

## 7.2.3

### **GUIFI.NET, UNA INFRAESTRUCTURA DE XARXA DE COMUNS GESTIONADA DE FORMA COL·LECTIVA<sup>1</sup>**

**ROGER BAIG, RAMON ROCA,<sup>a</sup> FELIX FREITAG I LEANDRO NAVARRO<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> *Fundació Privada per a la Xarxa Oberta, Lliure i Neutral · Guifi.net Gurb, Catalunya*  
<http://fundació.guifi.net>

<sup>b</sup> *Grup de Sistemes Distribuïts · Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona*  
<http://dsg.ac.upc.edu>

#### **Resum**

Les "xarxes comunitàries" són xarxes de telecomunicacions construïdes i gestionades de manera col·lectiva ja que en són els seus participants els qui aporten i gestionen la infraestructura. En aquest article analitzem el cas de Guifi.net<sup>2</sup>, un cas d'èxit d'una xarxa comunitària utilitzada diàriament per milers de participants que es defineix com a una xarxa oberta, lliure i neutral, a on la infraestructura és concebuda i gestionada com un bé comú. A l'article hi descriu els principis fonamentals i les eines i metodologies emprades per a la gestió del bé comú, la majoria de les quals han estat desenvolupades dins d'aquesta comunitat de pràctica. Així mateix, hi analitzem l'estat actual d'implementació, l'impacte en termes d'inversió, de creació de llocs de treball i d'inclusió digital, i les lliçons que se'n poden extreure després de més d'una dècada d'existència.

#### **Paraules clau:**

xarxes comunitàries; infraestructures gestionades de manera col·lectiva; sistemes de govern autoorganitzats; autoprovissió; xarxa de comuns; recursos en comú.

1. Aquest article està basat en R. Baig et al., "Guifi.net, a crowdsourced network infrastructure held in common", *Computer Networks*, núm. 90 (octubre 2015), pàg. 150-165. Disponible en línia: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.comnet.2015.07.009>>. Agraïm a Antoni-Lluís Baig Nogués la traducció que n'ha fet al català.

2. Al novembre de 2015, mesos després de la redacció d'aquest article, la Fundació guifi.net, en representació del projecte guifi.net va rebre el premi Ampla de Banda 2015 de la Comissió Europea en la categoria de millors pràctiques en innovació del model de finançament.

#### **Resumen**

Las redes comunitarias son redes de telecomunicaciones construidas y gestionadas de forma colectiva ya que son sus mismos participantes quienes aportan y gestionan la infraestructura. En este artículo analizamos el caso de Guifi.net, un caso de éxito de una red comunitaria utilizada diariamente por miles de participantes que se define como una red abierta, libre i neutral, donde la infraestructura es concebida como un bien común. En el artículo describimos los principios fundamentales y las herramientas y metodologías utilizadas para la gestión de dicho bien común, la mayoría de las cuales han sido desarrolladas por la propia comunidad de práctica. También analizamos el estado actual de la implementación, su impacto en términos de inversión, creación de puestos de trabajo i de inclusión digital, así como las lecciones que se pueden extraer después de más de una década de existencia.

#### **Palabras clave:**

redes comunitarias; infraestructuras gestionadas de forma colectiva; sistemas de gobierno auto-organizados; auto-provisión; redes de comunes; recursos en común.

#### **Abstract**

Community networks are telecommunication networks collectively built and managed because are the participants themselves who contribute the administer the infrastructure. In this article we analyse the guifi.net case, a success case of a community network used every day by thousands of participants that is defined as a open, free and neutral network in which the infrastructure is conceived as a commons. In the article we present the fundamental principles and the tools and methodologies used for the management of this commons. Most of these tools and methodologies have been developed by the community itself. We also analyse the current complementation status, the impact in terms of investment, jobs creation and digital gap reduction, as well as the lessons learnt after more than a decade of experience.

#### **Key words:**

community networks; collectively managed infrastructures; self-organised government systems; self-provision; networks as a commons; common goods.



## 1. Introducció

Les xarxes comunitàries (XC), també conegudes com a xarxes mancomunades<sup>3</sup> o xarxes de comuns, es formen quan ciutadans i organitzacions posen en comú els seus recursos de xarxa i coordinen els seus esforços per construir entre tots infraestructures de xarxa obertes, lliures i neutrals. Són obertes perquè tothom té dret a conèixer la forma com es construeixen. Són lliures atès que l'accés a la xarxa està regit per un principi de no discriminació, cosa per la qual esdevenen universals. I són neutrals perquè no hi ha cap restricció pel que fa a la tecnologia que cal emprar i perquè la xarxa es pot utilitzar per transmetre dades de qualsevol mena per qualsevol participant, tot incloent-hi també aquelles que tenen fins comercials. Tot i que fer possible l'accés a Internet en zones descuidades per part dels operadors tradicionals i la lluita contra la bretxa digital són els factors desencadenants més freqüents, les possibilitats de poder treballar de manera activa per desenvolupar i portar a la pràctica un nou model de telecomunicacions són sovint entre les raons que els participants esmenten per justificar la seva contribució.

El projecte Guifi.net va començar entorn del 2004 quan un grup de persones que volien desplegar la xarxa d'acord amb els principis d'obertura, llibertat i neutralitat va començar a organitzar-se a Gurb i rodalies. Mitjançant aquests principis i a les possibilitats que oferien els nous dispositius Wi-Fi que començaven a aparèixer al mercat, aquest grup volia oferir una alternativa a les deficiències de serveis de telecomunicacions que hi havia en la seva àrea d'actuació. Tot sent fidels a aquests principis i desenvolupant tot un ecosistema potent i complex per tal de vertebrar el desplegament i la gestió col·lectiva de xarxa de telecomunicacions, Guifi.net ha posat a disposició de la ciutadania un conjunt d'eines i metodologies per poder satisfer per si mateixa les necessitats de serveis de telecomunicacions de manera barata, eficient i socialment justa.

En aquest article, hi descrivim els principis fonamentals de Guifi.net, i com de la seva aplicació en resulta un bé comú, la infraestructura de xarxa, que es construeix de manera col·lectiva amb les contribucions de molts participants i és governada com un recurs en comuns. També, hi identifiquem i analitzem els factors clau del seu èxit, i hi discutim l'impacte que han tingut en l'expansió de la infraestructura. De resultes de les nostres investigacions, pensem fermament que Guifi.net ha fet contribucions molt importants, no solament envers la formalització del concepte de xarxa de comuns en si mateix, sinó també en el desenvolupament i la posada en pràctica d'eines eficaces i escalables les quals fan possible la implementació del model de béns en

comú o "de comuns" en el cap de les telecomunicacions de manera senzilla i eficient.

La resta d'aquest document s'estructura tal com es detalla a continuació. En l'apartat 2 s'hi presenten els principis subjacents de Guifi.net, que estructuren la participació i l'ús de la xarxa i discuteixen el seu paper en un procés de producció social que es tradueix en un bé col·lectiu i es gestiona com un recurs de comuns. L'apartat 3 estudia els participants involucrats i presenta l'arquitectura dels mecanismes de govern. L'apartat 4 introdueix les eines i estratègies desenvolupades per implementar aquests principis. L'apartat 5 presenta els resultats assolits quant a la infraestructura en comú, la interconnexió amb altres xarxes, la comunitat de participants, el marc institucional i l'impacte mesurable en zones amb un fort desenvolupament d'infraestructura. En l'apartat 6 s'hi analitzen i discuteixen els resultats. L'apartat 7 presenta lliçons apreses que es poden generalitzar. En l'apartat 8 es comenten possibles direccions futures. I, finalment, es presenten les conclusions en l'apartat 9.

Les xarxes d'ordinadors es denominen, d'ara en endavant, *xarxes* i les estructures de xarxa, *infraestructures*.

## 2. Principis

Els principis fonamentals del projecte Guifi.net, definits d'antuvi perquè sigui totalment inclusiu, giren entorn a i) l'obertura d'accés (ús) de la infraestructura, i ii) l'obertura de participació (construcció, operació, gestió) en el desenvolupament de la infraestructura i de la seva comunitat.

**Accés obert i no discriminatori.** L'accés és obert i no discriminatori perquè els preus estan orientats a costos (en lloc de ser determinats segons l'oferta i la demanda) i d'acord amb el principi de comerç just per valorar el cost del treball. És obert perquè qualsevol persona té dret a unir-se a la infraestructura.

**Participació oberta.** Tothom té dret a unir-se a la comunitat.

Aquests principis fonamentals aplicats a una infraestructura donen com a resultat una xarxa que és un *bé col·lectiu, produït socialment i governat com un recurs en comuns*.

El desenvolupament d'una xarxa de comuns és una *producció social* o una *producció col·laborativa* perquè els participants treballen de manera cooperativa, a escala local, per desplegar una infraestructura i construir illes de xarxa, i, a escala global, per compartir coneixements i coordinar accions que assegurin la interoperativitat de la infraestructura desplegada a escala local.

