

# DESENVOLUPAMENT D'UNA XARXA TELEMÀTICA PER A PROVEIR D'ACCÉS A INTERNET AL BRUC



**Sergio Carrasco Berlanga**  
**UOC 2014-2015**

# ÍNDEX

1. Introducció
2. Objectius
3. Característiques del municipi
4. Aspectes legals
5. Tecnologies sense fils
6. Tipus d'antenes
7. Arquitectura de xarxa
8. Càlcul teòric
9. Simulació
10. Pressupost
11. Conclusió



# INTRODUCCIÓ

## *Quin és el propòsit del projecte?*

Es pretén millorar la comunicació i serveis municipals per al conjunt dels seus habitants mitjançant un servei gratuït sense fils.

## *Com es pretén portar a terme?*

S'estudiarà l'implementació d'una xarxa de telecomunicacions al municipi que permetrà fer arribar el senyal a tots els indrets d'aquest.

## *Quin tipus de tecnologia es farà servir?*

Les tecnologies que faran possible la creació de la xarxa seran WiMAX (IEEE 802.16) i WI-FI (IEEE 802.11).



# OBJECTIUS

- Garantir l'accés als serveis municipals
  - Amb una xarxa sense fils
  - De forma gratuïta
  - A tot arreu
- Crear una xarxa de telecomunicacions
  - Realitzar l'estudi de les tecnologies i els seus requeriments
  - Simulació i verificació de la solució
- Complir amb les garanties i característiques d'un projecte de telecomunicacions.
  - Assolir una correcta QoS
  - Garantir el compliment de la normativa
  - Escalabilitat
  - Viabilitat econòmica



# CARACTERÍSTIQUES DEL MUNICIPI.

## SITUACIÓ GEOGRÀFICA

- El municipi esta format per 4 entitats El Bruc, El Bruc Residencial, Montserrat Parc i Sant Pau de la Guàrdia
- Totes les entitats municipals a excepció del Bruc són de caràcter residencial, és en aquesta última on es troba l'ajuntament



Habitants 583  
Area 701.502m<sup>2</sup>



Habitants 1229  
Area 471.430m<sup>2</sup>



Habitants 215  
Area 295.785m<sup>2</sup>





# CARACTERÍSTIQUES DEL MUNICIPI.

## DEMOGRAFIA I DEMANDANTS DE SERVEI

- Segons IDESCAT, el Bruc té 2027 habitants i la seva població no ha patit gaires canvis en els darrers anys
- 72% dels seus usuaris fan servir Internet de manera habitual
- El 95% té dispositius capaços de fer servir xarxes sense fils
- Per les característiques del servei es considera que com a màxim un 30% dels usuaris estaran connectats alhora

La taula següent indica l'ample de banda necessari a les entitats del municipi per a un servei gratuït de 256kbps.

Zona	Habitants	Usuaris (30%)	Ample de banda necessari
El Bruc	1229	369	95Mbps
Sant Pau de la Guardia	72	22	6Mbps
El Bruc Residencial	215	65	17Mbps
Montserrat Parc	511	154	23Mbps



# ASPECTES LEGALS



## **Notificacions:**

- Notificació a la comissió de mercats de telecomunicacions (CMT) dels drets d'ocupació per part de l'operador
- Informació del tipus de servei a oferir a la CMT
- Per a ens públics, es recomana la certificació del projecte per part de la CMT abans de la implantació

