

UOC

Desenvolupar una xarxa WiFi municipal segons el model de xarxa oberta i neutre de Guifi.net

Treball Final de Carrera

Sergi Cabré Godall

E.T.T. Telemàtica

Consultor: Jose Lopez Vicario

16/06/2012

Índex

1. Introducció.....	3
1.1. Objectius.....	3
2. Xarxa oberta.....	4
3. Guifi.net.....	5
3.1. Comuns de la XOLN.....	5
3.2. La Fundació.....	6
4. Aspectes legals.....	7
4.1. Llei General de Telecomunicacions.....	7
4.2. Circular 10/2010.....	7
5. Legalització del projecte.....	7
6. Tecnologia.....	9
6.1. Estàndard 802.11.....	9
6.1.1. Arquitectura.....	10
6.1.2. Subnivell MAC.....	11
6.1.3. Capa física.....	11
6.2. Encaminament.....	12
6.2.1. OSPF.....	12
6.2.2. BGP.....	13
7. Model de deslegament.....	14
7.1. Direccionament Ipv4.....	14
7.2. Arquitectura de xarxa <i>mesh</i>	14
7.3. Serveis.....	15
7.3.1. Serveis municipals.....	15
7.3.2. Passarel·les a Internet.....	16
7.3.3. Altres serveis.....	16
8. Desplegament de xarxa.....	17
8.1. Dimensionament.....	17
8.2. Planificació.....	18
8.3. Disseny.....	19
8.3.1. Esquema general.....	23
8.3.2. Enllaços punt a punt.....	24
8.3.3. Enllaços punt a multipunt.....	27
8.4. Equipament.....	28
8.4.1. Radioenllaços punt a punt.....	28
8.4.2. Punts d'accés (AP).....	28
9. Pressupost.....	30
10. Conclusions.....	31
11. Glossari.....	32
12. Bibliografia.....	33
13. Annexos.....	34
13.1. Especificacions tècniques.....	34
13.2. Legals.....	37

1. Introducció

Un dels reptes més interessants de la societat actual és aconseguir la alfabetització informacional. L'esclatxa digital fa referència a la divisió entre els ciutadans immersos en la Societat de la Informació (SI) i el que per causes de situació geogràfica o nivell d'estudis estan quedant fora. Una dada que il·lustrà la realitat és que a Europa 20 milions de llars no tenen accés a l'ADSL ni a xarxes sense fils.

Els tres actors que participen en la SI són els ciutadans, les empreses i les administracions públiques (AAPP). En clau catalana, els primers pateixen un greuge respecte la nivell de la resta d'Europa, els segons tenen el dèficit en les petites i mitjanes empreses i després les AAPP tenen la necessitat d'oferir serveis electrònics als ciutadans.

Finalment, la xarxa de telecomunicacions municipal incideix en tots els actors i els permet desenvolupar estratègies per reduir l'esclatxa digital. I encara més, fer-ho segons el model de xarxa oberta i neutra de Guifi.net perquè està implicada en el desplegament universal de les xarxes d'alta velocitat.

1.1 Objectius

L'objectiu del projecte es donar una solució al dèficit d'infraestructura de telecomunicacions seguint el model de xarxa oberta.

1. Permetre la connexió entre diverses seus municipals: ajuntament, biblioteca, escola, museu,...
2. Oferir connectivitat a Internet als ciutadans amb risc d'exclusió de la Societat de la Informació.
3. Expandir la cobertura mitjançant zones WiFi senyalitzades en la biblioteca i també en parcs i places.
4. Finalment, pretenem que esdevingui una eina perquè qualsevol municipi interessat en el model de Guifi.net hi trobi una guia que li permeti tant avaluar la viabilitat com orientar els diferents aspectes que s'afrontaran

I així obtenir una infraestructura innovadora i amb projecció de futur per la població.

2. Xarxa oberta

Les xarxes obertes (XO) són iniciatives col·laboratives i sense ànim de lucre. Bàsicament, els models de XO garanteixen l'accés sense restriccions a una infraestructura de telecomunicacions. Cada participant de la comunitat contribueix amb recursos alhora que es compromet a respectar un codi deontològic. Finalment, les XO com el fenomen de programari lliure té l'origen en l'activisme en l'àmbit de les TIC.

Per entendre la motivació cal repassar el context de les telecomunicacions, dominades pels ISP. Els proveïdors proporcionen accés a Internet mitjançant l'instal·lació i configuració d'equips a través del propi servei tècnic, amb la contraprestació pel client de la quota mensual d'abonat. Però en la pràctica no donen servei en zones poc rentables. I tampoc, reinverteix en modernitzar l'infraestructura com denota la utilització d'una tecnologia obsoleta com l'ADSL.

L'objectiu de les XO és proporcionar accés a les xarxes de banda ampla a un sector de la societat amb risc d'exclusió per raons d'ubicació o econòmiques. I el desenvolupament d'una llicència d'ús, del tipus de codi regulatori i educacional, per mantenir els principis del propòsit, com per exemple la GNU en *open software*.

En conseqüència, els projectes de xarxes obertes proporcionen accés a l'ampla de banda, despleguen tecnologies sense fils i de fibra òptica i lluiten per reduir l'esquerda digital. Tot això, mantenint una relació de col·laboració entre participant i sense compromís de serveis, fets que la diferencien completament dels ISP.

3. Guifi.net

Guifi.net és la comunitat que aglutina i dona sortida a les inquietuds de les persones que volen desenvolupar una xarxa comunitària. Inicialment, sorgeix de la necessitat de proporcionar accés a les xarxes de banda ampla en zones de la Catalunya central. Posteriorment, també s'ha desplegat en altres indrets on els proveïdors tradicionals no han portat la cobertura, bàsicament per criteris mercantils.

El projecte que va començar a les comarques d'Osona i la Garrotxa ha anat creixent i dispersant-se, tant pel territori català com en l'exterior de Catalunya, i també de l'estat. A través d'un model de desplegament ascendent de banda ampla (BuB), de l'anglès *Bottom-up broadband*, on l'usuari s'encarrega d'estendre la xarxa pel territori amb diverses formules de participació i obligacions amb la resta de participants.

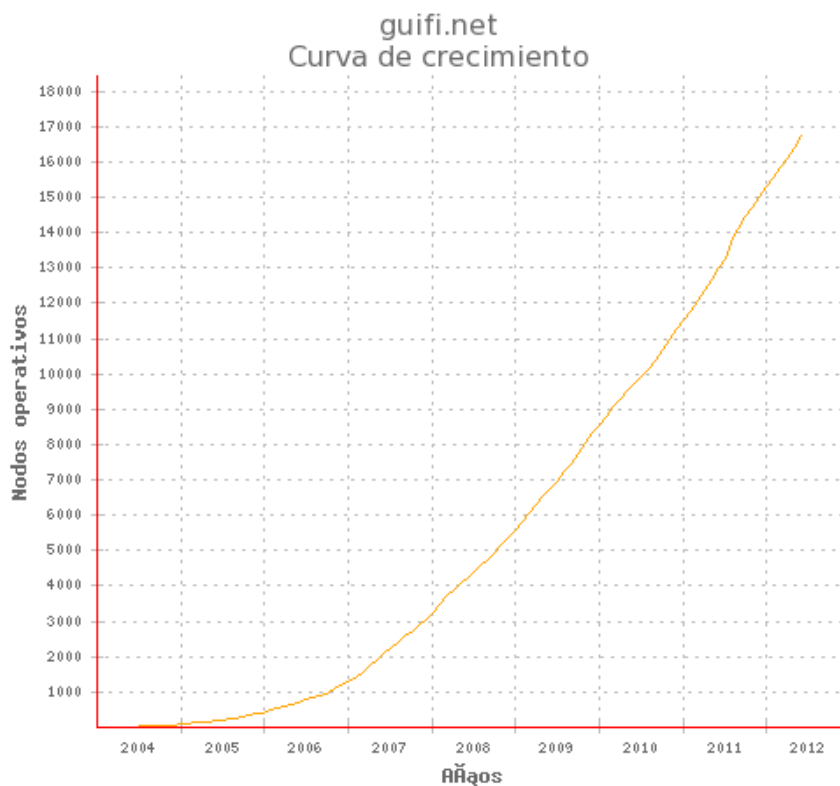


Fig 1. Corba de creixement

Així doncs, Guifi.net ha esdevingut un projecte d'èxit que ha estat reconegut amb el Premi Nacional de Telecomunicacions del 2007 .

També hem trobat necessari el repàs als aspectes fundacionals i legals de Guifi.net sorgits per la necessitat de donar estructura al creixement de la comunitat, així com donar resposta als reptes cada vegada més importants.

3.1 Comuns de la XOLN

L'eina que vertebra els interessos dels participants és el Comuns de la XOLN, que amplia i millora l'anterior Comuns Sense Fils. Es tracta d'un codi regulatori de la xarxa i

s'especifiquen les formes d'interconnexió dels diferents usuaris que conformen la comunitat Guifi: particulars, administracions públiques i empreses.

Dins els Comuns de la XOLN trobem les definicions de les paraules que conformen les sigles XOLN, Xarxa Oberta, Lliure i Neutre, alhora que proporciona una visió precisa de l'objectiu de la comunitat Guifi.net.

- És oberta perquè ofereix accés universal sense distinció per de cap tipus, alhora que proporciona informació del funcionament.
- És lliure de proporcionar serveis i continguts com està definit en els principis generals
- És neutral perquè a diferència de xarxes com per exemple la de telefonia mòbil on es restringeix el trànsit de VoIP.¹

Tanmateix, en els Comuns de la XOLN, juntament amb els principis generals que destaquen la llibertat de la xarxa, trobem una llista de definicions dels conceptes: participant, usuari o serveis, dins el context de Guifi.net. També, un conjunt d'apartats que aprofundeixen en diferents aspectes relacionats amb la xarxa. Per exemple, la multitutularitat de la xarxa derivada de la forma de creixement a través de les aportacions de diferents participants tant particulars com empreses i administracions. També, aspectes sobre la gestió de la xarxa i la prioritat del trànsit amb conseqüències pels usuaris que les incompleixin, en aquest cas enlloc d'educacional el codi esdevé regulador. O l'apartat de serveis, on podem destacar la voluntat de connectar-se amb altres xarxes però amb la dificultat de complir el principi de reciprocitat degut a les polítiques restrictives per motius comercials d'altres operadors.

