concentrem a la població d'entre 15 i 64 anys que estadísticament es la que farà un ús més actiu d'Internet. Es dissenyarà la xarxa per cobrir el 10% d'aquesta població.

És bàsic donar cobertura a la zona de la platja, la qual té una extensió aproximada d'uns 22000m2. Quan més ocupació hi ha és a l'estiu amb una ocupació mitja. Si aproximem una superfície d'uns 4 m2 per persona tenim una ocupació d'uns 5580 usuaris els quals potencialment sobre el 70% tindran d'entre 15-64 anys.

Si fem $5580 * 0.70 * 0.10 = 385$ usuaris mes

De la població tenim $3325 * 0.10 = 333$ usuaris

En total tenim $385 + 333 = 718$ usuaris

Per assegurar un bon ús es limitarà el tràfic a 256 Kbps x usuari, per tant la capacitat total del nostre sistema haurà de ser:

$718 \text{ usuaris} * 256 \text{ Kbps/usuari} = 183808 \text{ Kbps}$

Després de fer un anàlisi de les cobertures dels diferents operadors de telecomunicacions veiem que l'únic que té cobertura al municipi es Movistar. Actualment tenen una solució de línia VDSL a 30 Mbps

Si necessitem $183808 / 30 = 7$ línees VDSL Movistar per poder garantir la nostra capacitat del sistema.

4.2.2.- Dimensionament AP's

Es imprescindible conèixer el número teòric d'AP que necessitem per poder assegurar la cobertura al municipi. De la mateixa manera també haurém de conèixer quants AP suportarà cada sector de la estació base.

Hem dividit el municipi en 4 sectors i dimensionem la xarxa per saber el nº d'AP que calen

Zona	Usuaris	Màxim Usuaris x AP	Relació Usuaris x AP	Número AP	Usuaris possibles
1	250	128	2.0	2	256
2	333	128	2.6	3	384
3	250	128	2.6	2	256
4	200	128	1.6	2	256

Figura 16: Dimensionament AP's

La distribució que s'ha fet és la següent:

Sector 1: Zona Nord (on es troba l'Insitut públic d'Altafulla i d'altres centres educatius)

Sector 2: Platja

Sector 3: Zona Centre

Sector 4: Zona Est (Karting i campings)

Pel que hem pogut calcular la xarxa tindrà més capacitat que els plantejats. A les zones del centre i de la platja s'ha volgut deixar un marge.

4.1.3.- Dimensionament Enllaç Wimax

Calcularem la capacitat dels 4 enllaç Wimax. Segons les especificacions del material seleccionant la EB ens donarà uns 40 Mbps per un canal de 10 MHz. Aquests 40 Mbps estaran compartits entre tots els AP's que estiguin enllaçats al mateix sector

Sector	Throughput	AP per sector	Throughput AP		MAX usuaris x AP	Bitrate usuari
1,3,4	40 Mbps	2	AP1	20 Mbps	128	156 kbps
			AP2	20 Mbps		

Sector	Throughput	AP per sector	Throughput AP		MAX usuaris x AP	Bitrate usuari
2	40 Mbps	3	AP1	13.3 Mbps	128	103 kbps
			AP2	13.3 Mbps		
			AP3	13.3 Mbps		

Figura 17: Capacitat Enllaços Xarxa Troncal

Veiem que en situació de màxima ocupació a cap dels 4 sectors l'usuari arribarà a una velocitat de 256 kbps. Igualment es limitarà a la configuració del l'AP segons normativa

Resumint, del total dels 10 AP's instal.lats podran donar connectivitat a un màxim de 1152 usuaris.

4.2.- Xarxa Troncal

Es desenvoluparà l'estudi de la solució WiMax escollida per la interconnexió dels nodes. La solució tècnica es basa en connexions WiMax de banda d'ús comú de 5.4 GHz, entre la estació principal i els AP's. La tecnologia WiMax està pensada per oferir:

- Connexió de banda ampla que es considera la millor opció per aquest tipus de comunicacions
- Facilitat d'integrar qualsevol tipus d'aplicació futura aprofitant la utilització d'una interfície IP per la tecnologia WiMAX.

Amb l'elecció de treballar a la banda d'ús lliure s'ha d'assumir l'efecte d'interferències, però com estem davant d'un desenvolupament de la solució en un entorn d'un municipi allunyat de les grans ciutats on pugui existir la tecnologia WiMAX, el risc es considera assumible.

4.2.1.- Ubicació Estació Base

S'ha decidit ubicar l'estació base i el CPD (Centre Processament de Dades) a l'Ajuntament, ja que és on ara existeix part de la infraestructura necessària pel projecte.

4.2.2.- Diagrama de la xarxa

S'ha dividit la xarxa en 4 sectors amb 9 AP's i un addicional a l'Ajuntament. Quedant distribuïts de la següent manera:



Figura 18: Ubicació AP's al mapa d'altafulla

Seu	Direcció	Latitud	Longitud
Ajuntament	Plaça del Pou 1	41°08'32.56''N	1°08'32.56''E
Institut Altafulla	Camí Oliverot S/N	41°08'47.60''N	1°22'42.95''E
Càmping Santa Eulalia	Ronda D'altafulla	41°08'42.17''N	1°22'30.49''E
Hotel Oreneta	Carrer de l'Oreneta 1	41°08'42.66''N	1°22'09.82''E
Telecentre Municipal	Camí de les bruixes 17	41°08'30.22''N	1°22'22.35''E
Hotel San Martín	Carrer de la Mar 7	41°08'21.68''N	1°22'32.68''E
AP Clot del Torrell	Clot de Torrell 1	41°08'29.34''N	1°22'49.56''E

Hotel La Torreta	Carrer Camí del Prat 58-60	41°08'05.78''N	1°22'48.23''E
Club Marítim	Carrer Pescadors	41°08'01.61''N	1°22'26.27''E
Càmping Don Quijote	Carrer Via Herculea 30	41°08'17.16''N	1°23'01.02''E

Figura 19: relació d'ubicacions d'AP amb coordenades

Adjuntem una altra taula amb els diferents equips de la Xarxa amb el tipus d'Antena, alçada i el canal que es configurarà per evitar problemes d'interferències, tenint en compte que per un rendiment òptim els equips haurien d'instal·lar-se a alçades similars. Les diferències molt grans entre les alçades faran que els nodes no es vegin entre ells. Això pot produir descarregues de rendiment o que els nodes es connectin entre altres nodes més llunyans del que sigui possible.

Equip	WiMax	Wifi	Canal	Alçada
Base	SECTORIAL			25m
AP1		Omnidireccional	1	25m
AP2	Direccional	Omnidireccional	1	25m
AP3	Direccional	Omnidireccional	5	15m
AP4	Direccional	Omnidireccional	1	15m
AP5	Direccional	Omnidireccional	5	10m
AP6	Direccional	Omnidireccional	12	10m
AP7	Direccional	Omnidireccional	3	15m
AP8	Direccional	Omnidireccional	8	15m
AP9	Direccional	Omnidireccional	1	10m
AP10	Direccional	Omnidireccional	5	15m

Figura 20: Relació de tipus d'antenes en funció del site

L'AP1 no portarà antena WiMax ja que serà l'AP que està a l'Ajuntament. Donat que estarà a la mateixa ubicació del CPD, es cablejarà directament

L'AP5 ubicat a C/Clot del Torrell a una farola es pujarà a una alçada de 15 m

4.2.3.- Equipament Wimax

S'ha decidit que tot l'equipament sigui del fabricant Alvarion. Ja que es tracta d'una xarxa petita, es busca una solució integrada del mateix fabricant de tal manera que es redueix el número de material per a substitució del qual s'ha de disposar en cas de que algú dels elements de la xarxa falli.

BreezeMax Extreme 5000

Hem optat pel model BreezeMax Extreme 5000. Es tracta d'una solució que ens proporciona tecnologia 802.16e al mercat de 5 GHz de freqüències exentes de llicència.

Es tracta d'un equipament totalment integrat i completament exterior dissenyat per permetre un desplegament senzill a un cost baix.

Aquesta solució integra la estació base, la antena, ASN-gateway i el receptor GPS per proporcionar una solució totalment exterior fàcil d'instal·lar en torres de comunicacions, etc.



Figura 21: Breezemax Extreme 5000

Els principals paràmetres de l'equip son:

Freqüències	4.9 GHz Band: 4900-5350 MHz 5.4 GHz Band: 5470-5950 MHz
BW Canals	5MHz, 10 MHz (1 Sector)
Potència Tx	0-21 dBm
Tipus d'antena	2x15dBi a la banda 5.15-5.95 GHz, 80x8° Opcionals:5.15-5.875 GHz BS 60° 16dBi 5.15-5.875 GHz BS 90° 17 dBi
Port de xarxa	1x 10/100 Mbps, Half/Full Duplex amb

	autonegociació
Alimentació	48v DC i 110/220 AC

Figura 22: Característiques principal Breezemax Extreme 5000

A destacar:

- Brindarà la màxima tecnologia d'accés punt a punt per estacions Wi2MAX que compliran les funcions de punt d'accés
- Permet el tràfic simultani de múltiples punts Wi2MAX, a mes d'oferir cobertura WiMAX aprofitable en qualsevol equip que disposi d'una targeta d'aquest tipus.
- Utilitza bandes freqüencials lliures
- Suporta tecnologia MIMO en la banda lliure WiMAX
- Son unitats molt senzilles d'instal·lar, compactes i compatible amb altres estàndards de comunicació.
- La seva construcció els hi permet treballar en condicions climatològiques extremes.
- Son fàcilment escalables
- La configuració d'aquest projecte es la configuració de 4 antenes en mode SISO (Single In Single Out). La unitat donarà cobertura en un rang d'uns 90° tal i com veiem a la figura 23

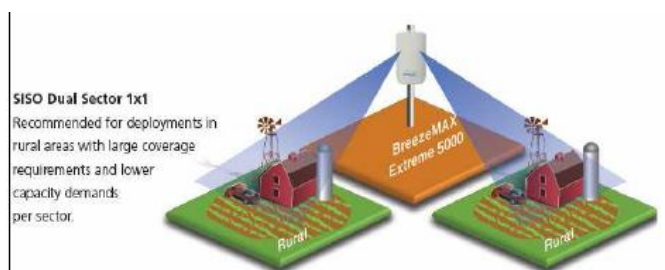


Figura 23: Configuració SISO utilitzada

Adjuntem la fitxa Tècnica a l'Annex

Alvarion BreezeMax Wi2

Serà l'encarregat d'enllaçar l'usuari amb la xarxa. Sempre pensant en reduir costos, i per tant reduir equipament. Es tracta d'un equipament versàtil que fa les funcions tant d'AP per exteriors amb la particularitat de que no necessita la connexió de xarxa per cable ja que permet la comunicació via Wimax amb l'estació base.

Per tant en un únic equip disposem del CPE Wimax i l'AP per donar servei Wifi.



Figura 24: Wi2

Els AP's estaran connectats amb la estació base Extreme 5000 mitjançant enllaços Wimax. Cada punt/Sector de l'estació base serà una xarxa PmP i enllaçarà fins a 3 AP's el que ens deixarà un canal per tots els AP's enllaçats d'uns 40Mbps en un canal de 10MHz

La unitat es troba perfectament protegida davant condicions atmosfèriques adverses.

La seva configuració es molt senzilla es limita a la orientació del CPE amb la BTS.

La autenticació d'usuaris i la resta de gestions de xarxa (control de tràfic, supervisió del conjunt d'unitats) es realitza a través de Wi2 Controller

Alvarion BreezeMax Wi2-Extender

Es tracta d'un AP amb capacitats per Wifi amb les mateixes característiques que l'Alvarion BreezeMax Wi2. L'instal·larem a l'ajuntament ja que no precisem d'un enllaç Wimax. Donat que disposem de connexió de Xarxa.



Figura 25: Wi2 Extender

Equipament xarxa de dades al CPD

Switch de capa 3

Com hem vist al punt 3.5. S'ha escollit el Switch Catalyst 2948G-L3 de Cisco. A més de les funcions tradicionals de capa 2, incorpora funcions d'encaminament com la decisió del camí basat en informació de la capa de xarxa. Contem amb d'altres protocols que augmenten la fiabilitat VRRP, ESRP, RIP, OSPF.



