# Tesis Doctoral

## *Análisis de la dinámica y viabilidad del despliegue de redes públicas inalámbricas basadas en el espectro de uso libre*

**Doctorando:**
**Jorge Infante González**

**Director de tesis:**
**Dr. Miquel Oliver i Riera**

**Barcelona, Marzo 2008**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

**ÍNDICE DE CONTENIDOS** ..... I

**LISTA DE FIGURAS** ..... VII

**LISTA DE TABLAS** ..... XI

**1 ÁMBITO Y ALCANCE** ..... 1

1.1 ÁMBITO DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN ..... 1
1.2 IMPORTANCIA DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN ..... 5
1.3 ALCANCE DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN ..... 6
1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN ..... 8
1.5 APORTACIÓN AL CONOCIMIENTO ..... 10

**2 ENFOQUE METODOLÓGICO** ..... 15

2.1 MARCO GENERAL DE ANÁLISIS ..... 15
2.2 ETAPAS DE INVESTIGACIÓN ..... 17
2.3 FUENTES DE INVESTIGACIÓN ..... 21
2.4 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO ..... 27

**3 FACTORES TÉCNICOS Y REGULATORIOS** ..... 27

3.1 TECNOLOGÍA DE TELECOMUNICACIÓN ..... 31
3.1.1 INTRODUCCIÓN ..... 31
3.1.2 REDES DE ACCESO ..... 32
Wifi (IEEE 802.11) ..... 34
HiperLan (ETS 300 652) ..... 36
Bluetooth (IEEE 802.15.1) ..... 37
WiMax (IEEE 802.16) ..... 37
Zigbee (IEEE 802.15.4) ..... 38
Flash OFDM (IEEE 802.20) ..... 39
Ultra Wide Band (IEEE 802.15.3) ..... 39
3.1.3 SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE ACCESO ..... 40
3.1.4 EQUIPOS TERMINALES ..... 43
Ordenadores fijos ..... 44
Ordenadores portátiles ..... 45
Asistentes personales (PDAs) ..... 47
Teléfonos móviles 2G ..... 48
Teléfonos móviles 3G ..... 49
Terminales tipo Blackberry ..... 50
Videoconsolas ..... 51
Teléfonos WiFi-VoIP ..... 51
Otros equipos terminales ..... 52
Conclusiones sobre equipos terminales ..... 52
3.1.5 REDES DE BACKHAUL ..... 55
Modalidades de despliegue de backhaul ..... 55
Uso de servicios proporcionados por operadores fijos ..... 56
Uso compartido de redes privadas existentes ..... 57
Despliegue de red de backhaul específica ..... 57
Redes Malladas ..... 58

Conclusiones ..... 59
3.1.6 REDES DE ACCESO A INTERNET ..... 61
3.2 TECNOLOGÍA SOFTWARE DE GESTIÓN ..... 63
3.2.1 CONTROL DE ACCESOS ..... 63
Modelos de autenticación ..... 64
Modelos de autorización ..... 66
Estándares de autenticación y autorización ..... 68
Productos de autenticación y autorización ..... 69
3.2.2 CONTRATACIÓN Y FACTURACIÓN ..... 70
3.2.3 GESTIÓN DE FALLOS Y PRESTACIONES ..... 73
3.2.4 CONCLUSIONES SOBRE TECNOLOGÍAS SOFTWARE ..... 76
3.3 MODELOS DE INTERCONEXIÓN ..... 77
3.3.1 INTERCONEXIÓN DE AUTENTICACIÓN ..... 78
Autenticación no interconectada ..... 78
Autenticación centralizada ..... 79
Roaming bilateral ..... 80
Roaming centralizado ..... 83
Roaming distribuido ..... 86
3.3.2 INTERCONEXIÓN DE TRANSPORTE ..... 87
Compartición de redes de acceso ..... 87
Compartición de redes de backhaul ..... 89
3.3.3 RELACIONES ENTRE MODELOS DE INTERCONEXIÓN ..... 90
3.3.4 CONCLUSIONES MODELOS DE INTERCONEXIÓN ..... 91
3.4 REGULACIÓN ..... 93
3.4.1 ORGANISMOS REGULATORIOS ..... 93
Recomendaciones de ITU ..... 96
Directivas Comunitarias ..... 96
Legislación nacional ..... 96
Comunidades autónomas ..... 97
Ayuntamientos ..... 97
3.4.2 REGULACIÓN DEL ESPECTRO ..... 97
3.4.3 REGULACIÓN DE DESPLIEGUE DE RED ..... 101
Derecho de ocupación de dominio público y privado ..... 102
Despliegue de elementos radiantes ..... 103
Limitaciones de exposición a la radiación ..... 103
Uso de servicios de otros operadores ..... 104
3.4.4 REGULACIÓN DE EXPLOTACIÓN DEL SERVICIO ..... 107
Notificación a la Autoridad Nacional de Regulación ..... 107
Confidencialidad de la información ..... 108
Registro de datos de tráfico ..... 109
Legislación de Protección de Datos de Clientes. ..... 110
Conclusiones ..... 110
3.4.5 REGULACIÓN DE COMPETENCIA ..... 110
Situación de ausencia de competencia ..... 110
Situación de competencia ..... 112
Conclusiones respecto a la normativa de competencia ..... 114
3.4.6 VISIÓN CRÍTICA DE LOS ASPECTOS REGULATORIOS ..... 114
Regulación del espectro ..... 114
Regulación del despliegue de red ..... 116
Regulación de explotación del servicio ..... 119
Regulación de competencia ..... 120
3.4.7 CONCLUSIONES SOBRE REGULACIÓN ..... 122

3.5 SERVICIOS ..... 125
3.5.1 ACCESO A PÁGINAS WEB ..... 126
3.5.2 CORREO ELECTRÓNICO ..... 127
3.5.3 E-ADMINISTRACIÓN ..... 127
3.5.4 COMERCIO ELECTRÓNICO ..... 128
3.5.5 ACCESO A CONTENIDOS MULTIMEDIA ..... 128
3.5.6 JUEGOS EN RED ..... 130
3.5.7 ACCESO A REDES P2P ..... 132
3.5.8 SERVICIOS BASADOS EN LOCALIZACIÓN ..... 133
3.5.9 VOZ Y TELEFONÍA IP ..... 134
3.5.10 SERVICIOS EN AUTOPRESTACIÓN ..... 136
3.5.11 OTROS SERVICIOS ..... 137
3.5.12 CONCLUSIONES ..... 138
3.6 UBICACIONES ..... 139
3.7 RELACIÓN CON OTRAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO ..... 143
3.7.1 TECNOLOGÍA DE RED ..... 146
3.7.2 TERMINALES ..... 147
3.7.3 SERVICIOS ..... 148
3.7.4 ACTORES PARCIPANTES ..... 149
3.7.5 MODELOS DE NEGOCIO ..... 149
3.7.6 MERCADOS ..... 149
3.7.7 CONCLUSIONES ..... 150

**4 ANÁLISIS DE FACTORES ECONÓMICOS ..... 153**

4.1 ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES ECONÓMICAS ..... 154
4.1.1 COMPLEMENTARIEDAD ..... 155
4.1.2 COMPATIBILIDAD Y ESTANDARIZACIÓN ..... 156
4.1.3 COSTES DE CAMBIO ..... 157
4.1.4 EXTERNALIDAD DE RED ..... 157
4.1.5 ESTRUCTURA DE COSTES ..... 163
Barreras económicas de entrada ..... 164
Costes hundidos ..... 164
Plazos de amortización ..... 165
Economías de escala ..... 166
Economías de alcance ..... 167
4.1.6 CARACTERÍSITICAS DE EXCLUSIÓN Y RIVALIDAD ..... 168
4.1.7 RESUMEN DE PROPIEDADES ECONÓMICAS ..... 172
4.2 IMPLICACIONES DE LAS PROPIEDADES ECONÓMICAS ..... 172
4.2.1 ESTRUCTURA DEL MERCADO ..... 173
4.2.2 FRAGMENTACIÓN EN LA CADENA DE VALOR ..... 174
4.2.3 NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO ..... 174
4.3 CONCLUSIONES ..... 175

**5 CADENA DE VALOR ..... 177**

5.1 SUMINISTRO DE UBICACIONES ..... 177
5.2 SUMINISTRO DE RED DE ACCESO ..... 179
5.2.1 SUMINISTRO DE PUNTOS DE ACCESO ..... 180
5.2.2 INSTALACIÓN DE REDES DE ACCESO ..... 180
5.2.3 GESTIÓN DE RED DE ACCESO ..... 181
5.2.4 EXPLOTACIÓN DE REDES DE ACCESO ..... 181
5.3 SUMINISTRO DE RED DE TRANSPORTE ..... 182
5.3.1 INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE ..... 183

5.3.2 INSTALACIÓN Y GESTIÓN DE RED DE TRANSPORTE....183
5.3.3 EXPLOTACIÓN DE RED DE TRANSPORTE ....184
5.4 GESTIÓN DEL SERVICIO....185
5.4.1 AUTENTICACIÓN Y AUTORIZACIÓN ....185
5.4.2 FACTURACIÓN....185
5.4.3 COMERCIALIZACIÓN DEL SERVICIO ....186
5.4.4 USO DEL SERVICIO ....186
5.5 CONCLUSIONES....187

**6 ANÁLISIS DE ACTORES....189**

6.1 OPERADORES DE TELECOMUNICACIÓN ....189
6.1.1 OPERADORES DE REDES FIJAS ....189
6.1.2 OPERADORES DE REDES CELULARES....193
6.1.3 PROVEEDORES DE SERVICIO INALÁMBRICO (WISPs) ...195
6.1.4 AGREGADORES E INTERMEDIARIOS DE ROAMING ....198
6.2 OTROS ACTORES PRIVADOS ....200
6.2.1 FABRICANTES DE MICROPROCESADORES....200
6.2.2 SUMINISTRADORES DE EQUIPOS TERMINALES....202
6.2.3 SUMINISTRADORES DE PUNTOS DE ACCESO ....204
6.2.4 TITULARES DE COMERCIOS Y HOTELES....205
6.2.5 EMPRESAS DE OTROS SECTORES ....207
6.2.6 PROVEEDORES DE CONTENIDOS ....209
6.3 ENTIDADES PÚBLICAS ....211
6.3.1 ADMINISTRACIONES NACIONALES....211
6.3.2 ADMINISTRACIONES REGIONALES....213
6.3.3 ADMINISTRACIONES LOCALES ....214
6.3.4 OTRAS ENTIDADES PÚBLICAS ....219
6.4 USUARIOS E INICIATIVAS CIUDADANAS....220
6.4.1 USUARIOS FINALES DE REDES FIJAS ....220
6.4.2 COMUNIDADES WIRELESS ....222
6.5 CONCLUSIONES....226

**7 ANÁLISIS DE MERCADO....231**

7.1 ANÁLISIS DE LA OFERTA ....231
7.1.1 TECNOLOGÍA WIFI....231
7.1.2 HOTSPOTS PRIVADOS DE USO PÚBLICO ....232
7.1.3 PRINCIPALES ACTORES DE MERCADO....239
7.1.4 TIPOS DE UBICACIONES ....240
7.1.5 CUOTA DE MERCADO EN ACCESOS DE BANDA ANCHA 242
7.1.6 INICIATIVAS MUNICIPALES....244
7.2 ANÁLISIS DE LA DEMANDA....248
7.2.1 SERVICIOS UTILIZADOS Y PERFIL DE LOS USUARIOS...248
7.2.2 NÚMERO DE USUARIOS E INTENSIDAD DE USO ....249
7.3 CONCLUSIONES Y EVOLUCIÓN FUTURA....250

**8 ANÁLISIS DE MODELOS DE NEGOCIO ....253**

8.1 INTRODUCCIÓN....253
8.2 MODELO DE HOTSPOT ....255
8.2.1 MOTIVACIÓN ....255
8.2.2 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO....255
8.2.3 ARQUITECTURA ....256
8.2.4 ACTORES ....256

8.2.5 ASPECTOS LEGALES ..... 257
8.2.6 ASPECTOS DE MERCADO ..... 257
8.2.7 MODELO DE CRECIMIENTO ..... 258
8.2.8 TENDENCIAS ..... 260
8.2.9 ANÁLISIS DAFO ..... 260
8.2.10 CASOS DE ESTUDIO Y REFERENCIAS ..... 261
8.2.11 CONCLUSIONES ..... 261
8.3 MODELO WIRELESS COMMONS ..... 261
8.3.1 MOTIVACIÓN ..... 261
8.3.2 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO ..... 261
8.3.3 ARQUITECTURA ..... 262
8.3.4 ACTORES ..... 263
8.3.5 ASPECTOS LEGALES ..... 264
8.3.6 ASPECTOS DE MERCADO ..... 265
8.3.7 MODELO DE CRECIMIENTO ..... 265
8.3.8 TENDENCIAS ..... 266
8.3.9 ANÁLISIS DAFO ..... 267
8.3.10 CASOS DE ESTUDIO Y REFERENCIAS ..... 268
8.3.11 CONCLUSIONES ..... 268
8.4 MODELO DE OPERADOR NEUTRAL ..... 271
8.4.1 MOTIVACIÓN ..... 271
8.4.2 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO ..... 271
8.4.3 ARQUITECTURA ..... 272
8.4.4 ACTORES ..... 273
8.4.5 ASPECTOS LEGALES ..... 274
8.4.6 ASPECTOS DE MERCADO ..... 274
8.4.7 MODELO DE CRECIMIENTO ..... 275
8.4.8 TENDENCIAS ..... 275
8.4.9 ANÁLISIS DAFO ..... 276
8.4.10 CASOS DE ESTUDIO Y REFERENCIAS ..... 277
8.4.11 CONCLUSIONES ..... 277
8.5 COMPARACIÓN DE MODELOS ..... 279

**9 RESPUESTAS A PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN ..... 281**

9.1 INTRODUCCIÓN ..... 281
9.2 ANÁLISIS DE DISRUPTIVIDAD ..... 281
9.3 FACTORES CLAVES PARA DESARROLLO DE REDES ..... 289
9.3.1 FACTORES TÉCNICOS ..... 289
Estandarización y evolución de protocolos ..... 289
Disponibilidad de equipos terminales con acceso itinerante ..... 290
Disponibilidad de redes de backhaul y transporte ..... 291
Madurez de herramientas de gestión de acceso, uso y fallos ..... 292
Madurez de modelos de interconexión ..... 293
9.3.2 FACTORES REGULATORIOS ..... 293
Uso de espectro compartido ..... 293
Uso de infraestructuras de terceros operadores ..... 294
Condiciones legales de explotación del servicio ..... 296
Regulación de la competencia ..... 297
9.3.3 FACTORES RELACIONADOS CON SERVICIOS ..... 298
Extensión de servicios residenciales y de empresa ..... 298
Servicios itinerantes de acceso a Internet y correo electrónico ..... 299
Soporte a Videojuegos en línea ..... 300

Soporte a Voz sobre IP ..... 300
9.3.4 FACTORES RELACIONADOS CON LAS UBICACIONES ..... 301
Disponibilidad de ubicaciones ..... 301
Interés de gestores de ubicaciones ..... 302
9.3.5 DEPENDIENTES DE OTRAS TECNOLOGÍAS ..... 303
Capacidad de competir con otras tecnologías ..... 303
Capacidad de complementar a otras tecnologías ..... 305
9.3.6 FACTORES ECONÓMICOS ..... 306
Externalidades positivas con bienes complementarios ..... 306
Externalidades negativas en uso espectro y tráfico ..... 307
Bajas barreras económicas de entrada y bajos costes hundidos ..... 307
Bajas economías de escala y de alcance ..... 308
9.3.7 DEPENDIENTES DE ACTORES Y MERCADOS ..... 309
Demanda de servicios sobre redes públicas WiFi ..... 309
Interés y capacidades de actores involucrados ..... 310
9.3.8 RESUMEN DE FACTORES IMPLICADOS ..... 313
9.4 ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE MODELOS ALTERNATIVOS ..... 317
9.4.1 VIABILIDAD DEL MODELO DE HOTSPOTS ..... 317
9.4.2 VIABILIDAD DE INICIATIVAS MUNICIPALES ..... 319
9.4.3 VIABILIDAD DE INICIATIVAS CIUDADANAS ..... 322
9.4.4 RESUMEN DE VIABILIDAD ..... 325
9.5 EVALUACIÓN DE EVIDENCIA EMPÍRICA DE IMPACTO ..... 327

**10 CONCLUSIONES ..... 331**

**11 TRABAJO FUTURO ..... 335**

**12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 339**

**13 GLOSARIO DE ACRÓNIMOS ..... 383**

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Evolución de la penetración de telefonía móvil en el mundo. ..... 1
Figura 1-2: Comparación de modelos de despliegue de redes ..... 4
Figura 1-3: Disponibilidad mundial de hotspots basados en WiFi ..... 6
Figura 2-1: Aspectos contemplados en el análisis ..... 15
Figura 2-2: Metodología de investigación aplicada ..... 17
Figura 3-1: Vistas de estado del arte en redes públicas WiFi ..... 29
Figura 3-2: Modelo para análisis de tecnologías de telecomunicación. ..... 32
Figura 3-3: Comparación de coberturas entre 802.11b/g y 802.11a ..... 35
Figura 3-4: Comparación de estándares soportados en distrito 22@ de Barcelona ..... 35
Figura 3-5: Evolución de protocolos IEEE 802.11 ..... 36
Figura 3-6: Comparación de tecnologías de acceso ..... 42
Figura 3-7: Dispositivos utilizados para acceso inalámbrico en diversos países ..... 44
Figura 3-8: Ordena portátiles y fijos en hogares europeos ..... 46
Figura 3-9: Iphone de Apple ..... 49
Figura 3-10: Teléfono 3G, 2G y WiFi ..... 50
Figura 3-11: Ejemplos de teléfonos WiFi-VoIP ..... 52
Figura 3-12: Penetración de equipos terminales en España ..... 53
Figura 3-13: Situación y evolución de equipos terminales ..... 54
Figura 3-14: Ubicación de la red de backhaul ..... 55
Figura 3-15: Modalidades de conexión a Internet desde red de acceso ..... 56
Figura 3-16: Ejemplo de red mallada ..... 58
Figura 3-17: Selección de modelo de backhaul ..... 60
Figura 3-18: Conexión a Internet de proveedores de servicio ..... 61
Figura 3-19: Modelo de páginas de conexión/desconexión Wifi Alliance ..... 66
Figura 3-20: Evolución de estándares AAA ..... 69
Figura 3-21: Ejemplo de tarjetas de prepago WiFi ..... 70
Figura 3-22: Modelo de contratación basado en prepago SMS ..... 71
Figura 3-23: Ejemplo de modelo basado en publicidad ..... 72
Figura 3-24: Ejemplo de pantalla de supervisión de redes WiFi ..... 74
Figura 3-25: Ejemplo de pantalla para gestión basada en Openview ..... 74
Figura 3-26: Ejemplo de aplicación de software libre ..... 75
Figura 3-27: Fabricantes de puntos de acceso detectados en 22@BCN ..... 76
Figura 3-28: Autenticación no interconectada ..... 78
Figura 3-29: Modelo de control de accesos centralizados ..... 79
Figura 3-30: Roaming bilateral ..... 81
Figura 3-31: Acuerdos de roaming entre operadores en Cataluña ..... 83
Figura 3-32: Roaming centralizado ..... 84
Figura 3-33: Desglose de hotspots agregados por Boingo en Cataluña ..... 85
Figura 3-34: Roaming distribuido ..... 86
Figura 3-35: Compartición de redes de acceso ..... 88
Figura 3-36: Compartición de redes de transporte ..... 90
Figura 3-37: Organismos de regulación ..... 95
Figura 3-38: Asignación de frecuencias en 2,4 GHz en diversos países ..... 98
Figura 3-39: Condiciones de uso del espectro para WiFi en España ..... 100
Figura 3-40: Modelo de Servicio ADSL IP Total ..... 107

Figura 3-41: Utilización de los puntos de acceso en distrito 22@ .....115
Figura 3-42: Uso de canales en los puntos detectados en distrito 22@BCN 115
Figura 3-43: Uso de servicios de descarga multimedia .....129
Figura 3-44: Mercado de videojuegos en España .....130
Figura 3-45: Mercado de videojuegos on-line en Europa occidental .....131
Figura 3-46: Distribución de tráfico IP a nivel mundial .....132
Figura 3-47: Usuarios de redes P2P en diversos países .....133
Figura 3-48: Evolución del número de usuarios de telefonía sobre IP.....135
Figura 3-49: Evolución del tráfico de Voz sobre IP en el mundo .....135
Figura 3-50: Motivaciones para redes municipales (EEUU) .....137
Figura 3-51: Red pública WiFi en comercio de restauración .....140
Figura 3-52: Ubicación de puntos de acceso detectados en 22@Bcn.....141
Figura 3-53: Ubicación de puntos de acceso públicos en distintos países .....142
Figura 3-54: Relación entre densidad de hotspots y peso de sector hostelería en Cataluña .....143
Figura 3-55: Desglose de ubicaciones en Barcelona, Calella y Granollers.....143
Figura 5-1: Cadena de valor para redes públicas WiFi .....177
Figura 5-2: Cadena de valor para suministro de red de acceso .....179
Figura 5-3: Cadena de valor para suministro de red de transporte.....183
Figura 5-4: Cadena de valor para suministro de servicio.....185
Figura 5-5: Cadena de valor para uso del servicio .....187
Figura 5-6: Cadena de valor completa para redes públicas WiFi .....188
Figura 6-1: Ubicación de operadores de redes fijas .....191
Figura 6-2: Ubicación de operadores de redes celulares .....194
Figura 6-3: Operadores tradicionales y tecnologías inalámbricas alternativas195
Figura 6-4: Ubicación de WISPs.....196
Figura 6-5: Operadores WISP y tecnologías inalámbricas alternativas .....197
Figura 6-6: Relación entre agregadores, intermediarios y WISPs .....198
Figura 6-7: Ubicación de agregadores e intermediarios de roaming .....199
Figura 6-8: Ubicación de fabricantes de microprocesadores.....201
Figura 6-9: Ubicación de suministradores de equipos terminales.....203
Figura 6-10: Ubicación de suministradores de puntos de acceso.....205
Figura 6-11: Ubicación de comercios y hoteles .....207
Figura 6-12: Implantación de WiFi en empresas españolas (2004-2005).....208
Figura 6-13: Gasto en distintos soportes publicitarios a nivel mundial .....209
Figura 6-14: Ubicación de proveedores de contenidos.....210
Figura 6-15: Tecnologías Plan Banda Ancha Rural español 2007 .....212
Figura 6-16: Motivaciones para el despliegue de redes municipales (EEUU) 216
Figura 6-17: Ubicación de administraciones locales.....218
Figura 6-18: Ubicación de otras entidades públicas .....220
Figura 6-19: Ubicación de usuarios de redes fijas .....222
Figura 6-20: Ubicación en cadena de valor de comunidades wireless .....224
Figura 6-21: Ubicación de principales actores en cadena de valor.....230
Figura 7-1: Estimación de mercado de dispositivos WiFi en Estados Unidos.231
Figura 7-2: Disponibilidad de redes WiFi en el hogar (Europa) .....232
Figura 7-3: Estimación de número de hotspots en el mundo.....233
Figura 7-4: Reparto por países de hotspots públicos (Marzo 2006) .....234
Figura 7-5: Hotspots/100.000 habs. (Marzo 2006) .....235
Figura 7-6: Relación penetración de banda ancha/densidad de hotspots .....237
Figura 7-7: Relación renta per cápita/densidad de hotspots.....237
Figura 7-8: Crecimiento y extensión de hotspots en Europa .....238
Figura 7-9: Ubicación de hotspots (Jiwire, Febrero 2007) .....240

Figura 7-10: Tipos de ubicaciones de hotspots en Cataluña ..... 241
Figura 7-11: Titularidad de nubes y zonas WiFi ..... 242
Figura 7-12: Motivaciones para el despliegue de nubes y zonas Wifi ..... 242
Figura 7-13: Iniciativas WiFi municipales existentes (Julio 2005) ..... 244
Figura 7-14: Distribución geográfica de iniciativas municipales (Julio 2005) ..... 245
Figura 7-15: Tamaños de ciudades en iniciativas municipales ..... 245
Figura 7-16: Uso de redes inalámbricas municipales (EEUU) ..... 247
Figura 7-17: Iniciativas no gestionadas por operadores en Europa ..... 248
Figura 8-1: Modelo de negocio hotspot ..... 255
Figura 8-2: Arquitectura Hotspot ..... 256
Figura 8-3: Roaming entre WISPs ..... 259
Figura 8-4: Modelo de Negocio Wireless Commons ..... 262
Figura 8-5: Arquitectura modelo Wireless Commons ..... 263
Figura 8-6: Modelo de Operador Neutral ..... 271
Figura 8-7: Modelo Facturación Operador Neutral ..... 272
Figura 8-8: Arquitectura de Red Operador Neutral ..... 273
Figura 9-1: Disruptividad en redes públicas basadas en espectro libre ..... 287

# LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1: Fuentes de información utilizadas ..... 25
Tabla 3-1: Características de tecnologías de acceso en banda ISM ..... 40
Tabla 3-2: Características de equipos terminales ..... 43
Tabla 3-3: Resumen de mecanismos de autenticación ..... 65
Tabla 3-4: Resumen de modelos de autorización ..... 67
Tabla 3-5: Modelos de facturación ..... 73
Tabla 3-6: Comparación de modelos de roaming ..... 85
Tabla 3-7: Relaciones entre interconexión de autenticación y transporte ..... 91
Tabla 3-8: Resumen modelos de interconexión ..... 92
Tabla 3-9: Uso de banda de 5 GHz en diversos países ..... 99
Tabla 3-10: Coste de circuitos alquilados para mayoristas en 2005 ..... 106
Tabla 3-11: Parámetros de calidad en diversos tipos de redes ..... 126
Tabla 3-12: Resumen de caracterización de servicios ..... 138
Tabla 3-13: Tipología de ubicaciones ..... 139
Tabla 3-14: Comparación entre características de tecnologías de acceso ..... 146
Tabla 3-15: Relaciones entre 3G y WiFi ..... 151
Tabla 3-16: Relaciones entre Acceso fijo y WiFi ..... 152
Tabla 5-1: Resumen de efectos de externalidad en redes WiFi ..... 162
Tabla 5-1: Titularidad de redes públicas WiFi municipales en EEUU ..... 182
Tabla 6-1: Principales operadores de redes WiFi en el mundo ..... 192
Tabla 6-2: Distribución de comunidades wireless por nº de APs en Cataluña 225
Tabla 6-3: Resumen de caracterización de actores ..... 228
Tabla 6-4: Resumen de ubicación de actores en cadena de valor ..... 229
Tabla 7-1: Países con mayor número de hotspots (jiwire, Feb 07) ..... 234
Tabla 7-2: Hotspots en Europa (IPTS, Marzo 2005) ..... 236
Tabla 7-3: Estructura del mercado de hotspots en 2004 ..... 239
Tabla 7-4: Desglose de hotspots desplegados en Cataluña ..... 240
Tabla 7-5: Tecnologías de acceso para banda ancha (EEUU) ..... 243
Tabla 7-6: Tecnologías de acceso para banda ancha (España 2005) ..... 243
Tabla 7-7: Inversión en redes municipales inalámbricas (USA) ..... 245
Tabla 7-8: Evolución del número de iniciativas en EEUU ..... 246
Tabla 7-9: Titularidad de iniciativas municipales (EEUU) ..... 247
Tabla 8-1: Comparación de modelos de despliegue ..... 279
Tabla 8-2: Análisis DAFO conjunto de modelos de negocio ..... 280
Tabla 9-1: Resumen de factores implicados ..... 315
Tabla 11-1: Líneas de investigación para trabajo futuro ..... 338

# 1 ÁMBITO Y ALCANCE

## 1.1 ÁMBITO DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Los constantes avances en microelectrónica han facilitado que durante la última década se hayan desarrollado técnicas de transmisión digital sobre el canal inalámbrico que han permitido habilitar la prestación de servicios de comunicaciones con costes modestos y prestaciones elevadas.

Estas técnicas de transmisión han sido aplicadas con éxito por los operadores tradicionales de telecomunicación, que han desplegado redes GSM y CDMA que proporcionan servicios de comunicación de voz, habiéndose extendido a la transmisión de datos en los últimos años (GPRS, UMTS). De acuerdo con los datos suministrados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones [ITU, 06], a finales de 2004, casi uno de cada tres habitantes del mundo era usuario del móvil, con elevadas tasas de penetración del servicio, especialmente en Europa y Oceanía. Así, GSM World, indica que en los últimos cinco años se ha producido una extensión de los servicios basados en estas tecnologías que ha permitido pasar de 500 millones de usuarios en diciembre de 2000 a los poco más de 2.000 millones de usuarios a finales de 2005 (www.gsmworld.com).

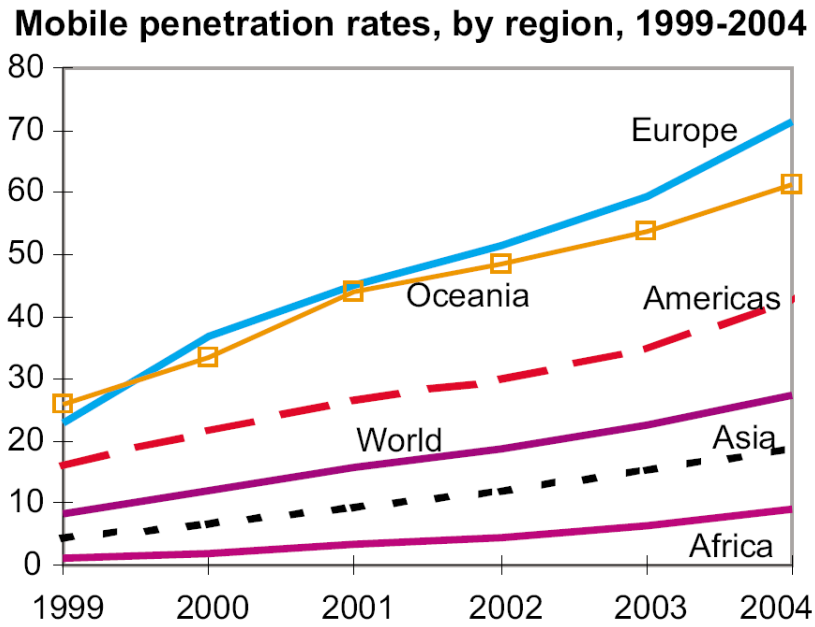



**Figura 1-1: Evolución de la penetración de telefonía móvil en el mundo.**

***Fuente: [ITU, 06]***

El modelo de despliegue y desarrollo de las redes y servicios que se ha seguido para estas tecnologías ha sido similar al aplicado tradicionalmente para las redes fijas: despliegue planificado de red para suministrar amplias coberturas de población, y posterior propuesta de servicios a los usuarios finales para amortizar dichos despliegues. El elevado coste de la inversión asociada las redes de telefonía móvil y transmisión de datos inalámbrica ha limitado el protagonismo de este tipo de redes a los operadores tradicionales de telecomunicación como Vodafone o Telefónica, no siendo viable la participación de actores pequeños en estos despliegues por su elevado coste. Aunque en la cadena de valor completa de los servicios de telecomunicaciones sí existe participación de actores diversos, centrada en la construcción y explotación de servicios de valor añadido sobre estas redes desplegadas por los grandes operadores, ésta se encuentra controlada en gran medida por los operadores celulares que plantean al mercado ofertas verticales.

Asimismo, la regulación de la telefonía móvil inalámbrica se ha orientado de tal modo que facilita la implantación de oligopolios de un conjunto limitado de operadores en el mercado, que operan en competencia restringida sin acceso de terceras partes al mercado.

En paralelo a la extensión de las redes y servicios de telefonía móvil inalámbrica, durante los últimos años ha irrumpido la tecnología WLAN en el panorama de las comunicaciones personales, planteando la posibilidad de disponer de banda ancha con posibilidades de itinerancia en zonas reducidas, con un coste y una rapidez de despliegue ventajosas respecto a las tecnologías utilizadas hasta el momento.

Esta tecnología presenta diferencias importantes en la utilización de las técnicas de transmisión digital sobre el canal inalámbrico respecto a las redes GSM y CDMA comentadas anteriormente:

- De la misma manera que GSM y CDMA nacieron con el propósito inicial de soportar comunicaciones de voz y progresivamente están evolucionando hacia la transmisión de datos, WLAN fué concebida inicialmente para la transmisión de datos (redes de área local inalámbricas), planteándose actualmente su evolución hacia la transmisión de voz sobre IP.

- El coste de despliegue y las zonas de cobertura son mucho más modestas, por lo que es técnica y comercialmente viable desplegar pequeñas redes que den servicio en zonas limitadas.

- WLAN opera en las bandas de frecuencia de uso libre, por lo cual las barreras legales para actuar en el mercado son mucho más bajas y continuará siendolo, dado que es de prever un mantenimiento e incluso extensión de la regulación como uso libre para estas bandas de frecuencias.

El hecho de que WLAN haya nacido como una extensión inalámbrica de las redes de área local [Bar et al., 05], ha supuesto que el mercado de equipos WiFi (puntos de acceso, tarjetas y dispositivos de recepción) haya experimentado crecimientos de dos y tres dígitos. En [IDC, 05a] se puede observar la evolución para europa occidental, siendo similares las tendencias en Estados Unidos y Asia. Gran parte de los ordenadores portátiles, así como las PDA de gama alta que se comercializan hoy día vienen equipados de fábrica con esta tecnología.

Este éxito rotundo en la venta de equipos WiFi para uso como extensión de redes de área local ha incitado a realizar extrapolaciones sobre el éxito de las redes públicas basadas en en esta tecnología (esto es, suministro de servicios al público) que son, cuando menos, exageradas por las siguientes razones:

- La mayor parte de los puntos de acceso WiFi que se comercializan se destina a un uso privado, bien residencial, bien de empresa, siendo sólo una fracción minoritaria de ellos los utilizados para ofrecer servicios de telecomunicación al público.

- La utilización de WiFi como tecnología de acceso por parte de los usuarios, es en general esporádica y sujeta a necesidades puntuales de acceso en ubicaciones distintas a las habituales. La mayor parte del acceso a Internet se realiza actualmente basándose en infraestructura de acceso fija contratada por el cliente (cable, ADSL, etc.) y dónde los puntos de acceso WiFi se utilizan de forma privada para extender la cobertura unos metros y evitar desplegar el último segmento de cable.

No obstante, aún quedando sobredimensionadas las estimaciones de usuarios de esta tecnología como red pública para acceder a servicios, sí es cierto que ha existido un crecimiento importante en los últimos años, en lo que respecta al despliegue de puntos de acceso y a proveedores de servicio, tanto a nivel internacional [Morgan&Stanley, 05], como a nivel europeo y español [Cinco Días, 05] y que existen una gran variedad de iniciativas planteadas

como alternativas reales al uso de otras tecnologías de acceso, sean fijas o móviles. Asimismo, el hecho de que los equipos portátiles estén hoy día dotados directamente de fábrica con conexión WiFi, permite disponer de una amplia base de posibles clientes para su utilización, bien esporádica, bien de forma regular.

Debido a los factores indicados previamente (fundamentalmente el bajo coste de despliegue y la regulación favorable), no es sorprendente que en el despliegue y explotación de este tipo de redes la variedad y tipología de los actores que participan sea mucho mayor, apareciendo como actores activos organizaciones y colectivos que no están presentes en la explotación del resto de tecnologías de acceso:

- En un primer lugar, están los propios usuarios que disponen de puntos de acceso, que pueden actuar como "microoperadores" de servicio al dejar acceso libre a sus propias redes y permitir a otros usuarios el disfrute de servicios de telecomunicación. Este es el caso de los propios usuarios residenciales o pequeñas empresas que despliegan puntos de acceso en sus ubicaciones con ánimo de compartir accesos o suministrar un valor añadido a sus servicios tradicionales. Desde la aparición de WLAN, se han desarrollado comunidades wireless en donde los usuarios se organizan para combinar sus "microrredes", y formar redes de cobertura más amplia [Sandvig, 04].

- Los propietarios o gestores de ubicaciones con una densidad elevada de posibles usuarios como hoteles, aeropuertos o estaciones de intercambio de transportes son también actores activos en el despliegue de este tipo de redes, generalmente con el objetivo de ofrecer un servicio complementario adicional más que como fuente de ingresos principal [Boingo, 03]. Generalmente, el despliegue y operación de la red en estas ubicaciones, incluso su comercialización, es llevada a cabo por "minioperadores" constituidos como WISP, Wireless Internet Service Providers, cuyo núcleo de negocio es la explotación del servicio de acceso a Internet inalámbrico. De forma creciente los WISP exitosos van aumentando sus coberturas y convirtiéndose en operadores de mayor entidad, según se analiza en la presente tesis.

- Algunos ayuntamientos han visto en las redes de área local inalámbricas un resorte para aumentar el desarrollo local, promocionando en muchos casos la implantación de redes públicas inalámbricas bajo diversas modalidades (distintos grados de apertura, modelo de negocio y titularidad), con el objetivo de suministrar a los ciudadanos banda ancha inalámbrica, y potenciar el atractivo de la ciudad para las empresas y profesionales con uso intensivo de telecomunicaciones.

- Por último, los operadores tradicionales cuyo núcleo de negocio es la infraestructura fija o la telefonía celular, han entrado en este mercado desplegando infraestructura, absorbiendo proveedores de servicio inalámbricos (WISPs) o llegando a acuerdos de roaming con éstos. En general, la motivación de estos actores ha sido más la de realizar una oferta completa de servicio a sus clientes y explorar nuevos mercados emergentes que incrementar los beneficios a corto plazo basándose en esta tecnología, que por el momento son escasos comparados con los derivados de las redes fijas y celulares.

Así pues, los modelos basados en la utilización de bandas libres del espectro facilitan un crecimiento distribuido de las redes y servicios de telecomunicación, en el que los usuarios finales, o actores muy cercanos al usuario final, participan activamente en el despliegue, operación y, en definitiva, la configuración final de la tecnología ([Bar et al., 05],[Balachandran et al., 05]).

En cierto sentido, el despliegue de redes inalámbricas basadas en el uso del espectro sin licencia es similar al modelo de crecimiento de Internet, ya que no son redes planificadas por operadores de telecomunicación, sino que crecen y se enriquecen por la aportación

directa de los usuarios finales, pequeñas empresas, colectivos ciudadanos y administraciones locales y regionales [Naughton, 06].

El bajo nivel de inversión necesario para participar en el despliegue y utilización de estas redes, facilita que los usuarios finales y las empresas pequeñas jueguen un papel mucho más activo en la configuración de la tecnología que la mera aceptación o rechazo de las propuestas de los operadores de telecomunicación.

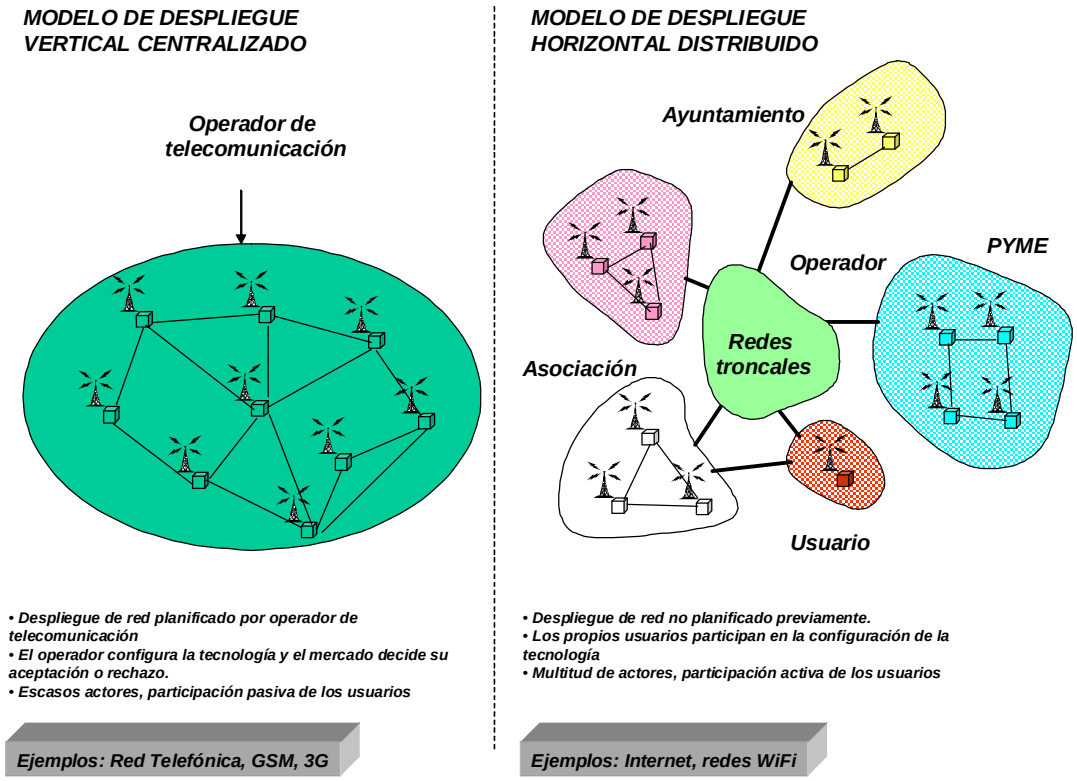



**Figura 1-2: Comparación de modelos de despliegue de redes.**

*Fuente: Elaboración propia*

Así, tal como se muestra en la Figura 1-2, el desarrollo de este tipo de redes se ha producido hasta el momento bajo un modelo de despliegue distribuido con un gran variedad de actores que participan en la configuración de las redes, servicios y uso de éstos, al contrario que en las redes de telefonía fija o celular, donde habitualmente un único actor, el operador de telecomunicación, gestiona una red única de amplia cobertura y proporciona los servicios de telecomunicación.

Este modelo de despliegue distribuido no es nuevo y ha sido aplicado a lo largo de la historia de las telecomunicaciones para diversas tecnologías. Así, por ejemplo, en los inicios de la telefonía, los despliegues de red seguían modelos similares a los que se aplican actualmente en las redes inalámbricas basadas en uso libre del espectro, en donde los propios usuarios finales, pequeñas empresas y los municipios implantaban pequeñas redes de telefonía que se conectaban a otras [Fisher, 92], evolucionando posteriormente hacia modelos verticales protagonizados por grandes operadores que actuaban en monopolio bajo modelos verticales.

Las primeras décadas de la historia de las radiocomunicaciones (1899-1927) en donde el uso del espectro aún no estaba completamente regulado, muestran también una configuración distribuida y protagonizada por una diversidad de actores, en donde los amateurs jugaban un

papel relevante en la extensión de la radiodifusión, mostrando motivaciones y concepciones del desarrollo de la tecnología protagonizado por los propios usuarios finales muy similares a las que muestran las comunidades wireless actuales [Douglas, 87]. Las radiocomunicaciones y la telefonía evolucionaron posteriormente hacia modelos verticales donde los operadores de telecomunicación y de radiodifusión son los protagonistas principales y prácticamente únicos en el despliegue y explotación de estas redes para suministrar servicios [Odlyzko, 00]. No siempre el modelo ha evolucionado en este sentido, y la propia Internet desde su nacimiento sigue un modelo distribuido en el cual existe una gran diversidad de actores que participan en el despliegue de las subredes de que está formada ésta, y en el suministro de servicios finales al usuario. Las redes públicas basadas en uso libre del espectro, tal como se mostrará en los apartados siguientes siguen actualmente un modelo distribuido con una gran riqueza de modelos de negocio en los cuales participan actores de índole muy diversa, desde los operadores de telecomunicación tradicionales, hasta los propios usuarios finales, pasando por las administraciones locales, y su futura evolución es dependiente de múltiples factores en los cuales la propia evolución tecnológica es sólo uno de ellos.

Tal como indican los profesores Françoise Bar y Hernan Galperin respecto a la evolución de este tipo de redes: *"The central question is whether the large and fast growing number of Wi-Fi devices present in the environment can be organized differently to create a fundamental challenge to existing networks."* ([Bar et al., 04]).