En resum, els Comuns de la XOLN engloben des de la definició dels principis de la xarxa fins a aspectes més particulars com la gestió de la mateixa i circulació de continguts.

3.2 La Fundació

La fundació va néixer l'any 2008 per la necessitat de donar caràcter jurídic a l'associació degut al creixement que va experimentar el projecte i amb vocació de fer front a reptes cada vegada més grans.

Dins els comuns XOLN hi ha un apartat que defineix el paper de la fundació en l'entramat de Guifi.net. Tanmateix, la Fundació va néixer per resoldre alguns temes jurídics que afecten a una associació basada en les xarxes de telecomunicacions. Així doncs, la Fundació dona identitat jurídica a la proposta de infraestructura de telecomunicacions que és Guifi.net. Alhora, proporciona servei jurídic a les persones en les qüestions relacionades amb les xarxes de telecomunicacions.

Conseqüentment, la Fundació s'ha constituït com un referent que aglutina juntament amb el caràcter jurídic altres àmbits com el desenvolupament de projectes, per exemple el desplegament de fibra òptica o el model de desenvolupament de xarxa sense fils.

¹http://berec.europa.eu/doc/2012/TMI_press_release.pdf

4. Aspectes legals

Els organismes amb competències en l'àmbit de

Dins aquest context cal destacar que el dret a la llibertat d'empresa en el marc de l'economia de mercat està reconegut per la Constitució, principal document legislador i regulador de l'estat Espanyol. També, ampara la participació dels poders públics en l'àmbit de l'economia de mercat en base a l'interès general, tanmateix sotmesa al compliment de l'ordenament jurídic.

4.1 Llei General de Telecomunicacions

L'articulat de la Llei General de Telecomunicacions permet prestar serveis de telecomunicacions a les AAPP. Alhora, que articula formes de col·laboració entre la iniciativa pública i privada per la construcció d'infraestructures per millorar el territori en el marc de la lliure competència.

L'AAPP desplegant infraestructures de telecomunicacions obertes i lliures fomenta la competència efectiva registrada en la LGT. A la vegada que compleix amb la llei de l'administració electrònica garantint l'accés als serveis públics sense discriminació.

En l'article 2 de la LGT s'esmenten els punts en cal promoure les telecomunicacions, per exemple fomentar la neutralitat tecnològica en la regulació o impulsar la cohesió social, econòmica i territorial. També, promoure el desenvolupament del sector de les telecomunicacions així com de nous serveis.

4.2 Circular 10/2010

La circular 10/2010 en enumera els casos en els que no es necessita la comunicació de a la CMT de la prestació de serveis de telecomunicació.

-
- accés a internet limitat a les pàgines municipals
- accés a internet a les biblioteques
- accés a internet a centres de formació
- explotació de xarxes sense fils que la cobertura de la xarxa exclou edificis d'ús residencials o mixt i limitat a velocitats de 256 Kbps

Per la resta dels casos caldrà notificar segons les indicacions que ofereix la CMT en la seva Web abans de l'inici de l'execució. Per la seva part, la CMT registrarà la infraestructura i podria posar condicions d'explotació en el cas que s'incomplís la defensa de la lliure competència.

5. Legalització del projecte

En aquest apartat descriurem d'entre les diferents modalitats de participació dels ajuntament, des de la cesió d'ubicacions fins al desplegament de nodes, el cas de la xarxa municipal del projecte.

En el cas que en ocupa l'ajuntament desplega alguns supernodes per donar cobertura al municipi per prestar serveis bàsics al ciutadà. Tanmateix, s'instal·len servidors que es connecten als ADSLs de l'ajuntament i la radio Municipal. Els usuaris de la xarxa disposen d'accés a Internet per temps ilimitat, sense garantia de servei ni ampla de banda. La financiació es a través dels pressupostos municipals i sense compensació econòmica per l'ús.

Com es pot deduir de l'apartat circular X/2010 serà necessari comunicar a la CMT, en l'annex hi ha el model de formulari i els requisits, així com el conveni de col·laboració amb Guifi.net.

Així doncs, la participació de Guifi.net garanteix que la infraestructura finançada amb diners públics queda a disposició a qualsevol empresa, particular o operador. I pel que fa a l'accés gratuït a Internet es justifica perquè sense garanties de servei ni d'ampla de banda no pot competir amb els productes comercials, tanmateix és una inversió realitzada a la que donem una doble funció i en millorem la rendabilitat.

6. Tecnologia

Les sigles WiFi de *Wireless Fidelity* és la denominació general dels protocols de l'estàndard 802.11 utilitzat per desplegar xarxes locals sense fils (WLAN).

Avantatges

- Banda freqüencial ISM de 2,4 i 5 GHz
- Facilitat de configuració, instal·lació i manteniment
- Baix cost
- Gran abast
- Velocitats elevades de fins a 300 Mbps
- Disponible tant per criteris de vídeo com de veu
- Permet enllaços LAN, MAN o WAN
- Suporta tecnologia IP d'extrem a extrem
- Compatible amb WiMAX

Inconvenients

- Moltes interferències
- Seguretat compromesa

Es tracta d'un estàndard per les comunicacions radio pensat i dissenyat per la connexió d'accés multipunt, interoperable i global.

Accés multipunt: Per poder donar servei de connexió en àrees esteses tant urbanes i semi-urbanes s'ha optat per una tecnologia que permeti, des d'una estació base radio comuna a unes zones, connectar vivendes i empreses que estiguin sota la cobertura d'aquesta estació.

Interoperable: Per interoperativitat s'entén la possibilitat de connectar equips de diferents fabricants a l'estació base que dona cobertura a una zona. Aquest element del estàndard permet una economia d'escala a l'hora de fixar el preu dels equips i l'especialització dels fabricants.

Global: Amb aquest atribut es fa referència a la definició d'un estàndard que sigui vàlid en tot el món, permetent una altra vegada economies d'escala i en un pas futur també mobilitat dels usuaris pels diferents països sense tenir que adaptar els seus dispositius.

La tecnologia Wi-Fi va encarada a transmetre dades sense fils en àrees metropolitanes i també per facilitar les connexions en zones rurals. A més es poden implementar en el món empresarial per implementar les comunicacions internes i podria suposar l'explosió definitiva d'altres tecnologies com la VoIP.

6.1 Estàndard 802.11

L'estàndard defineix els nivells inferiors de l'arquitectura OSI: la capa física i d'enllaç de dades. D'una banda, la capa física especifica les tècniques de transmissió del senyal

radioelèctric. I d'una altra banda, la capa d'enllaç determina l'accés al medi i està subdividida en les capes MAC (*Medium Access Control*) i LLC (*Logical Link Control*).

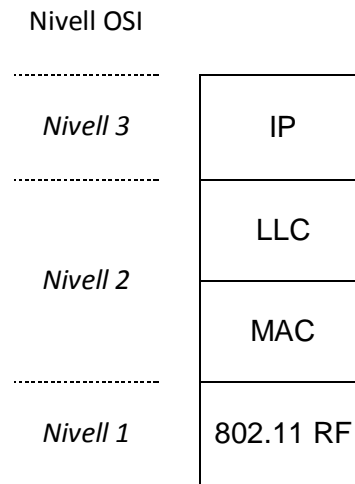


Fig 1. IEEE 802.11

6.1.1 Arquitectura

L'estàndard 802.11 defineix dos tipus de serveis: BSS, *basic service set*, i ESS, *enhanced service set*.

D'una banda, el BSS permet dos tipus de configuració: sense punt d'accés (AP) s'anomena xarxa *ad hoc* i amb AP s'anomena xarxa amb infraestructura. I d'una altra banda, ESS es caracteritza per la necessitat d'un sistema de distribució que en el cas del projecte també serà sense fils, WDS (*Wireless Distribution System*), figura 2.

Finalment, tenim tres tipus d'estacions client: sense transició, amb transició BSS i amb transició ESS. En l'apartat d'equipaments detallarem l'equip necessari per connectar-se a la Guifi d'un client sense transició que es correspon amb l'usuari principal de la xarxa.

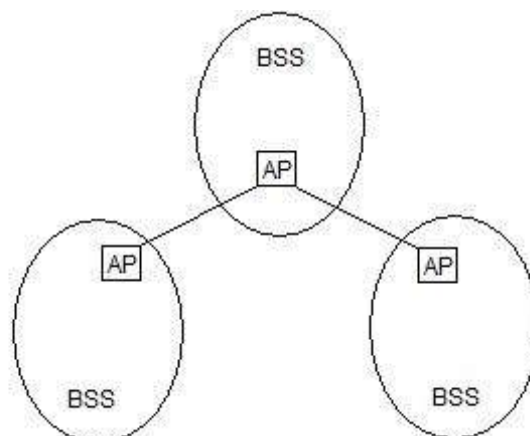


Fig 2. WDS

6.1.2 Subnivell MAC

La norma IEEE 802.11 divideix la capa d'enllaç en dos nivells::

- **MAC** *Medium Access Control* s'ocupa del control d'accés al medi, l'espectre radioelèctric en el cas de Wi-Fi, i està compost per un conjunt de protocols que controlen els dispositius.
- **LLC** *Logical Link Control* defineix com poden accedir múltiples usuaris a la capa MAC, control d'enllaç lògic.

Finalment, **MLME** *MAC Layer Management Entity* i **PLME** *Physical Layer Management Entity* s'encarreguen de la capacitat de gestió de la capa MAC i física respectivament, intercanviant informació a través de la **MIB** *Management Information Base*.

6.1.3 Capa física

Des de l'inici l'any 1997 s'ha desenvolupat diferents subestàndards que especifiquen la capa física encarregada de definir els mètodes de difusió de la senyal.

Subestàndard	Tècnica	f (GHz)	Modulació	Taxa (Mbps s)
802.11b	DSSS	2,4	PSK	1 - 11
802.11a	OFDM	5	PSK o QAM	6 - 54
802.11g	DSSS/OFDM	2,4	-	1 - 54
802.11n	OFDM/MIMO	2,4/5	-	Fins 300

Taula 1. Subestàndards 802.11

Totes els protocols operen en l'espectre ISM (*Industrial scientific and medical*) que corresponen al rangs: 902-928 MHz, 2,4-2,485 GHz i 5470-5,725 GHz, de les tres bandes no llicenciades.

IEEE 802.11b

Describeix el mètode d'espectre ampliat per seqüència directa (DSSS) i defineix quatre taxes de dades 1, 2, 5,5 i 11.

