

## Interconexión de centros docentes mediante redes libres: guifi.net.

P. Boronat y M. Perez

<http://solicom.uji.es/>

Noviembre 2009

## Qué es guifi.net

- Una red ciudadana:
  - libre: nadie impone restricciones
  - abierta: todos pueden participar
  - neutral: independiente de los contenidos

### **Nada nuevo. Son las bases de Internet**

- La red se hace conectando tramos que mantienen los participantes: *autoprestación*
- Tecnología básicamente inalámbrica

Ejercicio: ¿Qué necesita una red libre para funcionar? Ordenar de mayor a menor importancia

## Cómo funciona

- Funciona como una pequeña Internet
- Direcciones IP privadas coordinadas mundialmente
- Se pueden poner los mismos servicios que en Internet
- Nodos cliente y nodos de cobertura (buen acceso en las casas)
- Apadrinamientos para infraestructura común
- *Wireless commons*
  - La red no es responsable del uso que se haga
  - Compromiso moral en colaborar
  - Buenas prácticas, e.g. usar la menor potencia posible

Ejercicio: leer el *wireless commons*. ¿Alguien no está de acuerdo?

## La plataforma web guifi.net

- Mapas: nodos proyectados, perfiles, distancias, contactos
- Información de zonas, nodos, radios de los nodos
- Configuración de los nodos, IP, enlaces, servicios
- Fichero de configuración adaptado (hard + SOP): *unsolclic*
- Gráficas de estado de la red, intensidad de tráfico
- Apadrinamientos
- Información, manuales, listas de correo, ...

Ejercicio: leer <http://guifi.net/ca/trespasos>

Ejercicio: Registrarse en guifi.net y proyectar un nodo (si no es definitivo, probar en test.guifi.net)

La plataforma web

## Información de un nodo

Archivo Editar Ver Historial Marcadores Herramientas Ayuda

http://guifi.net/ujj

Universitat Jaume I | CastilloUJISolicom | guifi.net | guifi.net se conecta al Punto ...

guifi-net

Crea continguts El meu compte Menú guifi.net Administració

connectar a guifi.net documentació continguts fóruns xat mapes prems

Inici > Menú principal > guifi.net World > Europe > Iberian Peninsula > País Valencià > Castelló > Castelló de la Plana > **CastelloUJISolicom** > (CS-UJI-BibiAP > CS-UJI-SolicomSrvr1)

**CastelloUJISolicom** [Veure](#) [Editar](#) [Esquema](#) [Seguiment](#)

dades trastos distàncies gràfiques enllaços mapa de perfils serveis

created: Dij, 20/11/2008 - 11:08 — pboronat - updated: 9/11/09 21:37

Nodo en la Universitat Jaume I de Castellón patrocinado por el grupo Solicom.

Cerca dins d'aquest lloc web:  Cerca

apadrinaments

Ajuda a fer pujar les barres verdes amb les teves donacions!

- Ampliació Supernode TarVvet
- 3% (50,0 of 1.500,0€)
- Millora de l'enllaç VicSanferm-Terminado

(Solicom - Universidad Jaume I) Noviembre 2009 5 / 35

La plataforma web

## unsolclie

Archivo Editar Ver Historial Marcadores Herramientas Ayuda

http://guifi.net/guifi/device/14232

Universitat Jaume I | Veure trasto CS-UJI-BibiAP | ... | guifi.net se conecta al Punto ...

guifi-net

Crea continguts El meu compte Menú guifi.net Administració

connectar a guifi.net documentació continguts fóruns xat mapes prems

Inici > Menú principal > guifi.net World > Europe > Iberian Peninsula > País Valencià > Castelló > Castelló de la Plana > **CastelloUJISolicom** > (CS-UJI-BibiAP > CS-UJI-SolicomSrvr1)

**Veure trasto CS-UJI-BibiAP**

tot dades gràfiques interfície enllaços serveis traceroute **unsolclie** editar trasto esborrar trasto

