

# **Desenvolupament d'una xarxa telemàtica per a proveir accés a Internet en un petit municipi**

**Oriol Mundó Ferrús**  
**E.T.T. Telemàtica**

**Miquel Font Rosselló**

12/01/2011

# 1. ÍNDEX DE CONTINGUTS I ÍNDEX DE FIGURES.

## 1.1. ÍNDEX DE CONTINGUTS.

<b>DESENVOLUPAMENT D'UNA XARXA TELEMÀTICA PER A PROVEIR ACCÉS A INTERNET EN UN PETIT MUNICIPI</b>	<b>1</b>
<b>1. ÍNDEX DE CONTINGUTS I ÍNDEX DE FIGURES.</b>	<b>2</b>
1.1. ÍNDEX DE CONTINGUTS.	2
1.2. ÍNDEX DE FIGURES	3
<b>2. INTRODUCCIÓ AL TFC.</b>	<b>4</b>
2.3. ENFOCAMENT I MÈTODE SEGUIT.	5
2.4. PLANIFICACIÓ DEL PROJECTE.	5
2.4.1. Definició de les tasques principals.	5
2.4.2. Temporització de les tasques.	5
2.5. PRODUCTES OBTINGUTS.	9
2.5.1. Breu descripció dels altres capítols del a memòria.	9
<b>3. MEMÒRIA DEL PROJECTE.</b>	<b>10</b>
3.1. CAPÍTOL 1 - INTRODUCCIÓ.	10
3.2. CAPÍTOL 2 – DESCRIPCIÓ TÈCNICA I FUNCIONAL DE LA PROPOSTA DE PROJECTE.	10
3.2.1. Anàlisi de la problemàtica.	10
3.2.2. Requeriments i resultats esperats.	11
3.2.3. Disseny global físic i lògic de la xarxa.	11
3.2.4. Solució tècnica proposada.	11
3.3. CAPÍTOL 3 – COBERTURA I EQUIPS DE RADIOFREQUÈNCIA.	12
3.3.1. Proposta del maquinari per a la xarxa sense fils.	12
3.3.2. Anàlisi de la cobertura estimada.	12
3.4. CAPÍTOL 4 – PARAMETRITZACIÓ DE LA XARXA.	13
3.4.1. Introducció a la tecnologia utilitzada.	13
3.4.2. Parametrització de la xarxa.	15
3.5. CAPÍTOL 5 – SEGURETAT A LA XARXA.	16
3.5.1. Disseny global de la seguretat a la xarxa.	16
3.5.2. Autenticació i seguretat.	16
3.6. CAPÍTOL 6 – PUNTS D'ACCÉS I ANTENES EMISSORES.	18
3.6.1. Ubicació de les antenes.	18
3.6.2. Proposta del maquinari.	19
3.7. CAPÍTOL 7 – ESQUEMA DE LA XARXA.	20
3.8. CAPÍTOL 8 – DESCRIPCIÓ OPERATIVA DE LA PROPOSTA PER AL RÈGIM DE COUBICACIÓ DEL SERVEI.	22
3.8.1. Proposta del model operatiu, característiques i requeriments.	22
3.8.2. Proposta del model de manteniment en règim de coubicació.	25
3.9. CAPÍTOL 9 – MAQUINARI DE L'USUARI.	25
3.9.1. Descripció del maquinari específic de l'usuari.	25
3.9.2. Equips compatibles amb la xarxa.	26
3.10. CAPÍTOL 10 – PROPOSTA PER AL PLA DE INICIAL DE TREBALL	27
3.10.1. Pla de treball.	27
3.10.2. Connexió de la xarxa.	30
3.11. CAPÍTOL 11 – PROPOSTA PER AL PLA DE MANTENIMENT GENERAL.	33
3.11.1. Manteniment preventiu.	33
3.11.2. Manteniment correctiu.	33
3.11.3. Garantia del temps de resposta.	33

3.11.4. Garantia, cobertura i excepcions.	34
3.11.5. Programa en cas d'averia extrema.	34
3.12. CAPÍTOL 12 – PROPOSTA SOBRE LES POLÍTIQUES DE GESTIÓ DE LA INFRAESTRUCTURA.	35
3.12.1. Gestió remota.	35
3.12.2. Llistes d'accés, aplicacions i ports permesos.	35
3.12.3. Qualitat de servei – QoS.	35
3.12.4. Protocols d'actuació.	35
3.12.5. Mètodes de tarificació.	36
3.13. CAPÍTOL 13 – PROPOSTA SOBRE LA SENYALITZACIÓ DE LA INFRAESTRUCTURA.	36
3.13.1. Ubicació dels senyals.	36
3.13.2. Característiques tècniques dels senyals.	36
3.13.3. Representació gràfica dels senyals.	36
3.14. CAPÍTOL 14 – PROPOSTA SOBRE LA PROMOCIÓ DE LA INFRAESTRUCTURA.	37
3.14.1. Promoció i difusió de la infraestructura.	37
3.14.2. Formació bàsica sobre la infraestructura.	37
3.15. CAPÍTOL 15 – MEMÒRIA ECONÒMICA.	38
3.16. CAPÍTOL 16 – CONCLUSIONS.	41
3.17. CAPÍTOL 17 – ESPECIFICACIONS TÈCNiques DELS DISPOSITIUS D'ACCÉS.	42
3.18. CAPÍTOL 18 – ESPECIFICACIONS TÈCNiques I OPERATIVES DELS EQUIPS D'AUTENTICACIÓ.	47
3.19. GLOSSARI.	52
3.20. BIBLIOGRAFIA.	52

## 1.2. ÍNDEX DE FIGURES

Figura 1 - Exemple de xarxa mesh.....	13
Figura 2 - Xarxa en malla bàsica.....	14
Figura 3 - Xarxa en malla estesa.....	14
Figura 4 - Esquema de funcionament autenticació RADIUS.....	17
Figura 5 - Exemple de punt d'accés instal·lat en un fanal.....	19
Figura 6 - Esquema de la xarxa.....	21
Figura 7 - Logotips de productes certificats.....	25
Figura 8 - Proposta senyalització àrees de cobertura.....	37

## 2. INTRODUCCIÓ AL TFC.

### 2.1. Introducció, context, punt de partida i aportació del projecte.

Com a enginyer de telecomunicacions, qualsevol mitjà de transmissió de la informació em sembla fascinant. No obstant, degut al *boom* dels dispositius portàtils (netbooks, tablets, mòbils avançats, ...) que recentment estem vivint, sembla que a les tecnologies sense fils els espera un intens futur els propers anys. Per aquest motiu, em sembla interessant aquesta proposta on, a més de treballar la part més administrativa/gestora d'un futur enginyer –per la planificació del desplegament de la xarxa, la redacció d'una memòria econòmica,... –, hi ha la part tecnològica alhora de l'elecció de la solució tecnològica eficient i poc treballada en el sí de la carrera com per exemple la creació d'una xarxa sense fils amb equips que suportin les xarxes en malla (*mesh networking*).

A partir d'aquí i, basant-me en la sèrie de punts marcats per la directiva europea *eEurope2005*, es desenvolupa el projecte. Aquesta directiva, actualment obsoleta, va marcar el punt d'inflexió per a la promoció de l'accés i promoció de la banda ampla des de les institucions europees, seguit d'una avaluació dels seus resultats que es pot consultar a l'apartat sobre *Sociedad de la información (Síntesis de la legislación europea → Sociedad de la información → eEurope2005)* de la pàgina web d'Europa (<http://europa.eu>). La iniciativa va marcar les pautes següents:

- La disponibilitat massiva d'un accés a la banda ampla a preus competitius
- Una infraestructura de la informació segura
- Un marc dinàmic per als negocis electrònics
- Uns serveis públics en línia moderns
  - o Administració en línia
  - o Aprenentatge electrònic
  - o Serveis de salut electrònics

Tot i els ambiciosos plans de la iniciativa, encara avui en dia n'estem observant els resultats, com per exemple la proposta actual de Salut 2.0 del Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya, que té com a un dels principals objectius, la consecució d'un historial de salut en línia, accessible des de tot arreu de manera segura. No obstant, la base de totes aquestes iniciatives i avenços es va marcar amb l'aplicació del pla *eEurope2005*.

El projecte aporta una visió clara de l'abast que les xarxes sense fils metropolitanes poden tenir avui en dia, malgrat ser una solució tecnològica establerta des de fa temps però que no acaba d'arrencar completament, tot i la seva considerable expansió actualment. El conflictes legals, els interessos de les operadores, el ràpid avanç dels telèfons intel·ligents i de les xarxes 3G,... es podrien considerar com a part dels motius que han afectat al lent desplegament d'aquest tipus d'infraestructura. No obstant, la seva implementació és relativament ràpida, preu relativament moderat considerant el retorn que la infraestructura por tenir si es consideren els beneficis que pot arribar a oferir a petites i mitjanes empreses, turistes o visitants d'una determinada població,...

### 2.2. Objectius del TFC.

L'objectiu del projecte és presentar una especificació detallada del desenvolupament i costos del desplegament d'una xarxa sense fils al llarg de tota la zona poblada del terme municipal de Cambrils, d'uns 7 km<sup>2</sup> aproximadament d'extensió, per tal que els seus habitants i empresaris amb petits negocis o de mida mitjana puguin accedir a Internet i a una sèrie de serveis oferts sobre la mateixa xarxa.

El document recull les diferents etapes per al desplegament de la xarxa, la solució tècnica proposada, el maquinari proposat, la solució tecnològica. També s'hi inclou la planificació detallada

per a la seva implementació així com la memòria econòmica, al capítol 15, que recull detalladament el cost de tota l'obra.

### **2.3. ENFOCAMENT I MÈTODE SEGUIT.**

La idea principal per a l'elaboració del projecte ha estat redactant-ne la memòria com si es tractés d'un projecte enfocat a una administració, per tant entrant amb una sèrie d'elements formals afegits, com per exemple els capítols 8 i 11 que exposen, respectivament, les propostes per a un hipotètic règim de coubicació gestionat –en principi- pel consistori però obert a qualsevol empresa que vulgui proveir els serveis que, per defecte, el consistori pot gestionar; i la proposta d'un hipotètic règim de manteniment que podria ser assignat a l'entitat –fictícia- redactora del projecte, o bé, a qualsevol altra empresa. Per tant, el projecte en general té una visió més administrativa i de gestió –empresarial se'n podria dir- que s'adapta a la temàtica d'un projecte de desplegament d'una xarxa sense fils a nivell municipal.

La metodologia aplicada ha estat el desglossament per punt del projecte, que varen ser presentat a la PAC1 i, que, progressivament han anat agafant forma i modificant-se a mida que el projecte anava creixent, tot mantenint la coherència que un plec de resposta de condicions tècniques hauria de tenir.

### **2.4. PLANIFICACIÓ DEL PROJECTE.**

#### **2.4.1. Definició de les tasques principals.**

A continuació es mostra el desglossament de tasques principals per a la redacció de la memòria i la realització de les activitats requerides per l'assignatura.

Decisió del projecte

Redacció de la memòria

Recollida d'informació sobre el projecte (plantejament de la problemàtica)

Construcció de l'escenari

Recollida d'informació sobre equips de radiofreqüència

Disseny de la xarxa

Disseny del pla de treball

Disseny del pla de manteniment

Memòria econòmica

PAC 2 – Entrega intermèdia I

PAC 3 – Entrega intermèdia II

Presentació PPT del projecte

#### **2.4.2. Temporització de les tasques.**

*Continua a la pàgina següent*

## Lista de tareas

Nombre	Fecha de inicio		Recursos
		Fecha de fin	
TFC - Integració de xarxes telemàtiques	28/09/10	27/01/11	
Decisió projecte	28/09/10	29/09/10	Oriol Mundó
PAC 1	28/09/10	5/10/10	Oriol Mundó
PAC 2	19/11/10	20/11/10	Oriol Mundó
PAC 3	21/12/10	22/12/10	Oriol Mundó
PFC	5/10/10	19/01/11	
Memòria (redacció)	5/10/10	12/01/11	
Recollida informació	5/10/10	23/10/10	Oriol Mundó
Escenari	25/10/10	6/11/10	Oriol Mundó
Maquinari (info)	8/11/10	13/11/10	Oriol Mundó
Xarxa (disseny)	15/11/10	3/12/10	Oriol Mundó
Pla de treball (proposta)	10/12/10	17/12/10	Oriol Mundó
Pla de manteniment (redacció proposta)	17/12/10	28/12/10	Oriol Mundó
Memòria econòmica (redacció)	28/12/10	4/01/11	Oriol Mundó
Entrega memòria	11/01/11	12/01/11	Oriol Mundó
Presentació PPT	13/01/11	19/01/11	Oriol Mundó
Revisió memòria	3/12/10	10/12/10	Miquel Font
Revisió final memòria	4/01/11	11/01/11	Miquel Font
Tribunal	20/01/11	27/01/11	

## Lista de recursos

Nombre

Función

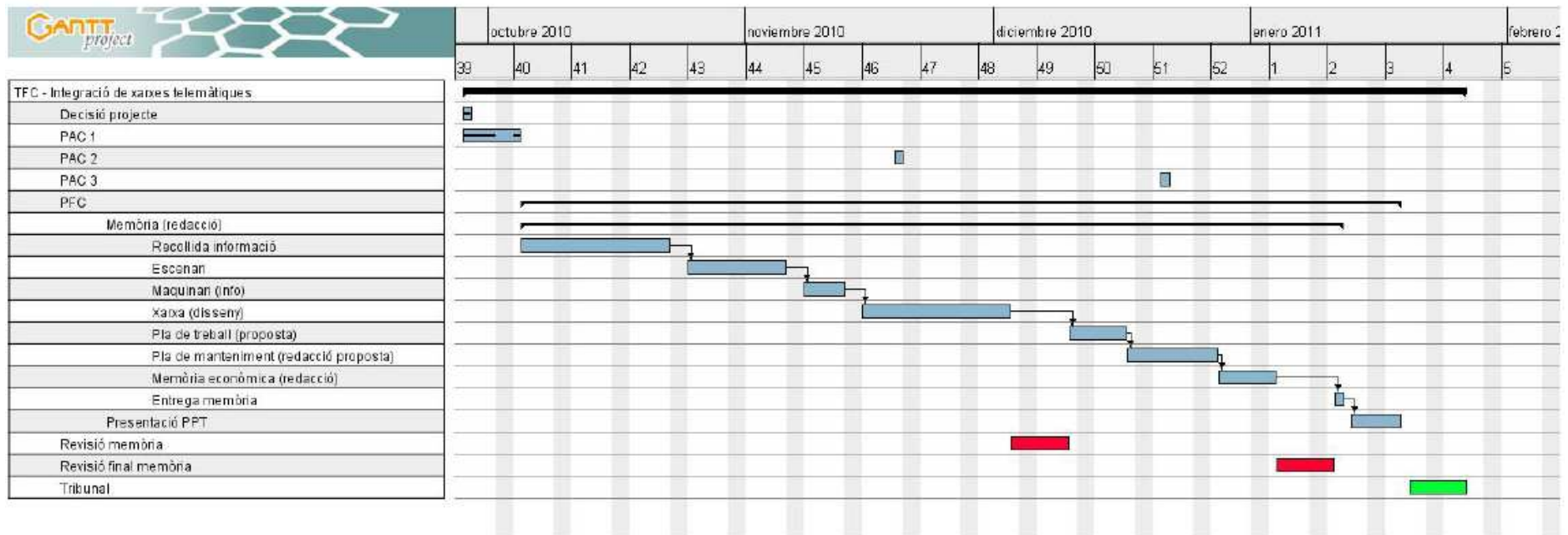
Oriol Mundó

Alumne

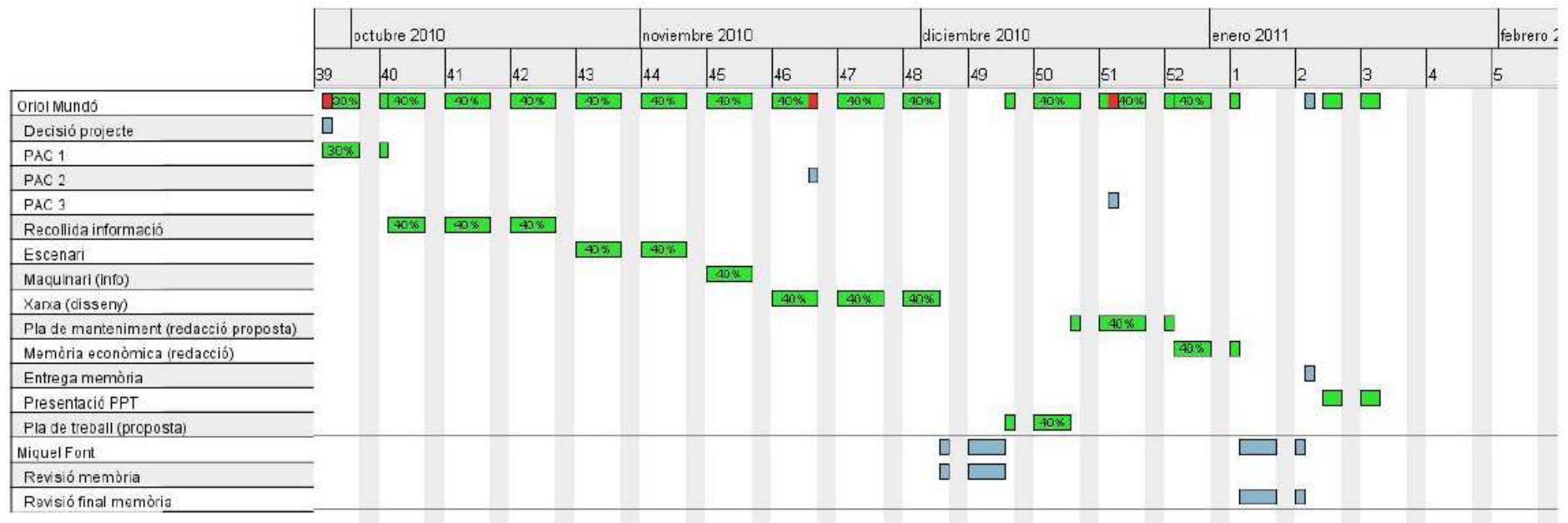
Miquel Font

Consultor TFC

## Diagrama de Gantt



# Diagrama de recursos





## **2.5. PRODUCTES OBTINGUTS.**

El projecte presenta el desplegament d'una infraestructura d'accés a Internet sense fils per a un territori d'uns 7 Km<sup>2</sup>. Per tant, els principals components del projecte són la memòria tècnica – capítols 2 a 14- i una memòria econòmica –capítol 15-.