IEEE 802.11a

Utilitza la tècnica de multiplexació per divisió de freqüència ortogonal (OFDM) en la banda de 5 GHz,. Millora substancialment la velocitat respecte l'estàndard anterior en detriment del radi de cobertura.

IEEE 802.11g

Es una mescla dels seus predecessors. Incrementa la velocitat en la banda dels 2,4 GHz i és compatible amb 802.11b

IEEE 802.11n

Gràcies a la tecnologia MIMO de múltiples antenes tant per la transmissió com per la recepció que permet l'ús de diferents canals simultàniament. Augmentant la velocitat fins a 300 Mbps.

En resum, els subestàndards alhora que han incorporat millores, també han tractat de mantenir la compatibilitat amb les versions anteriors.

6.2. Protocols d'encaminament

La classificació dels protocols d'encaminament està determinada d'una banda per l'àmbit d'actuació, sistema autònom o interdomini, i d'una altra banda, pel tipus d'encaminament, vector distància o enllaç de dades.

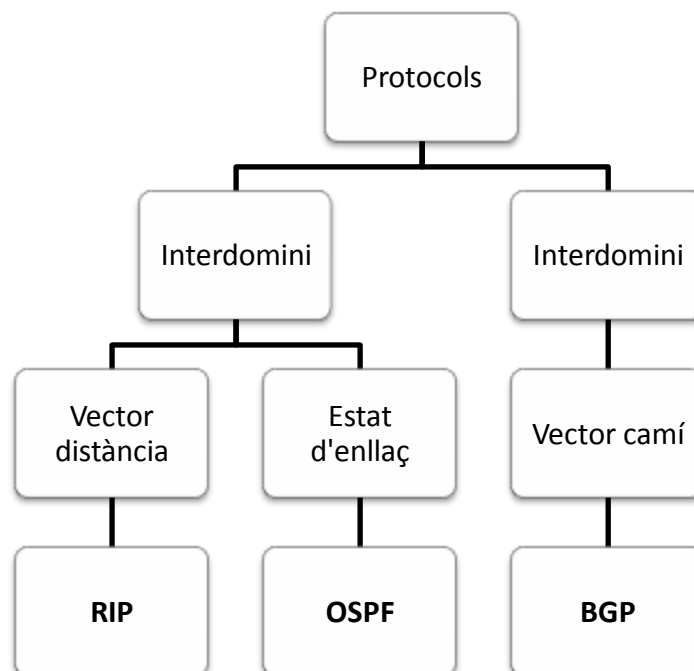


Fig 4. Arbre de protocols d'encaminament

Actualment, hi ha dos protocols bàsics per desenvolupar xarxes modernes que s'utilitzen en el projecte: **OSPF** *Open Short Path First* i **BGP** *Border Gateway Protocol*.

6.2.1. OSPF

Els principals objectius són la reducció del trànsit d'actualització i la ràpida convergència. Per contra, requereix més recursos de processament i memòria.

El paràmetre de selecció de la ruta és el cost, calculat a partir de l'amplada de banda de la línia. També està caracteritzat per la capacitat d'escalabilitat, possibilitat de creixement, gràcies al disseny jeràrquic que divideix la xarxa en àrees.

Finalment, per aconseguir reduir el temps de convergència, comunicació de canvis en la topologia, segueix dues estratègies diferents. La primera és enviar només les alteracions de la taula d'encaminament, a diferència del protocol RIP que transmet la

taula d'adreçament sencera. I la segona restringir les comunicacions entre encaminadors de la mateixa area.

6.2.2. BGP

Internet està format per sistemes autònoms (AS), grups d'encaminadors que operen dins el mateix domini. Les respectives polítiques d'administració de les xarxes autònomes poden entrar en conflicte. Per això, el protocol BGP està dissenyat per permetre la comunicació entre AS.

Els encaminadors que es comuniquen mitjançant BGP estableixen relacions d'igual (*peer*) i entre les parelles se'ls anomena veïns (*neighbours*).

7. Model de desplegament

En el capítol 4 especificarem el model de xarxa desenvolupat per Guifi.net.

7.1 Direccionament IPv4

L'assignació d'adreces parteix de les especificacions tècniques del RFC 1597, IPv4 privades, i segueix els criteris de freenetwork.org i redlibre que estableixen una jerarquia d'usos pels tres rangs d'adreces:

- **Capa pública**, rang 10.0.0.0/8. Interdomini. Aplicacions, nodes i servidors de la xarxa publicats sense NAT.
- **Capa de gestió**, rang 172.16.0.0 / 12. Intradomini. Reutilitzables entre zones. Per dispositius interns, routers, funcionaments de protocols,...
- **Capa privada**, rang 168.192.0.0 / 16. Xarxes locals (LAN). Generalment, darrera de NAT.

Per cada zona caldrà assignar les adreces de la següent manera:

- A cada zona s'assigna automàticament, al ser creades a través de l'aplicatiu, un rang /24 dins 10.0.0.0 / 8. Dins de la zona els *hosts* se'ls assigna els rangs segons el mode.
 - En mode infraestructura reb un rang /27, 30 adreces: supernodes i punts d'accés.
 - En mode ad-hoc, una única adreça.
- La capa de gestió disposarà d'un rang /30, 2 adreces, dins de 172.16.0.0 / 12, per cada interfície.
- La capa privada sempre estarà dins el rang 168.192.0.0 / 16 i serà gestionada manualment per l'usuari.

L'assignació està automatitzada per minimitzar els errors i a causa de la dificultat del càlcul.

7.2 Arquitectura de xarxa *mesh*

La xarxa de Guifi es vertebrada seguint l'estandart de xarxa mallada o *mesh* caracteritzada per l'objectiu d'igualar la capacitat dels enllaços troncal de les xarxes convencionals a través de diferents enllaços. Per entendre millor el funcionament presentem la jerarquització en tres nivells:

- **Troncal** principalment s'encarrega d'interconnectar zones mitjançant enllaços dedicats o punt a punt i es busca la màxima estabilitat. Ocasionalment, fan funcions d'accés.
- **Supernode** actuen com a punts d'accés a la xarxa, enruten trànsit BSS i ESS.

- **Node** o connexions client, equip de l'usuari.

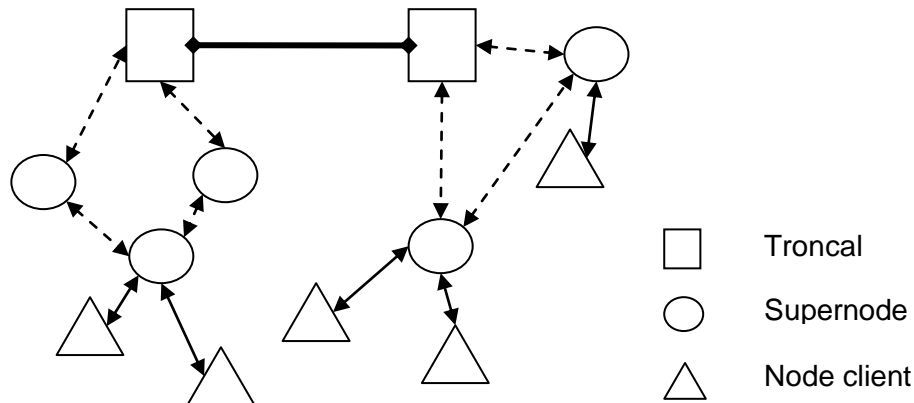


Fig 3. Jerarquia de nodes

7.3 Serveis

Primerament, al donar d'alta una zona hi ha dos serveis bàsics que cal proporcionar: DNS i NTS. Per així, realitzaran des d'un servidor proper la resolució de noms i la sincronització horària.

7.3.1 Serveis municipals

Les aplicacions d'una xarxa sense fils municipal són, principals relacionades amb l'adaptació dels serveis municipals a l'administració electrònica, així com, la publicació de continguts propis.

- Informació general sobre el municipi, el seu emplaçament i història.
- Informació sobre l'organització i serveis que presta l'Ajuntament.
- Registre general de documentació.
- Informació i gestió de tributs.
- Certificat d'alta i/o baixa de l'impost d'activitats econòmiques.
- Obtenció de certificats d'empadronament.
- Al·legacions o recursos a tributs o multes.
- Pagaments amb targeta de crèdit o càrrec al compte corrent.
- Sol·licitud d'impresos per a autoliquidació de l'impost de vehicles de tracció mecànica.
- Reserva d'hora pel metge.
- Queixes i/o suggeriments.
- Préstec de llibres a la biblioteca.
- Recollida de mobles i estris al carrer, etc. Materials del centre estudis alcover CEA.
- Emissió on-line ràdio municipal & agutzil telemàtic
- Accés a documentació pròpia (butlletí municipal, revista de la fira, web d'alcover, ...)

- Correu municipal
- Entre d'altres

7.3.2 Passarel·les a Internet

El serveis més demandat és la connexió a Internet, el següent llistat mostra les diferents opcions:

1. L'autoprestació a través dels *web-proxies* federats que permeten la navegació web (http i https) que altres membres de la xarxa posen a disposició.
2. L'ajuntament pot oferir accés a Internet als veïns del poble, en aquest cas la xarxa actua com a infraestructura d'accés i transport i el servei depen de l'ajuntament. En cas de no poder alegar autoprestació s'ha de complir amb la legalitat de la CMT per no oferir un producte comercial, velocitat de 512 Kbps.
3. Portal captiu accés restringit als usuaris a través de *login/password*. La quota permetrà presentar balanços del serveis i justificar que ofereix un producte comercial no finançat amb impostos.
4. Compartir un ADSL entre varies persones socies d'una comunitat, per exemple Castellans, la Bretxa,...

En conclusió, fer-ho a través de Guifi permet descarregar els costos de manteniment. I sobretot, que qualsevol pugui accedir, ampliar i oferir nous serveis sense preocupar-se de la legalitat ja que és la tasca de Guifi.

7.3.3 Altres serveis

L'objectiu de Guifi.net és compartir recursos, l'usuari cedeix els excessos i disposa dels recursos dels altres. La infraestructura suporta molt tipus de serveis, a mode d'exemple la taula dels serveis actius, en proves i projectats:

Serveis	Operatius	Proves	Projectats
Accés a internet a través de <i>proxys</i>	97	9	15
Servidors de gràfiques SNP	78	13	11
Servidors DNS	62	16	11
Servei NTP	32	4	3
Servidors Web	30	4	
Test d'ampla de banda <i>Iperf</i>	25	5	0
Compartir arxius, FTP	12	4	0

Taula 2. Serveis Guifi²

² Miquel Oliver, *Wireless commons against the digital divide* pàg.. 457-465.