Se segueix el model de *recurs col·lectiu en comú* (CPR - Common Pool Resource) per mantenir i governar la xarxa. Els participants han d'acceptar les regles per unir-se a la

3. *Community networks* en anglès.



xarxa i han d'aportar-hi la infraestructura necessària per fer-ho; es preserva la propietat sobre els dispositius aportats i es garanteix el dret de sortir del comuns.

Aquesta forma d'organització i de concebre la infraestructura és radicalment diferent al model imperant al món occidental. Alguns dels beneficis d'aquest canvi de paradigma són:

- Desaparició de la multiplicitat de la infraestructura perquè tots els participants operen sobre la mateixa infraestructura.
- Augment de l'eficiència de la infraestructura, com a conseqüència del punt anterior.
- Estalvi de costos, tot incloent-hi l'estalvi ambiental, també com a conseqüència del primer punt.
- Estalvi en el cost d'accés, no només com a conseqüència de la desaparició de la multiplicitat d'infraestructura, sinó també perquè els preus s'orienten als costos (comerç just).
- L'habilitació defectiva dels ciutadans per portar la xarxa on sigui necessària, tot trencant així la dependència amb el pla de desplegament dels ISPs tradicionals (*Internet service providers*).
- Universalització de l'accés a la infraestructura, com a conseqüència de tots els punts anteriors.
- Creació del marc necessari per a un veritable mercat de lliure competència de serveis.

### 3. Participants i estructura de govern

No obstant això, com qualsevol altre CPR, les xarxes de comuns són fràgils. Més concretament, són propenses a la congestió, ja que la connectivitat és *rival*<sup>4</sup> i està subjecta al problema de l'abús, perquè la infraestructura és intencionadament *no-exclouible*.<sup>5</sup> Per tant, es necessiten instruments de govern eficaços i efectius per protegir el recurs principal del seu esgotament, és a dir, per protegir-lo de la *Tragèdia dels comuns* [1].

4. Un bé o servei és *rival* quan el seu consum per part d'un consumidor fa que deixi de ser consumible per un altre consumidor. L'ample de banda disponible en una xarxa és rival perquè quan és consumit per un usuari ja no està disponible per a cap altre. En canvi, un espectacle de focs d'artifici és no-rival perquè el fet que el contempli un espectador no influeix per a res sobre la possibilitat que un altre espectador també el contempli simultàniament.

5. Un bé o servei és *exclouible* si se'n pot controlar fàcilment l'accés. Per exemple, la projecció d'una pel·lícula en una sala de cinema és exclouible perquè fàcilment es poden implementar mecanismes per permetre-hi l'accés només a aquells que tinguin entrada; per contra, l'arquitectura dels edificis no és exclouible.

Per construir una arquitectura de govern eficaça és essencial identificar clarament els tipus de participants segons els seus interessos, les seves tasques específiques i els possibles conflictes d'interessos. Com es mostra en la figura 1a, hi ha quatre tipus principals de participants. Els *voluntaris*, iniciadors del projecte que per raó d'absència d'interessos econòmics són els responsables del desenvolupament i l'operació de les eines i dels mecanismes de govern i supervisió. Els *professionals*, que proporcionen qualitat de servei, i els seus *clients*, que aporten els recursos que fan econòmicament sostenible el sistema. Les *administracions públiques* són responsables de la regulació de les interaccions entre el desplegament i l'operació de la xarxa i els béns públics, com, per exemple, l'ocupació del domini públic. Tots els participants que n'extreuen connectivitat han de contribuir, directament o indirectament, amb infraestructura i poden participar en el procés de creació de coneixement. És necessari conservar un cert equilibri entre aquests quatre grups, ja que cada un té atribucions naturals que no poden delegar-se o ser dutes a terme per cap altre grup. La figura 1a representa la interacció entre tots aquests grups.

La figura 1b representa l'estructura de les eines de govern. Uns canals de *comunicació* eficaços són essencials per a qualsevol projecte de producció entre iguals (*peer production*). La *llicència* estableix el marc de participació, els drets i els deures. El marc de participació ha de ser suficientment flexible perquè pugui permetre els mecanismes d'autosostenibilitat, com l'activitat econòmica, però al mateix temps ha de preservar l'essència del projecte. El sistema de *monitoratge* és essencial per al funcionament de la xarxa (tractament de la congestió, errades, etc.) i per comptabilitzar l'ús dels recursos per participant. Un clar *sistema de resolució de conflictes* evita l'arbitrarietat i redueix el nombre de conflictes. A través del mecanisme de *declaració de despeses*, els participants deixen constància dels recursos amb què han contribuït que cal tenir en compte a l'hora de repartir les despeses. El sistema de *convenis de col·laboració* regula l'ús amb ànim de lucre dels recursos. El sistema de *compensació econòmica* equilibra les contribucions que han estat comptabilitzades i l'ús dels recursos dels participants amb finalitats de lucre. Per últim, cal una organització amb una *autoritat reconeguda* per tots els participants per operar les eines i els mecanismes esmentats.

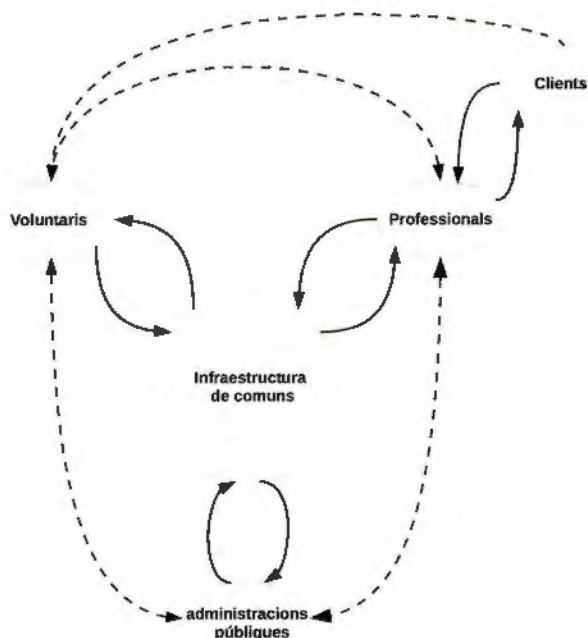


Figura 1a. Participants

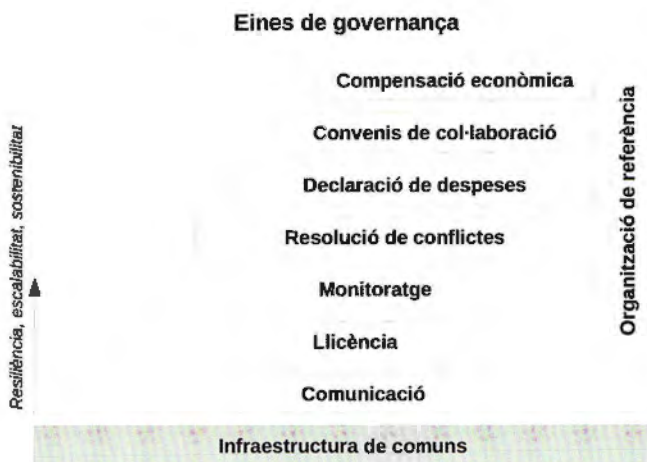


Figura 1b. Eines de governança

## 4. Implementació

En aquest apartat s'explica com l'arquitectura de govern presentada en l'apartat 3 s'implementa com eines a Guifi.net.

### 4.1 Eines de comunicació

Per raó de la naturalesa tècnica de la comunitat, han sorgit a Guifi.net tota mena d'eines de col·laboració. Com calia esperar, gairebé totes són de programari lliure i estan instal·lades en servidors de la comunitat. Les més significatives són les que hi ha a continuació.

**Lloc web.** És l'eina principal de participació i coordinació. Integra totes les eines de programari descrites anteriorment, de manera que proporciona una plataforma completa per dissenyar, implementar i operar infraestructura de comuns.

**Llistes de correu.** El mètode preferit per a la discussió dins de la comunitat són les llistes de correu,<sup>6</sup> n'hi ha de globals, de territorials i de temàtiques. Estan obertes per defecte.<sup>7</sup>

**Xarxes socials.** Una plataforma social<sup>8</sup> emmagatzema documentació i facilita la gestió de les discussions. Els grups de treball són públics per defecte, però hi ha també grups tancats per tal de protegir informació sensible.

**Trobades presencials.** Juguen un paper molt específic en l'enfortiment de relacions socials; normalment són setmanals o mensuals. En aquestes trobades, els participants treballen en els seus projectes i ajuden els nous a unir-se al grup i a la xarxa. Les trobades globals de la comunitat de Guifi.net són generalment anuals, itinerants i organitzades per un grup local diferent cada vegada.

### 4.2 Marc de participació

Les eines que es descriuen tot seguit desenvolupen el marc legal de participació en la xarxa.

**Llicència comuns xarxa oberta, lliure i neutral (XOLN).** La XOLN<sup>9</sup> és la llicència que qualsevol participant de Guifi.net ha d'acceptar. Aquesta llicència estableix els principis fonamentals de la xarxa i els articles en detallen amb precisió els drets i les obligacions dels participants. Està escrita d'acord amb la legislació espanyola. La seguretat jurídica és essencial per estimular la participació i la inversió, que, a la vegada, és la base de qualsevol activitat econòmica.