Así, el área de investigación que explora la presente tesis es el análisis de los modelos de despliegue de estas redes públicas que se aplican actualmente, enfocado desde un punto de vista multidisciplinar (técnico, económico, político y regulatorio), tal y como se recomienda en [Bina et al., 05] con el objetivo de sistematizar los distintos modelos propuestos, y evaluar su viabilidad y capacidad de crecimiento, potencialidades y limitaciones de los modelos de negocio que se apoyan en estas redes.

Como resultado de la investigación propuesta se pretende confirmar o refutar las principales tesis sostenidas por los promotores de estas tecnologías sobre su crecimiento, sostenibilidad y capacidad de competir con otroas tecnologías. Para ello, se aborda su impacto social y empresarial, así como el análisis de los modelos de negocio, despliegue y crecimiento propuestos. El objetivo final es comprender la dinámica, el desarrollo, y los modelos de aplicación de estas tecnologías bajo esquemas alternativos de crecimiento de las redes y servicios, impulsados desde los propios usuarios y las pequeñas y medianas empresas, al contrario de lo que sucede con el modelo predominante aplicado hasta el momento para el desarrollo de las redes y servicios de telecomunicaciones, que se basa en la iniciativa de los operadores de telecomunicación para desplegar redes de elevado coste y amplia cobertura.

## 1.2 IMPORTANCIA DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN

La relevancia de la investigación abordada se fundamenta en las características diferenciales de estas tecnología tales como la riqueza de modelos posibles de despliegue y operación, el elevado crecimiento del número de equipos comercializados y el hecho de que se encuentran en proceso de configuración en el momento actual. A continuación se desarrollan estos puntos:

1.- Tal como se ha indicado, las técnicas de transmisión digital de corto alcance plantean la posibilidad de que modelos alternativos de despliegue y crecimiento de redes inalámbricas puedan aplicarse para construir redes amplias basadas en subredes de distinta titularidad, más allá del modelo vertical aplicado hasta el momento por parte de los operadores de telecomunicación. Tal como se ha indicado, la telefonía fija se desplegó inicialmente mediante este modelo de agregación de redes, decantándose en el primer tercio del siglo XX por un modelo de despliegue vertical monopolista. Internet, por el contrario, desde su nacimiento ha seguido el modelo de agregación de subredes de distinta titularidad, conformando un panorama en la transmisión fija de datos mucho más rico y diverso. Las redes inalámbricas públicas GSM y

CDMA nacieron bajo el modelo aplicado en la telefonía fija, pero el uso WLAN y otras tecnologías similares pueden facilitar la coexistencia con modelos alternativos más flexibles y similares al establecido en Internet.

2.- El sector de las comunicaciones inalámbricas basadas en WiFi se encuentra en una fase de elevado crecimiento tanto en venta de equipos y aparición de nuevos mercados, como en nuevas aplicaciones y servicios, estimándose un crecimiento aún más fuerte en los próximos años [Hotspotzz, 04], por lo cual el análisis de la situación actual de implantación de nuevos modelos de explotación y de relación entre actores tiene una importancia clave para entender los mecanismos de crecimiento de mercado de esta tecnología. En la siguiente figura se muestra el crecimiento experimentado en los últimos años en el número de total de ubicaciones dotadas de redes públicas basadas en WiFi en el mundo (hotspots), junto con una estimación de la evolución prevista para los próximos años, que indica un crecimiento histórico y futuro importante para las redes públicas basadas en WiFi.

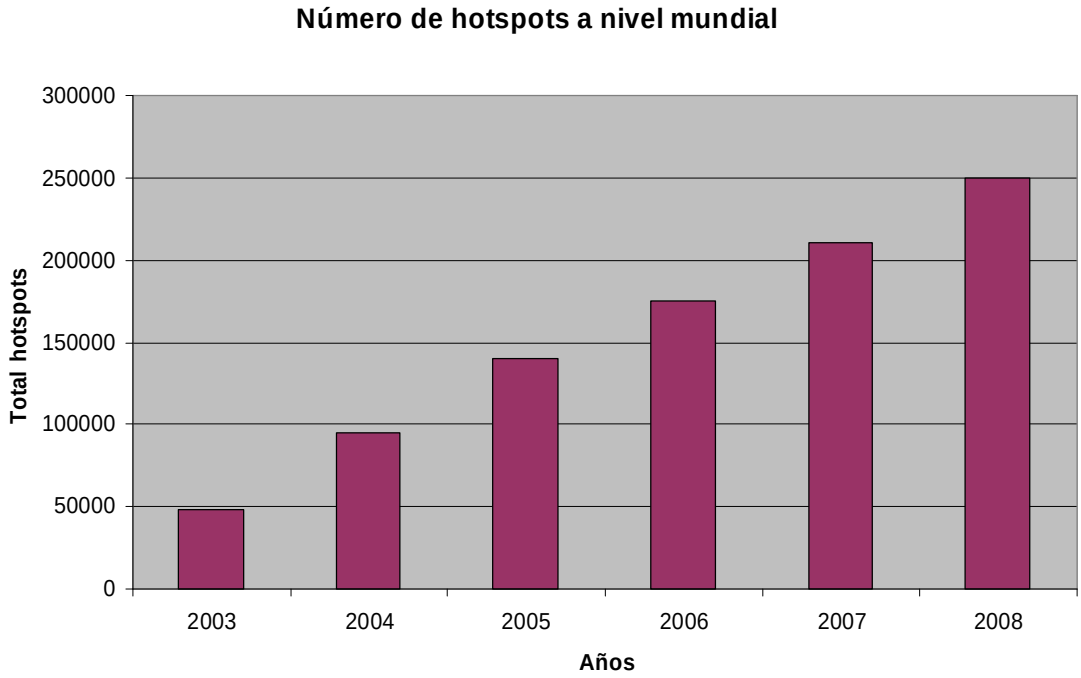



**Figura 1-3: Disponibilidad mundial de hotspots basados en WiFi.**

*Fuente: Elaboración propia a partir de [Morgan&Stanley, 05]*

3.- La configuración final de la tecnología inalámbrica de transmisión de datos no está aún definida, ya que se encuentra aún en fase de desarrollo, ofrece una serie de posibilidades y alternativas de utilización muy amplias y, gracias al bajo nivel de inversión necesario para desplegar este tipo de redes, hay un número elevado de actores que pueden ser clave para configurar su aplicación y utilización en la provisión de nuevos servicios de telecomunicación.

El desarrollo de la presente investigacion, aunque no está orientado a vaticinar cómo será la configuración futura, sino a comprender el panorama actual, sí permitirá identificar las relaciones, objetivos e intereses presentes en este campo, así como los servicios para los cuales se utiliza este tipo de redes y sus limitaciones y potencialidades de evolución a corto y medio plazo.

## 1.3 ALCANCE DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Una vez fijado el ámbito de investigación, a continuación se establece el alcance para delimitar el área de investigación, al ser las redes inalámbricas un campo de investigación amplio que se puede enfocar desde diversos puntos de vista.

En primer lugar, es importante destacar que el estudio se centra en ***redes públicas inalámbricas basadas en uso libre del espectro***, lo cual excluye una parte de las aplicaciones de tecnologías inalámbricas. En concreto, plantea las siguientes restricciones del campo de investigación:

- *Los servicios que presten dichas redes deben estar disponibles para el público en general*, bien de forma gratuita, bien bajo cualquier esquema de facturación. Todas las redes cuyo uso esté restringido a un colectivo, por amplio que sea éste, no caen en esta categoría. Así, las redes que trabajan en grupo cerrado de usuarios (por ejemplo, las redes WLAN de empresas orientadas a satisfacer las necesidades de movilidad dentro de un edificio exclusivamente para los empleados o las redes municipales para servicio interno del ayuntamiento), no se consideran en el ámbito del presente estudio, si bien las redes desplegadas por comunidades wireless, o los hotspots abiertos al uso público, sí.

- *Sólo se contemplarán aquellas redes que hagan un uso abierto del espectro.* Esto implica que las redes deben utilizar bien bandas de espectro en dónde no esté contemplado un uso exclusivo, y no se necesite licencia para la operación (típicamente las bandas ISM), como es el caso de WiFi, o bien que las técnicas de transmisión permitan la utilización de otras bandas sin requerir licencia ni interferir con otras aplicaciones (como es el caso de Ultra Wide Band). En definitiva, sólo se contemplarán en el ámbito de estudio aquellas redes inalámbricas que no necesiten de licencia exclusiva de utilización de una banda del espectro.

En cuanto a aspectos como actores implicados, servicios ofrecidos, modelos de titularidad, esquemas de pago o gratuidad, etc., no se contemplan restricciones, siempre que la iniciativa actúe como una red pública basada en uso abierto del espectro.

En lo que respecta al alcance geográfico, los datos utilizados en la presente tesis se corresponden con países desarrollados de ámbito europeo y norteamericano, tomándose como ejemplo de aplicación para datos de detalle, el caso catalán. Los trabajos de campo como entrevistas a actores relevantes, extensión de iniciativas y levantamiento de radiomapa han sido realizados para el contexto catalán por las siguientes razones:

- Para una parte importante de la investigación realizada, resulta más conveniente analizar datos en detalle sobre un área específica que realizar un análisis amplio incluyendo zonas extensas con distintos condicionantes económicos y sociales que impidiesen identificar de forma clara relaciones y consecuencias.

- El investigador tenía más acceso a información de primera mano y actores relevantes en Cataluña, además de estar integrado en un grupo de investigación centrado en la aplicación de modelos alternativos de despliegue y explotación de redes inalámbricas con distintas instituciones y organizaciones ciudadanas y empresariales.

- Cataluña, al igual que otras regiones europeas y norteamericanas es una región activa en iniciativas públicas basadas en este tipo de tecnologías, por lo que resulta un laboratorio muy adecuado para comprobar hipótesis y obtener evidencias empíricas de primera mano.

Así pues, las conclusiones que se obtienen en la tesis son plenamente válidas la mayor parte de los países desarrollados occidentales, si bien su extensión a otras zonas geográficas ha de realizarse con precaución, que deberá ser mayor, cuanto más diferente sea el entorno

económico y social al estudiado. En general, para el caso europeo son bastante extrapolables las conclusiones obtenidas y gran parte de ellas son también aplicables para el caso norteamericano (EEUU y Canadá). En cierta medida son también aplicables a los países asiáticos más desarrollados, aunque con mayores prevenciones debido a las diferencias regulatorias y de hábitos sociales presentes en ellos. El caso de los países en vías de desarrollo y subdesarrollados presenta características específicas basadas en distintas estrategias de despliegue y mercado, utilizándose en muchos casos las tecnologías inalámbricas como un sustituto de bajo coste para desplegar servicios en zonas rurales (véase por ejemplo [Kakroo, 07]) y por tanto necesitaría un análisis específico sobre el que no está enfocado este estudio.

***En resumen, el alcance establecido comprende las redes inalámbricas abiertas al uso público, que no necesitan licencia de uso exclusivo para la utilización del espectro y son de aplicación al marco económico, político y social europeo y norteamericano, con extensión a regiones con características socioeconómicas similares y especial aplicación a Cataluña.***

## 1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Para articular la investigación propuesta se han planteado una serie de preguntas que permitirán analizar de forma ordenada los diversos factores implicados en el despliegue de estas redes y su impacto real.

La primera cuestión que se plantea se centra en *establecer el grado en que los modelos alternativos de despliegue y operación de redes de uso libre del espectro son realmente disruptivos respecto al modelo tradicional* en lo que respecta a actores implicados, relaciones entre ellos, modelo de negocio y de crecimiento, arquitectura y servicios. Para evaluar este aspecto se tomará como referencia la definición establecida el profesor C.M. Christensen de la Universidad de Harvard [Christensen, 97] y desarrollada con mayor profundidad en su última publicación sobre teorías de la innovación industrial [Christensen et al., 04], así como las condiciones establecidas por éste para considerar a una tecnología determinada como disruptiva respecto a las ya establecidas.

La respuesta a esta pregunta aclarará el grado de novedad y de posibilidades abiertas en este tipo de propuestas, permitiendo identificar aquellas propuestas particulares más prometedoras en cuanto a facilitar una evolución distinta a los modelos tradicionales planteados. No necesariamente todas las alternativas de despliegue suponen una ruptura con los modelos tradicionales, ya que este tipo de redes pueden ser y son explotadas en muchos casos siguiendo modelos de despliegue y negocio tradicionales.

Para responder a esta pregunta se identificarán los diversos modelos de despliegue de redes y servicios basados en esta tecnología, así como la dinámica de participación de actores en dichos despliegue. Los modelos identificados serán comparados con los modelos tradicionales, al objeto de identificar diferencias relevantes que justifiquen su calificación como tecnología disruptiva, de acuerdo con los criterios establecidos por Christensen para este tipo de avances tecnológicos.

Una vez identificados los modelos de aplicación que abren realmente alternativas distintas al despliegue de redes, se plantea la segunda cuestión: *conocer los factores que inhiben, limitan, potencian o habilitan el desarrollo de iniciativas basadas en estos modelos.* Para responder a esta pregunta, se realizará un análisis de cada uno de los aspectos implicados en el desarrollo de las redes públicas basadas en espectro de uso libre, basándose en la evidencia empírica existente y el análisis de referencias bibliográficas.

La identificación de estos factores, junto con el análisis de la evidencia empírica existente, permitirá abordar la cuestión clave sobre la *viabilidad de los modelos alternativos de desarrollo*

*de redes y servicios basados en uso libre del espectro.* La viabilidad práctica de los modelos conlleva una serie de aspectos más amplios que la simple viabilidad técnica, en concreto se combinarán los siguientes puntos de vista:

- *Viabilidad técnica:* Comprende tanto la factibilidad técnica del despliegue de redes para los servicios demandados por la sociedad, como la capacidad de crecimiento sostenido sin degradación del servicio, en el caso de que ésta sea necesaria para el modelo de negocio que se analice. Para evaluar la viabilidad técnica se analiza el estado del arte y evolución prevista de esta tecnología en lo que respecta a protocolos de acceso, tecnologías de backhaul (como las redes malladas), software y arquitecturas de interconexión que se plantean, basándose en la literatura técnica relevante como la producida por el Institute of Electrical & Electronic Engineers (IEEE), o la evaluación de tecnologías inalámbricas alternativas realizadas por el Institute for Prospective Technological Studies ([IPTS, 05a])

- *Viabilidad legal:* Los modelos de negocio técnica y económicamente viables han de ajustarse al marco legal existente, lo cual introduce una serie de restricciones sobre los modelos que pueden ser implantados con un grado razonable de éxito. Según se estudiará, parte de los modelos actualmente aplicados incurren en incumplimientos legales que debilitan su capacidad de crecimiento y aplicación. Como marco de referencia, se toma el caso español, analizándose el marco regulatorio existente como la Ley General de Telecomunicaciones ([Cortes Generales, 03a]) la regulación del espectro (como por ejemplo el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias [MITC, 06b]), y las decisiones y recomendaciones de la prescritas por la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones en el despliegue y explotación de este tipo de redes (como por ejemplo [CMT, 03a] o [CMT, 07b], todas ellas en consonancia con las directivas comunitarias.

- *Viabilidad organizativa:* Los modelos que sean viables en los aspectos anteriores han de "encontrar" actores que estén interesados en realizar cada uno de los papeles asignados en el modelo. El análisis de actores se basa en la documentación existente sobre iniciativas WiFi en la que se encuentran involucrados distintos tipos de actores (como por ejemplo los informes que realiza Muniwireless sobre iniciativas municipales [Muniwireless, 06b] utilizados como fuente de datos por la mayoría de investigadores), entrevistas realizadas por el investigador a actores representativos en el marco catalán (anexo III) y el estudio realizado en el marco de la presente tesis sobre iniciativas en el territorio catalán (anexo I).

- *Viabilidad económica:* Para evaluar la viabilidad económica se estudian los principales aspectos económicos implicados que configuran la estructura de la oferta y demanda de estos servicios, estudiándose las propiedades económicas relevantes, especialmente en lo referente a las propiedades derivadas su características específicas como industria en red ([Shapiro et al., 99] y [Shy, 01]) como son las externalidades de red, y la estructura de costes específica de estas redes basándose en datos contrastados como el estudio realizado por el profesor Jon Peha de Carnegie-Mellon [Peha et al, 07] o el detallado análisis de costes y viabilidad económica de redes municipales presentado en [Balhoff et al., 05], la literatura científica sobre los modelos de negocio aplicados (como por ejemplo el análisis de modelos de explotación municipales realizados por Françoise Bar y Namkee Park del Annanberg School for Communication en la University of Southern California [Bar et al., 06]), y los datos disponibles de oferta y demanda de los servicios que ofrecen estas redes recopilados de diversas fuentes como los estudios realizados por reguladores [Ofcom, 07a], estudios auspiciados por la Comisión europea [IPTS, 05a] o los directorios de hotspots comerciales (www.jiwire.com).

Los actores implicados en este tipo de despliegues (suministradores de equipos, comunidades wireless, proveedores de servicio, instituciones, etc.) suelen ponderar el impacto social y económico de este tipo de iniciativas, haciendo hincapié en el desarrollo de territorios y la disminución de la brecha digital basado en la implantación de banda ancha de bajo coste, y

el despliegue rápido y barato que caracteriza a estas tecnologías en ubicaciones de ámbito geográfico reducido. Al objeto de evaluar estas posturas favorables a la extensión de estas redes en base a los resultados que se pueden obtener, en el presente trabajo se cuestiona *si existe suficiente evidencia empírica para evaluar el impacto económico y social en la incorporación de ciudadanos y empresas a la sociedad de la información de este tipo de iniciativas.* Para ello se ha investigado a la documentación existente hecha pública por los promotores de estas iniciativas, así como la literatura científica relacionada con esta materia, como el estudio realizado por Sharon Gillete y William Lehr del MIT [Gillet et al., 06a].

Así pues, en resumen, las preguntas planteadas son las siguientes:

***1.- ¿El despliegue de redes públicas inalámbricas basadas en espectro de uso libre es realmente disruptivo en lo que respecta a los actores implicados, relaciones entre ellos, y servicios que se suministran?***

***2.- ¿A partir de la evidencia actual, cuales son los factores que inhiben, limitan, potencian o habilitan el desarrollo de este tipo de redes?***

***3.- ¿Son viables los modelos alternativos de desarrollo de redes y servicios basados en uso libre del espectro?***

***4- ¿Existe suficiente evidencia empírica para evaluar el impacto en la incorporación de ciudadanos y empresas a la sociedad de la información de este tipo de iniciativas?***

## 1.5 APORTACIÓN AL CONOCIMIENTO

Tal como se desprende de las preguntas de investigación planteadas, la presente tesis pretende esclarecer las posibilidades de las tecnologías inalámbricas que hacen uso no licenciado del espectro para proporcionar servicios de telecomunicación al público, así como el impacto que puede tener el despliegue de estas tecnologías en la articulación de modelos de negocio disruptivos y la incorporación de los ciudadanos y empresas a la sociedad de la información.

Las cuestiones objeto de análisis en este contexto no tienen en la actualidad una respuesta consensuada en la comunidad científica, existiendo posturas divergentes que se resumen en dos posiciones encontradas con matizaciones intermedias:

Parte de los investigadores ven en estas tecnologías una palanca efectiva para configurar modelos de explotación de redes públicas alternativos especialmente en lo referente a las redes WiFi municipales (véase por ejemplo [Gillet, 05][Lehr et al., 03][Lehr et al, 04a] y las redes ciudadanas (véase por ejemplo [Bar et al., 05] [Fuentes-Bautista et al., 05] o [Negroponte, 02]). Estas tecnologías plantean fortalezas importantes de acuerdo a estos investigadores respecto a las tecnologías de acceso usadas por los operadores de telecomunicación tradicionales como el par de cobre, la fibra óptica, o las redes celulares en la capacidad de articular modelos de explotación alternativos viables.

Otra parte de la comunidad científica considera que las limitaciones técnicas, regulatorias, de coste de despliegue y mantenimiento y de los propios actores que movilizan estas tecnologías como opción tecnológica para desplegar redes de acceso, suponen una barrera dificilmente salvable para habilitar modelos de explotación de redes públicas que impacten de manera importante en la configuración del mercado de servicios de telecomunicación. Así, por ejemplo Catherine Middleton [Middleton, 07] realiza un análisis bastante exhaustivo de las limitaciones

de esta tecnología para competir con otras tecnologias alternativas y estudios como [Balhoff et al., 05], [NMRC, 05] y [Tuerck et al., 04] destacan la dificil viabilidad económica de las iniciativas municipales.

Gran parte de la investigación realizada en este campo aborda estas cuestiones desde una disciplina determinada, sea ésta la tecnológica, la regulatoria, la económica o política. Para obtener la visión completa de los factores implicados, viabilidad y disruptividad de las redes públicas basadas en uso libre del espectro es necesario adoptar **un enfoque multidisciplinar** que contemple cada una de estas disciplinas y la interrelación existente entre ellas.

Así pues, ***la presente tesis pretende realizar su principal aportación en el análisis de disruptividad, viabilidad y factores implicados en la explotación de redes públicas basadas en tecnologías de uso libre del espectro bajo un enfoque multidisciplinar***. Para ello se ha abordado en diferentes capítulos el análisis de estas redes desde diversos puntos de vista: el estrictamente técnico, los aspectos regulatorios que constriñen las posibilidades de uso de la tecnología y de involucración de actores, los aspectos económicos que condicionan los modelos de despliegue y explotación sostenibles, el análisis de actores implicados fijar las posiciones que pueden ocupar en la cadena de valor en base a sus intereses y capacidades, y el análisis de mercado, tanto desde el lado de la oferta como el de la demanda, que permite identificar nichos de mercado adecuados para estas redes.

La adopción de este enfoque multidisciplinar no implica necesariamente, ni lo pretende la presente tesis, realizar aportaciones al conocimiento en todas y cada una de las áreas abordadas. En parte de las disciplinas, como es el caso de la tecnología, se realiza un análisis del estado del arte basado en la bibliografía existente orientado a identificar los aspectos más relevantes que configuran las limitaciones y potencialidades existentes, mientras que en otras el análisis se extiende a suministrar una visión crítica y apoyándose en evidencia empírica recopilada sobre iniciativas existentes y entrevistas, obtener una visión global de los intereses y capacidades de los actores implicados para ocupar posiciones en la cadena de valor de los modelos de explotación de estas redes.

Así, en los ***aspectos tecnológicos*** el estudio se centra en identificar los aspectos técnicos clave que caracterizan a estas redes y que impactan en los aspectos regulatorios, económicos o sociales que configuran la viabilidad de los modelos alternativos de despliegues y explotación de redes públicas utilizando estas tecnologías. El objetivo en este campo se ha centrado, pues, en identificar tecnologias de aplicación, grado de madurez de éstas (tanto tecnológica como de difusión y extensión en el uso de equipos de acceso), limitaciones y evolución técnica futura. Se ha prestado especial atención a los modelos de interconexión entre redes, que es un aspecto clave para articular la colaboración entre diversos actores que caracteriza el despliegue de este tipo de redes. Los aspectos técnicos se toman, pues, en la presente tesis como un punto inicial de partida para desarrollar el resto de aspectos, que partiendo de las potencialidades y limitaciones presentes en esta tecnología configuran el uso que se hace de ella para desplegar y explotar redes públicas inalámbricas, sin ánimo de realizar aportaciones al avance de la técnica, aunque sí de reflejar el estado del arte de la tecnología que es relevante para la viabilidad de este tipo de iniciativas.

En lo que respecta a los ***aspectos regulatorios***, la recopilación de legislación relevante que impacta en la configuración de los diversos modelos de explotación de estas redes y que facilita o dificulta la participación de diversos actores está complementada con una visión crítica de esta legislación basada en la evidencia existente sobre los modelos de explotación aplicados hasta el momento. La aportación al conocimiento de esta visión crítica se centra en el análisis de los aspectos que condicionan en mayor medida la viabilidad económica de estas redes, proponiendose adaptaciones de la regulación existente orientadas a facilitar la viabilidad y extensión de este tipo de redes.

El análisis de los ***aspectos económicos*** está centrado en caracterizar a este tipo de despliegues aplicando la teoría económica específica a las industrias y servicios en red (como son las propiedades de externalidad, rendimientos crecientes, o estructuras de mercado oligopólicas). El estudio se ha centrado en identificar las características económicas diferenciales con las redes públicas basadas en otras tecnologías, al objeto de aislar los factores económicos diferenciales respecto a los despliegues basados en red fija y redes celulares, que marca la posibilidad de involucración de actores alternativos bajo modelos de negocio novedosos. En este apartado se profundiza especialmente en las características específicas de la estructura de costes de redes basadas en estas tecnologías, al ser éste un aspecto citado habitualmente como una ventaja competitiva respecto a las tecnologías tradicionales para habilitar nuevos modelos de negocio protagonizados por actores distintos a los operadores de telecomunicación tradicionales. La caracterización de estas redes y el espectro en el que se apoyan como bienes públicos, privados o comunales ("commons") también se aborda en este apartado al objeto de identificar las implicaciones sobre los modelos de negocio viables y los condicionantes e implicaciones existentes para la dinámica de competencia y titularidad de estas redes y los recursos en los que se apoyan.

El análisis de ***servicios y ubicaciones*** tiene como objetivo caracterizar la oferta de servicios y coberturas que se suministran con estas redes, aspectos ambos que son de gran importancia para identificar los nichos de mercado y las estrategias que plantean los diversos actores para competir y cooperar con otros actores que basan sus redes en otras tecnologías. El análisis de servicios aborda dos aspectos: la factibilidad de proporcionar servicios similares a los suministrados sobre otras tecnologías, y la demanda existente de cada uno de estos servicios. En lo que respecta a las ubicaciones, las aportación al conocimiento se centra en clasificar la tipología de ubicaciones donde se despliegan estas redes, así como su extensión, basándose en referencias existentes, corroborada en los estudios de campo realizados para el caso catalán incluidos en los anexos. Los resultados obtenidos de este análisis se utilizan como entrada para analizar los modelos de negocio viables para los actores que se apoyan en esta tecnología.

El ***análisis de actores*** que se presenta en el capítulo 6 está centrado en ubicar a cada uno de los posibles participantes en el despliegue, explotación y uso de este tipo de redes en diversas posiciones de la cadena de valor de acuerdo a sus intereses y capacidades. Las conclusiones obtenidas en los apartados dedicados a las tecnologías de soporte y la regulación establecen restricciones adicionales que son tenidas en cuenta a la hora de ubicar estos actores. Habida cuenta de que una de las características más relevantes de estas redes es que las barreras económicas y regulatorias para su aplicación son significativamente menores, la aportación que se realiza en este capítulo es fundamental para evaluar la capacidad de estas tecnologías para movilizar modelos de negocio participados por actores alternativos en los que estos cubran partes importantes de la cadena de valor con motivaciones y capacidades distintas a las que presentan los operadores de telecomunicación tradicionales que participan en el despliegue y explotación de redes basadas en tecnologías de red fija y celular. La clasificación sistemática de estos intereses, capacidades y posiciones en la cadena de valor, basado en el análisis de iniciativas existentes y en entrevistas realizadas a actores representativos en el marco catalán, es la principal contribución que pretende aportar la presente tesis en este aspecto.

Una vez que se han analizado los aspectos técnicos, regulatorios, económicos y de involucración de actores, se aborda la ***relación con otras tecnologías*** utilizadas en el despliegue de redes públicas, con el objetivo de identificar dinámicas de competencia, complementareidad y convergencia que condicionan en gran medida los modelos de negocio actuales y futuro para explotar redes de acceso basadas en estas tecnologías. La aportación de esta capítulo se centra en realizar un análisis completo que va más allá de los aspectos tecnológicos y cubre el análisis de competencia, complementariedad y convergencia en diversos ejes (tecnología de red, terminales, servicios, actores participantes, modelos de negocio y mercados), con el objetivo de identificar dinámicas de competencia, complementareidad y

convergencia que condicionan en gran medida los modelos de negocio actuales y futuro para explotar redes de acceso basadas en estas tecnologías

El análisis de los ***modelos de negocio*** integra los análisis realizados en cada uno de los aspectos anteriores en torno a los principales modelos de explotación de este tipo de redes (hotspots comerciales, comunidades inalámbricas y redes municipales), caracterizándose las arquitecturas técnicas aplicadas, los actores partipantes aspectos legales y de mercado, el modelo de crecimiento y tendencias en su aplicación. así como un análisis de sus debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades, orientado a evaluar la viabilidad de cada uno de estos modelos.

El ***análisis de mercado*** desarrollado en el capítulo 7 analiza tanto la oferta existente de redes privadas, públicas y ciudadanas como los datos sobre demanda de uso por parte de los usuarios y patrones de utilización de los servicios. Los datos obtenidos de la bibliografía e iniciativas existentes a nivel internacional han sido complementados con un estudio específico sobre el mercado catalán que se incluye en el anexo I. El análisis de mercado permite evaluar el éxito de los modelos de negocio analizados previamente.

El capítulo 9 está centrado en dar ***respuesta a las preguntas planteadas*** basándose en los análisis realizados en los apartados anteriores. En primer lugar, se analiza la disruptividad de estas tecnologías en base a sus características técnicas, la estrategia de los distintos actores involucrados y los mercados a los cuales dirigen su oferta. En segundo lugar, se integran los factores identificados en cada uno de los capítulos que condicionan la viabilidad de estas redes, al objeto de obtener una visión integral de éstos. Por último, se analiza la viabilidad de cada uno de los modelos de negocio identificados integrando también los resultados obtenidos en cada uno de los apartados previos.

***Así, las principales aportaciones de la presente tesis se enmarca en la evaluación de los modelos de despliegue y explotación de estas redes a partir de los análisis realizados para los diversos factores que condicionan el uso de estas tecnologías por parte de los actores que se involucran en su explotación***.

Si bien las respuestas a estas preguntas permitirá realizar algunas previsiones de evolución futura de los modelos de despliegue de este tipo de redes, la investigación se centrará principalmente en la situación actual y evolución prevista en un marco temporal a corto/medio plazo. Esto es así por los siguientes motivos:

- El ámbito de estudio es la aplicación de una tecnología de reciente aparición y que se encuentra aún, tal como se ha indicado, en configuración, por lo que no es posible analizar con un enfoque científico su futura evolución, más allá de detectar tendencias existentes y avaladas por la evolución durante los últimos años.

- Tal como se muestra en los siguientes capítulos, existe una gran cantidad de factores que inciden en la futura evolución, tanto endógenos como exógenos, al convivir con otras propuestas tecnológicas y evolucionar las necesidades de los usuarios finales de las tecnologías y los intereses y visión de la tecnología de los actores que participan en su configuración. Esto supone una dificultad añadida para realizar previsiones sobre la evolución a largo plazo, siempre dificil de vaticinar para cualquier tipo de tecnología.

# 2 ENFOQUE METODOLÓGICO

## 2.1 MARCO GENERAL DE ANÁLISIS

La dinámica de despliegue de redes públicas inalámbricas está condicionada por factores que van más allá de los estrictamente técnicos, ya que la evolución y configuración de la utilización de la tecnología en general se produce como un proceso de construcción social donde la tecnología en sí interacciona con los diversos actores que participan en su despliegue y utilización, de manera que existen condicionamientos mútuos y complejos entre los actores sociales y los puramente tecnológicos.

Es por esto, que para entender la dinámica del despliegue de este tipo de redes, tal como se ha indicado es necesario adoptar un enfoque multidisciplinar, al objeto de comprender como los aspectos regulatorios, de mercado, los intereses de los actores que participan en la utilización y construcción de las redes y servicios interaccionan entre sí y moldean la configuración de las redes, los servicios, la utilización que se hace de éstos y los actores que participan en dicha configuración.

En la Figura 1-2 se muestran los principales aspectos que participan en la configuración y dinámica de esta tecnología y que son analizados en distintos puntos de la presente tesis. Si bien en realidad todos los aspectos están relacionados entre sí y se influyen mutuamente, se han mostrado las principales relaciones de interacción mútua que participan en dicha configuración. Será este esquema, por tanto, el que se utilizará como guía para estructurar el análisis de la dinámica de despliegue y evolución de estas redes públicas.

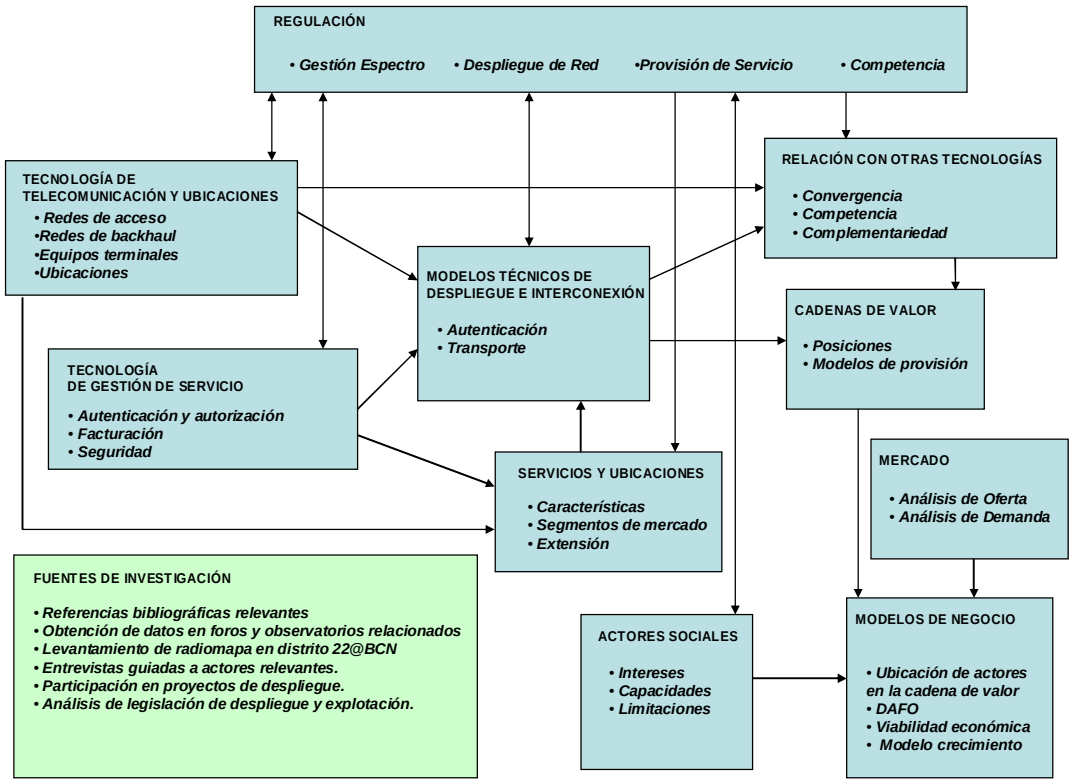



**Figura 2-1: Aspectos contemplados en el análisis**

*Fuente: Elaboración propia*

En la tesis se aborda la situación y condicionantes de cada uno de estos aspectos, comenzando

por la propia tecnología y la regulación sobre ésta. Tal como se muestra en la figura, las tecnologías de telecomunicación y de gestión de servicios, junto con la regulación, establecen un marco de las posibilidades de despliegue e interconexión de redes, que constituye el campo de acción para el despliegue de propuestas de explotación.

Dependiendo de los servicios que sea posible y se desee suministrar sobre estas redes, será posible montar cadenas de suministro y comercialización de servicios, que serán más o menos fragmentadas en función de la complejidad de dichas redes y servicios. El conjunto de actividades y funciones aplicadas en el suministro de servicio, así como su interrelación, configuran la cadena de valor completa de provisión de servicio.

Los diversos actores sociales que participan en el despliegue, explotación y uso de las redes tienen un papel clave en la activación de estas cadenas de valor hipotéticas. Cada tipo de actor se ubica en una o más de las posiciones de la cadena de valor de acuerdo a sus intereses y necesidades.

Los aspectos de mercado, como la estructura de la demanda, las diversas formas de comercializar la oferta de servicio y la convergencia, complementariedad y competencia con otras tecnologías como 3G o las redes fijas, restringen los grados de libertad de los actores para posicionarse en las cadenas de valor antes mencionadas.

En el caso concreto de las tecnologías que se consideran en la tesis, existe una gran riqueza en lo que respecta a los actores participantes y las posiciones que éstos ocupan en el despliegue, uso y comercialización de los servicios. Tal como se mostrará, al contrario que en los despliegues tradicionales donde el operador de telecomunicación suele ocupar la mayor parte de la cadena de valor, desde el despliegue de la red hasta la explotación comercial del servicio, en el caso de las redes inalámbricas basadas en uso libre del espectro, los propios usuarios y organizaciones que habitualmente no participan en el despliegue de las redes y explotación de servicios, llevan a cabo un papel activo en este caso.

Como resultado del análisis que se realizará de la cadena de valor y los intereses, capacidades y actitudes de los actores, así como de la estructura del mercado, se plantean una serie de modelos de negocio teóricamente viables en donde cada posición de la cadena de valor es ocupada por uno o más actores de acuerdo sus intereses y capacidades. Dependiendo de cuanto de diferentes sean los modelos de negocio así identificados de los modelos de negocio planteados por los operadores tradicionales, nos encontraremos ante una tecnología disruptiva o, por el contrario, con dinámicas, mercados y evolución similares a los planteados en las tecnologías tradicionales.

Estos modelos de negocio teóricos sirven también de marco de referencia contra el cual confrontar y taxonomizar las diversas iniciativas, así como para realizar el análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que permita responder a la pregunta relativa a la viabilidad de este tipo de redes.

Así, pues, en resumen, el modelo de análisis planteado en la tesis, parte de identificar las capacidades potenciales y condicionantes derivados de cada uno de los aspectos implicados en la construcción de estas redes y servicios y arriba a conclusiones sobre los modelos de negocios viables, pasando por identificar las posibles cadenas de valor y los actores implicados en estos modelos identificados.

## 2.2 ETAPAS DE INVESTIGACIÓN

Para llevar a cabo el análisis descrito, se han seguido las siguientes fases mostradas en la Figura 2-2:

- *Búsqueda bibliográfica:* A lo largo del periodo de realización de la tesis se han recopilado, procesado y organizado gran cantidad de referencias sobre iniciativas enmarcadas en el ámbito de estudio. Si bien las referencias recopiladas son abundantes como se puede observar en el capítulo 10, muchas de ellas, dadas las características especiales del ámbito de estudio, no se corresponden con estudios científicos sobre el campo de estudio, sino que son publicaciones originadas en los promotores de las iniciativas bajo estudio, y han servido como fuente de evidencia empírica, aplicándose las correspondientes precauciones sobre la objetividad de la información presentada. En lo que respecta a fuentes documentales sobre la regulación y la tecnología sí se ha dispuesto de fuentes solventes como son los propios organismos de regulación, instituciones y publicaciones acreditadas en cada uno de los ámbitos.

- *Análisis de aspectos técnicos y sociales:* A partir de las referencias existentes, se ha realizado un análisis de las capacidades de las infraestructuras tecnológicas utilizadas, regulación y servicios que se pueden suministrar sobre estas redes, así como de los actores sociales que participan en su configuración y utilización

- *Análisis de mercado:* Los datos cuantitativos existentes identificados en la búsqueda bibligráfica permiten evaluar la situación actual del mercado, tanto en lo que respecta a demanda (clientes potenciales, extensión e intensidad de la utilización de estas redes), y a oferta, tanto de servicios (proveedores de servicios, variedad de oferta comercial, etc.), como en infraestructuras existentes (número de puntos de acceso, tecnología utilizada, etc.)

- *Identificación de cadena de valor:* A partir de la búsqueda de referencias y el análisis del estado de cada aspecto implicado, se ha organizado la información disponible para establecer la cadena de valor para la provisión de servicios sobre estas redes, así como los actores que ocupan las distintas posiciones de esta cadena de valor, dando lugar a diversos modelos de negocio.

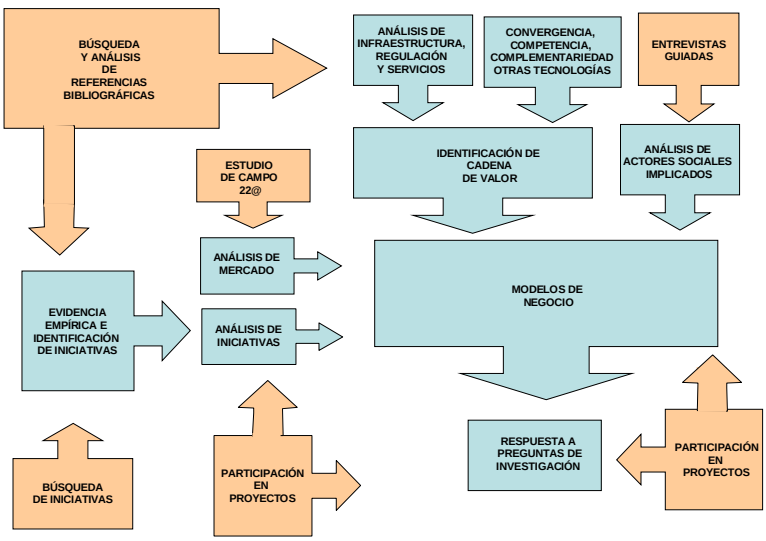



**Figura 2-2: Metodología de investigación aplicada**

*Fuente: Elaboración propia*

- *Modelos de negocio:* La ubicación de actores en la cadena de valor permite identificar los modelos de negocio posibles. Estos modelos de negocio se analizan y agrupan de acuerdo a sus características comunes, sirviendo de taxonomía. Cada una de las categorías identificadas en la taxonomía de modelos de negocio es analizada en lo que respecta a arquitectura, actores implicados, capacidad de crecimiento, viabilidad y tendencias, concluyendo en un análisis DAFO para cada modelo de negocio identificado.

- *Búsqueda de evidencia empírica en el contexto catalán.* Para aplicar los resultados obtenidos al caso catalán y poder identificar los principales factores que toman parte en la configuración de iniciativas, éxito, fracaso y tendencias, se han realizado varios trabajos de campo que han permitido completar el estudio y validar las conclusiones preliminares. En concreto, se han realizado las siguientes actividades de investigación:

    - *Análisis de iniciativas WiFi:* Se ha creado un inventario de iniciativas WiFi en Cataluña, tanto públicas como privadas y ciudadanas. En este inventario se han contemplado una serie de informaciones como el número de puntos de acceso, modelo de negocio, de facturación, etc., que han permitido realizar análisis cuantitativos para corroborar o refutar las conclusiones preliminares establecidas. El anexo I a la tesis presenta dicho inventario, así como datos de análisis extraídos sobre los datos recopilados.

    - *Levantamiento de radiomapa en distrito 22@*: Al objeto de poder disponer de datos sistemáticos sobre la implantación de redes WiFi, se ha realizado un levantamiento de radiomapa en el distrito 22@ de Barcelona, que ha permitido obtener información de primera mano sobre la tipología de los puntos de acceso implantados, correlación entre diversos parámetros y diferencias entre los actores que participan en dichos despliegues. En el anexo II se incluyen los datos más relevantes sobre el radiomapa realizado y las conclusiones obtenidas.

    - *Entrevistas a actores relevantes:* Se han llevado a cabo una serie de entrevistas de actores representativos que juegan o pueden jugar un papel relevante en la evolución de estas iniciativas en Cataluña para obtener su visión sobre su desarrollo hasta el momento, oportunidad e interés, y factores que actúan sobre su evolución. Los extractos de dichas entrevistas y el análisis de las posturas planteadas por estos actores se incluye en el anexo III y han sido utilizados principalmente para identificar las actitudes, capacidades e intereses de estos actores, que se analiza en el apartado 3.7.4.

- *Participación en proyectos de investigación en temas afines*. El modelo de operador neutral referenciado en el presente trabajo de investigación como una de las categorías de iniciativas WiFi ha merecido especial atención debido a que es la propuesta más novedosa en este campo y plantea posibilidades de crecimiento y despliegue de modelos organizativos alternativos especialmente interesantes. El autor se ha involucrado en los siguientes proyectos relacionados con su diseño e implantación de redes públicas WiFi en Catalunya:

    - *Proyecto Catalunya Oberta sense fils*: Realizado por la Universitat Pompeu Fabra y la Universitat Politècnica de Catalunya, a través de la Fundación I2CAT para la Generalitat de Catalunya, tiene como objetivo la implantación de un operador neutral WiFi de ámbito catalán con implantación en las principales universidades y realización de una experiencia piloto municipal.