8. Desplegament de xarxa

La figura 1 mostra el procés de desplegament de la xarxa municipal sense fils.

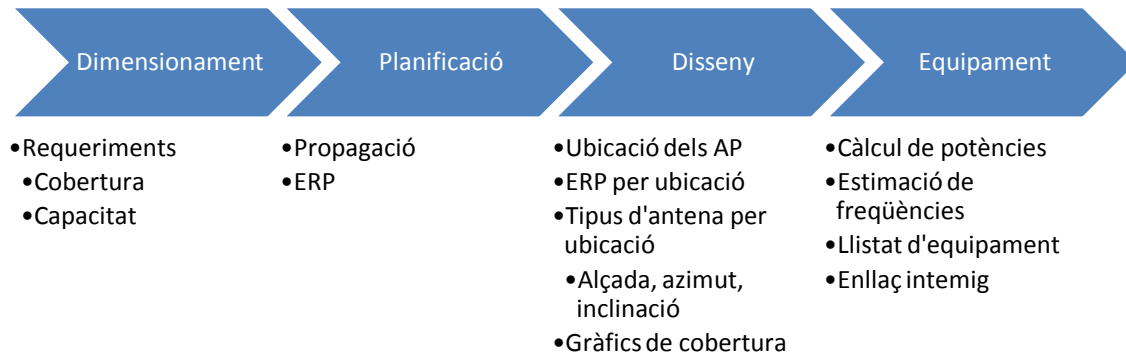


Fig 1. Metodologia

8.1 Dimensionament

Requeriments

La taula 1³ en mostra les dades necessàries per dimensionar la xarxa sense fils municipal:

Entorn	Població (Hab.)	Penetració de mercat	Velocitat (Mbps)	Ràtio de subscriptors
Urbà	4401	20%	1	20:1

Taula 1. Escenari

Les dades de població estan extretes del cens 2011 i corresponen a la suma dels habitants del nucli d'Alcover i la Urbanització del Remei. En el futur la xarxa es pot ampliar als nuclis de la Borquera, la Cabana, les Masies Catalanes,.. En aquest projecte donar-los cobertura que queda fora del abast.

La de velocitat és una estimació de les necessitats de les aplicacions que suporten els serveis detallats en el capítol 4, resumida en la taula següent:

Aplicacions	Ampla de banda (Kbps)	Notes
Correu electrònic	100	Els serveis de correu Web (Hotmail, Yahoo,..) s'han de considerar navegadors web.
Navegadors Web	100-2000	La comunicació és asíncrona i l'ampla de banda variable.

Taula 2. Característiques de les aplicacions¹

Capacitat

Calculem el nombre d'usuaris amb les dades de la taula 1:

³ Les dades de penetració de mercat, velocitat i concurrència es poden consultar al llibre d'Andy Wilton i Tim Chariry, *Deploying Wireless Networks*, pàg. 84 i 269

$$N_{\text{usuaris}} = \text{població} \times \text{penetració de mercat}$$

$$= 4401 \times 20\% = \mathbf{880}$$

Després, obtenim la capacitat multiplicant el usuaris, pel subscriptors i per la velocitat per (1Mbps):

$$\text{Capacitat} = N_{\text{usuaris}} \times \text{ràtio} \times \text{velocitat}$$

$$= 880 \times 1/20 \times 1$$

$$= \mathbf{44 \text{ Mbps}}$$

Més endavant comprovarem la viabilitat de les estimacions inicials amb els equipaments escollits.

8.2 Planificació

En l'apartat de planificació realitzarem el càlcul de pèrdues i potències que més endavant, durant la simulació dels radioenllaços, en serviran per estudiar la viabilitat del sistema.

Qüestions clau:

- Model de propagació
- Nombre de node necessaris per cobrir la població
- Canals de radio

Model de propagació

Per realitzar el càlcul de pèrdues utilitzem l'equació següent:

$$P_{\text{Rx}} = P_{\text{Tx}} + G_{\text{Tx}} + G_{\text{Rx}} - L_{\text{Tx}} - L_{\text{Rx}} - L_p$$

On:

- P_{Rx} = Sensibilitat
 P_{Tx} = Potència de transmissió
 G_{Tx} = Guany de l'antena transmissora
 G_{Rx} = Guany de l'antena receptora
 L_{Tx} = Pèrdues del sistema transmissor
 L_{Rx} = Pèrdues del sistema receptor
 L_p = Pèrdues a l'espai lliure

Per realitzar els càlculs utilitzem especificacions estàndards que compleixen la majoria d'equips:

	Exterior	Comentaris
(1)Sensibilitat R_x (dBm)	-80	
(2)Potència de transmissió (dBm)	18	<i>Datasheet</i> ²
(3)Guany d'antenes (dBi)	22	<i>datasheet</i> ⁴
(4)Marge de pèrdues (dB)	-8	
Pèrdues	112	(2)+(3)+(4)-(1)

Taula 7. Pèrdues de propagació

⁴ Annex

Mitjançant la fórmula per calcular les pèrdues en l'espai lliure:

$$L_p = 20 \log (4\pi) - 20 \log (\lambda) + 20 \log d \text{ (m)}$$

En la banda dels 5 GHz trobem la distància a la que podran connectar-se els equips:

$$d \approx 4 \text{ km}$$

Més endavant, amb les dades de distància comprovarem la viabilitat tècnica.

Nombre de nodes

Tenint en compte que pot variar considerablement en funció de la tècnica de propagació, l'estudi de Leung (2007) conclou que la separació de 200 metres entre nodes proporcionaria la cobertura desitjada. L'estudi sobre l'estàndard 802.11b, velocitat de transmissió d'1 Mbps i potència de transmissió de 100mW en serveis per tenir una referència alhora de determinar el nombre de nodes.

Canals de radio

L'espectre està dividit en 14 canals de 22 MHz amb banda de guarda de 5 MHz. En l'ús interior es solen utilitzar els canals 1, 7 i 13 per evitar solapament. En el cas de transmissions exterior no es pot preveure la utilització de canals i s'haurà de delegar en el sistema de detecció que implementi el fabricant.

8.3 Disseny

Mitjançant la versió 11.2.6 del programa de Roger Coude, Radio Mobile (RM), ens acostarem al desplegament de la xarxa, alhora que ens permetrà extreure conclusions de la viabilitat tècnica del projecte.

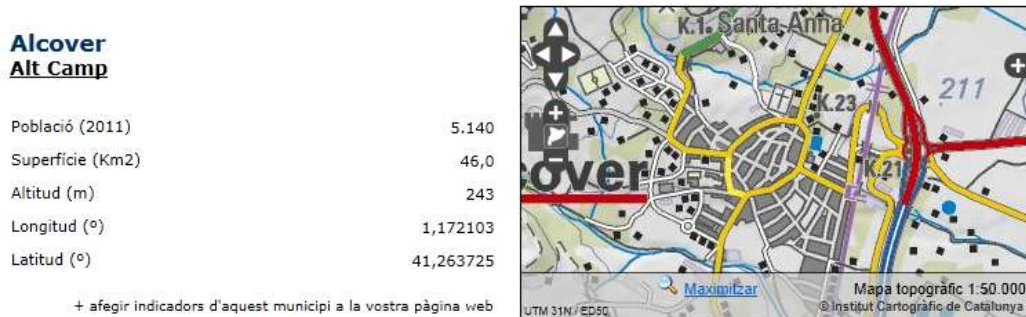
Radio Mobile

- Rang de freqüències: 20 MHz – 20 GHz
- Model de propagació: Longley-Rice i *Irregular Terrain Model* (ITM).
- Possibilitat de superposició de mapes d'elevació, topogràfics o de carreteres.

Després de la breu introducció començarem a treballar amb el programa.

Mapes

Primerament, necessitarem les coordenades del municipi d'Alcover per poder extreure les dades d'elevació mitjançant RM. Per exemple, a través del servei d'Estadística bàsica dels Instituts d'Estadística de Catalunya (IDESCAT).

Fig. 1 [El municipi en xifres.](#)

Llista de les coordenades del municipi:

- Longitud (°) 1,172103
- Latitud (°) 41,263725

Introduir les coordenades en el formulari que s'obre mitjançant el menú *Archivos/Propiedades del mapa*.

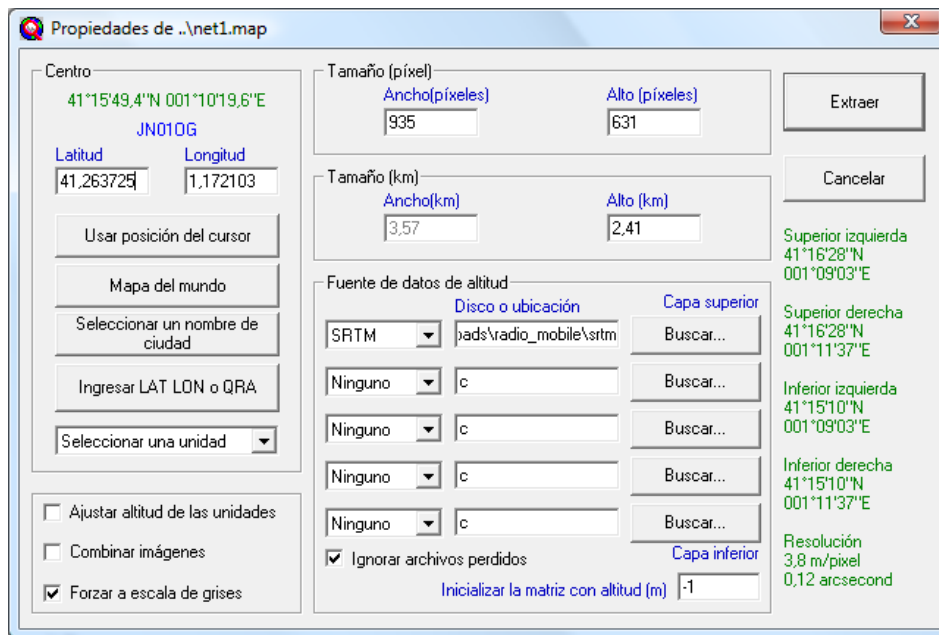


Fig. 2 Propietats de mapa

I després li donem a *Extraer*.