Al llarg de la memòria tècnica, es presenta la problemàtica, les possibles solucions tècniques, el maquinari proposat, la parametrització de la xarxa, la proposta per a un règim de cobriment, el pla de manteniment de la infraestructura i el pla de treball.

La memòria econòmica és el recull de dades monetàries que posen preu a les diferents etapes que componen la memòria tècnica per tal d'assolir l'objectiu final, el desplegament d'una xarxa sense fils a nivell municipal.

### **2.5.1. Breu descripció dels altres capítols de la memòria.**

En la resta de capítols s'exposen les motivacions per a l'elecció d'aquest projecte en concret, la introducció al TFC, un recull del glossari més important emprat al llarg de la memòria i les conclusions finals sobre el treball de final de carrera.

Per últim, el capítol 17, es classificaria com a Annex englobat dins de la memòria del projecte si aquest representés un plec de condicions tècniques de resposta a una oferta pública presentada per un consistori municipal.

### **3. MEMÒRIA DEL PROJECTE.**

#### **3.1. CAPÍTOL 1 - INTRODUCCIÓ.**

Seguint les pautes del programa europeu eEurope 2005, predecessor de l'actual i2020, per al foment de les tecnologies de la comunicació, aquest projecte proposa el desplegament d'una xarxa sense fils al terme municipal de Cabriels amb l'objectiu d'estimular i fomentar el desenvolupament d'aplicacions, serveis i continguts, així com el mateix accés a la banda ampla, per tal de lluitar contra l'exclusió en un futur pròxim, com a conseqüència de "l'esquerda digital" o l'analfabetisme en temps moderns.

És per aquest motiu, i la gran oportunitat que representa el fet de fer arribar a la totalitat del municipi, la banda ampla, amb l'objectiu de millorar el rendiment i la competitivitat de les petites i mitjanes empreses que tenen negocis dins de l'àrea d'influència de la zona.

L'aposta per al desplegament d'una xarxa sense fils d'àmbit metropolità arriba al moment adequat, ja que la tecnologia actual permet el desplegament de xarxes d'aquestes característiques amb una qualitat de senyal, velocitats de transmissió de dades i satisfacció dels usuaris que fins recentment, no oferien les tecnologies emprades.

Amb la implantació de la tecnologia mesh sobre una xarxa sense fils convencional i, amb topologia de malla, s'aconsegueix superar amb èxit provat i comprovat en diferents ciutats del món, els principals esculls de les xarxes sense fils de gran extensió.

L'objectiu del desplegament d'una xarxa amb tecnologia puntera, és poder oferir als usuaris, serveis públics en línia, com per exemple la administració electrònica, serveis d'aprenentatge electrònic, serveis de salut a distància, consolidar un marc dinàmic per als negocis electrònics, desenvolupar una infraestructura segura per a la realització de tràmits electrònics sense mal de caps a través de l'Administració electrònica, ... així com la disponibilitat massiva de l'accés a la banda ampla per a serveis bàsics i a preus competitius, sempre que no es comprometin les disposicions establertes a la legislació vigent sobre el proveïment de serveis d'accés a la xarxa.

#### **3.2. CAPÍTOL 2 – DESCRIPCIÓ TÈCNICA I FUNCIONAL DE LA PROPOSTA DE PROJECTE.**

##### **3.2.1. Anàlisi de la problemàtica.**

La xarxa sense fils que es desplegarà al llarg del terme municipal de Cabriels, té l'objectiu d'unificar recursos i de proposar noves solucions als diferents negocis que es troben repartits al llarg de l'àrea d'influència de la xarxa. El servei d'accés a una xarxa d'àrea local a nivell municipal, pretén integrar en una sola oferta un ventall de serveis tan variat com la implantació d'una plataforma per al desenvolupament de projectes relacionats amb l'Administració a distància (local, autonòmica i estatal) centrada en els tràmits que afecten als ciutadans; la implantació i promoció del comerç electrònic en Pimes unit a un programa d'infraestructures tecnològiques en línia amb el "Plan Avanza"; la promoció de la connectivitat i l'alfabetització digital de la població; així com una proposta per a la difusió i promoció del projecte a més de totes les qüestions bilaterals com un pla de manteniment i gestió de la xarxa i la proposta del règim de cobriment per a la prestació dels serveis per part de l'ajuntament de Cabriels.

En aquesta proposta, també es detallen les propostes derivades del desplegament d'una xarxa d'aquestes característiques.

Un cop instal·lada i encesa la xarxa, els usuaris i empresaris tindran accés als diferents serveis oferts de forma gratuïta o de pagament oferts per part de l'ajuntament, així com l'accés a Internet de banda ampla sota una sèrie de requeriments de seguretat per tal de permetre un ús racional de la xarxa per al gaudi de tots els usuaris connectats.

### 3.2.2. Requeriments i resultats esperats.

L'extensió municipal de la xarxa compren una sèrie de dificultats tècniques en relació a l'extensió del concepte de xarxa d'àmbit local, inicialment pensat per a entorns residencials relativament petits o moderadament mitjans en casos corporatius. Aquest fet comporta una sèrie de requeriments, com per exemple assegurar la plena cobertura de totes les àrees especificades, permetre l'accés a un nombre superior de dispositius que els usuaris potencials al moment de redacció del projecte, assegurar la plena escalabilitat del sistema –tecnològica i geogràficament-, protegir als usuaris i a la xarxa d'amenaques potencials de l'exterior i que poguessin posar en entredit la seguretat dels serveis oferts, ...

És per això, que es vol obtenir una xarxa extensa que actuï com a base de diferents xarxes d'àmbit local que permetin als usuaris residencials accedir als continguts d'Internet permesos i als usuaris corporatius als diferents serveis oferts. La xarxa, a més, ha de permetre un accés fluït als diferents continguts, tenint en compte sempre les possibilitats de la tecnologia desplegada.

### 3.2.3. Disseny global físic i lògic de la xarxa.

L'estructura física de la xarxa es troba composta per un primer nivell interconnectat de forma sense fils per la tecnologia descrita en l'estàndard 802.11a que actuarà com a connexió de "*backhaul*" de tot el conjunt del sistema. Per sobre d'aquest nivell, s'ubicaran els diferents punts d'accés per a l'expansió territorial de la xarxa al llarg del terme municipal. Per últim, s'instal·laran una sèrie de punts d'accés de menor capacitat amb l'únic objectiu d'assegurar una cobertura correcta en les zones és densament poblades.

El primer nivell de la xarxa es connectarà directament al centre de ubicació, que disposarà d'un balancejador de càrrega que repartirà l'entrada i sortida de dades de forma equitativa entre els diferents punts d'accés a la xarxa de dades contractada, així com el control i gestió dels enllaços caiguts en moments puntuals.

La tecnologia escollida per al desplegament d'aquesta xarxa sense fils, permet automatitzar tota la lògica de la xarxa, reduint al mínim el cost de desenvolupament, configuració i manteniment associats a una infraestructura d'aquestes característiques; així com l'adició d'intel·ligència a la xarxa que en facilita la seva gestió autònoma.

### 3.2.4. Solució tècnica proposada.

Per a la realització del projecte, es proposa una xarxa sense fils mallada (*mesh wireless network*) que permet l'encaminament intel·ligent de la informació que circula per la xarxa, evitant que la fallada d'un dels punts d'accés resulti en un tall dels serveis que ofereix la xarxa. Aquesta tecnologia permetrà, en un futur proper, que cada individu connectat a la xarxa actuï com a punt d'accés, ampliant significativament la capacitat de la xarxa.

Aquesta xarxa disposarà de tres connexions troncales a la xarxa de dades del proveïdor contractat per tal de garantir la connexió a l'exterior. Aquesta "triplicitat" d'accessos, permetrà també, assegurar el servei encara que una de les connexions es trobi fora de servei temporalment.

La connexió principal s'ubicarà a l'edifici de l'ajuntament, aprofitant al màxim la qualitat de les connexions que arriben fins aquest edifici, així com la instal·lació del centre de ubicació per a la gestió dels diferents serveis –propis o subcontractats- que seran oferts. També els dispositius necessaris per al funcionament propi de la xarxa s'ubicaran en aquest centre.

El centre de ubicació disposarà dels equips necessaris per a la implementació d'un sistema d'autenticació basat en un servidor captiu RADIUS, la gestió de la seguretat de la xarxa i els servidors necessaris per al proveïment dels serveis.

### 3.3. CAPÍTOL 3 – COBERTURA I EQUIPS DE RADIOFREQUÈNCIA.

Per a la implementació i desenvolupament d'una xarxa sense fils d'àrea local d'àmbit municipal – conegudes també com a MuniFis-, s'ha optat per a l'instal·lació d'equips de la marca SkyPilot degut a les bones referències obtingudes, la presència a l'estat espanyol d'un distribuïdor oficial de la marca i la seva experiència en el desplegament de xarxes d'àmbit municipal.

SkyPilot és una empresa amb seu a *Silicon Valley*, a Califòrnia, líder en el desenvolupament i implementació de solucions sense fils amb tecnologia *mesh*. La seva dilatada experiència al sector, els han portat a ser els proveïdors oficials del projecte MetroFi, que desplega i gestiona xarxes sense fils d'àmbit metropolità en més de nou ciutats dels Estats Units – com per exemple Portland, Concord, Cupertino, Foster City, Aurora, ...- A més, SkyPilot, compta a un soci a la península Ibèrica, Sistelec, amb qui ha desplegat conjuntament la major xarxa mallada a Màlaga, cobrint una superfície d'aproximadament 1.400 km<sup>2</sup> amb suport per a VoIP i serveis d'accés a la banda ampla. SkyPilot compta amb dues instal·lacions de referència a l'estat espanyol, una a la Costa del Sol i a Gibraltar.

#### 3.3.1. Proposta del maquinari per a la xarxa sense fils.

Els equips recomanats per a la xarxa sense fils municipal al terme de Cabriels es detallen a continuació.

##### SkyGateway

El disseny d'aquest dispositiu està pensat per a la seva ubicació en entorns a l'aire lliure, preparat per a resistir a les inclemència del temps, sempre i quan es respectin els paràmetres establerts a les especificacions tècniques<sup>1</sup> del dispositiu.

Per a la implementació de la xarxa sense fils al municipi de Cabriels, es proposa l'utilització de tres punts d'accés SkyGateway TriBand, un per a cada connexió a la xarxa del proveïdor de la connexió a Internet, proporcionant cada punt, una sortida de la xarxa de cobertura.

##### SkyExtender DualBand

El disseny d'aquest dispositiu està pensat per a la seva ubicació en entorns a l'aire lliure, preparat per a resistir les inclemència del temps, sempre i quan es respectin els paràmetres establerts a les especificacions tècniques del dispositiu.

Per al desplegament de la xarxa, es proposa la utilització de dinou equips SkyExtender DualBand ubicats, la majoria, de manera constant al llarg de la zona més densament poblada així com tres dispositius ubicats entre el principal nucli de població i les zones limítrofes del terme municipal.

##### SkyAccess DualBand

Per a assegurar la correcta recepció del senyal, es proposa la instal·lació de vint-i-quatre equips SkyAccess DualBand, preparats també per a resistir les inclemències del temps dins dels paràmetres establerts a les especificacions tècniques del dispositiu.

#### 3.3.2. Anàlisi de la cobertura estimada.

Per a l'anàlisi de la cobertura es proposa la utilització d'un software dedicat, com podria ser Wireless Insite, que és un programa optimitzat pel càlcul de cobertures en entorns urbans complexos, entorns rurals i interiors d'habitatges i que permet també, crear un mapa amb la ubicació òptima dels punts d'accés de forma ràpida, fiable i flexible en base a diferents paràmetres d'entrada, com són el nombre de dispositius necessaris, la topografia bàsica del terreny –quantitat

<sup>1</sup> Les especificacions tècniques corresponents es poden trobar al Capítol 17.

d'obstacles, mides aproximades d'aquests,... -. Els resultats obtinguts amb aquest software, conjuntament amb els resultats de la parametrització de la xarxa (detallats al següent capítol), permet escollir de forma eficient la ubicació dels diferents dispositius d'accés a la xarxa sense fils.

Cal destacar que el projecte preveu la cobertura d'aproximadament, el 95% de territori, deixant sense cobertura la zona muntanyosa limítrofa amb el municipi d'Òrrius i els cims dels turons adjacents al municipi d'Argentona

### 3.4. CAPÍTOL 4 – PARAMETRITZACIÓ DE LA XARXA.

#### 3.4.1. Introducció a la tecnologia utilitzada.

La xarxes en malla sense fils (*mesh wireless networks*) responen a una necessitat d'expansió de les xarxes sense fils tradicionals aparegudes als voltants de l'any 1999. Els primers intents d'expansió d'aquestes xarxes [xarxes sense fils], es van veure amb l'aparició dels sistemes sense fils distribuïts (*wireless distributed systems*) que oferien i, encara avui en dia, la possibilitat d'ampliar l'àrea de cobertura d'una xarxa sense fils. No obstant, aquest tipus d'ecosistemes sense fils disposen d'una sèrie de limitacions, especialment quan es volem implementar a escala mitjana o gran, com és el cas de les xarxes sense fils municipals.

Per a donar resposta a aquestes necessitats, la tecnologia mesh, en la seva variant de dispositius de ràdio duals, ha anat agafant força. La idea principal d'aquesta tecnologia consisteix en crear una xarxa de punts d'accés interconnectats entre sí a través d'enllaços dedicats que permeten una connexió de *backhaul* fins al (o als) punts d'accés sense fils connectat(s) físicament a una xarxa de comunicacions. A més, els punts d'accés de la infraestructura són capaços de donar servei a clients connectat amb dispositius compatibles. El fet de ser aparells capaços de treballar en dues bandes de freqüència independents i de forma simultània ofereix un servei continuat i redueix el nombre de col·lisions a la xarxa, ja que els següents són independents els uns dels altres –cada punt d'accés crea el seu segment de xarxa.

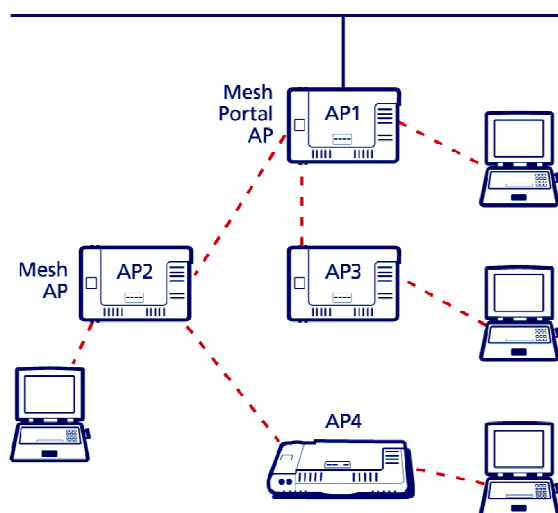


Figura 1 - Exemple de xarxa mesh

La xarxa creada pels punts d'accés a través de l'enllaç de *backhaul*, es crea a partir de la connexió de cada punt d'accés amb els dispositius més propers, creant una "malla" de connexions que afegeixen redundància a la xarxa de comunicacions, tot i que les connexions possibles no es troben sempre actives. A més, la tecnologia *mesh* implementa algorismes que permeten l'anàlisi de

rutes alternatives de forma dinàmica en cas que un enllaç es trobi saturat o bé hagi caigut. Per tant, a partir de la xarxa principal representada a la figura següent:

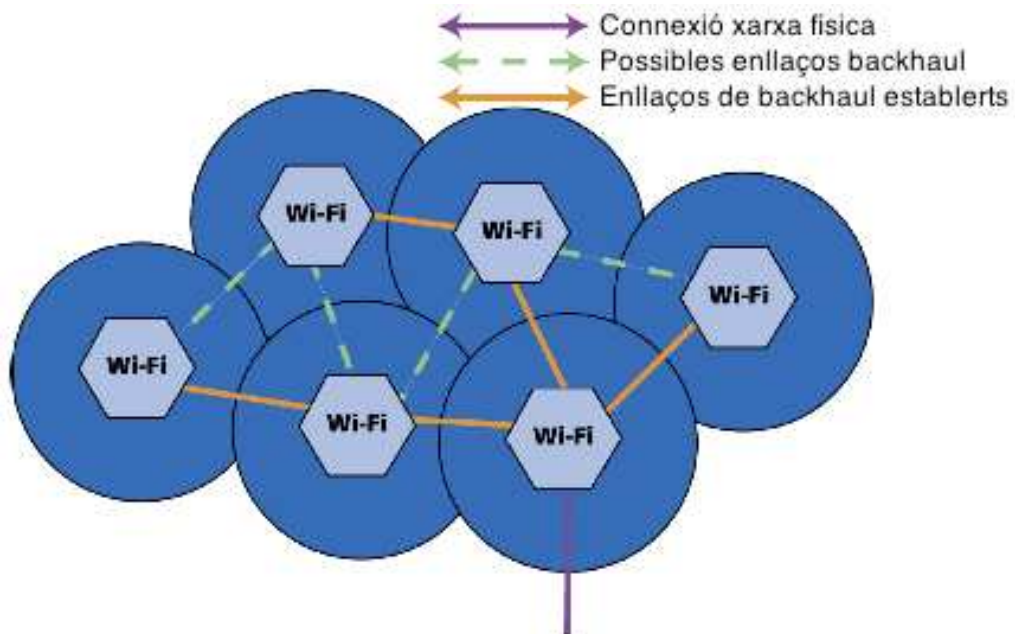


Figura 2 - Xarxa en malla bàsica

En cas d'ampliar la xarxa amb més punts d'accés o en cas que alguns enllaços, per un motiu o altre, no estiguessin disponibles; avaluaria els camins possibles i n'habilitaria els més ràpids per tal de dotar de connectivitat *end-to-end* tots els nodes de la xarxa.