## **Aspectes importants de la normativa**

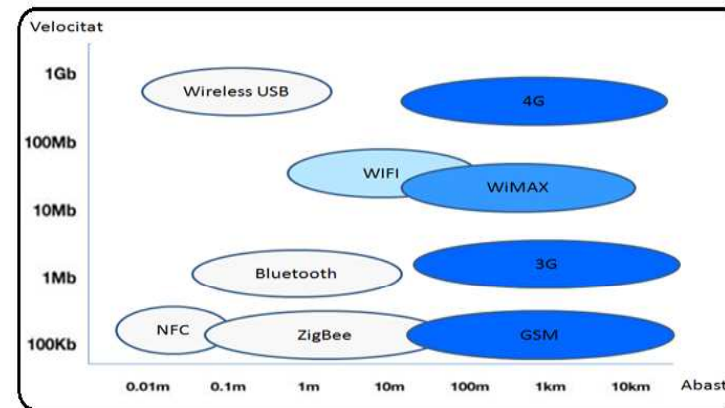
- Limitació del servei a les pàgines web de les administracions que tinguin competència en l'àmbit territorial en les que es presti aquest servei
- Requeriment de bandes d'ús comú
- Limitació de velocitat a 256Kbps
- Protecció de les dades personals dels usuaris i seguretat de la pròpia xarxa



# TECNOLOGIES SENSE FILS. DECISIONS

Es seleccionen les tecnologies que s'adaptin més correctament a les necessitats del projecte i de les quals les característiques principals seran:

- Baix cost (servei gratuït)
- Fàcil implantació
- Velocitats adequades
- Productes estandarditzats



**WiMAX** per a la xarxa troncal i transport de les dades:

- Abast de kilòmetres
- Baix cost per a la implantació i manteniment
- Ús de bandes no llicenciades

**Wi-Fi** per a la xarxa d'accés amb punts d'accés:

- Comú, assequible i de fàcil implantació
- Abast de centenars de metres i compatible amb WiMAX



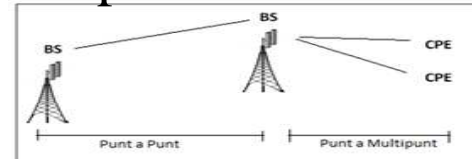


# TECNOLOGIES SENSE FILS.



## WiMAX

- Contempla l'estàndard 802.16 i posteriors modificacions
- Permet bandes no llicenciades entre 5475 – 5725 MHz amb potències inferiors a 1 W
- Permet la creació de xarxes de transport amb connexions punt a punt i punt a multipunt



Estàndards més representatius:

Estàndard	Freqüència i velocitat	Canals	Mobilitat	Abast	Visibilitat
802.16	10 a 66GHz. Entre 32 i 134Mbps	De 28 MHz	Fixa	Entre 2 a 5km	Requereix visibilitat directa
802.16a	Inferior a 11GHz. Fins a 75Mbps.	De 20 MHz	Fixa	Entre 5 a 10km i fins 50km	No requereix visibilitat directa
802.16e	Inferior a 6GHz. Fins a 15Mbps	De 5 MHz	Mobilitat fins als 120km/h	Entre 2 a 5km	No requereix visibilitat directa



# TECNOLOGIES SENSE FILS.



## WI-FI

- Freqüències de 2412 i 2472MHz i velocitats fins 54Mbps
- La velocitat també dependrà de la distancia, de forma que es va reduint a mesura que el dispositiu s'allunya
- La velocitat real normalment és un 50% la teòrica
- Els dispositius Wi-Fi tenen funcions d'AP (Punts d'accés) repartint la velocitat màxima entre tots els seus usuaris

A continuació es mostra les característiques dels estàndards:

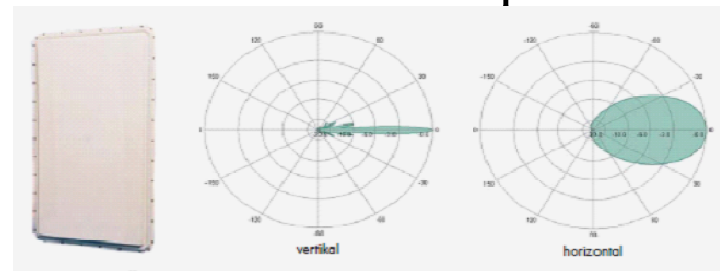
Estàndard	Velocitat	Freqüència	Modulació	Abast interior i exterior
802.11 (any 1997)	2 Mbps	2,4 GHz	FHSS i DSSS	20/100 m
802.11b (any 1999)	11 Mbps	2,4 GHz	DSSS	50/200 m
802.11a (any 1999)	6-54 Mbps	5,8 GHz	OFDM	10/70 m
802.11g (any 2003)	54 Mbps	2,4 GHz	OFDM	50/150 m
802.11n (any 2009)	300 Mbps	2,4 GHz	OFDM millorat	70/250 m