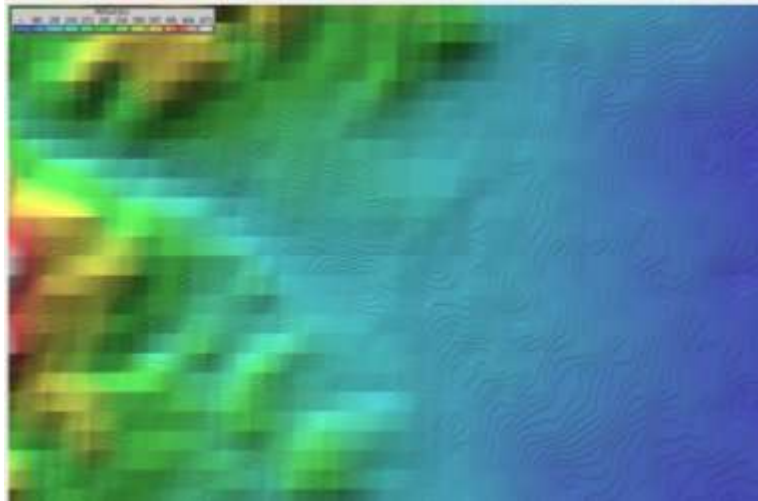


Fig 3. Mapa d'elevacions

Per millorar la comprensió dels resultats utilitzarem l'eina del menú *Editar/Combinar imàgenes...* que en ofereix diferents possibilitats de superposició de mapes. Nosaltres utilitzarem un mapa topogràfic, prèviament em extret de Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC).

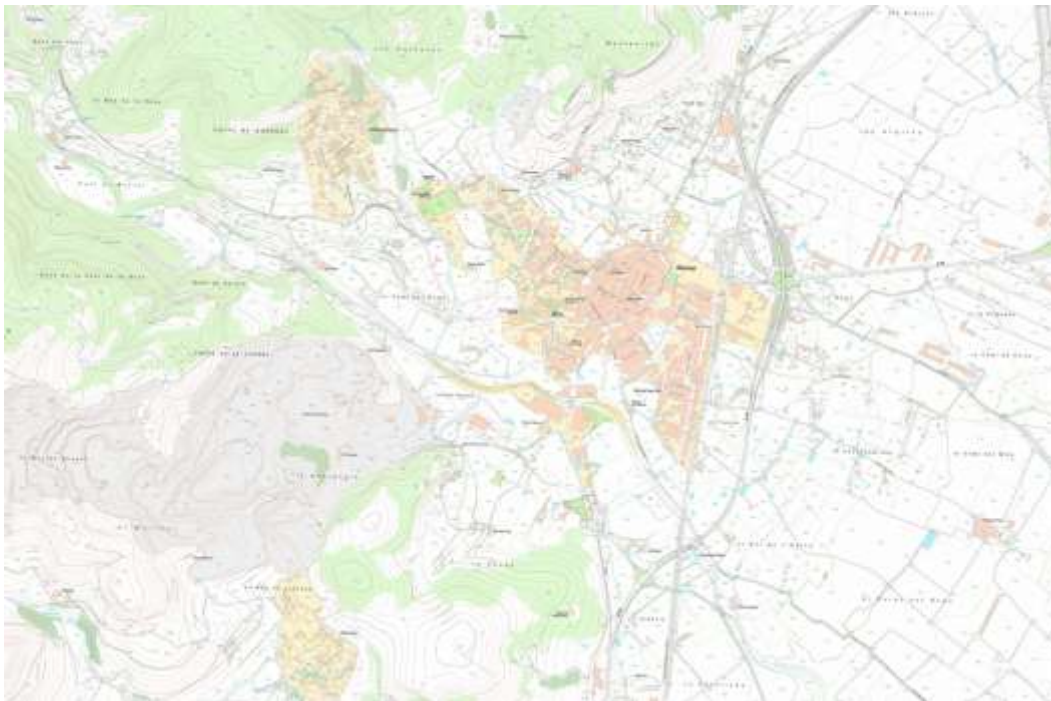


Fig 4. Mapa topogràfic

Sobre aquesta base podem realitzar les simulacions necessàries per avaluar la viabilitat tècnica del projecte.

Configuració de paràmetres

Abans de començar a configurar els paràmetres de la xarxa serà necessari aclarir la terminologia que utilitza el *software* de Roger Coude.

- **Red** el paràmetre principal que determina és la freqüència però també hi trobem altres dades sobre l'entorn on opera la xarxa.
- **Sistema** contindrà les especificacions tècniques de la *Unidad*: potència de transmissió, sensibilitat de recepció, pèrdues per cables o guany i tipus d'antena.
- **Unidades**, el posicionament físic és la principal característica.
- **Miembros**, dins les diferents opcions de topologia de xarxa, les *Unidades* adopten diferents rols.

També necessitem conèixer els passos a seguir per desplegar la xarxa sense fils municipal mitjançant RM, seguidament en presentem un resum:

1. Crear una arxiu amb extensió .net per les dades de la xarxa a través del menú *Archivo/Nuevas redes*.
2. Extreure les dades d'elevacions.
3. Editar els paràmetres de propagació de la xarxa *Archivos/Propiedades de redes/Parámetros*.
4. Definició del sistema de distribució (WDS) i dels punts d'accés (AP). *Archivos/Propiedades de redes/Sistemas*.
5. Amb el menú *Archivos/Propiedades de la unidad* definim i posicionem les estacions de radio.
6. Assignar a cada unitat de radio unes especificacions del menú *Archivos/Propiedades de redes/Miembros*.
7. Realitzar les simulacions a través de les eines del menú *Herramientas* del programa.

Una vegada coneixem la terminologia i els passos podem començar a configurar la xarxa a través del menú *Archivo/Nuevas redes*. I definim dues freqüències, una en la banda de 2,4 GHz per les antenes sectorial i omnidireccionals, i un altra per els sistema de distribució en la banda de 5 GHz.

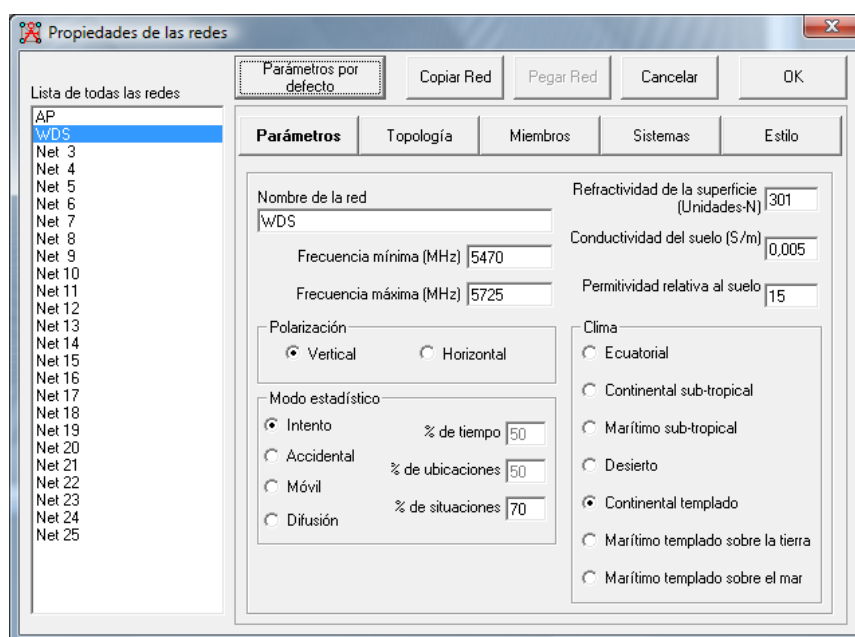


Fig 5. Menu *Archivos/Propiedades de red/Parametros*

En la pestanya *Topología*, seleccionarem l'opció *Red de datos, Topologia Estrella (Máster/Esclavo)* per el WDS que correspon a la xarxa de dades amb retransmissió de datagrames. Després, activem la configuració en mode *Red de datos, clúster (Node/Terminal)* per els AP.

Seguidament introduïm tantes configuracions a *sistemas* com especificacions d'antenes tenim. Per exemple, **estació base** i punt d'accés **AP**. Llavors associem les antenes en la pestanya *Miembros*. Finalment les diferents ubicacions físiques de l'antena es realitza a través del menú *Propiedades de unidad* que en proporciona la opció d'introduir coordenades o de posicionar el cursor.

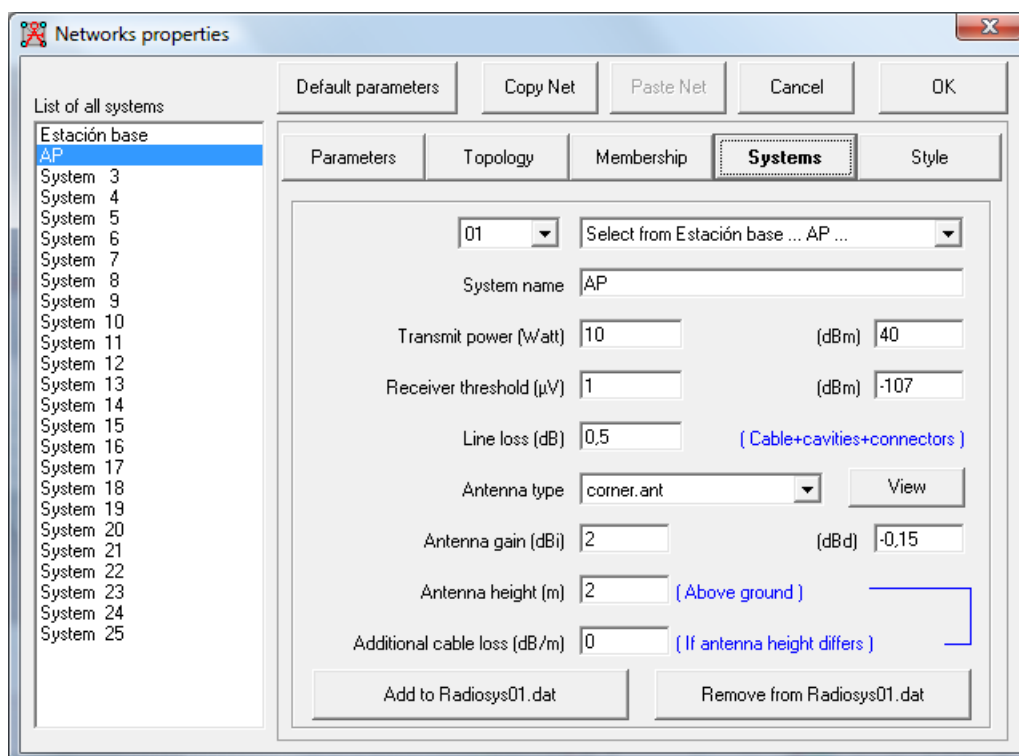


Fig 6. Menu *Archivos/Propiedades de red/Sistemas*

8.3.1 Esquema general

Una vegada configurada la xarxa podem passar a realitzar algunes simulacions. Primerament, per la xarxa troncal definirem l'esquema general i mitjançant l'eina *Radio Link* de Radio Mobile analitzarem la qualitat dels radioenllaços.