    - *Proyecto* 22WiFi*:* Realizado por la Universitat Pompeu Fabra para el Ayuntamiento de Barcelona, tiene como objetivo la realización de una experiencia piloto de

implantación de operador neutral en el distrito 22@ de Barcelona en la cual participen diversas instituciones y empresas privadas.

- *Implantación de Operador Neutral en Universitat Pompeu Fabra:* El grupo de investigación en el que se encuentra encuadrado el autor ha implantado un modelo de operador neutral en la UPF al objeto de disponer de un banco de pruebas operativo con datos reales que permita obtener conclusiones y refinar la arquitectura y modelo de negocio a implantar en el resto de proyectos.

- *Colaboración con Localret en observatorio WiFi:* Desde la Universitat Pompeu Fabra el investigador ha participado en el desarrollo de un observatorio de tecnología y modelos de negocio basado en este tipo de redes que ha permitido acceder a información relevante e intercambiar puntos de vista con actores relevantes en este mercado, como son las administraciones locales.

El trabajo del investigador en estos proyectos se ha centrado especialmente en los modelos organizativo, de negocio y regulatorio a adoptar en dichas implantaciones, habiendo desarrollado las correspondientes propuestas que han servido de referencia para dichas experiencias.

- *Análisis de resultados y respuesta a preguntas de investigación.* A partir del conjunto de datos y trabajos de campo indicados, se ha validado el modelo propuesto y se ha respondido de forma ordenada a las preguntas planteadas al inicio de la investigación.

## 2.3 FUENTES DE INVESTIGACIÓN

En la Tabla 2-1 se resumen las principales fuentes utilizadas para llevar a cabo la investigación propuesta. Tal como se puede observar, las principales fuentes de la investigación realizada han sido:

- Referencias bibliográficas, estando centrado el valor añadido y la aportación al conocimiento para estas fuentes en interrelacionar los distintos aspectos estudiados para ayudar a comprender la dinámica conjunta de despliegue, explotación y utilización de redes y servicios basados en estas tecnologías.

- Análisis de documentación de iniciativas existentes. Se ha recopilado documentación pública existente de hotspots comerciales, iniciativas ciudadanas y redes municipales representativa de los modelos de explotación que se aplican actualmente al objeto de corroborar o refutar las tesis presentadas en los estudios académicos consultados.

- Análisis de campo. Se han realizado entrevistas a actores relevantes en el despliegue y explotación de estas redes en el ámbito catalán, así como levantamiento de radiomapas y recopilación de información sobre iniciativas existentes, coberturas y tecnologías utilizadas, para comprobar o refutar las conclusiones obtenidas de las fuentes anteriores, y aplicar a un ámbito geográfico sobre el cual el autor dispone de información estas conclusiones.

La selección de bibliografía tomada como referencia ha tomado como criterios de partida la disponibilidad pública de la información, solvencia de la fuente en el área de estudio tratada, y relevancia para el objetivo de investigación planteado. Para los aspectos tecnológicos se ha realizado búsqueda sistemática en instituciones de prestigio académico como el IEEE, mientras que para aspectos relacionados con la regulación, se ha tomado como fuente principal las distintas instituciones como la Comisión Europea o la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones que participan en la configuración de la regulación del despliegue de redes y operación de servicio. La documentación referente a redes públicas existentes se ha tomado tanto de estudios realizados sobre éstas, como de la documentación pública realizada por los actores que promocionan o comercializan éstas, comprobando su validez, siempre que ha sido posible, con fuentes adicionales.

En el último capítulo de la tesis se detallan las reseñas bibliográficas incluidas en la Tabla 2-1, incluyéndose un pequeño resumen de cada una de ellas.

Las fuentes de investigación que han sido creadas directamente por el autor de la tesis como parte del trabajo de investigación de campo realizado se incluyen en anexos I a III. En concreto, en el anexo I se indican los resultados obtenidos en el análisis de las diversas iniciativas WiFi desplegadas en Cataluña y la extensión de las redes y puntos de accesos desplegados en el momento de realizar la tesis. El anexo II muestra los resultados obtenidos, así como su análisis, en lo que respecta al despliegue de puntos de acceso en el distrito 22@ de Barcelona, que ha sido utilizado como evidencia empírica de la amplitud y características de los puntos de acceso desplegados actualmente. El anexo III incluye extractos de las entrevistas realizadas a personas representativas de los actores clave identificados, así como un análisis conjunto de los resultados obtenidos. Por último, en el anexo IV se describen algunas de las iniciativas más representativas como ejemplos de aplicación de los modelos de despliegue y explotación de redes públicas basadas en espectro libre identificados en la presente tesis.

| ***Área de investigación*** | ***Objetivo*** | ***Método*** | ***Fuentes más relevantes de datos*** |
|---|---|---|---|
| **Tecnología** | Identificación y características de tecnologías de acceso | ***Análisis de documentación técnica***<br><br>- Revistas IEEE<br>- Otras publicaciones especializadas en tecnologías de telecomunicación.<br>- Estudios sobre tecnología en Unión Europea, España y Cataluña.<br>- Documentación de suministradores | ***Referencias bibliográficas:***<br>[Chevillat et al., 02], [COIT, 04], [DPAC, 05], [Foerster et al, 01], [Gabriel, 04], [Gast, 05], [Intel, 04a], [Intel, 04b], [Intel, 05a], [Iqbal, 04], [Iyengar, 02], [Kivisaari, 04], [Lehr et al, 02, [Mobilian, 01], [Oliver et al., 05a], [Perez, 04], [Vázquez et al., 06] |
| | Identificación y características de tecnologías de backhaul | | ***Referencias bibliográficas:***<br>[Berberana, 06], [Cass, 05], [Ohrtman, 05], [Wanichkorn et al., 04] |
| | Identificación y características de tecnologías Software | | ***Referencias bibliográficas:***<br>[Balachandran et al., 05], [Barceló et al., 06b], [Battati et al, 03] [Cisco, 01b], [Dahle, 04], [Grob, 03], [Karvonen et al, 01], [Odlyzko, 00], [Odlyzko, 03], [Poongovan et al., 04] |
| | Modelos de interconexión | | ***Referencias bibliográficas:***<br>[Anton et al., 03], [Balachandran et al., 03], [Efstathiou et al., 03], [Frodigh et al, 00], [Infodev, 05], [Mah, 03], [Oliver et al., 06], [Ralli, 06], [Smura, 04], [Straathof et al., 05], [Vaugban-Nichols, 03], [WiFi Alliance, 04], [WirelessCommons, 03], [Sandvig et al., 04] |
| | Identificación y características de equipos terminales | | ***Referencias bibliográficas:***<br>[Anderson, 05], [APIE, 05], [Baran, 94] [Cinco Dias, 06], [El País, 06d], [Hammond et al., 06] [HTC, 06], [IDATE, 06] [Kerner, 05], [Microsoft, 06], [OLPC, 06] |
| **Regulación** | Identificación de aspectos claves de regulación del espectro | ***Análisis de legislación***<br><br>- Análisis de directivas comunitarias.<br>- Legislación en EEUU y resto del mundo. | ***Referencias bibliográficas:***<br>[Cortes Generales, 03a], [ART, 02], [ART, 03], [Benkler, 02], [Benkler, 98], [Bollier, 03], [MITC, 06b],[MITC, 06c], [ECC, 02], [ERC, 02b], [ERO, 02b], [FCC, 96], [Forge, 03], [Hazlett, 01], [IPTS, 05d], [Neto et al., 04], OCDE, 03], [Sandvig, 05] |

| ***Área de investigación*** | ***Objetivo*** | ***Método*** | ***Fuentes más relevantes de datos*** |
|---|---|---|---|
| | Identificación de aspectos claves de regulación del despliegue de red. | - Legislación española<br>- Decisiones y circulares de CMT.<br><br>***Estudios y referencias sobre los diversos aspectos de regulación de espectro, redes, servicios y competencia*** | ***Referencias bibliográficas:***<br>[Cortes Generales, 03a], [Camponovo et al., 05], [Gil-Loyzaga et al., 01] |
| | Identificación de aspectos claves de regulación explotación de servicio. | | ***Referencias bibliográficas:***<br>[Cortes Generales, 03a], [AGPD, 99], [CMT, 03c], [CMT, 04b], [Galperin, 05], [Hale, 05], [Mah, 03], [Peguera, 04], [SETSI, 02] |
| | Identificación de aspectos claves de regulación de la competencia | | ***Referencias bibliográficas:***<br>[Bar et al., 06], [CMT, 04a], [CMT, 03a], [CMT, 05a], [Cooper, 04], [La Vanguardia, 04] |
| **Servicios** | Identificación y caracterización de servicios | - ***Análisis de Referencias bibliográficas.***<br>- ***Análisis de oferta de iniciativas existentes.*** | ***Referencias bibliográficas:***<br>[Ahonen et al, 02], [Aibar, 02], [Analysys, 04], [Antilla, 04], [Booz Allen & Hamilton, 03], [Cachelogic, 05], [Delalonde, 01], [Deshpande et al., 02], [El País, 05], [Esteban, 01], [Gabeiras et al., 05], [Gaptel, 06], [Garg, 03], [Hohl, 01], [Hole et al., 04], [IDATE, 06], [Infante et al., 05a],[Odlyzko, 01], [UPF, 01] |
| **Análisis de mercado y extensión de redes y servicios** | Caracterización de oferta. Extensión, densidad y ubicación de puntos acceso | - ***Análisis de documentación técnica***<br>- ***Consulta en directorios de hotspots***<br>- ***Estudio de campo.***<br>- ***Consulta de estudios disponibles.*** | ***Directorios de hotspots:***<br>www.jiwire.com<br>www.wifihotspotlist.com<br><br>***Referencias bibliográficas:***<br>[Alven et al, 02], [CE, 06a], [Cinco Días, 05], [Cirt, 05], [CMT, 06a], [Herslow et al, 02], [Hotspotzz, 04], [IDC, 05a], [IDC, 05b], [IPTS, 05a], [ITU, 06], [Iwex, 06], [Maitland et al, 02], [Merrill Lynch, 04], [Morales, 06], [Morgan&Stanley, 05], [Muniwireless, 05a], [OCDE, 02], [Vnunet, 05], [Ofcom, 06]<br><br>***Estudio de campo:***<br>Levantamiento de radiomapa en distrito 22@ de Barcelona, obtención y análisis de datos obtenidos. Disponible en Anexo II. |

| ***Área de investigación*** | ***Objetivo*** | ***Método*** | ***Fuentes más relevantes de datos*** |
|---|---|---|---|
| | Caracterización de demanda y segmentación de usuarios | - ***Consulta de estudios disponibles.***<br>- ***Participación en proyectos*** | ***Referencias bibliográficas:***<br>[Balachandran et al, 02], [Biddlecombe, 03], [Blinn et al., 05], [COTEC, 05], [Ebcenter, 02], [Fuentes-Bautista et al., 05], [Gartner, 05], [Gesop, 06], [Martell, 03], [MITC, 06a], [Telefónica, 06a], [Yang, 04] |
| **Actores sociales** | Identificación de actores participantes, actitudes, intereses, capacidades | - ***Realización de entrevistas guiadas a actores relevantes.*** | ***Entrevista a actores relevantes:*** Jordi López (Localret), Ramon Roca (Guifi), Ramon Sagarra (Ayto. Barcelona), Ricard Ruiz de Querol (Telefónica), Josuè Sallent (ITCat), Jaume Sanpera (Eurona).<br><br>***Referencias bibliográficas:***<br>[Algoja, 00], [Baller, 06], [Camponovo, 02], [Camponovo et al, 02], [Camponovo et al, 03], [FTC, 06], [Gibbons et al., 06], [Intel, 05b], [Intel, 05c] [ITU, 03], [Karlson et al, 02], [Li et al, 02] [Maitland et al, 02], [Negroponte, 02], [NMRC, 05], [Noam, 01], [Olla et al, 02], [Paolini et al., 02], [Sandvig, 04], [Thorngren, 02] [Verhoosel et al., 03], [Verma et al., 02b],[Verma et al., 02a], [Himanen, 04], [Settles, 06] |
| **Modelos de negocio** | Identificación y análisis de modelos de negocio | - ***Seguimiento de foros relevantes.***<br>- ***Estudios y referencias.***<br>- ***Seguimiento de prensa especializada***<br>- ***Consulta en sedes de iniciativas existentes y documentación de proveedores de servicio.***<br>- ***Participación en proyectos*** | ***Referencias bibliográficas:***<br>[Barceló et al., 05], [Barceló et al., 06a], [Bar et al., 05], [Barnes, 02], [Battati et al, 05], [Bittlingmayer et al., 02], [Boingo, 02] [Boingo, 03], [Christensen, 97],[Christensen et al., 04], [Cisco, 01a], [Comesfà, 05], [Concourse, 02], [Cristóbal, 06], [Damsgaard et al, 06], [Edvardsen et al., 02], [Efstathiou et al., 03],[Eltrun, 05] [Eurescom, 03], [Fritsch, 05], [FTC, 06], [Herslow et al, 02], [Infante et al., 05b], [Kallio, 02], [Leon, 06], [Lehr et al, 04a], [Li et al, 02], [Oliver et al., 05a], [Orava et al, 03], [Pérez, 06], [Piconet, 02], [Rao et al., 03], [Ruiz, 06], [Shubar et al., 04], [Stone, 04a], [Tapia et al., 05], [Tilson et al., 04]<br><br>***Participación en proyectos:***<br>- Catalunya Oberta sense fils: Análisis operador neutral Catalunya.<br>- 22@WiFi: Experiencia piloto operador neutral en Barcelona.<br>- Universitat Pompeu Fabra: Despliegue red neutral UPF.<br>- Localret: Observatorio WiFi Catalunya. |

| Área de investigación | Objetivo | Método | Fuentes más relevantes de datos |
|---|---|---|---|
| **Análisis iniciativas existentes** | Identificación y análisis iniciativas Cataluña/España | - ***Búsqueda sistemática en sedes Web.***<br>- ***Estudios disponibles.***<br>- ***Directorios de iniciativas.***<br>- ***Seguimiento de prensa especializada.*** | ***Foros y revistas electrónicas:***<br>- Muniwireless: www.muniwireless.com<br>- Red libre: http://www.redlibre.net<br>- Localret: http://www.localret.es/informatiulocalret<br><br>***Referencias bibliográficas:***<br>[Ayto. Avilés, 06], [Ayto Torroella de Montgrí, 06], [Barrapunto, 03], [El País, 04], [El País, 06a], [El País, 06b], [El País, 06c], [Fomento de San Sebastián, 06], [Iblnews, 04], [Intel, 02], [Localret, 04], [Naughton, 06], [Ruiz, 05] |
| | Identificación y análisis iniciativas resto del mundo | - ***Seguimiento de foros relevantes.***<br>- ***Estudios y referencias.***<br>- ***Seguimiento de prensa especializada.*** | ***Foros y revistas electrónicas:***<br>Muniwireless: www.muniwireless.com<br>Wireless Internet Institute: http://www.w2i.org<br>Free Networks: http://www.redlibre.net<br>Localret: http://www.localret.es/informatiulocalret<br><br>***Referencias bibliográficas:***<br>[Bar et al., 06], [Best, 03], [Boston, 06] [Cass, 05], [Cloud, 03], [Cooper, 04], [Fuentes-Bautista et al., 05], [Gobierno Vasco, 05], [Govern d'Andorra, 06], [Kawamoto, 06], [Khariff, 06], [Lehr et al, 04b], [Liu, 03], [Michelson, 02], [Marshall, 06], [Muniwireless, 04a], [Muniwireless, 04b], [Muniwireless, 05a], [Muniwireless, 05b], [Muniwireless, 05c], [Muniwireless, 05c], [Muniwireless, 06a], [Muniwireless, 06b], [Muniwireless, 06c] [Peretz, 02], [Portland, 05], [Priest, 04], [Raman et al., 07], [San Francisco, 07] [Shamp, 04], [Shubar et al., 04], [St Clair, 03], [Stone, 04b], [Tropos, 05], [Tuerck et al., 04], [W2i, 03], [W2i, 05], [Wentworth, 05], [Wireless Philadelphia, 05] |
| **Convergencia/ competencia con otras tecnologías** | Identificar relaciones entre diversas tecnologías | - ***Análisis de Referencias bibliográficas.*** | ***Referencias bibliográficas:***<br>[Bauer et al, 04], [Bergkwist et al., 02], [Gunasekaran et al., 05], [Jansen et al, 05],[Europa Press, 06] [Lehr et al., 03], [Observer, 06], [Uma Technology, 06], [UMTS Forum, 00a] |

**Tabla 2-1: Fuentes de información utilizadas**

***Fuente: Elaboración propia***

## 2.4 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO

La presentación del resultado de la investigación realizada se ha organizado de la siguiente manera:

En el primer capítulo se ha establecido el ámbito y alcance de la tesis, habiéndose planteado las preguntas que motivan la investigación realizada. En el presente capítulo se ha descrito el enfoque metodológico adoptado para abordar la investigación, así como las fases que se han llevado a cabo y fuentes utilizadas.

En el capítulo que se incluye a continuación (apartado 3) se analizan los factores técnicos y regulatorios implicados en la construcción y uso de este tipo de redes. El capítulo 4 se centra en analizar los factores económicos implicados en el despliegue y explotación de estas redes. A partir de las capacidades tecnológicas y las posibilidades y restricciones regulatorias y económicas, en el apartado 5 se describe y analiza la cadena de valor sobre la cual pueden posicionarse los diversos actores para configurar modelos de negocio que hacen uso de redes públicas inalámbricas de uso libre.

La visión de la tecnología por parte de estos actores sociales, así como sus capacidades, limitaciones e intereses, se presenta y analiza en el capítulo 6, obteniéndose como resultado las posibles ubicaciones en la cadena del valor para cada actor. En el capítulo 7 se analiza la evidencia existente sobre la oferta real de servicios y extensión de redes, así como las características de la demanda por parte de los usuarios.

A partir de la cadena de valor obtenida en el capítulo 5, del análisis de actores realizado en el capítulo 6 y el análisis de mercado realizado en el capítulo 7, el capítulo 8 muestra y analiza los modelos de negocio aplicados habitualmente en este tipo de redes, evaluándose su potencialidad de crecimiento, capacidades, limitaciones y tendencias.

La respuesta a las preguntas planteadas en el primer apartado de la tesis se realiza de forma argumentada en el capítulo 9, resumiéndose la principales conclusiones obtenidas en el capítulo 10 y mostrándose las líneas de investigación futura en el capítulo 11.

Los capítulos 12 y 13 presentan las referencias bibliográficas utilizadas a lo largo de la tesis, así como el glosario de términos.

Los anexos a la tesis incluyen los trabajos de campo realizados para investigar la situación existente en Cataluña en lo que respecta al despliegue de redes públicas inalámbricas basadas en uso libre del espectro, así como descripciones de iniciativas reprentativas de los modelos de negocio identificados. El Anexo I muestra las iniciativas existentes en Cataluña, públicas, privadas y ciudadanas, analizándose sus principales características, especialmente aquellas que son diferenciales con el panorama internacional. El anexo II resume los resultados obtenidos en el levantamiento de un radiomapa del distrito 22@ de Barcelona y en el anexo III se incluye el extracto de las entrevistas a actores relevantes en el despliegue, operación y explotación de este tipo de redes en el territorio catalán. Por último, el anexo IV describe algunas de las iniciativas representativas de los diversos modelos de despliegue y explotación de las redes públicas basadas en uso de espectro libre.

# 3 FACTORES TÉCNICOS Y REGULATORIOS

El objetivo de este apartado es realizar un análisis cualitativo de los distintos aspectos que condicionan el despliegue, operación y explotación de las redes públicas WiFi, al objeto de identificar las posiciones en la cadena de valor de provisión de servicio sobre este tipo de redes y fijar sus restricciones técnicas, regulatorias y de condiciones de suministro de servicios.

Al igual que en el resto de tecnologías, existen condicionantes y factores limitativos y potenciadores que van más allá de los estrictamente técnicos. En el análisis que se incluye, se han abordado los siguientes aspectos:

- ***Tecnologías de telecomunicación:*** Se analizan las capacidades y limitaciones de las diversas tecnologías inalámbricas que sustentan de este tipo de redes de acceso, así como las redes de transporte que permiten conectar estas redes de acceso, y los equipos terminales que se conectan a la red de acceso.

- ***Tecnologías software de gestión de servicios:*** Para hacer uso de las tecnologías de telecomunicación implicadas en las redes es necesario implantar sistemas informáticos que permitan gestionar la red y los servicios que se explotan sobre dichas redes, como la autenticación o la facturación. La disponibilidad y capacidades del software que realiza estas funciones son aspectos clave que inciden sobre la implantación de los diversos modelos de operación y explotación que permite la tecnología de telecomunicación.

- ***Modelos de interconexión:*** Las redes públicas WiFi en muchos casos se construyen como una agregación de subredes que están gestionadas por distintos actores, y que pueden ser explotadas por terceras partes, siendo ésta una de las características principales que diferencian a este tipo de redes de las desplegadas por los operadores tradicionales. Los distintos modelos de interconexión aplicables plantean diversas posibilidades de explotación, crecimiento y colaboración entre actores. En este apartado se tratan las distintas arquitecturas de interconexión para la infraestructura de transporte, para la autenticación distribuida, y para la colaboración entre distintos proveedores de servicio y proveedores de red.

- ***Regulación:*** El marco regulatorio fija las condiciones de utilización de la tecnología y de comercialización de servicios, restringiendo parte de los modelos de explotación y facilitando otros, por lo que el estudio de alternativas de operación y explotación se centra principalmente en aquellas permitidas por la legislación, identificándose también factores de debilidad en iniciativas existentes que incumplen algún aspecto regulado.

- ***Servicios:*** Las redes públicas WiFi, al igual que el resto de redes permiten y facilitan el suministro de diversos servicios, no soportando adecuadamente otros. El análisis de los servicios que se utilizan sobre estas redes permite identificar cuales son las restricciones y potencialidades en lo que respecta a servicios finales ofrecidos a los usuarios, cuestiones a considerar a tener en cuenta a la hora de explotar la red, plantear el modelo de negocio y dirigir la oferta de servicio a determinados segmentos del mercado.

- ***Ubicaciones:*** Habida cuenta del corto alcance de los puntos de acceso utilizados en este tipo de redes, la localización de éstos, que coincide directamente con la ubicación donde se ofrecerá el servicio, es determinante para definir el mercado hacia el cual se dirigen los servicios propuestos, así como la configuración de la cadena de valor y los modelos de negocio aplicados. Así por ejemplo, existen ubicaciones privilegiadas como las zonas comerciales o los hoteles, en los cuales los modelos que negocio que se aplican son distintos que en zonas de uso residencial.

- ***Relación con otras tecnologías de acceso:*** Los modelos de despliegue y de negocio para este tipo de redes están condicionados también por su capacidad de competir y complementar a otras tecnologías de acceso, tanto fijas como celulares (especialmente 3G), así como las tendencias existentes de convergencia en tecnologías y mercados.

Si bien en el presente apartado se realiza un análisis separado de los aspectos mencionados, en realidad existe una interrelación de condicionamiento mútuo entre todos ellos. Así, por ejemplo, las características de las tecnologías utilizadas están determinadas en parte por la

regulación, y determinan a su vez la capacidad de suministrar distintos servicios. Esta capacidad de desplegar servicios se concreta en propuestas por parte de los actores que despliegan redes. Los servicios son utilizados por los usuarios finales, que a su vez influyen en el desarrollo de la tecnología y la regulación para que éstas evolucionen de acuerdo a sus necesidades.

Aunque el análisis del modelo completo de interrelación y condicionamiento mútuo entre los distintos aspectos es complicado, dinámico, y dificil de establecer de manera sistemática, en el siguiente capítulo se analizan estas interacciones para establecer una taxonomía de iniciativas de despliegue y explotación de estas redes.

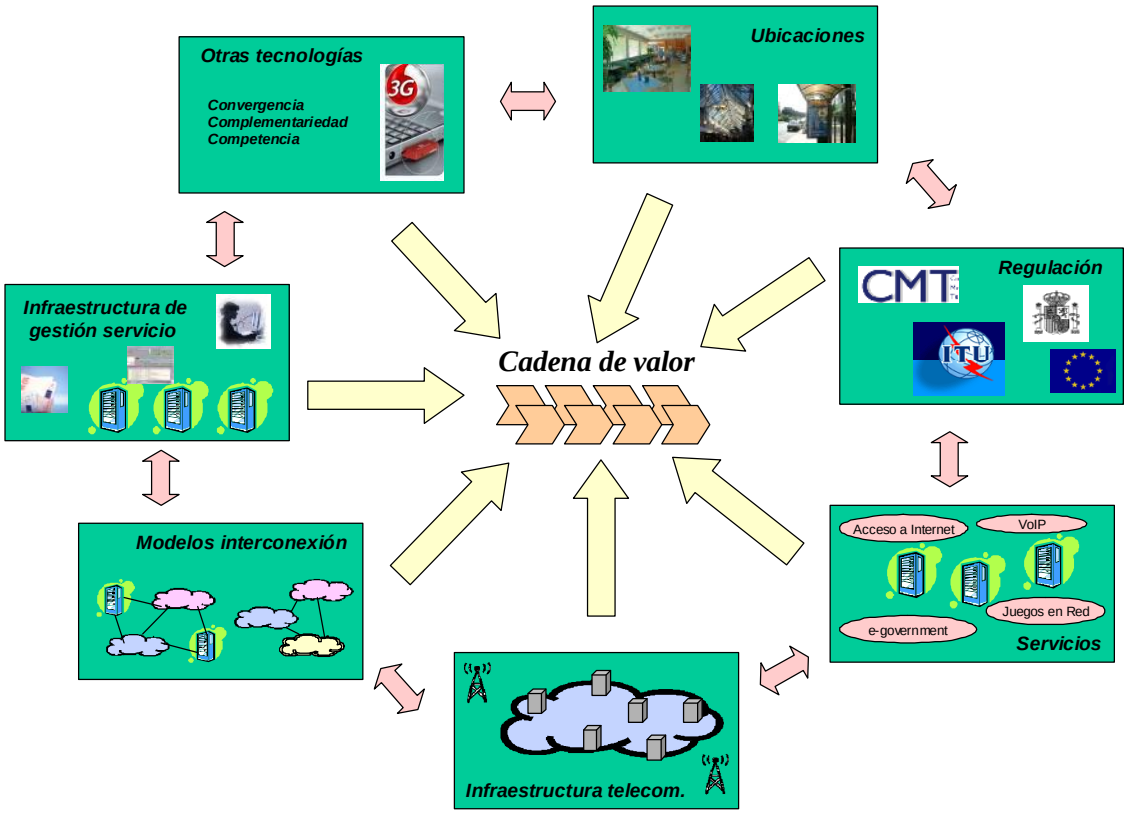



**Figura 3-1: Vistas de estado del arte en redes públicas WiFi**

***Fuente: Elaboración propia***

Para abordar este análisis, el enfoque adoptado se basa en identificar las principales características de cada uno de los aspectos contemplados en el presente apartado y, a partir de esta información, identificar los principales modelos de combinación de cada una de estas "piezas del puzzle" que se consideran viables. Estos modelos se presentan en el apartado dedicado a proponer una taxonomía para las iniciativas WiFi (capítulo 8) y establecen patrones de utilización de la tecnología, oferta de servicio, modelo de negocio, y actores implicados que operan en la actualidad y pueden tener éxito.

A continuación, pues, se analizarán los distintos aspectos implicados en el despliegue y operación de este tipo de redes de forma previa al establecimiento de una taxonomía de las iniciativas WiFi.

# 3.1 TECNOLOGÍA DE TELECOMUNICACIÓN

## 3.1.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se analiza la evolución y situación actual de las tecnologías de telecomunicación que son de aplicación para la implantación de redes públicas inalámbricas basadas en uso libre del espectro.

El análisis no pretende realizar aportaciones específicas en el ámbito técnico, sino que se centra en la identificación de los elementos tecnológicos que forman parte de estas redes, su madurez y perspectivas, así como su actuación como factores potenciadores o limitadores para la el despliegue y explotación de estas redes.

Al objeto de presentar de forma ordenada los aspectos relacionados con la tecnología de telecomunicación, el análisis se ha dividido en las siguientes partes que se ilustran en la Figura 3-2, de acuerdo con los modelos propuestos por otros autores como [Lehr et al., 03]:

***1.- Redes de acceso:*** Se analizan las tecnologías inalámbricas que permiten conectar el equipo terminal del usuario con el primer equipo de la red a través de la cual se suministran los servicios. Se corresponde con subredes de corto alcance que a su vez se conectan directamente a la red troncal o a redes de backhaul intermedias que permiten la conexión a las redes troncales.

***2.- Redes de backhaul:*** Son las redes, muchas veces basadas en servicios proporcionados por actores distintos a los que despliegan las redes de acceso, que permiten comunicar éstas con la red troncal, cuando las primeras se encuentran en ubicaciones distantes de dicha red troncal. Tal como se puede observar en la Figura 3-2 y se analiza en el apartado 3.1.5, existen diversas tipologías de redes de backhaul, dependiendo de la infraestructura disponible para conectar la red de acceso a las redes troncales.

***3.- Equipos terminales:*** Son los equipos utilizados por los usuarios para acceder a los servicios y conectarse a la red de acceso. La extensión y características de éstos, facilitan o dificultan el uso de las redes de acceso por parte de los usuarios.

***4.- Redes troncales de acceso a Internet:*** Son las redes de alta capacidad que permiten acceder a Internet o a los puntos de provisión del servicio. Habitualmente son proporcionadas por operadores de Internet como servicios mayoristas prestados en puntos de presencia de la red troncal o, más comunmente, mediante enlaces a estos puntos de presencia que suministran un ancho de banda de acceso a Internet. No son objeto de estudio de la presente tesis, al presentar características similares para todas las redes de acceso.

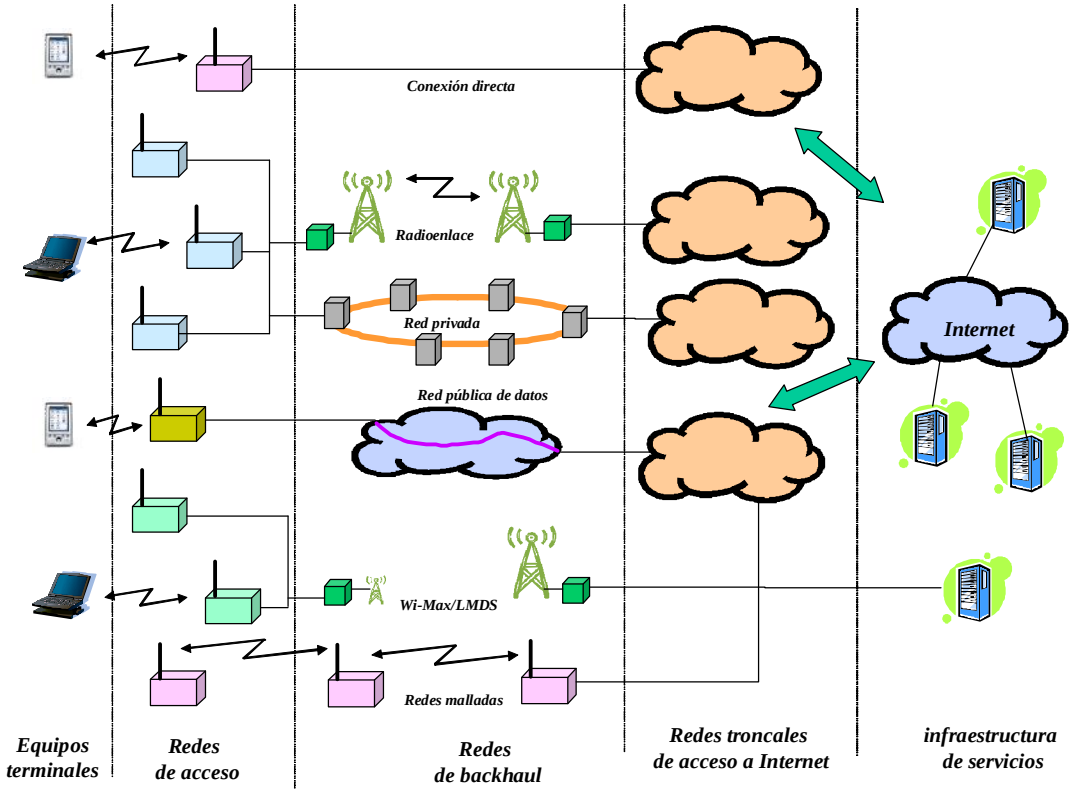



**Figura 3-2: Modelo para análisis de tecnologías de telecomunicación.**

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.1.2 REDES DE ACCESO

Las redes de acceso estan formadas por el primer conjunto de equipos que se comunican con los equipos terminales para agrupar el tráfico gestionado en estos equipos y entregarlo a redes de transporte y conmutación que suministren el servicio final. Presentan una capilaridad elevada, ya que deben suministrar conexión a los equipos terminales dónde estos se encuentren ubicados.

Hasta los años noventa, las redes de acceso para servicios interactivos se soportaban generalmente sobre medios de transmisión físicos, principalmente pares de cobre, cable coaxial y, excepcionalmente, para conexiones de alta capacidad, fibra óptica. Las restricciones técnicas que imponía el canal inalámbrico impedían contemplar un uso extensivo de las comunicaciones inalámbricas para suministrar servicios de comunicaciones a través de redes públicas, estando centrada su aplicación en servicios de difusión como la radio o la televisión o en servicios especiales como las comunicaciones marítimas, comunicaciones de fuerzas de seguridad o comunicaciones con ubicaciones remotas.

La miniaturización, abaratamiento y aumento de la capacidad de proceso en los circuitos integrados permitió a lo largo de los años noventa aplicar técnicas de codificación que facilitaban utilizar el canal inalámbrico inicialmente para transmisión de voz analógica (TMA) y radioenlaces fijos digitales y posteriormente, para la transmisión de voz digital (GSM) y servicios de acceso fijo inalámbrico (LMDS, MMDS y WLL).

Como resultado de esta primera “oleada” de redes de acceso inalámbricas, actualmente se dispone de redes celulares que soportan el acceso a través de los protocolos GSM, GPRS y UMTS que progresivamente van sustituyendo a la telefonía fija y suministrando servicios de datos cada vez más sofisticados.

Los principios de modulación de esta primera generación de redes de acceso inalámbrico hacen uso del espectro de forma no compartida y por tanto necesitan una asignación de espectro exclusiva, sin que pueda hacerse uso de la banda de frecuencia asignada de forma simultánea entre varias redes.

A principios de la presente década se empezaron a comercializar equipos que permitían la comunicación de datos utilizando de forma compartida el espectro. Una vez más, el aumento de la capacidad de proceso a menores costes, habilitó este avance tecnológico.

Los protocolos que soportan estos equipos se basan en técnicas de modulación de salto de frecuencia (FHSS y DSS), uso de múltiples portadoras (OFDM) y espectro ensanchado (UWB). En mayor o menor medida, todas ellas plantean una restricción importante de potencia con el objeto de poder evitar la interferencia entre equipos cercanos y aumentar la eficiencia espectral.

Según se describe en [Vaugban-Nichols, 03] y [Vázquez et al., 06], el resultado de la aplicación de estas técnicas de codificación ha sido disponer de equipos con las siguientes características:

- Permiten la comunicación de datos a cortas distancias con elevados anchos de banda. En general, las distancias cubiertas son del orden de decenas de metros y los flujos de información pueden alcanzar decenas de Mbps, siendo muy dependiente de la distancia y obstáculos existentes entre equipo terminal y de acceso.

- Gracias a su éxito comercial, el coste de estos equipos es muy bajo en comparación con los equipos de telecomunicación habituales.

- Al permitir el uso compartido del espectro, pueden operar en las bandas ISM (Industrial, Sicientific & Medical), para cuya utilización, tal y como se estudia en el apartado de regulación, no necesitan de licencia ni autorización previa, lo cual plantea una ventaja fundamental para su aplicación en el despliegue y utilización por parte de actores distintos de los operadores de telecomunicación tradicionales.

Las familias de protocolos que cumplen estas condiciones son las siguientes:

- ***IEEE 802.11*** : Comúnmente conocido como WiFi, por la concreción de aspectos abiertos de estos protocolos realizada por la WiFi Alliance para facilitar la interoperación entre equipos de distintos fabricantes. Son un conjunto de protocolos estandarizados por el IEEE diseñados originalmente para el despliegue de redes de área local inalámbricas.

- ***Hiperlan:*** Es la adaptación europea realizada por ETSI de la familia de protocolos IEEE 802.11x. Sus características son similares a las de IEEE 802.11 y fue diseñada con los mismos objetivos.

- ***Bluetooth:*** Desarrollado por Ericsson a mediados de los años 90 con el propósito de realizar comunicaciones inalámbricas de alcance menor que IEEE 802.11 y orientado al despliegue de picorredes entre equipos terminales y redes personales de corto alcance.

- ***IEEE 802.16:*** Este estándar, conocido bajo la denominación de WiMax es la propuesta del IEEE de evolución de los protocolos de redes fijas inalámbricas LMDS, MMDS y WLL, con soporte de itinerancia, mayor robustez (en teoría no necesita disponer de línea de vista directa entre equipos, si bien ésto es sólo válido para distancias pequeñas y frecuencias bajas) y uso de diversas bandas de frecuencias, entre ellas, las bandas de uso libre, ya que las técnicas de modulación utilizadas permiten el uso compartido.

- ***Flash OFDM (IEEE 802.20):*** Protocolo orientado especialmente a la transmisión de

datos en movilidad, basada en OFDM, al igual que WiMax.

- ***Zigbee (802.15):*** Este protocolo está diseñado con objetivos similares a los de Bluetooth, si bien está orientado a una gestión más eficiente de la potencia y un menor coste de despliegue, al objeto de extender su utilización para redes de sensores, equipos de bajo coste o con necesidades modestas de ancho de banda.

- ***Ultra Wide Band (UWB):*** Utiliza procedimientos de modulación basados en el uso de gran parte del espectro, aplicando potencias muy bajas que permiten que no se produzcan interferencias con otras comunicaciones.

Todas estas tecnologías de acceso tienen como característica común el poder hacer uso de las bandas del espectro de forma compartida con otros servicios. Cada una de ellas presenta particularidades específicas que las hacen más o menos adecuadas para su uso en redes públicas.

## Wifi (IEEE 802.11)

Este conjunto de protocolos es, con diferencia, el más extendido dentro de los que actúan bajo esquemas de espectro compartido, tanto en el despliegue de redes de área local en autoprestación, como en las redes públicas objeto de la presente tesis.

Los estándares principales que se utilizan en estas redes de acceso son tres:

- ***802.11b:*** Evolución del estándar inicial 802.11, basado en FHSS. Actúa en la banda ISM de 2,4 GHz y soporta un ancho de banda de 11 Mbps. Estandarizado en 1999, y basado en modulación DSSS, ha permitido desplegar una primera generación de redes de acceso de corto alcance.

- ***802.11a:*** Estandarizado también en 1999, actúa en la banda ISM de 5 GHz. Si bien al actuar en una banda superior su alcance es menor que el de 802.11b para potencias similares, el ancho de banda soportado es superior, 54 Mbps. Utiliza modulación OFDM.

- ***802.11g:*** Es la evolución de 802.11b y está diseñado para interoperar con éste, de manera que los equipos terminales que dispongan de 802.11b pueden comunicarse con puntos de acceso basados en 802.11g. Actúa en la misma banda de frecuencia y está basado en modulación OFDM, lo cual le permite alcanzar tasas de transferencia de 54 Mbps. Fue estandarizado en 2003 por parte del IEEE y en general, mejora las características de 802.11b, no sólo en ancho de banda, sino también en facilidades de gestión de la calidad de servicio y seguridad OCDE, 03].

El alcance para las potencias permitidas por la legislación es del órden de 100 metros para exteriores y de 30 metros para interiores en el caso de 802.11b y 802.11g, y menor en el caso de 802.11a (50 metros en exteriores y 15 metros para interiores). En ambos casos los alcances son muy dependientes de los obstáculos existentes, siendo mayores en zonas libres de obstáculos y reduciéndose el ancho de banda con la distancia. Según se indica en [Mobilian, 01], el radio viene a reducirse a la mitad cuando se utiliza la banda de 5 GHz, lo cual supone un despliegue mucho más elevado de puntos de acceso 802.11a respecto a 802.11b para suministrar la misma cobertura. Como se muestra en la Figura 3-3, para suministrar una cobertura equivalente con prestaciones similares en una zona determinada, es necesario desplegar cuatro veces más puntos de acceso de 802.11a.

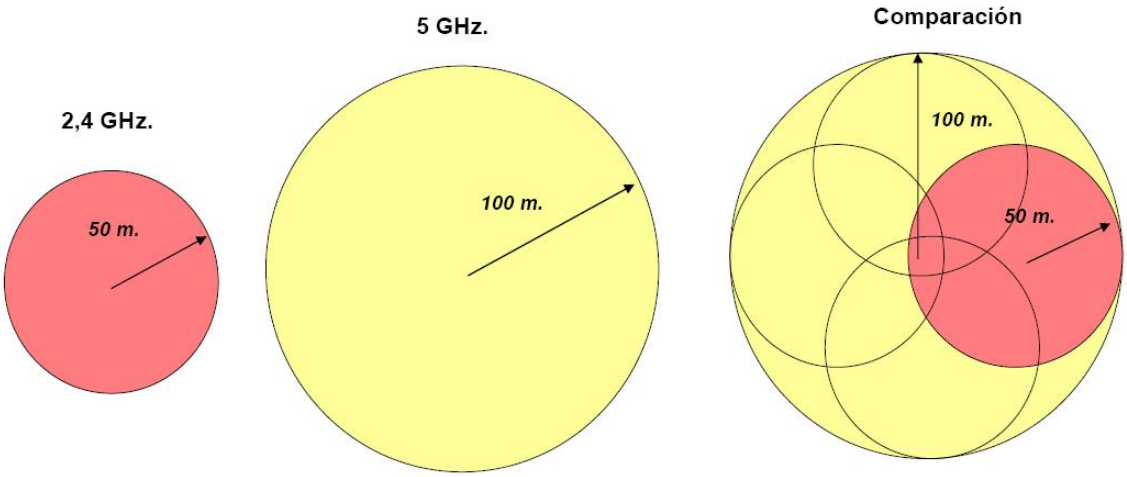



**Figura 3-3: Comparación de coberturas entre 802.11b/g y 802.11a**

***Fuente: Adaptación de [Mobilian, 01]***

Actualmente existe una base instalada amplia equipos terminales dotados de 802.11b en, que está siendo progresivamente sustituida por su evolución, 802.11g. La mayor parte de las redes públicas existentes se basan en uno de estos dos estándares, siendo 802.11g la elección en nuevas instalaciones por sus mejores prestaciones e interoperabilidad con 802.11b. Así, en el radiomapa del distrito 22@ de Barcelona realizado en Julio de 2005 y presentado en el anexo II de la presente tesis, el 74% de los puntos de acceso detectados soportaban 802.11g, siendo solo un 26% los que soportaban exclusivamente el estándar 802.11b.

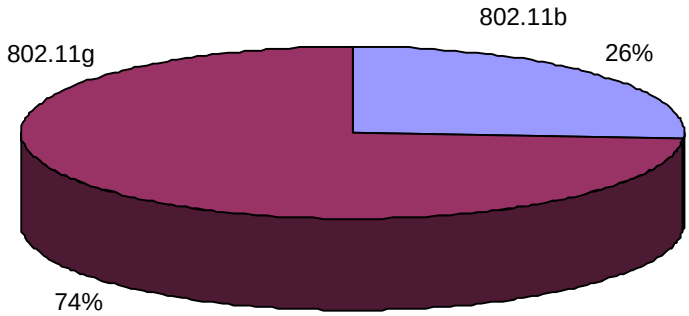



**Figura 3-4: Comparación de estándares soportados en distrito 22@ de Barcelona**

***Fuente: Elaboración propia***

No es habitual el utilizar el estandar 802.11a en redes de acceso para la comunicación con equipos terminales, por su escasa implantación en éstos y su menor alcance, si bien a veces es utilizado en redes malladas para extender la cobertura de la red, dado que la legislación permite un uso de potencias más elevadas en exteriores.

