



Desenvolupament d'una xarxa telemàtica per a proveir d'accés a Internet al municipi de Xerta

Autor: Carles Ferrerol Martínez
Enginyeria Tècnica en Telecomunicació, especialitat Telemàtica

Consultor: Antoni Morell Pérez

12 de juny de 2016



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

FITXA DEL TREBALL FINAL

Títol del treball:	<i>Desenvolupament d'una xarxa telemàtica per a proveir d'accés a Internet al municipi de Xerta</i>
Nom de l'autor:	<i>Carles Ferrerol Martínez</i>
Nom del consultor:	<i>Antoni Morell Pérez</i>
Data de lliurament (mm/aaaa):	<i>06/2016</i>
Àrea del Treball Final:	<i>Integració de xarxes telemàtiques</i>
Titulació:	<i>Enginyeria Tècnica en Telecomunicació, especialitat Telemàtica</i>
Resum del Treball (màxim 250 paraules):	
<p>Les nombroses dificultats que presenta el desenvolupament del món de les comunicacions digitals en les poblacions rurals es van fent cada vegada més petites amb l'aparició de noves tecnologies com ara el WiFi i WiMAX. Aquesta tecnologia va ser dissenyada per donar solució a zones on el desplegament de cable o fibra, degut a la baixa densitat de població, representa un elevat cost de difícil recuperació per a un operador. Aquest Treball Final de Carrera pretén ser un exemple de la implementació d'aquesta tecnologia en el món rural, com a alternativa a les solucions clàssiques utilitzades per donar accés a Internet.</p>	
Abstract (in English, 250 words or less):	
<p>The many difficulties that present the development of the world of digital communications in rural populations are becoming increasingly smaller with the advent of new technologies such as WiFi and WiMAX. This technology was designed to resolve areas where deployment of wired or fiber, due to the low population density, represents a high cost recovery difficult for an operator. This Final Thesis tries to be an example of the implementation of this technology in rural areas, as an alternative to classical solutions used to provide Internet access.</p>	
Paraules clau (entre 4 i 8):	
Xarxa telemàtica amb WiFi i WiMAX a Xerta	

Índex

1. Introducció.....	1
1.1 Propòsit del projecte.....	1
1.2 Objectius generals i específics del projecte.....	2
1.3 Descripció del projecte	2
1.4 Resultats esperats.....	3
1.5 Participants.....	3
1.6 Planificació del projecte.....	4
2. Anàlisi del projecte	6
2.1 Descripció del municipi i situació geogràfica	6
2.2 Zones de cobertura	8
2.3 Objectius generals de l'actuació dels ajuntaments.....	9
2.4 Aspectes legals més rellevants	9
2.5 Estudi de viabilitat	11
2.6 Ús d'Internet i ample de banda requerit.....	13
3. La tecnologia WiMAX i WiFi	17
3.1 Classificació de les xarxes sense fils segons l'abast.....	18
3.2 La tecnologia WiFi.....	19
3.3 La tecnologia WiMAX	20
3.4 Tipologies de xarxes en el WiMAX.....	22
4. Seguretat en el WiMAX i en el WiFi	25
4.1 Seguretat en el WiMAX	25
4.2 Seguretat en el WiFi.....	26
4.3 Accés al medi en el WiMAX i en el WiFi.....	27
5. Desenvolupament de la xarxa	28
5.1 Descripció de la xarxa	28
5.2 Estació base de l'ajuntament.....	31
5.3 Ràdio enllaç entre l'ajuntament i l'Assut.....	34
5.4 El WiFi al parc de l'Assut.....	35
5.5 Centre de processament de dades de l'ajuntament	36
6. Simulació de la xarxa amb Radio Mobile.....	38

6.1 Paràmetres generals de la simulació	38
6.2 Simulació del WiMAX en el municipi	38
6.3 Simulació del WiFi a l'Assut	40
6.4 Simulació del ràdio enllaç	42
6.5 Conclusions sobre les simulacions	46
7. Memòria econòmica	47
8. Conclusions.....	48
9. Glossari	49
10. Bibliografia.....	51
11. Annexos	53

ÍNDIX D'IMATGES

Imatge 1. Cronograma del Treball Final de Carrera.....	4
Imatge 2. Diagrama de Gantt del Treball Final de Carrera.....	5
Imatge 3. Terme municipal de Xerta.....	6
Imatge 4. Topografia del terme municipal de Xerta.....	7
Imatge 5. Fotografia aèria del municipi de Xerta.....	8
Imatge 6. Fotografia aèria de les zones de cobertura.....	8
Imatge 7. Dades generals del municipi de Xerta.....	13
Imatge 8. Equipament TIC a la llar.....	13
Imatge 9. Habitatges familiars per tipus.....	14
Imatge 10. Habitants per habitatge familiar.....	14
Imatge 11. Allotjaments turístics al municipi de Xerta.....	15
Imatge 12. Classificació de les xarxes sense fils segons l'abast.....	18
Imatge 13. Logotip de la WiFi Alliance.....	18
Imatge 14. Capa física i d'enllaç del IEEE 802.11.....	19
Imatge 15. Modulació adaptativa en el WiMAX.....	22
Imatge 16. Topologia de xarxa punt a punt.....	23
Imatge 17. Topologia de xarxa punt a multipunt.....	23
Imatge 18. Topologia de xarxa Mesh.....	24
Imatge 19. Disseny de la xarxa sense fils.....	28
Imatge 20. Estació base del BreezeACCESS VL AU-BS.....	32
Imatge 21. Unitat AU-E-ODU del BreezeACCESS VL BA-AU.....	32
Imatge 22. Antena omnidireccional	33
Imatge 23. Antena sectorial de 60°.....	33
Imatge 24. Unitat subscriptora tipus SU-3-BD.....	34
Imatge 25. Unitat subscriptora tipus SU-54-BD.....	35
Imatge 26. Punt d'accés exterior D-Link DAP 3662.....	36
Imatge 27. Tallafocs D-Link DFL-260E NetDefend.....	36
Imatge 28. Servidor Fujitsu PUIMERGY RX1330 M1.....	35
Imatge 29. Commutador D-LINK DES-105.....	35
Imatge 30. Indicació aèria de l'ajuntament.....	39
Imatge 31. Resultat de la simulació del WiMAX des de l'ajuntament.....	40

Imatge 32. Indicació aèria del parc de l'Assut.....	40
Imatge 33. Resultats de la simulació del WiFi a l'Assut.....	41
Imatge 34. Ràdio enllaç entre l'ajuntament i l'Assut.....	42
Imatge 35. Taula de marge respecte la sensibilitat del receptor.....	43
Imatge 36. Resultat del ràdio enllaç entre l'ajuntament i l'Assut.....	43
Imatge 37. Ràdio enllaç entre l'Assut i l'ajuntament.....	42
Imatge 38. Taula de marge respecte la sensibilitat del receptor	45
Imatge 39. Resultat del ràdio enllaç entre l'Assut i l'ajuntament.....	45

ÍNDEX DE TAULES

Taula 1. Dimensionament de la xarxa al municipi.....	15
Taula 2. Dimensionament de la xarxa a l'Assut.....	16
Taula 3. Dimensionament de tota la xarxa.....	16
Taula 4. Taula comparativa entre estàndards WiFi.....	20
Taula 5. Valors màxims de PIRE segons la normativa.....	30
Taula 6. Paràmetres del BreezeACCESS VL.....	32
Taula 7. Paràmetres de l'antena omnidireccional.....	32
Taula 8. Paràmetres de l'antena sectorial 60º.....	33
Taula 9. Paràmetres de l'estació subscriptora SU-3-BD.....	34
Taula 10. Paràmetres de l'estació subscriptora SU-54-BD.....	35
Taula 11. Paràmetres del punt d'accés D-Link DAP 3662.....	35
Taula 12. Sensibilitat del punt d'accés D-Link DAP 3662.....	36
Taula 13. Paràmetres generals de la simulació amb Ràdio Mobile.....	38
Taula 14. Paràmetres de la simulació del WiMAX.....	39
Taula 15. Paràmetres de la simulació del WiFi.....	41
Taula 16. Paràmetres del ràdio enllaç entre l'ajuntament i l'Assut.....	42
Taula 17. Paràmetres del ràdio enllaç entre l'Assut i l'ajuntament.....	44
Taula 18. Cost final de la xarxa sense fils.....	47

1. Introducció

L'aparició d'Internet ha revolucionat el món de les telecomunicacions d'una manera radical fins al punt de convertir-se en un mitjà global de comunicació, el qual ha forjat canvis fonamentals en tota la societat i a més ha possibilitat el pas de l'era industrial a l'era de les xarxes.

L'últim gran pas en el món de les tecnologies de la informació ha estat la implantació de les xarxes sense fils com a mètode d'intercanvi d'informació. S'entén com a xarxes sense fil, aquelles que es comuniquen per un medi de transmissió no guiat mitjançant ones electromagnètiques i a través d'antenes.

S'utilitzaran les tecnologies d'àrea local WiFi (IEEE 802.11) i d'àrea metropolitana WiMAX (IEEE 802.16) per realitzar el present Treball Final de Carrera com un estudi sobre la implantació d'aquestes tecnologies en un entorn rural com és el municipi de Xerta, situat a la comarca del Baix Ebre.

L'objectiu principal serà desenvolupar una xarxa sense fils per apropar Internet als habitants de Xerta, implementant una alternativa a un desenvolupament de xarxa tradicional, sovint massa costosa en àrees d'entorn rural amb una dispersió elevada d'habitatges relativament a prop del nucli del municipi, com passa en el municipi de Xerta.

1.1 Propòsit del projecte

El següent Treball Final de Carrera pretén desenvolupar una xarxa sense fils d'accés a Internet gratuït al nucli municipal de Xerta i al seu extraradi més immediat, perquè els seus habitants disposin via Internet d'accés als serveis i informacions de l'ajuntament i d'altres organismes públics. A més, també es proveirà d'accés a Internet a la zona anomenada de l'Assut.

Per una banda, s'analitzen les àrees del municipi a la qual cal donar cobertura amb una explicació de les tecnologies utilitzades per aconseguir un resultat adequat a les necessitats del municipi. Per l'altra banda, és farà un anàlisi de la xarxa com a solució triada, junt amb la seva corresponent simulació per poder avalar el seu correcte funcionament.

Per finalitzar, la solució triada haurà de proveir d'accés a Internet sense fils als habitatges del municipi i voltants, així com a zona de l'Assut, garantint la fiabilitat de la connexió, la velocitat de la connexió, l'escalabilitat de la solució triada i la seva viabilitat econòmica, i tot complint amb l'actual normativa vigent sobre xarxes sense fils.

1.2 Objectius generals i específics del projecte

A l'hora de dur a terme el disseny i la implementació de la xarxa sense fils, es tindran en compte els següents aspectes:

- La població del municipi i el grau de dispersió dels habitatges, així com les zones a les que proporcionar cobertura d'accés.
- La legislació actual sobre la implantació de xarxes sense fils de propietat municipal.
- Les tecnologies sense fils necessàries per a la implementació de la xarxa sense fils.
- Els dispositius necessaris per al desenvolupament de la xarxa sense fils.
- La correcta cobertura de les zones a proveir d'accés mitjançant una simulació.
- El cost i la viabilitat de la solució triada en la implementació de la xarxa sens fils.

1.3 Descripció del projecte

Xerta és un municipi de la comarca del Baix Ebre, assentat en un pronunciat meandre a la dreta del riu Ebre, a uns 12km riu amunt de la capital de la comarca, Tortosa. El seu terme municipal és de 33,55km², on el riu Ebre li fa de línia divisòria junt amb als darrers contraforts orientals del sistema muntanyós Ibèric. El nucli principal del municipi està rodejat d'horta de regadiu de tarongers amb els seus corresponents habitatges principals, terrenys d'horta d'origen sedimentari i plans formats a través de l'erosió del riu Ebre al llarg dels anys.

El municipi té com a principal reclam turístic l'Assut, monument d'enginyeria hidràulica declarat Bé Cultural d'Interès Nacional en la categoria de Monument Històric per la Generalitat de Catalunya l'any 2002. Situat a tres quilòmetres riu a munt de la població, es tracta d'una presa construïda en diagonal de banda a banda del riu Ebre al llarg de 375 metres. L'intent de desviar l'aigua de l'Ebre amb una presa data de l'època de la dominació islàmica, i no es consolidà fins el 1441. En l'actualitat la seva funció principal es desviar l'aigua cap els canals de la Dreta i de l'Esquerra de l'Ebre, i a més proveeix d'infraestructura principal a una hidroelèctrica establerta en el municipi, amb l'objectiu de generar electricitat.

El present treball final de Carrera dóna solució al propòsit i objectiu de l'ajuntament de Xerta d'implantar una xarxa telemàtica sense fils gratuïta al municipi. Per una banda proveirà d'accés a la informació municipal de caire públic tant als ciutadans del nucli del municipi com als ciutadans que resideixin en els camps d'horta perifèrics de l'extraradi, i per l'altra banda, proveirà d'accés a Internet als visitants de la zona turística de l'Assut.

La finalitat principal de la implantació de la xarxa al municipi és garantir l'accés dels ciutadans, tant als residents en el nucli del municipi com als residents en el seu extraradi, als serveis oferts des de l'ajuntament sense la necessitat de tenir que contractar un operador de telecomunicacions. A més, també es proveirà d'accés a Internet als visitants de la zona turística de l'Assut, amb finalitat de valor afegit.

1.4 Resultats esperats

Per una banda, la implantació de la tecnologia WiMAX al municipi i al seu extraradi ens permetrà disposar d'un servei gratuït d'accés a la informació tant de l'ajuntament com d'altres organismes públics amb l'objectiu de mantenir informats als usuaris del municipi sobre qualsevol esdeveniment, normatives, impostos, feina, etc. Per l'altra banda, la implantació de la tecnologia WiFi a la zona de l'Assut permetrà que els seus visitants puguin tenir accés a Internet.

El conjunt final resultant serà la implantació d'una xarxa sense fils robusta que complirà amb la normativa vigent actual. A més, proporcionarà servei reduint el màxim les fallades del sistema o les possibles interrupcions, amb la major protecció informàtica possible i amb un llinar de qualitat de servei raonable.

1.5 Participants

L'adjudicatari o client que es farà càrrec de sufragar les despeses del mateix projecte i de la seva implementació serà el propi ajuntament de Xerta, com a principal interessat.

Els beneficiaris principals d'accedir a la xarxa sense fils del municipi seran els habitants del poble en general, així com els visitants de l'Assut.

Es considera que una empresa fictícia és l'encarregada de dur a terme l'estudi i la viabilitat del projecte, així com el desplegament de la xarxa en totes les zones a donar cobertura en el municipi.

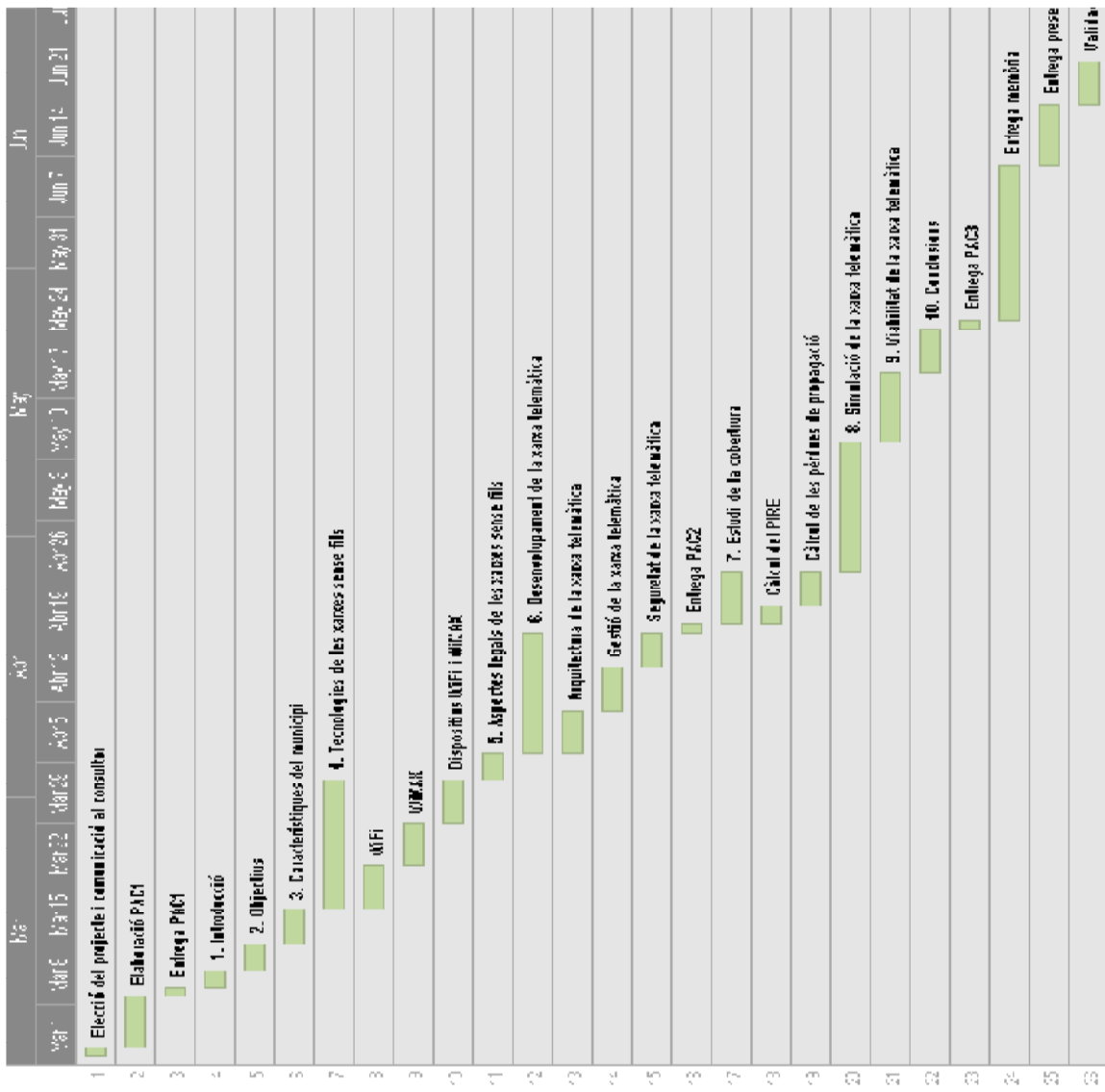
1.6 Planificació del projecte

Una vegada establerts els objectius principals del Treball Final de Carrera es defineixen les tasques específiques a desenvolupar per obtenir el resultat final del present treball. Tot seguit el cronograma del present treball.

Tasca a realitzar	Data d'inici	Data final
Elecció del projecte i comunicació al consultor	02/03/16	02/03/16
Elaboració PAC1	03/03/16	08/03/16
Entrega PAC1	09/03/16	09/03/16
1. Introducció	10/03/16	11/03/16
2. Objectius	12/03/16	14/03/16
3. Característiques del municipi	15/03/16	18/03/16
4. Tecnologies de les xarxes sense fils	19/03/16	02/04/16
WIFI	19/03/16	23/03/16
WIMAX	24/03/16	28/03/16
Dispositius WIFI i WIMAX	29/03/16	02/04/16
5. Aspectes legals de les xarxes sense fils	03/04/16	05/04/16
6. Desenvolupament de la xarxa telemàtica	06/04/16	19/04/16
Arquitectura de la xarxa telemàtica	06/04/16	10/04/16
Gestió de la xarxa telemàtica	11/04/16	15/04/16
Seguretat de la xarxa telemàtica	16/04/16	19/04/16
Entrega PAC2	20/04/16	20/04/16
7. Estudi de la cobertura	21/04/16	26/04/16
Càlcul del PIRE	21/04/16	22/04/16
Càlcul de les pèrdues de propagació	23/04/16	26/04/16
8. Simulació de la xarxa telemàtica	27/04/16	11/05/16
9. Viabilitat de la xarxa telemàtica	12/05/16	19/05/16
10. Conclusions	20/05/16	24/05/16
Entrega PAC3	25/05/16	25/05/16
Entrega memòria	26/05/16	12/06/16
Entrega presentació	13/06/16	19/06/16
Validació	20/06/16	24/06/16

Imatge 1. Cronograma del Treball Final de Carrera.

Seguidament el diagrama de Gantt del present treball.



Imatge 2. Diagrama de Gantt del Treball Final de Carrera.

Per motius de caire privat i personal la PAC2 i la PAC3 del present treball no estan finalitzades per fer-ne entrega el dia indicat en el diagrama de Gantt. Tot i això, es continua treballant en l'elaboració tant de la PAC2 com de la PAC3, i aquestes són entregades previ acord amb el consultor: la PAC2 el dia 20 de maig de 2016 i la PAC3 el dia 3 de juny del 2016.

2. Anàlisi del projecte

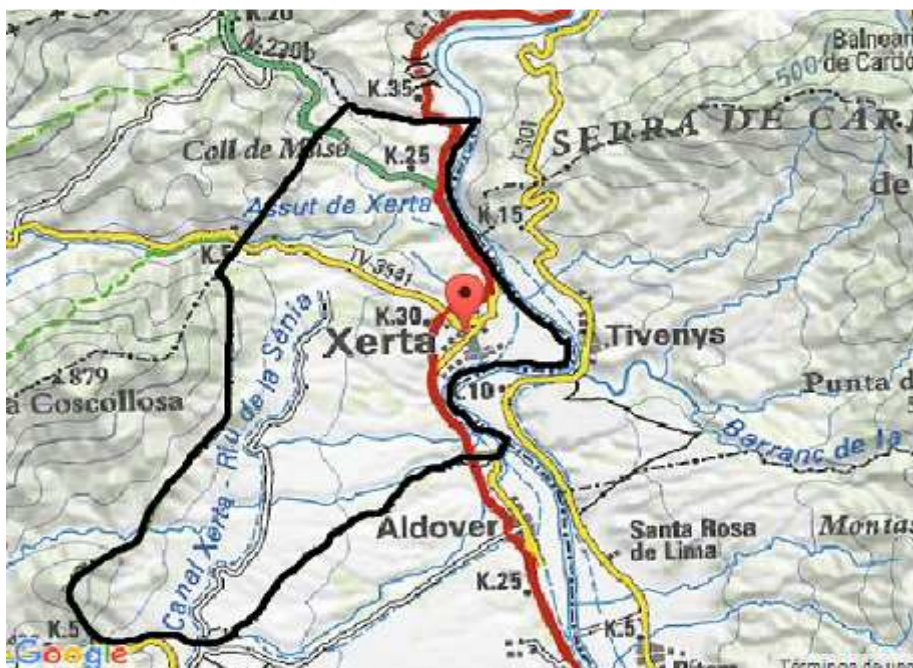
En aquest capítol es fa una breu descripció del municipi de Xerta. Posteriorment s'analitzen els objectius generals dels ajuntaments a l'hora de desenvolupar una xarxa sense fils en els seus municipis, tot complint amb la normativa vigent al respecte. I per finalitzar, es fa un anàlisi de la viabilitat de la xarxa sense fils des de diferents punts de vista i se la dimensiona respecte l'ample de banda que serà necessari.