**Fundació Guifi.net.** La Fundació Privada per a la Xarxa, Lliure i Neutral Guifi.net va ser creada per la comunitat Guifi.net per donar identitat legal al projecte Guifi.net d'acord amb la legislació catalana. La seva missió fonamental és protegir i promoure les xarxes de comuns com Guifi.net. Per tal de protegir la xarxa, manté la XOLN i en força el seu compliment si és necessari. Les activitats de promoció inclouen el desenvolupament de projectes estratègics i innovadors, l'operació de zones crítiques de

6. <<https://lletes.guifi.net/sympa>>

7. Només s'accepten llistes de correu tancades en situacions molt determinades.

8. <<http://social.guifi.net>>

9. <<https://guifi.net/ca/CXOLN>>. Preàmbul:

- Ets lliure d'utilitzar la xarxa per a qualsevol propòsit mentre no perjudiquis el funcionament de la xarxa, la llibertat dels altres usuaris i respectis les condicions dels continguts i serveis que circulen lliurement.
- Ets lliure de conèixer com és la xarxa, els seus components i el seu funcionament i també pots difondre lliurement el seu esperit i el seu funcionament.
- Ets lliure per incorporar serveis i continguts a la xarxa amb les condicions que vulguis.
- Ets lliure d'incorporar-te a la xarxa i ajudar a expandir aquestes llibertats i condicions.



la infraestructura, les tasques de difusió, entre altres. La Fundació compta amb un conjunt d'eines (com l'espai d'adreces IP, la identitat legal, la possibilitat legal d'operar sota el seu nom) a disposició de qualsevol persona que vulgui contribuir a ampliar la xarxa, inclosos els professionals. També realitza moltes activitats de difusió. La Fundació està integrada pel Patronat (activitat no remunerada) i els treballadors. Es finança mitjançant la prestació de serveis als professionals com ara la gestió del Centre d'Operació de Xarxes (NOC), l'operació del sistema de compensació econòmica, entre altres. La Fundació aconsegueix un paper vital en la coordinació i gestió de l'ecosistema de Guifi.net. No obstant això, el seu poder és força limitat, ja que, igual que la resta de participants, només és propietària de la part d'infraestructura que ha aportat, i totes les seves accions s'han de cenyir a la seva missió fundacional de coordinació i arbitratge. Per tant, la seva autoritat es basa principalment en la seva reputació.

**Convenis de col·laboració.** Són un conjunt de plantilles estandarditzades basades en l'experiència de molts convenis específics al llarg dels anys, en què la Fundació és sempre una de les entitats signants. D'aquesta manera es construeix una xarxa de confiança amb la Fundació com a nexa comú. Els acords tenen la missió de garantir el compromís de les parts amb la XOLN, de precisar-ne els compromisos.

Els professionals poden escollir entre tres opcions<sup>10</sup> en funció del seu nivell de compromís amb la xarxa de comuns. El *Tipus A, ple compromís*, el preferit per la Fundació, implica que tota la infraestructura desplegada per un professional es destina a la xarxa de comuns; *Tipus B, compromís parcial*, és per aquells professionals que només contribueixen parcialment a la xarxa de comuns; *Tipus C, oportunista*, és per al professional que no aporta cap infraestructura a la xarxa de comuns (és a dir, que utilitza allò que està disponible, però no hi contribueix de cap manera). L'acord implica l'acceptació d'un conjunt d'Acords de Nivell de Servei (SLA · *Service Level Agreement*) que vertebrin la coexistència entre professionals. No s'accepten acords personalitzats.

Les administracions públiques tenen una única plantilla. Malgrat que sovint pretenen modificar-la, és important mantenir els textos tan propers al model com sigui possible per tal de mantenir-ne la homogeneïtat. El text estàndard està dirigit a i) superar les limitacions legals de les administracions públiques a l'hora de participar en les activitats de telecomunicació, així com descarregar-les certes responsabilitats més pròpies del camp de les telecomunicacions

10. <<http://social.guifi.net/groups/guifi-coord/>>

conveni-dactivitats-econ%C3%B2miques-instal%C2%B7lacions-connectivitat-i-manteniments-en-la>

que de la gestió pública, sobretot per a les administracions petites i mitjanes,<sup>11</sup> i ii) organitzar la manera com posen els seus recursos públics a disposició de l'XC i, per tant, a tots els ISPs (també per aquells que no volen contribuir a l'XC, a través del Tipus C del conjunt d'acords per a professionals).

Per últim, alguns acords estan en marxa amb altres entitats, com universitats o ONG. A causa del reduït nombre i heterogeneïtat dels casos, aquests encara no han estat estandarditzats.

### **4.3 Eines de gestió i construcció de la xarxa**

La comunitat Guifi.net ha desenvolupat un conjunt d'eines informàtiques<sup>12</sup> per facilitar el disseny, la implementació, l'administració i l'operació de la xarxa. Les eines estan orientades a donar suport a l'autoprovisió de xarxa i apuntalar els esforços de construcció col·lectiva de la infraestructura per part dels membres de la comunitat, atesa la interdependència entre la xarxa social i la xarxa de comunicacions. La majoria estan integrades al lloc web de Guifi.net.<sup>13</sup> L'automatització és ideal per reduir la corba d'aprenentatge i evitar errors humans. L'ús sistemàtic d'aquestes eines també permet la recollida i el manteniment de conjunts de dades sobre la xarxa, les quals, alhora, són imprescindibles per a la continuïtat del creixement de la xarxa.

**Mapa de xarxa.**<sup>14</sup> La planificació de la xarxa requereix mapes i diverses eines per calcular distàncies i línies de visió, seleccionar els nodes veïns, contactar amb les persones al seu càrrec, entre altres. Aquesta eina combina mapes geogràfics amb mapes de la xarxa per recopilar i compartir tot el coneixement relatiu a la xarxa i als participants involucrats en aquesta xarxa.

**Assignació d'adreces IP i configuració d'encaminament.**<sup>15</sup> Aquesta és una eina de suport que gestiona l'assignació d'adreces IP i la configuració de l'encaminament del trànsit. Aquests procediments estan completament automatitzats. La informació resultant s'emmagatzema en la base de dades principal.

**Unsolclic.**<sup>16</sup> La configuració dels encaminadors està totalment automatitzada. La interacció humana s'ha reduït a *copiar i enganxar* el sistema operatiu. Això ajuda a evitar

11. En la Unió Europea, així com en la majoria de països occidentals, les telecomunicacions són un servei públic que ha de ser aportat pel sector privat. En aquest context, el marge de maniobra de les administracions públiques es limita a accions molt específiques (autoprovisió, àrees no servides, etc.) i sota condicions molt especials (comptabilitat separada, autofinançada, etc.)

12. El lloc web de Guifi.net utilitza el CMS de Drupal i la base de dades MySQL. Totes les eines desenvolupades són mòduls de Drupal.

13. <<https://guifi.net/ca/guifi/menu>>

14. <<https://guifi.net/maps>>

15. <<https://guifi.net/ca/guifi/menu/ip/ipsearch>>

16. <<http://ca.wiki.guifi.net/wiki/Unsolclic>>



errors de configuració que poden crear conflictes a la xarxa i facilita el procés de configuració de nodes i, per tant, de participació.

**Community Network Markup Language (CNML).**<sup>17</sup> El CNML és una especificació XML desenvolupada a Guifi.net que presenta la informació de la base de dades de Guifi.net. Totes les interaccions s'han de fer a través d'aquesta representació.

**Monitorització de la xarxa.**<sup>18</sup> S'ha desenvolupat i posat en marxa un sistema de monitorització de xarxa totalment distribuït. Ha estat clau per ajudar la comunitat a visualitzar-ne l'ús i identificar-hi els problemes o colls d'ampolla.

**Finançament col·lectiu de la xarxa.**<sup>19</sup> Des de molt aviat, es va crear una eina per coordinar la recollida de contribucions econòmiques voluntàries per finançar nodes o enllaços nous o per actualitzar els existents. L'eina permet la creació d'una proposta amb un pla detallat que inclou la descripció del projecte, el seu cost i una data límit per a les contribucions. Si el pressupost objectiu es compleix dins del termini, l'iniciador recollirà el diner i posarà en marxa l'acció. Aquest mecanisme ha demostrat que és molt reeixit per repartir els costos d'actualització d'enllaços, afegir nous nodes, entre altres.

**Declaració de despeses.**<sup>20</sup> Aquesta eina permet la declaració de despeses i el seguiment i l'anàlisi de les ja declarades. S'ha desenvolupat com a part del sistema de compensació econòmica (descriu a 4.4). S'hi distingeix entre les contribucions fetes per professionals de les realitzades per voluntaris. Es va desenvolupar a partir de la constatació que molts dels professionals no reinvertien en la infraestructura amb l'excusa de no fer-ho per no ser objecte d'abusos per part d'altres. Aquesta eina registra qualsevol despesa, ja sigui inversió per augmentar la capacitat de la xarxa o el seu manteniment.