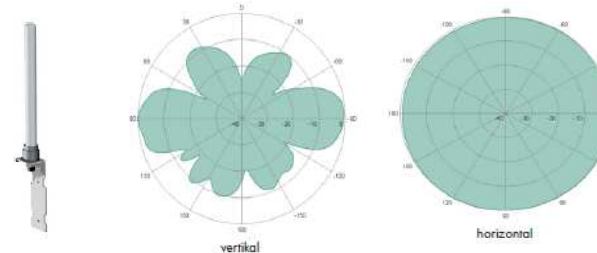
# TECNOLOGIES SENSE FILS.

## ANTENES

La xarxa de transport **WiMAX** es construirà amb nodes de visió directa per tal d'evitar atenuacions. Les antenes sectorials que disposen d'un gran equilibri entre direccionalitat i abast encaixaran amb els requeriments de transmissió necessaris.



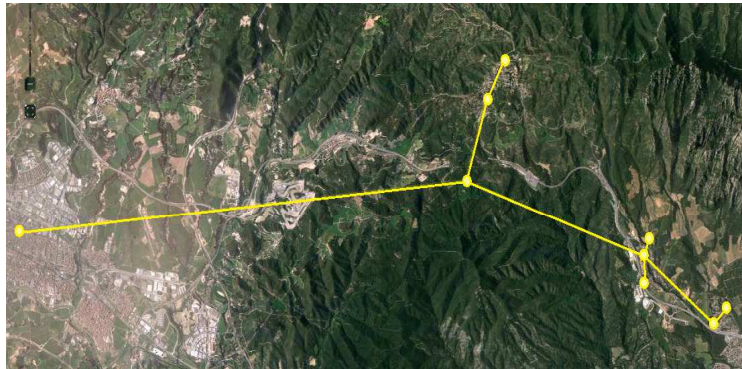
La xarxa **Wi-Fi** es construirà mitjançant antenes omnidireccionals amb un abast inferior a d'altres, però amb difusió del senyal en els 360°.



# ARQUITECTURA DE XARXA. TOPOLOGIA

Es presenten dos tipus d'escenaris per a la implantació de la xarxa, dels quals l'escenari B és el que s'ajusta millor a les necessitats.

Escenari A (Igalada – Municipi El Bruc)



Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none"><li>•Aprofitament fibra òptica d'Igalada</li><li>•Ample de banda i grans possibilitat d'escalabilitat</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Necessitat d'instal·lar una gran quantitat de repetidors</li><li>•Cost elevat</li><li>•Pèrdua d'autonomia degut a fer servir la xarxa d'Igalada</li></ul>

Escenari B (Ajuntament – Municipi El Bruc)



Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none"><li>•Cost inferior</li><li>•Ajust a les necessitats del projecte</li><li>•Autonomia per al municipi del Bruc</li><li>•Possibilitats futures d'adaptació a la xarxa d'Igalada</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Menor ample de banda</li><li>•Menor escalabilitat</li></ul>