2.1 Descripció del municipi i situació geogràfica

El municipi de Xerta està situat a la comarca del Baix Ebre a uns 10Km de Tortosa, capital de la comarca, i actualment segons el Municat en [3], hi consten 1209 habitants en un terme municipal de 32,48km². El municipi està situat en una vall vora el riu Ebre rodejat de camps de regadiu, el que provoca una dispersió de molts dels habitatges dels seus habitants.

El principal punt d'interès del municipi és l'anomenada l'Assut, presa d'origen àrab situada al ben mig del riu que actua com a infraestructura principal per abastir d'aigua als canals de la Dreta i de l'Esquerra de l'Ebre, així com a una recent implantada hidroelèctrica.

Tot seguit una imatge de la localització del seu terme municipal limitat en la seva part més oriental pel riu Ebre.



Imatge 3. Terme municipal de Xerta (font Municat).

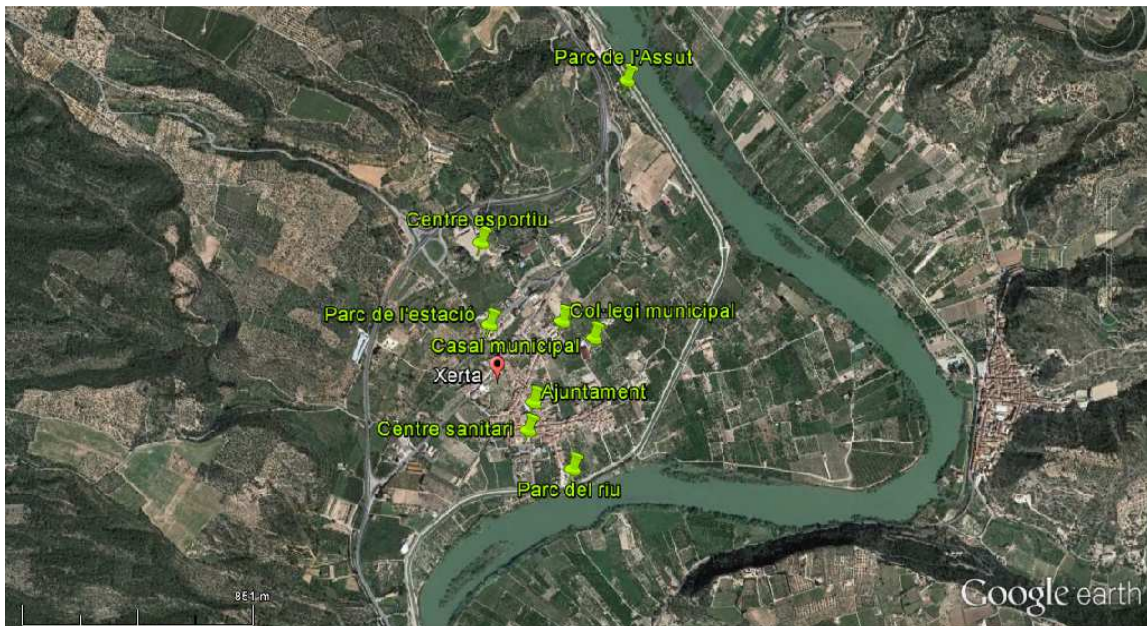
La topografia del municipi és plana en el seu nucli i en els seus extraradis més immediats, tot i que aquests estan rodejats de diversos altiplans de diferents altures com a resultat de l'erosió causada pel riu Ebre al llarg dels anys. El seu terme municipal en l'extrem més occidental esdevé més muntanyós degut a els ports de Tortosa-Beseit.



Imatge 4. Topografia del terme municipal de Xerta (font Radio Mobile).

En el municipi hi ha diversos edificis amb serveis de caràcter públic i tres parcs:

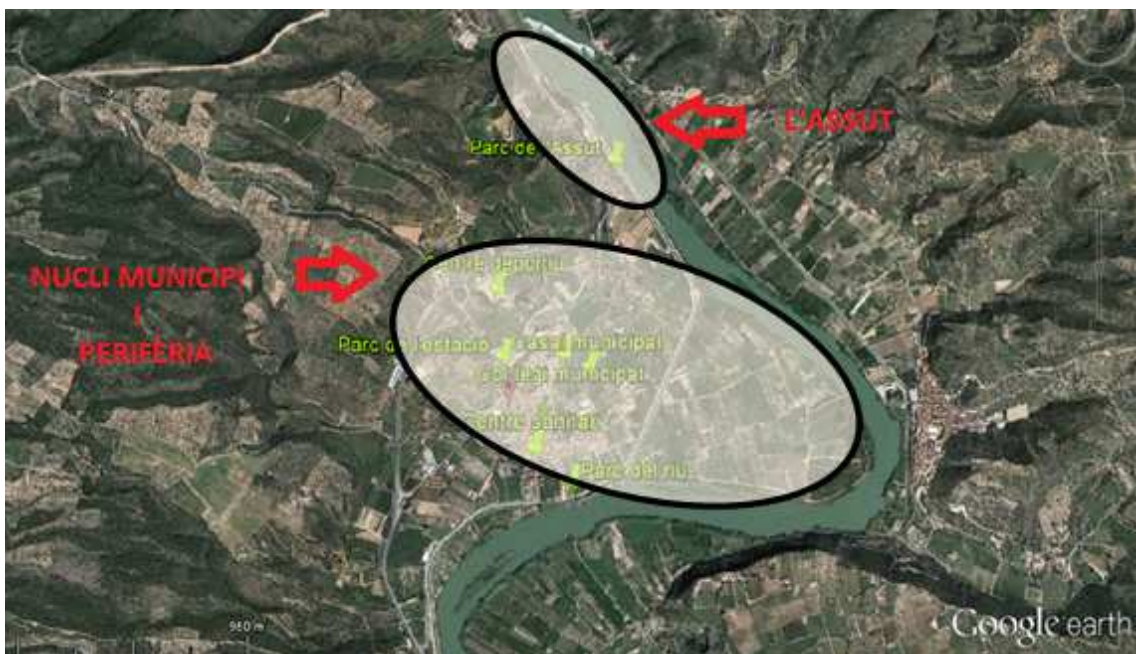
- El centre esportiu.
- El casal municipal.
- El col·legi municipal.
- El centre sanitari d'assistència primària.
- L'ajuntament.
- El parc de l'Estació,
- El parc del Riu.
- El parc de l'Assut.



Imatge 5. Fotografia aèria del municipi de Xerta (font Google Earth).

2.2 Zones de cobertura

Les zones a proveir de cobertura per la xarxa sense fils municipal seran, per una banda el nucli del municipi, on es situen les principals infraestructures de caràcter públic, i l'extraradi més immediat que engloba els terrenys destinats a la agricultura en general i proveït d'una alta dispersió d'habitatges principals. Per l'altra banda, la zona del parc de l'Assut, situada a tres kilòmetres riu a munt del nucli de la població i darrera l'extrem d'un altiplà amb una altura d'uns 40m.



Imatge 6. Fotografia aèria de les zones de cobertura (font Google Earth).

2.3 Objectius generals de l'actuació dels ajuntaments

La utilització de les tecnologies WiFi i WiMAX per part dels ajuntaments alhora de desenvolupar xarxes sense fils d'accés públic i gratuït en municipis de l'àmbit rural, permeten entre altres que els ajuntaments puguin millorar la seva eficiència interna, millores en la promoció del territori i en el desenvolupament econòmic dels ciutadans. Els objectius principals que tenen les administracions públiques locals a l'hora de promoure l'ús d'aquestes tecnologies segons l'organisme LOCALRET en l'article [2] i [3] són:

- **Incorporar els ciutadans a la societat de la informació:** desplegar iniciatives públiques per augmentar o millorar l'oferta de serveis públics de telecomunicacions amb l'objectiu d'incentivar l'accés dels ciutadans a la societat de la informació.
- **Millorar els serveis municipals:** l'ús de les noves tecnologies permet millorar les prestacions dels serveis públics municipals.
- **Incrementar el valor d'ús del territori:** augmentar l'oferta de serveis de caràcter públic en les zones destinades a visitants i a empreses interessades en establir-se en el territori cobert per la xarxa.
- **Facilitar l'accés electrònic dels ciutadans als serveis públics:** proporcionar accés a tots els ciutadans a les administracions públiques utilitzant mitjans electrònics, dret reconegut per la normativa vigent.

2.4 Aspectes legals més rellevants

En aquest apartat es tractaran els aspectes més rellevants, alguns d'obligat compliment, sobre la legislació actual quan es vol implantar una xarxa sense fils d'accés a Internet en espais públics i des de l'ajuntament.

Comissió del Mercat de les Telecomunicacions (CMT)

La Comissió del Mercat de les Telecomunicacions (CMT¹) és un organisme públic que actua de forma independent per regular les xarxes de telecomunicacions en general, és a dir, supervisa el mercat nacional de comunicacions electròniques i audiovisuals.

Aquest organisme regula el marc legal de telecomunicacions, seguint el mandat de Llei 32/2003, del 3 de novembre, General de Telecomunicacions [5].

1. Comissió del mercat de les Telecomunicacions: <http://www.cmt.es/>

Llei 32/2003, del 3 de novembre, General de Telecomunicacions

Tot seguit s'enumeren els punts més destacats de la Llei 32/2003, del 3 de novembre, General de Telecomunicacions²:

- L'ajuntament té l'obligatorietat de donar-se d'alta com a operador de telecomunicacions davant l'organisme regulador, abans d'implantar una xarxa de telecomunicacions per a l'espai públic i d'àmbit municipal
- Utilitzar de manera responsable i eficient l'espai radioelèctric.
- Operar d'acord amb els principis de neutralitat, transparència i no discriminació, amb independència de l'administració o del titular del domini públic.
- L'organisme públic té l'obligació de la separació contable per evitar transferències de diners públics.
- Garantir el secret de les comunicacions i la protecció de les dades de caràcter personal mitjançant les mesures tècniques necessàries.
- Qualsevol tipus d'informació que es transmeti a través de la xarxa pot ser protegida mitjançant procediments de xifratge.

Circular 1/2010, de la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions

En la Circular 1/2010³, de la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions en [6], es regulen les condicions d'explotació de les xarxes sense fils i la presentació de serveis de comunicacions electròniques per les administracions públiques, modificant alguns aspectes de la Llei 32/2003, del 3 de novembre, General de Telecomunicacions en [5]. Tot seguit s'enumeren els punts més destacats de la circular:

- Les administracions públiques en actuar com a operadors de xarxa de comunicacions electròniques estan subjectes a totes les obligacions d'aquests.
- Tenen la obligatorietat d'actuar segons els principis de neutralitat, transparència i no discriminació.

2. https://www.boe.es/boe_catalan/dias/2003/11/17/pdfs/A03979-04012.pdf

3. <https://www.boe.es/boe/dias/2010/08/09/pdfs/BOE-A-2010-12831.pdf>

- Les administracions públiques han de portar a terme l'activitat en les mateixes condicions que la resta dels operadors del mercat.

A més, en l'annex de la present circular s'indiquen aspectes referits a la competència deslleial dels operadors públics respecte els privats, de manera que, quedaran exemptes de competència deslleial aquelles explotacions de telecomunicacions públiques que compleixin entre altres, els següents requisits.

- El servei d'accés a Internet limitat a les pàgines web de les administracions públiques amb competència en l'àmbit territorial en el que vagin a prestar aquest servei.
- La explotació de les xarxes sense fils que utilitzin bandes d'ús comú i que prestin serveis disponibles per al públic en general, sempre que la cobertura de la xarxa exclogui els edificis d'ús residencial i es limiti la seva velocitat a 256kbps.

Conclusions:

La Llei 32/2003, del 3 de novembre, General de Telecomunicacions en [5], fa especial èmfasi a les zones amb competència, és a dir, les zones on la intervenció de l'administració es produeix amb competència amb altres operadors de telecomunicacions que també proveeixen dels serveis oferts per l'administració.

En cas que el servei que es presti a través de les xarxes sense fils d'origen públic i municipal sigui de qualitat inferior al servei ofert pels operadors de telecomunicacions en competència a la mateixa zona, es podrà considerar que no existeix una competència efectiva entre els operadors.

En conclusió, com en el municipi de Xerta si existeixen operadors de telecomunicacions prestant servei, com ara Movistar, es considerarà que la xarxa sense fils d'origen municipal, pública i gratuïta, no ofereix cap competència als operadors clàssics existents, ja que només proporcionarà una qualitat d'ample de banda de 256kbps, ample de banda inferior a l' ofert pels altres operadors de telecomunicacions en competència.

2.5 Estudi de viabilitat

En aquest apartat es fa una explicació breu dels trets que ha de tenir el projecte perquè sigui viable des del punt de vista ambiental, de les telecomunicacions, econòmic i geogràfic.

Viabilitat ambiental:

A Catalunya el marc jurídic actual respecte l'avaluació d'impacte ambiental dels projectes és el regulat mitjançant la Llei 21/2013⁴, 9 de desembre de 2013, d'Avaluació Ambiental (BOE núm. 296 11.12.2013) en [7], que reuneix en un únic cos legal la normativa relativa respecte a l'avaluació ambiental de plans i programes, i a l'avaluació ambiental respecte els projectes.

A més, aquesta llei ha incorporat a l'ordenament jurídic la directives del Parlament Europeu i del Consell, relatives a l'avaluació dels efectes de determinats plans i programes en el medi ambient, així com la relativa a l'avaluació de les repercussions de determinats projectes públics i privats sobre el medi ambient.

Viabilitat sobre telecomunicacions:

Es seguiran les disposicions generals de la Llei 32/2003, de 3 de novembre, General de Telecomunicacions en [5], amb l'objectiu de regular les telecomunicacions que compreguin l'explotació de les xarxes i la prestació dels serveis de comunicacions electròniques i els seus recursos associats.

Viabilitat econòmica:

En l'actual conjuntura econòmica de les institucions municipals públiques en general es continuarà en la mesura del possible el cost de la xarxa a desenvolupar en el municipi de Xerta. A més, s'analitzarà la possibilitat d'aconseguir alguna partida de diner públic per destinar-la a la implementació de la xarxa i s'intentarà repercutir el mínim possible el seu cost als contribuents apujant algun impost municipal.

Viabilitat geogràfica:

A l'hora de dissenyar la tipologia de la xarxa a desenvolupar en el municipi s'ha de tenir en compte la topografia d'aquest i especialment la de les zones a les quals es vol donar cobertura, per fer-ho ens valdrem dels programes Google Earth i Radio Mobile, així com dels mapes cartogràfics de l' Institut Cartogràfic de Catalunya⁵.

4. https://www.boe.es/boe_catalan/dias/2013/12/11/pdfs/BOE-A-2013-12913-C.pdf

5. Institut Cartogràfic de Catalunya: <http://www.icc.es/>

2.6 Ús d'Internet i ample de banda requerit

Segons l' IDESCAT en [8], en el municipi de Xerta hi consten 1209 habitants.

Xerta

Baix Ebre

Població (2015)	1.209
Superfície (km2)	32,4
Altitud (m)	12
Longitud (°)	0,491836
Latitud (°)	40,908883



Imatge 7. Dades generals del municipi de Xerta (font IDESCAT).

Nucli del municipi i extraradi més proper

L'IDESCAT⁶ proporciona dades de caràcter purament informatiu sobre l'equipament de les tecnologies de la informació i de la comunicació en les llars catalanes.

Equipament en TIC a la llar Catalunya.		
	Tinença d'ordinador	Connexió a Internet
2013	74,7	72,2
2011	75,7	71,0
2010	73,1	68,3

Imatge 8. Equipament TIC a la llar (font IDESCAT).

Els possibles usuaris que faran ús del servei de xarxa sense fils ofert per l'ajuntament en el nucli del municipi i en els habitatges situats en l'extraradi més proper a aquest seran (conjuntament amb la informació de la estadística de l' IDESCAT⁶ de la imatge 8):

- Usuaris de les instal·lacions de serveis de caràcter públic del municipi.

6 IDESCAT: <http://www.idescat.cat/emex/?id=430521>

- Associacions i organitzacions en general del municipi.
- Usuaris en general que volen ser coneixedors de les últimes novetats de caire municipal.
- Usuaris que en l'actualitat no disposin encara de connexió a Internet, que segons l' IDESCAT i amb dades de tota Catalunya és el 25,3% dels ciutadans del municipi.
- Usuaris que pràcticament no fan ús d'Internet i que decidiran donar de baixa el servei contractat de forma mensual amb algun operador de telecomunicacions per passar a fer únic ús del servei ofert des de l'ajuntament.

Segons l'IDESCAT en [8], en el municipi de Xerta hi consten 1209 habitants amb 460 habitatges principals de caire familiar.

Habitatges familiars. Per tipus. 2011

Principals	460
Secundaris	114
Buits	140
Total	714

Imatge 9. Habitatges familiars per tipus (font IDESCAT)

Segons l'IDESCAT, a tota Catalunya el nombre d'habitatges principals en els quals només hi resideix una persona és del 20%.

Catalunya. 2011

	2001	2007	2011
1 persona	485	542	687
2 persones	648	928	933
3 persones	519	646	632
4 persones	463	503	513
5 persones	138	120	128
6 persones o més	64	43	52
Total	2.316	2.782	2.945

Unitats: Milers de llars.

Imatge 10. Habitants per habitatge familiar (font IDESCAT)

Segons les dades proporcionades per l'IDESCAT en [8], a l'hora de dimensionar la xarxa de telecomunicacions apropiada a les necessitats del municipi s'hauran de tenir en compte les següents dades:

- En el municipi de Xerta hi consten 1209 habitants.

- En el municipi de Xerta hi consten 460 habitatges principals de caire familiar.
- En el municipi de Xerta, en el 80% del habitatges principals hi resideix més d'una persona.
- El servei està destinat únicament per a l'ús de pàgines de caire públic en general, de manera que no tots els habitants accediran en el mateix moment, llavors es considerarà un ample de banda proporcional al 25% de la població del municipi.
- Segons la normativa per a entitats públiques, el servei gratuït estarà limitat a 256kbps.

Per últim, ens falta definir l'ample de banda necessari pels habitatges principals del nucli i l'extraradi més proper al municipi:

Municipi	Població	Habitatges principals	Màxim d'habitatges connectats (25%)	Ample de banda necessari
Xerta	1209	460	115	115x256kbps= 29,44Mbps

Taula 1. Dimensionament de la xarxa al municipi.

En la zona del nucli del municipi i el seu extraradi més proper, la zona d'horta propera la qual també té habitatges principals de caire familiar, serà necessari un ample de banda de 29,44Mbps.

Zona monumental del parc de l'Assut

Els possibles usuaris que faran ús del servei de xarxa sense fils ofert per l'ajuntament en la zona monumental i més visitada del poble, és a dir, en el parc de l'Assut, poden ser els allotjats en els dos hotels del municipi amb un total de 30 places, més els visitants ocasionals, sobretot a l'estiu.

Sectors econòmics		Xerta
Allotjaments turístics. 2015		
Hotels		2
Places d'hotels		30

Imatge 11. Allotjaments turístics al municipi de Xerta (font IDESCAT en [8])

Al dimensionar la xarxa de telecomunicacions necessària en el parc de l'Assut, s'hauran de tenir en compte les següents dades:

- En el municipi de Xerta hi consten dos hotels amb un màxim de 30 places disponibles entre tots dos.
- En plena temporada estiuenca poden visitar la zona 150 persones a diari.
- El servei està destinat a l'accés a Internet en general, i tenint en compte que no tots els visitants accediran en el mateix moment, llavors es considerarà un ample de banda proporcional del 40% dels possibles visitants, més elevat que en nucli del municipi ja que al tractar-se de visitants es més probable que utilitzin l'accés gratuït a la xarxa per consultar informacions.
- Segons la normativa per a entitats públiques el servei gratuït estarà limitat a 256Kbps.

Per últim, ens falta definir l'ample de banda necessari per la zona del parc de l'Assut:

Zona	Màxim visitants hotels	Màxim visitants estiu	Total visitants possibles	Màxim visitants connectats (40%)	Ample de banda necessari
Assut	30	150	180	72	72x256kbps=18,43Mbps

Taula 2. Dimensionament de la xarxa a l'Assut.

En la zona del parc de l'Assut, serà necessari un ample de banda mínim de 18,43Mbps.

Conclusions sobre l'ample de banda necessari:

En funció de la zona a donar cobertura serà necessari un ample de banda diferent:

Zona	Màxim d'habitatges connectats (25%)	Màxim visitants connectats (40%)	Ample de banda necessari
Nucli municipi més extraradi proper	115		115x256kbps=29,44Mbps
Parc de l'Assut		72	72x256kbps=18,43Mbps

Taula 3. Dimensionament de tota la xarxa.

3. La tecnologia WiMAX i WiFi

En aquest capítol es farà una breu descripció de les tecnologies emprades en l'elaboració del projecte, el WiMAX i el WiFi. A més, em definirem els seus estàndards, així com les principals topologies de les xarxes WiMAX.