#### 4.4 Eines de govern

Aquestes són les eines socioeconòmiques que el projecte ha desenvolupat per mantenir operativa la infraestructura i el projecte en si mateix. La Fundació és responsable de mantenir en funcionament aquestes eines.

**Sistema de resolució de conflictes.** S'ha desenvolupat un procediment sistemàtic i clar per a resolució de conflictes amb una escala gradual de sancions.<sup>21</sup> Es com-

17. <<http://en.wiki.guifi.net/wiki/CNML/en>> (en anglès)

18. Per node i per trasto E.g. <[http://guifi.net/guifi/graph\\_detail?type=super-node&node=7281&direccio=out](http://guifi.net/guifi/graph_detail?type=super-node&node=7281&direccio=out)>

19. <[https://guifi.net/ca/guifi/menu/main/browse\\_budgets](https://guifi.net/ca/guifi/menu/main/browse_budgets)>

20. Cal compte d'usuari a la web de Guifi.net.

21. <<http://social.guifi.net/groups/guifi-legal/reglament-dels-procediments-de-resoluci%C3%B3-de-conflictes>>

pon de tres etapes: conciliació, mediació i arbitratge, les dues últimes dirigides per un advocat elegit entre un grup de voluntaris. El cost dels procediments es carrega a la part que es determini com la causant del conflicte o a ambdues parts en cas d'empat.

**Sistema de compensació econòmica.** El sistema de compensació econòmica s'ha desenvolupat i s'aplica per compensar els desequilibris entre la inversió en la infraestructura de comuns i l'ús que en fan els professionals. Les despeses declarades es distribueixen periòdicament segons l'ús de la xarxa que en fan els professionals. La Fundació realitza els càlculs i els posa a disposició d'aquests. La Fundació centralitza i gestiona el sistema de facturació (cada professional fa o rep un únic pagament). Un ingrés típic de la Fundació és un percentatge, en funció del tipus d'acord que professional té amb la fundació (vegeu 4.2), el qual es carrega al resultat d'aquests càlculs.<sup>22</sup> El sistema de compensacions també preveu que els professionals puguin cobrar una quantitat raonable per connexions oportunistes<sup>23</sup> fins que les seves inversions estan cobertes. El sistema de compensació econòmica també proporciona mecanismes per compensar a aquells que, tot havent contribuït amb infraestructura, volen retirar-se de la infraestructura de comuns.

## 5. Resultats

En aquest apartat es presenten els resultats més rellevants del projecte Guifi.net. En primer lloc s'analitza la infraestructura de xarxa de comuns. Els seus paràmetres físics es poden quantificar gràcies a la base de dades i la informació del seu lloc web. No obstant això, els costos els hem hagut d'estimar perquè l'eina de declaració de les despeses només s'ha establert recentment. A continuació fem una descripció de la interconnexió amb altres infraestructures de xarxa. En aquest cas, els costos es poden determinar amb més precisió, ja que la informació sobre la majoria d'aquests es comparteix entre la Fundació i els operadors. Quant a participació, les dades que es presenten són més aviat qualitatives, ja que, pel fet de ser un projecte obert, només se'n poden quantificar indicadors indirectes. La descripció de l'impacte del projecte es basa en la informació de tercers.

### 5.1 La infraestructura de comuns

Actualment, des del punt de vista físic, Guifi.net combina diverses tecnologies, entre les quals la ràdio i la fibra òptica són les més comunes. Atesa la facilitat de desplegament i

22. Tipus A, 10% (per cobrir les despeses administratives); Tipus B, 50% i Tipus C, 100%.

23. Un node client que es connecta de forma amateur a un supernode que ha pagat un professional.



el seu baix cost, la Wi-Fi va ser la primera tecnologia que es va utilitzar i continua sent la més popular, fins al punt que es considera totalment integrada en l'ecosistema (és a dir, que és totalment compatible amb les eines web i el seu ús està molt estès entre professionals i voluntaris). Els nodes inicials daten del 2004. La figura 2a representa l'evolució del total de nodes operatius al llarg del temps. La fibra òptica es va introduir<sup>24</sup> per primera vegada el 2009.

El juny del 2015, Guifi.net té un total de 44.824 nodes, dels quals 28.675 són declarats com a operatius, cosa que representa 32.672 enllaços Wi-Fi (29.946 AP Client i 2.726 punt a punt) i correspon a una longitud de 52.443 quilòmetres. La majoria dels nodes, 44.432, són a la península Ibèrica. La figura 2b mostra la seva distribució geogràfica. Quant a la fibra òptica, a causa que el registre d'aquest tipus d'enllaç encara no està en producció, de moment el nombre només es pot estimar per les informacions facilitades pels operadors i per mitjans alternatius. En calculem al voltant d'uns 100 enllaços.<sup>25</sup>

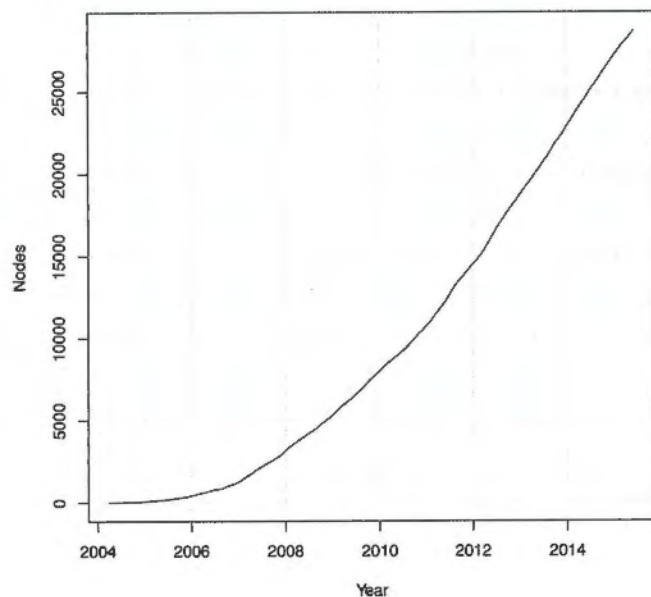


Figura 1a. Nombre total de nodes operatius

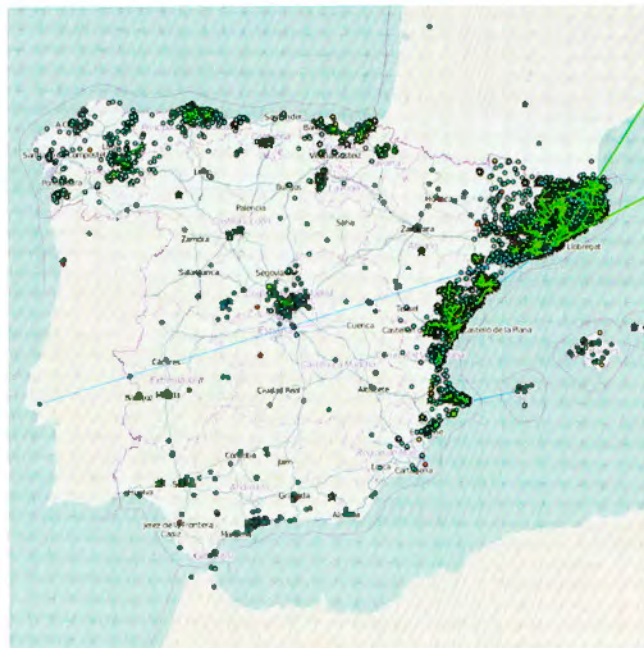


Figura 1b. Desplegament (juny 2015)

Topològicament parlant, les xarxes Wi-Fi i de fibra òptica són força similars [2]. En els dos casos, els nodes d'usuaris finals es connecten a un punt central (els *supernodes* en Wi-Fi i el *PoPIX* —*Point of Presence Internet Exchange*— en fibra òptica),<sup>26</sup> i els supernodes es connecten entre si a través d'enllaços dedicats que formen la part troncal de la xarxa. En Wi-Fi, pràcticament tots els enllaços els han desplegat membres de Guifi.net. Contràriament, en fibra òptica, la majoria de desplegament d'enllaços punt a punt són fibres obscures subcontractades.<sup>27</sup> La figura 3 mostra la distribució actual dels PoPIX operatius (15 en total). En zones en les quals coexisteixen les dues tecnologies, els enllaços de fibra òptica van substituint els de Wi-Fi de la troncal, i aquests van formant una xarxa intermèdia, cosa que redunda en una topologia més eficaç.<sup>28</sup> El sistema de compensació econòmica s'aplica a nivell de PoPIX. La mètrica utilitzada per quantificar l'ús de la xarxa és el percentatge de l'agregació total del tràfic d'entrada i de sortida a xarxes que no es gestionen en comú (és a dir, el tràfic cap a i des del NIX o d'Internet).