El IEEE ha estandarizado una serie de extensiones sobre estos protocolos para aumentar la seguridad (802.11i), facilitar la comunicación entre puntos de acceso para extender la cobertura de la red mediante modelos de redes malladas (802.11f), gestionar la potencia de transmisión (802.11h), y mejorar el control de la calidad de servicio en la capa de acceso al medio

(802.11e), estando en continua revisión y ampliación sus funcionalidades y características [DPAC, 05].

Un actor relevante en el desarrollo e implantación de estos estándares es la Wi-Fi Alliance (http://www.wi-fi.org), consorcio en donde participan la práctica totalidad de fabricantes de equipos que soportan estos protocolos, y que certifica la interoperación entre distintos fabricantes, asignando la denominación "Wi-Fi compliant" a aquellos equipos que cumplen las condiciones fijadas. Los mecanismos de certificación de interoperación permiten el uso de equipos de suministradores distintos y combinación de éstos tanto en la comunicación entre la red y los equipos terminales como en la configuración de la propia red, dinamizando el mercado de esta tecnologías.

Como futura evolución, destaca el protocolo 802.11n, basado en antenas MIMO (Multiple Input/Multiple output) que permitirán alcanzar anchos de banda de 100 Mbps. 802.11n aún se encuentra en proceso de estandarización, estando prevista para 2007 la aprobación del estándar oficial. No está aún definido si actuará en la banda de 2,4 GHz o en 5 GHz, lo cual definirá su interoperabilidad con 802.11g o 802.11a. Actualmente existen productos comerciales basados en especificaciones de fabricantes, pero, como es lógico no se encuentran aún extendidos [IPTS, 05b].

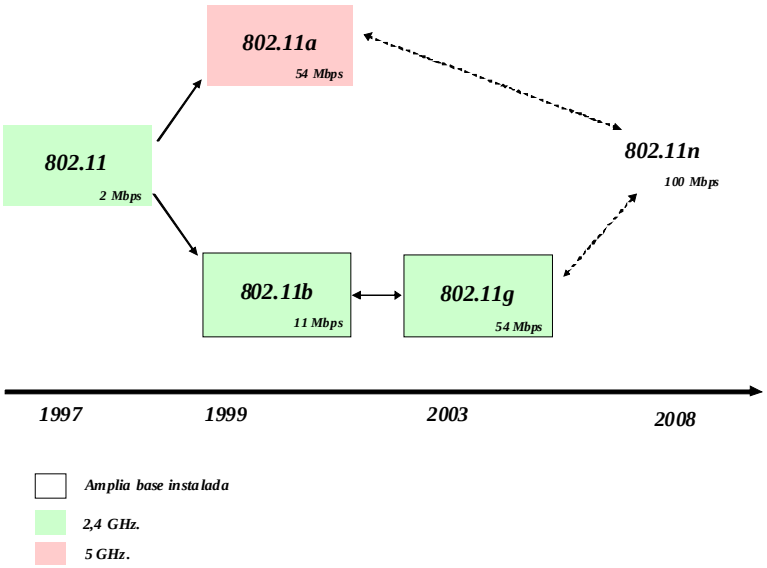



**Figura 3-5: Evolución de protocolos IEEE 802.11**

***Fuente: Elaboración propia***

En la figura anterior se esquematiza la evolución de esta familia de protocolos. Tal como se ha comentado y se mostrará en el apartado 7, actualmente el protocolo más extendido y en el que están basadas la mayor parte de las redes públicas inalámbricas es el 802.11g, que presenta un ancho de banda elevado similar a 802.11a, así como compatibilidad con la base instalada de 802.11b en equipos terminales. Si bien en un futuro es de prever la evolución hacia 802.11n, ésta aún no se ha producido.

## HiperLan (ETS 300 652)

HiperLAN fue desarrollado en 1996 en Europa como un protocolo de redes de área local inalámbrica con características superiores a las propuestas por IEEE 802.11. El estándar inicial,

HiperLAN/1 con tasas de transferencia de 20 Mbp. en la banda de los 5 GHz fue mejorado en 2002 dando lugar a Hiperlan/2, que soporta tasas similares a IEEE 802.11a, utilizando esquemas de modulación basados también en OFDM.

Tal como se muestra en la Tabla 3-1 , las características de cobertura y tasa de transferencia son muy similares entre IEEE 802.11a e Hiperlan. HiperLan presenta algunas características diferenciales como disponer de soporte a la autenticación, soportes de encriptación más robustos y mecanismos más sofisticados de gestión de la calidad de servicio respecto a IEEE 802.11a OCDE, 03].

A pesar de esta superioridad técnica, la base instalada de HiperLan/2 es muy baja debido por un lado a que no ha tenido un soporte firme por parte de la industria ni los fabricantes de equipos terminales, y por otro lado, a la dura competencia planteada por IEEE 802.11, cuya implantación temprana ha permitido aprovechar las economías de escala y la externalidad de la extensión de este tipo de redes [Iqbal, 04].

Como consecuencia de esta situación, ninguna de las redes públicas basadas en uso libre del espectro utiliza actualmente esta tecnología, al no encontrarse implantada en los equipos terminales ampliamente distribuidos, como sí es el caso de WiFi.

## Bluetooth (IEEE 802.15.1)

Bluetooth fue desarrollado por un consorcio de compañías (Ericsson, IBM, Intel, Nokia y Toshiba) con el objetivo de facilitar la comunicación entre dispositivos móviles como los teléfonos o las PDAs, ordenadores y otros periféricos [Bauer et al, 04].

Este procotolo actúa en la banda de los 2,4 GHz y soporta un ancho de banda menor que los de la familia 802.11 (hasta 700 Kbps), así como menores distancias y potencias al estar orientado hacia otros tipos de aplicaciones. Existen varias versiones de Bluetooth, siendo la de mayor alcance de hasta 100 metros en exteriores y de alrededor de 10 metros en interiores.

Bluetooth se encuentra muy extendido entre los teléfonos móviles de gama alta y media, así como en dispositivos periféricos, como los sistemas de telefonía sin manos o auriculares. Se dispone también de tarjetas y adaptadores USB para portátiles, y parte de las PDAs y ordenadores portátiles vienen equipados con capacidades para la interconexión a través de Bluetooth.

## WiMax (IEEE 802.16)

Este protocolo ha sido promocionado por un consorcio de fabricantes y operadores denominado WiMax Forum (www.wimaxforum.org), y se plantea como una evolución de las redes inalámbricas fijas (LMDS, MMDS, WLL) utilizadas con escaso éxito como alternativa a las redes de acceso fijo [Bauer et al, 04].

Tal como se muestra en la Tabla 3-1, WiMax permite operar en un amplio márgen de bandas, entre las cuales están incluídas las bandas ISM más utilizadas de 2,4 GHz y 5 GHz. WiMax permite alcanzar elevadas tasas de transferencia compartida entre usuarios, siendo del órden de 5 Mbps las tasas típicas contempladas por usuario, aunque es muy dependiente de la configuración del sistema. Los alcances pueden ser elevados, del rango de kilómetros, sin ser necesario disponer de visión directa, al utilizarse modulación OFDM.

Los fabricantes de equipos WiMax, como Alvarion (www.alvarion.com) , postulan este estándar como el futuro sustituto de WiFi, dado que puede operar en la banda de uso compartido sin necesidad de licencia, y las técnicas de modulación y de gestión de comunicaciones que aplica permiten disponer de una mayor robustez en las comunicaciones y una gestión más eficiente y

sofisticada del ancho de banda compartido por los usuarios.

Si se restringe el uso de WiMax a las bandas ISM aplicando las limitaciones de potencia marcadas por la regulación para esta región del espectro, el alcance también se restringe, siendo un poco más elevado que el planteado por WiFi para las mismas bandas, aunque no de los órdenes de magnitud presentados en la documentación comercial basada implícitamente en espectro licenciado, donde las potencias radiadas son mayores.

La primera version de WiMax fue estandarizada en 2004, habiendo sido estandarizado en 2006 el protocolo 802.16e, orientado a la movilidad. El WiMax Forum ejerce un papel similar a la Wi-Fi Alliance en lo que respecta a la certificación de interoperación de equipos. Sólo recientemente se han comenzado pruebas de interoperación entre equipos de distintos fabricantes y hasta el momento, sólo se dispone de instalaciones precomerciales orientadas a suministrar servicio de transmisión de datos a usuarios fijos. Se espera que para 2007 estén disponibles equipos WiMax que cumplan completamente con el estándar.

Si bien el escenario de sustitución de WiFi por WiMax es posible en un futuro, a corto y medio plazo no es previsible que se lleve a cabo por las siguientes razones:

- La planta existente de equipos terminales equipados con WiFi es elevada y creciente, lo cual incentiva a la implantación de WiFi en las redes de acceso, no estando difundidos por el momento los equipos terminales equipados con WiMax.

- Tal como se ha indicado, la principal limitación de WiFi como red de acceso, que es la escasa cobertura de los puntos de acceso, viene impuesta por las limitaciones de potencia que establece la regulación para el uso compartido del espectro, y es compartida con WiMax cuando se hace uso de esta banda, por lo que las ventajas de WiMax en comparación con WiFi utilizado en esta banda no resultan tan relevantes. En cualquier caso, los equipos que operan en la banda de 5,8 GHz, la que más probablemente utilizará WiMax en uso libre del espectro, no se encuentran aún certificados por el WiMax Forum.

Sí es probable, en cambio, que WiMax facilite la implantación de redes públicas inalámbricas basadas en uso exclusivo y licenciado del espectro, y tome el relevo de las tecnologías LMDS y MMDS que han fracasado comercialmente debido a la dificultad de suministrar una calidad de servicio a costes competitivos respecto a otras tecnologías como los accesos basados en cobre y fibra óptica. Este tipo de utilización de WiMax, queda fuera del alcance del presente documento, centrado en el uso compartido del espectro.

En el contexto de la presente tesis, WiMax puede ser relevante en un futuro cercano como tecnología de backhaul para conectar islas WiFi (conjuntos de puntos de acceso ubicados en una determinadas localización) con los puntos de provisión del servicio, ya que en este aspecto resulta especialmente ventajoso [Berberana, 06] el uso de WiMax. En el apartado dedicado a este tipo de infraestructura de backhaul se estudia su contexto de aplicación.

En lo que respecta a la utilización de WiMax en bandas ISM como tecnología de acceso para la última milla [Intel, 05a], es decir, comunicar con las ubicaciones donde se localizan los equipos terminales fijos o directamente con los equipos terminales, no existe evidencia de iniciativas que estén utilizando este tipo de soluciones, tanto por la escasa oferta comercial de equipos terminales equipados con estas tecnologías, como por el menor alcance de WiMax en estas bandas debido a las restricciones regulatorias en las potencias de emisión, que limitan su alcance, mayor que el de WiFi, pero aún así, limitado a distancias de cientos de metros.

## Zigbee (IEEE 802.15.4)

Zigbee está diseñado como un protocolo optimizado para la comunicación entre sensores y

sistemas de actuación y equipos a bajo coste, con cortos alcances (similares a los planteados por Bluetooth) y bajas tasas de transferencia (menores que Bluetooth). Este protocolo está diseñado para trabajar en las bandas de 868 MHz, 915 MHz y 2,4 GHz Dado que ha sido estandarizado recientemente no existe una base instalada amplia y su dominio de aplicación se centra en redes ad-hoc y malladas de gran cantidad de elementos orientado más a la comunicación máquina a máquina que a prestar servicios finales [DPAC, 05].

Por estas razones, Zigbee no es una tecnología adecuada para la prestación de servicios finales, siendo una tecnología que compite con Bluetooth en la gama de comunicaciones con bajas necesidades de velocidad, requisitos de consumo de potencia reducido y, especialmente, bajo coste de despliegue.

## Flash OFDM (IEEE 802.20)

Flash OFDM, como su nombre indica, utiliza modulación OFDM, al igual que WiMax, 802.11g y 802.11a y está orientada a trabajar en frecuencias más bajas que WiFi y WiMax, siendo sus bandas de trabajo 450 MHz, 700 MHz, 800 MHz, 1,99 GHz, 2,1 GHz y 2,3 GHz, correspondiendo a los 450 MHz. la banda que es de uso libre y compartido de acuerdo a la legislación. El uso de frecuencias bajas permite aumentar las coberturas, que como puede observarse en la tabla de comparación de tecnologías son bastante elevadas, sacrificando a cambio el ancho de banda, que se encuentra en el orden de 1 Mbps. Asimismo, está diseñada para su uso en movimiento con velocidades elevadas que permitirán su utilización en medios de transporte terrestres [IPTS, 05b].

Este protocolo se encuentra aún pendiente de estandarización, si bien existen productos comerciales pre-estándar de Flarion (su principal promotor). Su implantación actualmente es escasa y a nivel experimental.

Si bien Flash OFDM no es relevante como tecnología actual de despliegue de redes de acceso, puede llegar a serlo como una alternativa, al igual que WiMax, para redes de backhaul.

## Ultra Wide Band (IEEE 802.15.3)

Ultra Wide Band (UWB en adelante), se distingue del resto de tecnologías analizadas por utilizar un mecanismo de modulación basado en la transmisión de pulsos de corta duración que ocupan una banda amplia del espectro pero no interfieren con otras tecnologías de radio debido a la baja potencia de emisión [Foerster et al, 01].

La ventaja de poder ser utilizado en bandas muy amplias del espectro al no interferir con el resto de emisiones, permite disponer de una tasa muy elevada de transferencia, si bien el uso de potencias extremadamente bajas limita su alcance a un máximo de 20 metros en el mejor de los caso, siendo más habitual alcances del órden de metros.

Esta tecnología se encuentra en proceso de estandarización actualmente, no existiendo aún productos comerciales disponibles ni asignación de frecuencias en Europa, aunque sí en EEUU ([Iyengar, 02] [Kivisaari, 04]).

El corto alcance y su nula base instalada hacen que no sea aplicable para el despliegue de redes públicas. En un futuro cercano UWB puede ser un sustituto ventajoso de Bluetooth para la comunicación entre dispositivo, al encontrarse en los mismos rangos de cobertura, gestionar un ancho de banda menor y presentar un consumo de potencia muy bajo. El anuncio en 2005 del Bluetooth Special Interest Group de integrar UWB en su estandar [IPTS, 05b] hace prever una evolución a medio plazo en este sentido.

### 3.1.3 SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE ACCESO

En la Tabla 3-1 se muestran de forma resumida y comparada los principales aspectos que permiten evaluar la utilización de estas tecnologías para el despliegue de redes públicas basadas en uso libre del espectro.

| | Zigbee | Bluetooth | 802.11a | 802.11b | 802.11g | 802.11n | Hiperlan/2 | WiMax (ISM) | UWB | 802.20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo de Modulación | DSSS | DSSS/FHSS | OFDM | DSSS/FHSS | OFDM | SDM | OFDM | OFDMA | OFDM Multibanda | OFDMA |
| Banda del Espectro | 2,4 GHz | 2,4 GHz | 5,8 GHz | 2,4 GHz | 2,4 GHz | 2,4 GHz/5,8 GHz (pend. Definición) | 5,8 GHz | 5,8 GHz | 3-10 GHz | 450 MHz, 700 MHz, 800 MHz, 1.99 GHz, 2.1 GHz y 2.3 GHz |
| Tasa transferencia máxima (Mbps) | 250 Kbps | 721 kbps. | 54 Mbps | 11 Mbps | 54 Mbps | 200 Mbps | 54 Mbps | 100 Mbps | 500 Mbps | 1 Mbps |
| Tasa transferencia típica (Mbps) | 40 Kbps. | 500 Kbps | 20 Mbps | 5 Mbps | 30 Mbps | 100 Mbps | 45 Mbps | 5 Mbps | 100 Mbps | 1 Mbps |
| Estándar | Sí (2004) | Sí | Sí (1999) | Sí (1999) | Sí (2003) | No | Sí (2000) | Sí (2004) | No | No |
| Cobertura exterior | 10 a 100 m. | 10 a 100 m. | 50 m. | 100 m. | 100 m. | 100 m. | 100 m. | 3 Km. (*) | 20 m. | 2,5 Km. (450 MHz) |
| Cobertura interior | 10 m. | 10 m. | 10 m. | 30 m. | 30 m. | 30 m. | 30 m. | 30 m. | 10 m. | 25 Km. (450 MHz) |
| Base instalada red acceso | Muy baja | Muy baja | Baja | Elevada | Muy elevada | Inexistente | Inexistente | Muy baja | Inexistente | Inexistente |
| Modelo despliegue | Mallado | Ad-hoc | Hotspot | Hotspot | Hotspot | Hotspot | Hotspot | Celdas/ Sectorial | No definido | Celdas/ Sectorial |
| Extensión equipos terminales | Muy baja | Muy Elevada | Baja | Elevada | Muy elevada | Inexistente | Muy baja | Muy baja | Inexistente | Inexistente |

*(*) Con antenas direccionales*

**Tabla 3-1: Características de tecnologías de acceso en banda ISM**

***Fuente: Elaboración propia a partir de [Ralli, 06],[Merrill Lynch, 04], [Gunasekaran et al., 05], [Kivisaari, 04], [COTEC, 05], [DPAC, 05], [IPTS, 05a], [Chevillat et al., 02], [Gabriel, 04] y [COIT, 04]***

Los aspectos más relevantes para que la utilización de una determinada tecnología de acceso sea viable para desplegar redes públicas son tres:

***1.- Ancho de banda soportado:*** Se ha fijado como límite mínimo un ancho de banda compartido entre usuarios de 1 Mbps[1]. Este límite es flexible y, dependiendo de los servicios que se plantee suministrar, puede ser superior o inferior. En cualquier caso, los anchos de banda nominales compartidos inferiores a 1 Mbps pueden plantear problemas serios de suministro efectivo de servicio a tasas razonables en entornos reales y ser escasamente competitivos con tecnologías alternativas de acceso.

***2.- Alcance de puntos de acceso:*** Cuanto mayor sea el alcance de los puntos de acceso, menor será el número de ellos que hay que desplegar para suministrar servicio a conjuntos dispersos de usuarios y menor será el coste de instalación, que en el caso de estas tecnologías, está más ligado a los costes de instalación que al coste de los equipos en sí. Se puede considerar que entre 50 y 100 metros es una distancia mínima razonable para considerar económicamente viable un despliegue en una determinada ubicación. Dado que nos encontramos ante tecnologías inalámbricas, las distancias cubiertas varían mucho en función de si se opera en un entorno interior o exterior.

***3.- Base disponible de equipos terminales:*** Para que exista una masa crítica mínima de clientes potenciales, es importante que éstos dispongan de equipos que estén dotados de capacidades de comunicación con las redes a través de las cuales se provee el servicio. Una base instalada pequeña supone realizar un esfuerzo extra de comercialización de adaptadores para los equipos terminales que utiliza habitualmente el cliente, como los teléfonos, portátiles y PDAs.

En la Figura 3-6 se presentan de forma gráfica estos criterios aplicados a las tecnologías de acceso estudiadas. Se ha marcado con tonos de gris la base instalada de equipos terminales (a mayor tonalidad, mayor base instalada).

Tal como puede observarse, actualmente sólo las tecnologías WiFi IEEE 802.11b y su evolución IEEE 802.11g cumplen las condiciones exigidas, al ser su tasa de transferencia elevada y superar los umbrales mínimos de cobertura. WiMax (IEEE 802.16), Flash-OFDM (IEEE 802.20) y la evolución de 802.11, IEEE 802.11n cumplen también estas condiciones, pero no disponen de la amplia base instalada de IEEE 802.11b y IEEE 802.11g que actúa como mercado potencial de las redes basadas en estas tecnologías.

Si bien Bluetooth dispone también de una elevada base instalada de equipos terminales, el escaso alcance y ancho de banda que ofrece resulta insuficiente para su utilización como soporte de red pública de acceso, no estando prevista su evolución para suministrar el ancho de banda y coberturas en que se mueve IEEE 802.11g.

[1] *No es posible establecer de antemano un ancho de banda para cada usuario, ya que al compartir todos ellos el medio de transmisión (el aire), la capacidad del canal se reparte entre todos los usuarios que se conectan al equipo de acceso, pudiendo segmentarse la capacidad entre ellos de forma rígida o flexible en función de los usuarios conectados y las necesidades de ancho de banda de cada uno.*

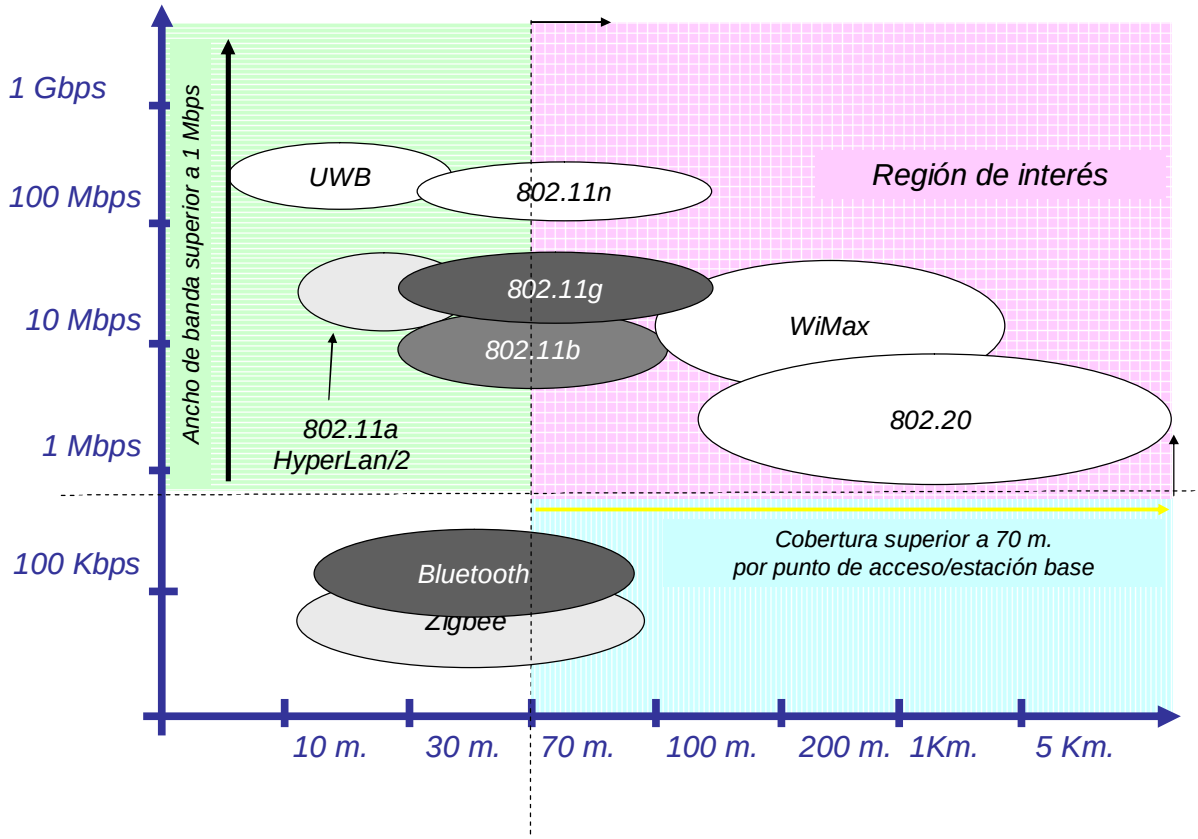



**Figura 3-6: Comparación de tecnologías de acceso**

***Fuente: Elaboración propia a partir de [Ralli, 06],[Merrill Lynch, 04], [Gunasekaran et al., 05], [Kivisaari, 04], [COTEC, 05], [DPAC, 05], [IPTS, 05a]***

Así pues, los condicionantes técnicos marcan que este tipo de redes esten basadas actualmente en IEEE 802.11g, superior técnicamente a IEEE 802.11b e interoperable con éste. Si bien es posible que en un futuro WiMax pueda ir sustituyendo a este tipo de redes, es más probable que las complementen y la evolución se plantee hacia IEEE 802.11n.

La evolución actual de los estándares de IEEE 802.11 muestra además que tiene planteado un camino claro de evolución y mejora gradual que permitirá que los productos basados en esta tecnología puedan apoyarse en la interoperación con la base instalada para introducir mejoras en los servicios proporcionados, tal como ha sucedido con la evolución de IEEE 802.11b a IEEE 802.11g.

### 3.1.4 EQUIPOS TERMINALES

Los equipos terminales son los dispositivos de que dispone el usuario para conectarse a la red y acceder a los servicios. Como es lógico, los equipos terminales deben disponer de capacidades de conexión con las redes de acceso, por lo que para poder acceder a los servicios que prestan las redes públicas basadas en las redes de acceso analizadas anteriormente, el equipo terminal debe soportar actualmente alguno de los estándares WiFi descritos en el apartado 3.1.2.

Las capacidades de comunicación, evolución y volumen del parque de equipos terminales son relevantes en el análisis de la viabilidad y configuración de este tipo de redes, ya que marcan la cota máxima del mercado potencial de los servicios que se pueden prestar a través de estas redes, así como sus limitaciones o potencialidades de uso.
Atendiendo a las diversas características de los terminales, éstos pueden clasificarse principalmente en función de su grado de movilidad, versatilidad para acceder a distintos servicios, capacidad de interconectar con otras redes de acceso fijas o celulares, etc. En la Tabla 3-2 se muestran los equipos terminales más extendidos, que disponen o pueden disponer de capacidades de comunicación con redes de acceso inalámbricas basadas en espectro de uso libre, junto con su cualificación respecto a los parámetros indicados.

| | ***Grado de movilidad*** | ***Servicios disponibles*** | ***Tecnología de acceso soportadas*** | ***Soporte WiFi*** | ***Parque existente*** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Ordenadores fijos** | *- (=)* | **** (-)* | *** (=)* | *** (=)* | **** (=)* |
| **Ordenadores portátiles** | *** (-)* | **** (=)* | **** (-)* | **** (-)* | *** (-)* |
| **PDAs** | **** (=)* | *** (=)* | *** (-)* | *** (-)* | ** (=)* |
| **Teléfonos móviles** | **** (=)* | ** (-)* | ** (=)* | *- (=)* | **** (-)* |
| **Teléfonos inteligentes** | **** (=)* | *** (-)* | ** *(-)* | *** (-)* | ** (-)* |
| **Terminales tipo Blackberry** | **** (=)* | *** (-)* | ** *(-)* | *** (-)* | ** (-)* |
| **Videoconsolas** | **** (=)* | ** (-)* | ** (-)* | ** (-)* | ** (-)* |

*Leyenda:*
**** : Elevado.*
**: Escaso.*
*(=,- ): Tendencia a medio plazo*

**Tabla 3-2: Características de equipos terminales**

***Fuente: Elaboración propia***

Como puede observarse en los datos suministrados en [Ofcom, 07a] y mostrados en la siguiente figura, los equipos terminales más utilizados para el acceso inalámbrico a Internet, son los ordenadores portátiles y los teléfonos móviles. En el primero de los casos el acceso se suele realizar a través de WiFi, mientras que en el caso de los teléfonos móviles la tecnología utilizada está basada en 3G, GPRS o HSPDA, todas ellas tecnologías celulares licenciadas.

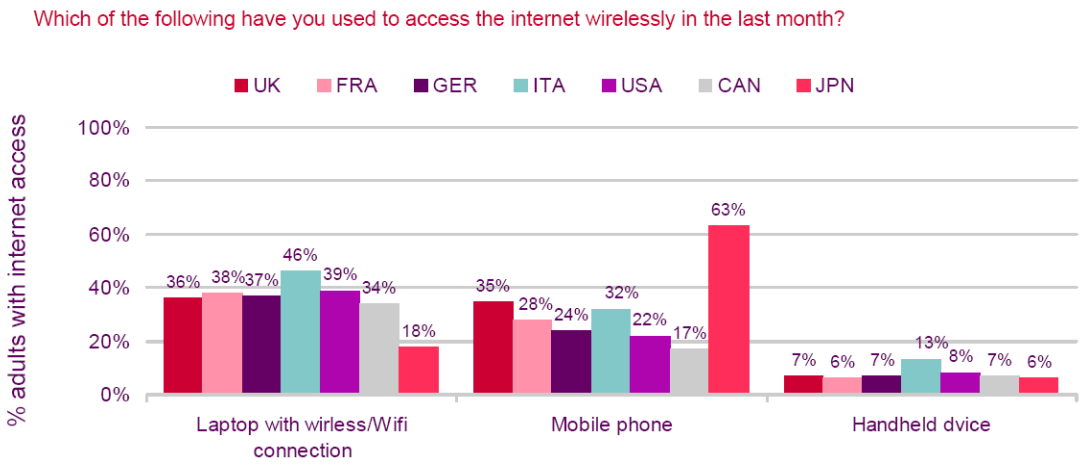



**Figura 3-7: Dispositivos para acceso inalámbrico en diversos países**

***Fuente: [Ofcom, 07a]***

A continuación, se analizará cada uno de estos tipos de equipo terminal con el objetivo de identificar cuáles son los más adecuados para su utilización en este tipo de redes y qué potencialidades y limitaciones introducen.

## Ordenadores fijos

El ordenador fijo es el equipo terminal más extendido actualmente en el mundo para acceder a servicios basados en comunicación de datos. Debido a que estos equipos terminales permiten una movilidad muy baja, el uso de redes de acceso WiFi para acceso a servicios está habitualmente limitado a las siguientes situaciones:

- Conexión residencial de corta distancia (generalmente dentro del domicilio) entre el ordenador y el punto de entrada de redes fijas de acceso (como ADSL o cable-módem). La configuración habitual en este caso es el despliegue de un punto de acceso WiFi conectado al módem ADSL o cable módem, que suministra servicio a uno o más ordenadores mediante comunicación inalámbrica.

- Conexión par-a-par entre equipos. Las facilidades disponibles en WiFi para emparejar y comunicar equipos entre sí, se están empezando a utilizar para acceder desde otros equipos (home-cinemas y ordenadores especializados en la gestión de información multimedia) a ordenadores que actúan como servidores de otros equipos, principalmente orientados al ocio.

Raramente es ventajoso hacer uso de redes públicas inalámbricas para acceder a servicios de telecomunicación como el acceso a Internet o al correo electrónico desde un ordenador fijo, siendo más adecuado, cuando está disponible, el uso de redes fijas como el XDSL o el cable que aventajan a WiFi en prestaciones (ancho de banda y calidad de servicio) y disponibilidad de oferta comercial.

Así pues, los ordenadores fijos actúan como incentivador de la demanda de redes públicas fijas más que de la de las redes públicas inalámbricas, ya que se utilizan en el domicilio y el trabajo, dónde suele disponerse de servicios de telecomunicación sobre red fija con mejores prestaciones que las ofrecidas por las redes públicas inalámbricas.

En aquellos casos en que no se dispone de oferta de conectividad basada en red fija a precios razonables, tiene interés el uso de las redes públicas WiFi de acceso a estos servicios. Estos casos están en general limitados a zonas rurales sin cobertura de XDSL y no suponen

actualmente una aportación relevante a la demanda ni la oferta de estas redes, más centrada en el usuario itinerante que disponga de equipos dotados de movilidad en mayor o menor grado.

El bajo coste de los puntos de acceso WiFi ha permitido un despliegue muy elevado de estos ellos para cubrir la conexión entre el módem XDSL o de Cable y el ordenador fijo en el domicilio. En este caso el punto de acceso no es utilizado como infraestructura de red pública, ya que su uso se centra en disponer de una red de área local en el domicilio. Tal como se muestra en el análisis de mercado realizado en el capítulo 7 y en el análisis de campo incluido en el anexo II, la demanda de conexiones fijas para PCs fijos o portátiles, ha derivado en la disponibilidad de una cantidad elevada de puntos de acceso residenciales que bajo determinados modelos de explotación como el planteado las comunidades wireless o FON, puede ser utilizado como red de acceso pública.

El uso de WiFi en entorno residencial para conectar ordenadores fijos ha facilitado que sus usuarios sean más proclives a utilizar otro tipo de equipos terminales portátiles como los laptops, PDAs y teléfonos WiFi, al acostumbrarse al uso de esta tecnología, lo cual incentiva la demanda de redes públicas WiFi.

Así, por ejemplo, según se muestra en el eurobarómetro de 2005 [CE, 06a], la proporción de hogares que disponen sólo de ordenadores portátiles es inferior al porcentaje de hogares que disponen de ordenador fijo y portátil, usándose el ordenador portátil como un complemento del ordenador fijo en este segundo caso.

En resumen, los ordenadores fijos actúan como incentivadores indirectos tanto de la oferta de redes de acceso WiFi bajo determinados modelos de explotación, como de la demanda, al actuar el equipamiento WiFi, desplegado en combinación con las redes de banda ancha fija como catalizador para la adquisición y utilización de terminales móviles, no siendo relevante el uso de los ordenadores fijos para acceder a servicios de banda ancha proporcionados directamente a través de redes WiFi.

## Ordenadores portátiles

El grado de extensión de ordenadores portátiles equipados con WiFi está reconocido como uno de los factores relacionados directamente con la demanda de redes WiFi. Así, por ejemplo, en [Villaba, 03], se cita un estudio realizado por Forrester en 2003 en dónde se achaca a la escasez de Laptops en el mercado europeo el posible fracaso futuro de las redes públicas WiFi.

A pesar de las predicciones de Forrester, durante los últimos cinco años los ordenadores portátiles se han extendido ampliamente como sustitutos del ordenador fijo, debido al aumento de prestaciones que han crecido en paralelo a la disminución de los precios.

En la actualidad, en los países occidentales se comercializa un número mayor de ordenadores portátiles que de ordenadores fijos, siendo de alrededor de cinco millones el parque en uso actualmente en España y habiéndose alcanzado en 2006 un nivel de ventas similar al de los ordenadores fijos [APIE, 05]. En 2003 se contabilizaban en Europa un total de 45 millones de ordenadores portátiles, con alrededor de 10 millones de ventas cada año [Merrill Lynch, 04].

En general, las tendencias identificadas apuntan hacia una progresiva sustitución del ordenador fijo por el portátil, tanto en el entorno empresarial como en el residencial, y tanto en el mercado español como en el resto de mercados [Aragón, 06].

Tal como se muestra en la Tabla 3-2, el ordenador portátil tiene unas características que lo hacen especialmente adecuado para su conexión, ocasional o regular a redes inalámbricas basadas en WiFi:

- Al igual que el ordenador fijo, dispone de pantalla y teclado adecuados para el acceso a los servicios de Internet más utilizados (correo electrónico y búsqueda de información), así

como todo tipo de servicios multimedia, que exigen un ancho de banda elevado.

- Al contrario que el ordenador fijo, dispone de una cierta movilidad, que aunque menor que la de las PDAs y los teléfonos móviles, permite que el usuario pueda transportar el terminal y conectarse desde diversas ubicaciones, satisfaciendo gran parte de las necesidades de itinerancia para el acceso a los servicios.

- Este tipo de equipos terminales dispone de las mismas capacidades de conexión a redes fijas que los ordenadores fijos (la tarjeta Ethernet cumple esta función), comercializándose también tarjetas de conexión vía GPRS y UMTS a redes de telefonía móvil, al objeto de poder aprovechar la movilidad de estos equipos para acceder a servicios de telecomunicación desde cualquier ubicación donde existan redes de acceso de este tipo. Esto supone una versatilidad grande, que facilita que el usuario se independice de la tecnología de telecomunicación para acceder a los servicios.

- Si bien en un principio era necesario adquirir equipamiento adicional para conectarse a este tipo de redes (tarjetas PCMCIA), la oferta actual de ordenadores portátiles incluye ya capacidades de conexión WiFi integradas. Intel, el mayor fabricante mundial de microprocesadores la incluye directamente en la arquitectura Centrino, con lo cual la mayor parte de los laptops que se venden actualmente están directamente equipados con WiFi (según se indica en [Merrill Lynch, 04], en 2004 el 100% de los portátiles vendidos por Dell y el 80% de los portátiles de Hewlett-Packard disponían de WiFi integrado).

En la Figura 3-8 puede observarse la distribución de equipos portátiles y fijos en los hogares europeos en 2005, destacando el elevado porcentaje de equipos portátiles en los países más avanzados en incorporación a la sociedad de la información.

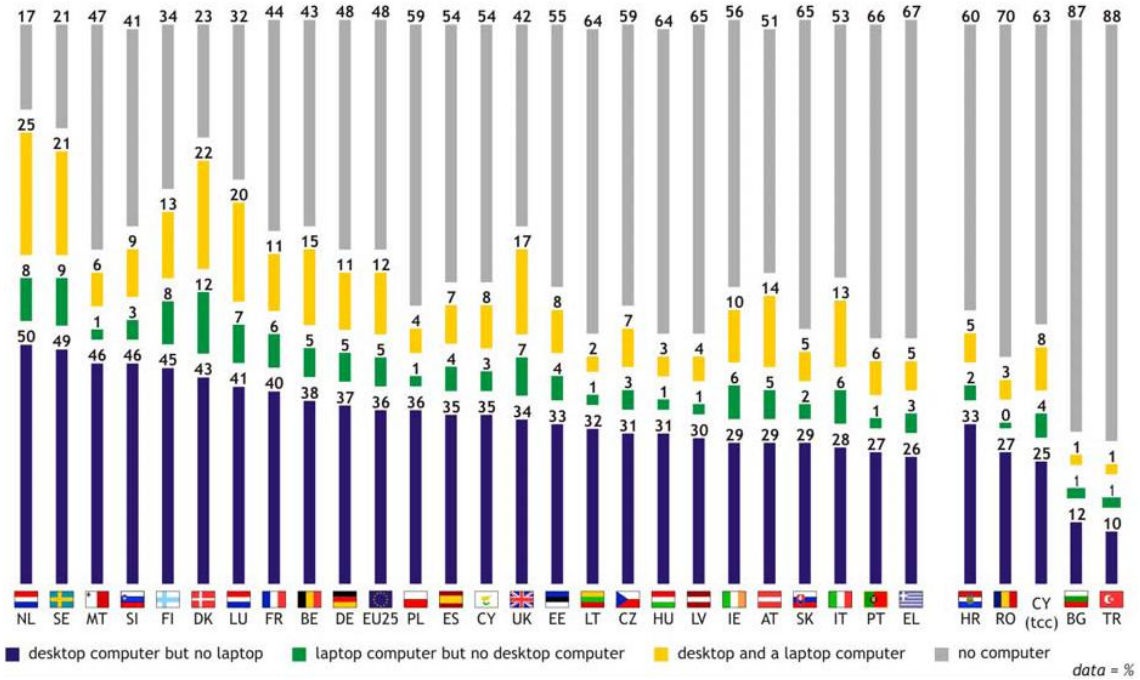



**Figura 3-8: Ordena portátiles y fijos en hogares europeos**

***Fuente: [CE, 06a]***

Se observa pues que los ordenadores portátiles son actualmente y serán cada vez más uno de los tipos de equipos terminales más adecuados para el acceso a servicios de telecomunicación mediante WiFi.

En un futuro cercano los portátiles estarán especialmente adaptados para utilizar las capacidades de la nueva generación de WiFi, el 802.11n, al estar basadas en el uso de antenas

MIMO, cuyo espaciamiento para las frecuencias de trabajo es del órden de 15 cm., más adaptado a las dimensiones de estos dispositivos que a las de PDAs y teléfonos inteligentes [IPTS, 05b].

Los Tablet PC pueden considerarse un caso particular de ordenadores portátiles en los que se prima especialmente la movilidad y el uso itinerante de los equipos mediante la conexión a redes WiFi. Si bien hasta el momento han tenido un éxito comercial limitado, nuevas iniciativas en este sentido como el tablet PC ligero 770 de Nokia [Muniwireless, 06b], el proyecto Origami de Microsoft [Cinco Dias, 06], o la iniciativa del MIT para el desarrollo de tablet PCs de bajo coste equipados con WiFi para el tercer mundo [OLPC, 06], pueden suponer que estos dispositivos adquieran un mayor protagonismo. En cualquier caso, actualmente, no son un incentivador específico de la demanda.

Así pues, los ordenadores portátiles actúan como uno de los dispositivos más adecuados para el uso ventajoso de las redes públicas WiFi, estando su base instalada en proceso de crecimiento y sustitución/complemento del ordenador fijo.

## Asistentes personales (PDAs)

El mercado y las tecnologías utilizadas para las PDAs se han desarrollado esencialmente durante los últimos seis años. Este mercado comenzó su desarrollo de forma pareja e independiente al de las redes de acceso WiFi, a partir del año 2000 aproximadamente, y aunque no ha alcanzado el mismo grado de maduración tecnológica y difusión que estas últimas, sus capacidades de comunicación y la planta existente obligan a considerar a las PDAs, junto con los ordenadores portátiles, como uno de los tipos de equipamientos más adecuados para la conexión a redes de acceso WiFi. Como características relevantes de cara a su utilización para estos propósitos, tenemos las siguientes:

- Aunque el tamaño y características ergonómicas de pantalla y teclado se sacrifican respecto a los ordenadores portátiles, en aras de la miniaturización del equipo de cara a su movilidad, permiten el acceso a los servicios de telecomunicación más utilizados (acceso a Internet, correo electrónico y telefonía). Las limitaciones de batería y de tamaño de pantalla y teclado, restringen el uso de los servicios a interacciones de duración menor que en el caso de los portátiles, estando más orientadas a accesos puntuales desde ubicaciones distintas de las habituales.

- Las características de movilidad de este tipo de equipos son excelentes al estar su peso y tamaño asimilados a los de los teléfonos móviles (de 100 a 200 gramos de peso), lo cual las convierte en dispositivos ideales para la conexión ocasional rápida desde cualquier ubicación.

- En las PDA la conectividad a redes de acceso es, a día de hoy, una característica adicional que en los equipos de gama baja no está considerada más allá de la sincronización con ordenadores y acceso a estos servicios de conexión a través de las capacidades existentes en el equipo con el que se sincroniza. No disponen de interfaces Ethernet de conexión a redes fijas y sólo las PDAs de gama alta disponen de capacidades integradas u opcionales de comunicación con redes celulares GPRS o UMTS. Así pues, sus capacidades de conexión a otras redes de acceso se encuentran actualmente bastante limitadas.

- En lo que respecta a capacidades de conexión a redes WiFi, aunque las PDAs de gama baja no disponen de ellas, cada vez es más habitual encontrárselas en las PDAs de gama media y alta, siendo el mecanismo más habitual de que disponen estos dispositivos para acceder a servicios de telecomunicación.

Desde su aparición, a principios de la década actual, la compra de PDAs aumentó considerablemente en los primeros años, habiendo descendido las ventas en los últimos

[Kerner, 05]. La base instalada es bastante más baja que la de los ordenadores portátiles (según el informe de Sociedad de la Información de Telefónica [Telefónica, 06a], un 5% de los hogares están equipados con PDA frente a un 10% de portátiles, siendo en el caso concreto de Cataluña estas cantidades de alrededor del 12% para las PDAs y del 29% para los ordenadores portátiles [Gesop, 06]) y sólo las de gama alta se encuentran equipadas con WiFi.

Si bien la extensión de las PDAs de gama media y alta equipadas con WiFi es escasa, el segmento de mercado que las adquiere coincide con los usuarios más habituales de las redes públicas WiFi, que son los trabajadores itinerantes con formación superior y elevados ingresos.

Tal como se mostrará en el apartado correspondiente, las PDAs están convergiendo con los teléfonos inteligentes 3G que se encuentran equipados con WiFi, por lo que su evolución futura debe analizarse más en el contexto de estos equipos terminales y su cadena de valor que en las propias PDAs.

En consecuencia, las PDAs equipadas con WiFi, aunque disponen de características que las hacen especialmente adecuadas para el uso de las redes estudiadas, no actúan como un incentivador de la demanda debido a su escasa difusión. En un futuro cercano es de prever que su funcionalidad quede integrada en los teléfonos inteligentes 3G, que son analizados en otro apartado.

## Teléfonos móviles 2G

El teléfono móvil 2G es con diferencia el equipo terminal más extendido, alcanzando una penetración cercana o superior al 100% en los países europeos, con especial difusión en las sociedades mediterráneas como la española. Aunque originalmente fue diseñado para el uso exclusivo de los servicios de voz, la evolución de las redes móviles y de los equipos terminales durante los últimos años, obliga a analizar su papel como equipo terminal tanto para competir como para complementar a los servicios basados en acceso WiFi.