3.1 Classificació de les xarxes sense fils segons l'abast

Les xarxes sense fils es poden classificar segons el seu abast:

Xarxes sense fils d'àrea extensa (WWAN, Wireless Wide Area Network)

Aquest tipus de xarxa té la cobertura més àmplia, amb un abast de desenes de kilòmetres permet connectar milions d'usuaris com en els sistemes de telefonia mòbil. Hi trobem tecnologies com l'UMTS (Universal Mobile Telecommunication System), GSM (Global System for Mobile Communication) i GPRS (General Packet Radio Service).

Xarxes sense fils d'àrea metropolitana (WMAN, Wireless Metropolitan Area Network)

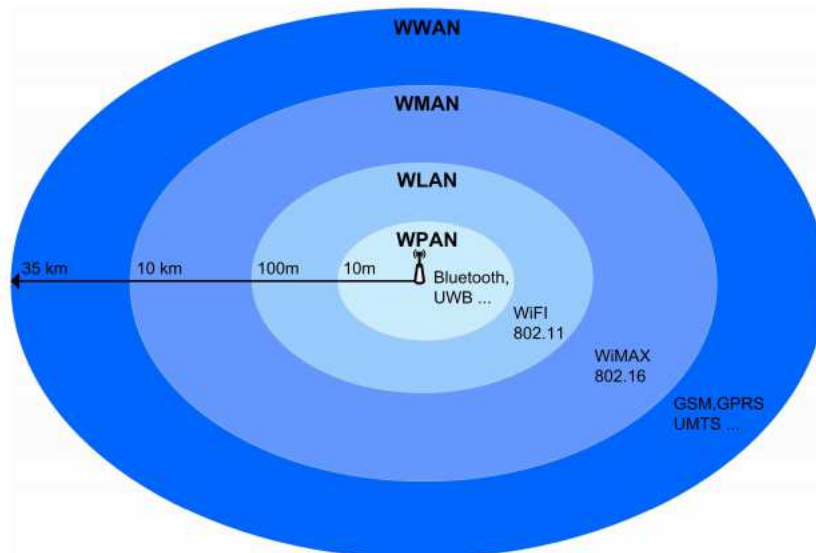
Aquest tipus de xarxa permet una cobertura de fins a 10 kilòmetres, connectant a milers d'usuaris d'una mateixa àrea metropolitana. Per cobertures d'àrea metropolitana hi trobem diferents tecnologies com ara LMDS (Local Multipoint Distribution Service) i el WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access).

Xarxes sense fils d'àrea local (WLAN, Wireless Local Area Network)

Aquest tipus de xarxa dona cobertura amb un abast de centenars de metres, són les més desenvolupades gràcies al WiFi (Wireless Fidelity), i es caracteritzen per la seva implementació en les llars per crear xarxes locals, o bé per a la interconnexió de dispositius mòbils.

Xarxes personal sense fils (WPAN, Wireless Personal Area Network)

Aquest tipus de xarxa dona cobertura amb un abast de 10 metres, serveixen per intercanviar dades entre petits dispositius de manera fàcil i ràpida, i avui en dia permeten el funcionament de moltes aplicacions d'ús diari. Entre moltes altres tecnologies hi trobem el ZigBee i el Bluetooth.



Imatge 12. Classificació de les xarxes sense fils segons l'abast.

3.2 La tecnologia WiFi

L'estàndard internacional IEEE 802.11 defineix les característiques d'una xarxa d'àrea local sense fils. L'anomenat WiFi prové de la certificació atorgada per la WiFi Alliance, grup que garanteix la compatibilitat entre els equips que utilitzen l'estàndard IEEE 802.11. Els dispositius certificats per la WiFi Alliance⁷ porten el següent logotip:



Imatge 13. Logotip de la WiFi Alliance

L'anomenat WiFi permet crear xarxes d'àrea local sense fils d'alta velocitat, d'11Mbps o superior, sempre que l'equip que es vagi a connectar no estigui molt allunyat del punt d'accés, en ambients tancats uns 40m i a l'aire lliure pocs centenars de metres.

L'estàndard IEEE 802.11 estableix els nivells inferiors del model OSI per a les connexions sense fils que utilitzen ones electromagnètiques, segons en [9]:

- La capa física ofereix tres tipus de codificació de la informació.

7. WiFi Alliance: <http://www.wi-fi.org/>

- La capa d'enllaç de dades està composta per dos subcapes, la del control d'enllaç lògic (LLC) i la del control d'accés al medi (MAC).

Segons en [9], la capa física defineix la modulació de les ones de ràdio i les característiques de la senyalització per a la transmissió de dades, mentre que la capa d'enllaç defineix la interfície entre el bus de l'equip i la capa física, a més de les regles per a la comunicació entre les estacions de la xarxa. En realitat, l'estàndard IEEE 802.11 té tres capes físiques que estableixen modes de transmissió alternatius:

Capa de enlace de datos (MAC)	802.2			
	802.11			
Capa física (PHY)	<table border="1"> <tr> <td>DSSS</td> <td>FHSS</td> <td>Infrarrojo</td> </tr> </table>	DSSS	FHSS	Infrarrojo
DSSS	FHSS	Infrarrojo		

Imatge 14. Capa física i d'enllaç del IEEE 802.11

IEEE 802.11a

L'estàndard IEEE 802.11a permet una velocitat màxima de 54Mbps donant cobertura a una zona de fins a 30 metres. L'estàndard 802.11a està basat amb la tecnologia OFDM, és a dir, la multiplexació per divisió de freqüències ortogonals. Treballa amb freqüències de 5GHz i utilitza 8 canals no superposats. Per aquest motiu els equips 802.11a són incompatibles amb els equips 802.11b. De totes maneres, existeixen equips que incorporen tots dos estàndards, el IEEE 802.11a i el IEEE 802.11b, els anomenats equips de banda dual.

IEEE 802.11b

L'estàndard IEEE 802.11b permet una màxima velocitat de dades de 11Mbps en un radi de 100 metres en ambients tancats i de més de 200 metres a l'aire lliure.

IEEE 802.11g

L'estàndard IEEE 802.11g permet una màxima velocitat de dades de 54Mbps en un radi d'uns 100 metres. A més, com l'estàndard IEEE 802.11g treballa a la freqüència de 2400MHz amb codificació OFDM, en general sol ser compatible amb els equips IEEE 802.11b.

IEEE 802.11n

L'estàndard IEEE 802.11n permet una màxima velocitat de dades de 300Mbps en radis de cobertura similars als de l'estàndard IEEE 802.11g. Té dispersió espacial, utilitzant la tècnica MIMO (Multiple Input Multiple Output), la qual li permet un abast més gran que en altres estàndards.

L'estàndard IEEE 802.11n pot treballar a les bandes freqüencials dels 2400MHz i dels 5000MHz, i és compatible amb els altres estàndards, permeten l'escalabilitat de les xarxes. Per una banda, utilitza un ample de banda del canal més gran i fent ús de la MIMO amb divisió per multiplexació espacial (SDM), el que li permet arribar a velocitats més elevades. Per l'altra banda, posseeix de diverses antenes per transmetre i per rebre les dades, emetent fluxes de dades a diferents velocitats per aquestes, el que també li permet obtenir velocitats més grans i una major resistència a les interferències.

Estàndard	Freqüència	Velocitat màxima
IEEE 802.11a	5GHz	54Mbps
IEEE 802.11b	2,4GHz	11Mbps
IEEE 802.11g	2,4GHz	54Mbps
IEEE 802.11n	2,4GHz i 5GHz	399Mbps

Taula 4. Taula comparativa entre estàndards WiFi.

3.3 La tecnologia WiMAX

L'estàndard IEEE 802.16 també anomenat WiMAX, és a dir, Worldwide Interoperability for Microwave Access (interoperabilitat mundial per a l'accés per microones), és una norma de transmissió mitjançant les ones de ràdio. L'estàndard original 802.16 dona cobertura a connexions tipus LOS (line of sight) amb un rang de freqüències entre els 10GHz i els 66GHz, amb velocitats de fins a 280Mbps i a distàncies de 50Km.

L'únic organisme habilitat per a certificar el compliment de l'estàndard i la Interoperabilitat entre els equips de diferents fabricants es el Wimax Forum⁸. Tot equipament que no tingui aquesta certificació no pot garantir la seva interoperabilitat amb altres equips. En l'actualitat hi ha diversos estàndards en ús, ja que el WiMAX en presenta una gran quantitat.

WiMAX fixe

Correspon a l'estàndard IEEE 802.16d, i és l'estàndard d'accés fix del WiMAX.

8. WiMAX Forum: <http://www.wimaxforum.org/>

Opera entre les freqüències dels 2GHz i els 11GHz i la seva velocitat de transferència real arriba als 40Mbps amb un radi de cobertura d'entre els 2km i els 10km, a més, no necessita de visió directa (NLOS). És una tecnologia de gran utilitat per desenvolupar xarxes d'accés a Internet en llocs on implantar-hi una xarxa clàssica resultaria massa car. Dóna bons resultats en enllaços del tipus backhaul, en particular si s'utilitzen en bandes llicenciades.

Utilitza modulació OFDM, una tecnologia de modulació i de codificació del canal, la qual arriba a l'eficiència espectral a partir del solapament múltiple entre diferents portadores de senyal, enlloc de transmetre en una sola portadora. A més, també utilitza les tècniques d'accés al medi com TDD i FDD.

WiMAX mòbil

Correspon a l'estàndard IEEE 802.16e, i és l'estàndard mòbil del WiMAX. Opera en freqüències inferiors als 6GHz, arribant a tasses de transferència de fins a 15Mbps amb canals de 5MHz, amb un radi cobertura d'entre els 2km i els 5km, a més, no necessita de visió directa. Utilitza l'SOFDMA, una variació de l'OFDMA, la qual li permet un numero variable de portadores, que s'afegeixen a les ja existents de l'OFDM i l'OFDMA, a més, amb l'SOFDMA es suporten amples de banda del canal escalables, des dels 1,25Mhz fins als 20MHz. Millora les tècniques MIMO y AAS (Adaptative Antena Systems).

IEEE 802.16-2009

En l'estàndard IEEE802.16 versió 2009, es defineixen quatre diferents especificacions per a la capa física PHY que poden utilitzar-se en conjunt amb la capa MAC per proporcionar una connexió punt a punt fiable.

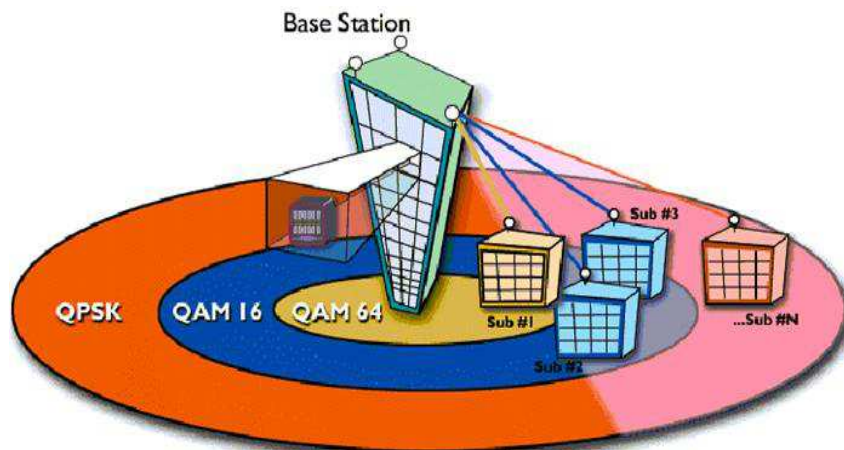
- **WirelessMAN-SC:** és la versió *Single Carrier*, utilitzada per entorns amb línia de visió directa a la banda freqüencial d'entre els 10GHz i els 66GHz. S'utilitza en aplicacions que permeten flexibilitat de configuració, ja que les antenes transmissora i receptora han de tenir visió directa.
- **WirelessMAN-OFDM-256 FFT:** és utilitzada sense visió directa en bandes freqüencials inferiors als 11GHz. Utilitza la modulació ortogonal, OFDM, a més, suporta subcanals en l'enllaç de pujada, cosa que representa una gran eina per optimitzar la cobertura del sistema.
- **WirelessMAN-OFDMA-2048 FFT:** suporta NLOS en bandes freqüencials inferiors als 11GHz. Utilitza el múltiple accés denominat OFDMA (Ortogonal Frequency Division Multiple Access), la qual és una variant de l'OFDM per permetre que diversos usuaris puguin compartir la

mateixa cadena. Suporta subcanals en tots dos enllaços, el de pujada i el de baixada.

- **WirelessHUMAN:** proporciona de tècniques específiques per poder funcionar en bandes freqüencials sense llicència, per aquest motiu se l'anomena HUMAN (High Speed Unlicensed Metropolitan Area Network). Utilitza les bandes freqüencials entre els 5GHz i els 6GHz, amb canals de 10MHz i 20 MHz.

Modulació adaptativa en WiMAX

Els diferents tipus de modulació permeten enviar més o menys bits per símbol i, així, poder transmetre més dades amb una eficiència espectral més elevada. Tot i així, per fer servir tècniques de modulació com la 64-QAM implica que ha d'haver-hi una major relació senyal-soroll per evitar les interferències i mantenir una taxa d'error de bit moderada.



Imatge 15. Modulació adaptativa en el WiMAX

L' utilització de la modulació adaptativa permet que una xarxa sense fils pugui escollir l'ordre de la modulació en funció de les condicions del canal. Així doncs, en el WiMAX, a més distància de l'estació base menor ordre de modulació, passant per les següents modulacions, la 64-QAM, la 16-QAM, la QPSK i la BPSK. Perquè el sistema treballi amb la 64-QAM necessita uns 22dB de relació senyal-soroll, per treballar amb la 16-QAM són necessaris uns 16dB i per la QPSK uns 9dB.

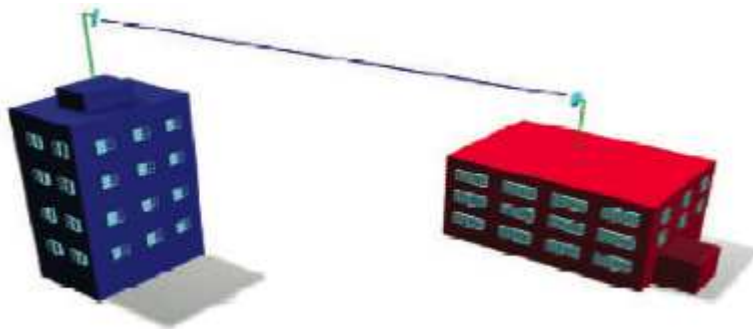
3.4 Tipologies de xarxes en el WiMAX

En el WiMAX existeixen diferents tipus de tipologia de xarxa, les punt a punt

(per a backhuals o ràdio enllaços), les punt a multipunt (altrament anomenades d'última milla) i les Mesh (topologia en malla per l'enllaç entre els subscriptors).

Topologia punt a punt

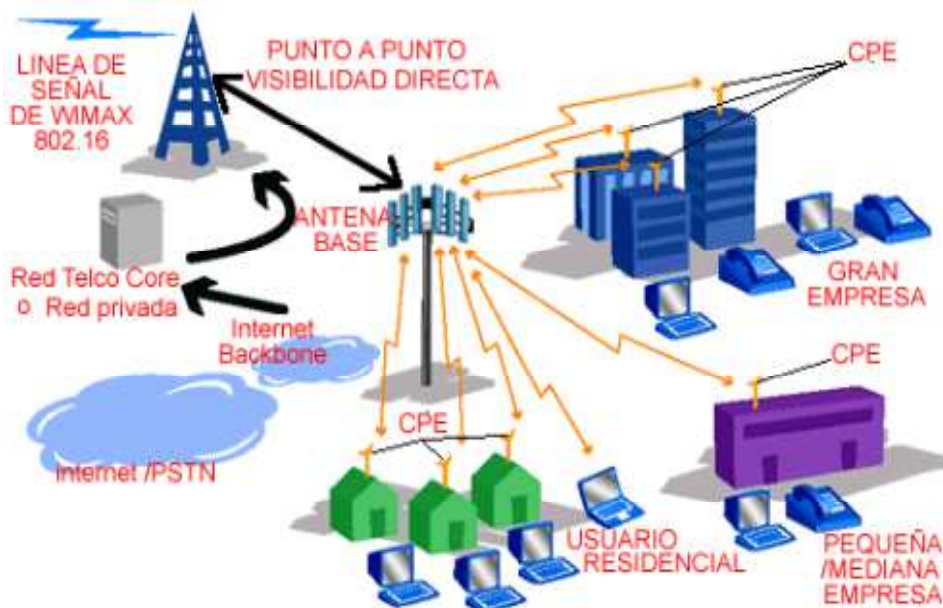
El WiMAX defineix aquesta topologia com una variant de la topologia punt a multipunt. Consisteix en un transmissor i un receptor que es comuniquen entre ells.



Imatge 16. Topologia de xarxa punt a punt.

Topologia punt a multipunt

En la topologia punt a multipunt es defineixen l'estació base i l'estació subscriptora. L'estació base realitza d'interfície entre la xarxa sense fils i la xarxa principal. L'estació subscriptora permet a l'usuari l'accés a la xarxa per mitjà de l'establiment d'una connexió amb l'estació base.



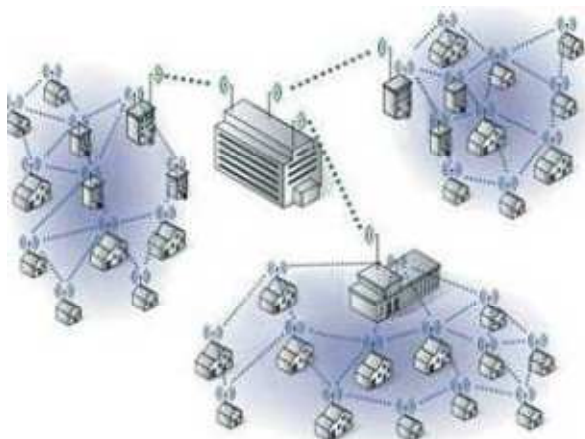
Imatge 17. Topologia de xarxa punt a multipunt.

Topologia Mesh

Topologia en la qual una unitat subscriptora es pot connectar a una o més unitats subscriptores intermediàries fins a arribar a l'estació base. En aquest cas, es tracta d'una xarxa multi-salt que representa una alternativa per poder expandir l' àrea total de cobertura de la xarxa sense un augment significatiu del número d'estacions base, el que redueix el cost de la xarxa.

Aquestes xarxes es caracteritzen perquè cada unitat subscriptora està connectada, de manera que les comunicacions es realitzen a través d'aquestes, així, les unitats subscriptores aprenen i mantenen automàticament configuracions de camins dinàmics. A més, aquestes actuen com a encaminadors que transmeten una senyal de baixa potència per tal que arribi a les unitats veïnes, que reenviaran el senyal.

Aquesta topologia és molt utilitzada en la tecnologia WiFi, i es contempla en l'estàndard 802.11s.



Imatge 18. Topologia de xarxa Mesh.

4. Seguretat en el WiMAX i en el WiFi

En aquest capítol es tracten diferents mesures de seguretat en xarxes WiMAX i WiFi. Totes dues tecnologies incorporen sistemes d'autenticació i xifrat per aconseguir comunicacions segures.

4.1 Seguretat en el WiMAX

La tecnologia WIMAX defineix en la seva pila de protocols una subcapa de seguretat amb l'objectiu de proporcionar privacitat, confidencialitat i autenticació als seus usuaris. El WiMAX basa el seu sistema de seguretat en els principis d'autenticació i xifrat, segons un article d'Albentia Systems en [10].

L'autenticació en el WiMAX

L'autenticació serveix per garantir l'accés segur, és a dir, per evitar que cap usuari no autoritzat faci ús de la xarxa sense fils. Existeixen dos sistemes d'autenticació:

- OSA (Open System Authentication): l'usuari realitza una sol·licitud d'autenticació associada a la seva direcció MAC, i tot seguit, hi ha una resposta de l'estació base amb l'acceptació o la denegació.
- SKA (Shared Key Authentication): en la comunicació s'utilitzen claus compartides que els dos extrems han de conèixer per tal de garantir una autenticació més segura.

Per a l'autenticació mitjançant claus compartides, el WIMAX defineix el protocol PKM (Privacy Key Management) per tal que una estació subscriptora pugui intercanviar les claus amb l'estació base i així poder obtenir l'autorització.

El procediment consisteix en que una estació subscriptora sol·licita autenticació incloent-hi el seu certificat digital x.509, document digital en el que una autoritat de certificació garanteix la seva identitat i la de la seva clau pública. Aquest certificat és únic per cada equip i és infalsificable, ja que es defineix de forma unívoca, i serveix per evitar atacs per suplantació de MAC. Fet això, la base autenticava i verifica el certificat comprovant la firma digital inclosa en el certificat rebut. Per finalitzar, si el certificat es acceptat, la base genera una clau d'autenticació i la xifra mitjançant la clau pública de 1024 bits que està continguda en el seu propi certificat.

El xifratge en el WiMAX

Després que l'estació base autoritzi a l'estació subscriptora són necessaris mecanismes de xifrat per tal de proporcionar confidencialitat i integritat a les dades. L'estació subscriptora envia a la base una sol·licitud de claus de xifrat, anomenades TEKs (Traffic Encryption Keys), que són enviades per l'estació base en un paquet de resposta. Aquestes claus estan xifrades en una clau que comparteixen totes dues parts. L'algoritme que es fa servir per al xifrat de les TEKs pot ser el 3DES (Triple Data Encryption Standard), AES (Advanced Encryption Standard) o l'RSA (Rivest, Shamir y Adleman).

Els avantatges dels mecanismes de xifrat que implementa el WiMAX respecte d'altres tecnologies són:

- Permeten realitzar un xifrat independent per a cada flux de dades.
- Els algoritmes que fan servir són molt robustos.
- Suporten la generació de claus dinàmiques, un tipus de clau que tenen un temps de vida limitat, canvien i es renoven automàticament, i ofereixen una màxima seguretat en contraposició a les claus estàtiques que són vulnerables ja que són fàcils d'endevinar.