# ARQUITECTURA DE XARXA. ESTRUCTURA

## Components (Zona 1)

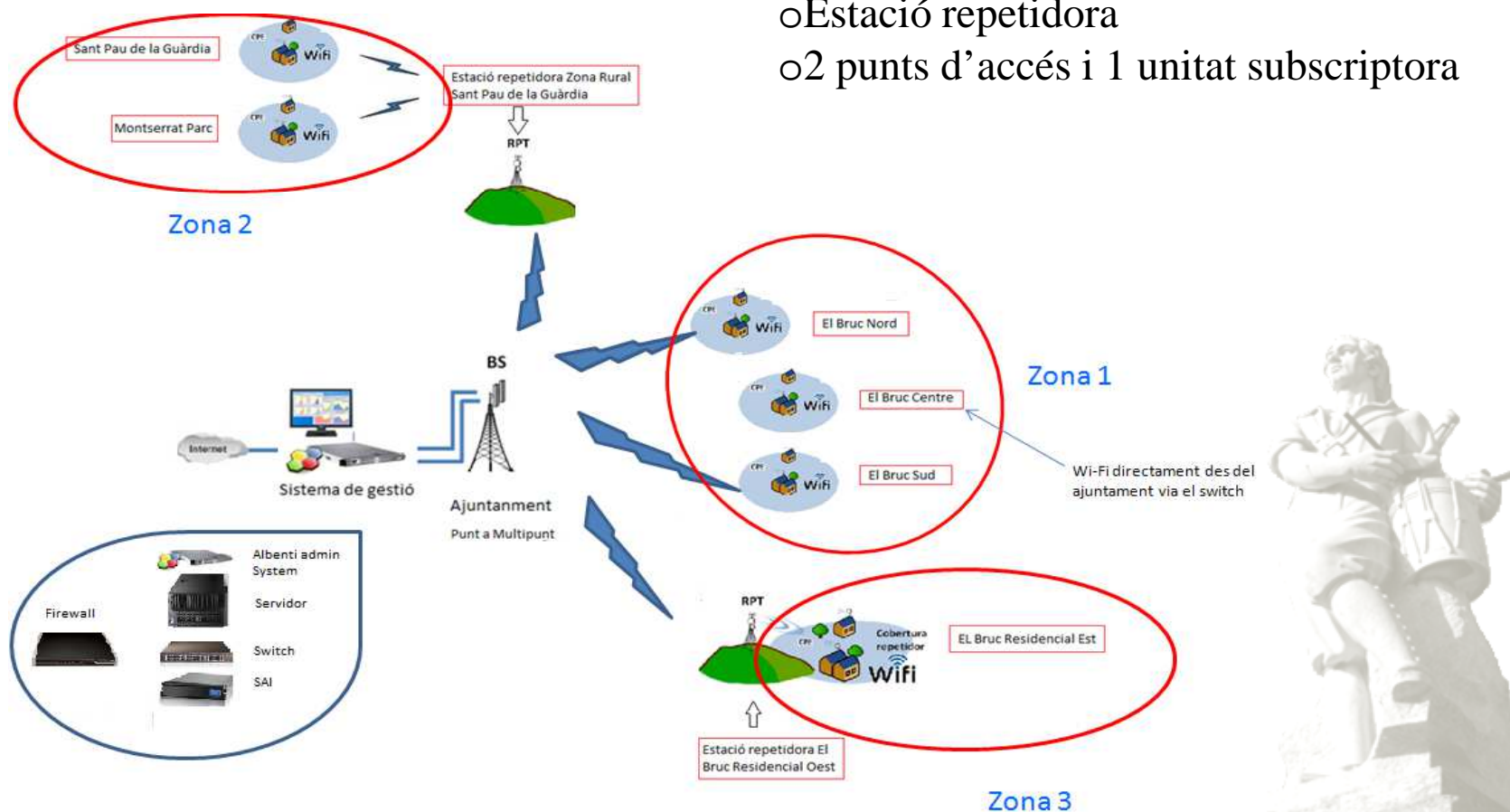
- o Estació base de l'ajuntament
- o Equip d'administració de l'ajuntament
- o 3 punts d'accés i 2 unitats subscriptores

## Components (Zona 2)

- o Estació repetidora
- o 2 punts d'accés i 2 unitats subscriptores

## Components (Zona 3)

- o Estació repetidora
- o 2 punts d'accés i 1 unitat subscriptora





# ARQUITECTURA DE XARXA.

## ADMINISTRACIÓ I SEGURETAT DE XARXA

La seguretat de la xarxa es garantirà per una banda mitjançant hardware i d'altra banda amb l'ús de software.