24. <<http://guifi.net/node/23273>>

25. Aquesta estimació s'ha realitzat a partir de la informació aportada per cada ISP i comparant respostes amb la quantitat de trànsit i la quantitat de direccions IPS assignades.

26. En Wi-Fi, el *mode d'infraestructura* (és a dir, la combinació de mode mestre-client per a connexions entre node i supernode i enllaços punt a punt (PtP), també anomenats dedicats, entre supernodes) ha demostrat que és molt més eficaç que les solucions basades en el mode Ad Hoc de IEEE 802.11. No obstant això, algunes parts de la xarxa operen en el mode Ad Hoc.

27. Fins ara, tot al proveïdor de fibra obscura nacional català Xarxa Oberta: <<http://www.xarxaoberta.cat/about/xoc>>

28. Un graf de menor diàmetre corregint la situació anormal d'una xarxa dorsal amb unes quantes desenes de salts Wi-Fi.

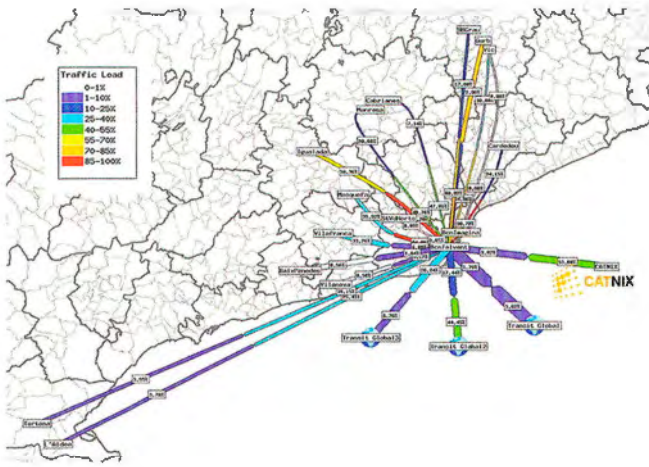


Figura 3. Punts de presència (PoPIX) de fibra (juny 2015)

Segons estimacions de la Fundació Guifi.net presentades en la Taula 1 i en la Taula 2, les inversions en béns de capitals (CAPEX · *capital expenditures*) de la infraestructura construïda en comuns són superiors a 7,3 M€ i les despeses d'operació (OPEX · *operational expenditures*) són superiors a 3 M€ anuals.

		Quantitat [unitats]	Cost mitjà estimat [€/u.]	Total [€]
	Node Wi-Fi	28.500	250	7.125.000
	Node FO	100	1.500	150.000
	PoPIX	15	2.750	41.250
<b>Comuns</b>				<b>7.316.250</b>
	PoPIX	15	2.750	41.250
<b>Interconnexió</b>				<b>41.250</b>
<b>Total</b>				<b>7.357.500</b>
Taula 1. Estimació de CAPEX (juny 2015)				

		Quantitats [unitats]	Cost mitjà estimat [€/u./any]	Total [€/any]
	Node Wi-Fi	28.500	96	2.736.000
	Node FO	100	96	9.600
	PoPIX	15	3.600	54.000
<b>Comuns</b>				<b>2.799.600</b>
	Proxies	100	720	72.000
	PoPIX	15	3.600	54.000
	CATNIX	1	7.200	7.200
<b>Connexió Internet</b>				
				3
				12.000
				36.000
	CPD Barcelona	1	18.000	18.000
	CPD Vic	1	2.400	2.400
	RIPE-NCC	1	1.800	1.800
	Provisió	1	48.000	48.000
	Administració	1	18.000	18.000
	Gestió tècnica	1	18.000	18.000
	Assegurança	1	840	840
<b>Interconnexió</b>				<b>276.240</b>
<b>Total</b>				<b>3.075.840</b>



Pel que fa a adreces IP, Guifi.net utilitza els rangs privats d'IPv4 RFC1918. L'assignació d'IP es va fer inicialment respectant l'assignació del projecte Freenetworks,<sup>29</sup> però actualment es considera tot l'espai d'adreces 10/8, encara que en la pràctica només es fan servir uns quants blocs /16.<sup>30</sup> Les IP s'assignen als supernodes en rangs /27.<sup>31</sup> A més, el bloc 172.16/12<sup>32</sup> s'utilitza per als enllaços troncais punt a punt. No obstant això, aquest rang no està encaminat i, per tant, hom es refereix freqüentment a les adreces 10/8 i 172/16 com a *adreces públiques* i *adreces privades* respectivament.

Quant a encaminament, la xarxa es divideix en *sistemes autònoms* (AS), la majoria dels quals corren OSPF internament, interconnectats via BGP. Les assignacions de números i noms es fan veient la xarxa com una sola (és a dir, respectant la compatibilitat). El juny del 2015 s'anuncia ven prop de 3.500 rutes en el major núvol BGP.<sup>33</sup>

## 5.2 Connexió a altres xarxes

Guifi.net està connectada a moltes xarxes, inclosa la Internet global, de diverses maneres. La via preferida és per *connexió entre iguals* (*peering*) amb altres xarxes, ja que aquesta opció és la que està més alineada amb els principis cooperatius del projecte. Unes altres maneres menys adequades, però també possibles i utilitzades avui dia, són a través de transportistes de pagament i compartint connexions Internet domèstiques. La interconnexió de la xarxa es concep com a contingut, de manera que com a tal es posa a disposició segons les condicions de qui l'ofereixi.

La Fundació Guifi.net és membre del Punt d'Intercanvi de Trànsit Català (CATNIX),<sup>34</sup> en què hi té *peering* amb uns 40 membres (comptant IPv4 i IPv6). Guifi.net té tres enllaços com a proveïdors independents d'Internet: un a 2Gbps, una altra a 1Gbps i el darrer de 300 Mbps. La capacitat dels enllaços externs i les connexions amb els CATNIX es distribueixen als proveïdors que tenen conveni de col·laboració amb la Fundació, i aquests, al seu torn, ho distribueixen entre els seus clients. La Figura 4 mostra l'evolució del tràfic total de trànsit de Guifi.net entrant i sortint en els

29. Un projecte iniciat l'any 2000 destinat a harmonitzar la distribució de blocs 10/8 entre xarxes comunitàries. No es manté des de fa uns quants anys.

30. Assignació geogràfica.

31. Una màscara de xarxa tan petita és un llegat de l'escassetat d'espai d'adreces dels temps de les xarxes lliures (es van assignar blocs 10/8 a cada XC independentment de la seva grandària, mentre que Guifi.net ja tenia mils de nodes mentre que les altres xarxes comunitàries en tenien desenes com a màxim).

32. En el moment d'escriure aquest article, s'utilitza el bloc 172.25/16. Les assignacions es realitzen en /30.

33. A causa de l'agregació de blocs, no està automatitzada

34. <<http://www.catnix.net/es>>

darrers dotze mesos.<sup>35</sup> A més, la majoria d'operadors tenen rangs IPv4 i IPv6 públics minoristes distribuïts de la mateixa manera. La xarxa també està connectada a la infraestructura experimental Community-Lab.net i com a part d'aquesta està federat en l'àmbit de xarxa amb diverses XC europees.

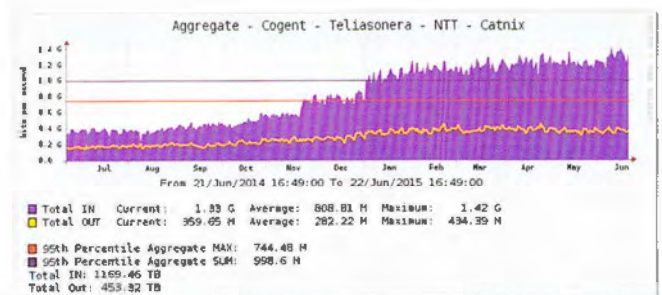


Figura 4. Trànsit entrant i sortint del darrer any (juny 2015)

La forma estàndard en què els usuaris posen les seves connexions domèstiques a Internet a disposició dels altres membres de Guifi.net és a través de servidors intermediaris (*proxy*). La federació de servidors *proxy* d'accés a Internet, la qual ha estat desenvolupada per la comunitat Guifi.net, permet a cada usuari emprat tots aquells que en formen part i de manera gratuïta. Aquesta és la forma com les administracions públiques posen a disposició les seves línies DSL (ajuntaments, biblioteques, telecentres, etc.), ja que els ofereix seguretat tècnica i, cosa més important encara, també jurídica.

D'acord amb les estimacions realitzades per la Fundació, el CAPEX de les interconnexions gira al voltant de 41.250 € i l'OPEX al de més de 276.240 € anuals.

## 5.3 Participació

Tal com s'ha indicat, l'ecosistema de Guifi.net és molt ric quant a varietat de participants i cada un d'aquests juga un paper estratègic. Un estudi [3] del 2014 va trobar 13.407 usuaris enregistrats en el portal de Guifi.net i 55 llistes de correu. A continuació es descriu la situació actual dels grups més rellevants.