4.2 Seguretat en el WiFi

Quan un equip vol accedir a una xarxa WiFi el que necessita primer es associar-se a un punt d'accés, que és qui s'encarrega de l'autenticació a través de dos tipus de mecanismes, OSA i SKA. A aquests elements s'afegeixen sistemes de xifrat que han de assegurar-nos la confidencialitat i la integritat de les dades, segons un article d'Albentia Systems en [10].

L'autenticació i el xifrat en el WiFi

Els principals sistemes d'autenticació i xifrat són:

- WEP (Wired Equivalent Privacy): és un sistema d'autenticació i xifrat que codifica les dades abans d'enviar-les mitjançant una clau compartida estàtica (de 64, 128 o 256 bits) la qual serà la mateixa per a totes les estacions i pel punt d'accés. Aquesta tècnica presenta moltes vulnerabilitats, com ara que la clau és estàtica, el vector d'inicialització que es repeteix i no es xifra, etc. Per tant, no és un sistema molt segur.

- WPA (WiFi Protected Access): presenta millores respecte al sistema WEP, com la generació dinàmica de la clau d'accés. Les xarxes bàsiques solen usar una versió més simple de WPA, anomenada WPA-PSK (Pre-Shared Key), que implementa la mateixa clau compartida en tots els dispositius. WPA fa servir RC4 com a algoritme de xifrat i TKIP (Temporary Key Integrity Protocol) com algoritme de gestió de claus. Aquest sistema presenta certes vulnerabilitats, ja que permet l'accés a alguns dels paquets que van des del punt d'accés fins als terminals de xarxa.
- WPA2 (WiFi Protected Access 2): és una millora relativa a la WPA i és la versió certificada de l'estàndard WiFi. Utilitza com a algoritme de xifrat CCMP (AES) (Counter Mode with Cipher Block Chaining Message Authentication Code Protocol més l' Advanced Encryption Standard). En l'actualitat és el protocol de seguretat més fiable per al WiFi i l'implementa una gran part dels nous equips. Té el desavantatge que no pot ser suportat pels equips més antics.

4.3 Accés al medi en el WiMAX i en el WiFi

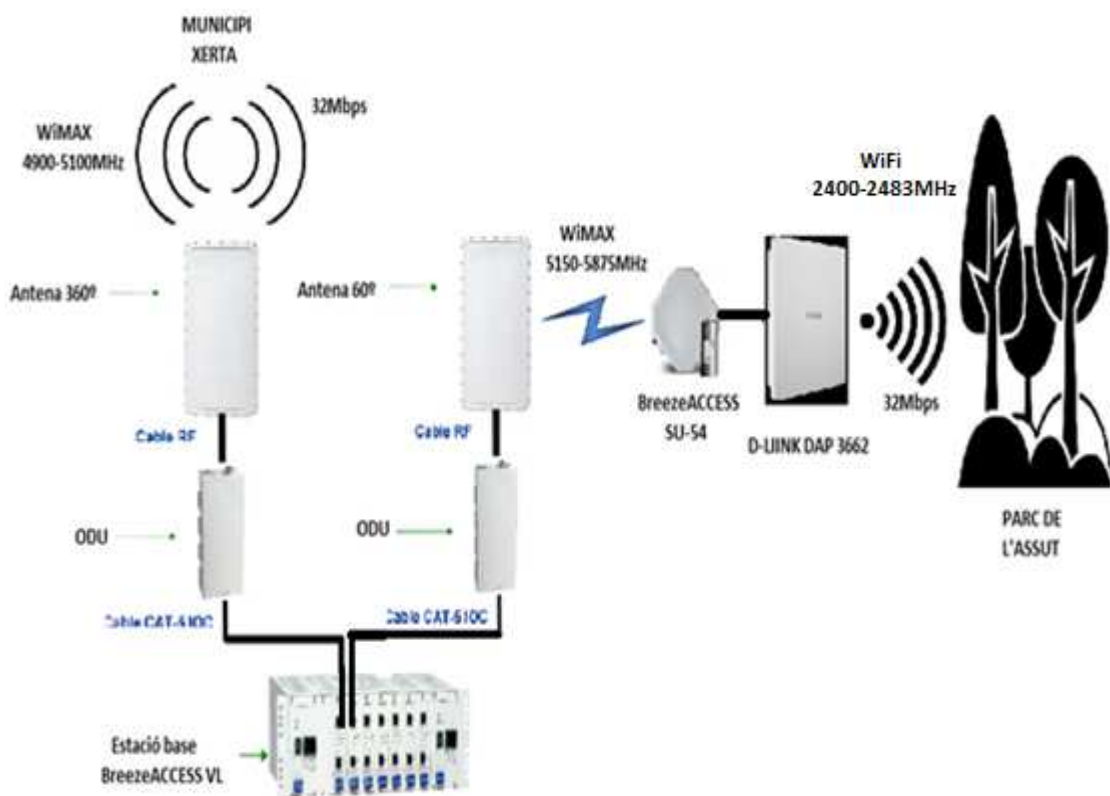
- WiMAX: és determinista i es regeix per una estació base que actua com a àrbitre que controla les transmissions. Cap unitat subscriptora que no estigui autoritzada pot transmetre dades indiscriminadament cap a la l'estació base o cap a les altres estacions subscriptores, per tant, els atacs del tipus de denegació de servei ho tenen més difícil que en les tecnologies d'accés aleatori.
- WiFi: el seu accés es basa en CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access, Collision Avoidance). Quan els terminals veuen que el mitjà està lliure, transmeten lliurement. És, per tant, un accés al medi aleatori. Això pot provocar que un usuari no autenticat pugui saturar el sistema enviant molts de paquets, tipus d'atac típic a les xarxes WiFi.

5. Desenvolupament de la xarxa

En aquest capítol es defineix i dimensiona la xarxa sense fils a implementar, així com tots els paràmetres que hi tenen relació i els dispositius utilitzats, junt amb les seves característiques.

5.1 Descripció de la xarxa

La xarxa sense fils implementada, per una banda, s'utilitza una tipologia punt a multipunt per donar accés a Internet a tot el municipi i al seu extraradi més proper, i per l'altra banda, s'utilitza una topologia punt a punt per donar accés a Internet a la zona allunyada del municipi, anomenada l'Assut. Per fer-ho, utilitzarem tant la tecnologia WiMAX, concretament els dispositius de la marca Alvarion, com la tecnologia WiFi, per donar cobertura a l'Assut amb els dispositius de la marca D-Link.



Imatge 19. Disseny de la xarxa sense fils.

Respecte al disseny de la xarxa sense fils es consideren els següents punts:

- L'estació base utilitzada, la BreezeACCESS VL AU-BS d' Alvarion, segons el fabricant en [11], és capaç de tenir bandes de freqüències diferents funcionant en el mateix xassís. Es situarà en el sostre de l'ajuntament, punt cèntric i amb visió directa a tot el municipi i voltants.

- L'antena omnidireccional connectada a l'estació base situada en el sostre de l'ajuntament s'utilitzarà per donar cobertura mitjançant el WiMAX a tot el municipi i als seu extraradi més proper. La seva freqüència de funcionament serà de 4900MHz-5100MHz, i proporcionarà el throughput necessari de 32Mbps, ample de banda requerit que ha estat dimensionat en l'apartat 2.6 del present treball.
- L'antena sectorial de 60° connectada a l'estació base situada en el sostre de l'ajuntament s'utilitzarà per crear un ràdio enllaç entre l'ajuntament i el parc de l'Assut. El ràdio enllaç es desenvoluparà amb la tecnologia WiMAX i funcionarà com a backhaul a la freqüència de 5150MHz-5875MHz per donar cobertura a la zona de l'Assut mitjançant WiFi, amb un punt d'accés exterior que funcionarà a la freqüència de 2400MHz-2483MHz, proporcionant un throughput de 32Mbps, ample de banda requerit que ha estat dimensionat en l'apartat 2.6 del present treball.

Dispositius WiMAX d'Alvarion

Els dispositius WiMAX elegits han estat els de la marca Alvarion, marca que presenta els següents avantatges:

- Una gran reputació ja que es marca líder a nivell mundial en sistemes WiMAX.
- Bona relació qualitat, preu.
- Gran escalabilitat en les xarxes desenvolupades amb els seus productes.
- Elevat nombre de projectes ja desenvolupats amb els seus dispositius que avalen el seu bon funcionament.

Dispositius WiFi de D-Link

Els dispositiu WiFi elegits han estat els de la marca D-Link, marca que presenta els següents avantatges:

- Gran reconeixement a nivell mundial dels seus productes.
- Bona relació preu, qualitat i rendiment.
- Simplicitat en el funcionament i la instal·lació dels seus productes.

- Experiència en el sector amb grans resultats.

Proveïdors d'Internet

Segons el calculat ample de banda requerit (apartat 2.6 del present treball) amb dos línies ADSL de 30Mbps/1Mbps (30Mbps de baixada i 1Mbps de pujada) serien suficients pel funcionament de la xarxa sense fils del municipi de Xerta.

L'ajuntament es qui té la potestat de negociar amb els operadors presents a la zona la contractació de les dos línies ADSL 30Mbps/1Mbps necessàries, intentant aconseguir un preu el més raonable possible.

Potència isotròpica radiada equivalent, PIRE:

El PIRE o potència isotròpica radiada equivalent és la quantitat de potència emesa per una antena isotròpica per a generar la densitat de potència en la direcció màxima de guany. Quant es parla de PIRE es parla de la màxima potència a la qual els dispositius poden emetre.

El PIRE té en compte les pèrdues en la línia de transmissió i en els connectors, a més també té en compte el guany de l'antena. Es pot calcular de la següent manera:

$$\text{PIRE} = \text{potència màxima transmesa (dBm)} + \text{guany de l'antena (dBi)} - \text{pèrdues (dB)}$$

Segons la normativa espanyola es permeten els següents valors de PIRE o de potència:

Normativa espanyola	PIRE	Potència
WiMAX	23dBm	200mW
WiFi	20dBm	100mW

Taula 5. Valors màxims de PIRE segons la normativa.

Interferències

Per evitar al màxim les interferències entre les dues antenes WiMAX es considera:

- S'utilitzaran freqüències de funcionament diferents per a cada antena, l'antena omnidireccional radia a la banda dels 4900MHz-5100MHz, i l'antena sectorial de 60° radia a la banda dels 5150MHz-5875Mhz.

- S'activarà l'*Spectrum Analysis* de que disposa l'estació base BreezeACCESS VL AU-BS, segons el seu manual en [11]. És un analitzador d'espectres que funciona en temps real i que és capaç d'analitzar el soroll que tenen els diferents canals. L'analitzador d'espectres ens proporciona diverses informacions a través d'un visualitzador, entre elles el nivell màxim i mig de soroll en el canal.
- S'activarà l'*Automàtic Channel Selection* de que disposa l'estació base BreezeACCESS VL AU-BS, segons el seu manual en [11]. És un selector automàtic de canal que funciona en temps real i que permet determinar de forma automàtica quin canal té menys soroll gràcies a l'analitzador d'espectres de l'apartat anterior.
- S'activarà l'ATPC, l'*Automatic Transmit Power Control*, en totes les unitats subscriptores. L'ATPC és un algoritme que redueix al mínim la interferència entre la estació base i les unitats subscriptores, segons el manual del BreezeACCESS VL en [11]. Això, s'aconsegueix ajustant automàticament el nivell de potència transmesa des de l'estació base a cada unitat subscriptora, és a dir, en funció del nivell de potència real rebut a l'estació base des de cada unitat subscriptora, l'estació base transmetrà a més o menys potència cap a l' unitat subscriptora.
- En cas que fos necessari es podrien utilitzar filtres freqüencials adequats per a les dues freqüències de treball.

5.2 Estació base de l'ajuntament

El dispositiu WiMAX punt a multipunt escollit ha estat el BreezeACCESS VL d'Alvarion, el qual es situarà en el sostre de l'ajuntament. D'allí, podrà donar cobertura a tot el poble i al seu extraradi més proper amb una antena omnidireccional, ja que en té visió directa, proporcionant un throughput màxim de 32Mbps.

El mateix dispositiu també donarà cobertura al parc de l'Assut amb una antena sectorial de 60°, ja que l'estació base és capaç de treballar amb bandes de freqüències diferents en el mateix xassís, proporcionant un throughput màxim de 32Mbps. L'antena sectorial de 60° serà encarada direcció al parc de l'assut, a través d'una zona poc poblada del municipi, i s'utilitzarà com a ràdio enllaç backhaul pel WiFi del parc. S'ha de tenir en compte que totes dues antenes funcionen amb rangs de freqüències diferents, minimitzant l'efecte d'interferència.

En l'estació base de l'ajuntament se situen els següents dispositius.

- **Estació base BreezeACCESS VL AU-BS:** segons el seu manual en [11], permet bandes freqüencials diferents en un mateix xassís. Utilitza modulacions tipus BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM i OFDM. Prop als 5GHz només utilitza canals de 10MHz i 20MHz, utilitzarem canals de 10MHz. Administra fins a 512 usuaris sense xifrar i 124 usuaris amb xifrat per sector, suficients segons el dimensionament de la xarxa desenvolupat en l'apartat 2.6 del present treball. Segons Alvarion [12]:

Característiques	Valors
Estàndard	802.16
Modulació	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, OFDM
Canals (4900-5100MHz)	10, 20MHz
Potència de sortida	-10 a 21dBm
Throughput màxim	32Mbps x 6 sectors
Màxim usuaris sector sense xifrar	512
Màxim usuaris sector amb xifrat	124

Taula 6. Paràmetres del BreezeACCESS VL AU-BS.



Imatge 20. Estació base del BreezeACCESS VL AU-BS

Les unitats exteriors de l'estació base BreezeACCESS VL AU-BS, anomenades AU-E-ODU són les encarregades del processat i dels mòduls de ràdio, i és on es connecta l'antena.



Imatge 21. Unitat AU-E-ODU del BreezeACCESS VL AU-BS

- **Antena AU-Ant-4.9G-9-Omni:** antena omnidireccional de l'estació base amb freqüències de funcionament entre els 4900MHz i els 5100MHz. Té un guany d'antena de 9dBi. Segons Alvarion en [11]:

Omnidireccional (360°)	AU-Ant-4.9G-9-Omni
Freqüència	4900-5100MHz
Guany	9dBi

Taula 7. Paràmetres de l'antena omnidireccional



Imatge 22. Antena omnidireccional del BreezeACCESS VL AU-BS

- **AU-Ant-5G-16-60:** antena sectorial de 60° de l'estació base amb freqüències de funcionament de 5150MHz i els 5875MHz. Té un guany d'antena de 16dBi. Segons Alvarion en [11]:

Sectorial (60°)	AU-Ant-4.9G-9-Omni
Freqüència	5150-5875MHz
Guany	16dBi

Taula 8. Paràmetres de l'antena sectorial 60°



Imatge 23. Antena sectorial de 60° del BreezeACCESS VL AU-BS

- **Estacions subscriptores (CPE):** són les unitats encarregades de rebre i transmetre les dades a l'estació base que dóna cobertura al nucli del municipi i l'extraradi més proper. La gama de dispositiu utilitzada és:
 - **SU-A/E sèries:** estan compostes d'una unitat interior (IDU) i d'una exterior amb l'antena integrada (ODU), hi cal que un tècnic professional les instal·li. L'IDU proveeix de la interfície d'usuari necessària per poder connectar-la via IEEE 802.3 Ethernet 10/100BaseT (RJ45) a qualsevol dispositiu. A més, l'IDU és connecta amb l'ODU amb un cable Ethernet categoria 5, i també li transmet l'alimentació (54Vdc) i les dades de control. Funcionen amb l'*Automatic Transmit Power Control* (ATPC). Utilitzarem el model SU-3-BD, amb un throughput màxim de 3Mbps per subscriptor, suficient segons el dimensionament de l'apartat 2.6 del present treball. Segons Alvarion en [12]:

Característiques	Valors
Estàndard	802.16
Modulació	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, OFDM
Antena	Integrada
Freqüència de funcionament	4900-5100MHz
Potència de sortida	-10dBm a 21dBm (ATPC)
Guany de l'antena	19dBi
Throughput màxim	3Mbps

Taula 9. Paràmetres de l'estació subscriptora SU-3-BD



Imatge 24. Estació subscriptora tipus SU-3-BD

5.3 Ràdio enllaç entre l'ajuntament i l'Assut

El ràdio enllaç des del sostre de l'ajuntament fins el parc de l'Assut s'implementa entre l'antena sectorial de 60° connectada a l'estació base BreezeACCESS VL AU-BS del sostre de l'ajuntament i la unitat subscriptora SU-54-BD del parc de l'assut. El ràdio enllaç es desenvolupa amb tecnologia WiMAX i actuarà com a backhaul entre els dos llocs per donar cobertura WiFi (IEEE 802.11g) al parc de l'Assut, amb un throughput màxim de 32Mbps, suficient per la zona segons el dimensionament de xarxa de l'apartat 2.6. S'utilitzarà l'unitat subscriptora tipus SU-54-BD capaç de suportar throughputs de fins a 32Mbps, suficient per les necessitats del parc de l'Assut.

- **SU-54-BD:** estan compostes d'una unitat interior (IDU) i d'una exterior (ODU) amb l'antena integrada, i cal que un tècnic professional les instal·li. L'IDU proveeix de la interfície d'usuari necessària per poder connectar-la via IEEE 802.3 Ethernet 10/100BaseT (RJ45) a qualsevol dispositiu. A més, l'IDU és connecta amb l'ODU amb un cable Ethernet categoria 5, i també li transmet l'alimentació (54Vdc) i les dades de control. Pot tenir habilitat l'*Automatic Transmit Power Control* (ATPC). Serà capaç de processar la senyal WiMAX de 30Mbps que se li enviarà des de l'estació base, ja que es capaç de suporta fins a 54Mbps. Segons el manual d'Alvarion, en [11]:

Característiques	Valors
Estàndard	802.16
Modulació	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, OFDM
Antena	Integrada
Freqüència de funcionament	5150-5875MHz
Potència de sortida	-10dBm a 21dBm (ATPC)
Guany de l'antena	20dBi
Throughput màxim	54Mbps

Taula 10. Paràmetres de l'estació subscriptora SU-54-BD



Imatge 25. Unitat subscriptora tipus SU-54-BD

5.4 El WiFi al parc de l'Assut

Al parc de l'Assut hi tenim un l'extrem del ràdio enllaç WiMAX com a backhaul a 32Mbps per donar-hi cobertura WiFi (IEEE 802.11g) amb el punt d'accés exterior D-Link DAP 3662. Pel parc, els 32Mbps seran suficients segons el dimensionament de xarxa de l'apartat 2.6.

- **D-Link DAP 3662:** punt d'accés exterior amb POE (Power over Ethernet), capaç de proporcionar connectivitat WiFi al parc de l'Assut. Segons el seu manual de D-Link en [13]:

Característiques	Valors
Estàndard	802.11g/802.11n/802.11b
Antena	Integrada
Freqüència de funcionament	2400-2483MHz
Potència sortida màxima	28dBm
Guany de l'antena	5dBi
Seguretat	WPA, WPA2, WEP 64/128
Modulació	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM amb OFDM
Número de canals	13 a Europa
Throughput	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54Mbps

Taula 11. Paràmetres del punt d'accés D-Link DAP 3662

En la taula següent hi tenim la seva sensibilitat:

Throughput	Sensibilitat
-82dBm	6Mbps
-81dBm	9Mbps
-79dBm	12Mbps
-77dBm	18Mbps
-74dBm	24Mbps
-70dBm	36Mbps
-66dBm	48Mbps
-65dBm	54Mbps

Taula 12. Sensibilitat del punt d'accés D-Link DAP 3662



Imatge 26. Punt d'accés exterior D-Link DAP 3662

5.5 Centre de processament de dades de l'ajuntament

L'estació base del BreezeACCESS VL està situada en l'ajuntament, llavors és en el propi ajuntament on es situarà el centre de processament de dades, on hi tindrem diferents dispositius amb la finalitat de proveir, gestionar i protegir la xarxa sense fils municipal. A més, és en l'ajuntament on l'operador de telecomunicacions ISP, ens proveirà amb les dues línies ADSL 30Mbps/1Mbps necessàries pel funcionament de la xarxa.

Tallafocs D-Link DFL-260E NetDefend

El tallafocs D-Link DFL-260E NetDefend serà l'encarregat de proporcionar seguretat a la xarxa, protegint-la dels atacs de l'exterior. A més, també s'encarregarà d'actuar com a balancejador de càrrega de les dues línies ADSL 30Mbps/1Mbps proporcionades pel ISP i necessàries per al funcionament de la xarxa. Segons el manual del fabricant en [14]:

- Throughput màxim de 150 Mbps, suficient per a la xarxa a desenvolupar.
- Incorpora un potent detector d'intrusos amb el qual pot detectar els atacs més comuns contra la xarxa des d'Internet.

- Permet filtratge de continguts web, scripts i correu electrònic.



Imatge 27. Tallafocs D-Link DFL-260E NetDefend

Servidor Fujitsu PRIMERGY RX1330 M1

El servidor Fujitsu PRIMERGY RX1330 M1 serà l'encarregat d'autenticar els usuaris de la xarxa sense fils, a més limitarà l'ample de banda a cada usuari que es connecti.



Imatge 28. Servidor Fujitsu PRIMERGY RX1330 M1

Commutador D-Link DES-105

El commutador D-Link DES-105 serà el dispositiu que connectarà el tallafocs, el servidor i l'estació base.

- Té 5 ports 10/100Mbps, suficients pel dimensionament de la xarxa.
- Capacitat de commutació de fins a 1Gbps, suficient per la xarxa.



Imatge 29. El commutador D-Link DES-105

6. Simulació de la xarxa amb Radio Mobile

En aquest capítol es fa una explicació dels paràmetres generals de simulació amb el programa Radio Mobile, tot seguit es mostren els resultats de les simulacions portades a terme.

6.1 Paràmetres generals de la simulació

Radio Mobile és un programari d'anàlisi de propagació radioelèctrica creat per Roger Coudé amb el qual es pot simular qualsevol dispositiu existent en el mercat si es tenen les seves característiques tècniques.