Node: CS-UJI-Solicom · Trasto: CS-UJI-BibiAP

radio	CS-UJI-BibiAP				
Supertrasto RB433 guifi.net	RouterOSv3.x				
ssid	mode	protocol	canal	mac sense fils	client

http://guifi.net/guifi/device/14232/view/unsolclie

(Solicom - Universidad Jaume I) Noviembre 2009 6 / 35

La plataforma web

## Mapa en Castellón

(Solicom - Universidad Jaume I) Noviembre 2009 7 / 35

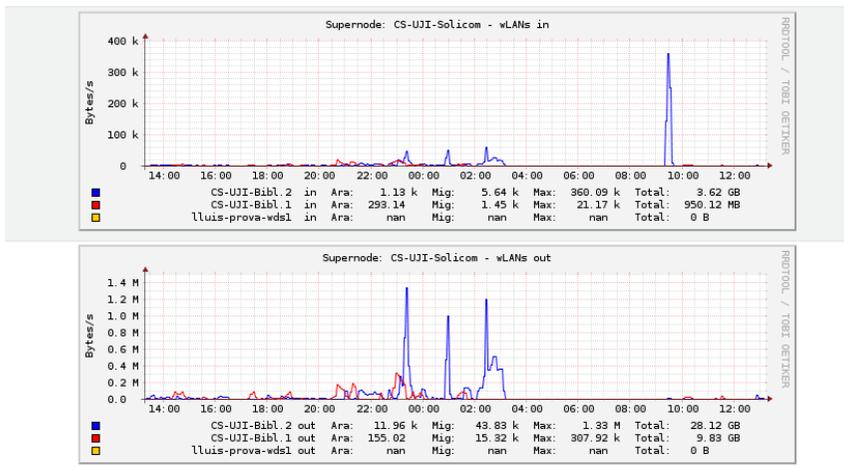
La plataforma web

## Cientes de una radio

nodos enllaçats (trastos)	ip	estat	qms.	az.
<b>CS-UJI-BibiAP - CS-UJI-Bibi.1</b>				
16717-CdPJBFFPrades01 (CdPJBFFPrades01Rd1)	10.228.130.33/10.228.130.37	Operatiu Up (89.97%)	0.648	146-SE
16903-cdpjcarbo15 (cdpjcarbo15Rd1)	10.228.130.33/10.228.130.39	Operatiu Down (0.00%)	0.847	117-SE
17211-CdPALcora01 (CdPALcora01Rd1)	10.228.130.33/10.228.130.42	Operatiu Up (82.14%)	1.248	131-SE
19206-cv16-1 (cv16-1Rd1)	10.228.130.33/10.228.130.44	Projectat Down (0.00%)	1.375	261-O
19871-verosite (verositeRd1)	10.228.130.33/10.228.130.47	Operatiu Down (0.00%)	0.602	43-NE
16357-Almassora2MaigConst (Almassora2MaigConstRd1)	10.228.130.33/10.228.130.34	Operatiu Up (99.71%)	4.742	176-S
16718-CdPJBFFPrades02 (CdPJBFFPrades02Rd1)	10.228.130.33/10.228.130.38	Operatiu Up (88.52%)	0.652	145-SE
17021-CdpLarra22 (CdpLarra22Rd1)	10.228.130.33/10.228.130.40	Operatiu Down (0.00%)	2.535	133-SE
19504-cscanal14 (cscanal14Rd1)	10.228.130.33/10.228.130.45	Operatiu Down (0.00%)	1.289	155-SE
16362-CdPZonaUJI (CdPZonaUJIRd1)	10.228.130.33/10.228.130.35	Operatiu Up (99.77%)	0.613	137-SE
19587-arrieta9b (arrieta9bRd1)	10.228.130.33/10.228.130.46	Projectat Down (0.00%)	2.185	135-SE
17092-cs_orellut (cs_orellutRd1)	10.228.130.33/10.228.130.41	Projectat Down (0.00%)	0.713	139-SE
17912-VRCamivell100 (VRCamivell100Rd1)	10.228.130.33/10.228.130.36	Projectat Down (0.00%)	1.355	222-SO
18779-CS-Algarrobo1 (CS-Algarrobo1Rd1)	10.228.130.33/10.228.130.43	Operatiu Down (0.00%)	1.296	153-SE