Per començar les simulacions presentem les ubicacions de les estacions involucrades en la xarxa:

Nodes troncales	Altitud (m)	Longitud	Latitud
Ajuntament	242	1° 10' 17,3''	41° 15' 48,1''
Campanar	248	1° 10' 11,2''	41° 15' 47,6''
Les Rodes	241	1° 10' 06,9''	41° 15' 42,6''
Pisos del Sindicat	231	1° 10' 16,1''	41° 15' 42,1''

Taula 2. Relació de nodes

L'esquema malla és el resultat d'introduir les estacions de la taula i configurar-les en el menú *Archivos/Propiedades de redes/Topología* com *Red de datos, clúster (Nodo/Terminal)*. Així garantim la redundància i evitarem quedar-nos sense connexió en cas de caiguda d'algun enllaç.



Fig 7. Esquema de xarxa

8.3.2 Enllaços punt a punt (PaP)

L'element més crític alhora de dissenyar l'enllaç punt a punt és l'existència de línia de visió directa (LOS) ja que les microones a llarga distància no toleren els obstacles. Mitjançant l'eina *Radio Link* del programa analitzarem alguns dels enllaços:

Campanar – Les Rodes

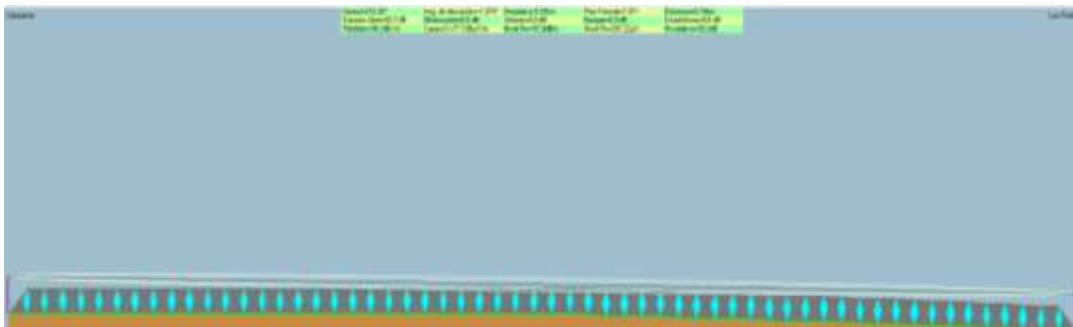


Fig 8. Perfil radioenllaç Campanar – Les Rodes

Ajuntament – Pisos del Sindicat

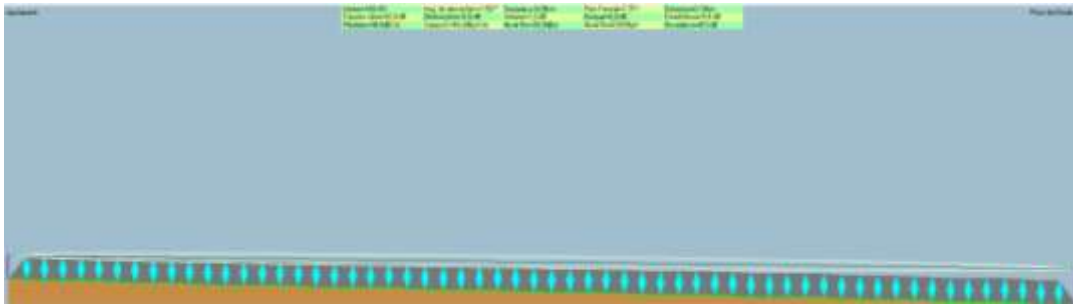


Fig 8. Perfil radioenllaç Ajuntament – Pisos del Sindicat

De les primeres simulacions podem extreure la necessitat d'ajustar la potència de transmissió (T_x) ja que la potència isotròpica radiada equivalent (PIRE) sortia molt per sobre del estipulat per CNAF, com podem veure en la taula 2.

Node	Node destí	Potència de transmissió (dBm)	Guany de l'antena (dBi)	PIRE (W)
Troncal				
Ajuntament	Pisos del Sindicat	18	22	0,17
Campanar	Pisos del Sindicat	18	22	7,94
Les Rodes	Pisos del Sindicat	18	22	0,57
Ajuntament	Les Rodes	18	22	7,94
Campanar	Les Rodes	18	22	0,31
Ajuntament	Campanar	18	22	1,66

Taula 3. PIRE

El CNAF a través de les normes UN ofereix les dades de freqüència i potència per les bandes de ISM:

Banda (MHz)	Norma	P.I.R.E. (mW)	Ús	Canals 802.11
2.400 - 2.483,5	UN 85	100	Interior	1 – 13 (802.11b/g)
5.150 - 5.350	UN 128	200	Interior	34 – 64 (802.11a)
5.470 – 5.725	UN 128	1000	Interior i exterior	100 – 140 (802.11a)

Taula 4. CNAF

Així doncs, caldrà ajustar la potència de transmissió (T_x) segons l'equació:

$$\text{PIRE} = T_x \text{ max.} + G_{T_x} - L_{T_x}$$

Els resultats baixar la potència de transmissió es poden consultar a la taula 5, continuem tenint suficient potència en el receptor per garantir la taxa de dades de 44 Mbps.

La taula recull les dades les simulacions amb *Radio Link* on comprovem que les emissions compleixen amb les potències ordenades pel CNAF:

Node	Node destí	Distància d'enllaç (km)	Alçada del node (m)	Potència de transmissió (dBm)	Sensibilitat del node destí (dBm)	Antena del node	Cable (m)	Nivell Rx	PIRE (mW)
Troncal									
Ajuntament	Pisos del Sindicat	0,19	15	9	-80	Direccional 22dBi	15	-79,1	20
Campanar	Pisos del Sindicat	0,21	15	9	-80	Direccional 22dBi	15	-50	1000
Les Rodes	Pisos del Sindicat	0,21	15	9	-80	Direccional 22dBi	15	-82,9	70
Ajuntament	Les Rodes	0,30	15	9	-80	Direccional 22dBi	15	-55,4	1000
Campanar	Les Rodes	0,19	15	9	-80	Direccional 22 dBi	15	-66,7	40
Ajuntament	Campanar	0,14	15	9	-80	Direccional 22dBi	15	-69	210

Taula 4. Resultats Radio Link

Node	Alçada (m)	Potència de transmissió (dBm)	Guany antena (dBi)	Tipus d'antena	Obertura (°)	Nº	PIRE (mW)
AP							
Ajuntament	15	10	14	Sectorial	45	8	100
Campanar	15	10	14	Sectorial	45	1	100
Les Rodes	15	10	14	Sectorial	45	3	100
Pisos del Sindicat	15	10	14	Sectorial	45	3	100

Taula 5. Especificacions dels APs

8.3.3 Enllaços punt a multipunt (PmP)

Els usuaris de la xarxa municipal es connecten en mode client mitjançant una antena que apunta necessàriament amb línia de visió directe amb el punt d'accés. La ubicació dels punt d'accés és compartida amb els enllaços PaP com podem observar en la foto.

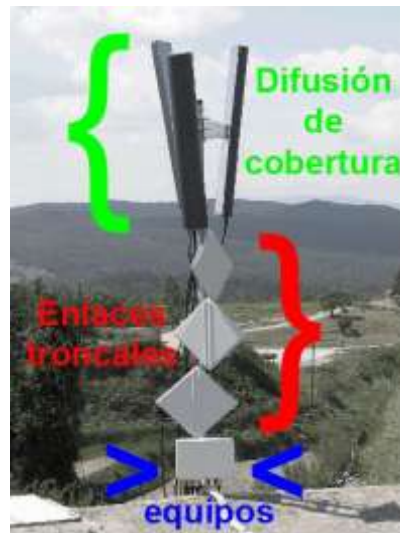


Fig 7. Esquema dels AP

Amb l'eina cobertura visual de Radio Mobile podem determinar les zona de la població a les podem oferir cobertura d'enllaç amb visió directe, condició necessària per les connexions de tipus client majoritàries en les xarxes obertes.

Línia de visió directa (LOS)

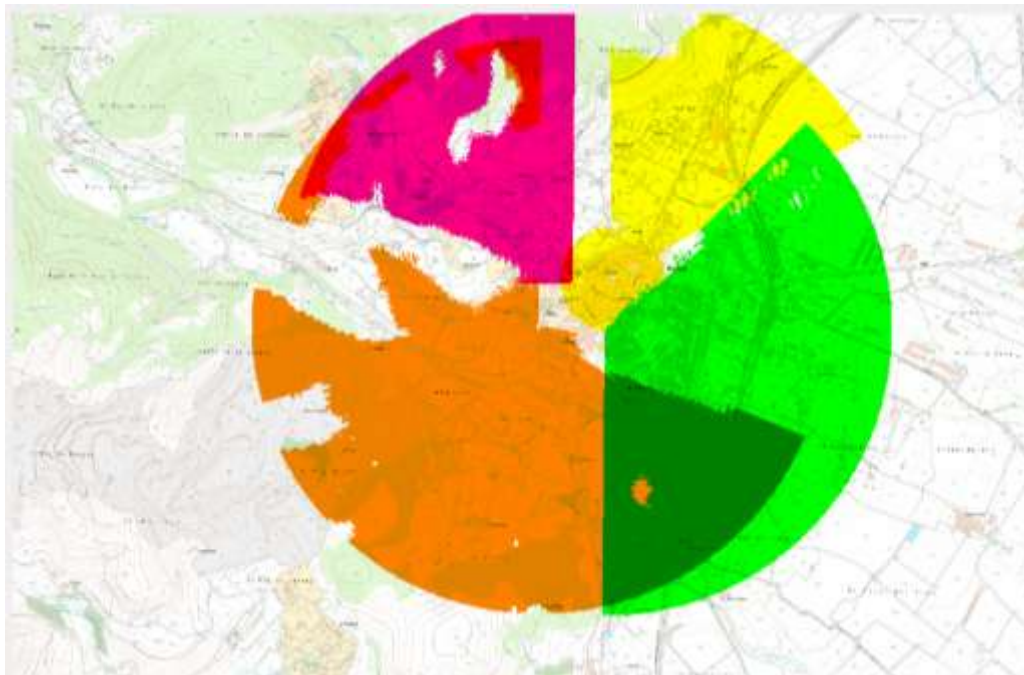


Fig 8. Resultat de la cobertura visual

Amb diferents colors per cada antena, groc, lila, taronja i verd podem observar que des de gairebé qualsevol lloc del poble un veí podrà accedir a l'enllaç client de la xarxa.