Figura 26: Cisco Catalyst 2948G-L3

Serà el nostre concentrador. És a dir, concentrarà i dirigirà el tràfic de tota la xarxa. Connectarem els 4 sectors de la estació base, el Wi2 Extender, el Controller Wi2 i el mòdul ASN- Gateway. Habilitarem 9 interfaces, i ho configurarem de tal manera que entre ells es puguin veure. Donat que es un dispositiu de capa 3, es configurarà amb OSPF com a protocol dinàmic d'enrutament, per a que sigui ell mateix qui vagi descobrint la xarxa.

D'altra banda disposarem de mecanismes que ens permetran el filtratge del tràfic no desitjat

Emprarem el nostre switch capa 3 com a concentrador de xarxa per eliminar “colls d'ampolla”

El nostre switch té buffers de capacitat fins 100 paquets per port, permet enviar milions de paquets per segon en capa 3.

Evita excessius retards, limitant els dominis de col·lisió.

Firewall

El Firewall emprat es de tipus hardware UTM (Unified Threat Management), que a mes a mes de les típiques tasques que fa el firewall de filtratge podem fer tasques de detecció i prevenció d'intrusions (IDS/IPS)

Ens interessa un Firewall fiable i de prestacions altes. Per aixó escollim el Palo Alto Networks PA-2020 que analitza un alt volum de tràfic (500Mbps) a la vegada que també permet analitzar unes 125000 connexions simultànies.



Figura 27: Palo Alto Networks PA-2020

Te una consola web per la qual podem identificar el tràfic que generen els usuari per ID, IP o MAC; Podem assignar cada ID a grups virtuals i organitzar-los segons les nostres preferències com denegació de certes aplicacions a uns ID determinats.

Permet el reconeixement automàtic del tràfic el que ens permet filtrar segons quins programes. Amb aquest dispositiu es pot bloquejar un port per un servei concret però el mateix port pot deixar passar el tràfic d'altres aplicacions que ens interessin.

De manera temporal mitjançant URL específiques podrem bloquejar aquells usuaris que infringeixin o accedeixin a continguts que no estiguin permesos pel consistori.

Controller Wi2

Permet gestionar tots els AP Wi2 de la xarxa. Hi han serveis addicionals com el portal captiu integrat o el servidor RADIUS.

No es un equip indispensable tot i que es una eina molt útil per tenir una vigilància pro activa i reactiva de la xarxa i es poden fer operacions en remots tal i com un reset o canviar configuracions.

Mòdul ASN-Gateway

Incorporat al BreezeMax Extreme 5000. Incorpora :

- Gestió Handover: No serà útil en aquest projecte. Bàsicament es la capacitat de permetre la mobilitat d'un subscriptor agafant la cobertura dels diferents sectors. És a dir, que un client tingui connectivitat sigui on sigui.
- AAA: Authentication, Authorization Accounting. Sempre i quan el número d'usuaris sigui menor a 256 es podrà emprar la ASN GW incorporada a les pròpies BS.
- Gestió de perfil d'usuari: L'ASN-GW és qui identifica l'usuari que es connecta a la xarxa i d'analitzar-ho amb el fi d'assignar els paràmetres QoS, número de fluxos, assignació de IP, etc

Servidor d'Autenticació

També hem d'instal·lar un servidor de tipus RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Server). Bàsicament ha de ser l'encarregat de gestionar la autenticació, autorització i registre d'usuaris remots.

RADIUS, és un protocol per controlar l'accés a serveis en xarxa. En particular instal·larem una solució de codi obert denominada FreeRADIUS i la configurarem per un us concret: Regular l'accés a una xarxa inalàmbrica.

Com no és una xarxa gran hem escollit el servidor ML10 HP .



Figura 28: Servidor ML10 HP

Aquest equip pot treballar amb Windows server, Linux: Red Hat, Canonical Ubuntu, VMware. Nosaltres ho muntarem amb Linux Red Hat. Adjuntem figura amb les característiques de l'equip.

Formato	Micro ATX Tower (4U)
Procesador	Intel® Xeon® E3-1220v2 (3.1GHz/4-core/8MB/69W)
Crecimiento	Soporta hasta 1 procesador (1 socket, 4 cores)
Chipset	Intel® C204 Chipset
Memoria RAM estándar/máxima	PC3-12800E unbuffered DDR3 Unbuffered (UDIMM) ECC, operating at max 1600MHz Standard: 2GB (1x2GB) Máxima: 32GB
Controlador estándar	HP Embedded Smart Array B110i SATA RAID Controller (RAID 0/1/10)
Capacidad de discos	Máximo estándar de un disco Capacidad máxima de hasta 8.0 TB (4x2.0TB – discos 3.5" SATA non-hot-plug). Requiere adquirir "Segundo Cajón de Discos" (ver opciones)
Slot de ampliación	Slot 1: PCI-Express Gen2 x16 con x16 link Slot 2: PCI-Express Gen2 x4 con x8 link Slot 3: PCI-Express Gen2 x4 con x8 link Slot 4: PCI-Express Gen2 x1 con x4 link
Controlador de RED	Un controlador integrado: NC112i PCIe Gigabit NIC 10/100/1000 (un puerto RJ45)
Puertos externos	Gráficos: Un puerto On board VGA Puertos USB2.0: total 7 (4 traseros, 2 frontales, 1 interno) Network RJ45 (Ethernet): Uno (10/100/1000 bits/s)
Fuente de poder	300 Watts Bronze. No hot plug, no redundante
Administración	iLO3 Standard Integrado de Fábrica (comparte puerto RJ45 Ethernet)
Sistemas Operativos Soportados	Microsoft Windows Server Linux: Red Hat, Canonical Ubuntu & SuSE Enterprise Linux VMware Permite instalación de sistemas operativos Desktop (sin soporte técnico) Para más información: http://www.hp.com/go/supportos
Garantía	Un año de garantía en partes con mano de obra en sitio.
Información detallada	http://h18004.www1.hp.com/products/quickspecs/productbulletin.html#spectype=worldwide&type=html&docid=14605

Figura 29: Característiques HP ProLiant ML10

4.3.- Xarxa D'Accés

El procés d'associació és el següent:

Els punts d'accés (AP) propagaran els SSIDs (service Set Identifier) de les WLANs específiques. Els clients wireless seleccionaran a quina xarxa es volen connectar utilitzant la WLAN local per poder arribar al SSID desitjat. Els AP's respondran al client amb el SSID corresponent amb la següent informació:

- Data-Rates (tasa de transferència) suportats per la WLAN.
- Requisits de client per la WLAN

Durant l'intercanvi d'autenticació, el client i el controlador negocien el Data-Rate, el mètode d'autenticació i altres opcions.

4.4.- Instal.lació

Ajuntament

L'equipament al nus central estarà dividit entre la part interior de l'edifici on es trobarà el CPD (Centre Processament de Dades) i la part exterior, o sigui, el sostre del edifici.

L'ajuntament té una alçada de 10 metres, com veurem a la simulació els diferents sectors han d'estar a uns 25 metres (apartat 5.1), per tant s'instal.larà un màstil autosuportat d'uns 15 m d'alçada per garantir la visibilitat i la no interferència d'altres edificis. Aquest tipus de mastils requereixen poc espai de base i són les que es fan servir per a instal.lacions urbanes. S'afegirà com a mesura de seguretat davant del possible vent de la tardor i la primavera, uns cables d'hacer per sostenir-lo bé al terra, ja que la superfície del terrat ho permet.

És en aquest màstil on s'instal.laran 4 unitats (1 x sector) de Breezemax Extreme 5000, verificant que tenim visibilitat amb les posicions on s'instal.laran els AP per tal d'adaptar la instal.lació amb el fi de que la relació SNR (Signal Noise Ratio) sigui la millor possible. És a dir, instal.lar-los en la posició on rebem la màxima potència.

Pel màstil pujarem 4 cables ethernet pels 4 dispositius així com 4 cables més per alimentar-los.

Tot el cablejat estarà cobert per tubs de plàstic amb el diàmetre suficient per a que passin tots. Haurem d'assegurar-nos de que s'aïlli correctament la humitat i de les condicions ambientals. Recobrirem els connectors amb cinta perquè no agafin humitat ni es mullin quan plougui.

Es seguiràn el paràmetres del Radio Mobile pels valors de configuració de les antenes up/down tilt i azimuth.

Al terrat s'instal.larà també el Wi2 Extender. També tindrà la alimentació pròpia del edifici . Li farem arribar cable UTP cat5e. Aquest equip donat que no té enllaç Wimax s'instal.larà a la direcció que vagi millor.

Tot el cablejat de dades serà UTP cat5e

Els equips interiors s'instal.laran a la sala de comunicacions de l'Ajuntament. En aquesta sala ja es disposa de la distribució elèctrica, espai i espai a l'armari per instal.lar els equips.

Els equips que estaràn ubicats a la sala de comunicacions son:

- Controladora Wi2: per a poder gestionar els AP's
- Switch L3
- Firewall
- Mòdul ASN
- Servidor Radius
- PoE de l'equipament exterior

Adjuntem una figura de com queda la instal.lació de l'Ajuntament

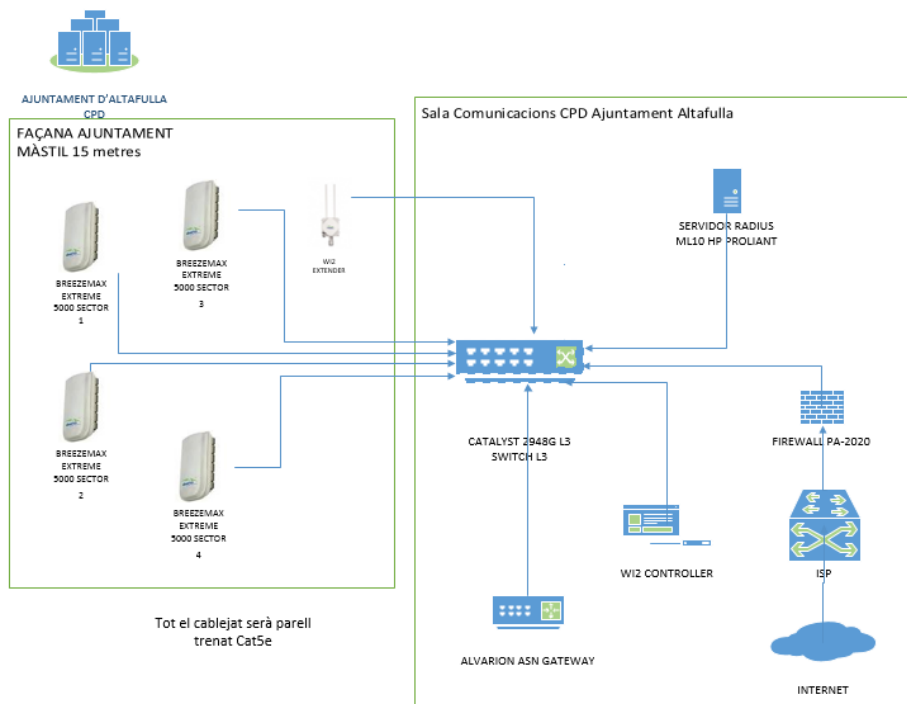


Figura 30: Instal·lació Nus Central EB i CPD

WI2

Aquests dispositius son versàtils a la hora d'instalar-los. Poden estar a un màstil o subjectats als fanals del mobiliari urbà com es el cas del AP5

Quan estigui a la coberta d'un edifici es pujarà un màstil fins l'alçada suficient que permeti evitar els obstacles tot i que en aquest municipi i en aquest projecte s'han escollit ubicacions amb visibilitat directe amb la Estació Base.

Aquests equips permeten alimentar-se tant en DC com en AC. Els BreezeMax Wi2 només necessitaràn connexió d'alimentació.

Un cop instal·lats s'ha de verificar que la orientació del CPE que porta la AP estigui correctament cap a la estació base, al tractar-se d'una antena direccional.