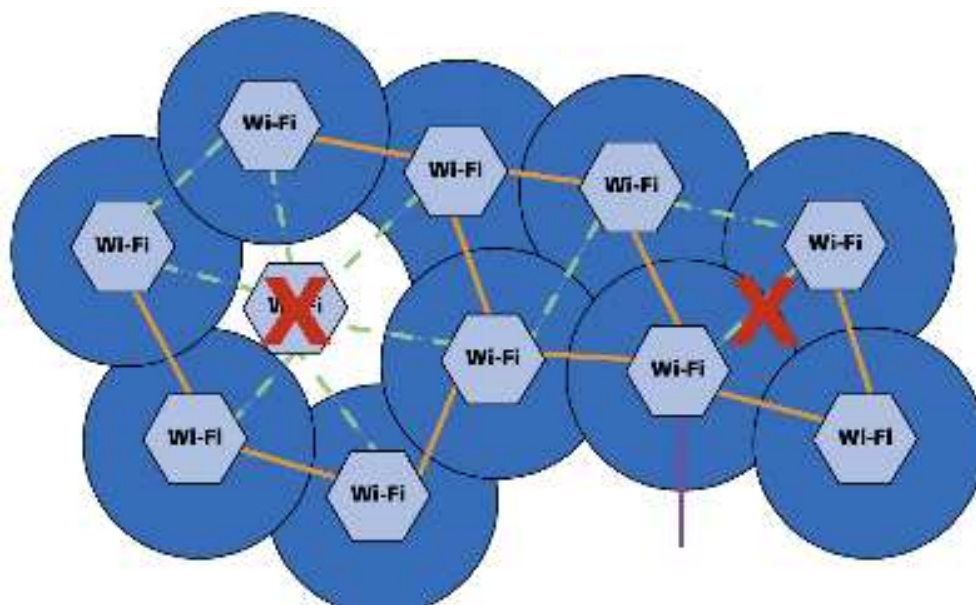


Figura 3 - Xarxa en malla estesa

La connexió de *backhaul* es realitza normalment amb tecnologia 802.11a degut al seu ús reduït en dispositius comercials –per tant, menys interferències– i les seves capacitats de connectar distàncies relativament grans a determinades potències d'emissió, sense necessitat de visibilitat

directa, tot i que com menys obstacles hi hagi, més velocitat es podrà disposar en l'enllaç. Els enllaços amb els dispositius finals es realitzen, normalment, amb tecnologia 802.11b/g i, més recentment, també 802.11n.

### 3.4.2. Parametrització de la xarxa.

El nombre total de punts d'accés a la xarxa serà de 110. D'aquesta manera es pot cobrir tot el teixit urbà del territori i bona part de les àrees muntanyoses al nord del municipi de Cabriels. La distribució dels dispositius serà la següent:

Dispositiu	Quantitat
SkyGateway	3
SkyExtender	24
SkyAccess	83

El radi de cobertura dels dispositius citats a la taula anterior és d'aproximadament 250 metres. No obstant, aquest radi només s'utilitzarà per a la cobertura de les zones amb una densitat de població baixa. Per a les zones urbanes, el radi considerat és de 215 metres, aconseguint així una major densitat de punts d'accés que faciliten la cobertura a tots els comerços i PIMES situades en a peu de carrer.

Les velocitats de transmissió possibles en el protocol 802.11g, present a tots els punts d'accés instal·lats, així com en la majoria de dispositius actuals, són: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 i 54 Mbps. Per tant, si a cada usuari se li assigna una velocitat igual a 1 Mbps (ample de banda suficient per a l'ús generalista de la xarxa), cada punt d'accés podria suportar 54 usuaris de forma simultània, per tant, el nombre total d'usuaris del sistema seria de 5940. No obstant, la velocitat màxima només s'obté en condicions perfectes que són poc probables en un entorn urbà on les interferències es troben a l'ordre del dia, per tant, el nombre total d'usuaris suportats a diferents taxes de transmissió seria de:

Taxa de $t_x$	Nombre total d'usuaris
54 Mbps	5940
48 Mbps	5280
36 Mbps	3960
24 Mbps	2640
18 Mbps	1980
12 Mbps	1320
9 Mbps	990
6 Mbps	660

No obstant, és poc probable que tots els usuaris de la xarxa sincronitzin a tots els punts d'accés a la mateixa velocitat de forma simultània, per tant, el més probable és una utilització de diferents taxes de transmissió en funció de la distància al punt d'accés, la qualitat de l'enllaç,... I, tenint en compte que la distància entre punts d'accés al casc urbà, mai serà superior a 215 metres i que la superposició de les zones de cobertura en l'entorn densament poblat serà de 73 metres, considerarem les següents taxes de transmissió i probabilitats:

Taxa de $t_x$	Probabilitat	Usuaris
54 Mbps	10%	594
48 Mbps	45%	2376
36 Mbps	45%	1782
	<b>TOTAL</b>	<b>4752</b>

Per tant, el nombre estimat d'usuaris connectats simultàniament a la xarxa sense fils és de 4752 usuaris, fet que representa el 68% de la població del terme municipal de Cabriels. Aquestes xifres

representa el nombre d'usuaris simultanis i fent un ús continuat que pot suportar la xarxa, circumstància poc probable ja que l'ús de la xarxa és eventual i, en el cas de les PIMES i comerciants, si en necessiten un ús continuat i un ample de banda determinat, se'ls recomanarà la instal·lació de dispositius de recepció del senyal compatibles amb els protocols de QoS, com per exemple els dispositius SkyConnector.

### **3.5. CAPÍTOL 5 – SEGURETAT A LA XARXA.**

Degut al funcionament de les xarxes sense fils, on la majoria de dispositius són emissors que disposen d'una o més antenes omnidireccionals, les dades que un usuari transmet per la xarxa, s'envien en totes direccions, convertint la infraestructura desplegada en una font continua d'informació privada i confidencial.

Per tal d'evitar que això passi, s'ha projectat un model de seguretat que asseguri la protecció de totes les dades que circulin per la xarxa.

#### **3.5.1. Disseny global de la seguretat a la xarxa.**

Per tal de garantir la tranquil·litat dels usuaris en la gestió de tràmits que continguin informació privada i/o confidencial, s'ha optat per seguir els estàndards 801.1x que ofereixen:

- Autenticació dels usuaris
- Variació dinàmica de claus

D'aquesta manera s'aconsegueix que cada usuari de la xarxa s'autentiqui amb una sola clau que varia de forma automàtica i es renegocia entre el servidor i el client de forma transparent a l'usuari final.

Cal destacar que l'autenticació recau sobre l'usuari i no sobre els dispositius, permetent així que l'accés a un usuari a la xarxa independentment del dispositiu d'accés que aquest utilitzi i, en cas de pèrdua o robatori d'un dispositiu amb connexió sense fils, els intrusos potencials, no puguin accedir a la xarxa a través del dispositiu en qüestió.

#### **3.5.2. Autenticació i seguretat.**

Per al control de l'accés a la xarxa, l'autenticació dels usuaris i la seva autorització, s'ha planificat l'ús combinat d'un servidor RADIUS i un portal captiu. La combinació d'ambdós sistemes no limita la connexió d'usuaris, però sí que en restringeix o en permet, completa o parcialment, els seus permisos a la xarxa, és a dir, es pot donar accés gradual a diferents usuaris a tots els serveis de la xarxa, des d'un nivell restrictiu total on l'usuari –intrús en aquest cas- no podria dur a terme cap activitat al no poder autenticar-se, fins a un nivell de permisos complet –com seria el cas de l'administrador de la xarxa-.

Accés, autenticació i autorització

L'ús d'un servidor RADIUS permet:

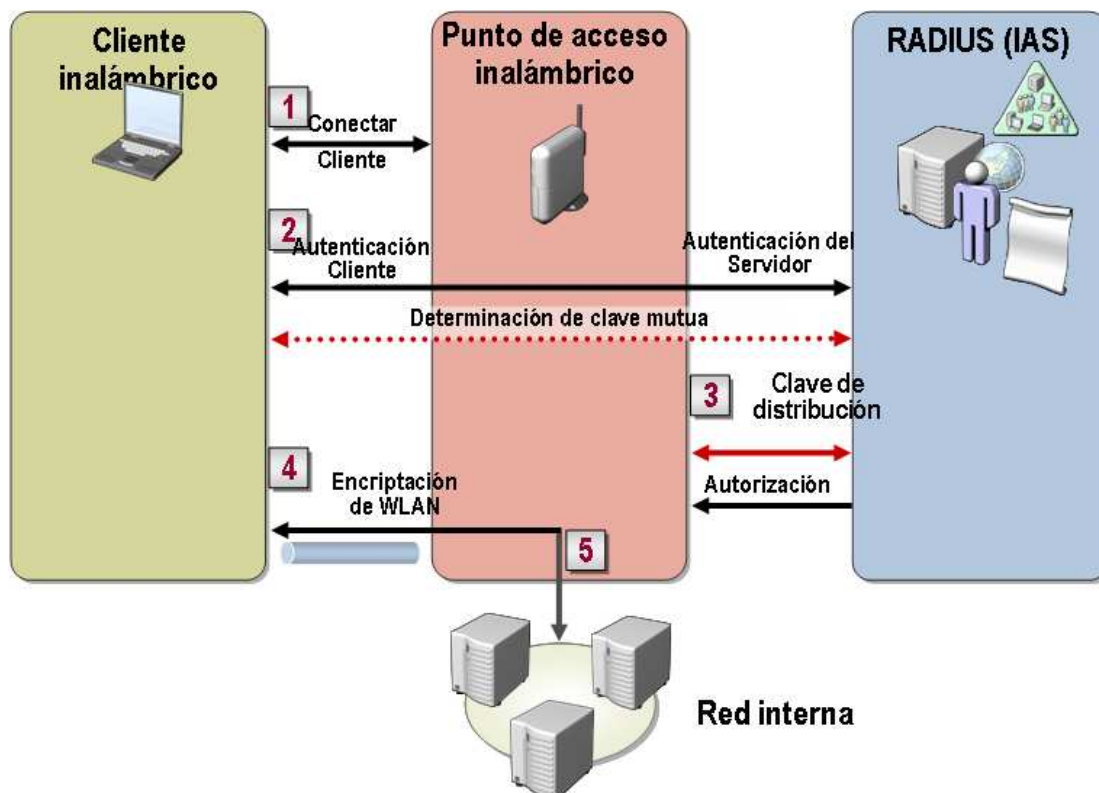
- Rebre peticions de connexió a la xarxa sense fils
- Autenticar clients
- Autoritzar l'accés a clients a la xarxa
- Enviar la informació necessària per a la connexió dels clients a la xarxa (intercanvi de claus per als protocols de seguretat)
- Oferir un servei d'*accounting*

Cada cop que un usuari realitza una connexió a la xarxa sense fils, aquest és redirigit al portal captiu configurat, descrit a continuació, on ha d'introduir l'identificador i mot d'accés corresponents



per tal de poder accedir als serveis oferts. Aquestes dades es transmeten a un servidor d'accés a la xarxa (*Network Access Server*) per mitjà d'un protocol punt a punt (*Point-to-Point*). Aquesta petició serà redirigida a un servidor RADIUS per mitjà del mateix protocol.

En la figura següent es mostra gràficament tot el procés d'autenticació de dispositius/usuaris des del moment d'emetre la sol·licitud d'accés a la xarxa fins al moment en que se'n garanteix l'accés.



**Figura 4 - Esquema de funcionament autenticació RADIUS**

El servidor RADIUS comprova la veracitat de les dades emprant una sèrie d'esquemes d'autenticació com són PAP, CHAP o EAP. Si el dispositiu/usuari rep l'autorització del servidor, aquest últim li assignarà els paràmetres de connexió a la xarxa.

A més dels diferents avantatges descrits a l'inici del capítol, el servidor RADIUS també ofereix:

- Xifratge de la connexió abans de l'assignació dels paràmetres de xarxa a l'usuari
- Generació dinàmica de claus al llarg del temps, en contraposició a altres sistemes de protecció de medis sense fils, com per exemple l'estàndard WEP

El portal captiu que complementa el servidor RADIUS, serveix per a forçar l'autenticació de totes les connexions al sistema, de manera que cada usuari s'identifiqui amb un usuari i mot d'accés autoritzats prèviament per part de l'administrador de la xarxa. De les moltes possibilitats que ofereix la implementació d'un portal captiu, cal destacar-ne les possibilitats d'identificar usuaris i dels permisos associats a aquest, de manera que si una empresa decideix contractar un servei d'intranet corporativa, en autenticar-se al portal captiu, l'usuari serà redirigit automàticament i de forma segura al servei d'intranet sobre la xarxa sense fils.

La implementació del portal captiu i el servidor RADIUS pot ser per mitjà de software o hardware dedicat, però donada la naturalesa de la xarxa i dels serveis oferts, s'ha optat per a la implementació d'aquests en software, de manera que se'n garanteix la seva escalabilitat

independentment del hardware emprat, ja que els dispositius dedicats, ofereixen poca adaptabilitat per a entorns complexos com la xarxa sense fils en combinació amb els serveis aquí projectats.

Ambdós serveis s'han projectat sobre una plataforma Linux amb software lliure, fet que permet al consistori, estalviar el cost de les llicències i solucions propietàries. Gràcies a l'empenta que està tenint el sector del software lliure en els últims anys, el nombre de professionals amb coneixements profunds d'aquestes tecnologies no para de créixer, de manera que el suport a mig i llarg termini de la infraestructura queda garantit.

Per a la implementació del portal captiu, és imprescindible que la xarxa disposi dels serveis següents:

- Connexió a Internet
- Punt d'accés sense fils
- Servidor RADIUS
- Servidor web

Per tal de gestionar de manera satisfactòria les xarxes d'àrea local virtuals –d'ara endavant VLANs-, s'ha optat per l'instal·lació d'un servidor potent que albergarà diverses màquines virtuals, cadascuna dedicada a un servei diferent. Per tal d'augmentar la seguretat de les diferents VLANs, es realitzarà la connexió a través de xarxes privades virtuals (VPN), que permeten la creació d'enllaços directes entre dos o més punts sense necessitat d'una connexió directa entre ells. D'aquesta manera s'obté un túnel segur, entre el servidor i el client, per on circulen les dades. Cal destacar que aquest túnel encriptat ja es troba sobre una connexió protegida sempre i quan el client que accedeixi als continguts ubicats als servidors del centre de coubicació, es trobi dins de la xarxa sense fils desplegada.

Per al desenvolupament d'aquesta solució, s'ha optat per la instal·lació d'un maquinari dedicat única i exclusivament a les màquines virtuals<sup>2</sup>. S'ha optat per un servidor de tipus *rack*, que en permet l'ampliació senzilla un cop el nombre òptim de màquines virtuals per servidor s'hagi sobrepassat, garantint així la qualitat de servei. Aquesta solució tècnica, molt estesa en l'àmbit empresarial actualment, gràcies a la qualitat assolida pels diferents softwares de virtualització, és la més cost-efectiva per a la gestió de la coubicació.

Per últim, el servidor captiu i el portal web, s'implementaran sobre una màquina dedicada a tal propòsit per tal de no col·lapsar i poder controlar eficientment els diferents permisos d'accés als usuaris per part d'operador externs a la xarxa sense fils en si.

### **3.6. CAPÍTOL 6 – PUNTS D'ACCÉS I ANTENES EMISSORES.**

#### **3.6.1. Ubicació de les antenes.**

Els punts d'accés proposats per a aquest projecte, incorporen les antenes emissores, tant les antenes per a la xarxa d'accés residencial/comercial com les antenes per als enllaços *backhaul*. Les primeres es troben a l'interior de la carcassa del dispositiu i no se'n permet la seva manipulació donada la seva naturalesa d'antenes omnidireccionals.

Les antenes per als enllaços *backhaul*, sobresurten dels equips de forma discreta, sense afectar greument l'impacte visual que pot ocasionar la instal·lació dels dispositius en l'entorn urbà. La connexió entre punts d'accés es realitza mitjançant l'enllaç de *backhaul*, el qual fa ús de la tecnologia d'encaminament intel·ligent mesh, que permet un encaminament eficient i dinàmic que es duu a terme en els mateixos punts d'accés.

---

<sup>2</sup> Les característiques detallades d'aquest servidor es poden trobar al Capítol 17.

Per últim, s'ha previst la instal·lació dels punts d'accés als fanals repartits al llarg del terme municipal, des d'on es podrà realitzar sense dificultats tècniques l'alimentació elèctrica per tal d'assegurar el correcte funcionament dels punts d'accés.



**Figura 5 - Exemple de punt d'accés instal·lat en un fanal**

En la fotografia anterior s'aprecia l'impacte visual mínim que es té en instal·lar els punts d'accés en fanals del sistema d'enllumenament públic.

### 3.6.2. Proposta del maquinari.

#### SkyGateway

Aquest dispositiu és una estació base que aporta capacitat i redundància a la xarxa. SkyGateway ofereix la possibilitat real d'implementació d'una xarxa amb tecnologia *mesh*, oferint versatilitat multi-salt, encaminament dinàmic i re-encaminament si algun dels enllaços de la xarxa es troba inoperatiu, a més de garantir l'escalabilitat de la xarxa tant a nivell d'estructura com de mida.

L'SkyGateway es presenta en tres models diferents, SkyGateway, SkyGateway DualBand i SkyGateway TriBand. El primer model permet únicament el seu ús com a injector de capacitat a la xarxa *backhaul*. Els models DualBand i TriBand ofereixen, a més, la possibilitat d'actuar simultàniament com a punts d'accés a la xarxa sense fils d'accés general.

#### SkyExtender

Els productes de la sèrie SkyExtender són dispositius d'alta capacitat, compatibles amb la tecnologia de xarxes mallades, essent capaços de satisfer diferents rols amb l'objectiu de maximitzar el desplegament d'una xarxa fiable amb tecnologia *mesh*. Aquests dispositius amplien la cobertura de la xarxa, creant una topologia robusta i flexible que ofereix un encaminament dinàmic, re-encaminament si algun dels enllaços de la xarxa es troba inoperatiu, encaminament intel·ligent dinàmic (*dynamic best-path routing*) i ajustament automàtic de la modulació emprada per a l'emissió del senyal.

A més, aquests equips ofereixen plena compatibilitat amb serveis de *QoS end-to-end* per a serveis *triple-play* (veu, dades i vídeo).

De la mateixa manera que l'SkyGateway, l'SkyExtender es presenta en tres tipus, SkyExtender, SkyExtender DualBand i SkyExtender TriBand. Aquests equips permeten la realització d'enllaços *backhaul* de la xarxa sense fils i, en el cas dels models DualBand i TriBand, poden actuar com a punts d'accés a la xarxa sense fils d'accés general.

#### SkyAccess DualBand

Aquest dispositiu està pensat per agilitzar l'escalabilitat de les xarxes sense fils en malla, oferint una solució altament cost-efectiva en l'ampliació i optimització de la cobertura de la xarxa sense fils. De la mateixa manera que en la resta de productes *mesh-compatible* SkyPilot, el dispositiu en qüestió presenta un sistema d'auto-descobrimet que en permet la seva configuració de l'enllaç de *backhaul* amb altres dispositius propers de manera completament autònoma, i també l'ajustament automàtic de la modulació emprada per a l'emissió del senyal.

Aquests dispositius permeten la connexió directa, a través del port *ethernet* present al dispositiu, d'altres equips IP locals com, per exemple, càmeres de video vigilància.