Tenint en compte la situació geogràfica del municipi on s'ha de desenvolupar la xarxa, i segons UPCommons en [15]:

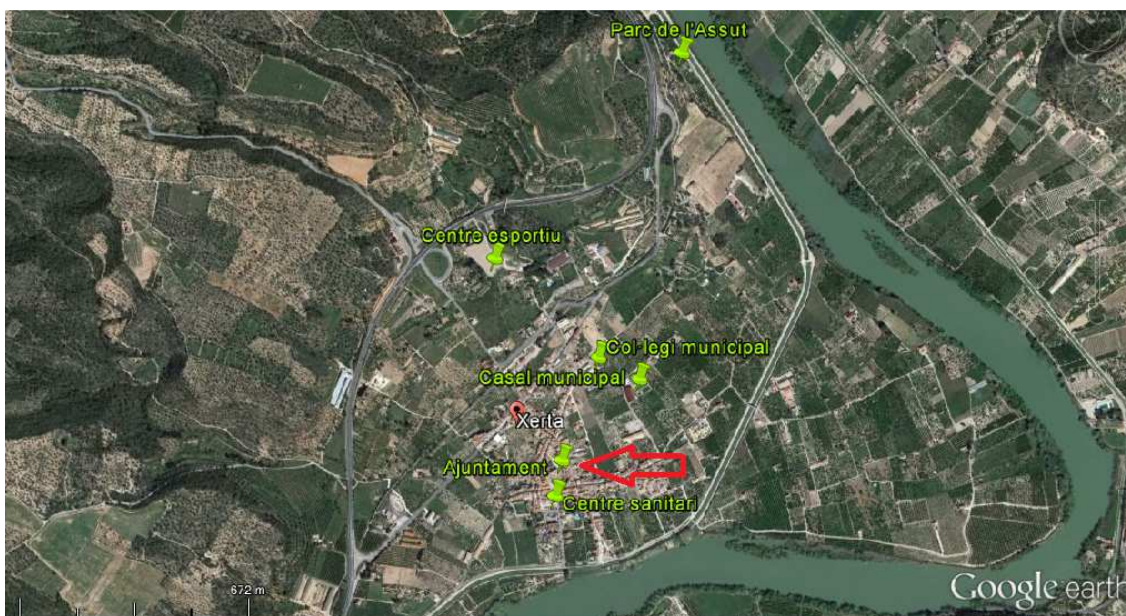
Paràmetre	Valor
Refractivitat	301
Conductivitat	0,005S/m
Permitivitat	15
Polarització	Vertical
Clima	Continental temperat
Variabilitat	Intent

Taula 13. Paràmetres generals de la simulació.

6.2 Simulació del WiMAX al municipi

L'ajuntament del municipi de Xerta es situa en la part central del poble, tot just a la mateixa plaça Major, punt neuràlgic del municipi. L'edifici consta de quatre plantes amb una altura d'uns 20m. És aquí doncs on hi situarem l'antena omnidireccional connectada a l'estació base BreezeACCESS VL AU-BS amb un màstil de 6m d'altura. Per tant, l'antena estarà situada a una altura de 26 m respecte al terra, elevació suficient per poder tenir visió directa a la totalitat dels habitatges del nucli del municipi i als del seu extraradi.

Tot seguit una imatge aèria de la localització de l'ajuntament de Xerta.



Imatge 30. Indicació aèria de l'ajuntament.

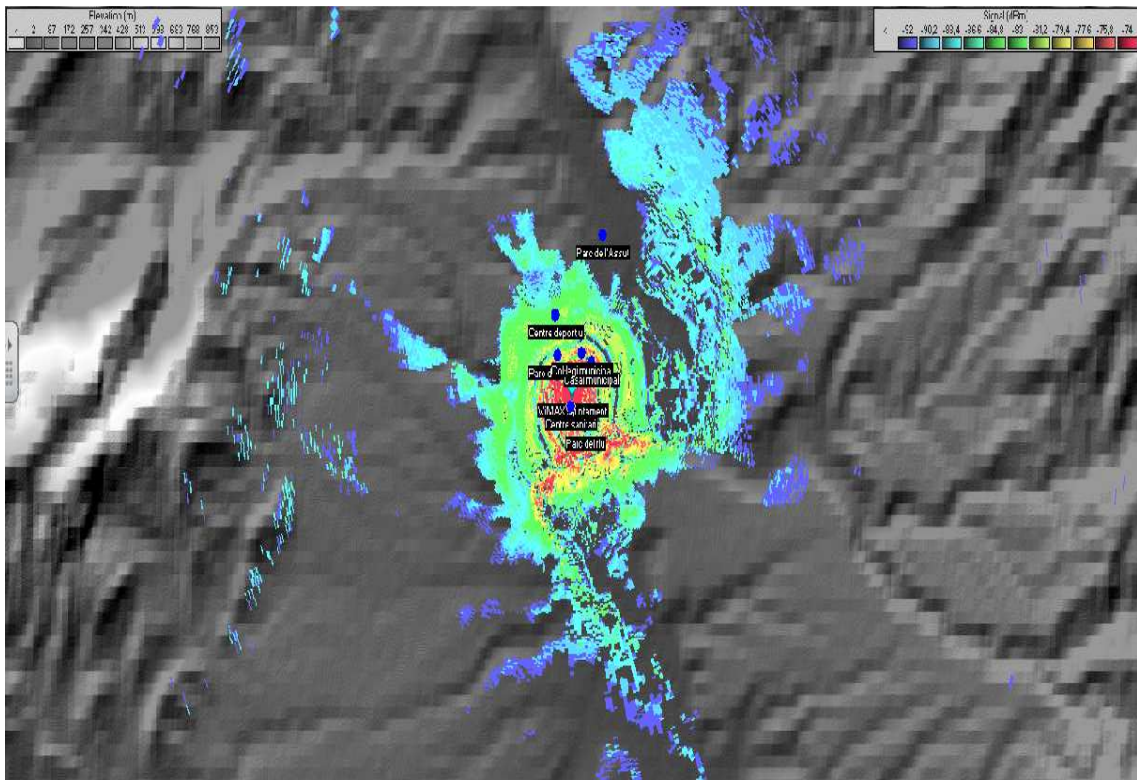
Els paràmetres de la simulació del WiMAX amb l'antena 360° des del sostre de l'ajuntament són els següents:

Paràmetre	Valor
Freqüència de funcionament	4900-5100MHz
Tipus d'antena	360°
Potència emesa	15,5dBm
Guany de l'antena	8dBi
Pèrdues	0,5dB
Sensibilitat	-92dBm
Altura antena respecte el terra	26m

Taula 14. Paràmetres de la simulació del WiMAX.

La potència emesa respecte el PIRE, que pel WiMAX i segons la normativa espanyola no ha de superar els 200mW, és a dir 23dBm, això significa que sumant la potència emesa, més el guany de l'antena, i restant les pèrdues dels connectors i la del cable s'aconsegueix un PIRE de 23Bm.

Tot seguit es mostra el resultat de la simulació des del sostre de l'ajuntament amb l'antena omnidireccional.



Imatge 31. Resultat de la simulació del WiMAX des de l'ajuntament.

Segons el resultat de la simulació s'aconsegueix un 99% de cobertura en el nucli del municipi i en els terrenys d'horta de l'extraradi més pròxims.

6.3 Simulació del WiFi a l'Assut

Tot seguit una imatge aèria de la localització de l'Assut de Xerta.



Imatge 32. Indicació aèria del parc de l'Assut

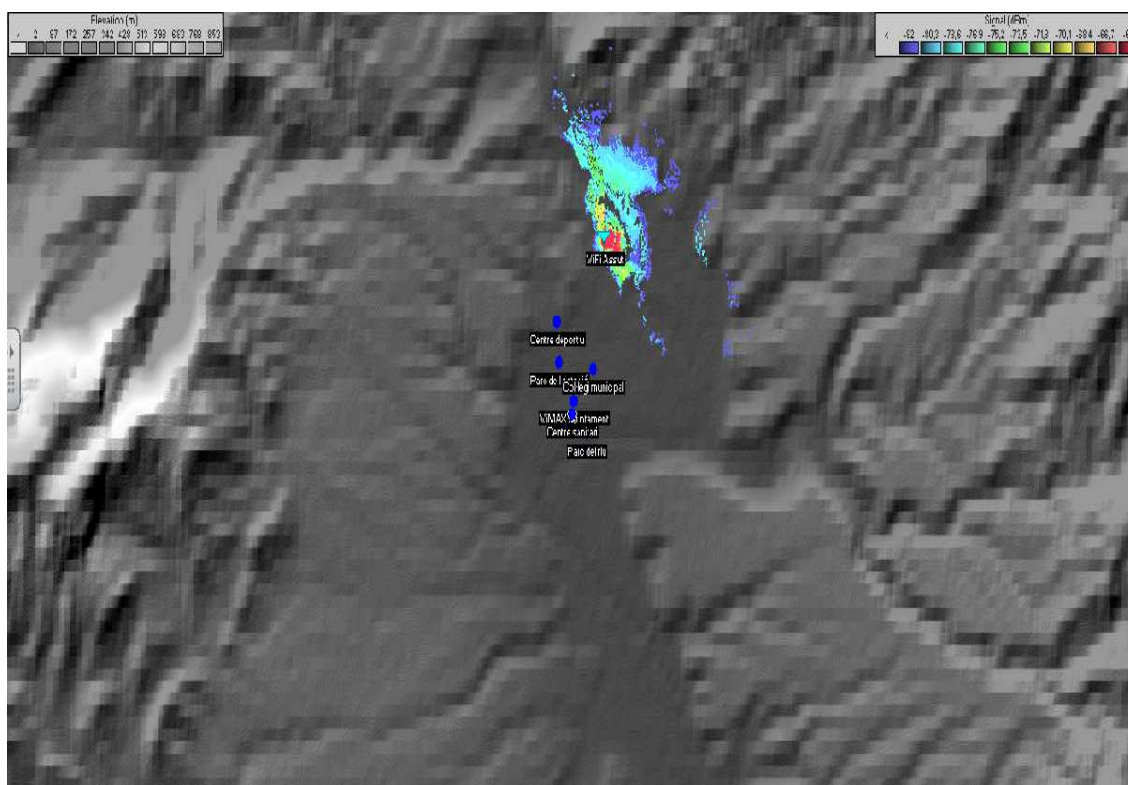
Els paràmetres de la simulació del WiFi en el parc de l'Assut són els següents:

Paràmetre	Valor
Freqüència de funcionament	2,4-2,4835MHz
Tipus d'antena	360°
Potència emesa	15,5dBm
Guany de l'antena	5dBi
Pèrdues	0,5db
Sensibilitat	-82dBm
Altura antena respecte el terra	20m

Taula 15. Paràmetres de la simulació del WiFi.

La potència emesa respecte el PIRE, que pel WiFi i segons la normativa espanyola no ha de superar els 100mW, és a dir 20dBm, això significa que sumant la potència emesa, més el guany de l'antena, i restant les pèrdues dels connectors i la del cable s'aconsegueix un PIRE de 20Bm.

Tot seguit podem veure el resultat de la simulació del WiFi en el parc de l'assut.



Imatge 33. Resultat de la simulació del WiFi a l'Assut.

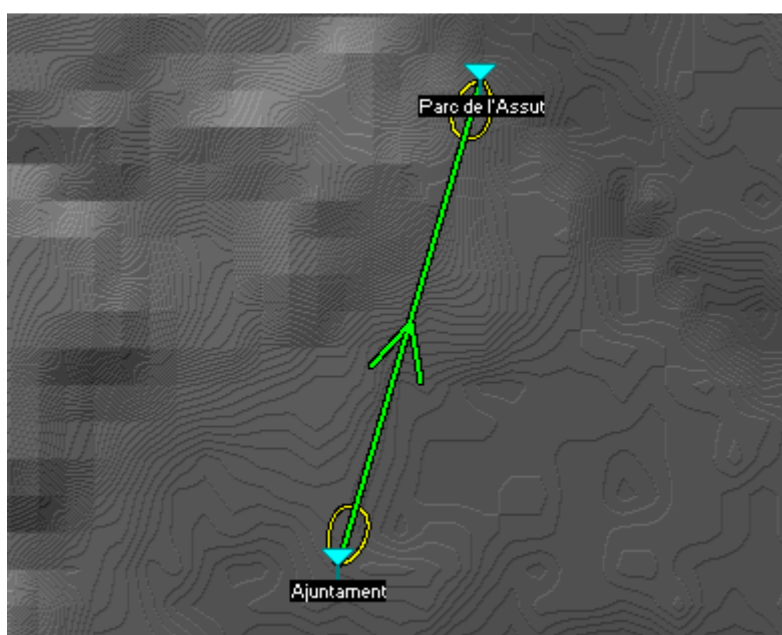
La cobertura del WiFi en el parc de l'Assut és del 99%, a més veiem que el senyal WiFi no és solapa amb el senyal WiMAX que dona cobertura al nucli del municipi i els seus extraradis d'horta més propers.

6.4 Simulació del ràdio enllaç

El ràdio enllaç entre l'ajuntament i el parc de l'assut actua com a backhaul per donar cobertura WiFi al parc de l'Assut. Es du a terme entre l'antena sectorial de 60° situada en el sostre de l'ajuntament a una altura respecte el terra de 26m i el CPE tipus SU-54-BD situat en el parc de l'Assut a una altura respecte el terra de 20m.

Simulació del ràdio enllaç entre l'ajuntament i el parc de l'Assut:

En la imatge següent es pot veure la creació amb Radio Mobile del ràdio enllaç entre l'ajuntament i el parc de l'assut.



Imatge 34. Ràdio enllaç entre l'ajuntament i l'Assut.

Els paràmetres del ràdio enllaç entre l'ajuntament i el parc de l'Assut són els següents:

Paràmetre	Valor
Freqüència de funcionament	5150-5875MHz
Tipus d'antena	60°
Potència emesa	8,5dBm
Guany de l'antena	16dBi
Pèrdues	0,5db
Sensibilitat	-92dBm
Altura antena respecte el terra	26m

Taula 16. Paràmetres del ràdio enllaç entre l'ajuntament i l'Assut.

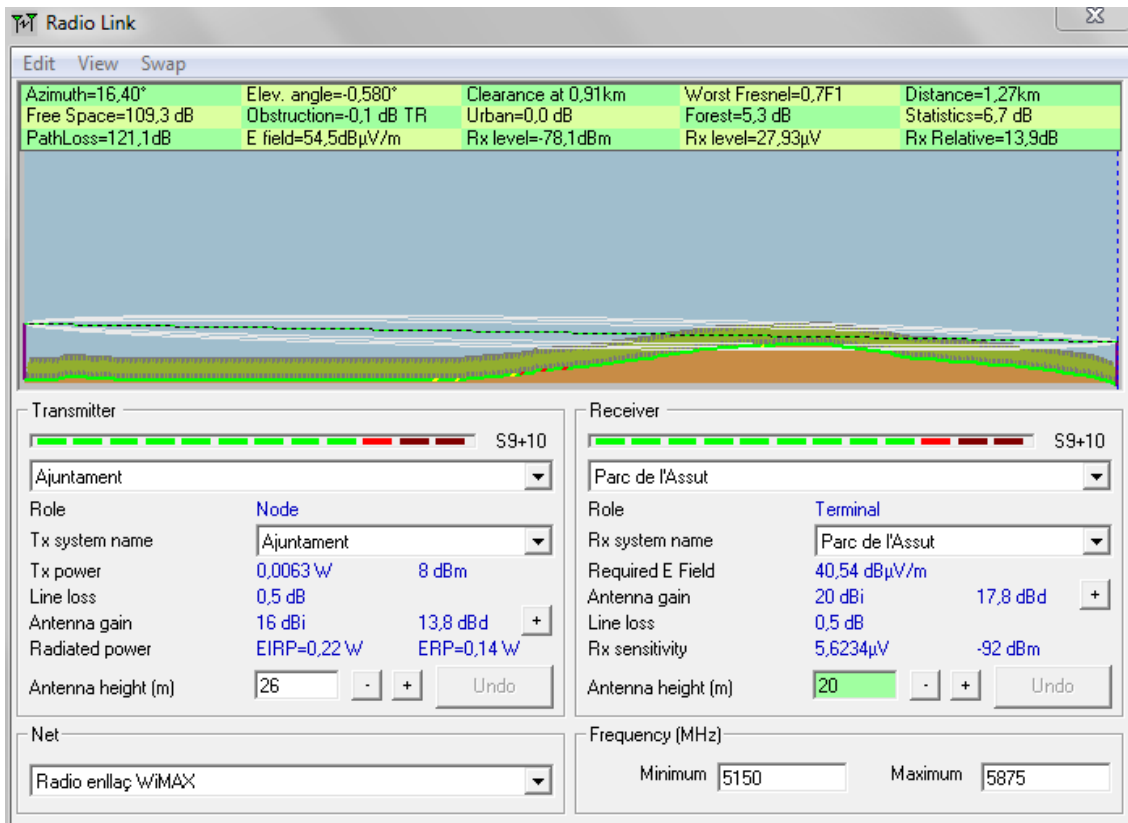
La potència emesa respecta el PIRE, que pel WiMAX i segons la normativa espanyola no ha de superar els 200mW, és a dir 23dBm, això significa que sumant la potència emesa, més el guany de l'antena, i restant les pèrdues dels connectors i la del cable s'aconsegueix un PIRE de 23Bm.

El programa Radio Mobile te uns rangs predeterminats per calcular la qualitat de la senyal, essent S0 un nivell de senyal molt baix i S9+30 excel·lent.

Referencia codi S	Marge de fading (M) respecte al umbral
S0	$M \leq -1,5 \text{ dB}$
S1	$-1,5 \text{ dB} < M \leq 1,5 \text{ dB}$
S2	$1,5 \text{ dB} < M \leq 4,5 \text{ dB}$
S3	$4,5 \text{ dB} < M \leq 7,5 \text{ dB}$
S4	$7,5 \text{ dB} < M \leq 10,5 \text{ dB}$
S5	$10,5 \text{ dB} < M \leq 13,5 \text{ dB}$
S6	$13,5 \text{ dB} < M \leq 16,5 \text{ dB}$
S7	$16,5 \text{ dB} < M \leq 19,5 \text{ dB}$
S8	$19,5 \text{ dB} < M \leq 22,5 \text{ dB}$
S9	$22,5 \text{ dB} < M \leq 27 \text{ dB}$
S9 + 10	$27 \text{ dB} < M \leq 39 \text{ dB}$
S9 + 20	$39 \text{ dB} < M \leq 49 \text{ dB}$
S9 + 30	$49 \text{ dB} < M \leq 59 \text{ dB}$

Imatge 35. Taula de marge respecte el llindar de sensibilitat del receptor.

Tot seguit el ràdio enllaç entre l'ajuntament i l'Assut a Radio Mobile.

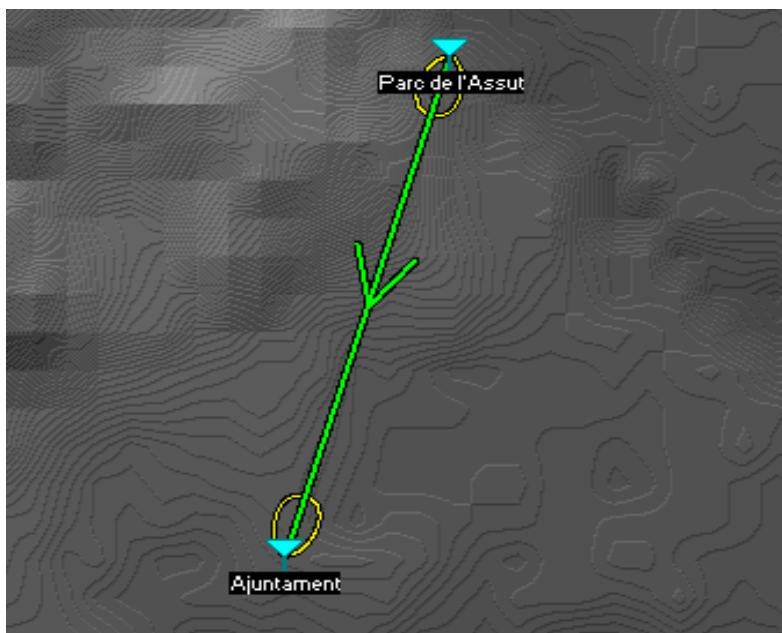


Imatge 36. Resultat del ràdio enllaç entre l'ajuntament i l'Assut.

El valor obtingut de la recepció relativa, és a dir, el valor de marge respecte de la sensibilitat del receptor amb que arriba la potència de la senyal rebuda és de 13,9db, resultat que valida el bon funcionament del ràdio enllaç. En aquest enllaç s'ha obtingut una qualitat del senyal de S9+10.

Simulació del ràdio enllaç entre el parc de l'Assut i l'ajuntament:

En la imatge següent es pot veure la creació amb Radio Mobile del ràdio enllaç entre el parc de l'assut i l'ajuntament.



Imatge 37. Ràdio enllaç entre l'Assut i l'ajuntament

Els paràmetres del ràdio enllaç entre l'ajuntament i el parc de l'Assut són els següents:

Paràmetre	Valor
Freqüència de funcionament	5150-5875MHz
Tipus d'antena	60°
Potència emesa	3,5dBm
Guany de l'antena	20dBi
Pèrdues	0,5db
Sensibilitat	-92dBm
Altura antena respecte el terra	20m

Taula 17. Paràmetres del ràdio enllaç entre l'Assut i l'ajuntament.