**Voluntaris.** Com en la majoria de projectes oberts, el nombre de voluntaris només es pot quantificar mitjançant càlculs indirectes, per exemple com el nombre de missatges en les llistes de correu, etc., però qualitativament podem dir que la comunitat de voluntaris de Guifi.net és saludable. Els voluntaris contribueixen en moltes tasques com són iniciar noves àrees, ajudar a nous participants, millorar les eines informàtiques, fer el manteniment, etc. Gràcies a la seva proximitat i al seu compromís amb el projecte, són components clau en la tasca de garantir que les normes es compleixin, especialment en les zones on la presència de

35. Les discontinuïtats de principis de novembre i mitjan desembre són exemples clars dels efectes de la integració de nous PoPIX.



la Fundació és limitada. Com a indicador de la grandària, a més dels 13.407 usuaris enregistrats al portal, hi ha també 40 llistes de distribució regionals.

**Professionals.** Nou empreses PIME participen en el sistema de compensació econòmica. A més, moltes PIME i autònoms realitzen instal·lacions i altres activitats remunerades relacionades amb Guifi.net.<sup>36</sup> Malgrat que la competència pels clients és sempre una font de tensió (desitjada), que en ocasions pot generar conflictes, podem afirmar que la convivència és positiva i el nivell de col·laboració és molt satisfactori. Un bon indicador de la grandària en són els 270 subscriptors de la llista de correu de professionals.

**Fundació.** La Fundació Guifi.net es va establir el juliol del 2008. S'ha convertit en membre de CATNIX, així com de RIPE-NCC,<sup>37</sup> del qual se n'ha obtingut el recurs: ASN 49835, IPv4 109.69.8.0/21, 5.10.200.0/21 i 185.32.16.0/22, IPv6 2a00:1508::/32. Des del punt de vista legal, a través de la notificació corresponent a l'organització de la regulació nacional a Espanya,<sup>38</sup> és l'operador de la infraestructura de xarxa per defecte (és a dir, d'aquelles parts de la xarxa que no són operades per qualsevol altra persona) que és molt convenient per als participants que no estan familiaritzats amb aquests detalls legals i administratius específics del sector de les telecomunicacions, com són voluntaris o administracions públiques.

Com a part de les seves accions per estimular l'activitat econòmica, la Fundació promou projectes de xarxa (per exemple, el desplegament de fibra òptica en un barri) que posteriorment executen professionals (les assignacions de projectes es realitzen d'acord amb les regles preestablertes, i la Fundació sempre manté el paper de supervisora del projecte). A més, la Fundació ajuda aquests professionals compartint els seus recursos, especialment quan comencen, i els acompanya durant el seu procés de creixement.

Les seves activitats de difusió inclouen la promoció entre administracions públiques, amb polítics, empreses privades i ciutadans, el diàleg amb el regulador i la resposta a qualsevol convocatòria pública que pugui afectar la xarxa de comuns, entre altres.

Les seves activitats d'investigació estan vinculades principalment a col·laboracions amb universitats. La Fundació ha participat (en el període 2011-2015) en dos projectes FP7, un projecte CIP i un projecte H2020 de la Comissió Europea.

**Altres organitzacions de Guifi.net.** Són moltes les organitzacions sense ànim de lucre que complementen l'activitat de la Fundació Guifi.net. Algunes tenen identitat

36. <<http://guifi.net/ca/node/3671/suppliers>>

37. <<http://www.ripe.net>>

38. Comissió del Mercat de les Telecomunicacions (CMT), <<http://cmt.es>>

legal,<sup>39</sup> com ara les associacions locals d'usuaris, i altres que són simplement grups informals. Alguns d'aquests grups provenen de comunitats de xarxes sense fils que es van incorporar a Guifi.net, moltes de les quals mantenint la seva identitat.<sup>40</sup> També han sorgit iniciatives cooperatives<sup>41</sup> que han començat a promoure projectes.

Aquest tipus d'organització és un punt d'entrada típic per als nous, ja que fan moltes activitats de difusió i proporcionen suport als principiants. Les associacions i els grups informals són els preferits per persones amb coneixements tècnics, mentre que les cooperatives són les preferides per aquells que donen suport als principis i idees de Guifi.net però no tenen el temps o les habilitats necessàries per posar-los en pràctica. Dues de les associacions amb entitat legal participen en el sistema de compensació econòmica.

**Grup LIR (GLIR)** és el grup tècnic encarregat d'operar el NOC de Guifi.net. Es compon principalment de professionals, però els voluntaris també tenen dret a participar-hi. Actualment hi ha 42 persones al grup. El grup és tancat per tal de protegir la informació sensible.

**Administracions públiques.** Com en qualsevol altre tipus de infraestructura, les administracions públiques tenen un paper estratègic (formulació de polítiques, promoció, etc.) en el sector de les telecomunicacions. Per tant, la col·laboració amb elles és gairebé obligatòria. S'han signat convenis de col·laboració entre Guifi.net i moltes administracions, la major part de les quals són ajuntaments de municipis petits i mitjans (per exemple, amb gairebé la totalitat de municipis de la comarca d'Osona), però també amb entitats comarcals (per exemple, el Consell Comarcal d'Osona). Es pot veure clarament la correlació entre la grandària dels municipis i el nivell de compromís amb la xarxa de comuns: com més petits i més desatesos per les empreses de telecomunicacions convencionals, més fort és el compromís i més importants són les contribucions per part de les administracions públiques, sobretot les locals. De moment, més de cent ajuntaments col·laboren activament amb Guifi.net, la majoria dels quals a través de la Fundació, però també a través d'instal·ladors i operadors locals.

**Universitats.** La Fundació ha signat convenis de col·laboració amb gairebé totes les universitats catalanes. Algunes activitats de col·laboració inclouen el desplegament d'infraestructura, projectes d'investigació, tutoria d'estudiants, difusió, entre altres coses.

**Altres tercers.** Els següents són exemples de casos de col·laboracions amb tercers que han derivat en contri-

39. Ex. Associació per a l'Expansió de la Xarxa Oberta, Ex. Delegació Territorial de la Fundació al Maresme.

40. Ex. Badalona Wireless, Gràcia sense Fils, Pineda sense Fils, entre altres.

41. Ex. Sestaferia.net, Eticom/Somconnexió, GuifiBaix, entre altres.



bucions a la xarxa de comuns. Aquests casos mostren que gairebé qualsevol entitat o organització hi pot contribuir. Des del 2008, el domini de primer nivell català (.cat) té la majoria dels seus servidors en les instal·lacions de Guifi.net; la seva contribució va ser fonamental per posar en marxa la primera PoPIX. L'Hospital de Vic<sup>42</sup> autoabasteix les seves necessitats de connectivitat a través d'un cable de fibra òptica desplegada per ells mateixos i que forma part dels comuns.

## 5.4 Governament

**Sistema de resolució de conflictes.** Des que el 2013 es va establir el sistema de resolució de conflictes, només s'han produït tres casos de conciliació. El nombre de disputes en els fòrums i en les llistes de correu s'han reduït considerablement.

**Sistema de compensació econòmica.** El sistema de compensació es va iniciar en el PoPIX de Barcelona l'abril del 2014. Actualment s'implementa en altres quatre PoPIX i el propòsit és estendre'l a la resta cap a finals del 2015.

## 5.5 Impacte

La Figura 5 presenta les dades sobre la penetració de banda ampla i accés a Internet a les llars de Catalunya el 2013, publicat per l'Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat)<sup>43</sup> per comarca [4]. Inclou també la taxa mitjana d'accés a Internet de la Unió Europea, Espanya i Catalunya. El primer aspecte que cal destacar és el fet que, malgrat que Catalunya està uns tres punts per sobre de la mitjana espanyola, segueix set punts per sota de la mitjana europea. En segon lloc, i el més rellevant pel que fa a l'impacte de Guifi.net és que la comarca catalana amb millors resultats i l'única que està per sobre de la mitjana de la UE és Osona, justament on va néixer Guifi.net. A més, és l'única comarca on l'accés a la banda ampla està per sobre de l'accés a Internet. Els indicadors de les altres comarques on la presència de Guifi.net és significativa, com el Bages i el Baix Ebre, també són superiors en comparació amb comarques semblants però on la presència de Guifi.net és irrellevant.

42. La capital de la comarca d'Osona.

43. <http://www.idescat.cat/ovetats/?id=1724&lang=en> i <http://www.idescat.cat/cal/idescat/serveis/premsa/?id=263571&fixer=2>

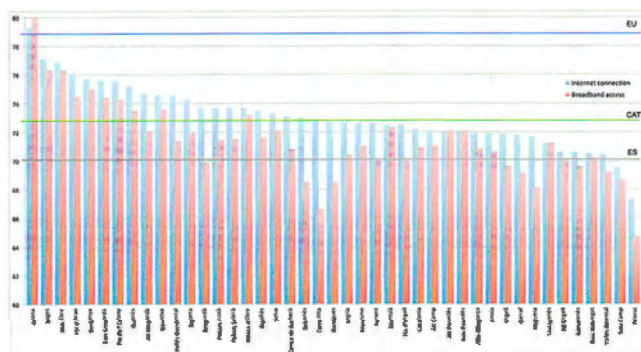


Figura 5. Trànsit entrant i sortint del darrer any (juny 2015)

Combinant el fet que Osona té prop de 9.000 nodes<sup>44</sup> amb altres procedents d'Idescat,<sup>45</sup> hom conclou que al voltant del 22,4% dels habitants d'Osona té accés a Guifi.net, és a dir, al voltant de 30.500 persones.