### 3.7. CAPÍTOL 7 – ESQUEMA DE LA XARXA.

La interconnexió entre els diferents punts d'accés de la xarxa es realitzarà a través d'un radio enllaç sobre la freqüència dels 5'4 GHz, banda utilitzada per l'estàndard 802.11a.

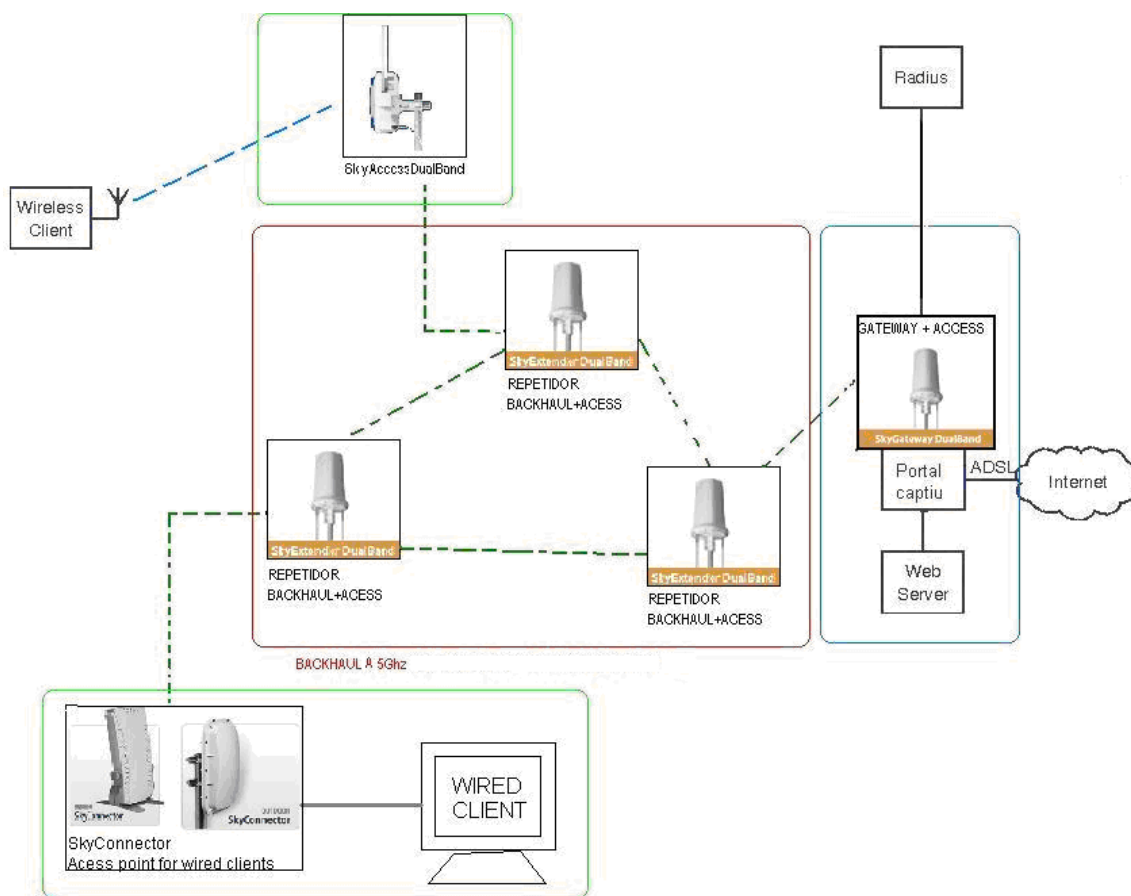
Sobre aquesta banda freqüencial, existeixen pocs dispositius, així que les interferències per altres emissions són pràcticament nul·les, aconseguint així una velocitat de transmissió màxima entre els punts d'accés.

El projecte presentat en aquest document estableix una xarxa de tres nivells: accés, *backhaul* i troncal.

A nivell troncal, hi trobem els dispositius SkyGateway, que injecten capacitat a la xarxa sense fils. Aquests dispositius es connecten a la xarxa de gran capacitat contractada a un operador extern permetent així la connexió a Internet. A més de la funció de porta d'accés a Internet. A part de la seva funció com a enllaços entre les dues xarxes, els SkyGateway actuen també com a punts d'accés sense fils, permetent als usuaris sota la seva àrea de cobertura, accedir a la MetroFi desplegada i a tots els seus serveis.

En la xarxa projectada, s'hi instal·laran tres dispositius d'aquest tipus, però només un serà connectat directament al centre de ubicació, actuant com a dispositiu principal i relegant els altres dos a funcions donar servei als usuaris de les àrees d'influència respectives i distribuïdors de càrrega del tràfic provinent i destinat a Internet. Aquests dispositius es connectaran a la resta de punts d'accés, els SkyExtenders i SkyAccess, mitjançant l'enllaç de *backhaul* que operat a la freqüència dels 5'4 GHz. A l'esquema següent es pot apreciar aquesta secció de la xarxa requadrada de blau.

El nivell de *backhaul*, requadrat en color vermell, està format pels diferents punts d'accés que actuen com a repetidors del senyal i encaminadors que, en combinació amb la tecnologia *mesh* i la distribució mallada dels dispositius, permet cobrir pràcticament la totalitat del terme municipal. Els punts d'accés d'aquest nivell, poden actuar simultàniament en dues bandes de freqüència, oferint al mateix temps l'accés a la xarxa als usuaris connectats i la transmissió/recepció de dades de la resta de punts d'accés de la xarxa.



**Figura 6 - Esquema de la xarxa**

L'últim nivell de la xarxa, el nivell d'accés, es compon dels dispositius que tenen com a únic objectiu proveir als usuaris de connectivitat amb la xarxa sense fils desplegada. Per a tal fi, existeixen dispositius –SkyConnector- que actuen com antenes amb un elevat nivell de guany que permeten la comunicació amb els punts d'accés dels altres dos nivells descrits. En el projecte que es presenta, no s'ha considerat a priori, la instal·lació d'aquest tipus de dispositius. En aquest nivell també s'han considerat els dispositius SkyAccess, encarregats d'estendre la cobertura de la xarxa en aquelles zones on la densitat de població i d'obstacles potencial és més reduïda; així com de reforç als SkyExtenders en les zones de més densitat de població.

Els dispositius de les tres capes anteriors permeten, tots ells, una gestió remota a través d'una interfície web, una connexió de consola per a la seva gestió directa i un connector de tipus RJ45 per a la connexió de dispositius IP. Tots els dispositius proposats es troben preparats per a la seva alimentació a través del port de connexió *ethernet –Power On LAN-*. No obstant, per al projecte aquí descrit, s'ha planificat la instal·lació de tots els punts d'accés amb connexió directa a la xarxa elèctrica a través de la seva instal·lació en els fanals del sistema d'enllumenat públic.

Els trams d'interconnexió físics entre punts d'accés, seran totalment inexistents, evitant així qualsevol tipus d'obra civil a gran escala.

Les connexions dels punts d'accés a la xarxa externa, seran connectats directament amb la xarxa de l'operador que ofereixi el servei d'accés a la banda ampla tot respectant els acords de nivell de servei establerts prèviament amb el consistori.

A l'edifici de l'ajuntament s'hi realitzarà la instal·lació del cablejat fins a l'últim pis, on s'hi ubicarà el centre de cobricació en la sala escollida pel consistori. Finalment, la connexió amb l'SkyGateway situat al terrat de l'edifici, també es realitzarà amb un suport físic. No obstant, el cablejat aquí descrit no requereix d'obra civil i, per tant, el seu cost serà relativament baix.

Finalment, per tal de proveir el subministrament elèctric necessari als punts d'accés, només caldrà realitzar-ne la connexió amb la xarxa elèctrica del fanal on s'instal·larà el dispositiu. Una operació senzilla que es realitzarà seguint les canalitzacions existents als fanals del sistema d'enllumenat públic a través de l'ús d'un passa cables industrial o eines similars.

### **3.8. CAPÍTOL 8 – DESCRIPCIÓ OPERATIVA DE LA PROPOSTA PER AL RÈGIM DE COUBICACIÓ DEL SERVEI.**

A continuació es marcaran les pautes generals del règim de cobricació per al proveïment dels diversos serveis proposats en el marc de les iniciatives eEurope2005 i i2010.

#### **3.8.1. Proposta del model operatiu, característiques i requeriments.**

L'ús i explotació de la xarxa seran regulats pel mateix ajuntament de Cabrils, amb l'objectiu d'oferir els recursos necessaris en relació a la infraestructura, a qualsevol empresa que vulgui oferir els seus serveis a través de la xarxa sense fils. La prestació de serveis es realitzarà en un règim de lloguer de la xarxa i de l'espai necessari al centre de cobricació.

L'ajuntament de Cabrils, no oferirà mai un servei d'accés directe a Internet als usuaris finals sense el registre mercantil previ en qualitat d'ens operador de telecomunicacions.

De la mateixa manera, no es recomana el lloguer de la xarxa a altres operadors amb capacitat, pròpia o subarrendada, d'arribar als usuaris finals potencials. L'ús exclusiu de la xarxa per l'accés a Internet i l'ús de programes no permesos per la llei –programes de descàrregues il·legals, ús excessiu de connexions ftp, ...- i que suposaria una disminució notable del rendiment global de la xarxa, perjudicant a la totalitat d'usuaris.

Com a conseqüència directa dels motius expressats anteriorment, es recomana, sempre sota l'aprovació de l'entitat gestora de la xarxa, l'oferta dels serveis següents:

- Correu corporatiu
- Servei de còpies de seguretat remotes, *backup online*
- Disc dur virtual
- Servei de fax a través del correu electrònic
- Antivirus *online*
- Servei de vídeo vigilància
- Serveis d'ofimàtica
- Xarxes privades virtuals (VPN)
- Formació a distància
- Gestió laboral bàsica
- Gestió de clients bàsica
- Intranet
- Inventari i auditoria de xarxes
- Portals corporatius per a la gestió documental i del coneixement
- Gestió contable bàsica
- Administració en línia (*e-government*)
- Serveis de salut a distància (*e-health*)
- Negocis electrònics (*e-busines*)

Els requeriments mínims establerts d'entrada, susceptibles d'ampliació amb l'aprovació pertinent de l'entitat gestora de la xarxa, són:

- No permetre l'ús de comportaments il·legals o al·legals de la infraestructura
- No sobresaturar els enllaços

A continuació, es presenta la proposta de les clàusules mínimes que el contracte de coubicació hauria d'incloure.

### Termes generals

L'operador sol·licitant sol·licitarà a l'entitat gestora (d'ara endavant, les parts) i, el segon concedirà sota els termes i condicions que s'indiquen, els ports i la coubicació; la quantitat, ubicació, mesura i demés característiques dels quals hauran de constar al contracte signat.

Les parts acorden coordinar les feines, operacions i tota activitat que sigui necessària de dur a terme amb els objectius establerts al contracte, designant les facultats suficients als seus representants per a tal efecte.

### Objectiu

L'operador sol·licitant es compromet a utilitzar els espais per a la coubicació que s'indiquin al contracte, així com les futures ampliacions o d'altres espais per a la coubicació, únicament per a la instal·lació d'equips de finalització d'enllaços d'interconnexió.

Als espais designats per l'entitat gestora de la xarxa, l'operador sol·licitant podrà instal·lar l'equipament tècnic que consideri oportú sempre que compleixi amb els estàndards de qualitat establerts per la comunitat europea. Aquests equips seran utilitzats amb la única finalitat de proveir els serveis pactats amb l'entitat gestora de la xarxa.

Si l'operador sol·licitant desitja introduir canvis en la tipologia o quantitat d'equipament tècnic que consideri necessària, haurà de comunicar-ho de manera fefaent a l'entitat gestora de la xarxa, indicant els terminis necessaris per a efectuar els canvis sol·licitats i el pla de contenció per al proveïment alternatiu del servei durant aquests terminis.

### Vigència

El període de vigència del aprovisionament de ports i espais per a la coubicació serà igual al període indicat al contracte i aquest no podrà ser major o menor que *temps*<sup>3</sup>.

Un cop finalitzat el termini de vigència i, en cas d'existir, la(es) pròrroga(es), l'operador sol·licitant haurà de retirar tot l'equipament instal·lat, deixant totalment lliure l'espai per a la coubicació contractat a l'entitat gestora de la xarxa en un temps d'entre trenta (30) i cent vuitanta (180) dies, en funció de les prioritats de l'entitat gestora de la xarxa.

### Atribucions de l'entitat gestora de la xarxa – reubicacions

L'entitat gestora de la xarxa té el dret de canviar la ubicació dels espais cedits per a la coubicació i de l'equipament instal·lat per l'operador sol·licitant, sempre i quan sigui necessari per motius degudament justificats.

El canvi d'ubicació d'espais per a la coubicació i/o dels equipaments de l'operador sol·licitant poden ser de naturalesa temporal o permanent en funció de les necessitats de l'entitat gestora de la xarxa.

---

<sup>3</sup> Aquesta duració serà determinada per l'entitat gestora de la xarxa

La decisió del canvi, degudament justificada, no podrà afectar a les condicions ni característiques dels espais prèviament pactats entre l'operador sol·licitant i l'entitat gestora de la xarxa.

El canvi d'ubicació d'espais per a la coubicació i/o equipament de l'operador sol·licitant, haurà de ser comunicat fefaentment amb una antelació de cent vint (120) dies previs a la data efectiva dels canvis notificats.

Les feines associades al trasllat i reinstal·lació de l'equipament aniran a càrrec de l'entitat gestora de la xarxa, sempre i quan sigui aquesta entitat la sol·licitant dels canvis, sempre en coordinació amb l'operador sol·licitant afectat, per tal d'evitar la interrupció dels serveis.

L'incompliment per part de l'operador sol·licitant de les obligacions mencionades als punts anteriors, atorgarà el dret a l'entitat gestora de la xarxa a cancel·lar el contracte amb l'operador sol·licitant o bé a realitzar la totalitat de les tasques per a realitzar el trasllat i reinstal·lació per part de tercers o pròpia, incloent les despeses d'emmagatzematge del material retirat en cas d'haver-n'hi.

### Preus

Els preus del lloguer mensual dels espais per a la coubicació seran indicats al contracte. Aquests preus inclouen la disponibilitat de l'espai físic establert al contracte així com el subministrament elèctric necessari per a la provisió dels serveis pactats. En cas de ser necessària l'adequació de l'espai contractat, es realitzarà un pressupost específic per a tal fi a càrrec de l'operador sol·licitant.

### Aspectes tècnics de la coubicació

L'accés al cablejat es realitzarà d'acord a alguna de les tres opcions següents:

- 1) Entrada directa la cambra zero
- 2) Entrada per la cambra adjacent a la cambra zero
- 3) Entrada per la cambra limítrofa (la més propera possible) a la cambra zero

En qualsevol dels casos, caldrà especificar cada espai destinat a la coubicació, la cambra d'entrada, el domicili de l'edifici d'aquesta i el de la cambra zero, en cas de ser diferents.

En l'accés a la(es) cambra(es), l'operador sol·licitant podrà disposar d'un o dos conductes d'entre 90 i 110 mil·límetres de diàmetre per al seu propi cablejat.

### Esquema d'implantació

En cas d'assignar-se una cambra limítrofa, hi haurà, com a mínim, una conducció dedicada per a cada operador sol·licitant entre la cambra d'entrada i la cambra zero. A més, hi haurà una canalització de reserva per a tasques de manteniment d'ús compartit entre els diferents operadors sol·licitants.

El cablejat d'accés a l'edifici haurà de complir amb totes les normes de seguretat i qualitat establertes per la CE i l'entitat gestora de la xarxa i no disposar de cap connexió en tot el seu recorregut per la infraestructura de l'edifici que allotja la(es) cambra(es). A més, el cablejat haurà de ser fàcilment identificable i associable a l'empresa propietària del cablejat al llarg de tot el seu recorregut.

L'entitat gestora entregarà els esquemes necessaris per a la instal·lació posterior del cablejat, tot atenent a les mesures de seguretat pertinents.



L'entitat gestora de la xarxa es farà responsable de la instal·lació i manteniment del cablejat entre la cambra d'entrada i la cambra zero, per tal d'evitar accessos no autoritzats o interferències amb la infraestructura pròpia.

### 3.8.2. Proposta del model de manteniment en règim de coubicació.

El manteniment en règim de coubicació segueix les mateixes pautes indicades al Capítol 11 d'aquest mateix document. Cada operador sol·licitant haurà de fer-se càrrec del manteniment de la seva infraestructura ubicada al centre de coubicació i de la connexió des de l'exterior, a excepció de la infraestructura pont referida a l'apartat anterior.

## 3.9. CAPÍTOL 9 – MAQUINARI DE L'USUARI.

Per a la connexió a la xarxa sense fils desplegada al llarg del terme municipal de Cabriels, calen uns requeriments mínims de maquinari, detallats a continuació.

Tots els dispositius que desitgin connectar-se a la xarxa sense fils, independentment del servei que es vulgui utilitzar, hauran de ser compatibles amb els estàndards emprats a la xarxa. El nivell d'accés, on es connectaran els usuaris finals, fa ús dels estàndards IEEE 802.11b i IEEE 802.11g, treballant a la banda freqüencial dels 2'4 GHz, amb una velocitat màxima de transmissió de 54 Mbps. Aquesta tecnologia és la més estesa en l'actualitat i dota de certa mobilitat les xarxes d'àrea local tant a nivell corporatiu, educatiu com residencial.

Actualment existeixen al mercat un ampli ventall de dispositius compatibles amb aquesta tecnologia, tots ells identificats amb els logotips de la WiFi Alliance, que en certifica la seva plena compatibilitat. A continuació es mostra un exemple dels diferents logotips que la WiFi Alliance atorga als dispositius certificats.



Figura 7 - Logotips de productes certificats

Cal destacar que els dispositius que incorporin l'últim dels logotips, veuran restringit el seu funcionament a les bandes delimitadores pels estàndards b i g, ja que la xarxa planificada no utilitza la banda freqüencial de 4'9 GHz (802.11a) per a l'accés dels usuaris finals.

### 3.9.1. Descripció del maquinari específic de l'usuari.

Els usuaris disposaran d'accés a la xarxa sense fils sempre i quan els seus dispositius compleixin amb els estàndards citats anteriorment.

A continuació es troba una descripció del maquinari més habitual que permet la connexió a una xarxa sense fils:

- Targetes PCI

Aquest tipus de targetes s'utilitzen, majoritàriament, en ordinadors de sobretaula. La connexió utilitzada (PCI) és una ranura que es troba a la placa base de l'ordinador, fet que comporta l'obertura del dispositiu per a connectar-hi la targeta. Aquests dispositius requereixen uns

coneixements mínims sobre maquinària i programari o, una guia pautada pas a pas sobre la seva instal·lació i configuració.