En el cas de l'AP5 que és en un fanal, requerirà d'una subjecció especial que preveeix el fabricant. L'alimentació la obtindrem del propi fanal.

Quedarà de la següent manera:

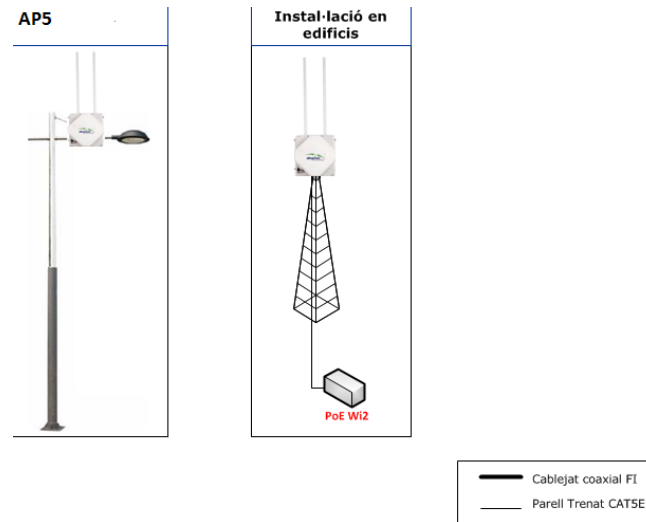


Figura 31: Instal·lació WI2

4.5.- Configuració

Per a definir el direccionament IP de la nostra xarxa utilitzarem IP's privades de classe C, compreses en el rang 192.168.0.0/22. Tots els aparells de la xarxa de Transport soporten el protocol d'etiquetat IEEE 802.1Q i el protocol d'enrutat OSPF. Així doncs associarem a cada branca una VLAN, o xarxa d'àrea local virtual. Així segmentarem la xarxa en capa 2. D'aquesta manera reduïrem el domini de difusió i col·lisions, facilitarem l'administració de la xarxa i podrem crear xarxes independents dintre de la mateixa xarxa.

Cada subxarxa serà tractada amb independència de la resta.

Els equips de la xarxa disposaran d'una IP fixa, mentre que serà el servidor DHCP qui assignarà la IP, mascara i porta d'enllaç als diferents usuaris que es vagin connectant als diferents AP's de la ciutat.

Equip	Port	IP	#VLAN
Firewall PA-2020	Port 1	192.168.0.1/24	101
	Port 2	192.168.0.2/24	
	Port 3	192.168.0.3/24	
	Port 4	192.168.0.4/24	
	Port 5	192.168.0.5/24	
	Port 6	192.168.0.6/24	
Catalyst 2948G-L3	Ge0/0	192.168.0.7/24	101
	Fa0/1	192.168.0.8/24	
	Fa0/2	192.168.0.9/24	
	Fa0/3	192.168.0.10/24	
	Fa0/4	192.168.0.11/24	
	Fa0/5	192.168.0.12/24	
	Fa0/6	192.168.0.13/24	
	Fa0/7	192.168.0.14/24	
	Fa0/8	192.168.0.15/24	
ML10 HP PROLIANT		192.168.0.16/24	101
WI2 CONTROLLER		192.168.0.17/24	101
ASN-GW (Gateway de Alvarion)		192.168.0.18/24	101
Sector BS 1		192.168.0.19/24	20
Sector BS 2		192.168.0.20/24	30
Sector BS 3		192.168.0.21/24	40
Sector BS 4		192.168.0.22/24	50
Wi2 Extender		192.168.0.23/24	60

Figura 32: Direccionament Equipament seu Ajuntament

Configuració Firewall PA-2020

La experiència ens diu que per començar a definir les polítiques de seguretat, lo millor es començar per denegar-ho tot i que després a mesura que es vagin requerint, anar permetent l'accés als ports de les eines sol·licitades.

Nosaltres inicialment configurarem perquè es permeti tot el tràfic sortint i denegar tot el tràfic entrant a excepció de les eines típiques (correu, etc).

Regla	Ip Origen	Port Origen	Ip Destí	Port Destí	Protocol	Servei	Acció
1	192.168.*.*	*	*	*	*	*	Denegar
2	192.168.*.*	*	*	53	TCP/UDP	DNS	Permetre
3	192.168.*.*	*	*	80	TCP	HTTP	Permetre
4	192.168.*.*	*	*	443	TCP	HTTPS	Permetre
5	192.168.*.*	*	*	22	TCP	SSH	Permetre
6	192.168.*.*	*	*	25	TCP	SMTP	Permetre
7	192.168.*.*	*	*	110	TCP	POP3	Permetre
8	192.168.*.*	*	*	21	TCP	FTP	Denegar
9	*	*	192.168.*.*	*	*	*	Denegar
10	*	*	192.168.*.*	53	TCP/UDP	DNS	Permetre
11	*	*	192.168.*.*	80	TCP	HTTP	Denegar
12	*	*	192.168.*.*	443	TCP	HTTPS	Permetre
13	*	*	192.168.*.*	22	TCP	SSH	Permetre
14	*	*	192.168.*.*	25	TCP	SMTP	Permetre
15	*	*	192.168.*.*	110	TCP	POP3	Permetre
16	*	*	192.168.*.*	21	TCP	FTP	Permetre

Figura 33: Polítiques firewall

Amb aquestes regles els usuaris podran navegar i tenir d'altres serveis com el correu. En l'ús de la xarxa trobarem que la gent voldrà fer ús de pàgines web o aplicacions com son Twitter, Facebook, skype, etc. El nostre Firewall PA-2020 serà capaç de detectar aquestes aplicacions i desde l'Ajuntament es podran ajustar les polítiques de seguretat

com vulgui. Podran restringir el tràfic d'una determinada aplicació sense necessitat de capar el port.

La marca Alvarion proporciona de manera gratuïta amb l'adquisició dels seus equips, un software complet de gestió de xarxa que es diu AlvariStar i AlvarCraft.

Aquest Software permet la gestió integral de la xarxa desde el mateix programa, el que facilita la gestió en visió global.

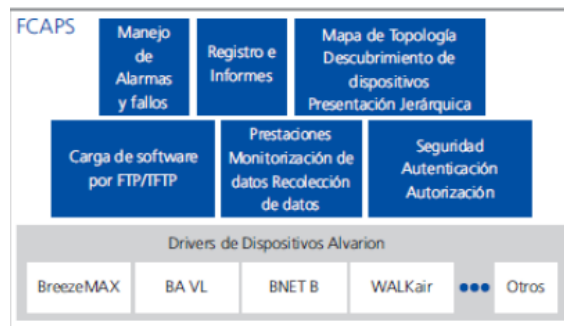


Figura 34: Possibilitats de gestió amb el software AlvariStar

Amb AlvariStar es possible supervisar , monitoritzar i configurar la xarxa.

Soporta els estàndars de TMN (Telecommunications Management Network)

Permet la configuració i visualització contínua dels diagrames de xarxa que s'han configurat prèviament. Permet superposar-los a mapes topogràfics que poden ser d'ajuda a la hora de comprendre possibles errades.

Donar accessos tant el mode individual com col·lectiu

Aporta informació com sobrecàrrega de xarxa, etc

Configuració Wi2 controller

Per a poder accedir a la configuració del Wi2 controller ens hem de connectar amb el PC pel port consola amb un cable sèrie.

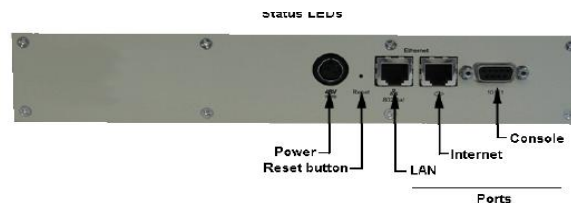
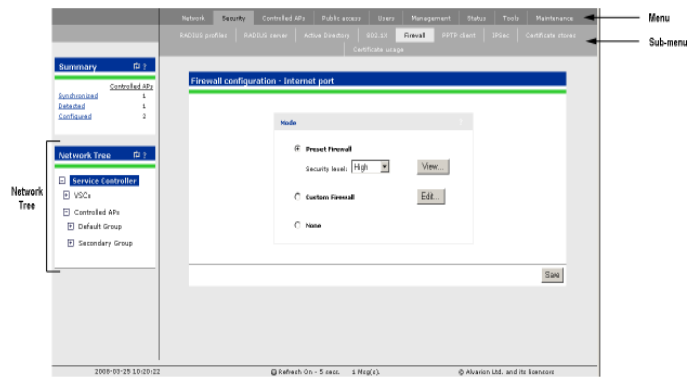
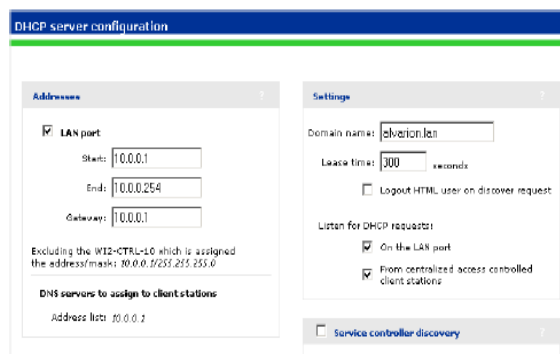


Figura 35: Esquema backplane Wi2 controller

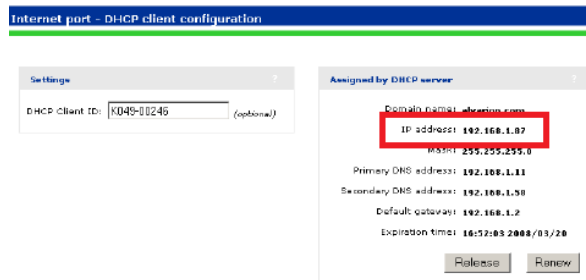
Un cop tinguem accés a la xarxa, tots els valors inicials de configuració con la data i la hora es sincronitzaran.



Configurarem el DHCP Server. Al Servei Controller → Network → Address Allocation escollirem la opció DHCP server i donarem a Configure.

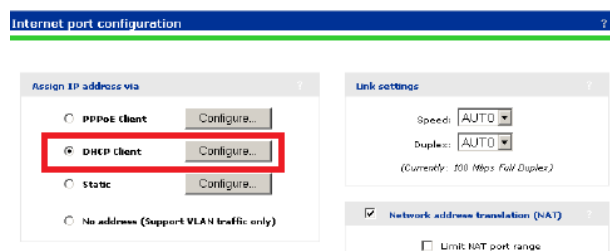


Al camp Assigned by DHCP server s'ha de verificar que la adreça IP estigui assignada



Com en el nostre cas ho configurarem amb una Ip estàtica hem de Service → Controller → Network → Ports → Internet port . En aquest punt posarem la nostra IP 192.168.0.9/24

Finalment cal configurar el port d'Internet com a DHCP. Service Controller → Network → Ports → Internet port. Hem de seleccionar DHCP Client.



El següent pas serà configura la conta d'usuari per a poder accedir a l'entorn web. Una vegada configurat, només posant la web d'alvarion (www.alvarion.es) en redirigirà. Ens demanarà l'usuari i la contrasenya prèviament configurada

Font:http://www.alvarion.com/addons/support/ics/product_support_form/Wi2_Ver.5.2_CTRL-10_QIG_080617.pdf

Configuració CISCO 2948g-L3

La definició dels INTERFACES serà:

-Ge0/0 : Interface de connexió amb el Firewall. 183 Mbps

-Fa0/1: Interface de connexió amb Sector 1. 40 Mbps

-Fa0/2 : Interface de connexió amb Sector 2. 40 Mbps

-Fa0/3: Interface de connexió amb Sector 3. 40 Mbps

-Fa0/4: Interface de connexió amb Sector 4. 40 Mbps

-Fa0/5: Interface de connexió amb Wi2 Extender: 20 Mbps

-Fa0/6: Interface de connexió Wi2 controller. Connectat a través del port LAN a 100Mbps.