## 6. Discussió

S'han desplegat més de 28.500 nodes operatius al llarg de més de deu anys, amb un CAPEX estimat superior a 7,3 M€ i un OPEX estimat superior a 3 M€ per any. Aquests són indicadors suficients per afirmar que el cas de Guifi.net demostra que les infraestructures de telecomunicacions es poden mantenir en format de comuns i també que les XC tenen un gran potencial per al desenvolupament local, fins i tot en un entorn a on hi hagi altres alternatives, com ara els operadors tradicionals.

L'heterogeneïtat de les tecnologies utilitzades, la dels participants i el nivell de col·laboració entre ells reforça l'afirmació anterior. La comunitat de voluntaris demostra que el projecte és realment obert. El nombre de professionals indica que ofereix oportunitats de negoci sostenibles, i la quantitat de municipis que hi participen posa de relleu el seu valor social. La comunitat Guifi.net es caracteritza per una alta consciència de si mateixa i una voluntat generalitzada de tirar endavant el projecte. Tot això es du a terme seguint un model de construcció col·lectiva molt reeixit, basat en les contribucions d'una gran comunitat de més de 13.000 usuaris enregistrats i un conjunt d'estructures organitzatives, acords i eines de suport, amb només un parell d'empleats a temps parcial dedicats a aquestes tasques.

44. <http://guifi.net/es/Catalunya> En total, 8.958 sumant Osona i Lluçanès i restant Santa Maria de Merlès i Sant Feliu Sasserra, ja que pertanyes a altres comarques.

45. Osona té 71.597 llars, Catalunya 2.944.944 (<http://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=7000>); a Osona 38.029 edificis tenen al menys una llar, el 75,6% de les llars són cases unifamiliars (<http://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=692&lang=es>); la població d'Osona (2013): 155.060 (<http://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=246&lang=es>); per tant, 4,08 habitants/edifici. La relació de supernodes als nodes és de 0,1; s'estima que la mitat d'aquests no estan instal·lats a les llars.



Tenint en compte que el nombre de nodes nous del darrer any és superior a 4.500 (Figura 2a), la gran quantitat de núvols de xarxa petits i mitjans (Figura 2b), i que una regió que ha adoptat Guifi.net, València, ja representa més del 17% dels nodes, podem dir que Guifi.net és un projecte de construcció col·lectiva d'èxit que té un impacte real a la societat (Figura 6).

La col·laboració de les administracions públiques és crucial en el desenvolupament efectiu de Guifi.net per a la comunitat. Això s'evidencia, per exemple, en comparar la penetració de Guifi.net a les ciutats de Vic i Barcelona —ambdues ciutats amb més d'un operador convencional disponible. De fet, malgrat que el compromís del consell de Vic mai ha estat tan fort com el dels municipis més petits de la comarca d'Osona, ha tractat Guifi.net de manera correcta (va signar, per exemple, l'acord amb Guifi.net tot donant-li un tracte similar al dels operadors convencionals, però entenent les seves característiques). Contràriament, la col·laboració amb l'Ajuntament de Barcelona no ha funcionat mai. Els resultats no només són evidents en termes de nodes operatius, 1.243 enfront de 329, encara que Barcelona té unes quaranta vegades més de població, sinó també en termes de taxes com la de nodes planificats respecte a operatius, de 0,32 a 0,60,<sup>46</sup> o de nodes a supernodes,<sup>47</sup> de 0,02 a 0,3.

Explicar per què Guifi.net va començar a Osona i no a una altra banda, i per què ha tingut una evolució tan espectacular, requereix una anàlisi detallada. El fet que estigui sota el marc de regulació europeu ha estat, òbviament, un factor facilitador. L'estat de desenvolupament de la tecnologia ajuda a explicar quan va començar (és a dir, després que Wi-Fi esdevingués assequible i flexible), però això no respon al perquè s'usa tant en aquesta comarca catalana, ja que hi ha iniciatives sense fils europees més antigues (per exemple, Freifunk va començar l'any 2000). Pensem que els factors clau han estat la visió dels fundadors en l'aplicació dels conceptes *xarxa de comuns* a la infraestructura per al seu disseny i la seva implementació, així com que tinguessin els coneixements necessaris i hi dediquessin els esforços suficients per posar en pràctica les seves idees. Sens dubte, l'enfocament d'autoservei, entenent que l'existència d'una activitat econòmica sòlida és essencial per a la sostenibilitat de qualsevol projecte, i l'enfocament evolutiu per a la solució dels problemes són raons addicionals.

46. Aquesta taxa indica la pèrdua d'oportunitat, és a dir, persones que s'unirien a Guifi.net si fos més fàcil.

47. Aquesta taxa indica el compromís dels participants, especialment quan es combina amb la taxa de nodes planejats enfront dels actius, és a dir, els que participen a la xarxa s'han compromès suficientment com per poder posar un supermode.

És interessant observar que les XC poden coexistir perfectament amb els operadors de xarxa convencionals. La Figura 5 mostra que les XC no només contribueixen a paliar l'exclusió digital, sinó que, a més, no substitueixen els operadors convencionals. Segons l'Idescat, en un 8,54% de les llars el preu és una raó per no tenir accés a Internet,<sup>48</sup> que coincideix amb les diferències de la Figura 5 entre les comarques d'Osona i la Selva. En aquest sentit, el nombre de participants de Guifi.net han donat de baixa els seus contractes amb els operadors convencionals (pocs) està més que superat pel nombre de participants que, tot i tenir accés a Guifi.net, mantenen els seus contractes amb operadors tradicionals.

## 7. Lliçons apreses

En aquest apartat exposem les principals lliçons apreses segons el nostre parer. A partir de la nostra participació activa i la investigació sobre Guifi.net, i comparant-la amb altres XC, aquest mosaic d'idees i pràctiques vagament connectades pretén ser un conjunt ampli de recomanacions per als participants en XC. De manera general aconsellem que aquests projectes es basin en solucions preexistents i que centrin els seus esforços a refinar-los, en comptes de tornar a començar de bell nou.

**Accés obert i no discriminatori.** Malgrat que aquests conceptes ja estan implícits en les XC, és essencial assegurar-los. Per tant, és convenient explicitar-los tants cops com sigui necessari.

**Adopció primerenca d'una llicència de xarxa.** L'existència d'un marc tan precís per a la participació ha demostrat ser molt eficaç per permetre focalitzar els esforços de la comunitat i crear un entorn adequat per al desenvolupament empresarial i la inversió local. És important tenir en compte que i) pel que sabem, Guifi.net és l'única XC amb regles tan definides, i és, de molt, la més gran del món, ii) la versió inicial de la llicència es va adoptar quan només hi havia unes poques desenes de nodes i, per tant, la idea de la necessitat d'una regulació formal es va introduir des d'una etapa molt primerenca, iii) diverses XC, moltes de les quals inspirades en Guifi.net, han intentat adoptar sense èxit una llicència similar quan ja comptaven amb centenars de nodes; generalment han fracassat perquè el nombre de participants era massa elevat per aconseguir un consens sobre un assumpte tan important. La llicència ha estat fonamental per garantir l'accés a la infraestructura col·lectiva i protegir els drets de participació en la producció i govern de la XC.

**Participació diversa.** Com a resultat de la naturalesa particular del recurs amb què hom contribueix en les XC

48. <<http://www.idescat.cat/pub/?id=ticll13&lang=es>>, <<http://www.idescat.cat/pub/?id=ticll13&n=2.4.2&lang=es>>



(és a dir, una infraestructura física), com ja s'ha discutit àmpliament, l'equilibri en la contribució dels tres grups de participants identificats en l'apartat 2 és crucial per a la implementació correcta i el desenvolupament adequat del projecte, ateses llurs funcions específiques i insubstituïbles.

**La infraestructura com a recurs comú.** El comú és el principi més adequat i eficaç per a la gestió de recursos que guia la vida i el desenvolupament de la comunitat.

**Eines eficaces per a la participació i coordinació.** Són essencials per posar en pràctica el marc teòric. Les eines de gestió dades obertes, procediments, automatització, coordinació, etc. ajuden a reduir la barrera per accedir a la infraestructura i per participar en la seva producció col·lectiva. Redueixen el cost de la presa de decisions i l'acció, i són imprescindibles per garantir la transparència i fer el rendiment de comptes. També són fonamental per a l'expansió de la XC. Per tant, cal anar-les refinant constantment.

**Organització multinivell.** Una xarxa gran i complexa requereix una estructura amb diversos nivells per facilitar la retroalimentació i les interaccions entre les diverses comunitats locals que la componen. Una organització de segon nivell, com la Fundació Guifi.net, té un paper fonamental en aquest sentit i també facilita enormement la interacció amb agents externs.