- Targetes PCMCIA

Els dispositius d'aquest tipus són utilitzats, en gran part, en ordinadors portàtils compatibles amb aquest tipus de connector. Actualment el seu ús no es troba gaire estès, ja que en gran mesura els ordinadors portàtils incorporen de fàbrica la connexió sense fils en un xip integrat a la placa base. La instal·lació d'aquests dispositius és de relativa senzillesa, ja que només cal introduir la targeta en qüestió a la ranura PCMCIA i configurar-la seguint les instruccions de cada fabricant.

- Clients USB

Aquest tipus de dispositiu es troben relativament estesos donada la seva facilitat i comoditat tant en la instal·lació com en la seva configuració. La seva connexió és tan senzilla com connectar el dispositiu a un port USB lliure i seguir les instruccions de configuració del fabricant.

- Altres dispositius

Actualment, la majoria de dispositius d'electrònica de consum són compatibles amb les xarxes sense fils i, molts, incorporen el maquinari necessari per a realitzar connexions sense fils, com per exemple ordinadors portàtils, dispositius PDA, telèfons IP, telèfons duals, reproductors avançats de música, ... En aquests casos no cal cap dels dispositius citats anteriorment.

### 3.9.2. Equips compatibles amb la xarxa.

L'entitat reconeguda oficialment com a entitat certificadora per als dispositius compatibles amb les xarxes sense fils és la Wi-Fi Alliance. Es tracta d'una entitat sense ànim de lucre, fundada l'any 1999 amb l'objectiu de certificar la interoperabilitat dels productes amb tecnologia IEEE 802.11 i de promoure'n el seu ús com a estàndard de les xarxes sense fils en tots els segments del mercat.

Tots els equips que presten servei als usuaris finals, disposen de les certificacions necessàries per assegurar-ne la compatibilitat amb els diferents estàndards. Això assegura que tots els equips han estat sotmesos a rigorosos tests i proves de funcionament que asseguren la interoperabilitat entre tots els dispositius de fabricants certificats.

Actualment, més de tres cents fabricants estan adherits a la Wi-Fi Alliance, el que proporciona gran quantitat d'opcions als usuaris finals a l'hora d'escollir els dispositius amb capacitats de connexió sense fils.

A continuació es presenta una llista de possibles marques plenament compatibles amb la xarxa projectada per al terme municipal de Cabriels.

- Targetes PCI
  - o SMC
  - o Belkin
  - o Cisco
  - o USRobotics
  - o LinkSys
  - o ...
- Targetes PCMCIA
  - o SMC
  - o Belkin
  - o Cisco

- LinkSys
- Conceptronic
- D-Link
- ...
- Clients USB
  - D-Link
  - Hercules
  - LinkSys
  - ...
- Altres dispositius amb connectivitat sense fils
  - Motorola (routers, mòbils,...)
  - Nokia (routers, mòbils,...)
  - Apple (ordinadors, iPods,...)
  - Dell (ordinadors)
  - BelAir networks (routers, punts d'accés,...)
  - HP (ordinadors, PDAs, ...)
  - ...

La llista completa de fabricants adherits a la Wi-Fi Alliance es pot consultar a la pàgina web següent [http://www.wi-fi.org/our\\_members.php](http://www.wi-fi.org/our_members.php).

### 3.10. CAPÍTOL 10 – PROPOSTA PER AL PLA DE INICIAL DE TREBALL

#### 3.10.1. Pla de treball.

En aquest apartat es detallen els punts més importants per a l'inici i l'execució de les obres per al desplegament de la infraestructura de la xarxa sense fils al llarg del terme municipal de Cabriils.

El pla inicial de treball es troba format per dos apartats principals, el desplegament i instal·lació dels punts d'accés i la configuració posterior de la xarxa.

El conjunt de fites per assolir són:

- els punts d'accés instal·lats correctament
- tenir la xarxa configurada

A continuació es mostra un resum dels processos, tasques i fites.

Type	Name
☐	Execució del projecte
☐	Pla inicial de treball
☐	Desplegament de la infraestructura
☐	Instal·lació PA
◆	Punts d'Accés
☐	Xarxa d'alimentació
☐	Configuració de la xarxa
☐	Configuració de la xarxa
◆	Xarxa configurada

Els recursos necessaris per a la realització de les tasques mostrades a la figura anterior són:

- **5 operaris** que instal·laran els punts d'accés i els connectaran al sistema d'enllumenat públic, tal com es descriu al projecte.

- **1 enginyer** de telecomunicacions que s'encarregarà de supervisar les tasques d'instal·lació dels punts d'accés, així com de la correcta orientació de les antenes per tal d'assegurar la màxima capacitat de la xarxa

A continuació es mostren els diagrames de Gantt i de recursos per a l'inici dels treballs.

Diagrama de Gantt per a l'inici dels treballs

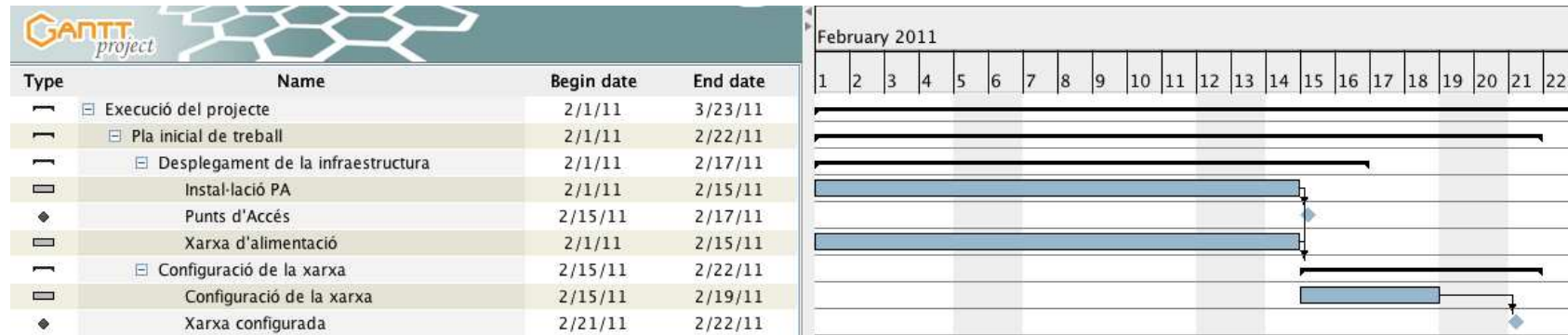
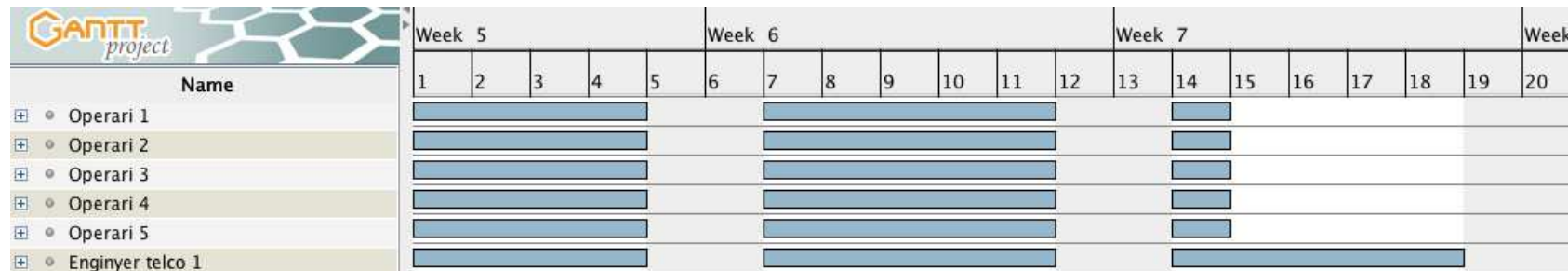


Diagrama de recursos per a l'inici dels treballs



### 3.10.2. Connexió de la xarxa.

Un cop finalitzada la instal·lació de la infraestructura base de la xarxa, es proposen les accions següents per tal d'assolir una xarxa i serveis funcionant correctament en el menor lapse de temps possible.

El termini total d'instal·lació i encesa de la infraestructura estimat és de trenta-sis dies, un temps relativament competitiu per a una infraestructura de comunicacions.

Per aconseguir l'objectiu establert, els següents passos i fites són:

☰	☰ Posada en funcionament de la xarxa
☰	Activació dels servidors
◆	Connexió de la primera zona
☰	Proves de funcionament
☰	Proves de càrrega
☰	Avaluació del funcionament dels serveis bàsics
◆	Correcte funcionament de la primera zona
☰	Anàlisi dels resultats
☰	Connexió de la segona zona
☰	Connexió de la tercera zona
☰	Anàlisi del funcionament de la xarxa

Els recursos necessaris per a realitzar les tasques descrites seràn:

- 4 operaris
- 4 enginyers de telecomunicacions
- 1 grup de voluntaris per a les proves de càrrega

Els operaris s'encarregaran d'encendre els punts d'accés situats als fanals del sistema d'enllumenat públic durant la connexió de la primera, segona i tercera zona.

Els enginyers de telecomunicacions configuraran la xarxa, encendran els servidors i la seva configuració, proposaran les proves de funcionament, participaran des del centre de cobricació en el control de la connexió de les diferents zones, crearan i gestionaran les proves de càrrega i, finalment, realitzaran un informe que contingui l'anàlisi dels resultats obtinguts fins al moment.

Per últim, un grup de voluntaris participarà en les proves de càrrega seguint les instruccions que els facilitin els enginyers.

A continuació es mostren els diagrames de Gantt i de recursos per a realitzar les tasques descrites anteriorment.

Diagrama de Gantt per a la posada en funcionament de la xarxa

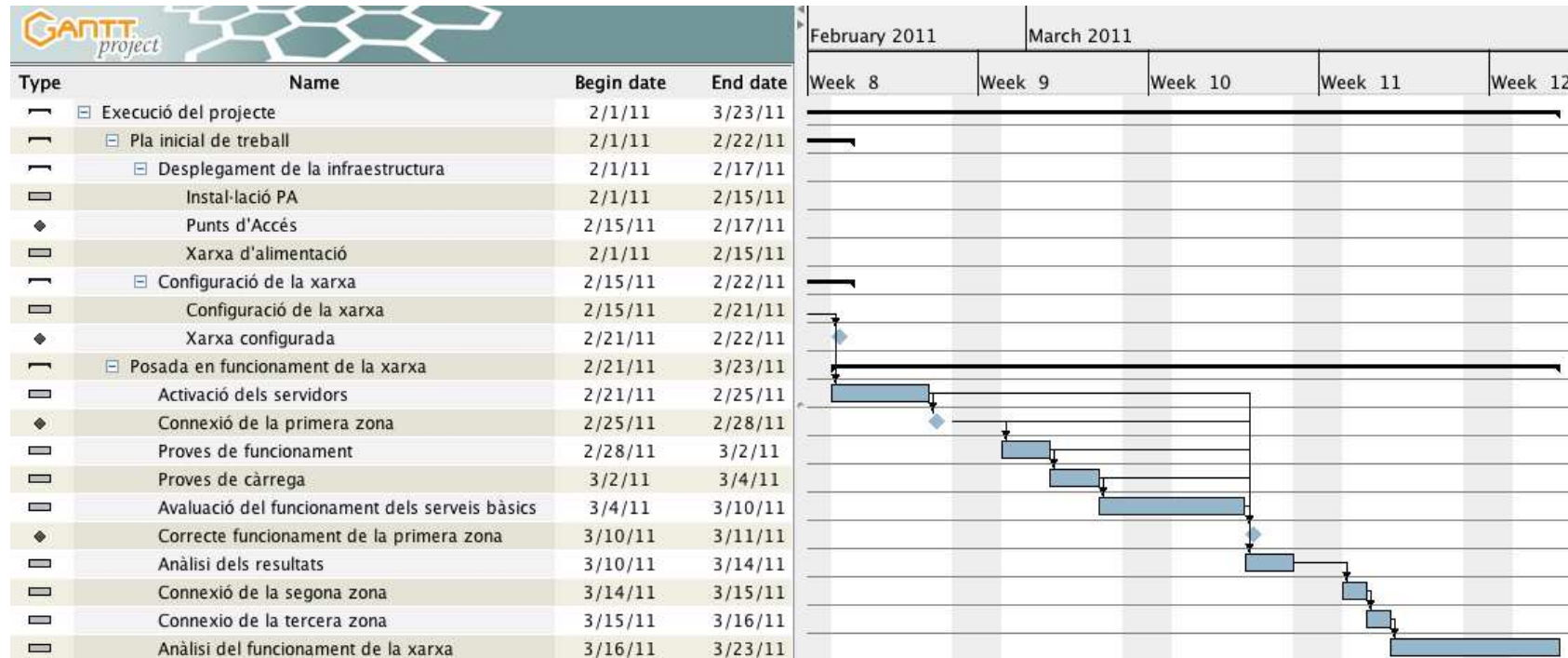
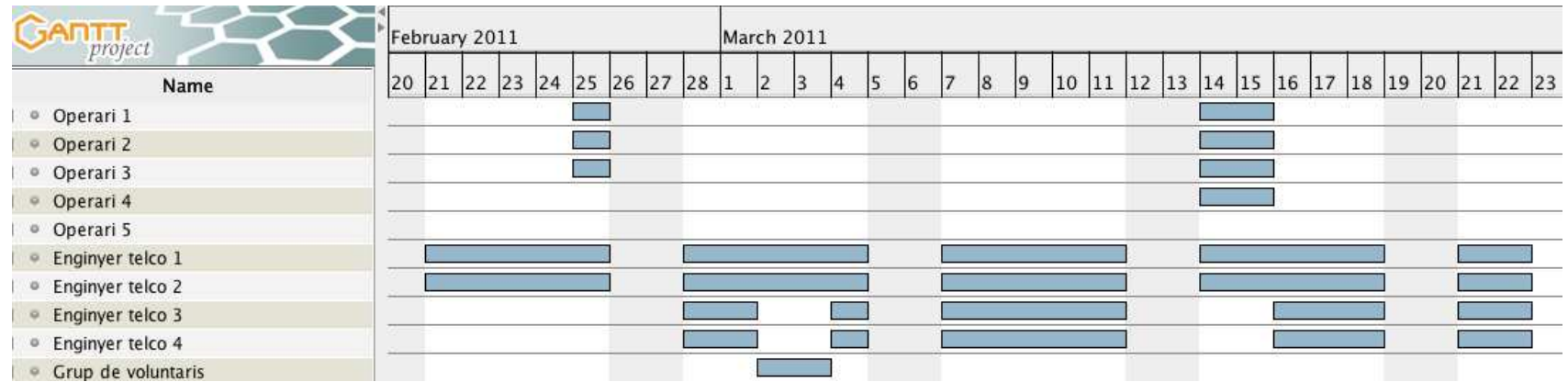


Diagrama de recursos per a la posada en funcionament de la xarxa





### 3.11. CAPÍTOL 11 – PROPOSTA PER AL PLA DE MANTENIMENT GENERAL.

Per tal de garantir un temps de resposta a possibles fallades del sistema, s'ha d'establir prèviament un pla d'actuació. Amb aquesta proposta s'espera garantir el correcte funcionament dins dels paràmetres més habituals per aquest tipus de xarxes.

#### 3.11.1. Manteniment preventiu.

En primer lloc, s'establirà un calendari amb la programació de les revisions de manteniment, amb la intenció de realitzar un manteniment preventiu. La freqüència inicial de les revisions serà cada sis mesos a partir del dia en que la xarxa sense fils es trobi plenament operativa. Aquestes revisions no suposaran que la xarxa deixi de funcionar durant un temps determinat ja que el disseny d'aquesta ofereix suficient redundància entre les connexions dels punts d'accés. En el cas del servidor RADIUS, s'activarien servidors de *back-up* durant el temps de diagnòstic, en hores vall, d'aquest servei, sempre que sigui necessari realitzar-lo.

#### 3.11.2. Manteniment correctiu.

En referència a les mesures de manteniment correctiu, el sistema està preparat per a la monitorització de la xarxa des del centre de gestió remota a través del protocol estàndard SNMP, compatible amb tots els dispositius projectats per a la xarxa sense fils. En cas de detectar una fallada, sempre que sigui possible, s'arreglarà des del centre de gestió de la xarxa de forma remota.

En el supòsit que la fallada impliqui accions de camp, un tècnic es desplaçarà fins al node en qüestió o bé, un tècnic qualificat del terme municipal s'hi desplaçarà.

En el cas d'accidents per causes de força major o causes derivades de vandalisme, directe o indirecte, s'avisarà a l'asseguradora que l'ajuntament del terme municipal tingui contractada per tal de fer-se càrrec del cost de la reparació o del cost de substitució de l'aparell.

Si l'averia és conseqüència d'una fallada del maquinari, aquest serà substituït i l'averia serà notificada al proveïdor del maquinari sempre i quan la garantia encara tingui vigència.

Cada canvi o actualització realitzats, serà degudament registrat i documentat en detall. De la mateixa manera, qualsevol canvi en aquest procediment haurà de ser convenientment notificat, per escrit, a l'entitat gestora de la xarxa a totes les entitats que subarrendin els serveis de ubicació.

L'objectiu últim d'aquests registres és poder detectar errors en el disseny del procés o depurar responsabilitats en cas de negligència d'alguna de les parts implicades en el procés.

#### 3.11.3. Garantia del temps de resposta.

El diagrama anterior serveix com a guia per a la temporització del temps de resposta en cas de fallades al sistema.

En la majoria dels casos, hauria de ser possible resoldre les averies lleus de forma remota. En cas de ser així, el titular de la monitorització de la xarxa decidirà quina solució, provisional o definitiva, aplicar. Si l'averia té lloc durant la jornada laboral habitual, el supervisor de gestió prendrà la decisió i els gestors n'aplicaran la solució. El temps de presa de decisions i l'aplicació d'aquestes no podrà ser superior a les quatre (4) hores dins de l'horari laboral.

No obstant, les averies greus que requereixin el desplaçament d'un tècnic, poden afectar al temps de reparació en funció de si es tracta d'un tècnic local o no. En cas de ser necessari un perit per part de la companyia asseguradora, al temps de resposta anteriorment indicat s'hi hauria d'afegir el temps d'espera del perit i de la presentació de resultats per part de l'empresa asseguradora. En

cap cas, aquests retards seran atribuïbles a la companyia encarregada del manteniment de la xarxa. No obstant, l'entitat responsable del manteniment de la infraestructura hauria de disposar d'un estoc reduït de recanvi per tal de poder minimitzar el temps d'inoperativitat d'un node de la xarxa en cas d'allargar-se el temps de manteniment/repació.