8.4 Equipament d'accés

Diferenciem entre dos tipus d'equipament, d'una banda el sistema que suportarà la xarxa troncal, i d'una altra banda l'equipament d'accés.

Per la xarxa troncal seguim les recomanacions de Guifi.net. Les especificacions dels equips són relació qualitat-preu raonable, capacitat de connexió de més antenes i transmissió en la banda de 5 GHz.

Alhora per la xarxa d'accés tenim d'una banda les necessitats de supernode que proporciona cobertura i per l'altra banda l'equipament de l'usuari subscriptor. Les especificacions principals són el baix cost, la fàcil configuració, una interfície d'usuari amigable i el disseny reduït, per poder usar en balcons i teulades.

Finalment, el fabricant californià de dispositius *wireless* amb seu Silicon Valley, Ubiquiti Networks, en ofereix uns productes perfectament alineats amb les necessitats de preu competitiu, proporciona un *firmware* lliure que corre sobre el navegador web i ha estat àmpliament testat en la xarxa Guifi.net.

8.4.1 Radioenllaços punt a punt

Entre els productes del catàleg de Ubiquiti Networks, l'antena NanoBridge M5 en proporcionarà la directivitat necessària per realitzar els radioenllaços punt a punt de llarga distància.

En la següent llista anomenarem les característiques principals i en l'apartat Annexos es poden consultar els *datasheets* dels productes.

- Antena-router amb caixa estanca i alimentació per PoE 24V.
- Sistema operatiu: AirOS 5.x
- Rang de temperatures de funcionament: -30 fins 75 °C.
- Multipolaritzada de 22dBi i 20° d'obertura
- Baix consum: 5,5 watts

En conclusió, reuneix les característiques per esdevenir la millor solució pel desenvolupament del nivell de *back-haul* de la xarxa municipal.

8.4.2 Punt d'accés (AP)

Els dispositius Nanostation M5 proporcionaran accés a la xarxa tant en mode *hotspot* com en mode subscriptor. Així mateix, amb la combinació de fins a 8 dispositius per AP, amb obertura de 45° cadascun, permetran tenir configuracions d'antenes sectorials o omnidireccionals.



Fig 9. NanoStation

Com en el cas de la NanoBridge M5 llistarem les principals característiques i adjuntem el document d'especificacions complet en l'apartat d'annexos.

- Antena-router amb caixa estanca i alimentació per PoE
- Processador i RAM suficients.
- Sistema operatiu: AirOS 3.x
- Rang de temperatures de funcionament: -20 fins 70 °C.
- Multipolaritzada de 14dBi i 55° d'obertura
- Baix consum: 5 watts

En aquest producte trobem la millor solució per proporcionar als usuaris accés a la xarxa sense tenir que realitzar grans inversions de diners.

9. Pressupost

A continuació s'exposa el pressupost detallat de l'execució de la operació:

	nº	Cost Unitari (€)	Subtotal	Total
Xarxa troncal				
Nanobridge M5	4	85	340	
Mikrotik RB750 GL	4	42,25	169	
				509
Xarxa d'accés				
Nanostation M5	15	72	1080	
				1080
Cablejat				
Bobina Ethernet	1	22	22	
				22
Altres				
Instal·lació	4	450	1800	
				1800
				3200

10. Conclusions

D'un projecte de desplegament d'una xarxa oberta podem treure variades i interessants conclusions. Des de les dificultats de dimensionar-la fins a la falta de reconeixement legal.

Així doncs, la primera dificultat ha estat dimensionar una xarxa amb un model de desplegament ascendent. Les xarxes obertes per definició admeten la intervenció dels participants en el desenvolupament. Per això el dimensionament està supeditat a la interacció del participant i sempre serà una aproximació a la realitat. Després, les implicacions polítiques d'un projecte de XO són majors que en altres projectes de desenvolupament de xarxes sense fils. Això és pot comprovar en el capítol de legalització on a falta de reconeixement del model en hem de basar en articles de la llei que es presten a una interpretació més oberta, tenint la sensació d'estar en un buit legal.

Finalment, en la vessant més personal m'agradaria dir que a l'inici dels estudis de Telemàtica em va sorprendre el descobriment del fenomen del programari lliure i en el projecte he trobat les implicacions de la filosofia del *open source* en les xarxes de telecomunicacions.

11. Glossari

CNAF Quadre Nacional d'Atribució de Freqüències de l'Estat espanyol

ISM *Industrial, Cientifical and Medical*

ISP *Internet Service Provider*

OFDM *Ortogonal Frequency Division Multiplexing.*

OSI Abreviatura de les sigles en anglès del model de referència d'Interconnexió de sistemes oberts, *Open System Interconnection.*

TIC Tecnologies de la Comunicació i la Informació

PIRE Potència Isotròpica Radiada Equivalent

PoE Power over Ethernet

UN Nota d'aplicació dins el CNAF

12. Bibliografia

BARBERÁN AGUT, Pere; and LÓPEZ I ROCAFIGUERA, Enric. *Xarxes i Serveis*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, 2011.

FONTS, Oscar. *Análisis De La Red Ciudadana Guifi.Net*, 2009.

FOROUZAN, Behrouz A.; CARRETERO PÉREZ, Jesúsand GARCÍA CABALLERIA, Félix. *Transmisión De Datos y Redes De Comunicaciones*. 4ª ed. Madrid etc.: McGraw Hill, 2010. ISBN 9788448156176.

HIMANEN, Pekka; TORVALDS, Linusand CASTELLS, Manuel. *L'Ètica Del Hacker i l'Esperit De l'Era De La Informació*. Barcelona: Pòrtic, 2003. ISBN 8473068394; 8484298779.

OLIVER, M.; ZUIDWEG, J.and BATIKAS, M. *Wireless Commons Against the Digital Divide*. , 2010.

SATUÉ VILLAR, Antonio. *Sistemes Telemàtics*. Barcelona: UOC, 2007.

TING, A.; CHIENG, D.and Kae Hsiang Kwong. *Capacity and Coverage Analysis of Rural Multi-Radio Multi-Hop Network Deployment using IEEE802.11n Radios*. , 2011.

Referències Web

Dades demogràfiques

<http://www.idescat.cat/emex/?id=430056>

Radio Mobile

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

Legislació i xarxes obertes

<http://www.svideo.uji.es/peli.php?codi=840&lg>

Boronat P., Pérez M., Rubert D. (2011) *Aspectos legales*

<http://www.idescat.cat/emex/?id=430056>

13. Annexos

13.1 Annex A. Especificacions Tècniques

NanoBridge M5

UBIQUITI NETWORKS
 TECHNICAL SPECS/DATASHEET
NanoBridge M5: World's First Cost-Effective 5GHz MIMO Bridging Solution

InnerFeed
 antenna technology

airMAX
 MIMO TDMA Protocol

2 MODELS

- NBM5-22 (22dBi Antenna)
- NBM5-25 (25dBi Antenna)

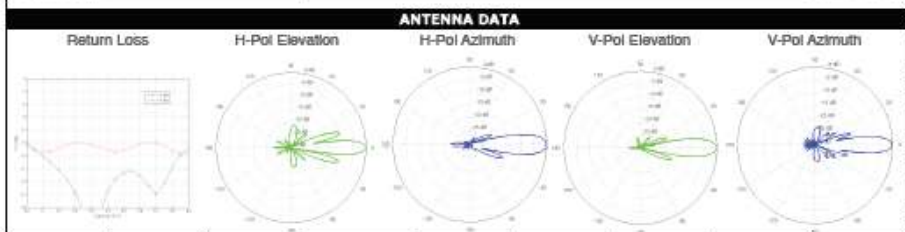


SYSTEM INFORMATION	
Processor Specs	Atheros MIPS 24KC, 400MHz
Memory Information	32MB SDRAM, 8MB Flash
Networking Interface	1 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet Interface

REGULATORY / COMPLIANCE INFORMATION	
Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC RS210, CE
RoHS Compliance	YES

OPERATING FREQUENCY 5470MHz-5825MHz							
TX POWER SPECIFICATIONS			RX SPECIFICATIONS				
	DataRate	Avg. TX	Tolerance		DataRate	Sensitivity	Tolerance
AirMax / 11n	MCS0	23 dBm	+/-2dB	AirMax / 11n	MCS0	-96 dBm	+/-2dB
	MCS1	23 dBm	+/-2dB		MCS1	-95 dBm	+/-2dB
	MCS2	23 dBm	+/-2dB		MCS2	-92 dBm	+/-2dB
	MCS3	23 dBm	+/-2dB		MCS3	-90 dBm	+/-2dB
	MCS4	22 dBm	+/-2dB		MCS4	-86 dBm	+/-2dB
	MCS5	20 dBm	+/-2dB		MCS5	-83 dBm	+/-2dB
	MCS6	19 dBm	+/-2dB		MCS6	-77 dBm	+/-2dB
	MCS7	18 dBm	+/-2dB		MCS7	-74 dBm	+/-2dB
	MCS8	23 dBm	+/-2dB		MCS8	-95 dBm	+/-2dB
	MCS9	23 dBm	+/-2dB		MCS9	-93 dBm	+/-2dB
	MCS10	23 dBm	+/-2dB		MCS10	-90 dBm	+/-2dB
	MCS11	23 dBm	+/-2dB		MCS11	-87 dBm	+/-2dB
	MCS12	22 dBm	+/-2dB		MCS12	-84 dBm	+/-2dB
	MCS13	20 dBm	+/-2dB		MCS13	-79 dBm	+/-2dB
	MCS14	19 dBm	+/-2dB		MCS14	-78 dBm	+/-2dB
MCS15	18 dBm	+/-2dB	MCS15	-75 dBm	+/-2dB		