Al igual que las PDAs, sus características de portabilidad son excelentes, viéndose potenciadas por la ubicuidad de las redes 2G, bastante mayor que la de las redes WiFi que se encuentran disponibles en ubicaciones dispersas.

En general, las propuestas de los operadores de telecomunicación basadas en GPRS para suministrar servicios como los que proporcionan las redes WiFi no han tenido éxito comercial, debido a que estos equipos soportan anchos de banda bajos, siendo los servicios de coste elevado y, en general, no integrados con ordenadores, por lo que no han supuesto competencia importante para los servicios basados en WiFi.

Son escasos los teléfonos móviles de segunda generación que se encuentran equipados con WiFi, estando orientados a un mercado de gama alta que realmente no ha despegado y que actualmente están siendo sustituidos por la tercera generación de móviles. Como excepción se puede citar el iPhone [Apple, 06], equipado con WiFi y EDGE, (2,5G) que puede considerarse más cercano a la tercera generación de móviles que a la segunda. Este equipo terminal fue lanzado en Enero de 2006 en EEUU y a lo largo de 2007 en diversos países europeos, habiendo recibido una aceptació elevada por parte de los usuarios, especialmente por sus características estéticas y de ergonomía.

**Figura 3-9: Iphone de Apple**

***Fuente: [Apple, 06]***

Así pues, estos equipos terminales no son relevantes ni como incentivador ni como competencia para las redes públicas WiFi.

## Teléfonos móviles 3G

La tercera generación de móviles, introducida a lo largo de los dos últimos años en los países europeos, plantea un esquema de competencia y complementariedad de estas redes con WiFi, al ser convergentes los servicios que suministran ambos tipos de redes, tal como se analiza en el apartado 3.7.

En lo que respecta a los equipos terminales, la introducción de esta tecnología de acceso se ha visto reforzada por los denominados teléfonos inteligentes, que combinan las facilidades tradicionales de voz con facilidades similares a las de las PDAs [Anderson, 05]. Tal como se analiza en el apartado 3.7, los teléfonos 3G permiten suministrar los servicios más utilizados sobre redes WiFi en itinerancia, como el correo electrónico o el acceso a páginas web, con una mayor ubicuidad, aunque también a un coste más elevado.

Aunque aún su extensión no es elevada, es de prever que las politicas tradicionales de subvención de terminales por parte de los operadores celulares, permitan una rápida difusión de estos equipos terminales. Las primeras propuestas aparecidas en el mercado para terminales 3G de gama alta, como el Tytan de HTC mostrado en la Figura 3-10, incluyen capacidades de acceso WiFi de forma simultánea a 3G, proponiendo un esquema de complementariedad entre ambas tecnologías.

**Figura 3-10: Teléfono 3G, 2G y WiFi**

***Fuente: [HTC, 06]***

Actualmente, dado que la tercera generación de móviles ha sido introducida recientemente, este tipo de terminales está poco extendido y no suponen un impacto relevante en la demanda de redes públicas WiFi.

Su impacto en el futuro cercano dependerá de la política que sigan los operadores celulares respecto a la incentivación o inhibición del uso de WiFi como complemento de 3G, ya que si, como es de prever, la distribución de teléfonos 3G sigue las políticas aplicadas en 2G, serán los operadores quienes marquen las pautas de configuración de este tipo de terminales en lo que respecta a la dotación de comunicaciones WiFi y su restricción o apertura a redes de otros operadores.

## Terminales tipo Blackberry

Si bien los equipos denominados “blackberries” no suelen disponer de capacidades de interoperación con redes WiFi, en el panorama de la evolución de este tipo de redes pueden jugar un papel importante como factor inhibidor de la demanda de servicios WiFi.

Los blackberries son equipos especializados en la gestión de correo electrónico que acceden a los servidores de correo a través de redes móviles GPRS (evolución de las redes celulares GSM para soportar transmisión de datos de baja velocidad). Dado que la cobertura de las redes celulares es muy amplia, facilitan el acceso al correo electrónico desde prácticamente cualquier ubicación en tiempo real.

Actualmente, este tipo de equipos son comercializados de forma integral por parte de los operadores celulares como parte del servicio que suministran, y no están equipados con capacidades de comunicación WiFi, tecnología considerada hasta el momento por los operadores de telefonía celular como una amenaza, o más habitualmente, con indiferencia.

El éxito que han tenido los blackberries en Estados Unidos y Canadá, y su introducción en el mercado europeo por parte de los operadores de telefonía celular, permiten suponer que la extensión de los blackberries pueden ser una competencia importante a los servicios que prestan las redes públicas WiFi, en las que uno de los principales atractivos es precisamente la posibilidad de acceder al correo electrónico fuera de la ubicación habitual del usuario. RIM, la

compañía que fabrica y distribuye de forma exclusiva este tipo de equipo terminal, asegura disponer de una base instalada de 6,2 millones de usuarios en el mundo (centrados en el segmento de empresa) con un crecimiento en 2006 del 53 % respecto a 2005 [El País, 06d].

La tercera generación de móviles y los teléfonos inteligentes permitirán suministrar el servicio soportado en blackberry de forma ventajosa e integrada con los ordenadores, por lo que es previsible que RIM evolucione hacia la oferta de teléfonos inteligentes 3G.

Así pues, las blackberries actúan como un factor competidor moderado de la demanda de redes públicas WiFi, aunque centrado en el segmento más rentable del mercado, siendo probable que en futuro cercano sean sustituidos o evolucionen hacia los teléfonos 3G analizados anteriormente.

## Videoconsolas

Si bien actualmente las videoconsolas no son un equipo terminal relevante en lo que respecta a la demanda de redes públicas WiFi, al no estar en su mayor parte dotadas de capacidades de acceso WiFi ni de otras tecnologías, es conveniente incluir estos equipos en el análisis, ya que su impacto puede ser relevante a medio plazo.

Tal como se indica en el estudio sobre nuevos modelos de distribución on-line de contenidos digitales realizado por GAPTEL [Gaptel, 06], los fabricantes de este tipo de dispositivos comienzan a dotarlos con conexión WiFi. Así, a lo largo de 2005 Sony ha lanzado la consola portátil PSP equipada con acceso Wifi, reproductor de MP3 y acceso Web, mientras que Nintendo lanzó la Nintendo DS con interfaz WiFi incorporado que permite partidas multijugador ya sea conectando consolas directamente, o a través de servicios proporcionados por redes públicas WiFi. A principios de 2006 se habían suscrito al servicio online más de tres millones de usuarios, de los cuales más de 500.000 utilizaban de manera efectiva el servicio. Nintendo ha firmado acuerdos con McDonalds que permiten a los clientes obtener bonos de acceso gratuito a los hotspots del restaurante.

Estos lanzamientos muestran una estrategia de uso de las redes WiFi por parte de los fabricantes de videoconsolas que a medio plazo puede suponer un incremento importante de demanda por parte del segmento adolescente y jóven de la población.

En el apartado 3.5.6 se analizan los videojuegos desde la perspectiva de servicio, que en el caso de las videoconsolas está directamente relacionado con los equipos terminales al configurarse como mercados verticales en donde el servicio final es suministrado por la misma organización que los equipos terminales.

Así pues, aunque las videoconsolas no son relevantes actualmente para la configuración de esta tecnología, considerando la amplia distribución de estos equipos terminales en el segmento jóven de la población, y la estrategia de incorporación de WiFi por parte de los fabricantes, en un futuro a medio plazo pueden suponer un incentivador importante de la demanda para las redes públicas WiFi.

## Teléfonos WiFi-VoIP

Tal como se analiza en el apartado dedicado a los servicios que proporcionan estas redes, en los últimos años la telefonía IP sobre WiFi ha madurado, y aunque actualmente no actúa como un incentivador relevante de la demanda, puede jugar un papel importante en la evolución de estas redes [Hammond et al., 06].

Este servicio puede soportarse sobre las PDAs equipadas con conectividad WiFi, si bien recientemente han empezado a aparecer en el mercado terminales Wifi especializados que proporcionan en algunos casos también conexión a través de las redes celulares de segunda

generación. En la Figura 3-11 se muestran un par de ejemplos de estos terminales ya disponibles comercialmente.

**Figura 3-11: Ejemplos de teléfonos WiFi-VoIP**

***Fuente: [Hammond et al., 06]***

Aunque por el momento el servicio de VoIP en redes públicas WiFi no está extendido, y las experiencias existentes son escasas, la evolución de los terminales WiFi de VoIP puede acabar siendo un incentivador importante de la demanda de este tipo de redes, tal como se analiza en el apartado 3.5.9.

## Otros equipos terminales

Si bien el abaratamiento de la electrónica de conectividad WiFi está permitiendo su implantación en equipos como los "home cinema" o impresoras, su aplicación en estos contextos no está orientada a la conexión a redes públicas WiFi, sino a la formación de pequeñas redes domésticas privadas, y por tanto no se analizan como equipos terminales que potencien o inhiban la demanda de acceso a este tipo de redes de carácter público.

Un caso particular interesante es el de los lectores MP3 portátiles, mercado en el que aunque los equipos más extendidos como el iPod no están equipados actualmente con WiFi, sí hay intención de incorporar conexión mediante WiFi en los equipos. Microsoft ha lanzado recientemente en Estados Unidos el Zune, lector MP3 equipado con conectividad WiFi orientada a la conexión entre equipos terminales para compartir contenidos [Microsoft, 06].

Aunque la conectividad WiFi de Zune no soportará la conexión a redes públicas, es posible que el mercado a medio plazo evolucione en este sentido, pudiendo actuar los lectores MP3 como incentivadores de la demanda de servicios sobre redes públicas WiFi para acceder a contenidos digitales y compartirlos, de manera similar al mercado de videoconsolas portátiles.

Asimismo, las cámaras digitales como los modelos S7C de Coolpix, Easyshare de Kodak y Powershot SD de Canon, empiezan a estar equipadas con conexión vía WiFi para comunicarse con ordenadores. Si bien actualmente no está contemplada la conexión a una red pública para descarga remota de fotografías, la tendencia es la de incorporar en un futuro cercano estas capacidades, que aumentarán la utilidad de las redes públicas WiFi [Muniwireless, 06b].

## Conclusiones sobre equipos terminales

En la siguiente figura se muestra un panorama resumido del análisis realizado sobre los equipos terminales centrado en el caso español, pero que presenta características similares en el resto del mercado europeo. Tal como puede observarse, en la región de interés para el uso de este tipo redes, que se corresponde con los equipos terminales equipados con WiFi con elevada movilidad, los ordenadores portátiles son los que ocupan actualmente el mercado potencial de este tipo de redes, existiendo una amplia penetración y crecimiento, debido a que van

sustituyendo progresivamente a los ordenadores fijos. En la gráfica mostrada en la Figura 3-12 puede observarse que la penetración de estos equipos es la más elevada dentro de los que presentan características de movilidad y disponen de soporte a comunicaciones vía WiFi.

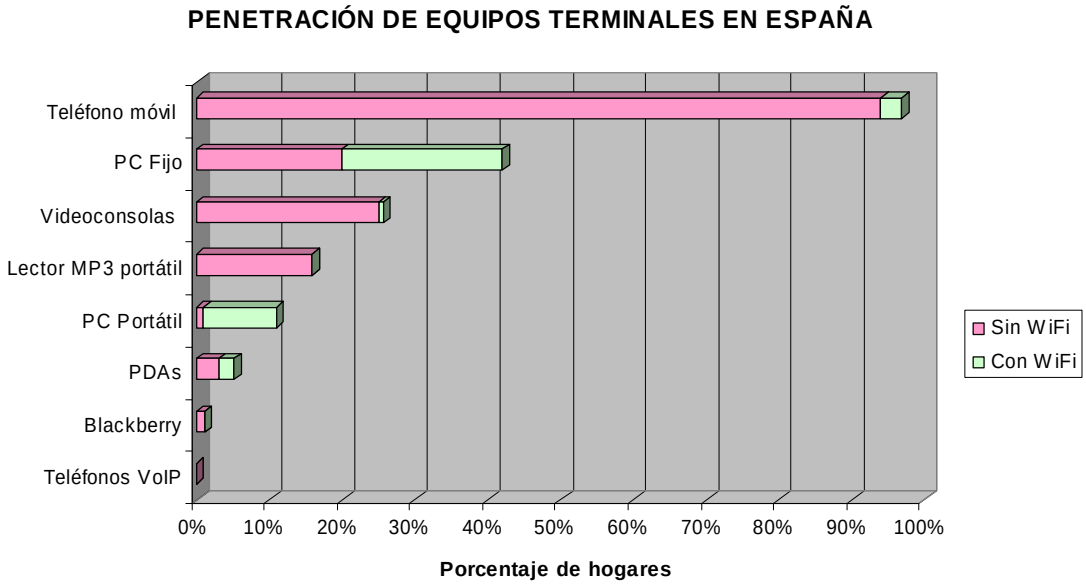



**Figura 3-12: Penetración de equipos terminales en España**

*Fuente: Elaboración propia a partir de [Telefónica, 06a], [CE, 06a] y [CMT, 06a]*

En la Figura 3-13 se muestra el panorama actual y tendencia a medio plazode equipos terminales válido tanto para España como para el resto de países europeos, marcándose la ubicación de cada tipo de terminal respecto a las características de movilidad y conectividad WiFi, así como la situación relativa de planta instalada (tamaño de los círculos), crecimiento (código de colores) y tendencias actuales (flechas).

Tal como se muestra esta figura, la región de mayor movilidad (equipos terminales de mano, de menor peso y tamaño equipados con WiFi) no está actualmente cubierta de forma clara por ningún equipo terminal ampliamente distribuido, ya que las PDAs equipadas con WiFi son escasas y no están en crecimiento y los teléfonos inteligentes se encuentran en el inicio de su comercialización. Tal como se muestra en la figura, la evolución de los terminales 3G hacia los teléfonos inteligentes que disponen de conectividad WiFi y 3G puede cubrir en un futuro a corto/medio plazo este nicho, siempre que la estrategia que adopten los operadores celulares, distribuidores de este tipo de equipos terminales en Europa apueste por la complementariedad del WiFi respecto a 3G. Si es así, los teléfonos móviles de 3G probablemente terminarán captando la demanda e integrando la funcionalidad de PDAs y Blackberries.

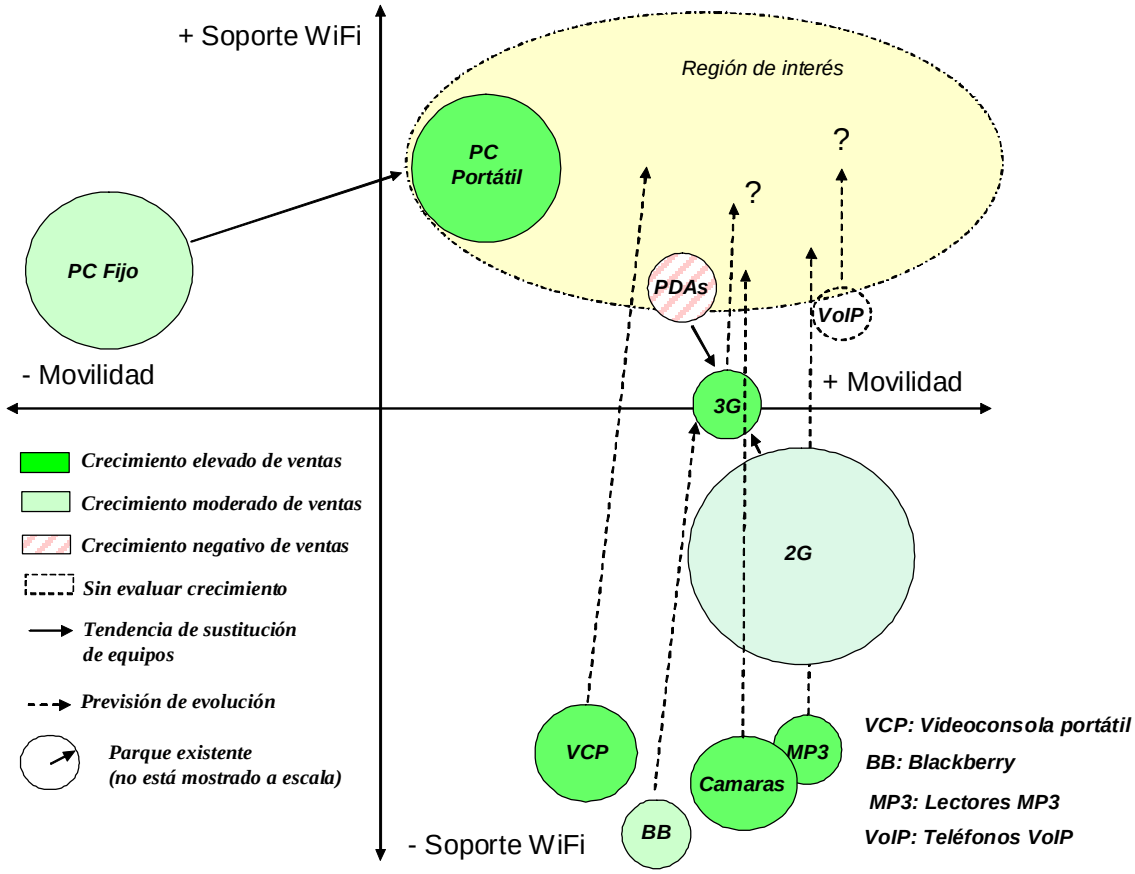



**Figura 3-13: Situación y evolución de equipos terminales**

***Fuente: Elaboración propia***

A medio plazo los terminales especializados, como las videoconsolas portátiles, lectores MP3, cámaras digitales y los teléfonos VoIP pueden actuar también como incentivadores de la demanda de este tipo de redes siempre que tengan éxito las propuestas realizadas en este sentido recientemente en el mercado por los proveedores de equipos, aunque aún es pronto para evaluar la magnitud de su futuro impacto.

### 3.1.5 REDES DE BACKHAUL

Las redes de backhaul se definen como el conjunto de medios de transmisión que permiten conectar redes de acceso a las ubicaciones donde se encuentran los equipos que suministran el servicio y se conectan a las redes troncales.

El concepto de red de backhaul fue aplicado originalmente en el ámbito de la telefonía celular al conjunto de infraestructuras que permiten conectar las estaciones base con la red troncal de transmisión. Las redes de backhaul son necesarias, pues muchas veces las estaciones base están ubicadas en lugares poco accesibles, donde no existen puntos de presencia de la red troncal. Estas redes pueden basarse tanto en medios de transmisión de cobre o en fibra óptica, esto es, infraestructura fija, como en radioenlaces o redes de ámbito metropolitano inalámbricas.

Las redes de backhaul suelen ofrecer una capacidad de transmisión intermedia entre la capacidad ofrecida por cada subred de acceso a los equipos terminales y la capacidad de la red troncal, ya que agregan el tráfico gestionado para cada una de las subredes multiplexándolo hacia la red troncal.

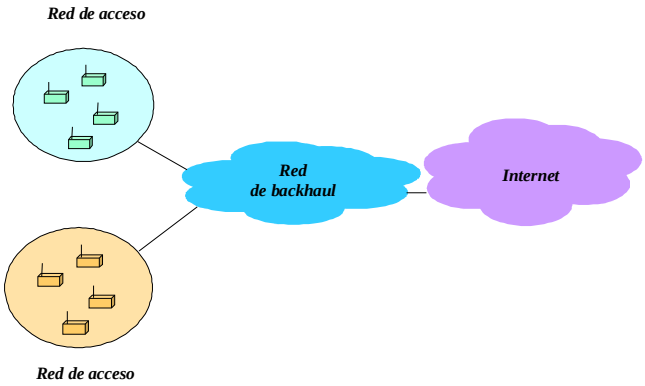



**Figura 3-14: Ubicación de la red de backhaul**

*Fuente: Elaboración propia*

En el caso de las redes públicas basadas en uso del espectro libre, las redes de backhaul tienen aplicación para la conexión de redes de acceso formadas por uno o más puntos de conexión con las ubicaciones donde se suministra el servicio o para la conexión con la red troncal, cuando ésta no se encuentra disponible en la misma ubicación dónde se localizan los puntos de acceso.

## Modalidades de despliegue de backhaul

Por regla general, las redes públicas inalámbricas formadas por puntos de acceso próximos entre sí y localizadas en ámbitos geográficos reducidos a un edificio o zona pública (centro comercial, aeropuerto, etc.) realizan directamente la conexión a Internet contratando servicios a operadores mayoristas que son suministrados a través de la red de acceso fija de éstos, mediante XDSL o cable, de forma transparente para el proveedor de servicio que los contrata para conectar su red de acceso WiFi. En estos casos no es necesario utilizar redes de backhaul, más allá del despliegue de redes de área local (LAN) Ethernet que canalizan el tráfico de salida al enlace o conjunto de enlaces hacia las redes públicas de datos.

Cuando la red pública que se pretende desplegar cubre zonas amplias o dispersas, sin que sea posible agregar el tráfico mediante el despliegue de red de área local (se cubren varios edificios

o una zona amplia), existen varias posibilidades, para conectar las distintas subredes de acceso con la red troncal tal como se muestra en la Figura 3-15:

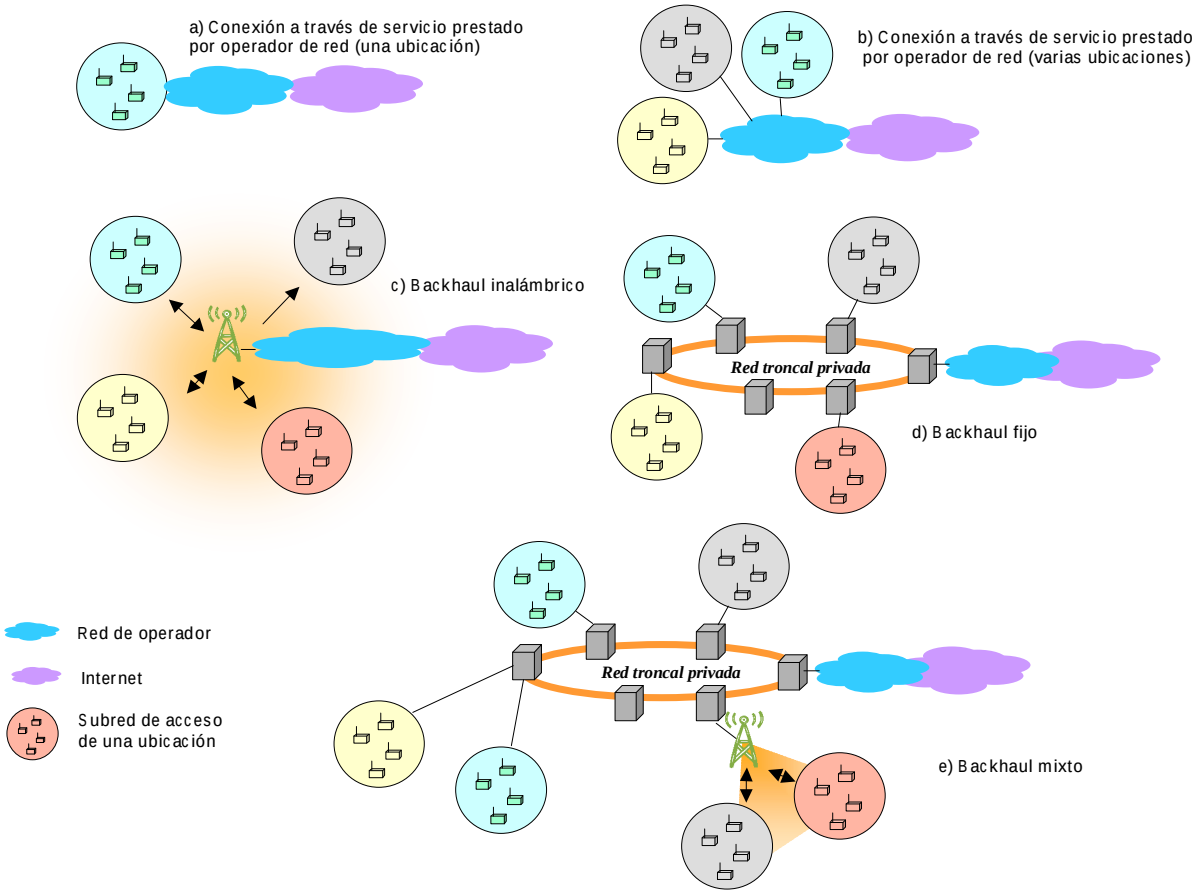



**Figura 3-15: Modalidades de conexión a Internet desde red de acceso**

*Fuente: Elaboración propia*

- Conexión de cada red de acceso (hotspot) a la red troncal mediante servicios suministrados por un operador de telecomunicación, replicando el esquema de una única ubicación (modalidades a y b en la Figura 3-15). De esta manera se tiene salida al exterior directamente desde cada red de acceso mediante los servicios de acceso contratados con un operador de redes fijas. En este caso tampoco se hace uso de una red de backhaul diferenciada, asumiéndose el coste de un mayor dimensionado de la capacidad contratada con el operador al no poderse multiplexar los tráficos gestionados en cada ubicación.

- Despliegue de redes de backhaul específicas que permitan conectar a un punto único, o a un conjunto de puntos de la red troncal, las distintas redes de acceso. En este caso sí se utilizan redes o conjuntos de enlaces desplegados con este único propósito, o compartidos con otros servicios, para concentrar y canalizar el tráfico hacia la red troncal. En la la Figura 3-15 se muestran tres casos: uso de una red inalámbrica (c), infraestructura fija (d) o combinación de ambas (e).

Cada una de las opciones plantea ventajas e inconvenientes dependiendo de la arquitectura, configuracion geográfica, y modelo de negocio que se plantee para la red que se pretende desplegar.

## Uso de servicios proporcionados por operadores fijos

La conexión de cada subred de acceso a las redes troncales a través de servicios de banda ancha suministrados por operadores fijos, sólo es posible en aquellas ubicaciones dónde exista oferta de conexión de suficiente velocidad por parte de los operadores de telecomunicación. Cuando se cumple esta condición, no resulta estrictamente necesario el despliegue de una red de backhaul si el servicio proporcionado por un operador presente en la ubicación permite dotar de conexión a Internet a la red de acceso WiFi que se despliega.

El ejemplo de aplicación más habitual es la configuración de los hotspots privados en hoteles o cafeterías, para los cuales se contrata a un operador fijo un acceso de banda ancha en la ubicación de los puntos de acceso, dimensionado de acuerdo al tráfico agregado estimado de los puntos desplegados.

Este es el caso también de la mayor parte de las redes ciudadanas desplegadas por las comunidades wireless. En esta iniciativas, cada red compuesta por un número pequeño de puntos de acceso (en muchos casos, uno o dos puntos) que se conecta directamente a Internet a través de servicios de banda ancha fija contratados por el titular de la ubicación (XDSL o cable módem habitualmente).

Si bien este esquema es ventajoso y sencillo de implantar cuando el número de ubicaciones es bajo o se desea hacer uso de la capacidad excedente de redes ya desplegadas (como el caso de FON, descrito en el apartado de análisis de modelos de negocio), el coste de conectividad exterior aumenta de forma lineal conforme aumenta el número de ubicaciones, sin poderse plantear economías de escala basadas en la multiplexión de tráfico.

## Uso compartido de redes privadas existentes

Cuando el actor que realiza el despliegue tiene a su disposición una red privada de ámbito metropolitano ya existente, generalmente basada en tecnología fija, puede ser conveniente utilizar dicha red si dispone de capacidad excedente para acomodar y multiplexar el tráfico procedente de las distintas ubicaciones donde se encuentre la red de acceso.

Este caso se presenta a veces en ayuntamientos grandes y medianos que disponen de redes de fibra propia o cedida por operadores de telecomunicación, que utilizan para disponer de servicios en autoprestación y que tiene capacidad excedente para acomodar el tráfico originado por las subredes de acceso inalámbricas. Cuando esto sucede y las ubicaciones en donde se pretende suministrar el servicio coinciden con puntos accesibles de presencia de la red, resulta un esquema adecuado para reducir los costes de conexión a las redes externas agregando y gestionando el tráfico multiplexado entre todas las ubicaciones.

En la práctica, aún disponiéndose de dichas redes, la capilaridad de la red y la disponibilidad de puntos de presencia no permiten apoyarse únicamente en estas redes para suministrar servicio en exteriores, siendo necesario aumentar la capilaridad de la red de backhaul mediante alguna de las estrategias descritas en el apartado siguiente.

## Despliegue de red de backhaul específica

En aquellos casos en que no se dispone de oferta de banda ancha por parte de los operadores fijos en las ubicaciones donde se desea suministrar el servicio, como es el caso de los despliegues rurales en zonas poco pobladas, o la red privada disponible no permite alcanzar todas las ubicaciones y se desea multiplexar el tráfico, es necesario desplegar redes de backhaul. En este caso, las redes de backhaul suelen consistir en configuraciones en estrella que soportan la comunicación entre cada subred y un punto central de agregación de tráfico que se conecta a su vez mediante diversas tecnologías (circuitos dedicados, satélite, etc., en función de las infraestructuras disponibles) a las redes públicas de conexión a Internet.

Para ello, en muchos casos la solución más adecuada es el despliegue de redes inalámbricas fijas sectoriales, tal como se analiza en [Wanichkorn et al., 04]. Estas redes presentan las siguientes ventajas:

- *Ubicuidad de la conexión*: Dentro del sector cubierto por una estación base, se puede conectar la subred en cualquier localización siempre que exista cobertura, siendo únicamente necesario desplegar el equipo que recoja el tráfico de la subred y lo envíe a la estación base.

- *Zonas de cobertura de tamaño adecuado*: Dependiendo de la tecnología utilizada y la potencia aplicada, se pueden cubrir zonas amplias con radios típicos de 3 a 5 km., que permiten concentrar el tráfico de un barrio de ciudad, o un pueblo, en un único punto.

- *Coste de despliegue en zonas dispersas*: Cuando se desea conectar un conjunto elevado de subredes con tráfico bajo, este tipo de despliegues es especialmente ventajoso respecto a las infraestructuras basadas en medios de transmisión fijos, que proveen un ancho de banda mayor para cada ubicación, pero cuyo coste es elevado sin que existan economías de escala apreciables en despliegues dispersos.

La tecnología empleada en estos casos ha sido tradicionalmente LMDS y MMDS, si bien, tal como se ha analizado en el apartado 3.1.2, WiMax resulta especialmente ventajoso en este caso, ya que plantea requisitos más relajados en lo que respecta a disponer de visión directa, al utilizar una modulación más robusta, y dispone de mecanismos de gestión de la calidad y el nivel físico más sofisticados [Hammond et al., 06] y [Gabriel, 04].

Para el despliegue efectivo de estas tecnologías fijas inalámbricas han de utilizarse en general potencias más elevadas que las permitidas en las bandas ISM, por lo que es necesario disponer de licencia de uso del espectro para su despliegue. En caso contrario, es necesario contratar el servicio con un operador que disponga de licencia de uso del espectro para potencias más elevadas, o desplegar un número elevado de estaciones base de tecnología inalámbrica fija, lo cual eleva en gran medida el coste, y no está demostrada la ventaja de la utilización de WiMax en este caso frente al uso de radioenlaces WiFi [Berberana, 06].

## Redes Malladas

Un último modelo, que en determinados casos permite evitar o limitar el despliegue o la contratación de redes de backhaul, es el denominado de redes malladas (mesh networks). El modelo de redes malladas se basa en utilizar la propia red de puntos de acceso como red de transporte, para extender la cobertura o alcanzar un punto de conexión a red troncal que no está accesible desde los puntos de acceso WiFi.

**Figura 3-16: Ejemplo de red mallada**

*Fuente: [Berberana,* 06]

Cuando los puntos de acceso se encuentran suficientemente cercanos entre sí para poder establecer comunicación entre ellos, el modelo de red mallada presenta varias ventajas:

- Permite alcanzar ubicaciones que no están accesibles directamente, extendiendo la cobertura de la red sin necesidad de contratar servicios de conexión ni desplegar otras infraestructuras de backhaul.

- Si la distribución de los puntos de acceso permite el establecimiento de distintos caminos, aumenta la robustez de la red.

- En determinados casos es posible implantar mecanismos de autoconfiguración de la red cuando se introducen nuevos puntos de acceso para facilitar el crecimiento de ésta.

Existe una profusa bibliografía de las posibilidades de las redes malladas para conseguir un crecimiento natural de redes WiFi apoyándose en el transporte a través de los propios nodos, así como iniciativas relevantes basadas principalmente en este enfoque como Viva Mesh Las Vegas [Cass, 05] o Rooftop Net (rooftops.media.mit.edu) auspiciada por el MIT. En [IPTS, 05c] se muestra el gran interés suscitado por este modelo en las iniciativas municipales tanto en Estados Unidos como en Europa [Van Audenhove et al, 07], siendo en 2005 un total 200 ayuntamientos estadounidenses los que contemplaban su implantación [Muniwireless, 05b].

No obstante, este modelo de implantación de la red de transporte plantea el problema de ser difícilmente escalable, ya que con cada salto adicional se pierde un importante ancho de banda, consumido en la propia gestión del tráfico, al no estar optimizados los puntos de acceso como repetidores de señal [Bar et al., 05]. Las experiencias existentes indican que el ancho de banda se reduce en un factor entre 1/N y 1/(2N), siendo N el número de puntos de acceso entre el equipo terminal y la red troncal ([Oliver et al., 05b] y [Berberana, 06]). Por este motivo, se recomienda limitar estos saltos a un número entre tres y cinco puntos de acceso[2].

Así mismo, los modelos de redes malladas basados en WiFi comparten las debilidades relativas a la garantía de calidad de servicio y seguridad que plantea WiFi en el acceso, derivados tanto de la concepción de los protocolos utilizados como de las interferencias a las que se encuentran sometidas las comunicaciones que se realizan en el espectro compartido
[Karrer et al, 07].

Un problema adicional de este modelo cuando se pretende utilizar con puntos de acceso de diversos fabricantes, como es el caso de las comunidades wireless, es la dificultad de acceder a las facilidades de gestión de tráfico de los puntos de acceso, que no se encuentran documentadas por parte de los fabricantes, tal y como se describe en la experiencia de Urbana-Champaign en [Sandvig et al., 04]. Así pues, la mayoría de las implantaciones de redes WiFi malladas se basan en protocolos propietarios, no siendo posible la interoperación entre productos de distintos fabricantes, al encontrarse aún en desarrollo el estándar de intercomunicación para redes malladas (IEEE 802.11s) [Muniwireless, 06c].

Así pues, este modelo de conexión permite extender la cobertura de las subredes mediante la utilización de los propios puntos de acceso como red de transporte, estando limitado a pocos saltos hasta alcanzar la red troncal, siempre que sean redes de un mismo suministrador, y planteando limitaciones de calidad de serviciio y compatibilidad relevantes.

## Conclusiones

En la Figura 3-17 se muestra en forma de esquema un resumen de las distintas alternativas existentes para el despliegue de la red de backhaul analizadas en los apartados anteriores,

[2] *Tropos, empresa especializada en este tipo de despliegue recomienda reducir a un máximo de 5 los puntos de acceso interconectados entre sí [Tropos, 05]. Otras experiencias, como las realizadas en la Universitat Pompeu Fabra, limitan este número a 3, siendo muy dependiente de la tecnología utilizada y el servicio al que se destina la red.*

indicándose los aspectos clave para seleccionar una u otra modalidad en la conexión de redes de acceso WiFi a redes troncales. Es importante destacar que cuando es necesario desplegar red de backhaul su coste suele ser elevado, aumentando significativamente el coste global, y haciendo más complejo técnicamente el despliegue de la red. La práctica totalidad de las redes WiFi con amplia cobertura y las iniciativas en zonas rurales deben abordar este aspecto, por lo que es importante seleccionar adecuadamente la modalidad o combinación de soluciones a utilizar.

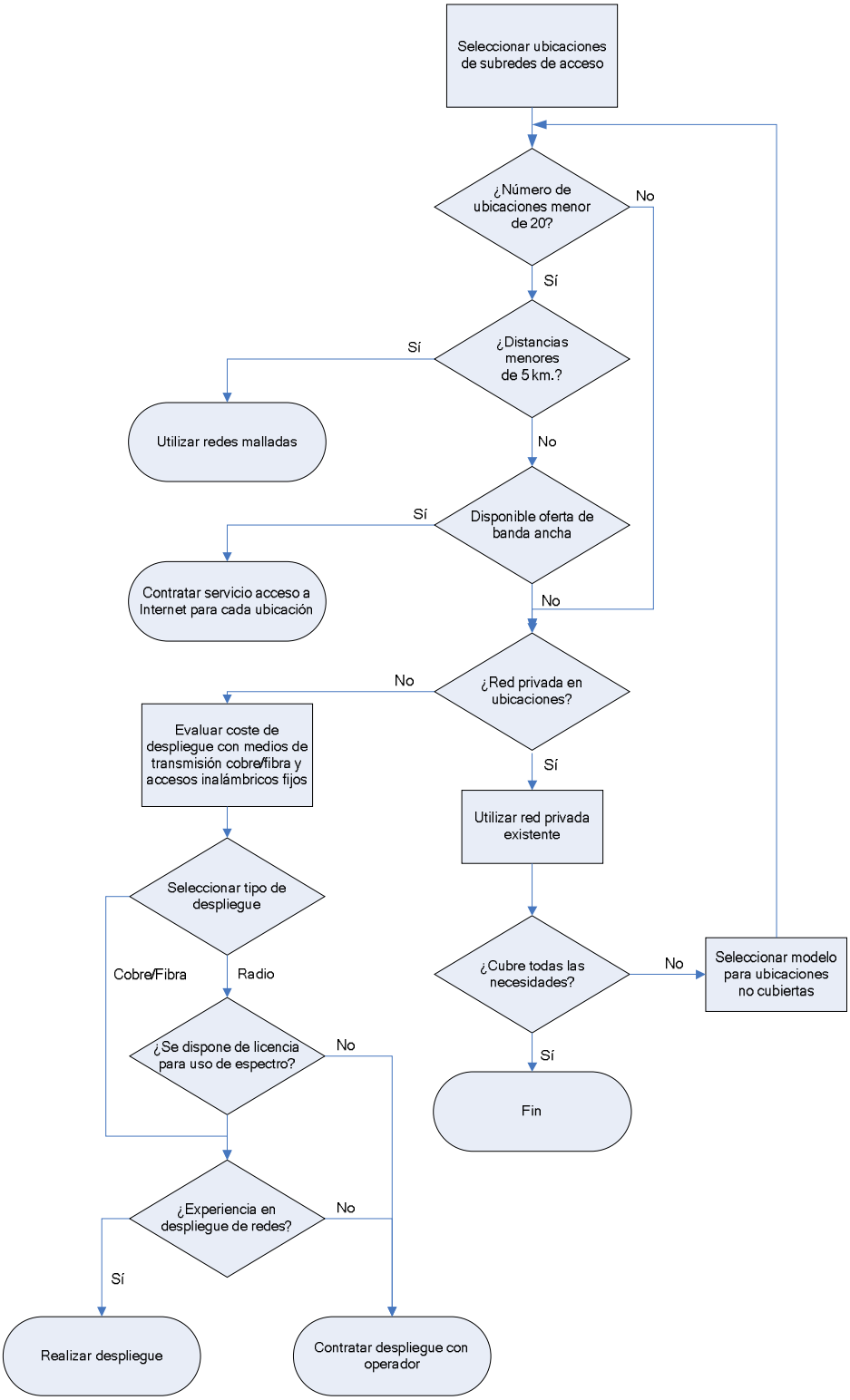



**Figura 3-17: Selección de modelo de backhaul**

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.1.6 REDES DE ACCESO A INTERNET

La práctica totalidad de las redes públicas WiFi prestan como servicio principal el acceso a Internet, por lo que es necesario realizar la conexión de la red a Internet. Para realizar esta conexión el método más habitual es contratar con un operador de transmisión de datos el correspondiente servicio. Éste permitirá conectar el punto o puntos donde se concentre el tráfico de las subredes de acceso con la red Internet. Los parámetros de servicio contratado dependerán del ancho de banda requerido para el tráfico multiplexado que se desea soportar en función del número de usuarios simultáneos, calidad de servicio, y el ancho de banda consumido por los servicios.

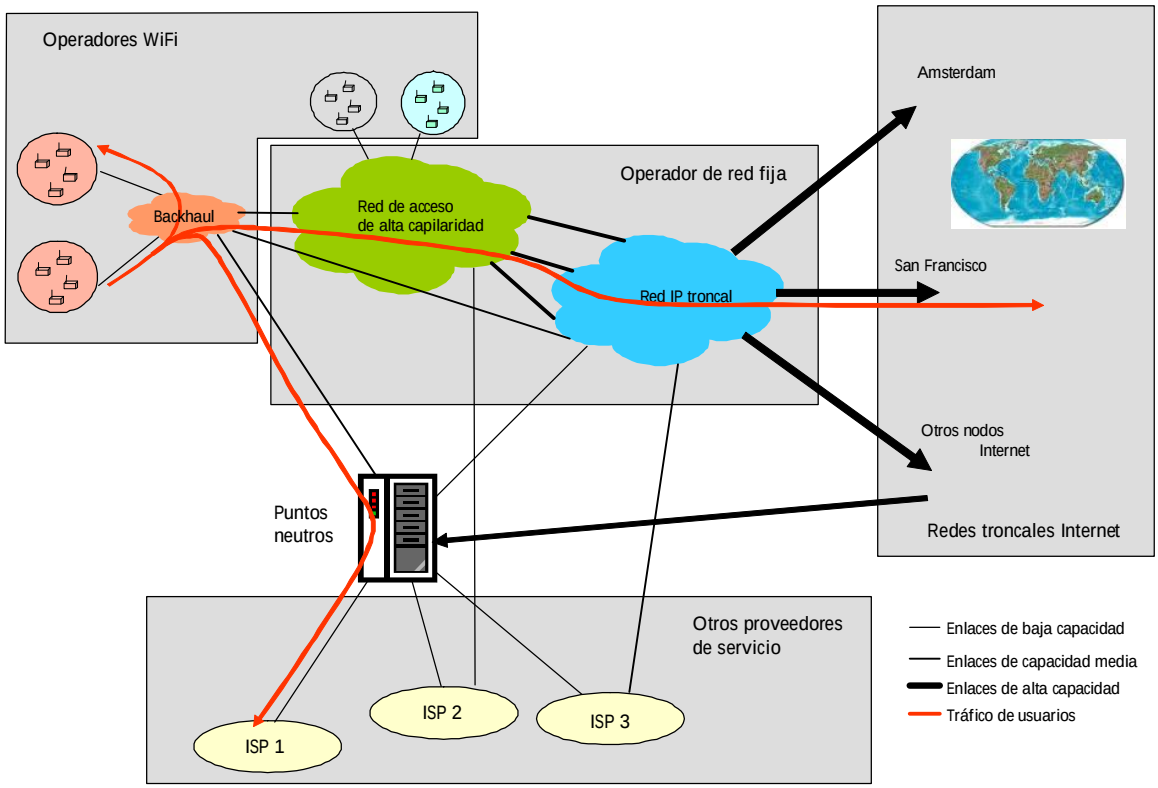



**Figura 3-18: Conexión a Internet de proveedores de servicio**

*Fuente: Elaboración propia*

Tal como se muestra en la Figura 3-18, cuando el tráfico gestionado por el operador de la red WiFi es elevado, se plantea conexiones a puntos neutros de intercambio de tráfico como CatNix o Espanix en dónde se encuentran presentes diversos ISPs y a través de los cuales se intercambia el tráfico entre ellos, reduciendo así el tráfico de salida a Internet.

En lo que respecta al acceso a Internet, la problemática de este tipo de redes basadas en el uso libre del espectro no difiere de la problemática general de los proveedores de servicio a Internet que utilizan cualquier otro tipo de tecnología, por lo que no se profundizará en este aspecto, al no ser objeto de esta tesis su análisis.

## 3.2 TECNOLOGÍA SOFTWARE DE GESTIÓN

Para suministrar servicios sobre cualquier red es necesario desplegar recursos adicionales a las tecnologías de telecomunicación para acceso y transporte de la información. Estos recursos adicionales soportan las siguientes tareas que son clave para soportar el conjunto de procesos que facilitan la gestión y explotación de la red y el servicio:

- ***Control de accesos:*** Agrupa todas las acciones encaminadas a facilitar o denegar el acceso a la red a los usuarios, junto con la aplicación de políticas de asignación de ancho de banda y calidad de servicio que se proporciona a cada uno de ellos.