-Fa0/7: Interface de connexió ML10 HP Proliant. 100Mbps

-Fa0/8: Interface de connexió Alvarion ASN Gateway. 100 Mbps

Configuració WI2 Extender

Nº AP	Descripció	IP	VLAN gestió	Rang IP WiFi
AP 1	Ajuntament	192.168.1.0/24	101	192.168.1.1- 192.168.1.254

Figura 36: Direccionament AP1

Configuració BreezeMax Extreme 5000

En principi es suficient amb:

Després d'instal·lar l'equip, orientar la antena :

- Configurar els valors de tasa d'informació a l'entrada, tasa de transmissió màxima (amb independència de la tasa teòrica màxima)

- Canals de transmissió, el fabricant recomana una separació entre canals de al menys 6 bandes.
- Configurar els punts d'accés. Aquesta operació es realitza a través del Wi2 controller, en realitat, es possible connectar-se a qualsevol equip de manera remota en un equip a dins del mateix rang IP o inclús desde l'exterior mitjançant una opció de configuració remota.
- La configuració de seguretat es realitza tant a l'equip BreezeMax 5000 per la seguretat de la infraestructura WiMAX com als equips Wi2, es realitza desde el software de gestió com veiem a la següent figura:



Figura 37: Configuració seguretat BreezeMax 5000

Configuració WI2

Adjuntem la següent figura especificant la _IP de la PART CPE aixó com el rang que anirà assignant el servidor DHCP. Veurem que no està inclòs l'AP1 que és el que es troba instal·lat a l'Ajuntament.

Nº AP	Descripció	IP	VLAN gestió	Rang IP WiFi
AP 2	Institut Altafulla	192.168.2.0/24	101	192.168.2.1-192.168.2.254
AP 3	Càmping Santa Eulàlia	192.168.3.0/24	101	192.168.3.1-192.168.3.254
AP 4	Hotel Oreneta	192.168.4.0/24	101	192.168.4.1-192.168.4.254
AP 5	Telecentre Municipal	192.168.5.0/24	101	192.168.5.1-192.168.5.254
AP 6	Hotel San Martin	192.168.6.0/24	101	192.168.6.1-192.168.6.254
AP 7	AP Clot del	192.168.7.0/24	101	192.168.7.1-

	Torrell			192.168.7.254
AP 8	Hotel La Torreta	192.168.8.0/24	101	192.168.8.1- 192.168.8.254
AP 9	Club Marítim	192.168.9.0/24	101	192.168.9.1- 192.168.9.254
AP 10	Càmping Don Quijote	192.168.10.0/24	101	192.168.10.1- 192.168.10.254

Figura 38: Direccionament AP's

En resum, la configuració del Wi2 seria:

- Accedir mitjançant una targeta de xarxa local o inalàmbrica a l'equip
- Configurar el mode d'operació (b/g)
- Indicar el guany de l'antena (L'equip ajustarà la potencia de sortida segons el PIRE)
- Configurar el SSID de l'equip
- Configurar el tipus de protecció (WAP es la adequada)
- Configurar l'adreça IP a través de la qual es podrà realitzar la gestió remota
- Crear un connexió entre la BTS central i ella mateixa.

5.- Simulació i Configuració Radio Mobile

Radio Mobile es una aplicació de lliure distribució que combina la utilització de mapes d'elevació del terreny amb les característiques de les unitats de radiotransmissió per la generació de models de viabilitat de la instal·lació de radioenllaços així com el càlcul de cobertures d'una determinada zona.

El seu funcionament a nivell intern es basa en l'aplicació de logaritmes basats en models de propagació de radio. El software treballa en el rang de freqüències entre 20 MHz i 20 GHz.

Radio Mobile utilitza dades d'elevació de diverses fonts, entre elles del projecte de la NASA Shuttle Terrain Radar Mapping Mision (STRM) que proveeix dades d'altitud amb una precisió de 3 segons d'arc (100m)

S'ha descarregat Radio Mobile de:

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

Hem descarregat els arxius rmwcore.zip i rmw105spa.zip

Hem creat un directori a C:\Radio Mobile on hem descomprimit o instal·lat els dos arxius

5.1- Configuració del mapa

El software permet la obtenció, de manera automàtica, dels mapes amb les cotes d'altitud del terreny. Únicament es necessari indicar-li el punt central, en coordenades UTM del mapa, la elevació del punt de vista, el directori de descarrega dels mapes i el servidor de mapes.

A la figura 38, veiem la configuració al camp "Propiedades de mapa" per a poder carregar el mapa.



Figura 39: Propietats de mapa

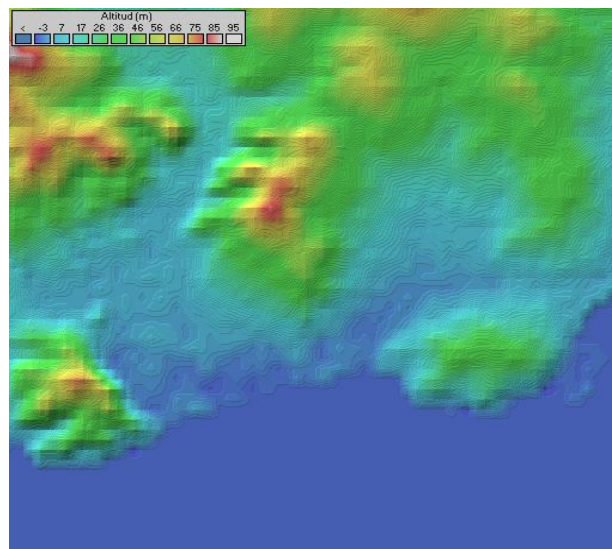


Figura 40: Mapa topogràfic Altafulla Radio Mobile

Xarxa WiMax

Segons la normativa, el Quadre Nacional d'Assignació de Freqüències (CNAF) les bandes 5.4 GHz i 58 GHz son d'ús comú i han de respectar les normes d'ús UN 128 i UN 143. Les bandes amb les que treballarem son:

Banda 5.4 GHz	
Inici Banda	5470 MHz
Fi de Banda	5725 MHz

Banda 5.8 GHz	
Inici Banda	5725 MHz
Fi de Banda	5950 MHz

Hem decidit emprar la banda 5.4 GHz per l'equipament WiMax PmP. En la qual es farà una distribució dels Canals assegurant-nos que no i hagin estacions base al mateix emplaçament amb la mateixa freqüència portadora. També ens haurem d'assegurar que no hi hagi repetició de canal en zones on hi hagin instal·lades més d'una estació base.

Parametrització

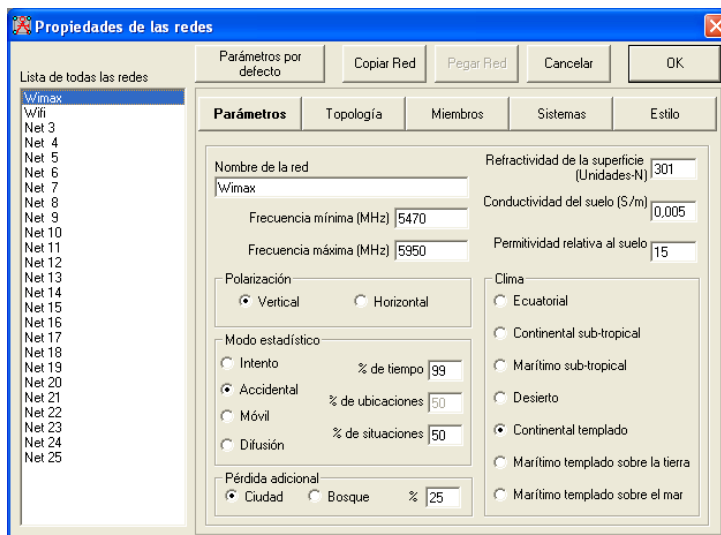


Figura 41: Configuració xarxa troncal

- Freqüència mínima i màxima de la portadora de l'equipament. Definim el rang Tx i Rx (5.4 GHz – 5.8 GHz)
- Definim tipus de polarització vertical encara que els nostres equips empraran també la horitzontal.
- Mètode estadístic per a la realització dels càlculs del model Longley-Rice: Escollim l'accidental, ja que estem treballant en una banda lliure.
- A dins del mode estadístic, el percentatge de temps posem el 99.9%, indiquem que la disponibilitat dels enllaços sigui del 99.9 % del temps total. Al camp de % de situacions es defineix el percentatge de situacions on rebrem una interferència.
- En el camp Pèrdues addicionals, definim un 25 % ja que Altafulla no es un municipi amb edificis alts. A més tant les EB's com els CPE's estaran instal·lats a las façanes dels edificis amb el que minimitzem els obstacles.

Topologia

Escollirem la opció Xarxa de Dades, topologia estrella (Màster/esclau).

Es definiran dos sistemes: la BTS amb el rol de Màster y antena sectorial

I el CPE amb rol Esclau amb antena directiva.

Sistemas

Es defineixen dos sistemes

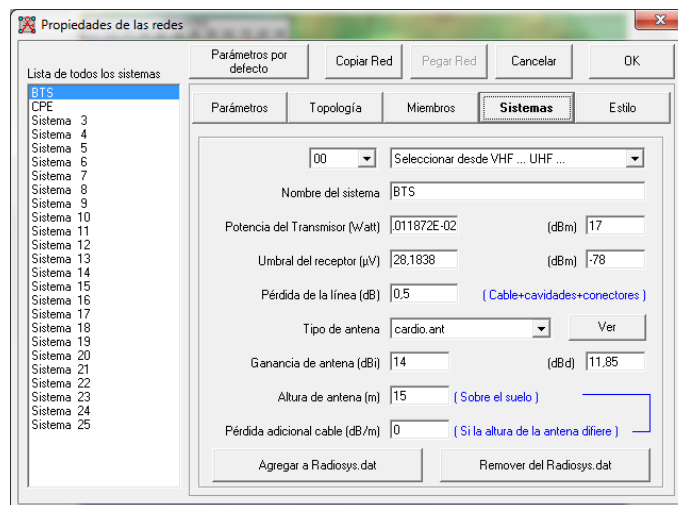


Figura 42: Configuració sistema BTS

S'han ajustat els valors seguint les especificacions del fabricant i de manera que la potencia del transmissor, guany de la antena i pèrdua de la línia no sigui superior a 30 dBm que es la PIRE màxima segons la normativa nacional CNAF UN-128

El perfil CPE correspon als diferents emplaçaments on instal.larem els equips client (Wi2)

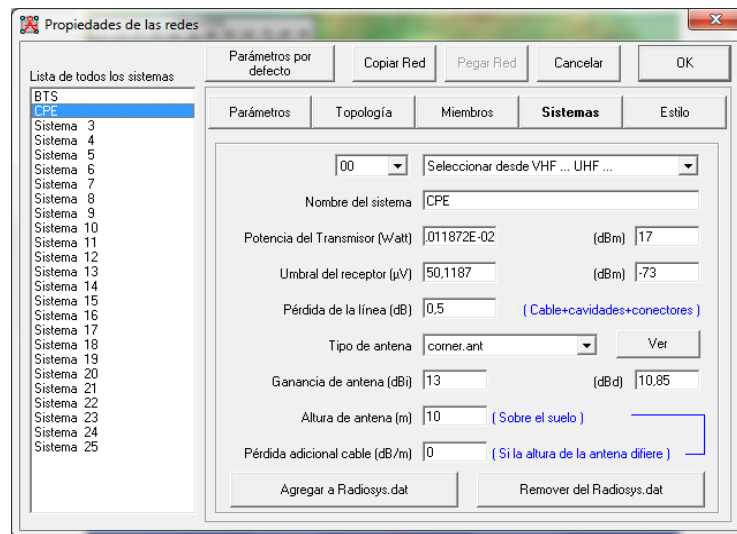


Figura 43: Configuració CPE

En aquest cas també hem ajustat la potencia Tx, guany de la antena i pèrdua de línia per que el PIRE màxim sigui 30 dBm.

En els dos perfils marquem el llindar de recepció als -83 dBm que segons les especificacions del fabricant es el valor de sensibilitat Rx.

Després de fer la simulació veiem que la xarxa es viable.