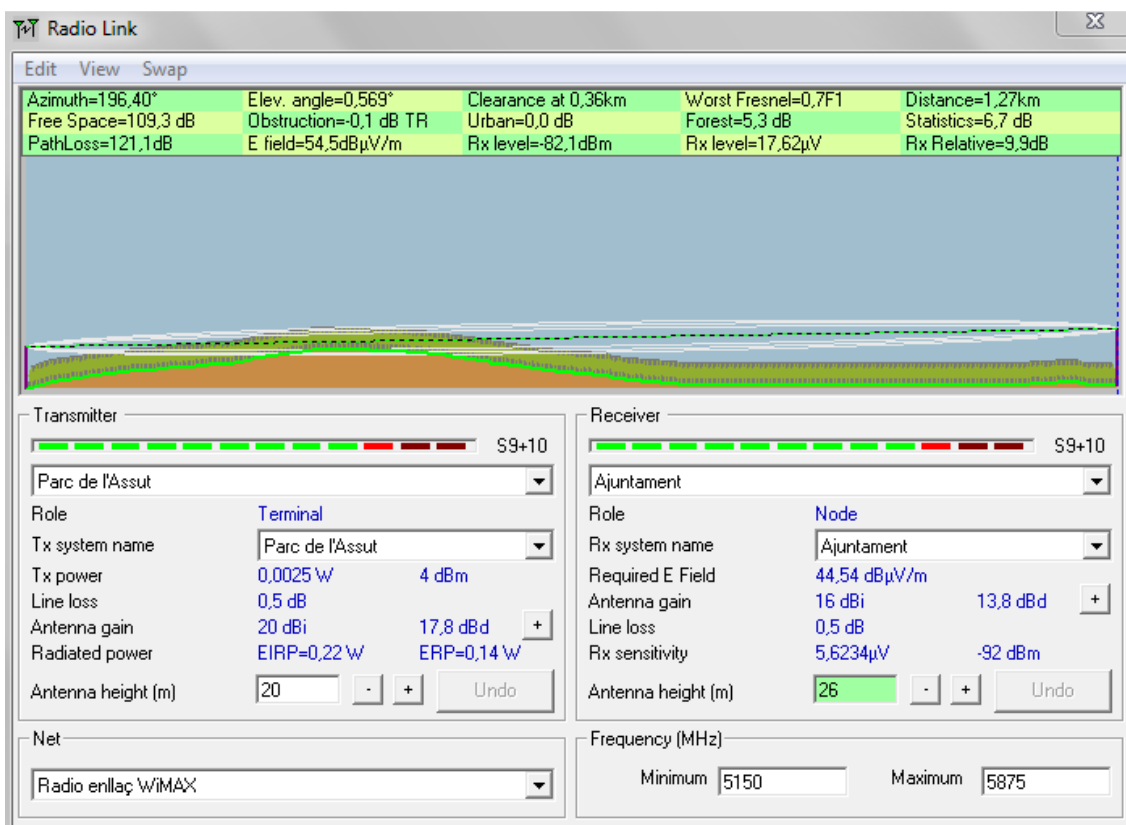
La potència emesa respecte el PIRE, que pel WiMAX i segons la normativa espanyola no ha de superar els 200mW, és a dir 23dBm, això significa que sumant la potència emesa, més el guany de l'antena, i restant les pèrdues dels connectors i la del cable s'aconsegueix un PIRE de 23Bm.

El programa Radio Mobile te uns rangs predeterminats per calcular la qualitat de la senyal, essent S0 un nivell de senyal molt baix i S9+30 excel·lent.

Referencia codi S	Marge de fading (M) respecte al umbral
S0	$M \leq -1,5 \text{ dB}$
S1	$-1,5 \text{ dB} < M \leq 1,5 \text{ dB}$
S2	$1,5 \text{ dB} < M \leq 4,5 \text{ dB}$
S3	$4,5 \text{ dB} < M \leq 7,5 \text{ dB}$
S4	$7,5 \text{ dB} < M \leq 10,5 \text{ dB}$
S5	$10,5 \text{ dB} < M \leq 13,5 \text{ dB}$
S6	$13,5 \text{ dB} < M \leq 16,5 \text{ dB}$
S7	$16,5 \text{ dB} < M \leq 19,5 \text{ dB}$
S8	$19,5 \text{ dB} < M \leq 22,5 \text{ dB}$
S9	$22,5 \text{ dB} < M \leq 27 \text{ dB}$
S9 + 10	$27 \text{ dB} < M \leq 39 \text{ dB}$
S9 + 20	$39 \text{ dB} < M \leq 49 \text{ dB}$
S9 + 30	$49 \text{ dB} < M \leq 59 \text{ dB}$

Imatge 38. Taula de marge respecte el llindar de sensibilitat del receptor.

Tot seguit el ràdio enllaç entre l'Assut i l'ajuntament a Radio Mobile.



Imatge 39. Resultat del ràdio enllaç entre l'Assut i l'ajuntament.

El valor obtingut de la recepció relativa, és a dir, el valor de marge respecte de la sensibilitat del receptor amb que arriba la potència de la senyal rebuda és de 9,9db, resultat que valida el bon funcionament del ràdio enllaç. En aquest enllaç s'ha obtingut una qualitat del senyal de S9+10.

6.5 Conclusió sobre les simulacions

Els resultats de la simulació indiquen que la cobertura del senyal WiMAX en el municipi i als terrenys d'horta del seu voltant més proper és del 99%. A més, els resultats de la simulació també indiquen que la cobertura del senyal WiFi en el parc de l'Assut és del 99%. També cal adonar-se que les zones de cobertura del WiMAX i del WiFi no es solapen entre si i cadascun aconsegueix donar cobertura a la zona per la qual havia estat pensat.

Els nivells de senyal rebuts en el ràdio enllaç entre l'ajuntament i el parc de l'Assut indiquen un bon nivell de la senyal en recepció, el que significa que el ràdio enllaç funcionarà correctament.

7. Memòria econòmica

En la taula següent hi tenim el preu dels diferents dispositius utilitzats en el desenvolupament de la xarxa sense fils.

Dispositius – WiMAX	Unitats	Preu unitat	Preu total
Alvarion estació BreezeACCESS VL AU-BS	1unitat	4216€	4216€
Alvarion antena omnidir. AU-Ant-4.9G-9-Omni	1unitat	2313€	2313€
Alvarion antena sectorial 60° AU-Ant-5G-16-60	1unitat	925€	925€
Alvarion BreezeACCESS VL unitat SU-54-BD	1unitat	696€	696€
Alvarion BreezeACCESS VL unitat SU-3-BD	130 unitat	93€	12090€
Dispositius – D-Link			
Punt d'accés exterior D-Link DAP 3662	1unitat	298€	298€
Tallafocs D-Link DFL-260E NetDefend	1unitat	397€	397€
Commutador D-Link DES-105	1unitat	232€	232€
Dispositius Fujitsu			
Servidor Fujitsu PRIMERGY RX1330 M1	1unitat	1245€	1245€
Altres			
Estudi i realització del projecte	40hores	30€	1200€
Instal·lació i configuració	120hores	30€	3600€

Taula 18. Cost final de la xarxa sense fils,

El preu final ascendeix a 27212€.

Com és el cas d'un projecte d'accés a Internet gratuït, i la de sufragar l'ajuntament s'ha intentat buscar dispositius d'una certa qualitat però no excessivament cars. Una manera de mitigar les despeses seria incorporar publicitat d'alguns negocis o botigues instal·lades en el municipi, o d'altres empreses de fora del municipi interessades en fer-ho. En la mesura del possible s'utilitzarà en tot allò que es pugui la plantilla de treballadors de l'ajuntament per mantenir la xarxa sense fils. Per finalitzar, comentar que en altres municipis de característiques similars s'han implantat xarxes sense fils semblants i han aconseguit ser viables econòmicament.

8. Conclusions

El present Treball Final de Carrera té per finalitat implementar una xarxa sense fils viable en el municipi de Xerta, donant cobertura no només als habitants del nucli urbà del municipi i als visitants de l'Assut, sinó també a tots als habitants que viuen a les afores del mateix, al ben mig de l'horta, a els quals els hi podia resultar més complex i car proveir-se d'una connexió a Internet.

La implantació de la xarxa sense fils proporcionarà als seus habitants una eina més d'integració cap a les noves tecnologies, que serà d'importància per consultar les pàgines de l'ajuntament o d'altres organismes de caràcter públic, garantint-los informació actualitzada i respostes als seus problemes i inquietuds de forma ràpida i eficient.

El disseny i el posterior desenvolupament de la xarxa sense fils ha estat elaborat pensant en la sostenibilitat ambiental, seguint les normatives legals existents, intentant reduir costos en allò que ha estat possible, d'una manera escalable i aconseguint una qualitat de servei acceptable. En conclusió, esdevé l'escenari del que serà una guia per al desplegament de la xarxa a la realitat.

9. Glossari

ATCP (Automàtic Transmit Control Power). Control automàtic de la potència transmesa.

BPSK (Binary Phase Shift Keying). Modulació binària per desplaçament de Fase.

CIR (Committed Information Rate). Tassa de velocitat garantitzada del servei.

CMT. Comissió del Mercat de Telecomunicacions.

GPRS (General Packet Radio Service). Servei general de paquets via ràdio.

GSM (Global System for Mobile Communications). Sistema Global per a les comunicacions Mòbils.

IDU (Indoor Unit). Unitat d'interior.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Institut d'Enginyeria Eléctrica i Electrónica.

LMDS (Local Multipoint Distribution Service). Sistema de Distribució Local Multipunt.

LOS (Line of Sight). Visió directa.

MIMO (Multiple-input Multiple-output). Múltiple entrada, múltiple sortida.

NLOS (Non Line of Sight). Sense visió directa.

ODU (Outdoor Unit). Unitat d'exterior.

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Multiplexació per divisió de freqüències ortogonals.

PIRE (Effective-Isotropic-Radiated-Power). Potència Isotròpica Radiada Equivalent.

QAM (Quadrature Amplitude Modulation). Modulació d'amplitud en quadratura.

QPSK (Quadrature Phase Shift Keying). Modulació en quadratura per desplaçament de fase.

SDM (Security Device Manager). Administrador de dispositius de seguretat.

TIC. Tecnologies de la Informació i de la Comunicació.

UMS (Universal Mobile Telecommunications System o UMTS). Sistema universal de telecomunicacions mòbils.

WAP (Wireless Application Protocol). Protocol d'aplicacions sense fil.

WAP2 (Wireless Application Protocol 2). Protocol d'aplicacions sense fil 2.

WEP (Wired Equivalent Privacy). Privadesa Equivalent a Cablejat.

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access). Interoperabilitat mundial per accés per microones.

WLAN (Wireless Local Network). Xarxa d'àrea local sense fil.

WMAN (Wireless Metropolitan Network). Xarxa metropolitana sense fil.

WPAN (Wireless Personal Area Network). Xarxa sense fils d'àrea personal.

WWAN (Wireless Wide Area Networks). Xarxes sense fils d'àrea extensa.

10. Bibliografia

[1] Municat. Municipis i comarques de Catalunya. Accessible en URL:

<http://municat.gencat.cat/>

Data de consulta: 04/2016

[2] Organització LOCALRET. La implantació de xarxes sense fils als municipis. [edició en línia]. Accessible en URL:

<http://www.localret.cat/docs/ambit-juridic/sensefils/wifiimplantacio.pdf>

Data de consulta: 04/2016

[3] Organització LOCALRET. Les tecnologies WiFi i WiMAX. [edició en línia]. Accessible en URL:

<http://www.localret.cat/docs/ambit-juridic/sensefils/wifitecnologia.pdf>

Data de consulta: 04/2016

[4] CMT. Comissió del Mercat de Telecomunicacions. Accessible en URL:

<http://www.cmt.es/>

Data de consulta: 05/2016

[5] Llei 32/2003, del 3 de novembre, General de Telecomunicacions.

[edició en línia]. Accessible en URL:

https://www.boe.es/boe_catalan/dias/2003/11/17/pdfs/A03979-04012.pdf

Data de consulta: 05/2016

[6] Circular 1/2010, de la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions.

[edició en línia]. Accessible en URL:

<https://www.boe.es/boe/dias/2010/08/09/pdfs/BOE-A-2010-12831.pdf>

Data de consulta: 05/2016

[7] Llei 21/2013, 9 de desembre de 2013, d'Avaluació Ambiental.

[edició en línia]. Accessible en URL:

https://www.boe.es/boe_catalan/dias/2013/12/11/pdfs/BOE-A-2013-12913-C.pdf

Data de consulta: 05/2016

[8] IDESCAT. Web de l'estadística oficial a Catalunya. [edició en línia].

Accessible en URL:

<http://www.idescat.cat/>

Data de consulta: 05/2016

[9] CCM. Introducció al WiFi. [edició en línia].

Accessible en URL:

<http://es.ccm.net/contents/789-introduccion-a-wi-fi-802-11-o-wifi>

Data de consulta: 05/2016

[10] Albentia Systems. Seguridad en redes WiMAX 802.16. [edició en línia].

Accessible en URL:

http://www.albentia.com/Docs/WP/ALB-W-000006spA4_Seguridad%20en%20redes%20WiMAX.pdf

Data de consulta: 05/2016

[11] Alvarion. Manual BreezeACCESS VL. [edició en línia].

Accessible en URL:

http://www.alvarion.com/addons/support/ics/product_support_form/BA-VL%20Ver_5.1%20System%20Manual_Alvarion_VL-900_090615.pdf

Data de consulta: 05/2016

[12] Alvarion. BreezeACCESS VL. [edició en línia].

<https://www.pollin.de/shop/downloads/D722909D.PDF>

Accessible en URL:

Data de consulta: 05/2016

[13] D-Link. Wireless DAP 3662. [edició en línia].

Accessible en URL:

<http://content.ekatalog.biz/katalog/512003103/datashhet.pdf>

Data de consulta: 05/2016

[14] D-Link. NetDefend UTM Firewalls DFL-260E. [edició en línia].

Accessible en URL:

https://www.dlinkworks.com/datasheets/VPN-Firewall/NetDefend-UTM-Firewall-Series_ds.pdf

Data de consulta: 06/2016

[15] UPCommons. Manual de Radio Mobile. [edició en línia].

Accessible en URL:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6989/anexos/anexos/Anexo%2016.pdf>

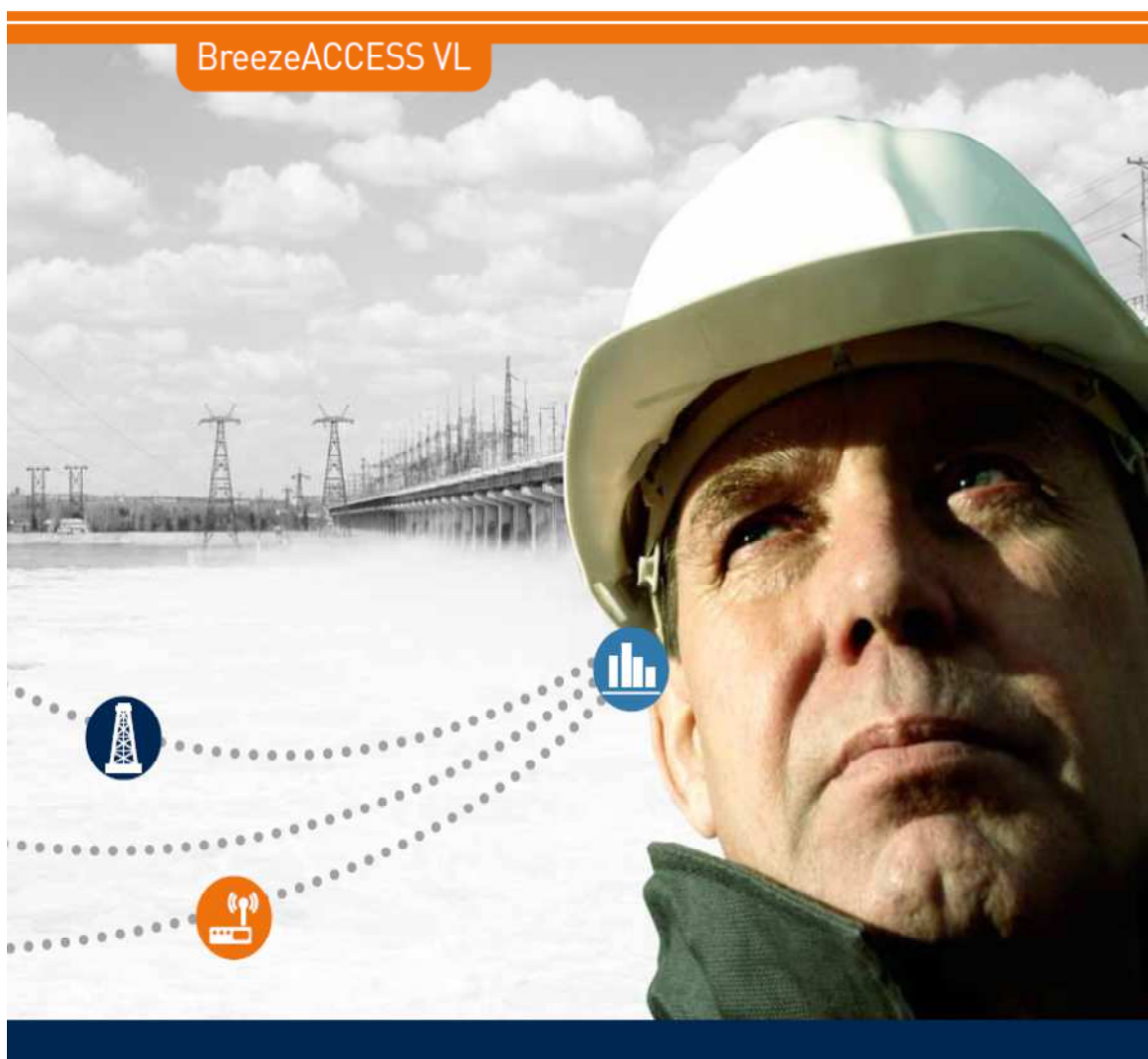
Data de consulta: 06/2016

11. Anexos



BreezeACCESS® VL

Solución de banda ancha inalámbrica confiable



BreezeACCESS® VL



Solución de banda ancha inalámbrica confiable

BreezeACCESS VL de Alvarion es una solución punto a multipunto (PtMP) flexible y probada en campo que proporciona conectividad inalámbrica de banda ancha en exteriores para una variedad de aplicaciones en instalaciones urbanas y rurales. Disponible en una gama de frecuencias en las bandas 4.9 / 5 GHz y 900 MHz, esta plataforma ampliamente instalada ofrece un enlace en exteriores de nivel de calidad clase operador con más seguridad y capacidad así como QoS para servicios de datos, voz y video. La configuración uplink/downlink mejorada ofrece mejor soporte de aplicaciones comerciales que incluyen seguridad pública y vigilancia por video.

BreezeACCESS VL soporta una amplia gama de unidades de suscriptor, lo que proporciona una solución optimizada para requerimientos de desempeño y costo de distintos mercados y clientes. Permite que operadores, municipalidades, empresas y comunidades en todo el mundo se beneficien rápidamente y de manera rentable con una variedad de servicios de banda ancha de la mejor calidad.

Características destacables

- Solución Premium 4.9 / 5GHz y 900 MHz PtMP
- Amplia gama de unidades de suscriptor que soportan varias aplicaciones
- QoS para aplicaciones de datos, voz y video
- Alcance de cobertura de hasta 30 km
- Capacidad de hasta 32 Mbps por sector
- 900 MHz con soporte Poca/Sin línea visual (NLOS) y funcionalidades de propagación excelentes
- Conectividad segura - FIPS-140-2 y FIPS-197 y AES 128 basados en HW
- Tecnología TDD OFDM NLOS
- MIR/CIR configurable por SU por dirección
- Configuración escalable basada en licencias para pagar conforme se crece
- Funciones especiales de vigilancia de video activado por configuración uplink/downlink con 12Mbps DL / 8Mbps UL (SU-V)
- Activa hasta 25 suscriptores por sector

Mercados



Redes



Educación



Seguridad pública



Voz



Petróleo y gas



Acceso



Transporte



Servicios públicos inteligentes

Unidad	Tipo de unidad	Características destacables	Opciones de instalación	Beneficios
Unidad de acceso (AU)	Estación de base tipo chasis	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionalidades NLDS • Chasis clase operador • 1 a 6 sectores por chasis • Capacidad de tener bandas de frecuencia distintas en un mismo chasis • Alimentación redundante opcional • Capacidad neta total > 192 Mbps (32 x 6 sectores) 	<ul style="list-style-type: none"> AUS-BS multisector • Opción nivel de entrada • Soporta hasta 25 suscriptores por sector • Escalable para AU-BS completo 	<ul style="list-style-type: none"> • Pago conforme crece • Configuración optimizada para aplicaciones verticales • Soporta todos los modelos de SU en el sector • Desempeño optimizado para aplicaciones de seguridad pública en instalaciones urbanas
	Estación de base autónoma	<ul style="list-style-type: none"> • AU de sector único compuesto por una unidad en interiores (IDU) y otra en exteriores (ODU) • Exteriores o solución CC opcional 	<ul style="list-style-type: none"> Sector único: AUS-SA • Opción nivel de entrada • Soporta hasta 25 suscriptores por sector • Mejorable para AU-SA completo 	
Unidad de suscriptor (SU) Compuesto por una unidad en interiores (IDU) y otra en exteriores	SU-3, SU-4, SU-56	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad agregada neta: SU-3: 3 Mbps, SU-4: 4 Mbps, SU-56: 32 Mbps • Instalación rápida con LED para alineación rápida • Soporta 2 servicios distintos por SU (2 niveles de prioridad) • Alcance de cobertura de hasta 30 km (LOS) 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicaciones de datos, voz y video • Alcance extendido • Opciones de mejora Pago según crece 	<ul style="list-style-type: none"> • Soporta Pago según crece • Configuración optimizada para aplicaciones verticales • Soporta SU en vector
	SU-Video	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad asimétrica fija: 8 Mbps uplink y 12 Mbps downlink • Disponible en 5.4 GHz y 5.8 GHz • Instalación rápida con LED para alineación rápida • Soporta 2 niveles de servicios distintos por SU • Alcance de cobertura de hasta 30 km (LOS) 	<ul style="list-style-type: none"> SU-3→SU4 SU-3→SU-Video SU-1→SU4 SU-4→SU-Video SU-4→SU56 SU-Video→SU-56 	<ul style="list-style-type: none"> • Ancho de banda optimizado con soporte para aplicaciones de video

Especificaciones

Radio

Frecuencia
902-927 MHz, 4.3-5.1 GHz,
5.15-5.35 GHz, 5.47-5.725 GHz,
5.725-5.875 GHz

Método de acceso de radio
DSSSS por División de tiempo (TDSS)

Canal
AU/SU: 5 MHz (900 MHz),
10 MHz, 20 MHz
(4.9, 5.15-5.875 MHz)

Resolución de frecuencia central
1 MHz (900 MHz), 5 MHz, 10 MHz

Alimentación entrada mínima (en puerto de antena)
-48 dBm típico

Alimentación de salida máxima (en puerto de antena)
AU: potencia -10 dBm a 21 dBm, 1 dB
AU (900 MHz): potencia -10 dBm a 27 dBm, 1 dB
SU: -10 dBm a 21 dBm, ajustado automáticamente por ATPC
SU (900 MHz): -10 dBm a 27 dBm, ajustado automáticamente por ATPC

Esquema modulación (adaptativo)
OFDM, BPSK, QPSK, QAM 16, QAM 64

Puerto de antena (AU-E)
Tipo-N 50 ohm

Antena integrada del suscriptor
20 dBi (19 dBi en banda 4.9-5.1 GHz),
14° H/V, panel plano integrado

Antenas AU
60°: 14dBi, sector 60° vertical
90°: 14dBi, sector 90° vertical
120°: 15dBi, sector 120° vertical
360°: 8dBi, Omni horizontal

Comunicaciones de datos

Soporte VLAN y QoS
QinQ 802.1ad, 802.1Q, WLP
prioridad de tráfico sobre el aire,
MIRV/IR por SU por dirección
(UL/DL)Concatenación, modo en
rápido, optimización de paquetes
pequeños para soportar voz
avanzada
Control automático de
transmisión de potencia (ATPC)

Prioridad de tráfico
Capo 2: Basado en IEEE 802.1p,
Capo 3: IP ToS de acuerdo con
RFC791 y DSCP de acuerdo con
RFC2474, Capo 4: UDPV TCP
alcance de puerto

Seguridad
Autenticación WEP 128-bit, A ES
128, WEP 128, codificación
incorporada certificada modo
FIPS-197 y FIPS-140-2

Especificaciones

Oficinas Centrales Corporativas a nivel Internacional
Alvarion Ltd.
 21a HaBarzel Street
 P.O. Box 13139
 Tel Aviv, Israel 69710

Contáctanos en:
sales@alvarion.com

Para información local en su área,
 por favor ingrese a
www.alvarion.com

Configuración y gestión

Gestión local y remota
 Monitor vía Telnet, SNMP y configuración carga/descarga
 Gestionado por el sistema de gestión Alvaristar

Acceso de gestión remota
 De LAN de línea, enlace inalámbrico

Mejora de software y configuración
 Vía TFTP y FTP

Gestión de protección de acceso

Configuración por contraseña multinivel de dirección a distancia (de Ethernet solamente, inalámbrico solamente o ambos), configuración de direcciones IP de estaciones autorizadas.