#### 3.11.4. Garantia, cobertura i excepcions.

Per a la implementació d'aquest projecte, l'empresa proveïdora seleccionada, SkyPilot, és una empresa amb presència internacional que ja ha estat contractada per altres projectes similars. A més, disposa d'un *partner* a la península Ibèrica amb el qual han dut a terme desplegaments de xarxes similars a la proposada en aquest text, tot i que de menor envergadura. Els detalls de la garantia dels productes proposats es poden trobar al Capítol 17.

Per a accelerar el temps de resposta en cas d'incidències es proposa emmagatzemar un estoc reduït d'equips de reserva, per no haver d'esperar a l'enviament d'equips per part del proveïdor, fet que podria provocar que un node estigui inoperatiu durant més temps de l'establert al capítol anterior.

En relació a la cobertura garantida, el disseny de la xarxa assegura una cobertura òptima als carrers i espais públics del terme municipal i, a més, la proposta per a la ubicació dels punts d'accés n'assegura també una bona recepció des de l'interior de la majoria dels edificis de Cabriels.

Aquest projecte no contempla cap garantia sobre els equips d'accés emprats per part dels client independentment del fet que el proveïdor dels dispositius aparegui a la llista del Capítol 9 d'aquest document, ja que l'objectiu final del projecte és el desplegament d'una xarxa sense fils d'àmbit municipal amb suport per a serveis electrònics.

Cada client haurà d'adquirir els dispositius necessaris, essent els mateixos coberts per les garanties dels respectius fabricants.

L'alimentació dels punts d'accés i portes d'enllaç s'obindrà de la xarxa pública de subministrament elèctric per al sistema d'enllumenat públic que, quedant subjectes a les mateixes garanties de proveïment de servei d'aquest. No obstant, els equips ubicats al centre de cobriment i no pertanyents als operadors sol·licitants, disposaran d'un servei d'alimentació autònoma ininterrompuda (SAI) que en permetrà la correcta desconexió dels serveis emmagatzemats en aquest equipament en cas de fallada del subministrament elèctric.

Cal notar que una fallada general del subministrament elèctric a la xarxa d'enllumenat públic suposaria la interrupció de tots els serveis, inclosa la mateixa connexió sense fils, fins al restabliment del subministrament.

#### 3.11.5. Programa en cas d'averia extrema.

En cas d'averia extrema, l'entitat encarregada del manteniment de la xarxa haurà de comunicar de manera immediata al consistori del problema detectat i l'abast d'aquest, per tal que aquest comuniqui de manera apropiada l'incident als usuaris de la xarxa.

Si l'origen de l'averia es troba en la configuració de la xarxa, es procedirà a l'estudi detallat del problema i a la realització d'una proposta de solució que pugui ser aplicada en el menor temps possible.

En el cas d'averies causades per forces de causa major o qualsevol altre motiu impossible de preveure, es realitzarà una avaluació detallada dels danys i perjudicis, una proposta de restitució de tots els serveis i, posteriorment amb l'aprovació del consistori, es procedirà a l'execució de la proposta.

Si la xarxa estigués fora de servei durant massa temps, una autoritat competent seria responsable de la imputació de responsabilitats atorgant el dret a l'ajuntament de reclamar les indemnitzacions pertinents d'acord al termes finals pactats i als perjudicis causats

### **3.12. CAPÍTOL 12 – PROPOSTA SOBRE LES POLÍTIQUES DE GESTIÓ DE LA INFRAESTRUCTURA.**

#### **3.12.1. Gestió remota.**

La gestió de la xarxa es realitzarà, sempre que sigui possible, de forma remota des del centre de coubicació. L'entitat encarregada del manteniment haurà de contractar tècnics del terme municipal o rodalies per a la realització del manteniment o tasques de reparació en cas de pèrdua de la connexió entre els nodes d'enllaç i el centre de coubicació. El motiu principal d'aquesta externalització del servei es deu al fet que la gestió del sistema es realitza *in-band*, sense que existeixi cap canal específic per a la gestió dels dispositius.

#### **3.12.2. Llistes d'accés, aplicacions i ports permesos.**

La xarxa està dissenyada per a que les aplicacions que en fan ús no utilitzin la totalitat de l'ample de banda de forma continuada en el temps, fet que podria col·lapsar la xarxa. Per aquest motiu no es permet cap tipus de tràfic generat per programes de transferència de fitxers basats en el principi de *peer-to-peer* ni un ús excessiu de connexions *FTP*. Els usuaris finals han de comprendre que la xarxa no està dimensionada per a l'ús d'aquests programes a part de les connotacions legals que aquests podrien tenir.

Per evitar l'ús d'aquests programes s'aplicaran llistes d'accés que denegaran el servei als programes més comuns d'intercanvi de fitxer i de tràfic *peer-to-peer*. Un ús adequat de la monitorització de la xarxa indicarà quins usuaris, aplicacions o protocols n'estan abusant. D'aquesta manera les restriccions d'accés es podran modificar dinàmicament en funció del consum/tràfic de la xarxa al llarg dels primers mesos de vida.

#### **3.12.3. Qualitat de servei – QoS.**

La xarxa estarà configurada per acceptar serveis que requereixin QoS. No és convenient que aquest tipus de serveis s'utilitzin de forma generalitzada ja que la naturalesa de les xarxes sense fils no és la més adequada per a suportar gran quantitat de serveis dependents de la QoS, ja que els seus requeriments d'ample de banda solen ser molt elevats. No obstant, aquells usuaris que així ho desitgin, poden sol·licitar al gestor de la xarxa, la prestació de determinats serveis sota un règim de tarificació especial, que hauria de basar-se en l'impacte que aquests serveis puguin tenir sobre el rendiment global de la xarxa.

Per defecte, els nodes projectats prioritzaran el tràfic VoIP i streaming per sobre de la resta de tràfic.

Per a més informació sobre el equips projectats i la seva compatibilitat amb RSVP i d'altres protocols que ofereixen QoS, consultar el Capítol 17 que conté les especificacions tècniques dels dispositius.

#### **3.12.4. Protocols d'actuació.**

La política de gestió serà, inicialment, la descrita en els punts anteriors. No obstant, aquesta podrà ser modificada quan es detecti un deteriorament del rendiment general de la xarxa. En aquests casos, s'estudiarà si es procedeix a prohibir, restringir l'accés o algun altre tipus de mesura correctiva per assegurar el correcte funcionament de la infraestructura. Per exemple es podrien

descartar els paquets que facin ús d'alguna aplicació d'intercanvi d'arxius que en el moment d'implementació de la xarxa no sigui conegut.

Qualsevol canvi de la política de gestió de la xarxa, ha de ser notificat amb dues setmanes d'antelació a tots els clients afectats i, amb almenys un mes d'antelació, a les companyies que participin del model de cobriment per evitar que els seus serveis es vegin afectats pels canvis programats, sempre i quan la seguretat de la xarxa no estigui en risc.

D'acord a les polítiques de gestió anteriorment descrites, totes les accions sobre els nodes de la xarxa han de quedar degudament registrades per a poder-ne estudiar la seva correcta aplicació i/o resultat.

#### 3.12.5. Mètodes de tarificació.

Per als clients finals, la tarificació es realitzarà per defecte en base al temps de connexió o dels serveis contractats, des de l'inici de sessió al servidor RADIUS fins a la seva desconnexió. No obstant, el model de tarificació es pot canviar per tal d'adequar-se a les necessitats definides pel consistori i/o l'entitat gestora, gràcies a les possibilitats d'*accounting* que el servidor RADIUS ofereix.

Per a les empreses que facin ús del règim de cobriment, la tarificació s'aplicarà seguint les condicions establertes en el contracte entre l'entitat sol·licitant i l'entitat gestora. Per defecte s'aplicarà una tarificació basada en el volum de tràfic, obtinguda a partir de la monitorització del tràfic que passa per la interfície dedicada (o màquina virtual) a cadascuna de les empreses.

### **3.13. CAPÍTOL 13 – PROPOSTA SOBRE LA SENYALITZACIÓ DE LA INFRAESTRUCTURA.**

Amb el propòsit d'informar i orientar als ciutadans del terme municipal de Cabriels, sobre la cobertura i extensió de la xarxa sense fils, s'instal·laran senyals que indiquin la presència de la zona de cobertura.

#### 3.13.1. Ubicació dels senyals.

Les senyals identificatives s'instal·laran a les rodalies dels punts d'accés, principalment a les parets dels edificis adjacents als nodes de connexió o, en cas que hi hagi edificis propers, els senyals poden ser instal·lats als mateixos fanals.

#### 3.13.2. Característiques tècniques dels senyals.

- Realitzats en xapa d'alumini de 3 mm de gruix
- Per a la retolació del senyal, s'utilitzarà un vinil reflectant homologat EG (nivell 1)
- La part posterior estarà lacada al forn en color
- Les senyals seran tractades per tal de suportar i resistir les agressions exteriors de tipus físic (cops, pintades,... ), químics (dissolvents, hidrocarburs,... ) i agents mediambientals (canvis tèrmics, humitat, llum solar,... )
- Les dimensions dels senyals seran de 200 mm de longitud i 200 mm d'alçada
- Les senyals s'adheriran en parets per mitjà de quatre cargols, un a cada cantonada, o d'un sistema d'esquadres en cas d'ubicar-se en fanals

#### 3.13.3. Representació gràfica dels senyals.

- S'utilitzarà el logotip de certificació de dispositius sense fils de la Wi-Fi Alliance, que és fàcilment identificable per qualsevol persona i que s'acompanyarà del text "Zona de cobertura"

- El fons del senyal serà de color blau i blanc per tal de facilitar la identificació dels cartells
- Proposta a escala 1:3 del senyal:



**Figura 8 - Proposta senyalització àrees de cobertura**

### **3.14. CAPÍTOL 14 – PROPOSTA SOBRE LA PROMOCIÓ DE LA INFRAESTRUCTURA.**

#### **3.14.1. Promoció i difusió de la infraestructura.**

Un cop la xarxa es trobi operativa i les proves de càrrega sobre la capacitat real de la xarxa estiguin a punt d'acabar, es durà a terme una campanya d'informació i promoció de la infraestructura, els serveis que s'ofereixen i els avantatges que aportarà als ciutadans i als propietaris de petits negocis a la zona. Aquesta promoció començarà amb la col·locació dels senyals descrits anteriorment, per tal de dotar la campanya de visibilitat. També es planteja el fet de repartir tríptics informatius al llarg del centre urbà i les zones on s'hi concentri més població, així com als negocis sota la cobertura de la xarxa projectada per a maximitzar la penetració de la notícia entre els vianants de la zona.

A nivell empresarial, es realitzarà una llista de comerços i empreses que es trobin sota l'àrea d'influència de la xarxa i se'ls comunicarà de la seva posada en funcionament així com dels serveis enfocats als negocis.

També es posarà a disposició de l'entitat gestora una adreça de correu electrònic per tal que totes les consultes ciutadanes puguin ser ateses correctament tant per l'entitat escollida per a l'explotació de la xarxa com als diferents operadors sol·licitants i els serveis que ofereixin.

També es procedirà a informar tots els diaris i emissores d'àmbit local sobre el desplegament de la xarxa, per tal d'augmentar-ne la difusió.

#### **3.14.2. Formació bàsica sobre la infraestructura.**

Per a tots aquells ciutadans censats sota l'àrea de cobertura de la xarxa sense fils o amb interessos econòmics demostrables a la zona, se'ls oferirà, durant un període màxim de tres mesos, cursos de periodicitat setmanal per tal d'oferir formació bàsica sobre la connexió de dispositius sense fils a la xarxa i els diferents mètodes per a la contractació dels serveis oferts en el moment d'encesa de la xarxa.

A més dels cursos de formació, a la pàgina web de l'entitat gestora de la xarxa, s'hi haurà de publicar una sèrie de manuals detallats per a la connexió de diferents dispositius sense fils a la xarxa. Donada la naturalesa variada d'aquests, es recomana realitzar les guies sobre els principals

sistemes operatius presents al mercat i els dispositius més habituals (ordinadors, reproductors multimèdia,...).

L'instructor dels cursos de formació gratuïta podrà ser un dels enginyers locals que col·labori amb l'empresa explotadora dels serveis. De no ser possible aquesta cooperació, l'entitat gestora, s'haurà d'encarregar de la contractació de personal adequat per a la realització de les tasques de formació.

Els assistents als cursos de formació, rebran tota la documentació impresa que, posteriorment, es trobarà disponible a la pàgina web de l'entitat gestora on també s'inclourà un llistat de preguntes més freqüents (FAQ) que haurà de ser adaptat al llarg dels primers mesos de vida de la xarxa per tal d'adaptar-se a les necessitats dels ciutadans.

L'espai habilitat per als cursos de formació, serà cedit per part dels òrgans o entitats municipals i haurà de disposar de dispositius diferents que permetin connexions sense fils per tal de poder fer les demostracions pràctiques.

Es convidarà i recomanarà als assistents que duguin els seus dispositius mòbils amb possibilitats de connexió sense fils per tal d'ajudar-los en la configuració d'aquests per a connectar-se a la xarxa.

Al final de la sessió, es farà entrega als assistents d'un breu qüestionari que permeti l'adaptació de les activitats consegüents per tal d'adaptar-lo a les necessitats ciutadanes i comprovar el nivell de satisfacció i èxit de la iniciativa proposada.

Per últim, s'organitzarà una conferència per tal d'exposar els beneficis personals i comercials que la xarxa pot aportar als ciutadans i petites empreses així com la innocuïtat de la infraestructura i donar resposta a qualsevol dubte que pugui existir en relació a les emissions radioelèctriques, fet que preocupa especialment a determinats moviments ecologistes/socials. S'aprofitarà la benentesa per a presentar breument l'estudi *Interphone* dut a terme per l'Organització Mundial de la Salut des de l'any 2000 i presentat el passat mes de maig, que conclou que no hi ha major risc de càncer per a les persones que fan ús dels dispositius de comunicació mòbils.

### **3.15. CAPÍTOL 15 – MEMÒRIA ECONÒMICA.**

*Continua a la pàgina següent.*

<b>Unitats funcionals</b>			<b>Quantitat</b>	<b>Unitats</b>	<b>Preu unitari</b>	<b>Subtotal</b>
<b>Tipus</b>	<b>Detalls</b>					
<b>Dispositius de xarxa</b>						
Punts d'accés	SkyGateway		3	unitats	2986,20 €	8958,60 €
	SkyExtender		24	unitats	2177,28 €	52254,72 €
	SkyAccess		83	unitats	1121,40 €	93076,20 €
Switch	Dell PowerConnect 2824		1	unitats	339,00 €	339,00 €
<b>Servidors</b>						
RADIUS	Dell PowerEdge R210		1	unitats	2814,00 €	2814,00 €
Portal captiu i web	Dell PowerEdge R210		1	unitats	2814,00 €	2814,00 €
Propòsit general	Dell PowerEdge R900		1	unitats	15487,00 €	15487,00 €
<b>Cablejat</b>						
Cable elèctric	Parell trenat de coure		4500	metres	0,34 €	1512,00 €
Cable de xarxa	STP cat 5e (305m)		305	metres	n.d.	345,00 €
<b>Altres</b>						
Connectors de xarxa	Connector RJ45 (20u)		20	unitats	n.d.	40 €
<b>Salaris</b>						
Salari	Enginyer 1		41	dies	672,00 €	27552,00 €
Salari	Enginyer 2		22	dies	504,00 €	11088,00 €
Salari	Enginyer 3		13	dies	504,00 €	6552,00 €
Salari	Enginyer 4		13	dies	504,00 €	6552,00 €
Salari	Operari 1		13	dies	126,00 €	1638,00 €
Salari	Operari 2		13	dies	84,00 €	1092,00 €
Salari	Operari 3		13	dies	84,00 €	1092,00 €
Salari	Operari 4		12	dies	84,00 €	1008,00 €
<b>Altres despeses</b>						

	Despeses d'enviament de material	n.d.	n.d.	450,00 €
<b>Serveis</b>				
	Consultoria	Consultoria i gestió de projectes - 10% sobre el total de costos		23466,45 €
			<b>Subtotal costos</b>	234664,52 €
			<b>Subtotal</b>	258130,97 €
			<b>IVA</b>	18% 46463,58 €
			<b>TOTAL</b>	<b>304594,55 €</b>



### **3.16. CAPÍTOL 16 – CONCLUSIONS.**

La proposta detallada en aquesta memòria tècnica proposa la cobertura de pràcticament la totalitat del terme municipal de Cabrils amb una xarxa sense fils que permet als residents de la zona accedir a la banda ampla sense dificultats. A més, l'equipament informàtic per a la infraestructura s'ha dissenyat pensant en els futurs serveis que el consistori vulgui aplicar per mitjà de la virtualització de servidors en una sola màquina, el servidor de propòsit general. D'aquesta manera s'aconsegueix reduir el nombre de màquines físiques necessàries, amb el seu corresponent cost energètic i d'ocupació de l'espai físic.



Per tant, el contingut de la proposta és només la infraestructura bàsica per a una xarxa eficient, que respon a les necessitats actuals i és cent per cent escalable en un futur si les necessitats dels usuaris/gestors canviessin. El fet d'implementar la tecnologia de xarxes en malla permet que qualsevol extensió geogràfica de la xarxa no necessiti pràcticament configuració, ja que el sistema d'encaminament intel·ligent dels punts d'accés, ja s'encarrega de fer-ho.

El pressupost es troba dins d'uns paràmetres normal per aquest tipus d'infraestructura. A més, en tractar-se d'una inversió dins del marc d'iniciatives europees per al foment de la societat de la informació, el consistori es podria beneficiar de fons pertanyents als plans FEDER o FEADER.

Per últim, destacar que la planificació organitzada del desplegament de la infraestructura, permet tenir-la a punt en pràcticament un mes i mig, fet que minimitza les molèsties que el desplegament de la xarxa pugui causar als veïns a més d'un ús eficient del temps i, per tant, un estalvi de recursos materials i econòmics.