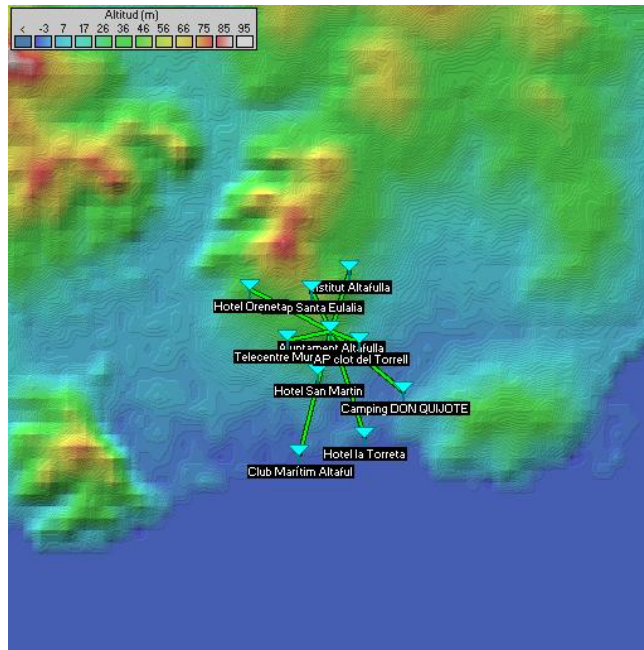


Figura 44: Simulació xarxa troncal

Simulació Sector 1

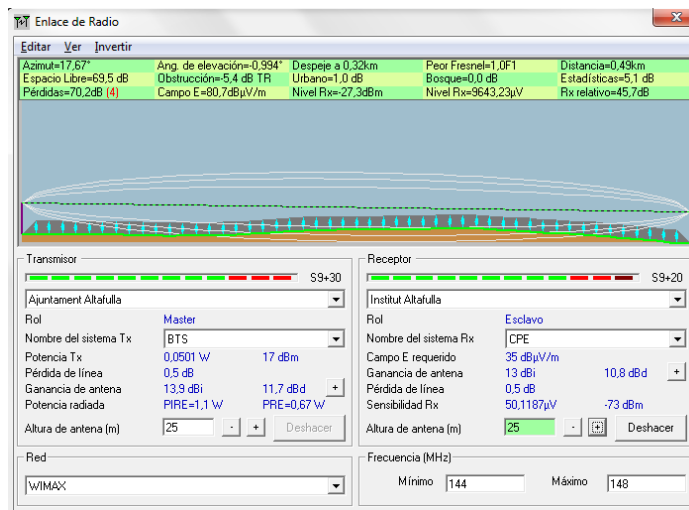


Figura 45: Enllaç Ajuntament-Institut Altafulla

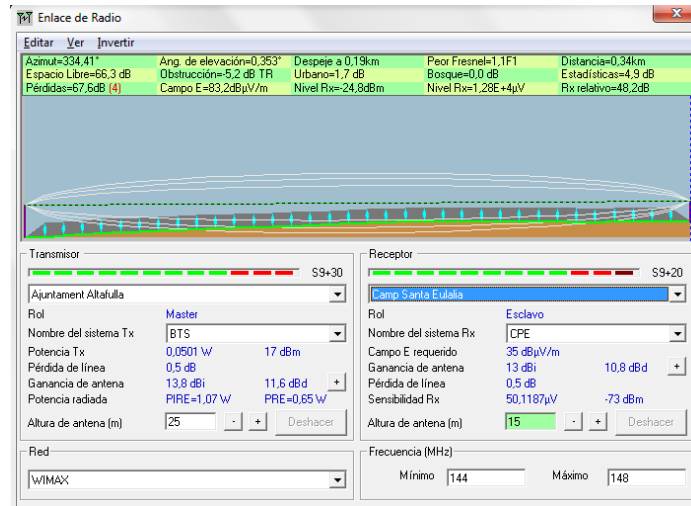


Figura 46: Enllaç Ajuntament-Camping Santa Eulalia

Simulació Sector 2

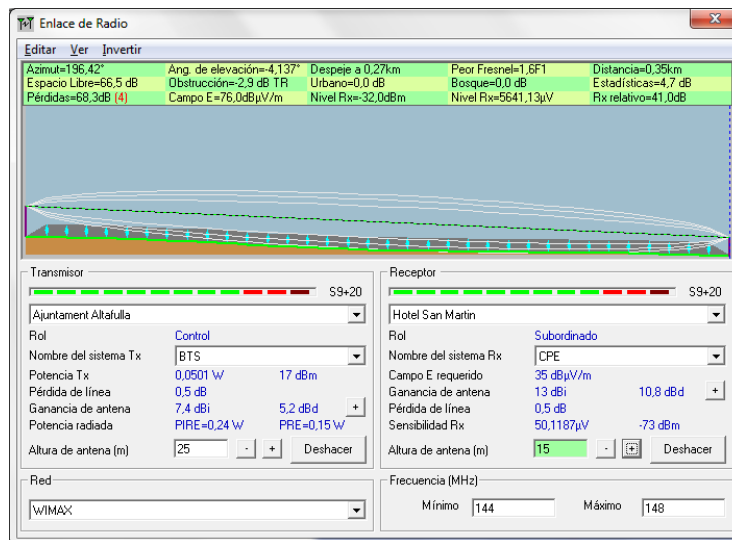


Figura 47: Enllaç Ajuntament-Hotel San Martín

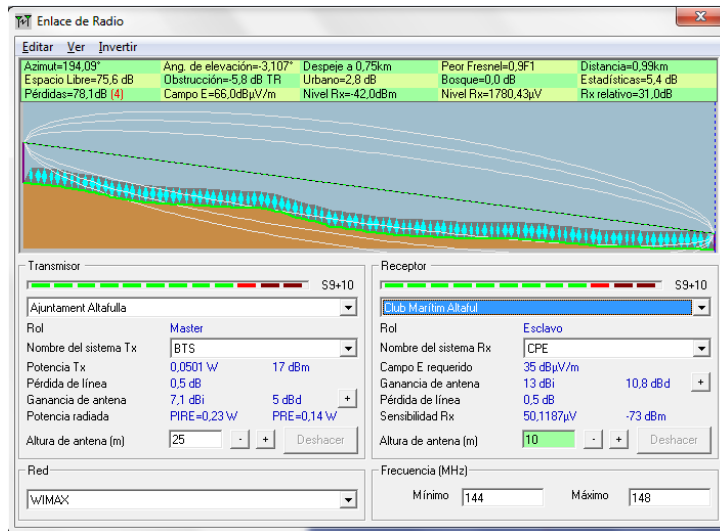


Figura 48: Enllaç Ajuntament-Club Marítim

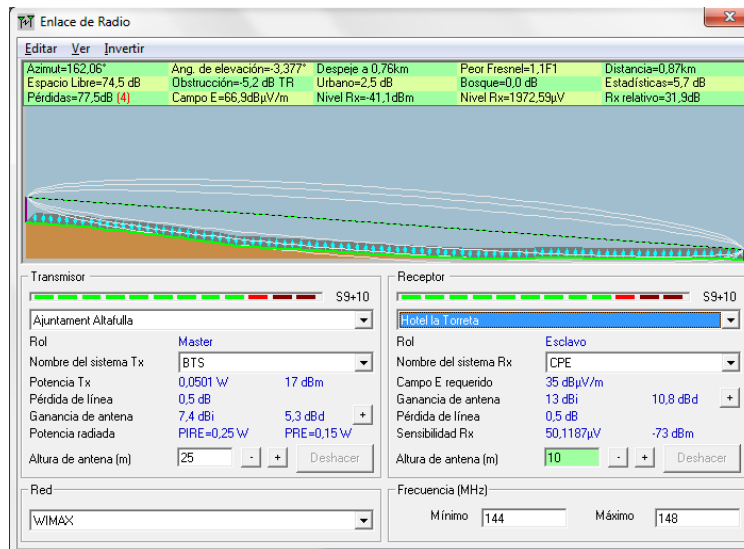


Figura 49: Enllaç Ajuntament-Hotel La Torreta

Simulació Sector 3

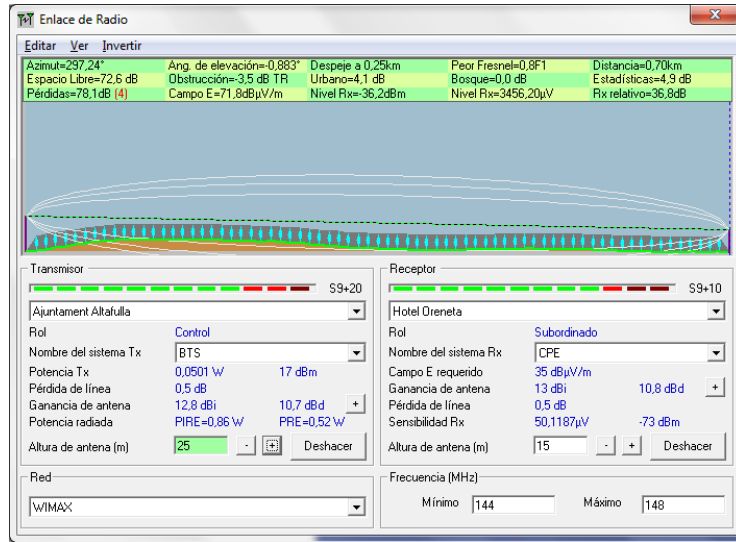


Figura 50: Enllaç Ajuntament-Hotel Oreneta

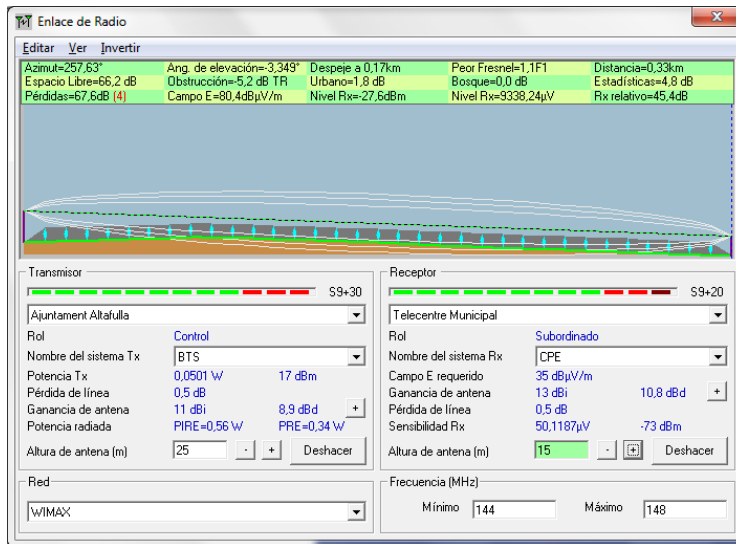


Figura 51: Enllaç Ajuntament-Telecentre Municipal

Simulació Sector 4

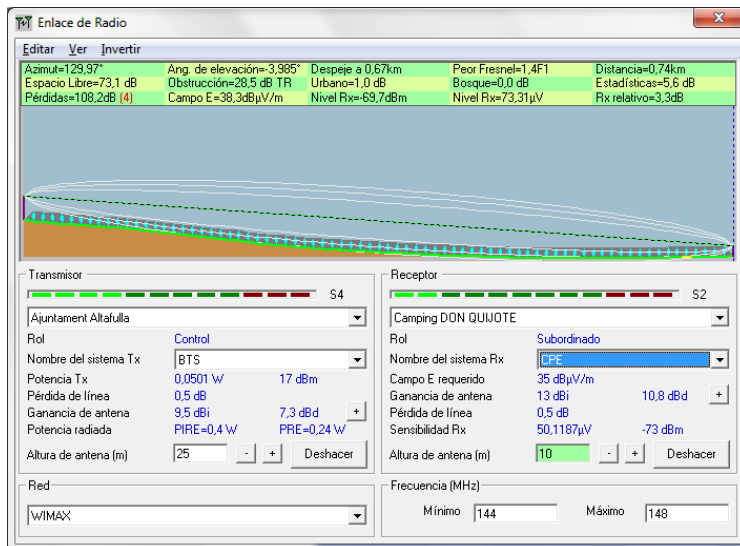


Figura 52: Enllaç Ajuntament-Camping Don Quijote

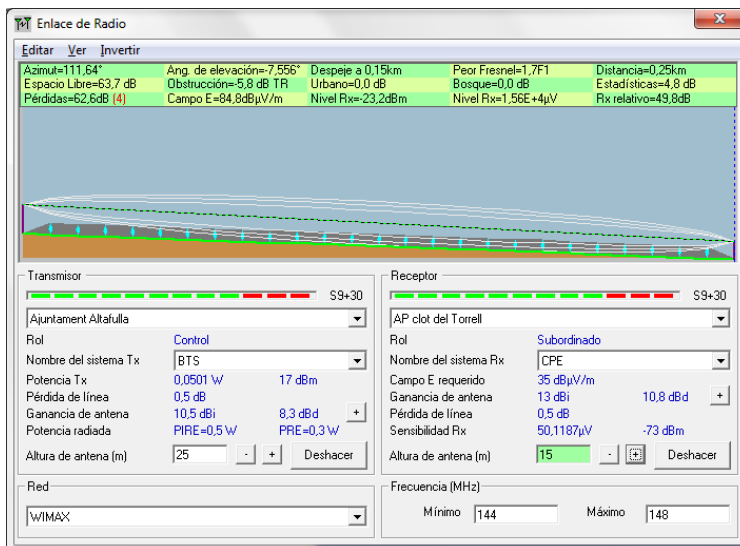


Figura 53: Enllaç Ajuntament-C/Clot DelTorrell

Simulació Cobertura WiFi

Parametrització

-Frequència mínima i màxima de la portadora del equipament Wifi segons normativa Español UN-85

-Escollim polarització vertical

- Com a mètode estadístic, escollim l'accidental. Ja que treballem en banda lliure i aquesta configuració s'utilitza per l'avaluació d'interferències.