(Solicom - Universidad Jaume I) Noviembre 2009 8 / 35

## Gráficas de tráfico



## Servicios

## Pestaña «Continguts»

Archivo Editar Ver Historial Marcadores Herramientas Ayuda

http://guifi.net/node/3671/view/services

shoutcast

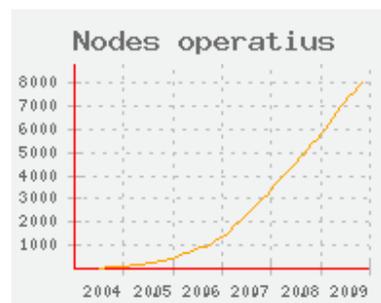
Cargando...

servei	zona	trasto	estat
Repositons Ubuntu de l'IES Nicolau Copernic	Terrassa	lRSIEStCopernicSrvr1	Operatiu
Projecte Beta	Núvol de Gràcia	ProjecteBeta	En proves
<b>Servidor Asterisk VoIP PBX</b>			
Asterisk Espelt.net	Igualada		Operatiu
Servidor Veu IP BCNOnzeSetembre	Barcelona	BCNOnzeSetembreServer	Reservat
Servidor Veu IP Barcelona	Barcelona		En proves
Centraleta telefónica del Serrat	Gurb	EISerratVeuIP	Operatiu
Servidor de veuip de guifi.net a Gurb	Gurb	GuifiVeuIP	Operatiu
Servidor VeuIP de Vic	Vic	VeuIPVicGuifiNet	En proves
Servidor de veu IP GIRONA	Girona	GIRcarne385rvrVoIP	En construcció
Servidor VeuIP de PALANISIST	Palamós		Reservat
HW-Kemet Asterisk	Hospitalet de Llobregat, L'	HWKemetServer1	En proves

Terminado

## Algunos datos

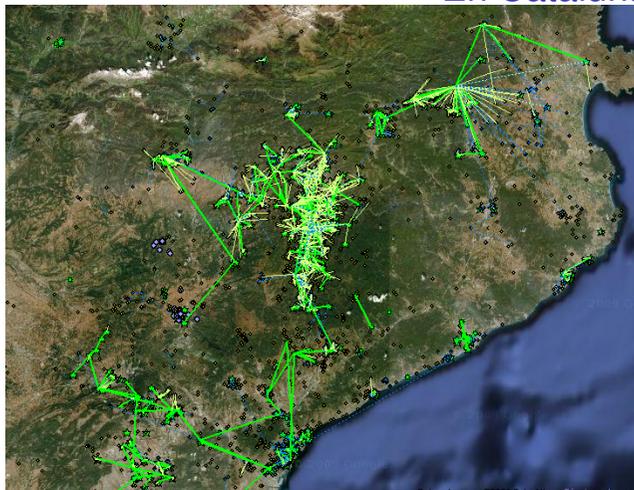
- 8165 nodos operativos
- 3310 nodos proyectados
- 11597 km lineales de enlaces
- +20000 usuarios
- Crecimiento anual sostenido: 100%
- Premio de telecomunicaciones de Cataluña 2007
- *Living lab* de la Comunidad Europea ⇒ Participación en proyectos públicos