- ***Gestión contratación y facturación:*** Conjunto de facilidades que permiten que el usuario contrate, o se active para utilizar el servico, así como las reglas y mecanismos utilizados para tarificar y facturar el uso del servicio cuando el modelo de negocio contempla el pago de contraprestaciones económicas por parte de los usuarios.

- ***Gestión de fallos y prestaciones:*** Actividades encaminadas a garantizar que la red suministra una calidad de servicio adecuada.

No siempre es necesario disponer de herramientas para realizar estas actividades, ya que los modelos de explotación más sencillos de estas redes, basados en un uso libre, gratuito y sin garantía de calidad de servicio, no hacen uso normalmente de estas capacidades. Así, por ejemplo, en el modelo de provisión de servicio más habitual de las comunidades wireless, todos los usuarios potenciales pueden acceder de forma gratuita al servicio sin realizar un registro previo y, por tanto, no se controlan los accesos ni es necesario soportar la contratación y facturación del servicio. Tal y como se explicará más adelante, este modelo de explotación tiene importantes limitaciones. En la mayoría de los modelos sí es necesario disponer de todas o al menos una parte de estas capacidades para gestionar el servicio.

Teniendo en cuenta esta necesidad, la disponibilidad, coste, y complejidad de instalación y uso de estos componentes son factores importantes para evaluar la viabilidad económica y técnica de despliegue y operación de este tipo de redes.

A continuación, se analiza el estado actual para este tipo de recursos, así como los principales factores potenciadores en este campo y las barreras existentes. Habida cuenta de que una parte importante de las iniciativas de redes WiFi están protagonizadas por actores de pequeño tamaño con coberturas modestas, se realiza especial hincapie en el estado del arte en herramientas de bajo coste, como es el caso del software libre, que permitan realizar estas funciones con presupuestos modestos, factor clave para que sea viable económicamente el despliegue y operación de estas redes por parte de actores distintos a los operadores de telecomunicación tradicionales.

### 3.2.1 CONTROL DE ACCESOS

Tal como se ha indicado, las funciones de control de acceso están orientadas a gestionar para cada conexión la cesión o denegación del uso de la red, así como a controlar las características del servicio (ancho de banda, prioridad, etc.) que se asignan a cada usuario.

El control de accesos se lleva a cabo en dos etapas:

- ***Autenticación:*** Esta fase está orientada a identificar al usuario que intenta conectarse a la red. Cuando el modelo de explotación de la red está basado en suministrar servicio a un grupo cerrado de usuarios para los cuales no existen limitaciones adicionales en el uso del servicio, es suficiente con implantar mecanismos de autenticación, sin que sea necesario implantar mecanismos de autorización, ya que todo usuario perteneciente al grupo dispone

de derecho de acceso. En el caso de las redes públicas, una vez autenticado el usuario, es necesario comprobar si dispone de derechos de acceso, etapa que se corresponde con la autorización.

- ***Autorización:*** En esta etapa se realizan las comprobaciones pertinentes para conceder o denegar el acceso al servicio por parte del usuario ya autenticado. En la mayor parte de modelos de explotación comerciales es necesario aplicar lógicas de autorización una vez que el usuario ha sido autenticado, ya que sólo se concede el acceso cuando se cumplen determinadas condiciones, como disponer de crédito suficiente. Los mecanismos de autorización, combinados con las facilidades de gestión de uso (accounting), permiten también cortar el acceso cuando se han agotado los derechos de transmisión contratados por los usuarios (habitualmente tiempo o tráfico total intercambiado).

## Modelos de autenticación

En lo que respecta a la autenticación en la red, se pueden utilizar los siguientes mecanismos:

- ***Sin autenticación:*** son accesos abiertos a cualquier usuario potencial, sin establecerse condiciones previas para facilitar la conexión, y sin que exista una identificación de éste para conceder el acceso. Bajo este esquema todos los usuarios que intentan conectarse reciben servicio de la red, siempre que existan recursos suficientes para proporcionar el servicio en el momento de realizarse la petición de conexión, sin requerirse su identidad. Tal como se ha indicado, es el mecanismo que utilizan la mayor parte de las comunidades wireless. No es válido cuando se desea realizar una explotación comercial de la red, o en grupo cerrado de usuarios, ni cuando se desea evitar las posibles amenazas de seguridad derivadas de conexiones anónimas.

- ***Autenticación basada en clave de red:*** La red de acceso presenta una pantalla requiriendo la palabra de paso para acceder a ésta. Este mecanismo permite que sólo el conjunto de usuarios que disponen de la clave de acceso puedan conectarse. Está soportado directamente sobre el punto de acceso, por lo que no necesita de herramientas adicionales de gestión. Resulta útil para prestar el servicio a un grupo cerrado de usuarios cuya composición no varía con el tiempo. Este mecanismo no resulta suficiente cuando se desea realizar un control dinámico del acceso de los usuarios basado en diversos factores como tiempos limitados de acceso, o estado de pago del servicio en el momento en que realiza la conexión el usuario. Para ello es necesario disponer de software adicional que facilite o impida el acceso, según el acuerdo de servicio establecido para el usuario [Barceló et al., 05].

- ***Autenticación basada en identificación y clave introducida por el usuario:*** En este esquema la autenticación se basa en confrontar la identificación y clave de acceso que proporciona el usuario potencial, a través de una primera página que se muestra en el explorador, con una base de datos (externa al punto de acceso) en la cual figuran todos los identificadores activos y claves asociadas. Este mecanismo suele denominarse como “portal cautivo” (captive portal), al estar basado en la presentación de una primera página web de autenticación antes de concederse el acceso a la red.

- ***Autenticación basada en LDAP:*** En este esquema la autenticación se basa en que el equipo terminal remite su identificación, y la lógica de autenticación de servicio accede a un directorio LDAP donde figuran los usuarios que se encuentran activos, y los recursos a los que tienen acceso en el momento de realizar el intento de conexión. Los directorios LDAP son un mecanismo de autenticación y control de acceso muy extendido en la gestión de la informática corporativa, y por tanto la autenticación LDAP de acceso a redes WiFi se aplica de forma amplia en las redes privadas de empresa, ya que permite una gestión integral de control de accesos a las redes y aplicaciones utilizadas en la informática corporativa.

- ***Autenticación basada en identificación de equipo terminal (dirección MAC):*** Este mecanismo se basa en que todos los equipos terminales disponen de fábrica de un

identificador único, utilizado en el nivel de enlace de comunicaciones para distinguirse de cualquier otro equipo, denominado dirección MAC. Cuando se produce un intento de conexión, se confronta la dirección MAC del equipo terminal que intenta conectarse con la lista de direcciones MAC autorizadas. Presenta la ventaja de ser un mecanismo transparente para el usuario, y de poder adaptar el ancho de banda o la información presentada al tipo de equipo terminal utilizado. Como desventaja importante, la autenticación basada en direcciones MAC implica que deben estar dados de alta en la base de datos de autenticación todos los posibles equipos terminales utilizados por un usuario, restringiendo el acceso a los equipos registrados en el sistema. Como problema adicional, presenta deficiencias de seguridad importantes, ya que la dirección MAC es fácilmente suplantable en accesos maliciosos. Aún así, es utilizada en algunas redes que operan en grupos cerrados de usuarios en combinación con otros mecanismos para suministrar servicio al público, como es el caso de la red desplegada por Tropos en Corpus Christi en Texas ([Tropos, 05]).

| | Descripción | Forma de implementación | Ventajas | Inconvenientes | Ejemplos |
|---|---|---|---|---|---|
| **Clave de red** | *Los usuarios suministran una palabra de paso única para todos ellos* | *Soportado directamente en los puntos de acceso* | *Simplicidad. No es necesario desplegar recursos adicionales* | *No permite controlar el acceso individual de cada usuario. Escasa seguridad* | *Punto de acceso residencial de uso privado* |
| **Identificación y clave** | *Los usuarios suministran una identificación y una palabra de paso asignada a cada usuario* | *Acceso a través de página Web y autenticación basada en RADIUS u otros sistemas de autorización* | *Flexible y seguro* | *Exige el despliegue de mecanismos específicos de autenticación.* | *La mayoría de redes públicas WiFi basadas en contraprestación monetaria.* |
| **Autenticación contra LDAP** | *Confrontación de usuario y clave con directorio LDAP* | *Conexión del software de autenticación con un directorio LDAP corporativo* | *Integración con la gestión de accesos en entornos corporativos* | *Mayor complejidad de implantación* | *Redes WiFi corporativas.* |
| **Identificación MAC** | *Confrontación de identificación de terminal con terminales autorizados* | *Conexión del software de autenticación a una base de datos de MACs autorizadas* | *Simplicidad y restricción de acceso exclusivamente a terminales corporativos* | *El usuario ha de restringir el uso a los terminales autorizados. Hay riesgo de suplantación de identidades de terminal* | *Redes privadas o servicios a grupos cerrados de usuarios con terminales corporativos.* |

**Tabla 3-3: Resumen de mecanismos de autenticación**

*Fuente: Elaboración propia*

En general, el mecanismo de autenticación más utilizado en las redes públicas WiFi, es el uso de identificador (login) y clave (password), proporcionado por el usuario a través un portal cautivo que se presenta cuando éste intenta conectarse. El resto de mecanismos se utilizan generalmente en el contexto de redes privadas, donde los usuarios pertenecen a grupos reducidos y conocidos de antemano.

Dado que existe una gran diversidad de proveedores de servicio WiFi que operan en ubicaciones distintas, la WiFi Alliance publicó en 2003 un documento de mejores prácticas ([Anton et al., 03]), con el objetivo de facilitar una estructura de presentación de páginas y ventanas web, para autenticación y desconexión común a los proveedores de servicio, al objeto de facilitar el uso por parte de los usuarios de ésta, identificándose patrones comúnes en los diversos proveedores de servicio. En la Figura 3-19 se muestra el convenio de portal cautivo propuesto por esta organización, y utilizado por la mayor parte de los proveedores de servicio WiFi comerciales.

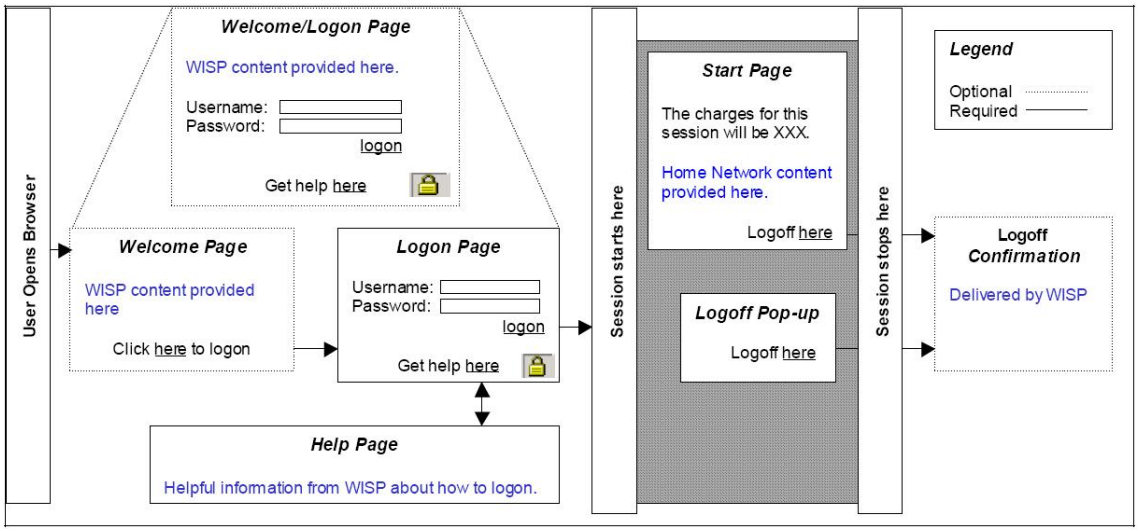



**Figura 3-19: Modelo de páginas de conexión/desconexión Wifi Alliance**

*Fuente: [Anton et al., 03]*

## Modelos de autorización

Una vez que el usuario se ha autenticado en la red, si se da el caso de que la provisión o denegación del servicio esté condicionada por otros factores adicionales a la comprobación de la identidad, como el estado de pago del cliente, el consumo de recurso realizado, o límites temporales, es necesario realizar comprobaciones que se extienden a lo largo del tiempo que dura la conexión. La autorización trata de la comprobación de estos aspectos, y la asignación de calidad de servicio (por ejemplo, ancho de banda) proporcionado de acuerdo al contrato del cliente.

Los tipos de controles de autorización utilizados son dependientes del modelo de facturación que aplique el proveedor de servicio, estando basados en los siguientes aspectos:

- ***Suscripción temporal:*** Se basan en comprobar que el usuario que intenta acceder está activado en el momento de realizar la conexión. Este mecanismo es el que se aplica cuando el servicio se suministra bajo un esquema de pagos regulares por parte de los usuarios, y permite disponer del servicio en cualquier momento que deseen conectarse, dentro del rango temporal contratado. Se corresponden típicamente con las tarifas planas como las que se aplican sobre otras infraestructuras de banda ancha sobre red fija. Para los usuarios residenciales se aplican suscripciones de duración mensual, mientras que en uso itinerante los plazos son menores, siendo el día la unidad típica de suscripción (por ejemplo, hoteles).

- ***Tiempo acumulado de uso efectivo:*** Bajo este esquema el usuario contrata un tiempo total de conexión a la red, que puede ser distribuido a lo largo de varias sesiones. El sistema comprueba el tiempo consumido acumulado en el momento de realizar la conexión y monitoriza en tiempo real si expira el plazo temporal contratado por el usuario. Cuando el consumo temporal se acerca al límite contratado, el sistema avisa al usuario para que contrate más tiempo antes de que sea desconectado y cuando vence el plazo, se corta el acceso. Se utiliza habitualmente como un mecanismo alternativo a la suscripción temporal, siendo más ventajoso para el usuario en ubicaciones que visita regularmente, ya que le permite realizar varias conexiones a lo largo del tiempo mediante una única contratación.

- ***Cuotas de tráfico:*** Es un modelo similar al anterior, pero en este caso está basado en la contratación de un volumen de tráfico intercambiado entre el equipo terminal y la red. Es decir, el cliente dispone de una cuota de tráfico acumulado que puede consumir a lo largo de un periodo amplio de tiempo. No se suele aplicar en redes públicas WiFi, aunque sí en redes celulares.

- ***Créditos por aportación de recursos:*** Este modelo es de aplicación en iniciativas sin ánimo de lucro basadas en compartir redes entre usuarios. Cada usuario facilita la conexión al resto de manera gratuita, y obtiene a cambio conexión en los puntos de acceso propiedad de otros usuarios. Al objeto de facilitar un crecimiento sostenible de la red, y evitar las situaciones de fracaso debidas a las deficiencias en la gestión de recursos comunes (en términos anglosajones, "Tragedy of the Commons", véase [Bollier, 03]), se relacionan los derechos de uso de la red completa con los recursos aportados por el usuario a esta red, o con el uso que hacen los demás participantes de éstos. En [Efstathiou et al., 03] se describe una posible implantación de este modelo.

| | ***Descripción*** | ***Forma de implementación*** | ***Ventajas*** | ***Inconvenientes*** | ***Ejemplos*** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Suscripción y plazos con oportunidad de uso.** | *Se contrata un periodo temporal en el que puede hacerse el uso que se desee* | *Pago regular o puntual. Se comprueba que en el momento de acceso el usuario asignado está activo y que no se alcanza la fecha y hora límites contratadas.* | *Es un mecanismo sencillo, bien entendido y aceptado por los usuarios.* | *Las tarifas planas de elevada duración incentivan el uso para aplicaciones P2P que consumen un número elevado de recursos* | *Suscripciones residenciales de banda ancha y accesos puntuales de corta duración.* |
| **Tiempo acumulado de uso efectivo** | *El usuario dispone de un tiempo de utilización del servicio que puede distribuirse en varias sesiones* | *Control de tiempos consumidos por el usuario en tiempo real.* | *Facilita que el cliente optimice el tiempo acumulado* | *Exige disponer de una base de información actualizada sobre los consumos temporales realizados por cada usuario.* | *Conexiones puntuales en ubicaciones utilizadas más de una vez.* |
| **Cuotas de tráfico** | *El usuario dispone de un volumen fijo de tráfico a intercambiar* | *Control en tiempo real del volumen de tráfico intercambiado* | *Soporta una relación directa entre el coste y el precio.* | *Desincentiva el uso intensivo y no está aceptado por los usuarios.* | *No implantado en redes WiFi. Utilizado en redes 2,5G y 3G* |
| **Créditos por aportación de recursos** | *Se basan derechos de acceso obtenidos mediante los recursos cedidos a la comunidad* | *Registro de utilización de recursos aportados por el usuario y obtención de créditos.* | *Evita el uso abusivo sin aportar recursos en redes compartidas.* | *Complejo de implantar y de entender por parte de los usarios. Reduce los usuarios potenciales.* | *Teóricamente, en comunidades wireless en combinación con otros mecanismos. No aplicado en la práctica* |

**Tabla 3-4: Resumen de modelos de autorización**

*Fuente: Elaboración propia*

En [Battati et al, 03] se describe un modelo de facturación dinámico para redes WiFi basado en la congestión de la red, estableciéndose el precio en cada momento en función de los recursos disponibles. Tal como se mostrará más adelante, las redes públicas WiFi actualmente no sufren de problemas de congestión, y no es un modelo aceptado ni entendido por los usuarios, por lo que por el momento sólo tiene un interés académico.

En las redes públicas WiFi los esquemas de autorización más utilizados con diferencia son los basados en suscripción, y en tiempo acumulado de uso efectivo. En el caso de los servicios orientados a usuarios fijos residenciales (por ejemplo, proveedores centrados en suministrar servicio de banda ancha en localidades donde no existe otra alternativa de banda ancha), se sigue el mismo esquema utilizado para servicios basados en ADSL o cablemodem, que se basan en suscripciones temporales que se renuevan mensualmente, y que habilita al usuario para utilizar la red sin límites de tiempo de uso efectivo ni de tráfico, esto es, una tarifa plana mensual. Para los usuarios itinerantes, este plazo temporal es demasiado largo, ya que las conexiones son puntuales, limitadas a periodos más pequeños de tiempo, y no se producen siempre en la misma ubicación. En el caso de los hoteles, los tiempos de contratación se basan habitualmente en el mismo esquema de facturación del alojamiento, esto es, días en los que

está disponible el acceso. En las ubicaciones en las que el acceso itinerante es de menor duración, como los aeropuertos, zonas comerciales, o vía pública, los tiempos contemplados son del orden de horas o minutos, que resultan suficientes para realizar consultas puntuales o usar el correo electrónico. En este último caso muchas veces la unidad contratada es tiempo efectivo de conexión, con lo cual la inversión realizada por el cliente es aprovechable en sucesivas visitas a la ubicación donde está implantada la red.

Los mecanismos basados en cuotas máximas de tráfico no han tenido éxito en la explotación comercial, ya que no incentivan la utilización de las redes, ni son aceptados por los usuarios potenciales. Respecto a los sistemas basados en créditos obtenidos por aportación de recursos, aunque están extendidos en otros contextos de gestión de recursos comunes como los servicios P2P, tampoco han tenido éxito hasta el momento por su complejidad de implantación y por restingir el uso del servicio a los usuarios que aportan recursos, lo cual no encaja la política y objetivos de las comunidades wireless, potenciales usuarios de este modelo. Los mecanismos similares aplicados actualmente se basan en suministrar derechos de acceso en función de la pertenencia al colectivo que aporta recursos respecto al público en general, sin realizarse el cómputo cuantitativo de los recursos aportados, ni de la intensidad de utilización de éstos (véase por ejemplo, el caso de FON).

## Estándares de autenticación y autorización

Para soportar los servicios de autenticación, autorización y control de utilización de recursos (en terminología anglosajona, AAA, Authentication, Authorization & Accounting). La familia de estándares 802.11 no fija los protocolos a utilizar, dejándose abierta la selección del modelo y el mecanismo a aplicar [Jansen et al, 05]. El estándar aplicado de forma universal por la gran mayoría de proveedores de servicios es RADIUS (Remote Access Dial-In User Service). La WiFi Alliance, en su documento de buenas prácticas para proveedores de servicio WiFi, recomienda el uso de este estándar, concretando aspectos abiertos de implementación [Anton et al., 03] y características a soportar por los productos que se basan en RADIUS.

RADIUS es un estándar creado originalmente en 1997 por el IETF (RFC 2138) para el control de accesos en la provisión de servicios de Internet a través de redes telefónicas conmutadas, que presentan una problemática similar a la indicada para las redes WiFi, habiendo sido actualizado en la RFC 2865 en 2000 para aumentar su flexibilidad y opciones de autorización.

Los productos que implementan RADIUS disponen de acceso a bases de datos de usuarios configurables mediante APIs accesibles para las aplicaciones de contratación y facturación y facilidades para controlar los tiempos acumulados de uso de la red, expiración de periodos contratados y, de forma más limitada, recogida y gestión de volúmenes de tráfico intercambiados.

El estándar de RADIUS está complementado por varias RFC relacionadas que normalizan la estructura de almacenamiento de información de uso y facturación (RFC 2866), así como la colaboración entre sistemas AAA de distintos proveedores para implantar mecanismos de roaming (RFC 2607) y el uso combinado con 802.11x (RFC 3580) (véase [Gast, 05]). Esta familia de estándares proporciona un conjunto de servicios adecuados y suficientes para el despliegue y coordinación de mecanismos AAA en los modelos de negocio más aplicados en el contexto de redes públicas WiFi.

La evolución de RADIUS pasa por la implantación del procotolo DIAMETER, que fue estandarizado en Septiembre de 2003 por el IETF (RFC 3588). DIAMETER potencia la flexibilidad de RADIUS en relación con los perfiles de usuario para gestionar las calidades de servicio ofrecidas, mayor robustez y una mayor granularidad en el control de recursos. En [Cisco, 01b] se puede acceder a una comparación detallada de las capacidades de RADIUS y DIAMETER. En el contexto actual de los servicios prestados por las redes públicas WiFi, DIAMETER no ha sustituido aún a RADIUS en las iniciativas existentes, si bien es posible que en un futuro las redes evolucionen hacia el uso de DIAMETER, especialmente para la aplicación de modelos de facturación por uso en la transmisión de voz sobre IP y para permitir una gestión

más sofisticada de las calidades de servicio ofrecidas a los clientes [Poongovan et al., 04]. Prueba de ello es que el nuevo estándar IMS del 3GPP reconoce a DIAMETER como la solución a adoptar en redes de operadores celulares con tráfico multimedia [Camarillo et al, 06].

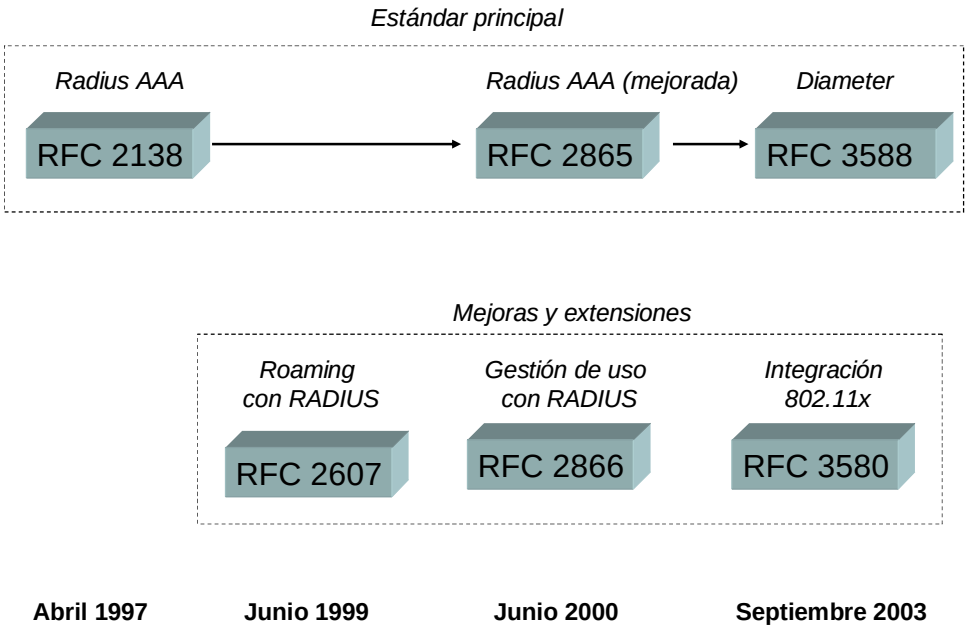



**Figura 3-20: Evolución de estándares AAA**

*Fuente: Elaboración propia a partir de www.ietf.org*

Si bien existen otros protocolos de gestión de autenticación, autorización y control de uso como TACACS+, raramente son aplicados en despliegues de redes WiFi, estando más orientados a otros tipos de infraestructuras de red. En el caso particular de los mecanismos AAA utilizados en las redes de telefonía celular basadas en la autenticación vía SIM, sí se contempla en la literatura técnica su utilización para suministrar servicio WiFi en terminales duales GSM o 3G/WiFi (véase por ejemplo [Paolini et al., 02]). Este tipo de mecanismo exige una participación activa en la provisión y facturación del servicio de un operador celular que se plantee en su propuesta de mercado el uso de WiFi como infraestructura complementaria a su despliegue de telefonía celular. Hasta el momento no ha sido utilizado comercialmente, si bien en un futuro puede ser aplicado sobre redes 3G, tal y como se analiza en el apartado 3.7 dedicado a la relación entre WiFi y 3G.

## Productos de autenticación y autorización

Actualmente se dispone tanto de software comercial como de software libre para realizar las funciones descritas. Dentro del software comercial, el más extendido es Bluesocket (www.bluesocket.com). Esta compañía está especializada en la gestión de redes y servicios WiFi, tanto en entorno privado como para redes públicas, y dispone de un conjunto de productos que realizan una gestión integral de los accesos, soportando diversos esquemas de control tanto del acceso como del ancho de banda proporcionado a cada usuario, así como facilidades para soportar las funciones de contratación y facturación, que deben ser particularizadas para cada modelo de negocio.

En lo que respecta a software libre, NoCat (www.nocat.net) desarrollado por la comunidad wireless Sonoma County en colaboración con otras iniciativas ciudadanas estadounidenses como SeattleWireless, Personal Telco o Bay Area Wireless Users Group, es un producto bajo Linux ya maduro, que se utiliza extensamente como software de gestión de accesos bajo el modelo de portal cautivo. Aunque no dispone de capacidades tan avanzadas como los productos comerciales, es una buena alternativa para la construcción del control de accesos en

este tipo de redes públicas, soportando el estándar RADIUS, gestión de calidad de servicio segmentada por usuarios y grupos, y soporte a SSL. FreeRadius (www.freeradius.org) es otra iniciativa de desarrollo de software libre de autenticación y autorización que soporta las RFC 2865 y 2866.

En el contexto del software libre destacan tambien LANRoamer, desarrollado para soportar mecanismos de AAA en los despliegues que realiza SOHO Wireless (www.sohowireless.com), Wireless Heartbeat (http://www.river.com/tools/authhb/), y Firstspot (www.patronsoft.com) basados en portal cautivo.

### 3.2.2 CONTRATACIÓN Y FACTURACIÓN

Los mecanismos de contratación y facturación del servicio facilitan la interacción con el usuario para que éste realice el alta en el servicio y abone la contraprestación monetaria establecida por su utilización.

La aplicación de las redes WiFi para el mercado residencial como infraestructura de acceso de banda ancha utiliza los mecanismos habituales de contratación y facturación establecidos para las redes fijas: contratación del servicio por vía telefónica, web, o en persona, y facturación contra una cuenta corriente con pagos mensuales.

En el caso de las redes WiFi orientadas a uso itinerante u ocasional de la red, como es el caso de los despliegues en vías públicas, centros comerciales y aeropuertos, es necesario disponer de mecanismos de contratación y facturación de uso sencillo y rápido, que faciliten la contratación y uso en el momento, al objeto de incentivar su utilización.

Así pues, las soluciones identificadas para contratar y facturar el servicio para uso itinerante, difieren de las soluciones utilizadas en redes fijas y de telefonía debido a la necesidad de soportar el uso ocasional de las redes sin que exista una relación estable ni previa entre el usuario potencial y el proveedor de servicio.

Si dejamos aparte los usos libres y gratuitos de la red, que por su naturaleza no necesitan mecanismos de contratación y facturación, los mecanismos aplicables son los siguientes:

- ***Tarjetas de prepago:*** El usuario adquiere en quioscos y otros comercios tarjetas en las cuales figura un identificador y palabra de paso y que permiten acceder al servicio durante un tiempo limitado, que es posible repartir en varias sesiones en determinados casos, sin que el usuario suministre su identidad real. Este mecanismo plantea la ventaja de su simplicidad para los actores implicados, ya que la única transacción que realiza el usuario es la adquisición de la tarjeta, y el proveedor únicamente debe controlar el consumo temporal de los identificadores virtuales distribuidos en la tarjeta. La no necesidad de revelar la identidad real del usuario juega también como factor potenciador de su uso. Las limitaciones de este modelo son la necesidad de distribuir tarjetas en localizaciones cercanas a la localización de la red, y la molestia que supone para el usuario realizar la compra de la tarjeta, que desincentiva el uso instantaneo.

**Figura 3-21: Ejemplo de tarjetas de prepago WiFi**

*Fuente: www.wifi-masters.nl*

- ***Micropagos basados en SMS:*** Bajo este esquema el usuario envía desde un teléfono móvil un mensaje SMS Premium requiriendo el servicio, y recibe de forma inmediata un identificador y clave que le permite conectarse por un periodo de tiempo corto a través de la red WiFi. La facturación es realizada por el operador celular que se apropia de un márgen por la intermediación, y entrega el resto del montante al broker de mensajes SMS, que a su vez comparte los ingresos con el proveedor del servicio. Este esquema plantea la ventaja de estar disponible en todo momento, no sólo en horarios comerciales, siendo muy rápida la transacción por parte del usuario y no planteando problemas de seguridad en el pago. Como inconvenientes, está el elevado margen de intermediación, que reduce en gran medida los ingresos del proveedor de servicio, así como la necesidad de que el usuario disponga de telefonía móvil (si bien este último inconveniente no es grave, habida cuenta de la elevada penetración del servicio de telefonía móvil). En [Barceló et al., 06b] se describe con mayor detalle este modelo.

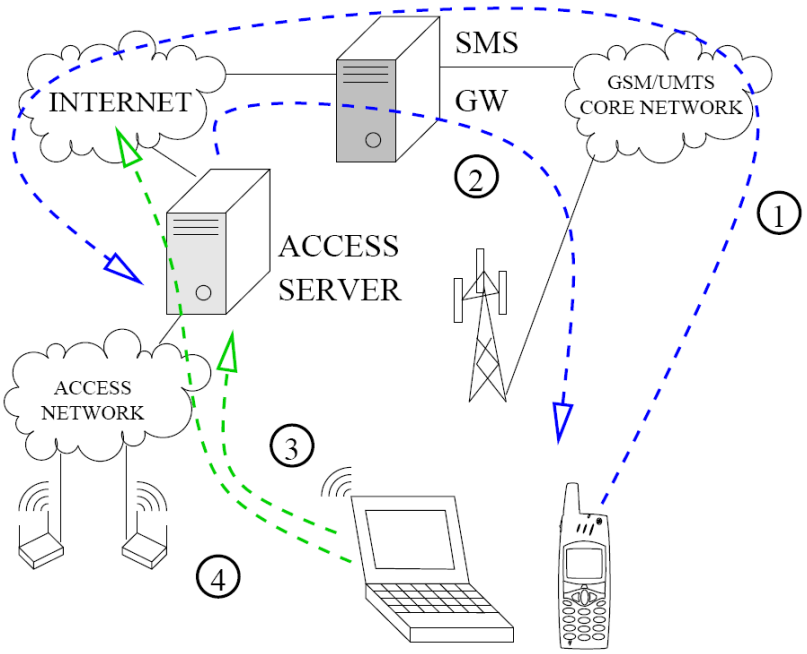



**Figura 3-22: Modelo de contratación basado en prepago SMS**

*Fuente: [Barceló et al., 06b]*

***Prepago vía web:*** Cuando un usuario intenta acceder a la red, se le presenta una página mostrando las condiciones del servicio y un acceso para su contratación. La contratación se realiza mediante un prepago basado en tarjeta de crédito, para lo cual el cliente debe suministrar su identidad y datos de tarjeta. Respecto a los métodos anteriores presenta la ventaja de no necesitar más infraestructura que el propio equipo terminal de usuario, si bien presenta debilidades importantes que lo hacen poco atractivo para el cliente potencial. La percepción de una escasa seguridad de estas redes hace que los usuarios sean reticentes a suministrar datos sobre sus tarjetas de crédito, no es posible mantener el anonimato, y la contratación del servicio toma un tiempo y un esfuerzo mayor que en los casos anteriores. De acuerdo con [Ralli, 06], una parte importante de los servicios comerciales WiFi se suministran actualmente bajo esta modalidad, correspondiendose con prepagos de 24 horas de uso o cuotas mensuales.

- ***Prepago en ubicación de la red:*** En este caso el pago se realiza presencialmente en la ubicación donde se encuentra disponible el servicio. Es el caso de los cibercafés que disponen de redes WiFi, o los hoteles que suministran este servicio bajo pago. Aunque resulta cómodo y seguro para el cliente, sólo es posible aplicar este modelo en ubicaciones donde es viable la dedicación de personal in situ para realizar la contratación. Esto implica que sólo se puede aplicar en despliegues realizados en edificios o locales comerciales aislados dónde se dispone de personal que marginalmente puede asumir estas funciones.

- ***Empaquetamiento con otros servicios:*** El usuario adquiere el derecho a utilizar la red mediante la contratación de otros servicios. Muchas veces se presenta este empaquetamiento como "WiFi gratuito", al conceptualizarse como un servicio suplementario al servicio principal que se comercializa. El empaquetamento no necesariamente se realiza con otros servicios de telecomunicaciones, aunque sí es así en el caso de algunos operadores celulares o fijos, que incluyen en el servicio el acceso desde determinadas ubicaciones con redes propias u otras con las que alcanzan acuerdos. Así, por ejemplo, en muchos hoteles el servicio de acceso WiFi se incluye dentro del servicio de habitación contratado por el cliente. En otros casos, el servicio se utiliza como un incentivo para que el cliente potencial visite la ubicación y consuma servicios en los que se basa el núcleo de negocio, como en establecimientos de restauración. Las fortalezas y debilidades de este modelo son muy dependientes de las motivaciones de los actores que explotan las redes y se analizarán al tratar los distintos tipos de actores.

- ***Pago basado en exposición a publicidad:*** Al igual que en el empaquetamiento de servicios, en este caso el servicio es presentado al cliente como "gratuito", si bien el modelo de financiación se basa en exponer a éste a publicidad (pop-ups y banners), que en el caso de las redes públicas WiFi, puede resultar más efectiva al poder contextualizarse en la ubicación donde se produce la conexión. En la siguiente figura se muestra la pantalla inicial de la iniciativa más conocida de modelo basado en exposición a publicidad, Google WiFi que está previsto aplicar también en la iniciativa municipal de San Francisco [San Francisco, 07].

**Figura 3-23: Ejemplo de modelo basado en publicidad**

*Fuente: www.google.com*

El modelo más extendido para usuarios ocasionales es el basado en tarjetas de prepago (véase el estudio [Balachandran et al., 03]), de las cuales se comercializaron en el mundo 21 millones en 2003 [Vaugban-Nichols, 03] y el modelo de suscripción con pago regular para usuarios residenciales. Aunque parte de los autores consideran que el micropago basado en SMS es el método más adecuado para soportar la contratación de uso ocasional [Verma et al., 02b] por su sencillez, seguridad, y rapidez de la transacción, otros autores consideran que los micropagos no incentivan el uso de la red por los usuarios [Odlyzko, 03] y que el modelo basado en tarifa plana de uso es el que acabará imponiéndose [Lehr et al., 03] basado en un modelo de autenticación centralizado sobre despliegues que cubran diversas localizaciones. El análisis realizado en [Fuentes-Bautista et al., 05] en Austin (Tejas) muestra un elevado porcentaje de comercios que ofrecen el servicio de forma gratuita sobre el total de comercios que disponen de servicio WiFi (un 73%) como incentivo para generar ingresos por otros servicios prestados en la ubicación.

Como se deduce de los razonamientos expresados para cada uno de los modelos, no tiene sentido graduarlos como mejores o peores para el despliegue de redes, ya que su idoneidad es muy dependiente del modelo de negocio planteado, esto es, de los intereses de los actores involucrados, tipo de ubicación o zonas donde se despliega y segmento de mercado al que va dirigida la oferta [Dahle, 04]. En la siguiente tabla se resumen las características de los modelos de facturación aplicados habitualmente y ejemplos de aplicación de éstos, así como una indicación cualitativa de la extensión de los distintos modelos (el doble asterisco indica una aplicación más intensiva que el simple asterisco).

| *Método de pago* | *Contraprestación* | *Unidad de facturación* | *Valores* | *Mercado* | *Extensión* | *Ejemplo* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Suscripción** | Monetaria | Tiempo de disponibilidad | Mes | Usuario residencial | * | Llívia wireless |
| **Pago en persona** | | Tiempo de disponibilidad | Días horas | Clientes de hoteles, cibercafés | ** | Hoteles Husa |
| **Tarjetas prepago/ micropagos SMS** | | Tiempo de uso/ disponibilidad | Minutos horas | Usuario ocasional | ** | Cometa Networks |
| **Pago vía web** | | Tiempo de uso | Horas | Usuario ocasional | * | Starbucks Boingo |
| **Gratuito** | Exposición a publicidad o ninguna | - | - | Público en general | * | *GoogleWifi Comunidades wireless* |
| **Empaquetamiento con otros servicios** | Monetaria o uso de otros servicios | Pago conjunto con otros servicios | - | Consumidores de otros servicios | ** | *Operadores telco, hoteles con Wifi sin cargo, comercios* |

**Tabla 3-5: Modelos de facturación**

*Fuente: Elaboración propia*

En lo que respecta a la generación de facturas, la mayor parte de los modelos no necesitan abordar este problema de cara al usuario final, al basarse en pago gratuito o prepago. Sí es necesario en el pago por suscripción, que se resuelve mediante soluciones ad-hoc o integración en la facturación de otros servicios, cuando el acceso WiFi se empaqueta con otros productos. Dado que parte de las iniciativas se llevan a cabo mediante la colaboración entre varios actores, en estos casos es necesario contemplar la distribución de ingresos entre estos actores, tal como se indica en [Am-Beo, 03] y se aplica en iniciativas que siguen este modelo como 22@WiFi ([Infante et al., 05b]). En cualquier caso, la facturación de los servicios WiFi es en general más sencilla que en otros servicios como la voz sobre redes conmutadas, ya el pago no suele ser dependiente del tiempo exacto de conexión, hora o día de realización, ni del destino de las comunicaciones.

### 3.2.3 GESTIÓN DE FALLOS Y PRESTACIONES

Para suministrar una adecuada calidad de servicio a los usuarios es necesario realizar actividades de mantenimiento preventivo, que permitan detectar situaciones de pérdida o merma de servicio, y de mantenimiento correctivo, que permitan subsanar los problemas que afecten al servicio proporcionado a los usuarios, como la avería en puntos de acceso.

Para realizar estas actividades se utilizan herramientas de monitorización y configuración que permiten supervisar el estado de los puntos de acceso remotamente, mostrando problemas detectados de congestiones, averías, etc. Estas herramientas se comunican con los puntos de acceso realizando pruebas sencillas de operatividad en los casos más básicos (por ejemplo, intentos de conexión o pings), o accediendo vía SNMP (protocolo de gestión normalizado por el IETF) a los parámetros más relevantes de operatividad que se almacenan y gestionan en tiempo real en los propios puntos de acceso.

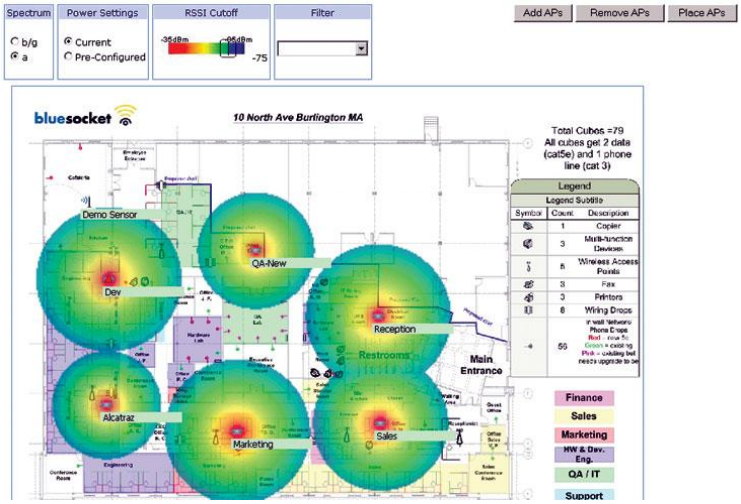



**Figura 3-24: Ejemplo de pantalla de supervisión de redes WiFi**

*Fuente: www.bluesocket.com*

Las herramientas de gestión de fallos y prestaciones para redes WiFi pueden clasificarse en tres categorías:

1. ***Software comercial especializado en gestión de redes WiFi.*** Los productos comerciales disponen de capacidades especializadas para este tipo de redes y aprovechan las capacidades de gestión que ofrecen los puntos de acceso de los distintos fabricantes. En la Figura 3-24 se muestra un ejemplo de pantalla de la herramienta comercializada por bluesocket.

2. ***Software comercial de gestión de redes corporativas.*** Estas herramientas están orientadas a gestionar de forma integrada el conjunto de infraestructuras que configuran habitualmente las redes corporativas y permiten integrar la gestión de puntos de acceso. HP OpenView es el líder claro de este mercado, junto con Tivoli y Unicenter. Existen además productos comerciales especializados que se integran dentro de estas herramientas para suministrar capacidades específicas de gestión de puntos de acceso como son Mobile Manager de waveLink (ver Figura 3-25) o Airwave.

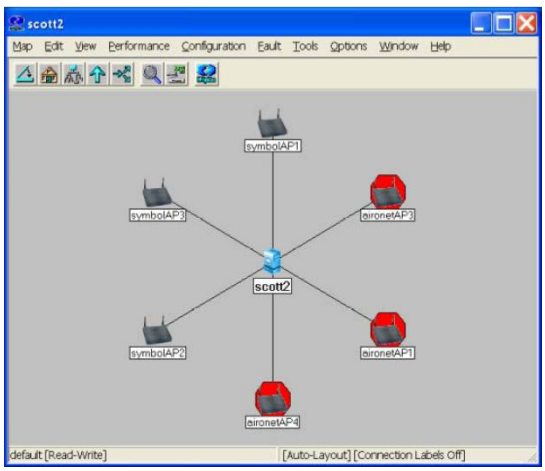



**Figura 3-25: Ejemplo de pantalla para gestión basada en OpenView**

*Fuente: www.wavelink.com*

Parte de los suministradores de puntos de acceso, como por ejemplo Cisco, comercializan también herramientas de gestión de fallos y supervisión, que presentan una funcionalidad completa en la gestión de los puntos de acceso que suministran, y capacidades más básicas

para el resto de suministradores, por lo que han de ser utilizados con precaución en redes heterogéneas.

3. ***Software libre.*** Existe una variedad importante de herramientas de libre distribución que permiten realizar una gestión básica de puntos de acceso, suficiente para la mayoría de despliegues. En [Grob, 03] se analizan las aplicaciones más relevantes como Nagios (http://nagios.org), NetraMet (www.auckland.ac.nz/net/NeTraMet) o NTop (www.ntop.org).