Agentes SNMP
 SNMPv1 cliente, MIB II, Puentes MIB, Privado
 BreveACCESSV1.MIB

Características eléctricas

Consumo de alimentación

SU / AU-SA,
 AU-BIS,
 BS-PS-AC-VL (alimentación CA),
 BS-PS-AC-VL (alimentación CC)

25W
 30W (módulo más unidad en exteriores)
 260W, chasis completa (1PS, 6 AU)
 260W, chasis completa (1PS, 6 AU)

Alimentación entrada

SU / AU-SA,
 AU-BIS,
 PS (IDU),
 BS-PS-AC-VL (alimentación CA),
 BS-PS-AC-VL (alimentación CC)

Entrada CA 100-240VCA, 50-60 Hz
 Entrada CA 100-240 50-60 Hz, salida CC 55 VCC, 1A MÁX
 54VCC de interior a exterior, 3.3 VCC, 5.0V de alimentación en plano posterior
 Entrada CA 85-265 VCA, 47-65 Hz, salida CC 5.4V, 3.3V
 Entrada CC 85-48VCC nominal (-54 a -72), 10A máx. salida CC 5.4V 3.3V,

Conectores

ODU
 SU / AU-SA

Ethernet 10/100BaseT RJ-45,
 Radio 10/100BaseT
 Ethernet R J-45, AC IN. 10/100BaseT Ethernet R J-45
 Ethernet conjunto de salida Radio. 10/100BaseT Ethernet R J-45

AU-BIS,
 IDU
 SU / AU-SA,
 AU-BIS.

Interiores. Enchufe alimentación AC 3 pin 10/100Base RJ-45 (impermeable)
 BS-PS-AC-VL (alimentación AC), CA IN. enchufe 3 pin
 BS-PS-AC-VL (alimentación CC) -48VCC. DC 3 pin tipo D enchufe 3 pin Amphenol

Físicos y medioambientales

Dimensiones

SU ODU con antena integrada.
 SU ODU sin antena integrada.

30.5 x 30.5 x 6.2 cm (0.55 kg) / 12 x 12 x 2.4 pulg (1.21 lb)
 30.4 x 12 x 6.7 cm (1.45 kg) / 12 x 4.7 x 1.8 pulg (4.07 lb)

Temperatura operativa

SU / AU unidad exteriores.
 SU / AU unidad interiores.

-40°C a 55°C
 0° a 40°

Humedad operativa

SU / AU unidad exteriores.
 SU / AU unidad interiores.

5%-95% sin condensación con protección climática
 5%-95% sin condensación

Cumplimiento de estándares

EMC

FCC Parte 15 clase B, EN55022 clase B,
 EN 301 489-1/A

Medioambiental

EN 300 019 parte 2-3 clase 3, 2E para unidades interiores
 EN 300 019 parte 2-4 clase 4, 1E para unidades exteriores IP-67, SU
 antena integral IP-67

Seguridad

EN 60950-1, UL 60950-1

Transporte

EN 300 019-2-2 clase 2, 1
 Protección contra rayos
 EN 61000-4-5, clase 3 (2kW)

Almacenamiento

EN 300 019-2-1 clase 1, 2E,
 Sustancias peligrosas, cumple con RoHS

Radio

EN 301 893 (V 1.5.1), EN 302 502 (V 1.2.1), FCC parte 15, FCC P.90,
 IC RSS-210 (Canadá)

Nota: no todas las opciones están disponibles en todas las regiones y algunas requieren una clave de licencia de software.
 Contacte a su representante local para más información.



www.alvarion.com

© Copyright 2017 Alvarion Ltd. Todos los derechos reservados. Alvarion® su logo y todas las marcas, productos y nombres de servicio a que se refiere el presente documento son ya sus marcas registradas, marcas, nombres comerciales o marcas de servicio de Alvarion Ltd en ciertas jurisdicciones. Todas aquellas otras marcas son o podrán ser las marcas comerciales de sus respectivos propietarios. El contenido del presente documento está sujeto a cambio sin previo aviso. Cualquier orden de compra ingresa y cumplimiento real de productos y/o alargamiento de licencia están sujetos a los Términos y Condiciones Generales de Alvarion y/o a cualquier otro acuerdo escrito entre las partes. La información del manual se suministra solamente para propósitos de información y no representa un compromiso para enviar ningún producto, características y/o funcionalidades.

215681 rev.6

Acercas de Alvarion

Alvarion Ltd. (NASDAQ:ALVR) suministra soluciones inalámbricas optimizadas de banda ancha enfocadas a los retos de conectividad, cobertura y capacidad de los operadores de telecomunicaciones, ciudades inteligentes, seguridad, y clientes empresariales. Nuestras innovadoras soluciones están basadas en tecnologías múltiples para espectros licenciados y no licenciados. (www.alvarion.com)



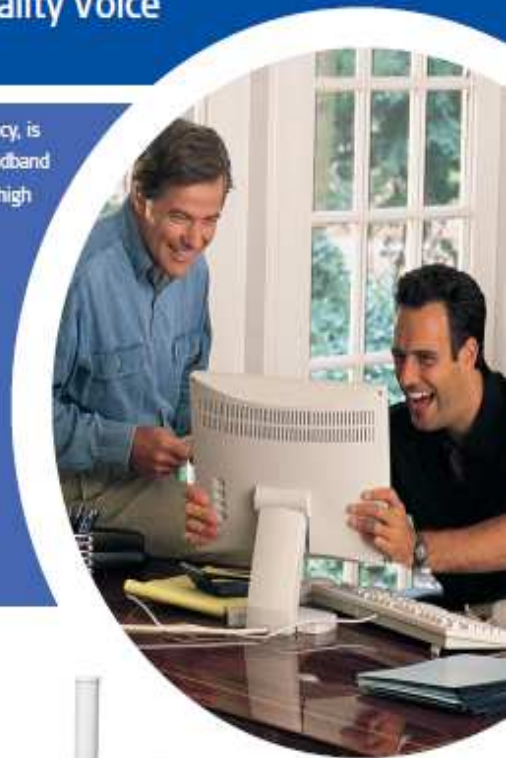
BreezeACCESS® VL

Broadband Wireless Access with Toll Quality Voice

BreezeACCESS VL, Alvarion's broadband wireless platform in the 5 GHz frequency, is part of the BreezeACCESS product family, the world's most deployed wireless broadband platform. Superior features such as non-line-of-sight (NLOS), extended reach, high capacity in all packet sizes, encryption, and end-to-end QoS for time critical applications are key to its success in deployments worldwide.

Increase revenue from offering toll quality voice over IP (VoIP) and other triple play services through the use of quality of service algorithms (QoS), multimedia application prioritization (MAP) for wireless link prioritization, and unprecedented high capacity in all packet sizes. BreezeACCESS VL supports hundreds of simultaneous calls per sector.

With BreezeACCESS VL, operators offer a wide variety of services and applications, including VoIP, wireless leased line, hotspot feeding, gaming services, secure VPNs, video surveillance and wireless xDSL in urban and rural environments, and all at reduced capital and operating costs than wired alternatives.





Choose BreezeACCESS VL for:

- Video and voice with end-to-end quality of service supporting an unmatched number of hundreds of toll quality calls per sector
- Connecting communities - for cost-effective access within communities, municipalities and educational institutions
- Hotspot feeding - high throughput, reliable service
- Security and surveillance - wireless cameras transmitting bandwidth hungry video and requiring secure, reliable services
- Last mile access - services for both residential and business users with NLOS capabilities for all environments, rural and urban
- Enterprise networks - leased line replacement for cost effective connectivity, providing VoIP and data services in enterprises and campuses

Reasons for Choosing BreezeACCESS VL

Economic Advantages

- More revenues by providing subscribers toll quality voice and video services with differentiated price packages for multiple speeds and upgrade options
- Less infrastructure investment today - NLOS, high capacity, outstanding coverage, multi-subscriber profiles in same sector and network, modular and flexible "pay-as-you-grow" enables fewer base stations and site constructions
- Lower CAPEX tomorrow - protect your investment for co-location with future WiMAX systems. Both sets of CPEs (BreezeACCESS VL and BreezeMAX™) are able to operate at the same sector. AlvariSTAR™ management tool will support all Alvarion WiMAX, BreezeACCESS VL and BreezeNET B® platforms with seamless management migration
- Out-of-the-box low cost installation -
 - 10 LEDs SNR BAR display on outdoor unit for fast antenna alignment without external tools or monitors, standard CAT-5 cable and best AU mode for fast association
 - Optimal performance through always-on adaptive modulation and automatic transmit power control (ATPC)
 - Over-the-air software upgrade for easy, cost-saving installation
- Lower OPEX - fewer base stations, remote management and remote firmware upgrade, effective diagnostic tools, self adaptive to environmental changes



Technological Advantages

- Wide coverage, more customers with fewer base stations
- Multimedia Application Prioritization (MAP) using wireless link prioritization for full end-to-end QoS
- Unique dynamic resource allocation protocol (DRAP) with Alvarion's voice gateways ensuring high quality voice, while maintaining residual capacity for best effort data services
- Very high capacity and packet processing for best network performances and high number of VoIP calls
- DFS+ (dynamic frequency selection) for countries that require it, plus an Alvarion only algorithm to improve channel management under certain conditions of low radar activity
- Best access unit (AU) selection - for fast and simple SU association with best AU detected, also acts as a redundancy mechanism that automatically selects second best AU if best AU fails
- Flexible network planning - Supports 10 and 20 MHz subchannel options for radio planning and interference avoidance with automatic subchannel search
- Rugged, widely deployed robust solution in 5 GHz

Management Advantages

- AlvariSTAR - a comprehensive network management support tool with scalable architecture, topology management, configuration and monitoring, fault management, and performance monitoring
- BreezeCONFIG - a configuration and monitoring utility that is intuitive and simple to use and enables simultaneous firmware upgrades for multiple CPEs



Extensive Access Suite Features

- Bridging functionality - simple configuration, fast installation
- 802.1Q VLAN support with trunk, access and hybrid and QinQ 802.ad modes
- QoS - end-to-end QoS with MAP using packet prioritization
- SLA enforcement - supports committed information rates (CIR) and maximum information rates (MIR) per user, per direction; packet prioritization with IP TOS, VLAN, DiffServ and UDP/TCP port range classification, and graceful degradation in case of congestion

Security and Filtering Options

- AES 128 and WEP 128 encryption options - and new FIPS-197 encryption mode, certified according to Federal Information Processing Standards, access/denial list enabling only authorized CPEs to connect
- Access control with IP address protocol and MAC based filtering, offering better control including being able to limit the number of authorized IP addresses, enabling an additional source of revenue or for preventing local broadcasts from flooding the wireless link

Flexibility and Modularity

- Flexible topology allowing stand-alone or chassis based configurations for modular and scalable solutions enabling "pay as you grow". Deployable in multiple sectors using various antenna choices
- AC and DC power supply options
- Supports 3, 6 and 54 Mbps CPE rates with attached and external antenna options
- Upgradeable CPE bandwidth over the air

The Complete Spectrum™ Solution

- Covers the entire 5 GHz band and easily integrates with BreezeACCESS's 900 MHz, 2.4 GHz, 3.5 and 4.9 GHz bands using the same infrastructure and range of technologies
- Supports concurrent LOS, NLOS and multi-frequencies with subscriber speeds from 3 to 54 Mbps
- Permits operators to customize networks for various market segments to achieve the highest revenue per cell

Robustness and Reliability

- Adaptive modulation with 8 rates schemes and smooth changes between rates responding to link conditions, facilitating link robustness, set at the highest per customer rate possible
- Automatic transmit power control (ATPC) - the access unit automatically measures and adjusts the subscriber unit's transmission power, enabling easier installation and optimizing network performance
- Supports various redundancy options
- Built in Forward Error Correction and retransmission correcting lost and damaged bits
- Full outdoor rated equipment option with OPS-AC-HD

System Components

The BreezeACCESS VL solution consists of a base station and customer premises equipment (CPE) units. The base stations are available as either modular or stand-alone micro cell units. CPEs are available in various models for differing bandwidths and single or multiple user configurations.

Access Units (AUs)

Installed at the base station site, each AU includes indoor and outdoor units. The indoor connects to the network through a standard Ethernet 10/100BaseT (RJ-45) interface and to the outdoor unit is connected to the indoor unit through a CAT-5 cable. Alvarion offers two types of base stations:

- The modular shelf base station (BS-SH-VL) 19" 3U universal chassis holding up to 6 AU modules. Two power supply modules can be used in a BS-SH-VL chassis (either AC or DC) for fail-safe operation. The AU-D-B5 kit includes a chassis based indoor unit, pole mounted outdoor unit and sector antennas.
- The stand-alone micro base station (AU-D-SA) kit includes a small indoor unit, pole-mounted outdoor unit and a sector antenna.



A variety of antennas can be used with the base station: 360, 120, 90 and 60 degrees.

Subscriber Units (SUs)

The subscriber unit (SU) enables customer connection with the base station and supports single or multiple end users. SUs provide an efficient platform for always-on, high-speed Internet and Intranet, VoIP, VPN and other services.



Each SU connects to the network through a standard Ethernet 10/100BaseT (RJ-45) interface and connects to its outdoor part via CAT-5 cable. Each SU kit includes a single data port indoor unit, CAT-5 indoor-outdoor cable, pole mounted outdoor unit and integrated antenna in most cases. Several subscriber unit add-on modules are available including; the networking gateway that offers residential, SOHO and SME subscribers a flexible range of wireless and wireline networking services and the voice gateway that offers the efficient provision of voice and data.

Several CPE models are available (ff - frequency band):

- The SU-A-ff-3-1D-VL supports gross rate of up to 3 Mbps for a single user, includes integrated antenna
- The SU-A-ff-6-BD-VL supports gross rate of up to 6 Mbps for multiple users, includes integrated antenna
- The SU-A-ff-54-BD-VL supports gross rate of up to 54 Mbps for multiple users, includes integrated antenna
- The SU-E-ff-54-BD-VL supports gross rate of up to 54 Mbps for multiple users, does not include antenna

Headquarters

International Corporate Headquarters
Tel: +972 3 645 6262
Email: corporate-sales@alvarion.com

North America Headquarters
Tel: +1 650 314 2500
Email: n.america-sales@alvarion.com

Sales Contacts

Australia
Email: australia-sales@alvarion.com

Brazil
Email: brazil-sales@alvarion.com

Canada
Email: canada-sales@alvarion.com

Caribbean
Email: caribbean-sales@alvarion.com

China
Email: china-sales@alvarion.com

Czech Republic
Email: czech-sales@alvarion.com

France
Email: france-sales@alvarion.com

Germany
Email: germany-sales@alvarion.com

Hong Kong
Email: hongkong-sales@alvarion.com

Italy
Email: italy-sales@alvarion.com

Ireland
Email: uk-sales@alvarion.com

Japan
Email: japan-sales@alvarion.com

Latin America
Email: latam-sales@alvarion.com

Mexico
Email: mexico-sales@alvarion.com

Nigeria
Email: nigeria-sales@alvarion.com

Philippines
Email: philippines-sales@alvarion.com

Poland
Email: poland-sales@alvarion.com

Romania
Email: romania-sales@alvarion.com

Russia
Email: info@alvarion.ru

Singapore
Email: singapore-sales@alvarion.com

South Africa
Email: africa-sales@alvarion.com

Spain
Email: spain-sales@alvarion.com

U.K.
Email: uk-sales@alvarion.com

Uruguay
Email: uruguay-sales@alvarion.com

For the latest contact information in your area, please visit:
www.alvarion.com/companylocations



www.alvarion.com

© copyright 2007 Alvarion Ltd. All rights reserved.
Alvarion and its logo, product and service names mentioned here or in other regions, trademarks, logos, icons, trademarks or other marks of Alvarion Ltd. or other companies or may be the trademarks or logo of their respective owners.
We warrant herein a support to range without further notice.

Specifications

Radio																												
Frequency	4.900 - 5.100 GHz, 5.15 - 5.35 GHz, 5.47 - 5.725 GHz, 5.725 - 5.850 GHz																											
Radio access method	Time Division Duplex (TDD)																											
Channel	10 MHz, 20 MHz																											
Central frequency resolution	5 MHz, 10 MHz																											
Max output power (at antenna port)	AU: -10 dBm to 21 dBm, 1 dB steps SU: -10 dBm to 21 dBm, automatically adjusted by ATPC Actual max power may be limited for compliance with local regulation																											
Sensitivity, typical (dBm at antenna port)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Modulation</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Level* (20 MHz)</td> <td>-89</td> <td>-88</td> <td>-86</td> <td>-84</td> <td>-81</td> <td>-77</td> <td>-73</td> <td>-71</td> </tr> <tr> <td>Level* (10 MHz)</td> <td>-92</td> <td>-91</td> <td>-89</td> <td>-87</td> <td>-84</td> <td>-80</td> <td>-76</td> <td>-74</td> </tr> </tbody> </table> <p>* Modulation Level combines modulation scheme and coding gain.</p>	Modulation	1	2	3	4	5	6	7	8	Level* (20 MHz)	-89	-88	-86	-84	-81	-77	-73	-71	Level* (10 MHz)	-92	-91	-89	-87	-84	-80	-76	-74
Modulation	1	2	3	4	5	6	7	8																				
Level* (20 MHz)	-89	-88	-86	-84	-81	-77	-73	-71																				
Level* (10 MHz)	-92	-91	-89	-87	-84	-80	-76	-74																				
Modulation scheme (Adaptive)	OFDM: BPSK, QPSK, QAM 16, QAM 64																											
Antenna port (AU-RE)	N-type 50 ohm																											
Subscriber integrated antenna	20 dBi (19 dBi in 4.9-5.1 GHz band), 10.5" HW, Integrated flat panel																											
AU antennas	60°: 16 dBi, Sector 60° horizontal, 10° vertical 90°: 16 dBi, Sector 90° horizontal, 6° vertical 120°: 15 dBi, Sector 120° horizontal, 6° vertical 360°: 8 dBi, Sector 360° horizontal, 9° vertical (AU-SA only)																											

Data Communication	
VLAN support	Based on IEEE 802.1q, QinQ 802.3ad
Layer-2 traffic prioritization	Based on IEEE 802.1p
Layer-3 traffic prioritization	IP ToS according to RFC791 and DSCP according to RFC2474
Layer-4 traffic prioritization	UDP/TCP port range
Security	WEP 128-bit authentication, AES 128, WEP 128, and certified RPS-197 mode built in encryption

Configuration and Management	
Local & remote management	SNMP based NMS and windows based configuration utility, Telnet
Remote management access	From wired LAN, wireless link
Management access protection	Multilevel password Configuration of remote direction (from Ethernet only, wireless only, or both sides) Configuration of IP addresses of authorized stations
Software upgrade	Via TFTP and FTP
Configuration up/download	Via TFTP and FTP
SNMP agents	SNMP v1 client, MIB II, Bridge MIB, Private BreezeACCESS V1 MIB

Physical and Electrical			
Type	Connectors	Electrical	
SU-NI, AU-NI	Ethernet	10/100BaseT RJ-45, 2 embedded LEDs	Power consumption 25W AC input: 100-240VAC, 50/60Hz
	Radio	10/100BaseT Ethernet RJ-45	
SU-RA, AU-RE	AC IN	3-pin AC power plug	54 VDC from indoor to outdoor
	Indoor	10/100Base RJ-45 with waterproof sealing assembly	
AU-BS	Ethernet	10/100BaseT RJ-45, 2 embedded LEDs	Power consumption 30W (module plus outdoor unit) AC input: 100-240VAC, 50/60Hz 3.3VDC, 54V from power supply in backplane
	Radio	10/100BaseT Ethernet RJ-45	
BS-PS AC (AC power supply)	AC-IN	3-pin power plug	Power consumption: 240W, full chassis (1 PS, 6 AU) AC input: 85-265VAC, 47-65Hz DC output: 54V, 3.3V
BS-PS-DC (DC power supply)	-48 VDC	3-pin DC D-type 3 power pin plug Amphenol	Power consumption: 240W, full chassis (1 PS, 6 AU) DC input: -48 VDC nominal (-34 to -72), 10 A max. DC output: 54V, 3.3V

Standards Compliance		
Type	Standard	
EMC	FCC Part 15 class B, CE ETSI EN 301 489-1A4	
Safety	UL 60950-1, EN 60950-1	
Environmental	Operation	ETS 300 019 part 2-3 class 3.2E for indoor units ETS 300 019 part 2-4 class 4.1E for outdoor units
	Storage	ETS 300 019-2-1 class 1.2E
	Transportation	ETS 300 019-2-2 class 2.3
Lightning protection	EN 61000-4-5, class 3 (2kV)	
Radio	FCC part 15	EN 301 753 EN 301 021 EN 301 893 (V 1.3.1)

Note: Not all options are available in all regions and some features require software licensing key. Please contact your local representative for further information

Product Highlights

Enjoy High-performance Wireless Connectivity

Harness the power of Wireless AC enjoying wireless speeds of up to 1200 Mbps¹, perfect for high-demand business applications

Rugged Construction

IP68 weatherproof housing and weathershield makes the DAP-3662 ideal for the most demanding of surveillance applications

Flexible Operation

Configure to use as an Access Point, a Wireless Distribution System (WDS) with Access Point, a WDS/Bridge, or a Wireless Client



DAP-3662

Wireless AC1200 Concurrent Dual Band Outdoor PoE Access Point

Features

High-performance Connectivity

- IEEE 802.11ac wireless¹
- Up to 1200 Mbps²
- Two Gigabit LAN ports

Made for Outdoor Environments

- IP68 Water and Dust-Proof housing
- Weather Resistant to temperatures between -30 and 60°C
- Gore-Tex[®] Technology repels liquid water while allowing for heat and humidity dissipation

Advanced Software Features

- Simultaneous dual-band connectivity for increased network capacity
- Traffic control/QoS
- Internal RADIUS server
- Web redirection
- WPA/WPA2 - Enterprise/Personal
- WPA2 - PSK/AES over WDS
- MAC address filtering
- ARP spoofing prevention
- WLAN partition

Convenient Installation

- Supports 802.3af Power over Ethernet
- Wall and pole mounting hardware included

The DAP-3662 Wireless AC1200 Concurrent Dual Band Outdoor PoE Access Point is a versatile, high power outdoor access point designed with harsh weather resistant features making it an ideal solution for creating outdoor wireless hot spot networks. In addition to outdoor, it can be installed in environments where flexible wireless access and harsh conditions exist including: manufacturing plants, industrial automation, convention halls, stadium facilities, airports, school campuses, golf courses, marinas or virtually any venue requiring a robust wireless solution.