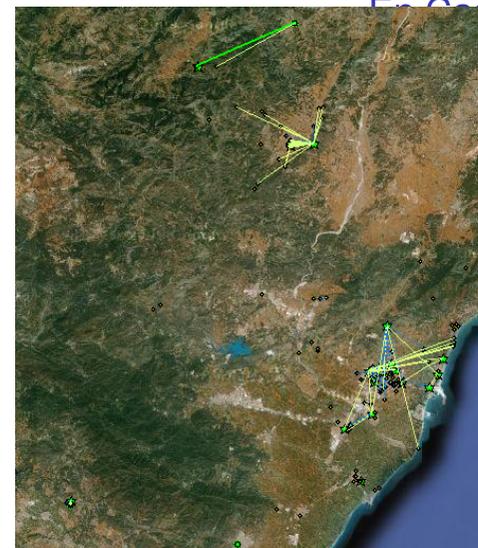
## En España



## En Cataluña



## En Castellón



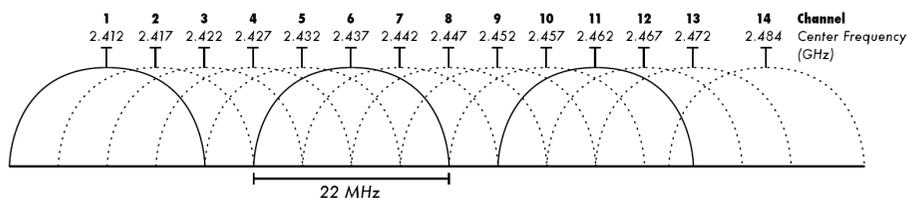
## Aspectos legales

- Ley comunicaciones y norma europea: redes en modo de autoprestación
- Cuadro de frecuencias: se usan bandas libres
- Participación de administraciones:
  - Red abierta y neutral (no interfiere en el mercado, todos pueden participar)
  - Proxys (cuando los hay) restringidos; no comparables a servicios comerciales. Notificación a la CMT
- Derecho de instalación de antenas en comunicades de vecinos
- Ningún conflicto justificado hasta hoy

## Estándares

- Abierto y propietarios
- IEEE 802.11b: 2.4GHz, hasta 11 Mbs, 11 canales solapados, 3 reales, mucho ruido
- IEEE 802.11g: 2.4GHz, mejora la modulación, hasta 54Mbs, 11 canales solapados, 3 reales
- IEEE 802.11a: 5GHz, hasta 54 Mbits/s, 12 canales no solapados, menor alcance que b y g
- IEEE 802.11n: 2.4/5GHz, MIMO (más de una antena), hasta 540Mbs
- IEEE 802.16 (wimax) No ha tenido éxito. No nos interesa ni por precio ni por ancho de banda

## Canales 2.4 GHz (802.11b/g/n)



## Conceptos

- Redes AdHoc
- Redes en modo infraestructura: Punto de acceso y Clientes
- (E)SSID (*Extended Service Set Identifier*)
- Canal
- Potencia de transmisión: límites sanitarios y por coexistencia
- Modos de operación: *Router* o *bridge*. NAT
- Seguridad inalámbrica: Abierto, filtrado MAC, WEP, WPA
- VPN *Virtual Private Network*
- WDS *Wireless Distribution System*

## Dispositivos Wifi

- RouterStation Ubiquiti
- RouterBoard Mikrotik
- Nanostation Ubiquiti
- Routers domésticos b/g linksys wrt54, Buffalo, Asus
- Minipcis
- Pigtails
- Cables coaxiales

## Firmwares

- Openwrt (abierto)
- DD-wrt (semi)
- Airos Ubiquiti (abierto)
- Routers Mikrotik (cerrado)
- Propio del trasto (normalmente cerrado)
- Sistemas GNU-Linux especializadas

## ¿Qué aporta guifi a Institutos de secundaria?

- Accesos a Internet fuera de horario
- Centros con problemas en la conexión
- Facilitar la intranet del instituto (página web, notas, avisos, ...)
- El precio de la conexión es muy bajo. Nodos de cobertura
- Prácticas para alumnos de tecnología
- Nuevas actividades. Ancho de banda simétrico
- Colaborar en el crecimiento de guifi.net
- Mejora la convivencia. Facilita la comunicación y compartición de recursos
- Reduce la brecha digital. Familias con problemas económicos, zonas rurales

## ¿Cuánto cuesta?

Precios orientativos del hard. Nodo de 4 radios.