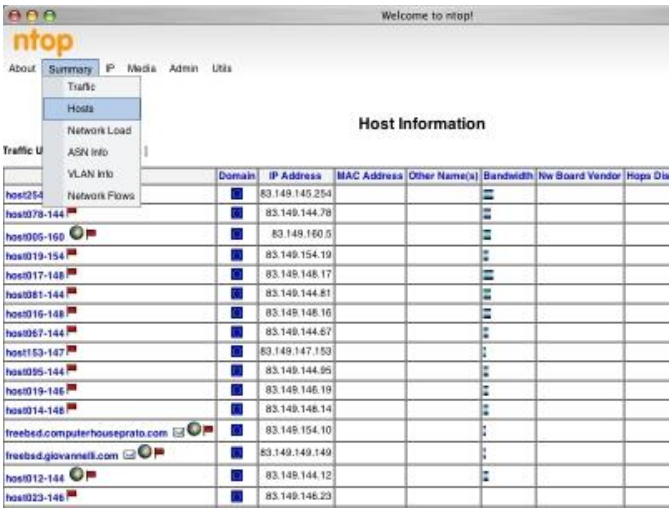



**Figura 3-26: Ejemplo de aplicación de software libre**

*Fuente: www.ntop.org*

Las instalaciones limitadas a una ubicación y un número bajo de puntos de acceso no presentan requisitos especiales de gestión de fallos y prestaciones, y pueden ser gestionadas mediante herramientas sencillas de distribución libre, integrarse en sistemas de gestión orientados a supervisar las redes corporativas o, en el caso más básico, no utilizar ninguna herramienta de gestión, basando la detección de fallos en indicaciones de los usuarios y su corrección en la presencia in situ.

Cuando la cobertura de la red es amplia y existen compromisos de calidad de servicio, sí es necesario utilizar herramientas de este tipo que permitan centralizar la gestión de fallos y prestaciones. En este caso, es conveniente que los puntos de acceso dispongan de interfaces de gestión basados en SNMP, así como de facilidades para la reinicialización remota para evitar desplazamientos. Los modelos de puntos de acceso más básicos no disponen de estas capacidades, lo cual dificulta la agregación de redes heterogéneas para configurar modelos de negocio en los cuales se adquieran compromisos de calidad de servicio con los usuarios potenciales [Grob, 03]. De hecho, gran parte de los puntos de acceso residenciales carecen de estas interfaces de gestión, siendo las empresas las que utilizan los puntos de acceso de gama alta, como los proporcionados por Cisco o 3Com. Los datos obtenidos en el radiomapa levantado en el distrito 22@ de Barcelona, que se muestran a continuación y se analizan en mayor detalle en el anexo II, confirman esta situación.

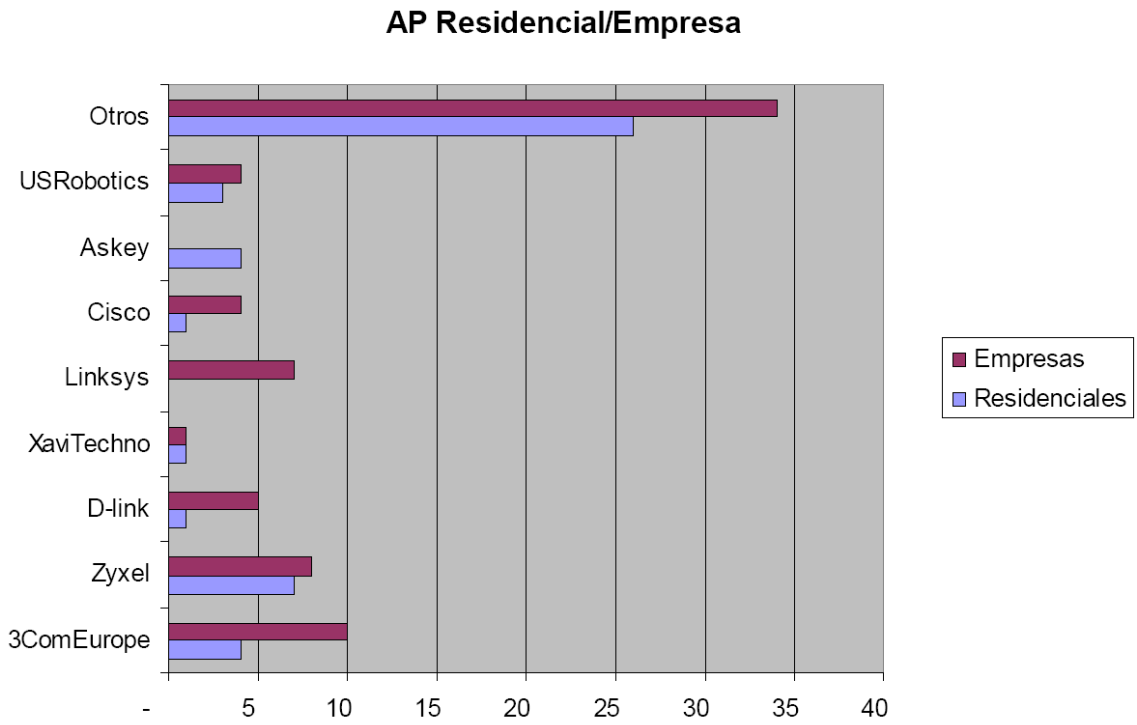



**Figura 3-27: Fabricantes de puntos de acceso detectados en 22@BCN**

***Fuente: Elaboración propia***

Esto supone una limitación importante para los modelos de explotación que se basan en agregación de puntos de acceso residenciales, como muchas de las iniciativas ciudadanas o algunos proveedores de servicio especalizados en la agregación de puntos de acceso residenciales, como FON, ya que la gestión que se puede realizar de la red agregada es muy limitada y por tanto resulta dificil suministrar garantías de calidad de servicio en las diversas ubicaciones.

Además del software de monitorización y gestión remota, los operadores que realicen despliegues comerciales con extensión geográfica importante, deben disponer de herramientas que permitan atender a los usuarios y gestionar reclamaciones e incidencias de servicio, que se soportan mediante centros de atención al cliente en las iniciativas con mayor ámbito, y con pequeñas herramientas realizadas ad-hoc en despliegues modestos.

Parte de las iniciativas lanzadas han fracasado por no suministrar un soporte adecuado de gestión de fallos y prestaciones que supone un coste relevante, ya que además de ser necesario desplegar las herramientas, es necesario disponer de personal suficiente y preparado técnicamente para realizar el mantenimiento in situ sobre los puntos de acceso. Este último aspecto es, con diferencia, bastante más costoso en recursos que el despliegue de herramientas de monitorización, que como se ha visto, puede ser cubierto en muchos casos con herramientas de libre distribución. El caso de Zamora wireless es paradigmático de estas deficiencias que suponen un fracaso del modelo de negocio ([Barrapunto, 03], [Iblnews, 04]).

### 3.2.4 CONCLUSIONES SOBRE TECNOLOGÍAS SOFTWARE

Tal y como se ha descrito a lo largo del capítulo, existe una gran diversidad de modelos de autenticación, autorización y contratación de servicios aplicables al contexto de las redes objeto de estudio. Para gran parte de estos modelos, actualmente se dispone de herramientas suficientemente maduras, tanto en el mercado de herramientas de pago como bajo esquemas de distribución libre basados en ambos casos principalmente en el uso de RADIUS combinado con portales cautivos.

La utilización de mecanismos de contratación y facturación basados en modelos de prepago es clave para soportar los usos ocasionales de la red, siendo las tarjetas prepago el mecanismo más utilizado, aunque se emplean también en ocasiones los mecanismos basados en micropagos SMS.

Los modelos basados en uso gratuito o empaquetado con otros servicios no necesitan disponer de este tipo de facilidades, simplificándose aún más su despliegue. En el caso de los servicios de uso residencial, la problemática de contratación y facturación es similar a la de los despliegues tradicionales, si bien se ve simplificada por la no necesidad de facturar en base al tiempo real de uso, al utilizarse en los servicios de banda ancha tarifas planas mensuales.

En las iniciativas comerciales es importante contemplar un correcto soporte de la gestión de fallos y prestaciones para garantizar la calidad de servicio proporcionada a los usuarios. Tal y como se ha mostrado, existen también herramientas diversas tanto libres como comerciales que soportan adecuadamente estas necesidades.

En la gestión de redes formadas por puntos de acceso heterogeneos y las formadas por puntos de acceso de gama baja, existen debilidades importantes en las capacidades de gestión de la calidad de servicio, al ser necesario utilizar interfaces de gestión SNMP que no están disponibles en los puntos de acceso de gama baja, o que ofrecen información distinta según el suministrador. Este hecho limita las posibilidades de implantación de modelos de negocio para uso de puntos residenciales aportados por diversos actores.

Por último, destacar la importancia de prever una adecuada organización y capacitación de los recursos responsables del mantenimiento de los equipos, que supone un coste elevado y directamente proporcional a la extensión de la red, y que puede limitar la viabilidad económica o suponer el suministro de una calidad deficiente que derive en una baja aceptación por parte de los usuarios potenciales.

## 3.3 MODELOS DE INTERCONEXIÓN

Tal como se indicó en la introducción, los modelos de despliegue de este tipo de redes difieren del modelo tradicional aplicado en otras redes como las telefónicas fijas o celulares. En muchos casos la red de acceso no es el resultado de un proceso de planificación de red realizado por un operador de telecomunicación, sino que la red de acceso “crece” de forma natural a partir de la interconexión de subredes de acceso de tamaño variable y desplegadas por distintos actores para formar una red de cobertura amplia con la colaboración de diversos proveedores de servicio.

Naturalmente, el proceso tradicional de despliegue de una única red de acceso controlado por un único actor que actúa tanto de operador de red como de proveedor del servicio, es aplicable a este tipo de redes y es el utilizado por los operadores de telecomunicación tradicionales, hotspots privados e iniciativas públicas que contemplan el despliegue de una red de acceso única operada por la organización que despliega la red.

No obstante, los modelos de despliegue que plantean mayores diferencias y potencialidades para configurar modelos de negocio alternativos, son aquellos que se basan en la cooperación entre distintos actores, tanto en el nivel de red como en el nivel de servicio. Para implantar estos modelos de despliegue es necesario aplicar arquitecturas de interconexión entre subredes de acceso desplegadas por actores diversos, así como la interconexión de la red de acceso con los diversos proveedores de servicio que hagan uso de ella.

En este apartado se realiza un análisis de estos modelos técnicos de interconexión, partiendo de los más simples y limitados, para llegar a los más sofisticados y flexibles. Tal como se analizará, la selección de uno u otro modelo de interconexión marca en gran medida el modelo de crecimiento y los modelos de explotación y negocio que se pueden aplicar sobre la red y, por tanto, es un factor clave potenciador o limitador para el despliegue y crecimiento de cada iniciativa.

El análisis se ha organizado separando los aspectos de interconexión y colaboración entre actores relacionados con la autenticación, y los relacionados con el transporte. Cada conjunto de actores que coopera para suministrar servicios sobre redes WiFi debe seleccionar una arquitectura de interconexión para autenticación y otra para transporte.

### 3.3.1 INTERCONEXIÓN DE AUTENTICACIÓN

La interconexión de actores para autenticación tiene como objetivo facilitar que los proveedores de servicio colaboren permitiendo la conexión de usuarios asociados a un proveedor de servicios sobre la infraestructura proporcionada por otro proveedor de servicio, o que un proveedor de servicio pueda utilizar la infraestructura de red proporcionada por varios operadores de red. Tal como se mostrará, el modelo más utilizado es el de roaming, gracias al cual proveedores de servicio que controlan un conjunto de ubicaciones pueden suministrar conexiones a sus clientes en las localizaciones controladas por otros proveedores, y facilitar a éstos que sus clientes utilicen los servicios que presta.

#### Autenticación no interconectada

Cuando no se alcanzan acuerdos de autenticación con terceras partes, un único proveedor de servicio gestiona el acceso a su propia red, tal y como se muestra en la Figura 3-28. No existen conexiones con otras redes de acceso ni con otros proveedores de servicio.

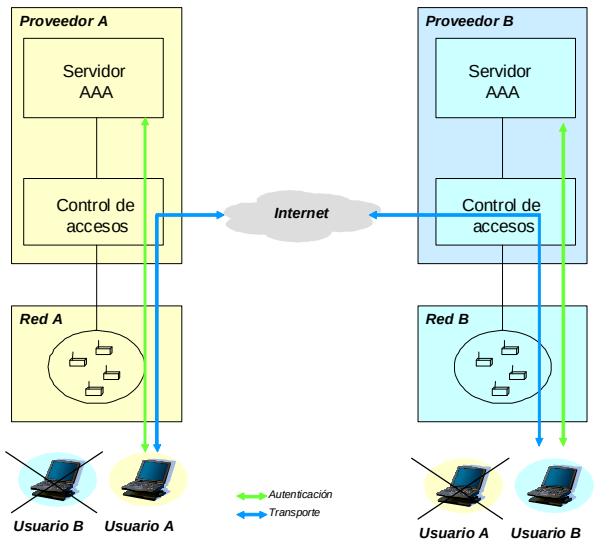



**Figura 3-28: Autenticación no interconectada**

***Fuente: Elaboración propia***

Las ventajas de este modelo se basan en su simplicidad, y en la flexibilidad de la configuración del modelo de negocio, ya que no es necesario desplegar recursos, negociar con terceras partes para interconectar redes, ni proveer servicios a usuarios externos. Asimismo, el proveedor del servicio es libre para evolucionar el modelo de negocio sin tener en cuenta a terceras partes como proveedores de red externos u otros proveedores de servicio.

El inconveniente principal consiste en que los usuarios están completamente ligados a las ubicaciones en donde se puede desplegar red, siendo elevado el coste de captura de clientes ocasionales cuando los despliegues son de ámbito geográfico modesto.

El modelo de crecimiento en ausencia de colaboración de autenticación con otros actores se basa en extender la propia cobertura de red desplegando más puntos de acceso e intensificar

las actuaciones de marketing o empaquetamiento con otros productos. La adquisición de proveedores de servicios, incluyendo la red y la base de clientes, es otra posibilidad de crecimiento bajo este modelo.

A pesar de estas limitaciones, es bastante habitual encontrar modelos de comercialización sin colaboración de autenticación, y se suele dar en los siguientes contextos:

- ***Suministro de servicio como oferta complementaria al núcleo de negocio:*** Es el caso de comercios (hoteles o cafeterías, por ejemplo), que conciben la provisión de servicio como un complemento e incentivo para la contratación de otros servicios, no teniendo como objetivo sacar el máximo beneficio directo de la red WiFi instalada, sino de los servicios que ofertan en su ubicación. Es un modelo cada vez más extendido para ubicaciones localizadas y basado en provisión gratuita del servicio, tal y como se ha analizado en los modelos de facturación.

- ***Comunidades wireless:*** En las comunidades de uso abierto a todos los ciudadanos, al no existir autenticación de los usuarios, no es necesario cooperar en la autenticación del servicio y cada participante concede el uso de los recursos a los usuarios que lo solicitan. Los participantes que aportan subredes de acceso se coordinan dándose de alta en el servidor web de la comunidad sin realizar ningún tipo de interconexión de autenticación entre ellos cuando se conectan los usuarios, pues no exista tal autenticación.

## Autenticación centralizada

En aquellos casos en que se desea controlar el acceso de los usuarios partiendo de una única base de datos de clientes, y aplicando las mismas reglas de facturación y provisión sobre redes desplegadas por diversos proveedores, es necesario que cada uno de los actores que despliegan red delegue el control del acceso al servicio en una entidad única que aplique las reglas de autenticación y autorización según el modelo de negocio que se establezca.

Tal como se muestra en la Figura 3-29, el modelo de control de acceso centralizado establece una autoridad única de autenticación y autorización mediante la cual se conecta con los puntos de acceso para informar a éstos sobre la pertinencia de conceder o no el acceso al servicio.

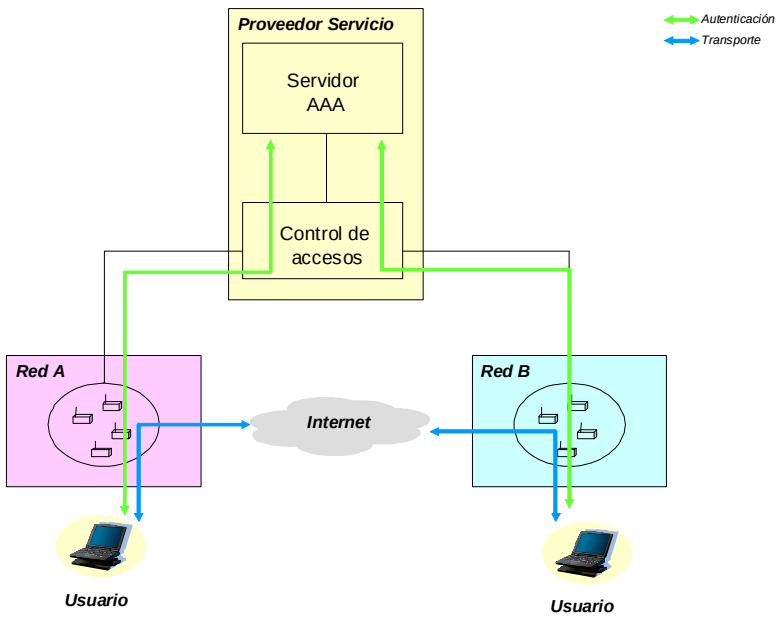



**Figura 3-29: Modelo de control de accesos centralizados**

*Fuente: Elaboración propia*

Las ventajas que plantea este modelo respecto a los demás es que permite aglutinar la oferta de servicio de "microoperadores" WiFi para ofrecer a los clientes una amplia cobertura. Los microoperadores WiFi se centran en este caso en el despliegue de redes en las ubicaciones que gestionan, y existe un único proveedor que comercializa el servicio ofrecido por el conjunto de redes. En realidad, cada microoperador actúa como un operador de red de cara al proveedor de servicio, mientras que el proveedor de servicio se centra en la gestión de clientes.

El modelo de crecimiento en este caso se basa en la incorporación de redes de acceso que delegan en el proveedor de servicio la gestión de clientes. Es escalable, ya que la complejidad de la interconexión crece linealmente con la incorporación de nuevas redes o crece en menor medida si se aplica el mismo modelo a todas las redes conectadas.

El modelo permite también una cierta autonomía de los "microoperadores" que pueden repartir el ancho de banda entre usos en autoprestación, y el suministro de servicios al proveedor que realiza la autenticación centralizada, utilizando para ello la capacidad excedente.

Las limitaciones de este modelo se centran en que los microoperadores normalmente ven anulada su capacidad de comercialización de servicios ya que si proporcionasen servicios al público, competirían con el proveedor que realiza la autenticación centralizada. En la práctica, los diversos microoperadores son proveedores de red para el proveedor de servicio que es quién comercializa de cara al cliente final.

Así, este modelo resulta de utilidad únicamente cuando el propietario de la red que se conecta a la autenticación centralizada no desea realizar la gestión de clientes, sino aprovechar una infraestructura de red existente aplicada a otros menesteres (uso privado habitualmente) para obtener ingresos adicionales, o ventajas ofrecidas por el proveedor de servicio a cambio de utilizar esta infraestructura.

El caso más conocido de aplicación es FON (www.fon.com). Esta iniciativa está basada en un único proveedor de servicio (FON) y una amplia red WiFi a lo largo de varios países, que está compuesta por puntos de acceso residenciales aportados por sus propietarios. Los usuarios adheridos a FON permiten el uso de sus puntos de acceso y red de transporte por parte de esta compañía, recibiendo a cambio derechos de conexión en el resto de la red y a una contraprestación monetaria cuando se conectan usuarios externos no adheridos a FON a través de sus puntos de acceso. El proveedor de servicio (FON) gestiona la base de clientes y realiza una autenticación centralizada.

Si bien el modelo sería también aplicable a empresas que dispusiesen de redes privadas WiFi y deseasen obtener ingresos marginales sin abordar la gestión de clientes, hasta el momento no ha tenido éxito en este contexto, debido a los posibles problemas de seguridad derivados de este uso marginal frente al escaso margen de beneficios que puede obtener la compañía que facilita el uso de su red privada.

## Roaming bilateral

Los acuerdos de roaming facilitan un acoplamiento débil y sencillo entre proveedores de servicio para extender la cobertura y maximizar el uso de la infraestructura propia sin por ello estar obligados a desplegar nuevos puntos de acceso, o absorber a otros operadores. Este modelo, muy utilizado en la telefonía celular, se basa en establecer un acuerdo entre operadores mediante el cual los clientes de un operador pueden utilizar los servicios del otro en las ubicaciones donde se encuentra presente, y viceversa.

Así, tal y como se muestra en la Figura 3-30, los clientes del operador A pueden utilizar la red de acceso y el servicio del operador B sin ser clientes de éste. Para ello es necesario que exista un intercambio de información a nivel de servicio entre ambos operadores, que permita soportar la autenticación de clientes y el cómputo de cargos cruzados, para compensar las diferencias entre el uso que hacen los clientes del operador A del servicio del operador B, y los clientes de B sobre el servicio de A.

Los actores que participan en estos acuerdos de roaming son operadores verticales que disponen tanto de redes de acceso, como de capacides de suministro de servicios (habitualmente, acceso a Internet). Bajo este modelo, no es posible articular acuerdos con propietarios de redes que no dispongan de infraestructura para proporcionar el servicio.

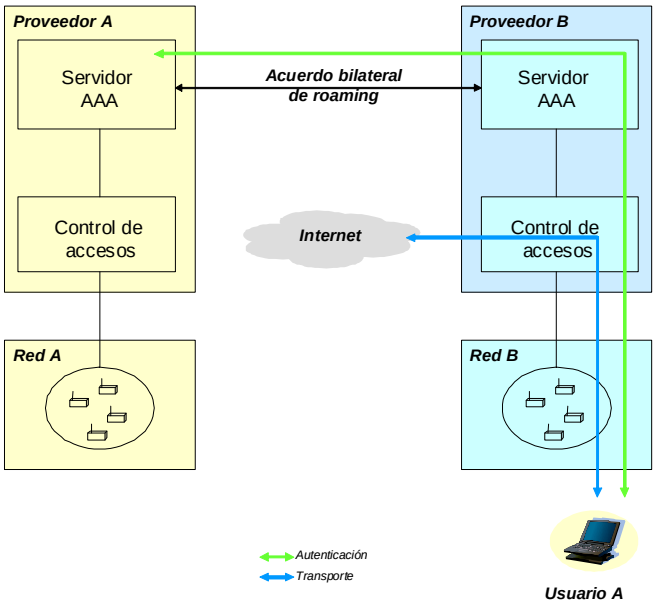



**Figura 3-30: Roaming bilateral**

***Fuente: Elaboración propia***

Según se muestra en la Figura 3-30, cuando dos proveedores de servicio (A y B) alcanzan un acuerdo de roaming, se sigue el siguiente procedimiento para suministrar servicio cruzado entre proveedores:

- Cuando un cliente de B intenta conectarse en una ubicación controlada por A, A interroga a B sobre si debe suministrar servicio al cliente, pasando a través de su servidor RADIUS al servidor de B la identificación y clave introducida por el cliente. Si B concede la autorización, A procede a suministrar servicio al cliente de B mediante su propia infraestructura de transmisión. El estándar de RADIUS soporta estas capacidades de diálogo entre servidores (RFC 2607).

- Periódicamente A y B realizan una conciliación de los registros de uso de clientes cruzados, esto es, uso por parte de los clientes de A de la infraestructura de B y uso de la infraestructura de B por parte de los clientes de A. El uso de RADIUS por ambos proveedores facilita este cómputo. De acuerdo al modelo de contraprestación establecido entre ambos, aquel cuyos clientes hayan realizado mayor uso de la infraestructura ajena, paga una contraprestación por la diferencia de tráficos. En aquellas situaciones en que los tráficos cruzados son similares, se alcanzan acuerdos de prestación mutua de servicio sin contraprestación económica, al objeto de simplificar los procedimientos y no realizar conciliación de tráficos.

En [Anton et al., 03], la WiFi Alliance suministra guías para el uso de RADIUS en contexto de roaming al objeto de simplificar la autenticación delegada, y la reconciliación de tráficos entre proveedores de servicio.

El modelo de roaming es muy ventajoso para proveedores de servicio que disponen de coberturas no solapadas y que por tanto no funcionan en competencia. En este caso, ambos pueden aumentar sus ingresos por doble partida: presentando una oferta más atractiva a sus

propios clientes al cubrir una cobertura más amplia sin asumir costes de despliegue, y maximizando el beneficio obtenido de la infraestructura ya desplegada, por el uso que realizan clientes de otros proveedores sobre ella.

Asimismo, simplifica el proceso de provisión y facturación para los clientes, ya que con una única contratación pueden hacer uso del servicio en ubicaciones distintas, lo cual incentiva la utilización del servicio.

Las limitaciones del modelo de roaming bilateral son las siguientes:

- Es conveniente que los proveedores de servicio sean capaces de proporcionar calidades similares, al objeto de que los usuarios no perciban degradación del servicio en zonas cubiertas por proveedores distintos. Esto supone restringir la flexibilidad de cada uno de los proveedores en la oferta de servicio que realizan. Aunque en lo que respecta al ancho de banda las ofertas son similares en la mayoría de casos, sí existe una variación de calidades respecto a la disponibilidad y fiabilidad del servicio, que restringe los posibles acuerdos de roaming a aquellos que contemplan el mismo nivel de mantenimiento sobre la red que gestionan.

- En determinados casos, el beneficio marginal de utilización por parte de otros proveedores de servicios se puede a expensas de reducir el número de clientes potenciales propios. Para que no se produzca una "canibalización" de clientes debida al roaming que no se compense por los ingresos adicionales, los proveedores de servicio deben ser complementarios en las capacidades de adquisición de clientes de manera que ambos proveedores de servicio se vean beneficiados.

Una limitación adicional del roaming bilateral es que su modelo de crecimiento está limitado a un número bajo de actores, ya que deben existir acuerdos por pares de proveedores. Así, el número total de acuerdos bilaterales necesarios entre N proveedores de servicios es N(N-1)/2, lo cual supone un número muy elevado de acuerdos cuando están involucrados más de tres proveedores de servicio. Dado que no existen prácticas generalmente aceptadas de roaming para realizar la facturación entre operadores [Verma et al., 02a], este problema se agrava al ser necesario mantener acuerdos distintos con cada uno de los operadores con los que existan acuerdos de roaming.

El modelo de roaming bilateral se utiliza a menudo entre operadores de hotspots que disponen de red y prestan servicio en ubicaciones complementarias y cuyos canales de comercialización abordan usuarios distintos, al objeto de obtener mayores ingresos sobre la red propia y la red ajena sin "canibalizar" el mercado propio. Como ejemplo se puede citar el caso de la red WiFi de Telefónica (zona ADSL) que inicialmente comenzó realizando acuerdos bilaterales con otros operadores de telecomunicación como Telecom Italia y Portugal Telecom, para posteriormente adherirse a la Wireless Broadband Alliance, formada por los principales operadores de telecomunicación, que disponen de hotstpots wifi y que facilitan roaming centralizado para todos ellos.

En la siguiente figura extraída del anexo I se muestran los acuerdos de roaming existentes para los hotspots comerciales desplegados en Cataluña en Mayo de 2007. Los operadores que despliegan hotspots en Cataluña se han marcado con un círculo, mientras que aquellos que disponen de acuerdos de roaming pero no despliegan hotspots propios se han marcado con elipses. Para cada uno de ellos se muestra el número de hotspots sobre los que ofrecen servicio en la zona geográfica analizada. Por último, las flechas sólidas indican que un operador ofrece todos sus hotspots en roaming a otro operador, mientras que las flechas a trazos indican que sólo parte de la planta de hotspots del operador es ofrecida en roaming al otro operador. El rectángulo azul muestra los datos disponibles en jiwire, no apareciendo en este directorio como operadores que ofrecen servicio en Cataluña todos aquellos que se encuentran en la parte exterior a este rectángulo.

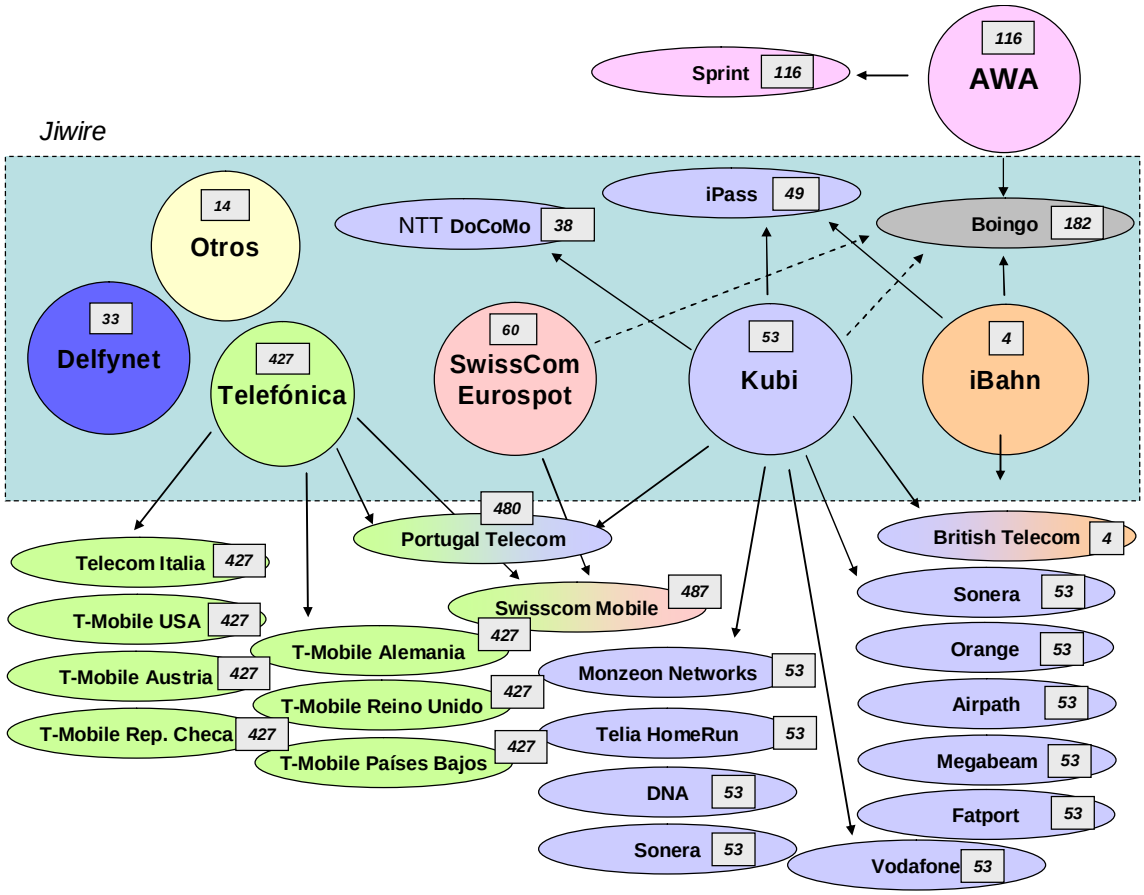



**Figura 3-31: Acuerdos de roaming entre operadores en Cataluña**

***Fuente: Elaboración propia***

Tal como puede observarse, los tres operadores que disponen de un mayor número de hotspots (Telefónica, Swisscom y Kubi) alcanzan acuerdos de roaming con operadores ubicados en otros países que no suponen competencia en el mercado nacional, no existiendo acuerdos bilaterales entre ellos. Así mismo, a excepción de Portugal Telecom y Swisscom Mobile, que disponen de acuerdo con dos operadores, en general los operadores se agrupan en alianzas disjuntas de roaming.

## Roaming centralizado

Los acuerdos de roaming centralizados se basan en introducir un actor de coordinación entre los proveedores de servicio, que actúa como intermediario de roaming. Todos los proveedores de servicio conectan su lógica de AAA al intermediario de roaming, y realizan a través de él las interacciones para autenticar y autorizar el servicio, tal y como se muestra en la Figura 3-32.

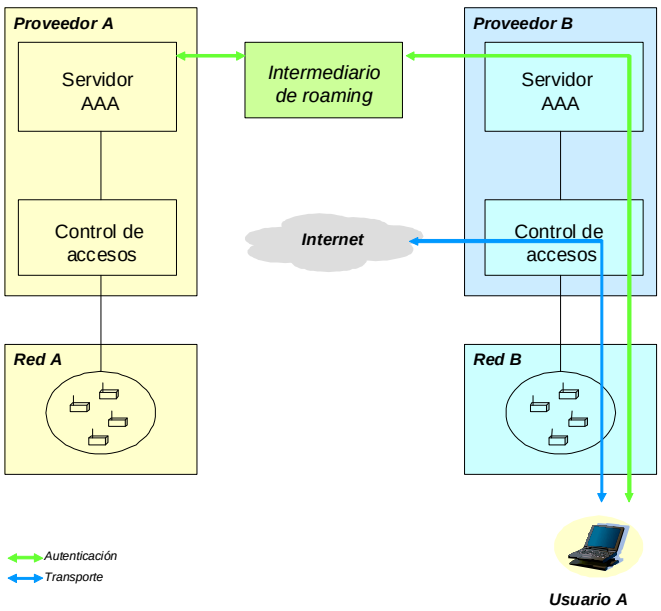



**Figura 3-32: Roaming centralizado**

***Fuente: Elaboración propia***

La organización que actúa como intermediario de roaming puede tomar un papel más o menos activo según el modelo que se adopte:

- Bajo el modelo de "caja de compensación" (clearinghouse), el intermediario de roaming suministra servicio de facturación y compensación de tráficos a los proveedores que realizan el acuerdo de roaming. En este caso el intermediario de roaming no es visible para los usuarios finales y no realiza gestión de clientes, limitándose a aportar la infraestructura común para todos los operadores que hacen uso de sus servicios. El caso de de Gowex en España (www.gowex.com), descrito en [Oliver et al., 06] es un buen ejemplo de clearinghouse entre operadores.

- El modelo alternativo consiste en que el intermediario de roaming se constituya como proveedor de servicio sin red (operador de roaming o agregador), que se apoya en las redes del resto de proveedores de servicio y dispone de su propia cartera de clientes. En este caso, el proveedor que actúa como intermediario de roaming realiza una gestión centralizada de accesos para sus propios clientes apoyándose en las redes de los proveedores conectados. El modelo es similar al autenticación centralizada, si bien en este caso cada actor que aporta red de acceso comercializa el servicio con sus clientes locales y cede el uso de la red a cambio de un margen a los clientes del agregador, que actúa en el mercado global.

En ambos casos la ventaja que presenta este modelo respecto a los acuerdos bilaterales es su gran escalabilidad, ya que cada proveedor de servicio sólo debe conectarse con el intermediario de roaming, independientemente de los operadores con los que existan acuerdos.

Bajo el modelo de clearinghouse, cada par de proveedores puede alcanzar distintos acuerdos de roaming dependiendo de la flexibilidad que ofrezca el intermediario de roaming. Por el contrario, si el intermediario de roaming es el que gestiona los clientes cruzados, los operadores adheridos sacrifican el control de las condiciones de uso de la red por parte de terceros, ya que deben aceptar las normas establecidas por el intermediario de roaming o agregador.

En la Tabla 3-6 se muestra un resumen de las ventajas e inconvenientes de cada uno de los modelos de roaming, elaborada a partir del análisis que se lleva a cabo en [Smura, 04] sobre la adecuación de cada modelo de roaming. Dependiendo de los intereses de cada operador de

servicio, se adaptará uno u otro modelo, si bien es cierto que el roaming bilateral suele evolucionar hacia el roaming centralizado cuando crece el número de actores, debido a su escasa escalabilidad.

| | *Roaming bilateral* | *Operador de roaming* | *Clearinghouse* |
|---|---|---|---|
| **Coste de acuerdos roaming** | **Alto** | **Bajo** | **Medio** |
| **Rapidez de despliegue** | **Lento** | **Bajo** | **Medio** |
| **Control sobre acuerdos roaming** | **Alto** | **Bajo** | **Alto** |

**Tabla 3-6: Comparación de modelos de roaming**

*Fuente: Adaptación a partir de [Smura, 04]*

Tal como se indica en [Poongovan et al., 04], un pequeño pero creciente número de compañías han centrado su negocio en actuar como agregadores de red bajo modelos de roaming centralizado, ofreciendo a los proveedores de servicio locales modelos sencillos de roaming, y a los clientes potenciales unas amplias coberturas, basadas en las ofrecidas por los proveedores adheridos al acuerdo de roaming. Los operadores que ofrecen coberturas más amplias, incluyendo ubicaciones en distintos países como Boingo (www.boingo.com) o Ipass (www.ipass.com) con 60.000 puntos de acceso adheridos cada uno de ellos, son en general operadores de roaming que se apoyan en proveedores de servicio locales que a la vez que explotan comercialmente el servicio que suministra su infraestructura, facilitan su uso a los clientes del agregador a cambio de obtener un margen de los ingresos obtenidos por éste.

Como ejemplo, en la siguiente figura extraída del anexo I que analiza las iniciativas WiFi en Cataluña, puede observarse como la totalidad de hotspots sobre los cuales proporciona servicio Boingo están desplegados por otros operadores, siendo remarcable que el actor que más hotsposts comerciales despliega (Telefónica, con 427 ubicaciones) no ha realizado acuerdos de agregación con Boingo.

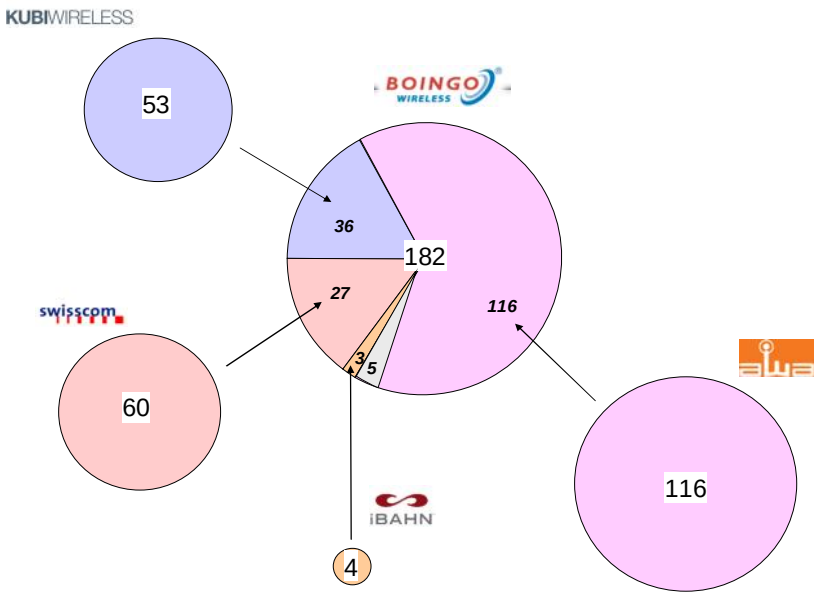



**Figura 3-33: Desglose de hotspots agregados por Boingo en Cataluña**

***Fuente: Elaboración propia***

El mercado de los operadores cuyo negocio se basa en la agregación es altamente competitivo y muy condicionado por el volumen de puntos de acceso adheridos. Fracasos como el de Joltage o Excilan, o la absorción de GRIC por Ipass, muestran que no siempre es rentable y se necesita disponer de acuerdos con una elevada cantidad de proveedores para competir con el resto de agregadores [Vaugban-Nichols, 03].

Parte de los operadores que actúan como agregadores, ofrecen sus plataformas de roaming para actuar como clearinghouse en acuerdos bilaterales o multilaterales entre proveedores de servicio, como es el caso de T-net (www.weream.com) en Estados Unidos, que complementa su negocio de agregación (20.000 puntos adheridos) con servicios de clearinghouse a terceros.

## Roaming distribuido

El roaming distribuido se basa en los algoritmos de asignación de créditos de uso utilizados en las redes P2P para gestionar los derechos de acceso cruzados entre operadores adheridos al acuerdo de roaming distribuido.

Tal como se muestra en la Figura 3-34, en este caso no existe una autoridad central de autenticación y autorización, ni acuerdos entre pares de operadores, sino que todos los operadores se conectan entre sí para asignar créditos de uso de acuerdo a unas reglas comunes establecidas de antemano y basadas en el uso de los recursos aportados por cada actor. Cuando un usuario asociado a un proveedor A (el usuario A en la figura), se intenta conectar a través de otro proveedor B , B comprueba la disponibilidad de créditos de A para facilitar o no el acceso. Si A dispone de créditos, se concede el acceso y el pago que recibe B por el uso de su red, es incrementar los créditos de uso de sus usuarios en el resto de redes.

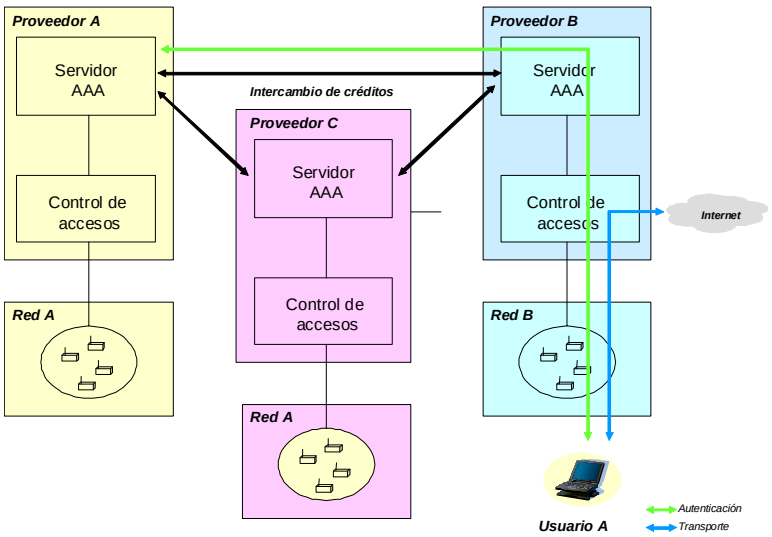



**Figura 3-34: Roaming distribuido**

*Fuente: Elaboración propia*

El principio por el que se rige este modelo evita los problemas asociados al uso de recursos por parte de usuarios que no aportan otros a la red común (parasitaje o en términos anglosajones,"free-riders"), concediendo mayores derechos de uso a los actores que aportan infraestructura de red más utilizada e incentivando así la aportación de recursos a la comunidad.

Debido a la complejidad de su implantación y a la falta de estandarización, este modelo no se aplica en la práctica, estando limitado a su aplicación en instalaciones experimentales como la descrita en [Efstathiou et al., 03].

El campo de aplicación donde puede tener cierto sentido es en las iniciativas que se basen en uso compartido de recursos combinadas con algoritmos de acceso basados en el nivel de utilización de los recursos aportados. Actualmente este es el caso de algunas comunidades wireless y de iniciativas comerciales como FON, si bien los modelos utilizados no contemplan concesión de derechos por el número de conexiones y tráfico soportado para la comunidad, sino que se basan en conceder derechos de acceso los usuarios a cambio de que dejen a disposición de la comunidad o el proveedor que realiza la autenticación centralizada los puntos de acceso sin tenerse en cuenta el uso de éstos[3].

### 3.3.2 INTERCONEXIÓN DE TRANSPORTE

Los modelos de interconexión que se han analizado en el apartado anterior focalizan la colaboración entre actores en la autenticación y autorización, de forma independiente al uso o cooperación entre actores para transportar el tráfico generado por el usuario al utilizar el servicio.

En este apartado se van a analizar los modelos bajo los cuales los proveedores de servicio y de red pueden colaborar en el despliegue conjunto de infraestructuras de transporte, de forma independiente a la modalidad de autenticación utilizada, ya que el tráfico de autenticación es bajo y puede ser canalizado por medios alternativos a las redes de transporte utilizadas para proporcionar el servicio a los usuarios.

En general, la colaboración entre actores en el uso compartido de infraestructuras de transporte se basa en los conceptos de apertura y neutralidad de redes que permiten que las infraestructuras de transporte puedan ser compartidas y desplegadas entre varios actores. Las redes abiertas son aquellas que disponen de interfaces bien definidos en los que se permite conectar a terceras partes externas, según se describe en [Infodev, 05]. La apertura puede llevarse a cabo en distintos niveles [Cooper, 04]: desde abrir el uso a todo tipo de usuarios, como es el caso de las redes públicas en general[4], hasta facilitar el uso de una única red hacia proveedores de servicio, como el modelo de compartición de redes de acceso que se muestra a continuación, pasando por la apertura a otros proveedores de red para agregar subredes y formar redes más extensas, como es el caso del modelo de uso compartido de transporte que se describe más adelante.