Topologia

Escollim l'opció Xarxa de dades, topologia (Màster/esclau). Les unitats Máster seran els nostres AP, que es comunicaran amb les unitats esclau, que seran els usuaris.

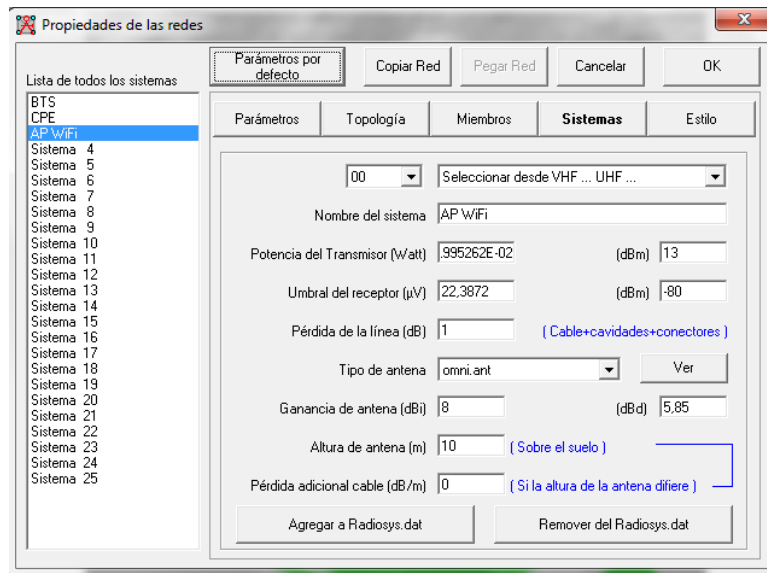


Figura 54: Sistema AP WiFi

S'ha ajustar el sistema segons la normativa CNAF-UN-85. S'ha definit el llindar de recepció, o sensibilitat als -80dBm, donat que el fabricant ens assegura els 24 Mbps.

No s'ha definit la pèrdua addicional del cable ja que es tracta d'un equipament exterior i no existeixen.

El resultat de la cobertura WiFi dels diferents AP's distribuïts pel municipi ho veiem a la següent figura.

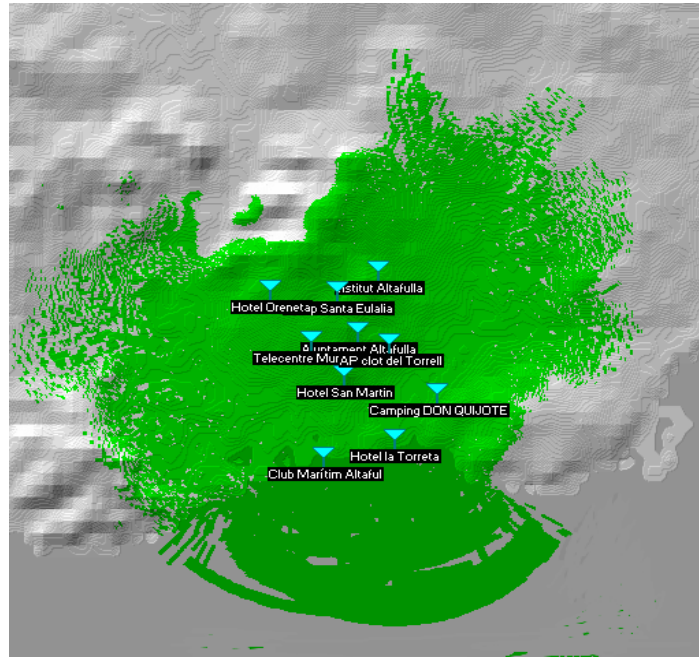


Figura 55: Cobertura WiFi

Tenim tota la superfície del municipi coberta, tant la part urbana com la zona de la platja

6.- Marc Legal Projecte

6.1.- Oferir serveis de comunicacions

Depenent del tipus de servei d'accés inalàmbic que es vulgui donar, les implicacions i requisits legals són diferents. A Espanya, la CMT (Comissió del mercat de les Telecomunicacions) és l'òrgan que regula les condicions legals per instal·lar xarxes wifi municipals, i la principal norma que ha publicat per regular-ho és la Circular 1/2010 del 15 de Juny de 2010, de la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions, per la que es regulen les condicions d'exploració de xarxes i prestació de serveis de comunicacions electròniques per les Administracions Públiques.

La prestació d'un servei de telecomunicació és una activitat d'interès general liberalitzada, no un servei de titularitat pública. D'aquesta forma, una corporació municipal, directament o a través d'un tercer, pot intervenir al mercat de les telecomunicacions com un agent econòmic més, competint amb la resta d'operadores en l'activitat de provisió al públic de serveis d'accés a Internet i establint i explotant xarxes de telecomunicacions.

Atenent a aquesta normativa i depenent del model de servei que volem oferir, els passos a seguir i els requeriments legals a tenir en compte quan s'instal·la una xarxa wifi són:

1.- Notificar a la CMT l'exploració de xarxes públiques o la prestació de serveis de comunicacions electròniques. Conforme amb l'article 6.2 de la Llei General de Telecomunicacions i l'article 5.5 del Reglament de Serveis de comunicacions electròniques. En cas de que sigui un accés limitat (velocitat menor de 256 Kbps i accés restringit a zones públiques) s'haurà d'indicar a la sol·licitud que el servei no afecta a la competència. La documentació es pot llegir i descarregar a la web de la CMT (<http://www.cmt.es/notificacion-de-inscripciones>).

2.- Si volem oferir un servei a Internet inalàmbric sense restriccions, tant gratuït com de pagament haurem de tenir en compte els següents requeriments:

a) Si el servei s'oferirà al ciutadà de forma gratuïta o per sota dels preus de mercat de forma permanent es necessari que la notificació a la CMT contingui informació detallada del projecte on s'expliqui:

- Les condicions tècniques de la xarxa o del servei
- L'àmbit de la cobertura
- Els ingressos previstos i fonts de financiació
- L'impacte que tindrà oferir el servei sobre la competència
- Resultats d'una consulta pública al sector que ha de realitzar l'Ajuntament, dirigida als operadors que siguin presents o tinguin plans d'inversió al territori.

b) Si el servei serà gratuït de forma temporal per posteriorment, ser de pagament, s'haurà d'indicar a la notificació a la CMT per a que estableixi el plaç durant el qual es podrà fer aquesta explotació o prestació i les condicions a les que s'haurà d'ajustar la seva activitat durant aquest període. A més s'haurà d'informar a l'usuari del temps durant el que el servei serà gratuït i el preu posterior.

c) Si el servei serà de pagament d'acord als preus de mercat:

- Serà necessari enviar a la CMT el pla de negoci amb el dimensionament de la xarxa, ingressos, costos, fonts de financiació sòlides, coherents i amb hipòtesis plausibles.

- S'haurà de remetre a la CMT durant el primer trimestre de cada any la comptabilitat separada de la explotació de la nostra xarxa.

3.- Seguir uns principis generals d'actuació, independentment del tipus de servei d'accés a Internet que vulguem donar:

- Portar una comptabilitat separada de la explotació de la xarxa wifi. La CMT podrà requerir en qualsevol moment l'enviament dels comptes bancaris
- Respectar els principis de neutralitat, transparència i no discriminació

- Garantir la protecció de les dades de caràcter personal. Aplicant els preceptes establerts a la LOPD (Llei Orgànica 15/1999, de 13 de desembre, de protecció de Dades de Caràcter Personal).
- Protegir el dret dels usuaris de serveis de comunicacions electròniques, segons el Reial Decret 899/2009 del 22 Maig.
- Assegurar la interoperabilitat dels serveis
- Complir les obligacions de la qualitat dels serveis, garantint uns mínims de velocitat i manteniment de la línia.
- Respectar el secret de les comunicacions
- Permetre la possibilitat d'interceptar les comunicacions electròniques als supòsits legals establerts. Segons el Reial Decret 424/2005 (título V) s'haurà de facilitar l'accés als agents facultats a totes les comunicacions.
- Conservar les dades relatives a les comunicacions electròniques i a les xarxes públiques de comunicacions, en concret durant un any. Segons la Llei 25/2007 de 18 d'Octubre (transposició Directiva 24/2006)

4.- Seguir el principi d'inversor privat: És a dir

- Disposar d'un pla de negoci. La CMT podria demanar el pla de negoci.
- Generar un flux de caixa positiu.
- Financiar la nostra activitat a través dels nostres propis ingressos, sense haver de d'emprar fons públics.

5.- Si volem finançar a través de patrocini o publicitat haurem de tenir en compte les següents obligacions:

- S'haurà d'enviar a la CMT el primer semestre de cada any, la relació d'empreses que s'hagin publicitat o patrocinat l'any anterior.
- Quan un Ajuntament vagi a finançar les seves activitats de comunicacions electròniques, els preus dels anuncis s'hauran d'ajustar als preus de mercat
- No podran actuar com patrocinadors o anunciants cap entitat que rebi fons de les Administracions Públiques.

6.- Tasa general d'operadors. Tot operador estarà obligat a satisfer a la Administració General de l'Estat i els seus organismes públics una tasa anual de no podrà excedir el dos per mil dels seus ingressos bruts d'explotació.

La Llei de Pressupostos Generals de l'Estat fixa la tasa corresponent per cada any.