### *Hardware*

#### **Servidors d'autenticació**

- Autenticació dels usuaris
- Supervisió de la xarxa



#### **Administració Albetia**

- Administració de xarxes d'accés
- Manteniment de les xarxes d'accés



#### **Tallafocs**

- Supervisió de dades d'entrada i sortida a la xarxa
- Control i manteniment de la xarxa



### *Software*

#### **IPTables**

- Filtratge de paquets sospitosos mitjançant regles
- Administració de serveis mitjançant filtratge de ports

#### **IPTables Firewall**

#### **Snort**

- Sistema d'escolta i anàlisi de paquets que circulen per la xarxa
- Detecció d'intrusions
- Alerta i resposta d'atacs





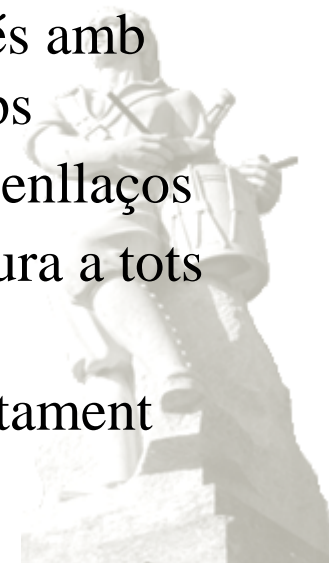
# CÀLCUL TEÒRIC. AMPLE DE BANDA

## Ample de banda per zona

Zona	Enllaços	Ample de banda de la xarxa troncal	Ample xarxa d'accés de la zona
El Bruc	2	•Assolits 124Mbps amb 2 radioenllaços i 1 AP •Necessaris 95Mbps	•Es disposa de 3 AP amb 162Mbps totals •Limitats per la xarxa troncal, la velocitat real aconseguida es de 124Mbps
El Bruc Residencial	1	•Assolits 35Mbps •Necessaris 17Mbps	•Es disposa de 2 AP amb 108Mbps totals •Limitats als 35Mbps de la xarxa troncal.
Sant Pau de la Guàrdia i Montserrat Parc	1	•Assolits 35Mbps •Necessaris 9Mbps	•Es disposa de 2 AP amb 108Mbps totals •Limitats als 35Mbps de la xarxa troncal.

## Observacions:

- La xarxa troncal limita la velocitat de la xarxa d'accés amb radioenllaços de fins 35Mbps i punts d'accés de 54Mbps
- Es pot millorar l'escalabilitat vertical amb més radioenllaços
- S'introdueixen més punts d'accés per a donar cobertura a tots els indrets necessaris del municipi
- S'assoleix l'ample de banda plantejat, donant correctament servei al 30% de la població alhora



# CÀLCUL TEÒRIC. PIRE

- Es tracta de la quantitat de potencia emesa per una antena isotròpica teòricament, i que produirà la densitat de potencia en la direcció de màxim guany d'aquesta.
- Es calcula com la potencia del transmissor menys les pèrdues i afegint el guany de l'antena ( $PIRE=PT-Lc+Ga$ ).

A Espanya la legislació limita el seu valor depenent de la tecnologia d'ús:

- **Per a WiMAX** quedarà limitada a 1W de potencia, es a dir, els 30dBm . Amb els components de l'estudi, la potencia transmesa serà com a màxim de **14,5dBm**.
- **Per a Wi-Fi** quedarà limitada a 100mW de potencia, es a dir, els 20dBm. En els equips Wi-Fi la potencia transmesa no podrà superar els **15dBm**.



# CÀLCUL TEÒRIC. COBERTURA WI-FI

S'han analitzat diferents models empírics per al càlcul de pèrdues per propagació que mostraran l'abast de la xarxa d'accés resultant.

- Mètode COST-231 per al càlcul de cobertura a interiors. Obtenint les velocitats (Mbps):

Distancia (m)	Velocitat
15	54
25	18 < 36
50	Menys 1

- Mètode Erceg per al càlcul de cobertura a exteriors. Amb velocitats (Mbps) de:

Lloc	150 m	200 m	300 m
Ajuntament	De 18 a 36	De 6 a 11	Menys de 2
Bruc Residencial	De 11 a 18	De 6 a 11	Menys de 2
Montserrat Parc	De 11 a 18	De 6 a 11	Menys de 2

Finalment, es definiran canals en diferents bandes freqüencials per a cada zona, evitant interferències i amb la distribució indicada a la fotografia de la dreta.