### 3.17. CAPÍTOL 17 – ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DELS DISPOSITIUS D'ACCÉS.

#### SkyGateway

## SkyGateway Series

### Benefits

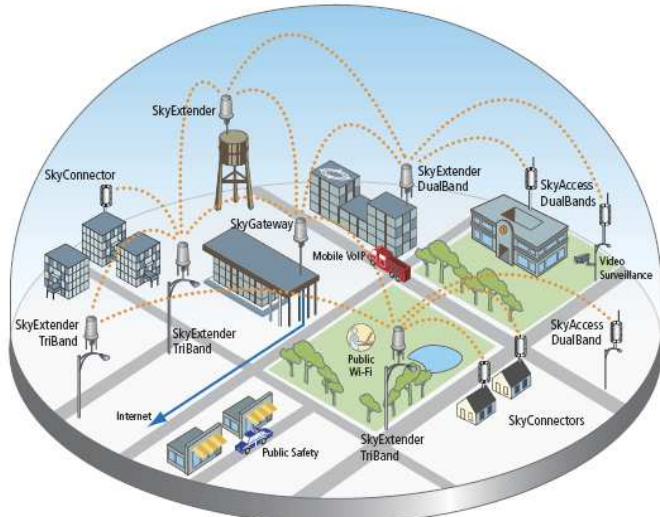
- **Highly scalable capacity injector** that is easily deployed in the network to meet changing subscriber density and traffic demands
- **Robust mesh backhaul** capable of serving multiple applications over one network
- **SyncMesh intelligence** manages traffic to maximize available bandwidth
- **Overcomes limitations** of point-to-multipoint base stations by offering multi-hop path redundancy for greater network reliability and deployment flexibility
- **Dualband and TriBand options** to support client services
  - 2.4 GHz for standards-based Wi-Fi HotZones
  - 4.9 GHz for licensed public safety agencies
- **Lower OpEx** through the auto-discovery and self-configuration, self-optimization, and self-healing advantages of mesh
- **End-to-end QoS** to support converged voice, data and video
- **Hybrid network** ready for citywide municipal and service provider deployments
  - Fixed broadband Internet services
  - Digital Inclusion and public Wi-Fi access
  - Public safety and first responder communications
  - Mobile connectivity for remote agency staff
  - AMR and other e-government initiatives

#### Capacity Injection to the Mesh

The SkyGateway™ series are carrier-class network base stations that provide capacity injection to the mesh network. By deploying SkyGateways, service providers can easily scale available bandwidth to meet changing application demands and enhance network reliability through redundant points of service. Unlike a conventional point-to-multipoint basestation, the SkyGateway is the foundation of a true mesh topology, delivering multi-hop versatility, dynamic rerouting, and outstanding scalability. The SkyGateway is also available in DualBand and TriBand models to enhance local client access in the physical vicinity of the base station where public and municipal applications are served. The SkyGateway series now provides a greater range of options for service providers, integrators, and municipalities to deploy one wireless infrastructure ready to serve multiple private and public sector applications.

The SkyGateway series includes an advanced antenna array called SectorSwitch that provides 360° coverage using eight integrated antenna sectors. SkyGateways communicate with Sky-Extender mesh nodes using OFDM over point-to-point links, which allows SkyPilot to utilize substantially higher output levels as defined by the FCC than conventional omnidirectional antennas. As a result, SkyGateways achieve backhaul links capable of over 28 W EIRP, delivering high modulation rates and the ability to support longer ranges between mesh nodes up to 10 miles/16 km. SkyPilot's Intelligent SyncMesh™ technology manages traffic across the mesh network to mitigate interference and support the prioritizing of voice and data for Quality of Service.

SkyGateway DualBand and TriBand models are available with integrated access points that allow for simultaneous local client access without interrupting backhaul communications. Access points are available in 2.4 GHz for public Wi-Fi and licensed 4.9 GHz for municipal public safety. Each access point includes a high power radio with a high gain omnidirectional antenna. SkyGateway DualBand and TriBand models allow service providers and municipalities to ensure ubiquitous coverage for public Wi-Fi access, first responders, mobile agency staff communications, and more, while seamlessly managing traffic throughout the SkyPilot wireless mesh network.



SkyGateway series is the foundation of a highly scalable, multi-service wireless mesh network

## SkyGateway Series

### Traffic Management

- VLAN support: IEEE 802.1q
- Traffic prioritization: IEEE 802.1p, protocol type, IP port, IP ToS field, and IP address list
- Traffic filtering: protocol type, IP port, and IP address list
- Traffic shaping: upstream and downstream per-user rate control

### Configuration, Management, & Monitoring

- EMS: SkyControl client server application
- NMS integration: SNMPv2c
- IP address: DHCP or static
- Firmware: multiple versions stored in nonvolatile memory; updated over-the-air via FTP
- Provisioning: manual or automated
- Configuration file: XML over HTTP
- SNMP MIBs: MIB-II (RFC 1213); EtherLike (RFC 2665); Bridge (RFC 1493); 802.11; SkyPilot private MIB
- Remote logging
- Remote management: CLI via Telnet, SNMPv2c, web browser
- Local management: RS-232 serial console port



Models	SkyGateway	SkyGateway DualBand	SkyGateway TriBand
Mesh Backhaul	4.9-5.8 GHz	4.9-5.8 GHz (see below)	4.9-5.8 GHz (see below)
Local Access	10/100 Mbps Ethernet (PoE)	10/100 Mbps Ethernet (PoE)	10/100 Mbps Ethernet (PoE)
Wi-Fi Access	None	802.11b/g (2.4 GHz) or 802.11a (4.9 GHz)	802.11b/g (2.4 GHz) and 802.11a (4.9 GHz)

### Wi-Fi Access Specifications

Access Point	2.4 GHz	4.9 GHz
Frequency Band	2.400-2.483 GHz	4.940-4.990 GHz
Radio (peak Tx)	400 mW / 26 dBm	400 mW / 26 dBm
Antennas	7.4 dBi omni	9.5 dBi omni
EIRP	2.2 W / 33.4 dBm (maximum) 100 mW / 20 dBm (minimum)	3.5 W / 35.5 dBm
Media Access	IEEE 802.11b/g CSMA/CA	IEEE 802.11a CSMA/CA
Modulation	OFDM (802.11g), DSSS (802.11b)	OFDM (802.11a)
Channel Width	20 MHz	5, 10, or 20 MHz
Receive Sensitivity	-98 dBm at 1 Mbps	-94 dBm at 6 Mbps (4.9 GHz)
Authentication	RADIUS support, 802.1x	
Encryption	AES, WPA (EAP-TTLS, EAP-PEAP/MSCHAPv2 with TKIP), MIC, and dynamic WEP	

### Mesh Backhaul Specifications

Frequency Band	4.940-5.350 (not available with 4.9 GHz AP), 5.470-5.725, or 5.725-5.850 GHz
Radio (peak Tx)	450 mW / 26.5 dBm
Antennas	Eight -- antenna array -- 18 dBi integrated sectors (45° horizontal, 6° vertical each sector)
EIRP	44.5 dBm / 28.2 W peak (maximum) (also available in configurations for 36 dBm / 4 W, 33 dBm / 2 W, and 30 dBm / 1 W for international regulatory compliance)
Media Access	Time Division Duplex (TDD)
Modulation	OFDM with adaptive modulation
Throughput	Up to 20 Mbps UDP / Up to 12 Mbps TCP
Receive Sensitivity	-90 dBm at 6 Mbps
Channel Width	20 MHz
Channel Resolution	5 MHz frequency control
Range	Up to 10 miles / 16 Kilometers
Latency	10-12 ms roundtrip per hop
Connectivity	SkyGateway Series and SkyExtender Series, SkyAccess and SkyConnector devices
Authentication	RSA-Based Certificates
Encryption	128-bit AES

### Physical Specifications

Connections	One RJ-45 -- power and Ethernet (PoE) One RJ-45 -- RS-232 serial for local CLI management
Mounting	Mast, tower, utility pole, light pole, building or other infrastructure (optional mounting kits available for some installations)
Indicators (LED)	Wireless activity, wireless link (located on device bottom for easier ground level viewing)
Dimensions	Height: 25 inches / 63.5 cm radome 33 inches / 83.8 cm with antennas
Weight	15.0 pounds / 6.75 Kilograms
Operating Temperature	-40° to 131° F / -40° to 55° C
Wind Loading	Up to 150 mph / 242 kph
Enclosure	HEMA-4X
Power	110 VAC, 50-60Hz input; 8.5-16 Watts (varies by model and other factors)
Certifications	FCC Part 15, FCC 47 CFR Part 15, Class B USA; compliant with UL safety standards; ETSI, ACA, RoHS
EMI	FCC Part 15.107 and 15.109



Leading the Mesh Revolution

© 2007 SkyPilot Networks, Inc. All rights reserved. SkyConnector, SkyControl, SkyExtender, SkyGateway, SkyAccess, SyncMesh, SkyPilot, SkyPilot Networks, the SkyPilot logo, and other designated trademarks, trade names, logos, and brands are the property of SkyPilot Networks, Inc. or their respective owners. Product specifications are subject to change without notice. This material is provided for informational purposes only. SkyPilot assumes no liability related to its use and expressly disclaims any implied warranties of merchantability or fitness for any particular purpose.

DS01-C-02/07

SkyPilot Networks, Inc.  
2055 Laurelwood Road  
Santa Clara, California 95054  
Telephone: +1-408-764-8000  
sales@skypilot.com  
www.skypilot.com



## SkyExtender Series

### Mesh Expansion with Local Client Access Options

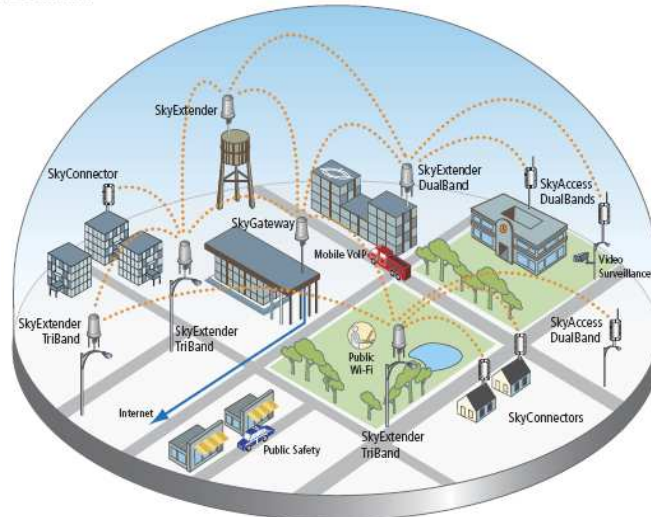
The SkyExtender™ series is a high capacity mesh device that is capable of fulfilling multiple roles in the wireless network. First, SkyExtender devices expand the network from a SkyGateway by creating a flexible and robust mesh topology that offers carrier-class reliability through dynamic best-path routing, self-healing failover, and adaptive modulation. Second, SkyExtender is available in DualBand and TriBand models to offer one or two integrated client access bands for serving various public and municipal applications. The versatile SkyExtender series allows service providers and municipalities to achieve unprecedented return on investment by deploying one wireless infrastructure that serves multiple private and public sector functions.

The SkyExtender series includes an advanced antenna array called SectorSwitch that provides 360° coverage using eight integrated antenna sectors. Each SkyExtender communicates using OFDM over a point-to-point link, allowing SkyPilot to utilize substantially higher output levels as defined by the FCC than conventional omnidirectional antennas. As a result, the SkyExtender mesh is capable of over 28 W EIRP, delivering high modulation rates and the ability to support longer ranges between mesh nodes up to 10 miles/16 km. Intelligent SyncMesh™ technology manages traffic across the mesh backhaul to mitigate interference and support the prioritizing of voice and data for Quality of Service.

SkyExtender DualBand and TriBand models are available with integrated access points that allow for simultaneous local client access without interrupting backhaul communications. Access points are available in 2.4 GHz for public Wi-Fi and licensed 4.9 GHz for municipal public safety. Each access point includes a high power radio with high gain omnidirectional antenna. With SkyExtender DualBand and TriBand nodes, service providers and municipalities can deploy a ubiquitous coverage area for public Wi-Fi access, first responders, mobile agency staff communications, and more, while seamlessly managing traffic across the SkyPilot wireless mesh backhaul.

### Benefits

- **Robust mesh backhaul** can serve multiple applications over one wireless infrastructure
- **SyncMesh intelligence** manages traffic and RF performance to optimize available bandwidth
- **Lower OpEx** through auto-discovery and self-configuration, dynamic rerouting, and self-healing advantages of mesh
- **Dual and TriBand options** to support client services
  - 2.4 GHz for standards-based Wi-Fi HotZones
  - 4.9 GHz for licensed public safety agencies
- **End-to-end QoS** to support converged voice, data and video
- **Hybrid network ready** for citywide municipal and service provider deployments
  - Fixed broadband Internet services
  - Digital Inclusion and public Wi-Fi access
  - Public safety and first responder communications
  - Mobile connectivity for remote agency staff
  - AMR and other e-government initiatives



*SkyExtender series expands the wireless mesh to create a resilient, multi-hop mesh topology serving multiple broadband wireless applications*

## SkyExtender Series

### Traffic Management

- VLAN support: IEEE 802.1q
- Traffic prioritization: IEEE 802.1p, protocol type, IP port, IP ToS field, and IP address list
- Traffic filtering: protocol type, IP port, and IP address list
- Traffic shaping: upstream and downstream per-user rate control

### Configuration, Management, & Monitoring

- EMS: SkyControl client server application
- NMS integration: SNMPv2c
- IP address: DHCP or static
- Firmware: multiple versions stored in nonvolatile memory; updated over-the-air via FTP
- Provisioning: manual or automated
- Configuration file: XML over HTTP
- SNMP MIBs: MIB-II (RFC 1213); EtherLike (RFC 2665); Bridge (RFC 1493); 802.11; SkyPilot private MIB
- Remote logging
- Remote management: CLI via Telnet, SNMPv2c, web browser
- Local management: RS-232 serial console port



Models	SkyExtender	SkyExtender DualBand	SkyExtender TriBand
Mesh Backhaul	4.9-5.8 GHz	4.9-5.8 GHz (see below)	4.9-5.8 GHz (see below)
Local Access	10/100 Mbps Ethernet (PoE)	10/100 Mbps Ethernet (PoE)	10/100 Mbps Ethernet (PoE)
Wi-Fi Access	None	802.11b/g (2.4 GHz) or 802.11a (4.9 GHz)	802.11b/g (2.4 GHz) and 802.11a (4.9 GHz)

### Wi-Fi Access Specifications

Access Point	2.4 GHz	4.9 GHz
Frequency Band	2.400-2.483 GHz	4.940-4.990 GHz
Radio (peak Tx)	400 mW / 26 dBm	400 mW / 26 dBm
Antennas	7.4 dBi omni	9.5 dBi omni
EIRP	2.2 W / 33.4 dBm (maximum) 100 mW / 20 dBm (minimum)	3.5 W / 35.5 dBm
Media Access	IEEE 802.11b/g CSMA/CA	IEEE 802.11a CSMA/CA
Modulation	OFDM (802.11g), DSSS (802.11b)	OFDM (802.11a)
Channel Width	20 MHz	5, 10, or 20 MHz
Receive Sensitivity	-98 dBm at 1 Mbps	-94 dBm at 6 Mbps (4.9 GHz)
Authentication	RADIUS support, 802.1x	
Encryption	AES, WPA (EAP-TTLS, EAP-PEAP/MSCHAPv2 with TKIP), MIC, and dynamic WEP	

### Mesh Backhaul Specifications

Frequency Band	4.940-5.350 (not available with 4.9 GHz AP), 5.470-5.725, or 5.725-5.850 GHz
Radio (peak Tx)	450 mW / 26.5 dBm
Antennas	Eight – antenna array – 18 dBi integrated sectors (45° horizontal, 6° vertical each sector)
EIRP	44.5 dBm / 28.2 W peak (maximum) (also available in configurations for 36 dBm / 4 W, 33 dBm / 2 W, and 30 dBm / 1 W for international regulatory compliance)
Media Access	Time Division Duplex (TDD)
Modulation	OFDM with adaptive modulation
Throughput	Up to 20 Mbps UDP / Up to 12 Mbps TCP
Receive Sensitivity	-90 dBm at 6 Mbps
Channel Width	20 MHz
Channel Resolution	5 MHz frequency control
Range	Up to 10 miles / 16 Kilometers
Latency	10-12 ms roundtrip per hop
Connectivity	SkyGateway Series and SkyExtender Series, SkyAccess and SkyConnector devices
Authentication	802.1X-Based Certificates
Encryption	128-bit AES

### Physical Specifications

Connections	One RJ-45 – power and Ethernet (PoE) One RJ-45 – RS-232 serial for local CLI management
Mounting	Mast, tower, utility pole, light pole, building or other infrastructure (optional mounting kits available for some installations)
Indicators (LED)	Wireless activity, wireless link (located on device bottom for easier ground level viewing)
Dimensions	Height: 25 inches / 63.5 cm random 33 inches / 83.8 cm with antennas
Weight	15.0 pounds / 6.75 Kilograms
Operating Temperature	-40° to 131° F / -40° to 55° C
Wind Loading	Up to 150 mph / 242 kph
Enclosure	NEMA-4X
Power	110 VAC, 50-60Hz input; 8.5-16 Watts; (varies by model and other factors)
Certifications	FCC Part 15, FCC 47 CFR Part 15, Class B USA; compliant with UL safety standards; ETSI; ACA; RoHS
EMI	FCC Part 15.107 and 15.109



Leading the Mesh Revolution

© 2007 SkyPilot Networks, Inc. All rights reserved. SkyConnector, SkyControl, SkyExtender, SkyGateway, SkyAccess, SyncMesh, SkyPilot, SkyPilot Networks, the SkyPilot logo, and other designated trademarks, trade names, logos, and brands are the property of SkyPilot Networks, Inc. or their respective owners. Product specifications are subject to change without notice. This material is provided for informational purposes only; SkyPilot assumes no liability related to its use and expressly disclaims any implied warranties of merchantability or fitness for any particular purpose.

DS02-C-02/07

SkyPilot Networks, Inc.  
2055 Laurelwood Road  
Santa Clara, California 95054  
Telephone: +1-408-764-8000  
sales@skypilot.com  
www.skypilot.com



## SkyAccess DualBand

### Dual-Radio Mesh Edge Reduces Citywide Wi-Fi Costs

The SkyAccess™ DualBand dramatically reduces the total cost of ownership of citywide Wi-Fi HotZones by offering service providers and carriers a low cost solution for the mesh edge. Tightly integrating high capacity wireless backhaul and Wi-Fi access into a single device, the SkyAccess DualBand quickly and cost effectively extends the Wi-Fi service area of the wireless mesh network, enhancing client reception and subscriber satisfaction. The highly versatile device is deployed with SkyExtender DualBand nodes to fill coverage holes and increase modulation rates where a full mesh node is unnecessary. Backhaul links seamlessly integrate with SkyPilot's advanced 5 GHz SyncMesh™ backhaul while simultaneously supporting dedicated 2.4 GHz public Wi-Fi access.