Tot ho tenim resumit a la següent figura:




	 Autoprestación	 Acceso a Internet limitado (no afecta a la libre competencia)	 Acceso sin restricciones
Casos de aplicación	- Usuarios de la Administración - Bibliotecas - Centros educativos	- Menos de 256 kbps y zonas de uso residencial o mixto - Sólo acceso a páginas web del ayuntamientos	Resto de casos
Notificación a la CMT e inscripción en el reg. de operadores	No es necesaria	Necesaria	Necesaria
Principios generales de actuación		<ul style="list-style-type: none"> - Seguir el principio de inversor privado - Separación de cuentas - Neutralidad, transparencia y no discriminación - Protección de datos - Derecho de los usuarios - Interoperabilidad - Calidad del servicio - Secreto de las comunicaciones - Interceptabilidad de las comunicaciones electrónicas - Conservación de datos de comunicación electr. (1 año) 	
Obligaciones dependiendo del modelo de negocio (gratuito o no gratuito)		<ul style="list-style-type: none"> - La CMT puede solicitar la presentación de cuentas separadas - Si constituye ayuda pública no exenta de notificación se debe notificar a la Comisión Europea 	<ul style="list-style-type: none"> - Notificación a la CMT - La CMT hará un análisis de sustituibilidad - Si existe ayuda pública no exenta de notificación se debe notificar a la Comisión Europea - Notificación a la CMT - Informar al usuario del tiempo que será gratuito y el precio posterior - Enviar a la CMT plan de negocio - Remitir a la CMT el primer trimestre de cada año - Flujo de caja positivo - Posible incorporación de inversores privados
Obligaciones si existe financiación mediante patrocinio/ publicidad		<ul style="list-style-type: none"> - Enviar a la CMT el primer semestre de cada año relación de empresas que han patrocinado el año anterior - No podrán actuar como patrocinadores o anunciantes aquellas entidades que reciban algún tipo de fondos de las AAPP 	

Figura 56: Reglamentació Xarxes WiFi

6.2.- Espectre Radioelèctric

El projecte utilitza bandes d'ús comú segons els següent esquema

Son normes UN les que reglen l'ús a Espanya de les bandes ISM

Banades de freqüències	Tipus de llicència	Aplicació
2400 – 2483,5 MHz	Ús lliure	WiFi
5 GHz	Ús lliure	WiFi/WIMAX

Font: <http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/espectro/cnaf/notasun2010.pdf>

La varietat de productes existents en banda lliure permeten que siguin suficients per la implementació d'accessos en banda ampla en l'entorn del present estudi.

Normativa sobre límits de transmissió de radiacions no ionitzants

- Tots els càlculs realitzats pel present treball s'han realitzat complint els requeriments del Real Decret 1066/2001 amb el que s'aprova el "Reglament que estableix condicions de protecció del domini públic radioelèctric,

restriccions de les emissions radioelèctriques i mesures de protecció Sanitaria davant emissions radioelèctriques”

7.- Pla Econòmic

Tot seguit presentem el pressupost estimat del projecte. No he rebut resposta per part del proveïdor d'Internet, I per tant queda pendent d'aprovació i a l'espera de la negociació.

Donat que actualment estic treballant a Abertistelecom, s'ha parlat amb els actuals proveïdors de la empresa per a que em faciliti el pressupost.

A part de pressupost detallat s'ha inclòs la má d'obra estimant la subcontractació del servei d'instal·lació a una empresa especialitzada i que rebrà aproximadament uns 60 € /hora fins un total d'unes 200 hores. En aquest import ja està inclòs la logística, desplaçament i eines. (És la empresa instal·ladora la que es farà càrrec d'aquestes despeses)

7.1.- Pressupost

Electrónica de xarxa				
Referència	Descripció	Unitats	Preu unitari	Preu total
PAN-PA-2020	Firewall Palo alto PA-2020	1	10.074€	10074€
WS-C2948G-L3	Switch Catalyst 2948 G-L3	1	803€	803€
	Servidor ML10 HP Proliant		270,45€	270.45€
Equipament PmP				
	ALVARION ASN-GW per WiMax	1	3.320€	3320€
XTRM-BS-IDIV-5.4- Lm90	EB BMAX Extreme BS, configuració single sector, MIMO. Incorpora antena integrada 90°	4	9.000€	36000€
	Cablejat per connectar la part externa (ODU) amb la IDU	4	60€	240€
XTRM-SU-IDU	Equip PoE per Alvarion Extreme	4	52€	208€

Equipament AP WiFi				
Wi2-CTRL-40	Wi2 Controller	1	2.900€	2.900€
Alvr-Wi2-ODU-b/g	Terminal Wi2	9	1.178€	10.602€
Wi2-Extender	Terminal Wi2-Extender	1	1.178€	1.178€
Wi2-Extender-Cable	Cablejat per connectar el mòdul Wi2-Extender amb la seva IDU	1	21€	21€
Mounting-Kit-Wi2	Kit de muntatge per fixar el terminal al seu suport	9	117€	1.053€
Cable-conn- AC-Wi2	Cable alimentació equips Wi2 (pack 5 unitats)	2	53€	106€
ANT, BS, 2.4-2.5, 8dBi, OMNI	Antena 8 dBi Omnidireccional, 2400-2500 GHz	10	81€	810€

Infraestructura				
Bobina cable xarxa cat 5e (10 metres)		3	52€	156€
Torreta 180 RPR T'elevés	3 trams de 5 metres torreta /màstil + fixacions	15	781€	11.715€

Desenvolupament Projecte				
	Disseny i planificació	1	6.000€	6.000€

TOTAL=85456,45€ (A falta d'incloure el preu de l'operador pel lloguer de les línies VDSL)

8.- Conclusions

L'objectiu inicial del projecte era portar a terme el disseny, configuració i analitzar i avaluar la viabilitat d'una xarxa sense fils al municipi d'Aldarulla.

La idea original del consistori era la implantació d'una xarxa WiFi, que dotés de cobertura i accés gratuït tant als residents del municipi com als turistes que visiten les platges d'Altafulla durant l'estiu. Es tracta de promocionar les empreses, locals de restauració, principalment la activitat econòmica de la ciutat mitjançant anuncis al portal.

Per altre banda es limita la velocitat màxima d'accés als 256kbps i per altre banda aplicar les polítiques necessàries per a poder restringir el tràfic de certes pàgines (pornografia, violència, descàrregues P2P, etc).

S'ha fet un disseny proposant una solució tecnològica, on s'ha comprovat que es viable ja que tenim cobertura a tot el municipi, el qual es dona mitjançant 11 Ap's distribuïts per tot el municipi.

S'ha dotat la xarxa de recursos i equips que permeten una ampliació en qualsevol moment. Si l'Ajuntament volgués interconnectar les seves seus municipals, així com donar servei a tot els seus edificis, es podria re dissenyar, sense variar el concepte de Xarxa Troncal, ja que hi ha capacitat suficient disponible tant als 4 sectors de la estació base (EB Breezemax Extreme) com al Switch L3 que s'ha escollit un catalyst 2948g-L3 amb una capacitat que permetria aquesta ampliació.

Podríem considerar que el cost econòmic en certa manera podria ser elevat, però negociant el manteniment amb empreses com Abertis telecom (retevision) que amb el pressupost de la instal·lació inclouen dos anys de manteniment, ja que disposen d'un centre de control anomenat Centro de Control de Operació y Manteniment (CECOM) que funciona 24x7 i s'encarrega de la supervisió de la xarxa de clients externs de la companyia. El contracte que es signaria asseguraria uns SLA de 2 hores d'atenció sempre i quan existeixi algun tipus de problema al switch d'agregació de L3 (catalyst 2948g-L3) y de 8 hores si hi ha algun tipus de problema a qualsevol dels equips de la xarxa.

Fent una valoració, veiem que com qualsevol desenvolupament d'una xarxa el principal problema es la Inversió inicial, però després es podria anar amortitzant mitjançant publicitat al portal dels comercis del municipi, o inclús permetre més capacitats de connexió per clients que paguin algun tipus de mensualitat. En qualsevol cas no son la idea principal del projecte. L'objectiu era dotar d'accés gratuït a la xarxa.

S'ha decidit d'emprar tots els equipaments de la casa Alvarion. Es tracten d'equips de configuració senzilla i fàcil instal·lació. Estan dotats d'un software de gestió que té moltes opcions, no només a nivell de manteniment sino que també de configuració. Molts operadors rurals com Iberbanda i Nasertic fan ús d'aquests equips. Al tenir tots els equips d'Alvarion s'ha pogut arribar a un bon acord comercial amb el proveïdor, el

qual es compromet en fer-nos arribar qualsevol tipus de recanvi en menys de 48 hores. També disposarem de versatilitat, és a dir, al tenir els mateixos equips de la xarxa no es necessitarà d'una planta molt extensa de recanvis, ja que s'ha apostat per una política de reparacions.

Com a conclusió final, només dir, que si tenim en compte que l'objectiu d'un Ajuntament es dotar de serveis al ciutadà, aquest tipus d'iniciatives, ajuden a promocionar la ciutat i tota la seva activitat econòmica. El propi ajuntament disposarà d'una xarxa de recursos propis que podrà emprar per a posar càmaras IP, radars, o qualsevol altre aplicació que li vulgui donar.

Referències

- Ajuntament D'Altafulla www.atafulla.cat
- www.idescat.cat (<http://www.idescat.cat/emex/?id=430120&lang=es>)
- www.wikipedia.org
- WiMAX fòrum, www.wimaxforum.org
- Insitituto para ingenieros eléctricos i electrónicos, www.ieee.com
- www.ieee802.org/16/tgd
- www.ieee802.org/11/
- www.wifialliance.org
- www.wi-fiplanet.com

Plantejament inicial per la ubicació de les estacions de la xarxa de transport I punts d'accés

- <http://earth.google.es/>

Alvarion

- www.alavrion.com : Carcaterístiques dels equips emprats
- <http://new.wireless.bfioptilas.es/embedfile/9/8/0/2/alvaristar.pdf> : Software de gestió dels equips Alvarion AlvariStar
- www.hp.es : (www8.hp.com/es/es/products/ups/product-detail.html?oid=5409648)
- www.cisco.com,
(http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps606/products_data_sheet_09186a008009267f.html)

Radio Mobile

- <http://www.cplus.org/rmw/english1.html>
- http://www.youtube.com/watch?v=TePhfN6j_J4 : Video Tutorial

Legislació

- <http://www.itu.int/pub/R-REG-RR/es>
- www.cmt.es

- www.minetur.gob.es
- www.boe.es

Llibres

- Fundamentos de redes inalámbricas, Academia Networking de Cisco Systems: Pag (2-5,15-23,29-55)
- Vijay Ahuja, AP Professional, Network & Internet Security (Cap 9)
- IBM, Tencologia WiMax, manual del estudiante
- Adrew S.Tanenbaum, Cuarta edición, Pearson, Redes de Computadores
- Telecomunicaciones rurales, Comité consultivo internacional telegráfico y telefónico, Unioón Internacional de Telecomunicaciones
- IEEE Standard for: Information technology-Telecommunications and information Exchange between systems-Local and metropolitana rea networks. Specifications: Part 11
- Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications .IEEE Computer Society, Marzo 2007.

Anexe I: Acrónims

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AP	Acces Point
Banda ISM	Industrial, Scientific and Medical Band
BS	Base Station
BSS	Basic Service Set
CDMA	Code division multiple Access
CPE	Customer Premises Equipment (Equip local de client)
DAFO	Debilitats Amenaces Fortaleces I Oportunitats
DL	Downlink
DSL	Digital Subscriber Line
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
EAP	Extensible Authentication Protocol
EAP-TLS	EAP for Transport Layer Security
EPE	Ecahau Positioning Engine
ESS	Extended Service Set
FCS	Frame Check Sequence
FDM	Frequency Division Multiplexing
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Internet Protocol
LAN	Line of Sight
LWAPP	Lightweight Access Point Protocol
MAC	Medium Access Control
MIMO	Multiple Input Multiple Output
MPDU	Message Protocol Data Unit
MSDU	MAC Service Data Unit
NLOS	Non Line of Sight

OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PEAP	Protected Extensible Authentication Protocol
PKI	Public Key Infrastructure
PSK	Phase Shift Keying
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QoS	Quality of Service
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RF	Radio Frequency
RRM	Radio Management Resource
RSSI	Receive Signal Strength Indication
SFTP	Shielded and Foiled Twisted Pair
SIM/USIM	Subscriber Identity Module/Universal Subscriber Identity Module
SLA:	Service Level Agreement
SNR	Signal to Noise Ratio
SSID	Service Set Identifier
SU	Subscriber Unit
TCP	Transport Control Protocol
TG	Task Group
TIP	Temporal Key Integrity Protocol
UDP	User Datagram Protocol
UL	Uplink
UNII	Unlicensed National Information Infrastructure
UTP	Unshielded Twisted Pair
WCS	Wireless Control System
WDS	Wireless Distribution System
WEP	Wired Equivalent Privacy
WiFi	Wireless Fidelity