**Lideratge i orientació.** Tot el procés és molt innovador i, per tant, atesa la seva naturalesa oberta, és sensible a desviacions. Unes idees clares i un fort lideratge han demostrat que són molt eficaços per frenar les discussions improductives i contenir actituds conflictives. No obstant això, el lideratge sempre ha de ser raonable, inclusiu i transparent. Com més gran sigui el nivell d'organització, més gran serà la seva importància.

**Equilibri de l'esforç dedicat al desenvolupament d'eines de suport i el dedicat al desplegament de la xarxa.** L'objectiu principal i la manera de conservar viu el projecte és desplegar infraestructura i mantenir-la operativa. Òbviament, per aconseguir-ho, cal disposar d'un conjunt complet d'eines, moltes de les quals han estat comentades aquí. No obstant això, és crucial mantenir un equilibri entre l'esforç dedicat a la construcció d'aquest conjunt d'eines i l'esforç dedicat al treball de camp de desplegament. Malauradament, hem vist massa projectes que han fracassat a causa d'esforços excessius en un dels dos aspectes, pel que han deixat desatès l'altre. La nostra recomanació general és que cal aprofitar qualsevol oportunitat per desplegar nova infraestructura i resoldre els problemes quan van apareixent. No s'ha d'oblidar que el valor de la xarxa augmenta amb cada node nou.

**Participació àmplia de la societat.** Les raons per iniciar un projecte d'XC varien. Les més freqüents són l'experimentació i la investigació per part d'un grup de tècnics altament qualificats. No obstant això, les XC d'aquest tipus

que hem estudiat no s'han pogut involucrar el seu entorn social, perquè aquestes motivacions no són atractives per al públic general, fet que les ha portat a romandre com projectes insignificants. Contràriament, Guifi.net s'ha concebut com una xarxa de producció des del seu començament i, per tant, ha sabut atreure l'atenció de moltes persones que hi han trobat una oportunitat per resoldre els seus problemes de connectivitat, i que, un cop han entès el valor social de la proposta, s'han convertit en col·laboradores molt actives.

## 8. Treballs futurs

Encara que el balanç global del projecte Guifi.net és sumament positiu, no és menys cert, com ja discutit, que cal que segueixi evolucionant per tal de fer front amb garanties als desafiaments d'un context globalitzat. Els serveis inadequats i cars dels proveïdors d'Internet convencionals han estat i segueixen sent una oportunitat perquè hi hagi emprenedors que es puguin establir en el mercat de les telecomunicacions. No obstant això, s'espera que aquest nínxol de mercat es redueixi de manera significativa en els propers anys com a conseqüència de les polítiques de modernització que els ISPs convencionals van implementant. Cal que el projecte en el seu conjunt aprofiti la oportunitat d'aquesta finestra temporal per consolidar la seva posició en el mercat mitjançant el desplegament de tanta infraestructura de comuns com sigui possible i també mitjançant el desenvolupament de productes diferenciadors, comercialitzats pels professionals, ja que la competència basada només en el preu ja deixarà de ser viable. Per un costat, l'agregació dels clients és una estratègia evident per a la reducció de costos, però, per un altre, les ofertes de serveis personalitzats han demostrat que són molt ben rebudes per cert tiups de clients, especialment per les PIME. Per tant, a nivell d'ISP, cal que sàpiguen trobar l'equilibri adequat entre economia d'escala i els productes a mida que ofereixen. En l'àmbit regional, la col·laboració entre els proveïdors d'Internet ha de continuar i, fins i tot, incrementar-se per enfortir el projecte i continuar beneficiant-se de l'agregació de la demanda. Iniciatives com el desenvolupament d'un *punt d'intercanvi regional* regit pels principis de Guifi.net (el CommonsIX) i promogut per la Fundació formen part del full de ruta d'aquesta.

La internacionalització és un repte estimulants amb infinitat d'oportunitats. Els beneficis de l'adopció del marc de Guifi.net per altres comunitats, és a dir, noves persones amb noves habilitats i noves idees, amb la necessitat d'adaptar el marc a realitats diferents, amb contribucions als processos de formalització i modulació, etc., poden millorar significativament el model. Això és particularment cert si el qui ho adopta és d'un estat diferent atesos el canvi de normativa, llengua i d'altres desafiaments. Per exemple,



moltes XC han mostrat interès en la llicència XC de Guifi.net. No obstant això, objecten que és massa dependent del marc legal espanyol. Treballar en diversos estats comportaria la possibilitat de desacoblar els assumptes globals de les especificitats locals. D'aquesta manera, per exemple, la llicència de la XC podria dividir-se en parts, la primera per ser compartida amb tots els adoptants, tot establint així el marc de col·laboració. I la segona feta a mesura de cada XC de manera específica per fer front a les seves necessitats locals. Seguint l'enfocament de l'organització amb diversos nivells exposat en l'apartat 6, aquest procés significaria l'oportunitat de crear una organització de nivell superior (internacional) per coordinar les XC i fer-se càrrec d'assumptes globals. El procés d'internacionalització també contribuiria a la creació d'una consciència col·lectiva del valor social del model de béns en comú, no només per a la infraestructura de xarxa, sinó també per a altres infraestructures i serveis.

Internament, el creixement del projecte Guifi.net comporta reptes interessants. En l'àmbit social, per exemple, la comunitat de col·laboradors està a punt d'arribar a una magnitud que fa que no s'arribin fàcilment a conèixer tots entre ells. Aquesta situació posarà a prova les eines i els recursos socials desenvolupats i és molt probable que impliqui canvis. Tècnicament, l'esgotament d'adreces IPv4 és un gran desafiament per a la comunitat, així com l'obsolescència tecnològica de maquinari i programari.

## 9. Conclusions

Les xarxes comunitàries, infraestructures de xarxa de comuns, neutres i obertes construïdes de manera col·lectiva, s'han mostrat com un model eficient per complementar l'oferta dels ISP tradicionals, i Guifi.net n'és, clarament, el cas més reeixit. La comunitat Guifi.net ha creat i desenvolupat una metodologia basada en els principis de gestió de béns en comú que ha crescut i resulta sostenible perquè és oberta i neutra a les diverses opcions tecnològiques, al tràfic i als participants, entre els quals hi ha voluntaris, professionals i administracions públiques, i ha sabut fer-hi florir una activitat econòmica rendible i ha desenvolupat i implementat un conjunt de mecanismes que assegurin la reinversió necessària per assegurar la sostenibilitat del bé comú.

La comunitat Guifi.net ha evolucionat per adaptar-se al creixement a través del desenvolupament col·lectiu i l'ús d'eines de coordinació. Això inclou *i*) eines de comunicació; *ii*) eines per a la planificació i gestió de xarxa; *iii*) un marc de participació amb eines organitzatives com la llicència comunitària, la Fundació i els acords de col·laboració; i *iv*) instruments de govern, tot incloent-hi la resolució de conflictes i la compensació econòmica. El resultat és una

comunitat saludable amb més de 13.000 participants registrats, una infraestructura de xarxa de més de 40.000 nodes declarats i més de 28.500 operatius i una longitud total del voltant dels 50.000 quilòmetres d'enllaços connectada a la Internet global.

El cas de Guifi.net és una prova sòlida que les infraestructures poden gestionar-se eficaçment com un bé de comuns. De fet, el cas de Guifi.net té suficient singularitat, complexitat, coherència i detall com per merèixer el seu propi model específic, el *model Guifi.net*. Aquest model d'infraestructures de telecomunicació, en comparació amb els models tradicionals, és socialment, econòmicament i ambientalment més eficaç: socialment, perquè es basa en els principis d'accés no discriminatori i obert que donen suport a les persones i preserven la sobirania de la infraestructura; econòmicament i ambientalment, pel paradigma d'intercanvi en el qual es basa, el recurs col·lectiu en comú, el qual maximitza la utilització dels recursos. L'estudi en detall de Guifi.net evidencia que el model de comuns és una oportunitat excel·lent per a la transformació i el desenvolupament d'infraestructures i de serveis de manera sostenible i inclusiva, i que, per tant, és una alternativa incontestable a la tendència actual a la privatització massiva de les infraestructures públiques.

## Referències

- [1] G. HAROIN, The tragedy of the commons, *Science* 162 (1968) 1243–1248.
- [2] D. VEGA, L. CERDA-ALABERN, L. NAVARRO, R. MESEGUER, Topology patterns of a community network: Guifi.net, in: *Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob)*, 2012 IEEE 8th International Conference on, 2012, pp. 612–619.
- [3] , Analysis of the social effort in multiplex participatory networks, in: J. Altmann, K. Vanmechelen, O. Rana (Eds.), *Proceedings of the 11th International Conference on Economics of Grids, Clouds, Systems and Services, GECON '14*, Springer International Publishing, 2014.
- [4] Statistical Institute of Catalonia, *Territorial statistics of information and communication technologies in households*, 2013.