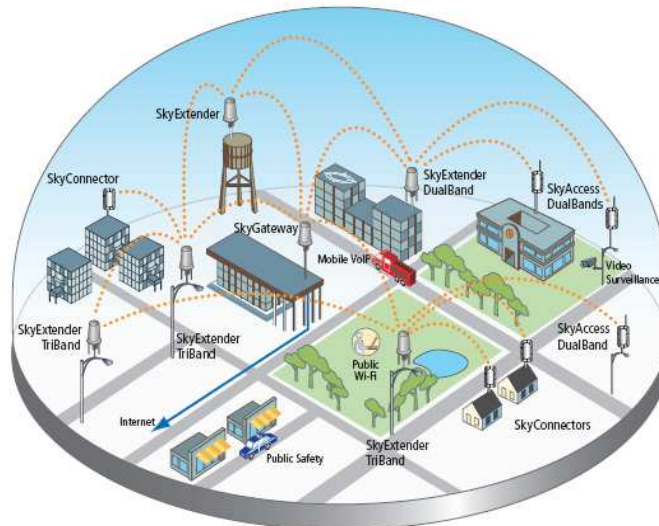
The SkyAccess DualBand is a dual-radio/dual-frequency device, with integrated directional antenna for 4.9-5.8 GHz backhaul and omnidirectional 2.4 GHz antenna to serve Wi-Fi clients. SkyPilot's backhaul uses a high gain directional antenna and a high output radio for an effective power of 42 dBm EIRP to support high modulation at distances up to 7.5 miles. Wi-Fi access is likewise optimized using a high gain antenna and high output radio for an effective power of up to 33.4 dBm EIRP. As with SkyPilot's mesh nodes, the SkyAccess DualBand automatically discovers the network and self-configures the backhaul link and modulation rate.

Local wired connectivity is also supported via the integrated Ethernet port providing a convenient interface for a IP device such as a video surveillance camera, AMR transceiver, or other Ethernet-enabled device.

SkyAccess DualBand is an essential component of today's municipal Wi-Fi mesh networks where minimizing deployment cost and maximizing subscriber satisfaction are an essential component in driving business model success. SkyPilot offers a total network solution through the combination of SkyAccess DualBand, SkyGateway and SkyExtender series mesh nodes, SkyConnector CPE, and SkyControl EMS.

### Benefits

- **Reduces cost** to optimize Wi-Fi coverage area for superior client connectivity experience
- **Highly integrated** dual-radio/dual-frequency mesh edge solution
- **Seamless backhaul link** with SkyExtender mesh nodes at long range (up to 7.5 miles/12km)
- **Dedicated high-power Wi-Fi** radio with high power, high gain omnidirectional antenna for ubiquitous 802.11b/g coverage
- **Multi-service network** capable of providing end-to-end security and quality of service for VoIP
- **Auto-discovery and provisioning** over-the-air when link is established with the SkyPilot mesh
- **Centrally manageable** as part of the citywide mesh network with SkyControl EMS



*The SkyAccess DualBand cost effectively expands the boundaries of a Wi-Fi coverage area where a full mesh node is not justified*

## SkyAccess DualBand

### Radios, Antennas, and Security

	5 GHz wireless backhaul	802.11b/g AP
Frequency band	Select from the following: 4.940-5.150 GHz, 5.150-5.450 GHz 5.450-5.725 GHz, 5.725-5.850 GHz	2.400-2.483 GHz
Antennas	16.5 dBi panel 28° horizontal x 9° vertical	7.4 dBi omnidirectional antenna (N connector)
Radio (peak Tx)	450 mW / 26.5 dBm	Two power options available: • 400 mW / 26 dBm (FCC) • 18 mW / 12.6 dBm (ETSI)
EIRP	42.5 dBm / 17 W peak EIRP	Per associated power level: • 2.2 W / 33.4 dBm EIRP (FCC) • 100 mW / 20 dBm EIRP (ETSI)
Media access	Time Division Duplex (TDD)	IEEE 802.11b/g CSMA/CA
Wireless Connectivity	Links to mesh backhaul; either SkyExtender or SkyGateway series	IEEE 802.11b/g Wi-Fi clients
Modulation technique	OFDM	OFDM (802.11g), DSSS (802.11b)
Modulation rates	6 to 54 Mbps	802.11b: 1 to 11 Mbps, 802.11g: 6 to 54 Mbps
Throughput	Up to 20 Mbps UDP / up to 12 Mbps TCP	
Latency	10-12 ms roundtrip per hop	
Channel width	20 MHz	20 MHz
Channel resolution	5 MHz frequency control	5 MHz frequency control
Receive sensitivity	-90 dBm at 6 Mbps modulation	-95 dBm at 1 Mbps modulation
Authentication	RSA-based certificates	RADIUS support for multiple servers, 802.1x
Encryption	128-bit AES encryption on all wireless link	WEP, Dynamic WEP, WPA & WPA2 (EAP-TTLS, EAP-PEAP/MSCHAPv2 with TKIP)

### Traffic Management

- VLAN support: IEEE 802.1q
- Traffic Prioritization: IEEE 802.1p, protocol type, IP port, IP ToS field, and IP address list
- Traffic Filtering: protocol type, IP port, and IP address list
- Traffic Shaping: upstream and downstream per-user rate control

### Configuration, Management, & Monitoring

- NMS integration: SNMPv2c
- EMS: SkyControl
- IP address: DHCP or static
- Firmware: Multiple versions stored in nonvolatile memory; updated over-the-air via FTP
- Provisioning: Manual or automated
- Configuration file: XML over HTTP
- SNMP MIBs: MIB-II (RFC 1213); EtherLike (RFC 2665); Bridge (RFC 1493); 802.11; SkyPilot private MIB
- Remote logging
- Remote management: CLI via Telnet, SNMPv2c, web browser



### Product Specifications

Connectors	RJ-45: power & Ethernet (Power over Ethernet)	Enclosure/ humidity	NEMA-4X
Typical Mounting	Street light, utility pole, lampposts	Power	110-230 VAC, 50-60 Hz Input; 8 Watts
LEDs	Power, Signal Strength, Wireless Link, Ethernet link	Certifications	FCC Part 15, FCC 47 CFR Part 15, Class B USA; compliance with UL safety standards, CE, C-Tick, IC RSS210 Issue 5, RoHS
Dimensions	12.6" (32 cm) H x 6.6" (16.8 cm) W x 4.2" (10.7 cm)	EMI and susceptibility	FCC Part 15.107 and 15.109
Weight	4 pounds (1.8 kg)	Warranty	One-year limited warranty on hardware; 90-day limited warranty on software
Operating temperature	-40° to 131° F (-40° to 55° C)		
Wind loading	Up to 150 mph (240 kph)		



Leading the Mesh Revolution

SkyPilot Networks, Inc.  
2055 Laurelwood Road  
Santa Clara, California 95054  
Telephone: +1-408-764-8000  
sales@skypilot.com  
www.skypilot.com

© 2007 SkyPilot Networks, Inc. All rights reserved. SkyConnector, SkyControl, SkyExtender, SkyGateway, SkyAccess, SyncMesh, SkyPilot, SkyPilot Networks, the SkyPilot logo, and other designated trademarks, trade names, logos, and brands are the property of SkyPilot Networks, Inc. or their respective owners. Product specifications are subject to change without notice. This material is provided for informational purposes only; SkyPilot assumes no liability related to its use and expressly disclaims any implied warranties of merchantability or fitness for any particular purpose.

DS07-A-02/07

## 3.18. CAPÍTOL 18 – ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES I OPERATIVES DELS EQUIPS D'AUTENTICACIÓ.

En aquest capítol s'adjunta la informació tècnica i operativa proporcionada pel fabricant dels equips d'autenticació proposats.

### Concentrador de xarxa

#### Atributos de los puertos

24 puertos Gigabit Ethernet 10/100/1000BASE-T de detección automática  
2 puertos SFP de fibra combinados compatibles con transceptores 1000BASE-SX y 1000BASE-LX  
Reducción de consumo energético para cables cortos o conexiones inactivas  
Negociación automática de la velocidad, modo dúplex y control de flujo  
MDI/MDIX automático  
LED integrados para una mejor supervisión y análisis visual  
Compatible con Virtual Cable Diagnostics de Marvell™ y diagnósticos de transceptores de fibra para proporcionar prestaciones avanzadas de resolución de problemas para la infraestructura de cableado

#### Rendimiento

Capacidad de conmutación de hasta 48 Gb/s  
Velocidad de reenvío de 35,6 Mb/s  
Hasta 8.000 direcciones MAC  
Paquete de memoria intermedia de 2 Mb

#### Calidad del servicio

4 colas de prioridad por puerto  
Acepta valores 802.1p y valores IP DSCP  
Admite prioridad estricta y programación Weighted Round Robin (WRR) configurable en las colas

#### Adición de enlaces

Adición de enlaces estándar del sector que cumplen con las normas IEEE 802.3ad  
Admite 4 grupos de adición de enlaces y hasta 4 puertos por grupo

#### VLAN

Admite hasta 64 VLAN basadas en puertos

#### Otras funciones de administración

Contraseña local y direcciones IP restringidas para obtener mayor seguridad de acceso al switch  
Duplicación de puertos que proporciona prestaciones de duplicación de cuatro puertos de origen para mejorar la supervisión del tráfico de red y la resolución de problemas  
Servidor DHCP interno  
Compatibilidad con clientes DHCP que permite asignaciones de direcciones IP simplificadas cuando se usan con servidores DHCP  
Software de switch que se puede cargar fácilmente al mismo switch mediante la interfaz de administración basada en web  
Configuraciones que se pueden cargar a y desde el switch mediante la interfaz intuitiva de administración basada en web  
Estadísticas de puerto disponibles mediante el estándar del sector RMON  
Switch configurado de fábrica como no administrado que se puede configurar fácilmente como switch administrado por web con solo pulsar un botón  
Compatibilidad con tramas gigantes para paquetes de hasta 9.000 bytes  
Control de tormentas de difusión para ayudar a eliminar las tormentas de tráfico de la red  
Supervisión SNMP y administración CLI limitadas; consulte la guía del usuario

#### Chasis

42 x 330 x 230,5 mm (an. x al. x pr.) (1,65 x 13,0 x 9,1 pulgadas)  
Kit de montaje en rack de 1U incluido  
Peso de la unidad: 5.5 libras



#### Estándares admitidos

IEEE 802.3ac - Etiquetado VLAN  
IEEE 802.3ad - Adición de enlaces con compatibilidad de LAG estático  
IEEE 802.1W - Rapid Spanning Tree (1)  
IEEE 802.1D - Spanning Tree (1)  
IEEE 802.1Q - LAN virtuales con VLAN basadas en puertos  
IEEE 802.1v - VLAN basadas en protocolo  
IEEE 802.1p - Priorización Ethernet con suministro y asignación por usuario  
IEEE 802.1X - Autenticación de puertos  
IEEE 802.3x - Control de flujo  
RFC 826 - ARP  
RFC 854 - Telnet  
RFC 855 - Opción Telnet  
RFC 1155 - SMI v1  
RFC 1157 - SNMP  
RFC 1213 – MIB II - Actualizado por RFC 2011, 2012 y 2013  
RFC 2579 - Convenciones de texto para SMI v2  
RFC 2580 - Declaraciones de conformidad para SMI v2  
RFC 2819 – RMON  
RFC 3164 - Protocolo Syslog de BSD  
RFC 3416 - Management Information Base (MIB) para el Simple Network Management Protocol (SNMP) (diciembre 2002).1  
RFC 768 - UDP  
RFC 783 - TFTP  
RFC 791 - IP  
RFC 792 - ICMP  
RFC 793 - TCP  
RFC 951 - BOOTP  
RFC 1533 – que incluye 1534, interoperación entre BOOTP y DHCP  
Servidor DHCP  
RFC 2131 - Protocolo de configuración dinámica de host  
RFC 2132 - Opciones DHCP y extensiones de proveedor BootP  
RFC 950 - Procedimiento estándar para división en subredes en Internet  
RFC 1123 - Requisitos para hosts de Internet  
RFC 1042 - Estándar de transmisión de datagramas IP sobre redes IEEE 802  
RFC 1071 - Cálculo de la suma de comprobación de Internet  
Supervisión IGMPv2  
GARP  
GVRP - Registro VLAN dinámico  
Supervisión GMP  
Tramas gigantes  
IPv6 Clasificación API  
XMODEM – (todos los modelos distintos al 2808)

#### Condiciones ambientales

100% sin plomo  
Temperatura de funcionamiento: de 0 °C a 45 °C (de 32 °F a 113 °F)  
Temperatura de almacenamiento: de -20 °C a 70 °C (de -4 °F a 158 °F)  
Humedad relativa en funcionamiento: del 10 al 90% (sin condensación)  
Humedad relativa de almacenamiento: del 10 al 95% (sin condensación)

#### Alimentación

1,0 A a 100 V  
95,5 BTU/hora

Servidor web, portal captiu i servidor RADIUS

Módulo	Descripción	<a href="#">Mostrar detalles</a>
Base	PowerEdge R210 Chassis with up to 2 Cabled HDs and Quad-Pack LED Diagnostics	
Memoria	8GB Memory, DDR3, 1333MHz (2x4GB Dual Ranked UDIMMs)	
Dispositivos ópticos	16X DVD-ROM Drive SATA with SATA Cable	
Documentos de envío	R210 EMEA1 Ship Docs No Power Cord (English/French/German/Spanish/Russian/Hebrew)	
Garantía básica	1Yr Basic Warranty - Next Business Day - Minimum Warranty	
Servicios asistencia	de ProSupport y servicio in situ al siguiente día laborable durante 3 años	
Instalación empresa	en Ha elegido no contratar el servicio de instalación de Dell PowerEdge	
Administración de sistemas	de PE R210 Electronic System Documentation and OpenManage DVD	
Guías para montaje en rack	No Rack Rails Included	
Información sobre el pedido	PowerEdge Order - Spain	
Procesador	Intel® Xeon® X3430, 4C, 2.40Ghz, 8MB Cache, 95W TDP, Turbo, Memory runs at 1333MHz Max	
Powercord	Rack Power Cord 4M (C13/C14 12A)	
Primera tarjeta controladora RAID o SCSI	No Controller	
Sistema operativo instalado de fábrica	No Operating System	
Carcasa frontal	1U Rack Bezel	
Conectividad Raid	C2 - RAID 0 with PERC S100 (Embedded SATA Software RAID), Requires 2 SATA HDDs	
Primera unidad de disco duro	de (2) 500GB, SATA, 3.5-in, 7.2K RPM Hard Drive (Cabled)	
Tarjetas de red	Broadcom® NetXtreme II 5709 Dual Port 1GbE NIC with TOE, PCIe-4	
Suministro de	Dell 2U Rack UPS 1020W 230V incl. Cable Pack 1.95 min	

energía  
ininterrumpible

Runtime

Tarjetas  
administración  
servidor

de  
del

iDRAC6 Embedded BMC

### Servidor de d'ús general

Módulo	Descripción	<a href="#">Mostrar detalles</a>
Base	2x Six-Core Intel® Xeon® E7450; 2.4GHz, 12MB L3 cache, 1066MHz FSB, 90W TDP	
Procesador adicional	2x Additional Quad-Core Intel® Xeon® E7420; 2.13GHz, 8MB L3 cache, 1066MHz FSB, 90W TDP	
Memoria	32GB Memory, 667MHz (8x4GB Dual Ranked FB DIMMs)	
Dispositivos ópticos	16X DVD-ROM Drive SATA	
Documentos de envío	R900 Spanish Shipping Documentation	
Garantía básica	3Yr Basic Warranty - Next Business Day - Minimum Warranty	
Servicios de asistencia	Garantía básica durante 3 años - servicio al siguiente día laborable incluido; ninguna actualización seleccionada	
Instalación en empresa	Ha elegido no contratar el servicio de instalación de Dell PowerEdge	
Fuente de alimentación	Two Hot Plug Power Supplies for Redundancy with 2 Rack Power Cords	
Administración de sistemas	OpenManage Software loaded and DVD Kit	
Guías para montaje en rack	Guías de rack no incluidas	
Información sobre el pedido	Petición de PowerEdge - España	
Opciones del chasis	Chassis with support for 3.5" SAS Hard Drives (1X5 Backplane)	
Activación del motor de descarga TCP/IP	TCP/IP Offload Engine (4P TOE), iSCSI Ready	
Configuración RAID de la unidad de disco duro interna	No RAID Configuration, Add-in SAS6iR Controller (min1/max 5 of 3.5" or 8 of 2.5" Hard Drives)	

Primera tarjeta controladora RAID o SCSI	SAS 6iR Internal RAID Controller Card
Sistema operativo instalado de fábrica	Windows Server® 2008 R2, Standard Edition, Includes 5 CALs Spanish
Carcasa frontal	Metal Bezel for PowerEdge R900
Primera unidad de disco duro	(4) 500GB, Near Line SAS 6Gbps, 3.5-in, 7.2K RPM Hard Drive (Hot Plug)
Tarjetas de red	Broadcom® NetXtreme II 5709 Dual Port 1GbE NIC with TOE, PCIe-4
Suministro de energía ininterrumpible	Dell 2U Rack UPS, 1920W, 230V + 2U EBM, incl. Cable Pack ~23 min Runtime

### 3.19. GLOSSARI.

LAN	Local Area Network
WLAN	Wireless Local Area Network
GB	Giga Byte
Mbps	Mega bits per second
Gbps	Giga bits per second
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
AP	Access Point – punt d'accés
FTP	File Transfer Protocol
Mesh	Malla
PCI	Peripheral Component Interconnected
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association

### 3.20. BIBLIOGRAFIA.

Treball final de carrera [Material web]

[http://cv.uoc.edu/continguts/XW08\\_19018\\_00443/index.html](http://cv.uoc.edu/continguts/XW08_19018_00443/index.html)

eEurope2005 [Enllaç web]

[http://europa.eu/legislation\\_summaries/information\\_society/l24226\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/information_society/l24226_es.htm)

i2010 [Enllaç web]

[http://europa.eu/legislation\\_summaries/information\\_society/c11328\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/information_society/c11328_es.htm)

Agenda digital [Enllaç web]

[http://europa.eu/legislation\\_summaries/information\\_society/si0016\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/information_society/si0016_es.htm)

SkyPilot

<http://skypilot.trilliantinc.com/>

History of wireless mesh networking [Enllaç web]

[http://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_wireless\\_mesh\\_networking](http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_wireless_mesh_networking)

Emerging Standards For Wireless Mesh Networking [Document físic - revista]  
IEEE Wireless Communications

Mapa municipal dels Països Catalans per a Google Earth [Recurs electrònic]  
<http://blocs.mesvilaweb.cat/node/view/id/59978>