- Router 150€
- 4 minipcis + cables 188€
- Caja estanca 36€
- 3 antenas sectoriales (cobertura 360°) 350€
- 1 antena direccional 65€
- alimentación 30€

Total 819

## Planificación de enlaces

- Un sistema básico de comunicación comprende dos radios, cada uno con su antena asociada, separados por la trayectoria que se va a cubrir.
- Para tener una comunicación entre ambos, los radios requieren que la señal proveniente de la antena tenga una potencia por encima de cierto mínimo.
- El proceso de determinar si el enlace es viable se denomina cálculo del presupuesto de potencia.
- El que las señales puedan o no ser enviadas entre los radios dependerá de la calidad del equipamiento que se esté utilizando y de la disminución de la señal debido a la distancia, denominado pérdida en la trayectoria.

## Factores que influyen

- Potencia de Transmisión: Se expresa en milivatios, o en dBm. (entre 30 mW a 600 mW, o más).
- Ganancia de las Antenas: Las antenas son dispositivos pasivos que amplifican por su forma física. Igual cuando reciben que cuando transmiten
  - parabólicas entre 19 y 32 dBi
  - omnidireccionales de 5-17 dBi
  - sectoriales tienen una ganancia de 12-19 dBi.
- Mínimo Nivel de Señal Recibida (sensibilidad del receptor). El RSL (por su sigla en inglés) mínimo es expresado siempre como dBm negativos (- dBm) y es el nivel más bajo de señal que la red inalámbrica puede distinguir.
- Pérdidas en los Cables (para cables coaxiales cortos incluyendo los conectores es del rango de 2-3 dB.)

## Perdida en la trayectoria

- pérdida en el espacio libre: dispersión geométrica del frente de onda, se debe solamente a la distancia
- atenuación: parte de la potencia de la señal es absorbida al pasar a través de objetos sólidos. La forma más conveniente de expresar esta contribución a la pérdida total es agregando una «pérdida permitida». Por ejemplo los árboles suman de 10 a 20 dB de pérdida por cada uno, las paredes contribuyen de 10 a 15 dB dependiendo del tipo de construcción.
- dispersión: la potencia de RF (radio frecuencia) deja la antena transmisora y se dispersa. Una parte de la potencia de RF alcanza a la antena receptora directamente, mientras que otra rebota en la tierra. Si no se tiene en cuenta la dispersión se toma un factor 2. En el exterior con árboles se puede utilizar un factor de 3, mientras que en el caso de un medio ambiente interno puede usarse uno de 4.

## Perdida en la trayectoria

La pérdida por trayectoria es:

$$L \text{ (dB)} = 40 + 10*n*\log (r) + L \text{ (permitida)}$$

- $r$  es la distancia entre las antenas
- $n$  es el factor de dispersión
- $L$  (permitida) es la pérdida por atenuación

## Evaluar si un enlace es viable

Sumar todas las ganancias y restar las pérdidas de los aparatos:

```

TX Potencia del Radio 1
+ Ganancia de la Antena de Radio 1
- Pérdida en los Cables de Radio 1
+ Ganancia de la Antena de Radio 2
- Pérdida en los Cables de Radio 2
-----
= Ganancia Total

```

Restar la Pérdida en el trayecto:

```

Ganancia Total
- Pérdida en el trayecto
-----
= Nivel de Señal en un lado del enlace

```

## Evaluar si un enlace es viable

Si el nivel de señal resultante es mayor que el nivel mínimo de señal recibido, entonces

**¡el enlace es viable!**

La variación en un período de tiempo de la pérdida en el trayecto puede ser grande (por malas situaciones climáticas y otras anomalías atmosféricas), por lo que se debe considerar un margen para asegurar un enlace estable:

- entre 10 y 15 dB, para la atenuación
- hasta 20 dB para la dispersión,

## Ejemplo

Queremos estimar la viabilidad de un enlace de 5 km con un punto de acceso y un cliente. El punto de acceso está conectado a una antena omnidireccional de 10 dBi de ganancia, mientras que el cliente está conectado a una antena sectorial de 14 dBi de ganancia. La potencia de transmisión del AP es 100 mW (ó 20 dBm) y su sensibilidad es -89 dBm. La potencia de transmisión del cliente es de 30 mW (ó 15 dBm) y su sensibilidad es de -82 dBm. Los cables son cortos, con una pérdida de 2 dB a cada lado.