PHYSICAL / ELECTRICAL / ENVIRONMENTAL	
Dimensions	326mm diameter (22dBi) or 420mm diameter (25dBi)
Weight	135g (feed), 680g (bracket), 750g (dish)
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Rated Plastic
Mounting Kit	Pole Mounting Kit included
Max Power Consumption	5.5 Watts
Power Supply	24V Carrier POE Adapter Included (POE-24)
Power Method	Passive Power over Ethernet (pairs 4,5+; 7,8 return)
Operating Temperature	-30C to 75C
Operating Humidity	5 to 95% Condensing
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4
Antenna Gain	22dBi or 25dBi




Ubiquiti Networks Inc., 91 E. Tasman Dr., San Jose, CA 95134 www.ubnt.com

Nanostation M5




SYSTEM INFORMATION				
Processor Specs		Atheros AR2313 SOC, MIPS 4Kc, 180MHz		
Memory Information		16MB SDRAM, 4MB Flash		
Networking Interface		10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet Interface		
REGULATORY / COMPLIANCE INFORMATION				
Wireless Modular Approvals		FCC Part 15.247, IC RS210, CE		
RoHS Compliance		YES		
RADIO OPERATING FREQUENCY 5.475-5.825GHz				
TX SPECIFICATIONS		RX SPECIFICATIONS		
	DataRate	Avg. Power	Tolerance	
802.11a OFDM	6Mbps	24 dBm	+/-1.5dB	
	9Mbps	24 dBm	+/-1.5dB	
	12Mbps	24 dBm	+/-1.5dB	
	18Mbps	24 dBm	+/-1.5dB	
	24Mbps	24 dBm	+/-1.5dB	
	36Mbps	22 dBm	+/-1.5dB	
	48Mbps	21 dBm	+/-1.5dB	
	54Mbps	19 dBm	+/-1.5dB	
	DataRate	Sensitivity	Tolerance	
802.11a OFDM	6Mbps	-94 dBm	+/-1.5dB	
	9Mbps	-93 dBm	+/-1.5dB	
	12Mbps	-91 dBm	+/-1.5dB	
	18Mbps	-90 dBm	+/-1.5dB	
	24Mbps	-86 dBm	+/-1.5dB	
	36Mbps	-83 dBm	+/-1.5dB	
	48Mbps	-77 dBm	+/-1.5dB	
	54Mbps	-74 dBm	+/-1.5dB	
ADJUSTABLE CHANNEL SIZE SUPPORT				
5MHz	10MHz	20MHz	40MHz	
RANGE PERFORMANCE				
Outdoor (BaseStation Antenna Dependent):			Over 10km	
INTEGRATED ADAPTIVE ANTENNA POLARITY + EXTERNAL ANTENNA SUPPORT (4 OPTIONS TOTAL)				
Gain	14dBi		External Connector	RP-SMA
Polarization	Multi-Polarized		VSWR	1.4:1
Polarization Selection	Software Controlled		Front to Back Ratio	30dB+
3dB Beamwidth Azimuth	55 degrees		3dB Beamwidth Elevation	18 degrees
Azimuth			Elevation	
PHYSICAL / ELECTRICAL / ENVIRONMENTAL				
Enclosure Size	26.4 cm x 8 cm x 3cm			
Weight	0.4kg			
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic			
Mounting Kit	Pole Mounting Kit included			
Max Power Consumption	5 Watts			
Power Supply	12V, 1A (12 Watts). Supply and injector included			
Power Method	Passive Power over Ethernet (pairs 4,5+; 7,8 return)			
Operating Temperature	-20C to +70C			
Operating Humidity	5 to 95% Condensing			
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4			
SOFTWARE				
visit www.ubnt.com/aios				







Package Contents




NanoStation
1 (Qty.)



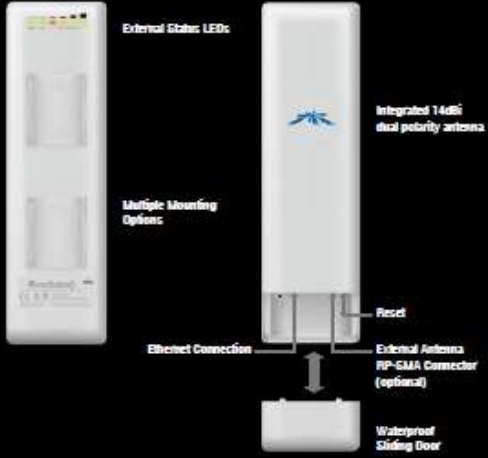
Plastic Straps
2 (Qty.)



PoE Injector
1 (Qty.)

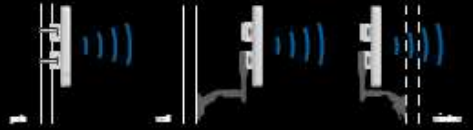


AC Adapter
1 (Qty.)




Mounting Options

1. Pole Mount (Standard)
2. Wall Mount (optional)
3. Window Mount (optional)




CPU	Atheros 180MHz MIPS
RAM	16MB RAM
Flash	4MB FLASH
Wireless	5GHz, 802.11a
Channel width	5/10/20/40MHz
Antenna Gain	14dBI x2
Polarity	Adaptive Vertical/Horizontal
Ext. Ant. Option	Yes, RP-SMA Connector
Range	10km+ (100km using ext ant.)
Throughput	25Mbps+ TCP/IP
Mounting	Pole Mount (straps included)
Accessories	Ubiquiti Window/Wall Mount (sold separately)
Size	26.4cm x 8cm x 3cm
Weight	0.4 kg
Power Supply	12V, 1A POE (included)
Approvals	FCC 15.247, IC, CE




Air OS is an intuitive, versatile, highly developed Ubiquiti firmware technology that is included with NanoStation.

It is exceptionally intuitive and was designed to require no training to operate. Behind the user interface is a powerful firmware architecture which enables hi-performance outdoor multipoint networking.



NanoStation utilizes Adaptive Antenna Polarity technology, which can statically or dynamically software switch antenna polarities to optimize your connections.



13.2 Legals

Conveni entre l'Ajuntament d'Alcover i la Fundació Privada per a la Xarxa Oberta, Lliure i Neutral guifi.net en la implantació d'una xarxa oberta, lliure i neutral sense ànim de lucre construïda a partir de l'agregació de xarxes comunitàries de persones individuals, empreses i administracions.

Alcover, __ de __ de ____

REUNITS

D'una banda l'AJUNTAMENT D'ALCOVER, amb NIF _____, domiciliat a la plaça de la Vila, 1 d'Alcover, representat pel seu Alcalde-President, el senyor _____, amb DNI _____, I, d'altra banda, la FUNDACIÓ PRIVADA PER A LA XARXA OBERTA, LLIURE I NEUTRAL GUIFI.NET, domiciliada al Mas l'Esperança de Gurb, i en el seu nom i representació el senyor Ramon Roca Tió amb DNI 33.934.095-X, president del patronat.

Es reconeixen, mútuament i recíprocament, la capacitat legal necessària per aquest acte i

EXPOSEN

Que l'Ajuntament d'Alcover, (en endavant l'Ajuntament) com entitat local preocupada per impulsar l'accés als avantatges de la Societat de la Informació i les Tecnologies de la Informació i la Comunicació a la ciutadania, està col·laborant en el projecte Guifi.net, consistent en la implantació d'una xarxa oberta, lliure i neutral sense ànim de lucre construïda a partir de l'agregació de xarxes comunitàries de persones individuals, empreses i administracions.

Que la Fundació Privada per a la Xarxa Oberta, Lliure i Neutral guifi.net (en endavant guifi.net) promou la construcció d'una xarxa de telecomunicacions oberta, lliure i neutral inspirada en els principis generals de la declaració de la llicència Comuns de la xarxa oberta, lliure i neutral que es poden resumir en que qualsevol participant a la xarxa:

- és lliure d'utilitzar la xarxa per a qualsevol propòsit en tant que no perjudiqui al funcionament de la pròpia xarxa o a la llibertat dels altres usuaris
- és lliure de saber com és la xarxa, els seus components i com funciona
- és lliure de fer ús de la xarxa per a qualsevol tipus de comunicació i difondre'n el seu funcionament
- incorporant-se a la xarxa, ajuda a estendre aquestes llibertats en les mateixes condicions

Que guifi.net està inscrita al registre de Fundacions de la Generalitat de Catalunya amb el número 2550, que està inscrita al registre d'operadors de telecomunicacions de la

Comissió del Mercat de les Telecomunicacions, que està inscrita al registre d'ONG per al Desenvolupament i que actua sense ànim de lucre per tal d'afavorir que els particulars, les empreses i les administracions puguin accedir a la Societat de la Informació i a les Tecnologies de la Informació i la Comunicació.

Que guifi.net necessita disposar d'espais per a instal·lar-hi i posar-hi en marxa una xarxa de telecomunicacions amb els caràcters de xarxa oberta, lliure i neutral.

Que la possibilitat de disposar d'aquests espais facilitarà que els particulars, les empreses i les administracions puguin gaudir, sota els valors fonamentals de la llibertat, la igualtat d'oportunitats i la solidaritat i la fraternitat, del dret a comunicar-se lliurement i extreure'n el màxim de prestacions possibles, d'acord amb la llicència comuns esmentada i que serà el document d'obligat compliment per a tots els integrants de la xarxa.

Per tot això, els compareixents, en llurs respectives qualitats,

ACORDEN

Incorporar el trams de xarxa de telecomunicacions de l'Ajuntament a la xarxa de guifi.net segons les condicions previstes en el Comuns de la Xarxa Oberta, Lliure i Neutral, que es publica a Internet a l'adreça <http://guifi.net/omunsXOLN> on entre altres coses s'estableix que:

L'Ajuntament, com a titular de trams de xarxa, estableix que la funció principal és la de les comunicacions pròpies de l'activitat corresponent, cedint l'ample de banda excendentari a la resta d'usos generals.

L'Ajuntament no es fa responsable del trànsit de comunicacions que es produeixi en el tram que incorpora i procedent de tercers a través de la interconnexió amb la resta de la xarxa de guifi.net

L'Ajuntament dona suport a guifi.net oferint els espais públics que siguin necessaris per al creixement o desplegament de la xarxa.

I, en conformitat d'aquests acord, signen el present conveni de durada indefinida.

Alcover, __ de ____ de 201_

Alcalde de l'Ajuntament

d'Alcover

President del Patronat

de la Fundació Guifi.net