WiMAX Worldwide Interoperability for Microwave Access

WLAN Wireless Local Area Network

WLC Wireless LAN Controller

WPA Wi-Fi Protected Access

Anexe II: Fitxa tècnica dels equips de la xarxa

Mòdul ASN Gateway

Topology

- Profile C
- Distributed and mini-centralized ASN-GW topology
- Stackable ASN-GW

Connectivity

- Simple IP
- Intra-ASN mobility
- CSN anchored mobility (R3)
- Inter-ASN mobility (R4)*
- Proxy mobile IPv4 & FA*
- Simple IP and mobile IP coexistence

AAA

- RADIUS AAA client support
- EAP Authenticator
- Single EAP, user device or user/device authentication
- Session based accounting
- Un-authenticated mode (lab)

IP address allocation

- AAA assignment (DHCP Proxy)
- DHCP relay
- Local pools (dynamic or static)
- Overlapping private IP address pools
- Dynamic HA address allocation*
- DHCP option 82

Tunneling

- Multiple tunnels (Enterprise/csn specific)
- IP-in-IP tunneling
- GRE tunneling
- IEEE 802.1q VLANs
- HA seamless inter-technology mobility*

QoS

- Network admission control
- Service flow authorization
- Multi-flow QoS traffic classification

- UGS, ERT-VR, NRT, RT and BE support
- Unmanaged voice
- Managed voice*
- DiffServ marketing/remarking

Interfaces

- Gigabit Ethernet
- Fast Ethernet

Scalability

- 3000 registered users
- Unlimited number of ASN-GWs in the network
- 200 Mbps

Management

- SNMPv2 based EMS

Other

- PHS (Packet Header Suppression)
- IP spoofing protection

Wi2 Controller

● Visitor access

- Captive portal
- Wireless encryption
- Zero configuration
- Adaptive NAT
- Firewall
- Flexible authentication schemes

● Full client mobility

- Complete client transparency
- Fast authentication
- Layer 3 roaming

● Optimized deployments

● Plug and Play

- Automatic AP discovery
- Automatic firmware downloads
- Central configuration
- Certificate based mutual authentication with AP
- TLS management channel

● Full management capabilities

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



BreezeMax Wi2 i Wi2 Extender

Wi-Fi Access Point Specifications

<p>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</p> <p>Maximum Channels FCC/IC: 1-11 ETSI: 1-13 Japan: 1-14</p> <p>Maximum Clients 128 for the radio interface set to access point mode</p> <p>Modulation Types 802.11g: CCK, BPSK, QPSK, OFDM 802.11b: CCK, BPSK, QPSK</p> <p>Operating Frequency 802.11b/g: 2.4~2.4835 GHz (US, Canada, ETSI) 2.4~2.497 GHz (Japan)</p>	<p>Network Management Web-management, Telnet, SNMP</p> <p>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)</p> <p>Safety UL/CUL (CSA60950-1, UL60950-1) CB (IEC 60950-1) UL/GS (EN60950-1)</p> <p>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)</p>	<p>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)</p> <p>Standards IEEE 802.3 10BASE-T IEEE 802.3u 100BASE-TX IEEE 802.11 b, g</p> <p>Antenna Specifications 2 x 8 dBi Omni directional (2.4-2.5 GHz)</p>
---	---	--

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

<p>Access Control Integrated HTML login/captive portal Integrated RADIUS authentication Configurable min./max. connect speed Scalable to thousands of users</p> <p>Centralized Management Full plug and play AP configuration, upgrade and control Centralized system monitor for thousands of APs Full, secure GUI configuration and monitoring</p> <p>Management SNMP, CLI, web-based Selectable RF channel and transmit power Packet capture on WLAN or LAN interface (diagnostics)</p>	<p>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</p> <p>Mobility Full voice quality L2 and L3 mobility for clients roaming between APs Service transparency through fast roaming and handovers</p>	<p>QoS and Other Support for 802.11i, WMM, RADIUS, 802.1q, 802.1p, IP TOS/DSCP Mesh (DWDS), self-healing, self-optimizing</p> <p>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</p>
---	--	--

BreezeMax Extreme 5000

Specifications		
International Corporate HQ Alvarion Ltd. 21a HaBarzel Street P.O. Box 13139 Tel Aviv, Israel 69710 Contact us at: sales@alvarion.com For local contact information in your area, please visit www.alvarion.com	Radio & Modem Unit type Configuration options	All outdoor base station Single sector MIMO – integrated / external antenna Single sector SISO – integrated / external antenna Dual sector SISO – external antenna
	Frequency	Base station 4900-5350 MHz 5670-5875 MHz CPE 4900-5875 MHz
	Channel bandwidth	5 MHz, 10 MHz, 2x10 MHz
	Number of channels	5 MHz: 2Rx, 2Tx 10 MHz: 1Tx
	Radio access method	IEEE 802.16-2005 (16e OFDMA)
	Operational mode	TDD
	Central frequency resolution	2.5 MHz (for 5 MHz channel), 5 MHz (for 10, 2x10 MHz channel)
	FFT size	512/1024
	Supported modulation	QPSK 1/2, 3/4 + Rep QAM16 1/2, 3/4 QAM64 2/3, 3/4, 5/6
	Air link optimization support	HARQ, CTC, compressed OFDM / UL Maps.
Diversity	2x2, MIMO Matrix A, MRC, MIMO Matrix B	
Transmit Power		
Transmit power	Base Station 0-21 dBm, 1dB resolution	CPE QAM64: 18 dBm QAM16: 20 dBm QPSK: 21 dBm
Integrated antenna gain	14.5 dBi	ATPC of 20 dB, 1 dB resolution 16 dBi
Security		
Authentication	Centralized over RADIUS, MS chap v.2 EAP TTLS over RFC-2865	
Data encryption	AES WIMAX 16e	
Interfaces		
Network	IEEE 802.3 CSMA/CD	
Standard compliance	10/100 Mbps, half/full duplex with auto negotiation	
Data interface	In: PoE (SSV DC)	
Power	In: 48V DC Out: PoE (SSV DC) feeding backhaul CPE	
GPS	Antenna (TNC) receiver integrated in unit GPS chaining support	
Mechanical		
Dimensions (H x D x W)	Base Station 51 x 28 x 14.7 cm	CPE 23 x 23 x 6.3 cm
Weight:		
Extreme 5000 unit	11 kg	2 kg
Mounting Kit	5 kg	
Environmental		
Operating temperature	-40°C to 55°C	
Operating humidity	5%-95% non condensing, weather protected	

Catalyst 2948G-L3

Technical Specifications

Performance

- 22 Gbps switching fabric
- Over 10 million PPS wire-speed forwarding rate for 64-byte packets
- MIPs RISC CPU-R5000, 16 MB Flash, 64 MB DRAM
- Route Entries: 12,000 minimum; 24,000 maximum
- 12 MB memory architecture shared by all ports
- Packet forwarding rate for 64-byte packets:
 - 14,880 pps for 10-Mbps ports
 - 148,800 pps for 100BaseT ports
 - 1,488,000 pps for 1000BaseX ports

Management

- SNMP Management Information Base (MIB) II

Standards

- IEEE 802.3x full duplex on 10BaseT, 100BaseTX, and 1000BaseX ports
- IEEE 802.1D Spanning-Tree Protocol
- IEEE 802.1Q VLAN
- IEEE 802.3z 1000BaseX specification
- 1000BaseX (GBIC)
 - 1000BaseSX
 - 1000BaseLX/LH
 - 1000BaseZX
- IEEE 802.3u 100BaseTX specification
- IEEE 802.3 10BaseT specification

Indicators

- Per-port status LEDs
 - link up—illuminated
 - 10 Mbps operation—Yellow
 - 100 Mbps operation—Green
 - link down—not illuminated
- System status LED—Green

Dimensions and Weight [H x W x D]

- 2.69 x 17.1 x 18 in. (6.6 x 43.4 x 45.7 cm)
- One-and-a-half rack unit
- 18 lb. (8.08 kg)

Environmental Conditions and Power Requirements

- Operating temperature: 32 to 113 F (0 to 45 C)
- Storage temperature: -4 to 149 F (-20 to 65 C)
- Operating relative humidity: 10 to 85% noncondensing
- Operating altitude: Up to 10,000 ft. (3000 m)
- Power consumption: 70W maximum; 239 BTU per hour
- AC input voltage/frequency: 100 to 120/200 to 240 VAC (autoranging) 50 to 60 Hz

Connectors and Cabling

- 10BaseT ports: RJ-45 connectors; two-pair Category 3, 4, or 5 unshielded twisted-pair (UTP) cabling
- 100BaseTX ports: RJ-45 connectors; two-pair Category 5 UTP cabling
- 1000BaseX GBIC ports: SC fiber connectors, single mode or multimode fiber
- Console and auxiliary port: RJ-45 connectors, RS-232 serial cabling

Safety Certifications

- UL 1950
- CSA 22.2 No. 950
- EN 60950
- IEC 950
- AS/NZS 3260, TS001
- CE

Electromagnetic Emissions Certifications

- FCC Part 15 Class A
- EN 55022B Class A (CISPR 22 Class A)
- VCCI Class A
- AS/NZS 3548 Class A
- BCIQ
- CE Marking

Firewall Paloalto PA-2020

HARDWARE SPECIFICATIONS

I/O

- PA-2050: (16) 10/100/1000, (4) SFP optical Gigabit
- PA-2020, PA-4020: (12) 10/100/1000, (2) SFP optical Gigabit

MANAGEMENT I/O

- (1) 10/100/1000 out-of-band management port, (1) RJ-45 console port

POWER SUPPLY (AVG/MAX POWER CONSUMPTION)

- 175W/200W (105W/120W)

INPUT VOLTAGE (INPUT FREQUENCY)

- 100-240VAC (50-60Hz)

MAX CURRENT CONSUMPTION

- 1.5A@100VAC

MEAN TIME BETWEEN FAILURE (MTBF)

- 7.3 years

MAX INRUSH CURRENT

- 70A@230VAC; 35A@115VAC

DIMENSIONS

- 1U, 19" standard rack (1.75"H x 17"D x 17"W)

WEIGHT (STAND ALONE DEVICE/AS SHIPPED)

- 15lbs/20lbs

SAFETY

- UL, CUL, CB

EMI

- FCC Class A, CE Class A, VCCI Class A

ENVIRONMENT

- Operating temperature: 32° to 122° F, 0° to 50° C
- Non-operating temperature: -4° to 158° F, -20° to 70° C

NETWORKING

INTERFACE MODES

- L2, L3, Tap, Virtual Wire (transparent mode): Supported

ROUTING

- Modes: OSPF, RIP, BGP, Static
- Forwarding table size (entries per device/per VR): 5,000/2,500 (PA-2050), 2,500/2,500 (PA-2020)
- Policy-based forwarding: Supported
- Multicast: PIM-SM, PIM-SSM, IGMP v1, v2, and v3

HIGH AVAILABILITY

- Modes: Active/Active, Active/Passive
- Failure detection: Path Monitoring, Interface Monitoring

NAT/PAT

- Max NAT rules: 1,000
- Max NAT rules (DIPP): 200
- Dynamic IP and port pool: 254
- Dynamic IP pool: 16,234
- NAT Modes: 1:1 NAT, n:n NAT, m:n NAT
- DIPP oversubscription (Unique destination IPs per source port and IP): 2

VLANS

- 802.1q VLAN tags per device/per interface: 4,094/4,094
- Max interfaces: 2,048 (PA-2050), 1,024 (PA-2020)
- Aggregate Interfaces (802.3ad): Not Supported

VIRTUAL WIRE

- Max virtual wires (vwire): 10
- Physical interfaces mapped to VWs: Supported

ADDRESS ASSIGNMENT

- Address assignment for device: DHCP Client/PPPoE/Static
- Address assignment for users: DHCP Server/DHCP Relay/Static

IPv6

- Modes: L2, L3, Tap, Virtual Wire (transparent mode)
- Services: App-ID, Content-ID and SSL Decryption

L2 FORWARDING

- ARP table size/device: 2,500 (PA-2050), 1,000 (PA-2020)
- IPv6 neighbor table size: 1,000 (PA-2050), 1,000 (PA-2020)
- MAC table size/device: 2,500 (PA-2050), 1,000 (PA-2020)