## Ejemplo: AP-Cliente

Sumar todas las ganancias y restar todas las pérdidas desde el AP hasta el cliente nos da:

```

20 dBm (TX Potencia del Radio 1)
+ 10 dBi (Ganancia de la Antena de Radio 1)
- 2 dB (Pérdida en los Cables de Radio 1)
+ 14 dBi (Ganancia de la Antena de Radio 2)
- 2 dB (Pérdida en los Cables de Radio 2)
-----
= 40 dB Ganancia Total

```

La pérdida en el trayecto de un enlace de 5 km, considerando sólo la pérdida en el espacio libre:

Pérdida en el trayecto =  $40 + 20 \log(5000) = 113$  dB

Restamos la pérdida en el trayecto de la ganancia total:

$40$  dB -  $113$  dB =  $-73$  dBm

Ya que  $-73$ dBm es mayor que la sensibilidad del receptor del cliente ( $-82$  dBm), el nivel de señal es justo el suficiente para que el cliente sea capaz de oír al punto de acceso. Solamente hay 9 dB de margen ( $82$  dB- $73$  dB) que nos permite trabajar bien con buen tiempo, pero probablemente no sea suficiente para enfrentar condiciones climáticas extremas.

## Ejemplo: Cliente-AP

```

15 dBm (TX Potencia del Radio 2)
+ 14 dBi (Ganancia de la Antena de Radio 2)
- 2 dB (Pérdida en los Cables de Radio 2)
+ 10 dBi (Ganancia de la Antena de Radio 1)
- 2 dB (Pérdida en los Cables de Radio 1)
-----
35 dB = Ganancia Total

```

Obviamente, la pérdida en el camino es la misma en el viaje de vuelta. Por lo tanto nuestro nivel de señal recibido en el punto de acceso es:

$35$  dB -  $113$  dB =  $-78$  dBm

Si la sensibilidad de recepción del AP es  $-89$  dBm, nos deja un margen de desvanecimiento de  $11$  dB ( $89$  dB- $78$  dB).

## Ejemplo: mejoras

- Si usamos una antena de 24 dBi en el lado del cliente en lugar de una antena sectorial de 14 dBi, vamos a tener una ganancia adicional de 10 dBi en ambas direcciones del enlace (recuerde que la ganancia de la antena es recíproca).
- Una opción más cara puede ser la de utilizar radios de más potencia en ambos extremos del enlace, pero nótese que si agregamos una tarjeta de más potencia en uno sólo de los extremos, no ayuda a mejorar la calidad global del enlace.

## Tablas

## Pérdida en el espacio libre a 2,4 GHz

Distancia (m)	100	500	1000	3000	5000	10000
Pérdida (dB)	80	94	100	110	113	120

Para más información sobre distancias en el espacio libre, vea el **Apéndice C**.

## Ganancia de la Antena:

Antena Radio 1 (dBi)	Antena Radio 2 (dBi)	= Ganancia Total de la Antena

## Tablas

## Pérdidas:

Radio 1 + Pérdida en los cables (dB)	Radio 2 + Pérdida en los cables (dB)	Pérdida en el espacio libre (dB)	= Pérdida Total (dB)

## Presupuesto para el enlace de Radio 1 → Radio 2:

Potencia TX de Radio 1	+ Ganancia de la Antena	- Pérdida Total	= Señal	>Sensibilidad del Radio 2

## Tablas

## Presupuesto para el enlace del Radio 2 → Radio 1:

Potencia TX de Radio 2	+ Ganancia de la Antena	- Pérdida Total	= Señal	>Sensibilidad del Radio 1