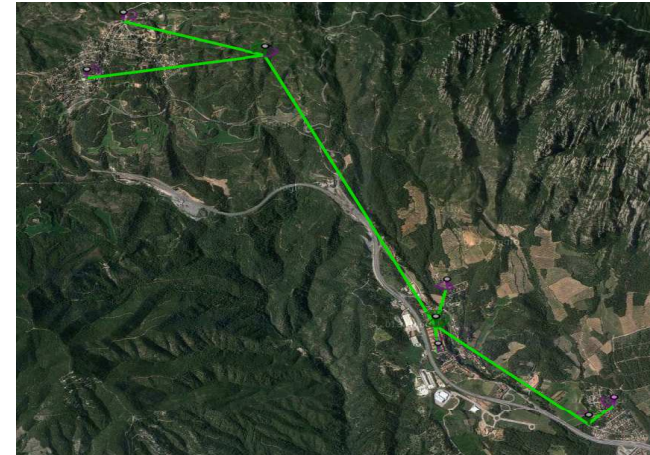


# SIMULACIÓ

## Simulació per a la xarxa troncal amb Xirio Online

Es creen els nodes WiMAX de la xarxa real amb freqüències de 5.8Ghz, i es simulen els resultats. S'observa que:

- No es perceben obstacles entre els nodes
- La potencia en els receptors és superior als -75dbm que s'havien d'assolir



## Simulació per a la xarxa d'accés (Wi-Fi) amb Radio Mobile Online

Es creen els punts d'accés per simular la xarxa d'accés real amb freqüències al voltant dels 2,4GHz. S'observa que:

- No es produeix solapament i interferències entre canals
- Es cobreixen les zones interessades



# PRESSUPOST

Tipus	Preu
<b>Tecnologia WiMAX</b>	
Estació base (Albentia AXS-BS-150)	3275
Estació d'usuari (AXS-CPE-100)	3305
Estació repetidora (Albentia RPT 54)	2265
<b>Tecnologia Wi-Fi</b>	
AP (D-LINK Air Premier 802.11g)	1122,17
<b>Atenes</b>	
Antenes sectorials (CYB SEC5G 16db/65º)	461,4
Pals d'antena	800
<b>Sistemes d'administració i seguretat de xarxa</b>	
Sistema de gestió (Albentia AMS System)	950
Servidor (Power Edge VRTX)	7422,6
SAI (Lapara 3000VA/2400W)	749,99
Switch (TP-LINK TL-SG1048)	294
Tallafocs (D-link netdefenders)	339,20
<b>Altres</b>	
Cablejat i connectors	500
Ma d'obra	18560
Disseny de la xarxa i simulacions	8000
Documentació per a l'usuari	250
Documentació per a l'ajuntament	1500
<b>TOTAL preu en euros amb iva inclòs</b>	<b>48.794</b>

S'elabora el pressupost amb els elements necessaris per a desenvolupar el projecte:

- Dispositius WiMAX
- Punts d'accés Wi-Fi
- Emissors radioelèctrics
- Sistemes d'administració
- Elements per al muntatge
- Desenvolupament de la solució

**El resultat és de  
48794 euros**





# CONCLUSIONS

- Es garanteix l'ús d'Internet en espai públics, mantenint informats als usuaris amb els continguts que l'ajuntament posi a la seva disposició.
- Es redueixen les despeses i temps deguts a temes burocràtics i d'informació mitjançant tràmits en línia.
- S'ha demostrat la viabilitat de desenvolupar una xarxa sense fils al municipi, tot i a l'orografia complicada.
- Es compleix amb la QoS mitjançant una correcta cobertura i velocitats al llarg del municipi, garantint alhora l'escalabilitat vertical amb l'inclusió de més dispositius.
- S'analitza la relació de les activitats a desenvolupar i possibles contingències.
- Finalment, s'aconsegueix un pressupost ajustat i garantint d'aquesta forma la viabilitat del projecte.