Super-fast Wireless AC Performance

The DAP-3662 delivers reliable, high-speed wireless performance using the latest 802.11ac standards with maximum wireless signal rates of up to 300 Mbps over the 2.4 GHz band, and 900 Mbps over the 5 GHz band³. This, coupled with support for the Wi-Fi Multimedia[™] (WMM) Quality of Service (QoS) feature, makes it an ideal access point for audio, video, and voice applications. When enabled, QoS allows the DAP-3662 to automatically prioritize network traffic according to the level of interactive streaming, such as HD movies or VoIP. The QoS feature can be adjusted through the DAP-3662's web GUI using a drop-down menu option to select customized priority rules. Additionally, the DAP-3662 supports load balancing to ensure maximum performance by limiting the maximum number of users per access point.

Built for the Outdoors

Specially built for outdoor use, the DAP-3662 has an IP68 weatherproof housing that protects it from dirt and rain. Wireless AC connectivity and high powered antennas means you can put it anywhere within range of your wireless network, giving you the freedom to install it right where you need wireless coverage.

Wireless AC1200 Concurrent Dual Band Outdoor PoE Access Point

Security

To help maintain a secure wireless network, the DAP-3662 supports both Personal and Enterprise versions of WPA and WPA2 (802.11i), with support for RADIUS server backend and a built-in internal RADIUS server allowing users to create their accounts within the device itself. This access point also includes MAC address filtering, wireless LAN segmentation, SSID broadcast disable, rogue AP detection, and wireless broadcast scheduling to further protect your wireless network. The DAP-3662 includes support for up to eight VLANs per band for implementing multiple SSIDs to further help segment users on the network. It also includes a wireless client isolation mechanism, which limits direct client-to-client communication. Additionally, the DAP-3662 supports Network Access Protection (NAP), a feature of Windows Server® 2008, allowing network administrators to define multiple levels of network access based on individual client's need.

Multiple Operation Modes

To maximize total return on investment, the DAP-3662 can be configured to optimize network performance based on any one of its multiple operation modes: Access Point, Wireless Distribution System (WDS) with Access Point, WDS/Bridge (No AP Broadcasting), and Wireless Client. With WDS support, network administrators can set up multiple DAP-3662s throughout a facility and configure them to bridge with one another while also providing network access to individual clients. The DAP-3662 also features advanced features such as load balancing and redundancy, for fail-safe wireless connectivity.

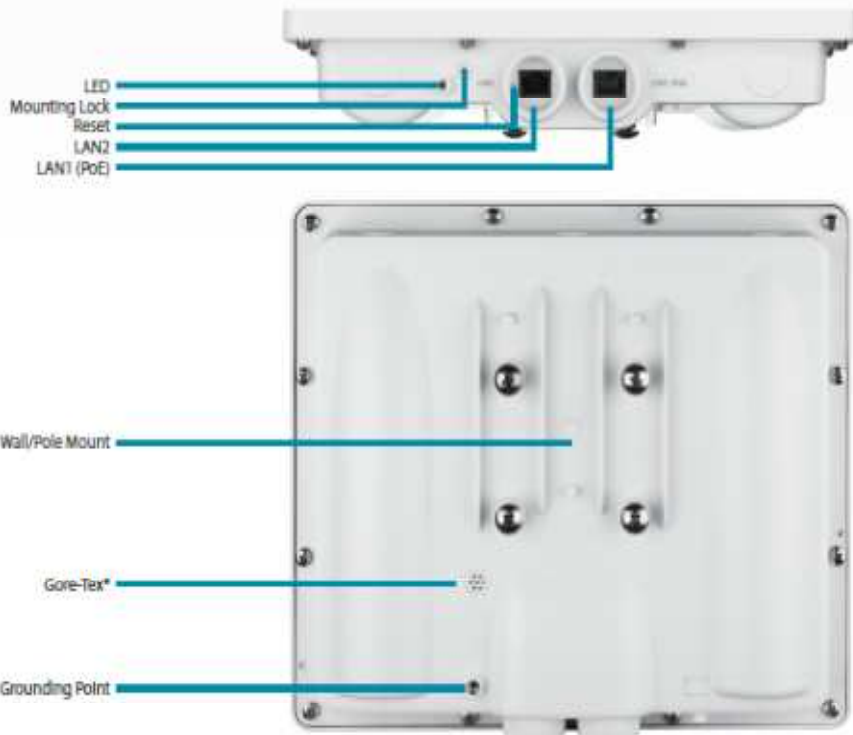
Versatile Access Point Functionality

The DAP-3662 allows network administrators to deploy a highly manageable and extremely robust simultaneous dual-band wireless network. The DAP-3662 can provide optimal wireless coverage over either the 2.4 GHz (802.11b, 802.11g, and 802.11n) or the 5 GHz (802.11a, 802.11n, and 802.11ac) band. The DAP-3662 has Integrated 802.3af Power over Ethernet (PoE) support, allowing this device to be installed in areas where power outlets are not readily available.

Network Management


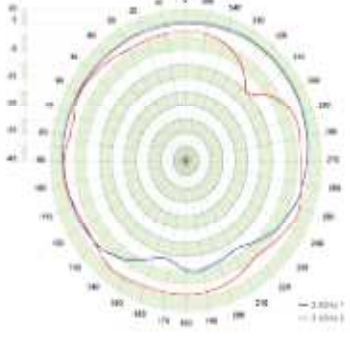
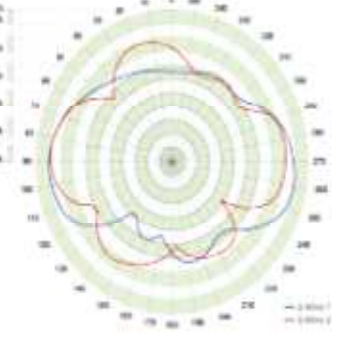

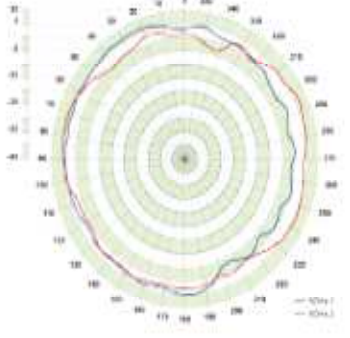
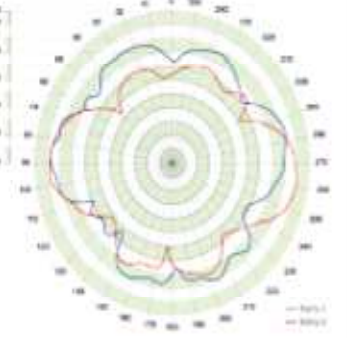
Network administrators have multiple options for managing the DAP-3662, including web (HTTP), Secure Socket Layer (SSL, which provides for a secure connection to the Internet), Secure Shell (SSH, which provides for a secure channel between local and remote computers), and Telnet. For advanced network management, administrators can use the D-Link Central WiFiManager to configure and manage multiple access points from a single location.

The DAP-3662 has a wireless scheduler feature, which turns off wireless functionality when it isn't needed, saving power. With simultaneous dual-band functionality, PoE support, extensive manageability, versatile operation modes, and solid security enhancements, the DAP-3662 provides small to medium business and enterprise environments with a business-class solution for deploying a wireless network.



Wireless AC1200 Concurrent Dual Band Outdoor PoE Access Point

Technical Specifications		
General		
Device Interfaces	• 802.11a/b/g/n/ac wireless ¹	• 2 Gigabit LAN Port (LAN1 supports PoE)
LEDs	• Power	
Standards	• IEEE 802.11a/b/g/n/ac ¹	• IEEE 802.3u/ab/af
Wireless Frequency Range	• 2.4 GHz band: 2.4 GHz to 2.4835 GHz	• 5 GHz band: 5.15 to 5.35 GHz, 5.47 to 5.85 GHz ²
Antennas	• Two internal 6 dBi for 2.4 GHz	• Two internal 6 dBi for 5 GHz
Maximum Output Power	• 26 dbm for 2.4GHz	• 26 dbm for 5GHz
Functionality		
Security	<ul style="list-style-type: none"> • WPA-Personal • WPA-Enterprise • WPA2-Personal • WPA2-Enterprise • WEP 64/128-bit encryption 	<ul style="list-style-type: none"> • SSID broadcast disable • MAC address access control • Network Access Protection (NAP) • Internal RADIUS server
Network Management	<ul style="list-style-type: none"> • Telnet • Secure Telnet (SSH) • HTTP • Secure HTTP (HTTPS) 	<ul style="list-style-type: none"> • Traffic control • SNMP • D-Link Central WiFiManager • AP Array
Physical		
Dimensions	• 277 x 240 x 50 mm (10.91 x 9.45 x 1.97 inches)	
Weight	• 981 grams (2.16 lbs) with antennas	
Operating Voltage	• 48 V DC +/- 10%, or 802.3af PoE	
Maximum Power Consumption	• 12.5 Watts	
Temperature	• Operating: -30 to 60 °C (-22 to 140 °F)	• Storage: -30 to 65 °C (-22 to 149 °F)
Humidity	• Operating: 10% to 90% non-condensing	• Storage: 5% to 95% non-condensing
Certifications	<ul style="list-style-type: none"> • FCC • IC • CE • C-Tick 	<ul style="list-style-type: none"> • UL • Wi-Fi® Certified • IP68





Antenna Pattern		
Orientation	H-Plane	E-Plane
<p>2.4 GHz Wall Mounted</p> 		
<p>5 GHz Wall Mounted</p> 		
Order Information		
Part Number	Description	
DAP-3662	Wireless AC1200 Concurrent Dual Band Outdoor PoE Access Point	

¹ Maximum wireless signal rate derived from IEEE standard 802.11 and dual 802.11ac specifications. Actual data throughput will vary. Network conditions and environmental factors, including volume of network traffic, building materials and construction, and network overhead, lower actual data throughput rate. Emissions and factors will adversely affect wireless signal range.

² This unit is designed for outdoor environments; you might require local regulatory requirements by deploying this unit in outdoor environments.

³ Please note that operating frequency ranges vary depending on the regulations of individual countries and jurisdictions. The DAP-3662 may not support the 5.25-5.85 GHz and 5.725-5.875 GHz frequency ranges in certain regions. This product is based on dual IEEE 802.11ac specifications and is not guaranteed to be forward compatible with future versions of IEEE 802.11ac specifications. Compatibility with IEEE 802.11ac devices from other manufacturers is not guaranteed. All references to speed and range are for comparison purposes only. Product specifications, size, and shape are subject to change without notice, and actual product appearance may differ from that depicted herein.

Updated 1/21/14

Technical Specifications		DFL-260E	DFL-860E	DFL-1660	DFL-2560(G)
					
Interfaces	Ethernet	1 10/100/1000 WAN 1 10/100/1000 DMZ (configurable) 5 10/100/1000 LAN	2 10/100/1000 WAN 1 10/100/1000 DMZ (configurable) 8 10/100/1000 LAN	6 configurable 10/100/1000	10 configurable 10/100/1000
	SFP				4 SFP ports (DFL-2560G only) [†]
	USB	2 USB ports (reserved)	2 USB ports (reserved)	2 USB ports (reserved)	2 USB ports (reserved)
	Console	RJ-45	RJ-45	1 DB-9 RS-232	1 DB-9 RS-232
System Performance ¹	Firewall Throughput ²	150 Mbps	200 Mbps	1.2 Gbps	2 Gbps
	VPN Throughput ³	45 Mbps	60 Mbps	350 Mbps	1 Gbps
	IPS Throughput ⁴	60 Mbps	80 Mbps	400 Mbps	600 Mbps
	Antivirus Throughput ⁴	35 Mbps	50 Mbps	225 Mbps	450 Mbps
	Concurrent Sessions	25,000 ⁵	40,000 ⁶	600,000	1,500,000
	New Sessions (per second)	2,000	4,000	15,000	20,000
	Policies	500	1,000	4,000	6,000
Firewall System	Transparent Mode	✓	✓	✓	✓
	NAT, PAT	✓	✓	✓	✓
	Dynamic Routing Protocol		OSPF		
	H.323 NAT Traversal	✓	✓	✓	✓
	Time-Scheduled Policies	✓	✓	✓	✓
	Application Layer Gateway	✓	✓	✓	✓
	Proactive End-Point Security		ZoneDefense		
Networking	DHCP Server/Client	✓	✓	✓	✓
	DHCP Relay	✓	✓	✓	✓
	Policy-Based Routing	✓	✓	✓	✓
	IEEE 802.1q VLAN	8	16	1024	2048
	Port-based VLAN	✓	✓	✓	✓
	IP Multicast		IGMP v3		





The heart of the network

D-Link[®]

Technical Specifications		DFL-260E	DFL-860E	DFL-1660	DFL-2560(G)
					
Virtual Private Network (VPN)	Encryption Methods (DES/3DES/AES/Twofish/Blowfish/CAST-128)	✓	✓	✓	✓
	Dedicated VPN Tunnels	100	300 ²	2,500	5,000
	PPTP/L2TP Server	✓	✓	✓	✓
	Hub and Spoke	✓	✓	✓	✓
	IPSec NAT Traversal	✓	✓	✓	✓
	SSL VPN	Available in future update			
Traffic Load Balancing	Outbound Load Balancing	✓	✓	✓	✓
	Server Load Balancing		✓	✓	✓
	Outbound Load Balance Algorithms	Round-robin, Weight-based Round-robin, Destination-based, Spill-over			
	Traffic Redirect at Fail-Over	✓	✓	✓	✓
Bandwidth Management	Policy-Based Traffic Shaping	✓	✓	✓	✓
	Guaranteed Bandwidth	✓	✓	✓	✓
	Maximum Bandwidth	✓	✓	✓	✓
	Priority Bandwidth	✓	✓	✓	✓
	Dynamic Bandwidth Balancing	✓	✓	✓	✓
	High Availability (HA)	WAN Fail-Over	✓	✓	✓
Active-Passive Mode				✓	✓
Device Failure Detection				✓	✓
Link Failure Detection				✓	✓
FW/VPN Session SYN				✓	✓
Intrusion Detection & Prevention System (IDP/IPS)	Automatic Pattern Update	✓	✓	✓	✓
	DoS, DDoS Protection	✓	✓	✓	✓
	Attack Alarm via E-mail	✓	✓	✓	✓
	Advanced IDP/IPS Subscription	✓	✓	✓	✓
	IP Blacklist by Threshold or IDP/IPS		✓	✓	✓

The heart of the network

D-Link®

Technical Specifications		DFL-260E	DFL-860E	DFL-1660	DFL-2560(G)
					
Content Filtering	HTTP Type	URL Blacklist/Whitelist			
	Script Type	Java, Cookie, ActiveX, VB			
	E-mail Type	E-mail Blacklist/Whitelist			
	External Database Content Filtering	✓	✓	✓	✓
Antivirus	Real Time AV Scanning	✓	✓	✓	✓
	Unlimited File Size	✓	✓	✓	✓
	Scans VPN Tunnels	✓	✓	✓	✓
	Supports Compressed Files	✓	✓	✓	✓
	Signature Licensor	Kaspersky			
	Automatic Pattern Update	✓	✓	✓	✓
	Physical & Environmental	Power Supply	Internal Power Supply		80 PLUS Internal Power Supply
Dimensions		280 x 180 x 44 mm 11" Rack-Mount	330 x 180 x 44 mm 13" Rack-Mount	440 x 400 x 44 mm 19" Standard Rack-Mount	
Operating Temperature		0° to 40° C			
Storage Temperature		-20° to 70° C			
Operating Humidity		5% to 95% non-condensing			
EMI		FCC Class A CE Class A C-Tick VCCI			
Safety		UL LVD (EN60950-1)	LVD (EN60950-1)	cUL, CB	
MTBF		186,614 Hours	140,532 Hours	400,000 Hours	310,000 Hours

¹ Actual performance may vary depending on network conditions and activated services.

² The maximum firewall plaintext throughput is based on RFC2544 testing methodologies.

³ VPN throughput is measured using UDP traffic at 1420 byte packet size adhering to RFC 2544.

⁴ IPS and Anti-Virus performance test is based on HTTP protocol with a 1Mb file attachment run on the iXIA bLoad.

⁵ Testing is done with multiple flows through multiple port pairs.

⁶ Performance based on firmware 2.27.00 and above.

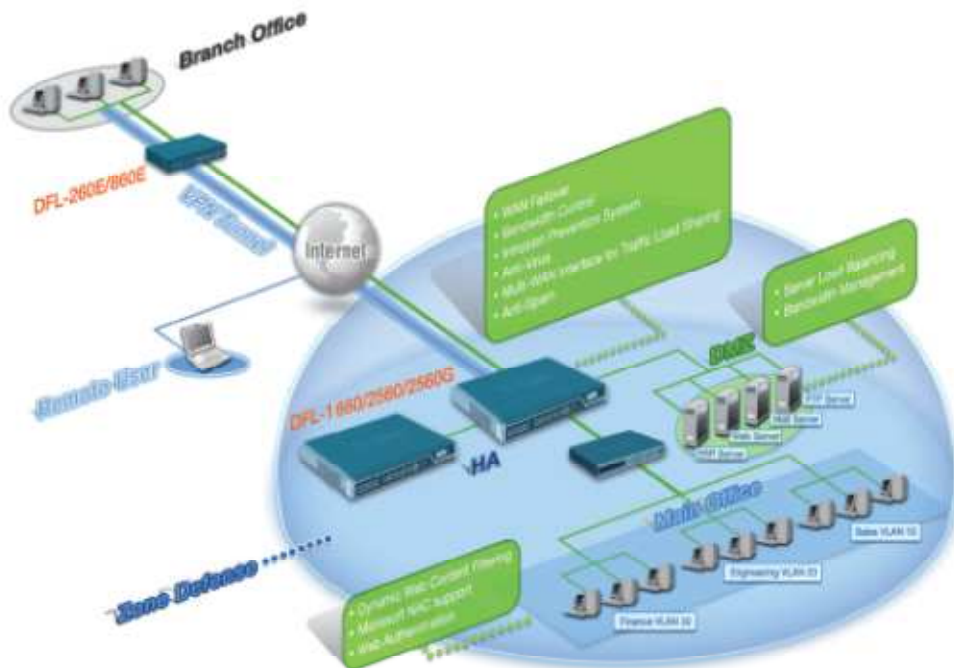
⁷ Available when DMZ port is configured as WAN port.

⁸ Compatible with D-Link SFP module transceivers: DEM-310GT, DEM-311GT, DEM-312GT2, DEM-314GT, DEM-315GT, DEM-330T, DEM-330R, DEM-331T, DEM-331R.

The heart of the network

D-Link[®]

Secure Network Implementation Using NetDefend™ UTM Firewalls



D-Link Corporation, No. 288 Weihsueh 3rd Road, Hsinchu, Taipei 311, Taiwan. Specifications are subject to change without notice. D-Link is a registered trademark of D-Link Corporation and its various subsidiaries. All other trademarks belong to their respective owners. ©2010 D-Link Corporation. All rights reserved. Release 02 (October 2010)

The heart of the network

D-Link®