La neutralidad muchas veces es utilizada como sinónimo de apertura, si bien cuando se realiza una distinción entre los dos conceptos, el término neutralidad se aplica a las redes abiertas en donde se establecen las mismas condiciones de acceso para todos los actores, sin discriminar a unos respecto a otros en función de parámetros no técnicos [Wu, 03]. Esto es, la neutralidad establece más condiciones que la simple apertura.

Los modelos que se presentan hacen uso de forma necesaria de apertura en las redes, ya que de otra forma no sería posible la interconexión entre actores y en muchas de las aplicaciones prácticas aplican el concepto de neutralidad, no favoreciendose el uso o la participación de unos actores respecto a otros, si bien no es estrictamente necesario para compartir recursos que los modelos se basen en neutralidad, pudiendo contemplarse distintas condiciones de uso de la red para distintos tipos de actores.

## Compartición de redes de acceso

[3] *FON, por ejemplo, contempla la utilización gratuita de toda la red a aquellos usuarios que conecten sus puntos de acceso, de forma independiente a cuanto tráfico de FON se canalice a través de los puntos que aportan. Similares esquemas pueden encontrarse en las comunidades wireless que facilitan el uso de la red a aquellos que aporten subredes a la red global, como es el caso de Guifi (www.guifi.net).*

[4] *La apertura supone que cualquier usuario potencial puede hacer uso del servicio siempre que cumpla las condiciones técnicas y de contratación que se establezcan, sin que esto suponga necesariamente uso gratuito del servicio.*

Bajo este modelo, varios proveedores de servicio comparten el uso de una o más redes de acceso, ofreciendo cada uno de ellos el servicio mediante servidores y conexiones a Internet que no necesariamente son compartidas, tal y como se muesta en la Figura 3-35.

En este modelo, el aspecto clave diferencial con los modelos verticales es que hay una separación clara entre la red de acceso y la provisión del servicio, que normalmente son gestionadas por actores distintos. Los operadores de red se centran en el despliegue y gestión de redes de acceso en determinadas ubicaciones y los proveedores de servicio en su explotación de cara a los clientes.

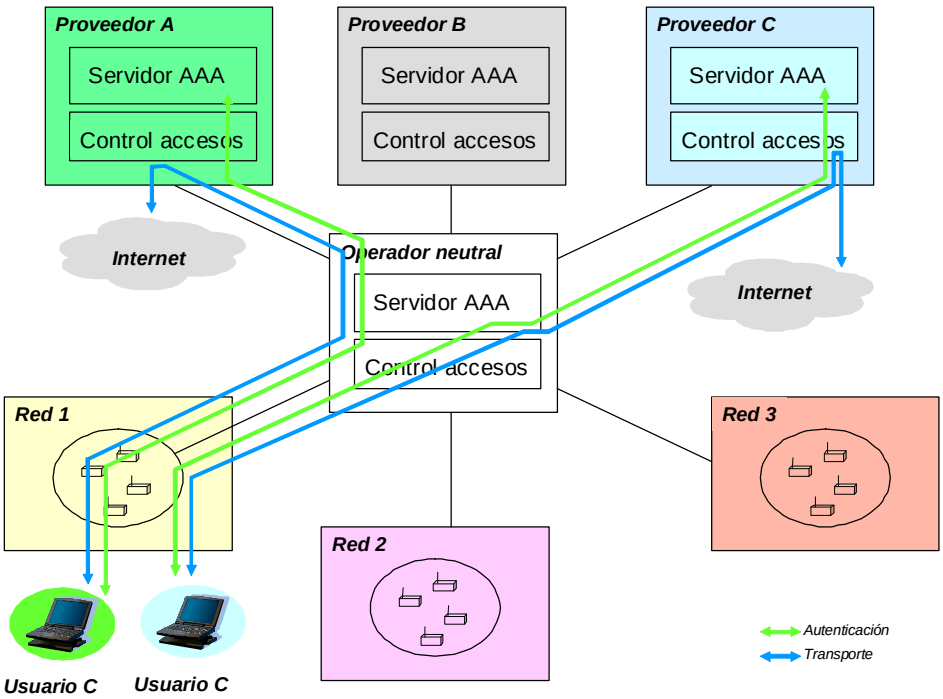



**Figura 3-35: Compartición de redes de acceso**

***Fuente: Elaboración propia***

Cuando la red de acceso es gestionada por un único actor (si se dispusiera sólo de la red 1 en la parte inferior de la Figura 3-35), el operador de esta red de acceso comercializa el uso de la red por parte de varios proveedores de servicio, actuando como operador mayorista cuyos clientes son los distintos proveedores de servicio y a los cuales les vende minutos de acceso o número de conexiones. Este es el caso de algunas iniciativas municipales de despliegue de redes Wifi como la experiencia de Philadelphia [Wireless Philadelphia, 05], en donde el ayuntamiento promociona el despliegue de una amplia red de acceso única que es utilizada por todos los proveedores de servicio que lo deseen bajo pago. Este modelo resulta muy adecuado para el despliegue, por ejemplo en aeropuertos, donde una única red neutral abierta que cubre todo el recinto es explotada por todos los proveedores, tal como se propone en [Concourse, 02]. No obstante, no se ha aplicado hasta el momento en estas localizaciones, al haber sido de las primeras ubicaciones en disponer redes públicas WiFi, y haberse por tanto concedido la explotación a un único proveedor de servicio que alcanza acuerdos de roaming con terceros si así lo considera oportuno.

Si se mantiene la diversidad en redes de acceso y se restringe el nivel de servicio a un único proveedor, nos encontramos ante un modelo similar al descrito para la autenticación centralizada, con la particularidad de que el tráfico de los usuarios se canaliza hacia un único actor, el proveedor de servicio, que proporciona el acceso a la red troncal. No se dispone de

ejemplos de aplicación en este caso, ya que el coste del backhaul de transporte generalmente es elevado para un único proveedor, siendo económicamente menos costoso disponer de conexiones a Internet en cada ubicación.

En el caso más general, con diversidad de redes de acceso y proveedores de servicio, es necesario desplegar infraestructura de control de acceso y transporte entre los actores de red y de servicio, que generalmente es gestionada por un actor independiente de éstos y que gestiona el enrutado de tráfico de servicio y autenticación, así como el cómputo y pago de compensaciones entre los actores participantes. En la Figura 3-35 se ha marcado de blanco y se ha etiquetado como "operador neutral" para enfatizar su papel como entidad intermedia de coordinación entre operadores de red y operadores de servicio.

La principal ventaja de este modelo es que permite que cada tipo de actor se especialice en la gestión de un aspecto implicado en el suministro de servicio. Los actores que participan en el despliegue de red pueden centrar sus esfuerzos en la implantación de redes de acceso, sin tener que abordar actividades de gestión de clientes como la facturación o el márqueting, mientras que los proveedores de servicio pueden centrarse en el despliegue de servicios novedosos, y las actividades de gestión de clientes, sin tener que realizar costosos despliegues de red ni estar involucrados en el matenimiento de ésta. Los operadores de red disfrutan de una demanda agregada por todos los operadores, mientras que los proveedores de servicio disponen de una red de amplia cobertura cuyo coste de despliegue y mantenimiento comparten con otros proveedores.

Las debilidades más relevantes se centran en que los proveedores de red han de proporcionar una calidad homogenea que debe poder ser controlada desde el operador neutral y los proveedores de servicio, lo cual restringe las redes que pueden ser conectadas, así como la dificultad de crecimiento en sus estados iniciales, donde ni la cobertura ofrecida por un número escaso de redes es atractiva para los proveedores de servicio, ni la base de clientes de estos proveedores es atractiva para generar tráfico para los puntos de acceso, lo cual puede dar lugar a un círculo vicioso que se convierte en virtuoso una vez que existen los suficientes proveedores de red y servicio adheridos. Asimismo, el despliegue del operador neutral y el establecimiento de acuerdos entre actores supone un coste añadido que sólo resulta viable cuando el número de actores es suficientemente grande para repartir éste. En [Infante et al., 06] se analizan con mayor detalle las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades del modelo de operador neutral.

En definitiva, este modelo es de aplicación cuando el número de actores es elevado y éstos desean llevar a cabo roles específicos, como es el caso de The Cloud [Cloud, 03] en el Reino Unido. Para los despliegues promovidos por parte de administraciones públicas resulta especialmente atractivo, al permitir un uso abierto y neutral de las redes que facilita que redes desplegadas por la administración sean utilizadas de forma compartida por proveedores comerciales, comunidades ciudadanas e instituciones. La iniciativa 22@WiFi promovida por el ayuntamiento de Barcelona en colaboración con la Universitat Pompeu Fabra, es un ejemplo de aplicación completa de este modelo [Infante et al., 05b], así como Stockhölm Open promovido por KTH en Estocolmo [Battati et al, 05], que sirvió de referencia inicial para 22@WiFi.

## Compartición de redes de backhaul

Bajo este modelo, los actores que proporcionan redes colaboran en el enrutado de tráfico para alcanzar el punto donde se proporciona el servicio (generalmente, el acceso a Internet). Los puntos de acceso e infraestructura de red aportados por varios actores son utilizados como redes de transporte, bajo modelos de redes malladas o mediante radioenlaces de manera que se puede extender la cobertura y alcanzar puntos de presencia de acceso al servicio de forma más sencilla. Habida cuenta de la dificultad de delimitar los interfaces y establecer contraprestaciones de acuerdo al segmento de red utilizado, no es sencillo asociar el uso compartido de infraestructura de backhaul a contraprestaciones económicas entre actores.

Debido a esto, no existen iniciativas comerciales en donde se plantee un despliegue colaborativo de infraestructuras de transporte bajo este modelo, siendo su campo de aplicación las comunidades wireless como Guifi (www.guifi.net) basado en el uso de radioenlaces proporcionados por parte de los actores participantes para alcanzar puntos de presencia del servicio desde ubicaciones remotas, o la iniciativa basada en redes malladas de Urbana-Champaign [Sandvig, 04].

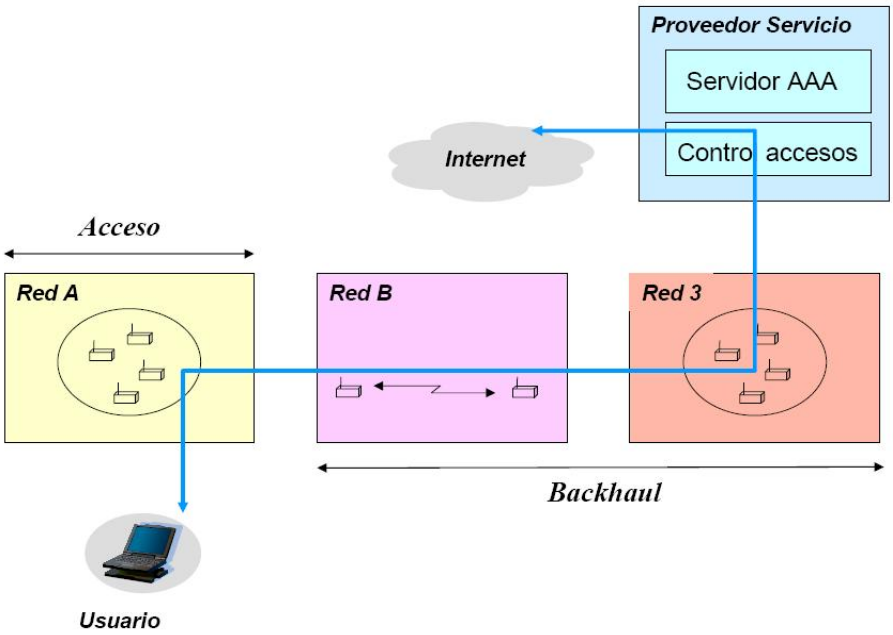



**Figura 3-36: Compartición de redes de transporte**

***Fuente: Elaboración propia***

En [Piconet, 02] se realizó una primera formalización de las condiciones de compartición de infraestructuras entre actores que participan en una comunidad wireless y que ha sido aplicado por comunidades como Guifi en la articulación de cooperación entre actores. En http://guifi.net/WirelessCommons se establecen clausulas más desarrolladas que establecen las condiciones de aportación de uso y recursos comunes aplicadas con éxito en Guifi.

### 3.3.3 RELACIONES ENTRE MODELOS DE INTERCONEXIÓN

En los apartados anteriores se han descrito los modelos aplicables para interconectar infraestructuras aportadas por distintos actores, tanto en la autenticación como en el transporte. Estos modelos pueden combinarse entre sí para dar lugar a distintas modalidades de colaboración, si bien no todas las posibles combinaciones entre interconexión de autenticación y de transporte tienen sentido para establecer modelos de negocio basados en este tipo de redes. En la Tabla 3-7 se han marcado con una X las que se consideran factibles, suministrándose entre paréntesis ejemplos de aplicación cuando se dispone de ellos.

| | ***Sin interconexión de transporte*** | ***Compartición redes acceso*** | ***Compartición redes backhaul*** |
|---|---|---|---|
| **Sin interconexión de autenticación** | X<br>(Hoteles Husa, comunidades wireless) | X<br>(22@WiFi) | X<br>Guifi |
| **Autenticación centralizada** | X<br>(Fon) | | |
| **Roaming bilateral** | X<br>(Telefónica-Telecom Italia) | | |
| **Roaming centralizado** | X<br>(Boingo) | | |
| **Roaming distribuido** | X | X | X |

**Tabla 3-7: Relaciones entre interconexión de autenticación y transporte**

*Fuente: Elaboración propia*

Tal como puede observarse, cuando un único proveedor de servicio realiza la autenticación sobre varias redes de acceso, no se aplican modelos de interconexión de transporte. Aunque en teoría es posible que un proveedor de servicio contrate el servicio de subredes de acceso y despliegue una red de backhaul para suministrar el transporte a distintos actores (modelo simplificado de uso compartido de redes de acceso), tal como se ha analizado, resulta más económico que cada ubicación suministre localmente el servicio.

Cuando se aplican modelos de uso compartido de redes de acceso entre varios proveedores de servicio, no existe un incentivo para alcanzar acuerdos de roaming entre los actores participantes, ya que proporcionan el servicio sobre las mismas ubicaciones, y por tanto son competidores para la captura de clientes (recuérdese que la aplicación del roaming solo tiene sentido entre proveedores complementarios). Los proveedores que participan modelos modelo de uso compartido de redes sí que pueden llegar a acuerdos de roaming con terceros que no participan en en el mismo.

La compartición de redes de backhaul sólo se aplica en contextos de comunidades wireless donde no existen los acuerdos de roaming ni de autenticación centralizada que se aplican en iniciativas comerciales. Por tanto, soportan esquemas de autenticación independiente por cada proveedor participante, no autenticación en muchos casos (acceso libre) o de roaming distribuido. Este último modelo podría ser aplicado bajo cualquiera de los tipos de interconexión de transporte, si bien tal como se ha indicado ya, no existen ejemplos de aplicación real más allá de las experiencias académicas, debido a su complejidad de implantación.

### 3.3.4 CONCLUSIONES MODELOS DE INTERCONEXIÓN

En la siguiente tabla se extractan las principales características de cada modelo de interconexión analizado. Tal como puede observarse en la última columna, no tiene sentido establecer una gradación sobre su bondad, sino que cada uno de ellos posibilita unos modelos u otros de explotación de red y servicios en coordinación entre actores. Así, cada iniciativa hará uso de un modelo de autenticación y de transporte, de acuerdo a los intereses y capacidades de los actores involucrados y el mercado al que se oriente el servicio.

| | ***Debilidades*** | ***Fortalezas*** | ***Modelo crecimiento*** | ***Contexto de aplicación*** |
|---|---|---|---|---|
| **No interconexión de autenticación** | Crecimiento limitado | Simplicidad y bajo coste. Flexibilidad en el establecimiento del modelo de negocio | Poco escalable. Despliegue de red en nuevas ubicaciones o adquisición de proveedores | Ubicaciones que ofrecen WiFi como atractivo para otros servicios. Ejemplo: Hoteles |
| **Autenticación centralizada** | Escasa autonomía de operadores de red y monopolio de un único operador de servicio | Especialización de roles y aprovechamiento de capacidades de red excedentes | Muy escalable Incorporación de puntos de acceso. | Explotación de capacidad excedente de redes privadas. Ejemplo: FON |
| **Roaming bilateral** | Limitado a pocos actores | Simplicidad y rapidez de despliegue | Poco escalable. Acuerdos entre proveedores de servicio dos a dos | Estados iniciales de modelo de roaming. Operadores claramente complementarios. Ejemplo: Telefónica |
| **Roaming centralizado (clearinghouse)** | Coste elevado con pocos actores participantes | Sencillez para proveedores de servicio | Muy escalable. Incorporación de proveedores de servicio | Adhesión a acuerdos con muchos actores. Ejemplo: GOWEX |
| **Roaming centralizado (agregador)** | Viable sólo con elevado número de puntos de acceso agregados. | Sencillez para incrementar ingresos en proveedores de servicio orientados a mercado local | Muy escalable. Agregación de proveedores | Proveedores sin red especializados en agregación de puntos de acceso. Ejemplo: Boingo |
| **No interconexión de transporte** | Cada ubicación debe disponer de su propia infraestructura de provisión de servicio. | No es necesario desplegar redes de backhaul | Muy escalable. Incorporación de redes | Aprovechamiento de redes que disponen de conexión al servicio Ejemplos: Comunidades Wireless, FON |
| **Compartición redes acceso** | Dificultad de proporcionar QoS homogenea y crecimiento inicial complicado | Especialización de actores y compartición de redes por parte de proveedores. Una vez en funcionamiento, crecimiento natural | Incorporación independiente de redes de acceso y proveedores de servicio | Despliegues promovidos por administraciones para compartición de red. Ejemplos: 22@WiFi, Philadelphia |
| **Compartición redes backhaul** | Dificultad de proporcionar QoS homogenea y de establecer acuerdos comerciales | Abarata el despliegue de redes de backhaul | Incorporación de redes que se interconectan a las existentes | Comunidades wireless con cercanía física. Ejemplo: Guifi |

**Tabla 3-8: Resumen modelos de interconexión**

*Fuente: Elaboración propia*

## 3.4 REGULACIÓN

Las redes inalámbricas públicas basadas en WiFi y los servicios que se apoyan en estas redes, al igual que el resto de redes y servicios de telecomunicación, están sujetos al cumplimiento de la regulación general y específica de los diversos organismos que disponen de competencias en este ámbito. La regulación del despliegue de red y explotación de servicios impone restricciones técnicas, de comercialización, y de modalidades de participación de actores sobre los modelos de negocio que se pueden aplicar para proporcionar servicios al público, y por tanto, es relevante para comprender la dinámica y viabilidad de este tipo de redes.

En el caso concreto del estado español, el marco legal está definido como un conjunto de normas, decretos, leyes y notas técnicas de diverso rango y ámbito geográfico, que ordenan el despliegue de redes, la operación y explotación de servicios, así como la competencia entre operadores de telecomunicación, y que está basado en las directivas de la Comisión Europea relativas al mercado de las telecomunicaciones. Esta normativa existente aborda los siguientes aspectos que condicionan el despliegue de redes y servicios:

- ***Utilización del espectro:*** Incluye el conjunto de restricciones que establecen los organismos regulatorios para el uso del espectro en las bandas en que operan estas redes inalámbricas, como son las limitaciones en la potencia de radiación, o los protocolos utilizados.

- ***Despliegue de red:*** Afecta a las ubicaciones y procedimientos para desplegar los puntos de acceso y el resto de infraestructuras que se utilizan para soportar el servicio. El uso de las infraestructuras públicas y privadas para implantar la red está contemplado bajo este apartado.

- ***Explotación del servicio:*** Establece las condiciones que deben cumplir los actores que proporcionan servicios al público sobre redes propias o ajenas, como es la notificación al regulador, los mecanismos de gestión de la información que deben implantar de forma complementaria al suministro del servicio, y el registro de accesos para investigación de las fuerzas de seguridad.

- ***Competencia:*** La regulación de competencia establece condiciones adicionales a cumplir en el modelo de explotación del servicio para asegurar el cumplimiento de condiciones de libre competencia entre los distintos proveedores.

En los siguientes apartados se presenta este marco legislativo, abordando en primer lugar una descripción de los organismos que actúan en el marco regulatorio, para posteriormente describir cada aspecto específico regulado y sus implicaciones en el despliegue de redes públicas inalámbricas basadas en uso común del espectro.

### 3.4.1 ORGANISMOS REGULATORIOS

El marco legal del despliegue y operación de redes y servicios WiFi viene definido por los siguientes organismos atendiendo a su ámbito geográfico de actuación:

- ***Ámbito internacional:*** La normativa de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (ITU) es de obligada aplicación para todos los países que forman parte de la ONU. En lo que respecta al despliegue y operación de redes y servicios WiFi, la normativa de ITU se centra en la atribución de frecuencias para cada tipo de aplicación.

- ***Ámbito europeo:*** En el ámbito comunitario, son de aplicación las directivas de la Comisión Europea relativas a telecomunicaciones, como el "Nuevo marco regulador europeo de las comunicaciones electrónicas", así como las recomendaciones de la CEPT (Conferencia Europea de Administraciones Postales y Telecomunicaciones), el Instituto Europeo de

Normas de Telecomunicación (ETSI) y el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC). De todas ellas, la más relevante es la prescrita por la Comisión Europea que sirve de referencia para el desarrollo de la normativa nacional de explotación de redes y servicios en los países que forman parte de la Comunidad Europea, así como las recomendaciones de la CEPT para la atribución de espectro. Todas ellas están incorporadas en la Ley General de Telecomunicaciones y en el resto de legislación española que es de aplicación.

- ***Ámbito nacional:*** En el estado español son dos las organizaciones claves que regulan el despliegue y explotación de redes de telecomunicaciones: el Ministerio de Industria a través de la Secretaría de Estado para las Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información (SETSI), y la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT). La SETSI aplica el marco legislativo para la atribución y asignación de frecuencias, así como para los aspectos específicos de explotación de servicios (aspectos por ejemplo, como la seguridad y confidencialidad de datos) y los procedimientos y requisitos a seguir para constituirse en operador de redes o servicios, mientras que la CMT se centra en todos aquellos aspectos relacionados con la actuación de los operadores dentro de un mercado en competencia de acuerdo con las atribuciones establecidas en la Ley General de Telecomunicaciones para esta organización.

- ***Ámbito autonómico:*** Las comunidades autónomas y en concreto la Generalitat de Catalunya disponen de un cierto margen para establecer regulaciones específicas en lo que respecta a: asignación de frecuencias (principalmente para operadores de difusión), cumplimiento de normativas de salud en lo que respecta a radiaciones electromagnéticas, y despliegue de infraestructuras comunes de telecomunicación en edificios (ICTs). En el caso particular de las redes públicas WiFi, la regulación de ámbito autonómico es poco relevante.

- ***Ámbito municipal :*** Las administraciones locales son las titulares de competencias en lo que respecta al el despliegue de infraestructura de red en ubicaciones de dominio público (viales, etc.) municipal, o que, siendo instalada en dominio privado, afecta al dominio público por razones de seguridad o impacto medioambiental. En concreto, en el caso de las tecnologías WiFi, es de aplicación la normativa municipal de instalación de antenas y, con mayor relevancia, el uso del dominio público para la instalación de puntos de acceso e infraestructura en general de red.

En la Figura 3-37 se puede observar la relación y ámbito entre cada una de las organizaciones indicadas.

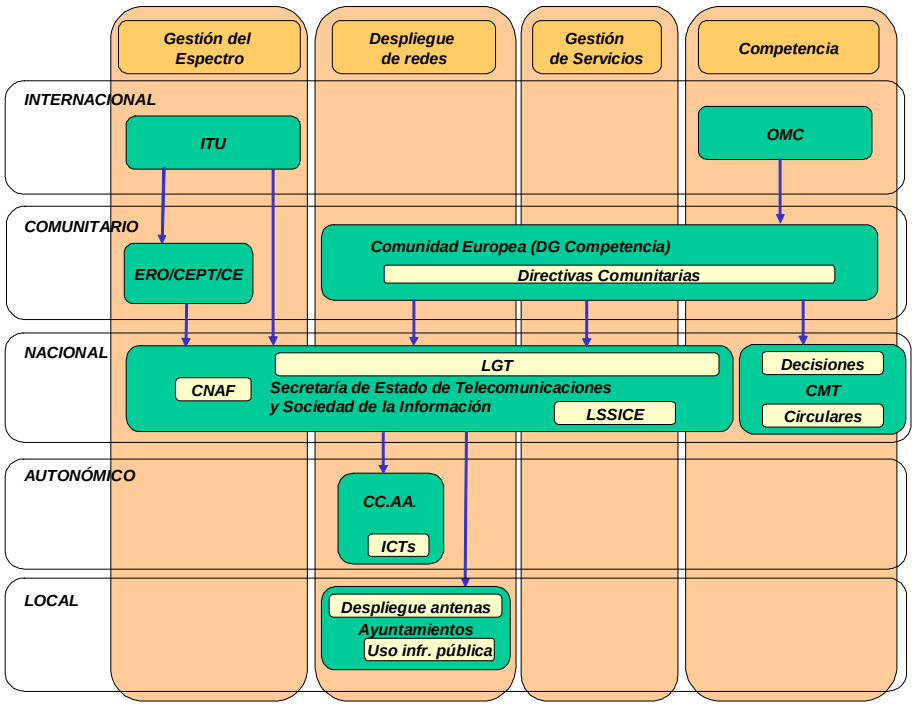



**Figura 3-37: Organismos de regulación**

***Fuente: Elaboración propia***

Según se señala en esta figura, en el ámbito español la legislación más relevante en lo que respecta al uso del espectro, despliegue de red y operación y gestión de servicios está regulada en la Ley General de Telecomunicaciones [Cortes Generales, 03a] y aplicada por la SETSI, siendo algunos de los aspectos legislativos relativos al despliegue de redes responsabilidad de las comunidades autónomas y ayuntamientos.

La legislación española en materia de uso del espectro, sigue las directivas emanadas de los organismos europeos (CEPT, Conferencia Europea de las administraciones Postales y de Telecomunicaciones, ERO, European Radio Office, la Comisión Europea, y ETSI, European Telecommunications Standards Institute, para mayor detalle sobre la relación entre estas organizaciones, véase [ERO, 02b]), que se encuentran traspuestas a la legislación nacional y respeta las reglas de atribución de ITU, por lo que es muy similar a la del resto de países europeos, existiendo diferencias menores con otros países del ámbito comunitario.

Tal como se puede observar en la Figura 3-37, las comunidades autónomas y los ayuntamientos participan también en la regulación del despliegue de redes estableciendo normas específicas dentro de las atribuciones previstas para estas instituciones en el marco nacional.

En lo que respecta a la regulación de la competencia, relevante en el caso de las redes objeto de estudio para fijar las reglas de participación de organismos públicos en el mercado, tanto en la explotación de redes como en su financiación, la Comisión Europea respeta las recomendaciones y acuerdos establecidos en el marco de la Organización Mundial del Comercio (OMC), de la cual forman parte todos los países de la Comunidad Europea que establece una serie de restricciones a las subvenciones y participación pública en la provisión de servicios de telecomunicación [OMC, 06]. Las directivas comunitarias al respecto de las normas de competencia se encuentran transpuestas a la regulación española en la Ley General de Telecomunicaciones y son aplicadas por la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones.

A continuación se describe la documentación legislativa relevante que afecta al despliegue de redes y servicios basados en tecnología WiFi en España, y en concreto en Cataluña, organizada según el organismo del cual emanan.

## Recomendaciones de ITU

El Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) fija el marco para la atribución de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para cada tipo de aplicación en las distintas zonas geográficas del planeta, al objeto de impedir interferencias entre equipos emisores ubicados en distintos países, y facilitar la coordinación internacional en el uso eficiente del espectro.

Todos los países participantes en ITU desarrollan sus cuadros nacionales de atribución de frecuencias respetando las directivas existentes en este reglamento, y atribuyendo el uso de frecuencias a aplicaciones de forma consistente con él. Una parte importante de las condiciones técnicas de uso y establecimiento de subbandas de utilización dentro de las bandas contempladas por ITU es fijada por las autoridades de regulación nacionales.

## Directivas Comunitarias

La norma más relevante en el ámbito de la presente tesis es la Directiva 2002/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de marzo de 2002, relativa a un marco regulador común de redes y servicios de comunicaciones electrónicos. Esta directiva fija las funciones de las Autoridades Nacionales de Reglamentación en la materia, e instaura una serie de procedimientos para garantizar la aplicación armonizada del marco regulador en toda la Comunidad Europea. También se establece un régimen de autorizaciones generales por parte de los entes nacionales reguladores en materia de telecomunicaciones, aplicable a aquellas organizaciones que pretendan prestar servicios de comunicaciones electrónicas.

## Legislación nacional

La Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (SETSI) dispone de dos herramientas clave para regular el sector de las comunicaciones inalámbricas:

El Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) [MITC, 06b]. Agrupa en el ámbito nacional las atribuciones a los distintos servicios de radiocomunicaciones de las bandas de frecuencias utilizables en telecomunicación. En él se reflejan los resultados de las distintas Conferencias Mundiales de las Radiocomunicaciones, las Decisiones y Recomendaciones de la CEPT adoptadas por España, así como otras decisiones de gestión del espectro radioeléctrico adoptadas a nivel nacional. El CNAF se modifica con una periodicidad aproximada de dos años y se aprueba por Orden Ministerial.

Ley General de Telecomunicaciones (LGT) de 3 de Noviembre de 2003 [Cortes Generales, 03a]. Mediante esta ley, junto con su futuro desarrollo reglamentario, se incorpora al ordenamiento jurídico español el contenido de la normativa comunitaria, respetando plenamente los principios recogidos en ella, aunque adaptándola a las peculiaridades propias del derecho y la situación de España. Establece los procedimientos y reglamentación que son de aplicación para la explotación de redes y servicios y regula la competencia en el sector de telecomunicaciones en España, determinando las atribuciones para cada organismo que participa en la regulación del mercado.

La aplicación de la LGT se lleva a cabo en España mediante dos organismos. La SETSI (Secretaría de Estado para las Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información) aplica la legislación relativa al uso del espectro y derechos de los consumidores de servicios. De acuerdo a lo establecido en la LGT, parte de sus atribuciones serán segregadas a la Agencia de Radiocomunicaciones a corto plazo. La Comisión del Mercado de las Tecomunicaciones (CMT) dispone de atribuciones en el establecimiento y supervisión de las obligaciones de los operadores de telecomunicaciones, el fomento de la competencia en los mercados de los servicios audiovisuales, la resolución de conflictos entre operadores y el arbitraje en los conflictos entre los mismos.

### Comunidades autónomas

Las Comunidades autónomas disponen de competencias para establecer niveles máximos de exposición a la radiación electromagnética, siempre que éstos sean más restrictivos que los que marca la legislación nacional, como se verá en el apartado dedicado a este aspecto. Mediante esta regulación se fija la distancia mínima desde la antena a la cual se permite la estancia de personas para impedir la exposición a campos electromagnéticos potencialmente dañinos. En el caso de las redes WiFi, esta es muy pequeña (véase apartado 3.4.3), por lo que la normativa autonómica resulta poco relevante en el caso de estas redes. El resto de normativa autonómica es de escasa aplicación en el caso de este tipo de redes.

### Ayuntamientos

La normativa municipal se centra en las condiciones para el despliegue de antenas (impacto medioambiental y aspectos de seguridad) y en las condiciones de uso de la infraestructura pública para el despliegue de la red. Tal y como se mostrará en el apartado siguiente, al contrario que en el caso de otros tipos de infraestructuras de telecomunicaciones, en las redes públicas WiFi la regulación municipal tiene una relevancia menor que en las redes tradicionales, debido al pequeño tamaño las antenas utilizadas y la escasa obra civil necesaria para su despliegue, aunque en determinados casos, los permisos municipales pueden ser importantes, como sucede en el uso de mobiliario urbano para instalar puntos de acceso, que puede facilitar enormemente el despliegue de este tipo de redes.

La Ley General de Telecomunicaciones incluye los aspectos básicos que debe contemplar la regulación y actuación municipal en este sentido, que es desarrollada por cada ayuntamiento. En el caso de Cataluña, Localret, consorcio formado por la mayor parte de los ayuntamientos catalanes genera recomendaciones y asesora a los ayuntamientos en estos aspectos.

Una vez presentados los diversos organismos y documentos clave que regulan el despliegue de estas redes, en los siguientes apartados se describirán los aspectos más relevantes de la regulación para el despliegue y operación de estas redes, comenzando por la utilización del espectro.

## 3.4.2 REGULACIÓN DEL ESPECTRO

Las bandas de frecuencia utilizadas en los equipos WiFi son las de 2,4 y 5 GHz, que están clasificadas por ITU como de uso común compartido. La caracterización como uso común permite que varios operadores o usuarios puedan utilizar de forma simultánea estas frecuencias, de acuerdo a unas normas establecidas por la regulación para mitigar las posibles interferencias entre emisiones. Para la operación en estas bandas, dentro de las limitaciones establecidas en la legislación española, no se exige disponer de licencia de uso del espectro, a diferencia de lo que sucede en las bandas de uso privativo.

En todo caso, el hecho de que no sea necesario disponer de licencia para operar no implica que la utilización de esta banda no esté sujeta a condiciones específicas de uso. Bien al contrario, existen límites sobre la potencia que se puede radiar y los protocolos de comunicaciones que se pueden utilizar en cada banda, al objeto de garantizar el uso común de estas frecuencias del espectro radioeléctrico.

En el caso español, La mayor parte de estas condiciones de utilización emanan de la regulación que establece el Ministerio de Industria para el uso del dominio público radioeléctrico, si bien tal como se ha indicado en la Ley General de Telecomunicaciones [Cortes Generales, 03a] se contempla la futura creación de la Agencia Estatal de Radiocomunicaciones, que asumirá estas atribuciones. El Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencia (CNAF), [Cortes Generales, 03a] recoge las condiciones de utilización del espectro en España en lo que respecta a atribución de uso para las frecuencias, potencias de emisión, y protocolos a utilizar en cada banda.

En lo que respecta a la banda utilizada por 802.11b y 802.11g, WiFi opera en la banda de uso compartido asignada por ITU en la banda de frecuencias de 2,4 GHz, donde también operan otras tecnologías como Bluetooth o los mandos a distancia. Según se muestra en la siguiente figura, el estándar puede hace uso del segmento comprendido entre los 2,402 GHz y los 2,487 GHz, estando limitado en Europa el uso hasta los 2,472 GHz. Cada una de las columnas indica los canales en que se subdivide la banda permitida para gestionar las comunicaciones mediante estos protocolos. Cuantos más canales permita usar la legislación, mayor será el número de puntos de acceso que pueden emitir simultáneamente sin interferirse. Tal como se muestra en la Figura 3-38, pueden emitir hasta tres puntos de acceso de forma simultánea en esta banda sin que exista solapamiento de frecuencias, si bien su uso debe estar coordinado para que no coincidan los canales utilizados (por ejemplo, canales 1, 6 y 11 ó 2,7 y 12).

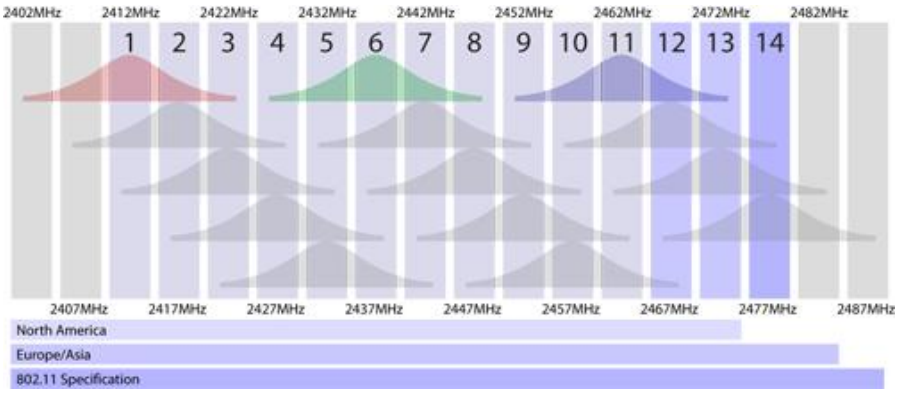



**Figura 3-38: Asignación de frecuencias en 2,4 GHz en diversos países**

*Fuente: http://www.photographicworkflow.com*

La regulación internacional y nacional fija los protocolos que se pueden utilizar, así como las potencias máximas de emisión en estas bandas del espectro, al objeto de minimizar las interferencias entre puntos de acceso. Los protocolos estandarizados en 802.11b y 802.11g están contemplados plenamente en la legislación nacional de la mayoría de países, si bien, tal como se muestra en la Figura 3-38, la banda asignada es dependiente de la legislación de cada país (está armonizado entre los países de la Unión Europea). En Europa y Asia se dispone un un número mayor de canales que en EEUU, aunque a efectos prácticos la diferencia no es significativa[5].

La limitación de potencias máximas de emisión está orientada a buscar un equilibrio entre la cobertura de los puntos de acceso y las posibles interferencias entre emisores. En el caso de las bandas de uso común del espectro, la regulación limita la potencia máxima a utilizar en esta banda a 100 mW (20 dBm) de Potencia Isótopa Radiada Equivalente (PIRE)[6] en la mayor parte de los países, y así se contempla en el caso español, en la nota UN-85 del Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) actualmente vigente [MITC, 06b], y en el borrador de la actualización para 2007 [MITC, 06c]. Esta magnitud es inferior en varios órdenes de magnitud a las limitaciones que se establecen para usos privativos del espectro. Esto se debe a la necesidad de que se puedan reutilizar frecuencias en ubicaciones cercanas entre sí, para permitir el despliegue de redes distintas.

En lo que respecta al uso de WiFi en la región de 5 GHz, las bandas que se contemplan para uso compartido bajo el protocolo 802.11a son dos: de 5,15 GHz a 5,35 GHz y de 5,470 GHz a 5,725 GHz Las potencias permitidas en estas bandas varían en cada país, incluso dentro de la Comunidad Europea y son dependientes de varios factores, como el uso en interiores o

[5] *Los puntos de acceso permiten la configuración de canales a utilizar para adaptarse a la legislación de cada país.*
[6] *La PIRE incluye tanto la potencia de emisión como la ganancia de la antena utilizada (en términos logarítmicos, PIRE= $P_{Radiada}$+ Ganancia) y la regulación establece las limitaciones de potencia en la dirección de máxima radiación, por lo que en la práctica no es posible aumentar el alcance de la emisión utilizando antenas de mayor ganancia respetando la legislación al encontrarse limitada la densidad máxima de potencia en la dirección de máxima radiación.*

exteriores, y la implantación o no de mecanismos de control de potencia. En la Tabla 3-9 se muestran las condiciones establecidas en algunos países europeos y norteamericanos.

Tal como puede observarse en esta tabla, aunque para la mayor parte de los usos la PIRE máxima contemplada es de 200 mW, que es el doble de la contemplada para la banda de 2,4 GHz (obteniéndose aún así unas coberturas similares por punto de acceso, debido a que la mayor atenuación que se produce en la banda de 5 GHz, se compensa por el aumento de potencia permitido), por encima de los 5,470 GHz la PIRE permitida aumenta a 1 W. (60 dBm), lo cual permite utilizar equipos basados en 802.11a para el establecimiento de radioenlaces en redes malladas de mayor alcance. Este caso además existe una menor probabilidad de interferencia que en la banda de 2,4 GHz, ya que existen menos redes y equipos terminales que actúan en esta frecuencia (por razones históricas de compatibilidad) y a que se dispone de más espectro, lo que facilita que el número de canales y comunicaciones simultáneas sea mayor (12 comunicaciones simultáneas, frente a las 3 en 2,4 GHz).

| *País/MHz* | *5150 a 5250* | *5250 a 5360* | *5470 a 5725* | *5725 a 5975* |
|---|---|---|---|---|
| **EEUU** | 50 mW (interior) | 250 mW (ambos) | No permitida | 1 W. |
| **Australia** | 200 mW (interior) | 200 mW (interior) | No permitida | 1 W. (interior) |
| **Francia** | 200 mW (interior) | 200 mW (interior, con TCP)<br>100 mW (interior sin TCP) | No permitida | No permitida |
| **Alemania** | 200 mW (ambos) | 200 mW (ambos) | 1 W | No permitida |
| **Reino Unido** | 200 mW (interior) | 200 mW (interior) | 1 W | 1 W. |
| **Países escandinavos** | 200 mW (ambos) | 200 mW (ambos) | 1 W | No permitida |
| **España** | 200 mW (interior con TCP[7])<br>/100 mW (interior sin TCP) | 200 mW (ambos con TCP)<br>/100 mW (ambos sin TCP) | 1 W (ambos con TCP)<br>500 mW (ambos sin TCP) | No permitida |

**Tabla 3-9: Uso de banda de 5 GHz en diversos países**

*Fuente: [GAPTEL, 04], actualizado a partir de [MITC, 06c] para la legislación española*

En el caso español, las condiciones de uso compartido de la bandas de 5 GHz se concreta en la nota UN-128 del CNAF ([MITC, 06b] y [MITC, 06c]). La PIRE máxima está restringida a 200 mW entre los 5,15 y 5,360 GHz y a 1 W en la banda comprendida entre los 5,470 y 5,725 GHz siempre que se utilicen técnicas de control de potencia, soportadas por los puntos de acceso que se comercializan habitualmente. El uso de la banda entre 5,15 GHz y 5,25 GHz está reducido a instalaciones interiores.

En la Figura 3-39 se resume la regulación de las bandas de frecuencia utilizables para WiFi y potencias máximas permitidas para cada banda una de estas bandas en España.

[7] *TCP: Técnicas de Control de Potencia, utilizadas para mantener en cada momento la potencia de emisión en el límite más bajo posible.*

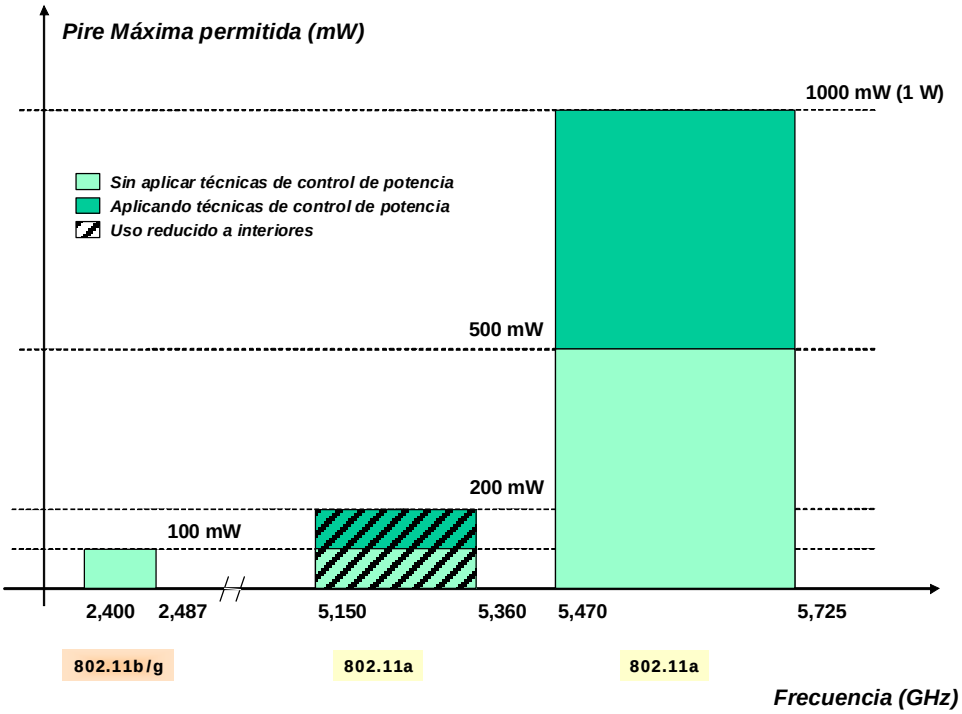



**Figura 3-39: Condiciones de uso del espectro para WiFi en España**

*Fuente: Elaboración propia*

Dado que actualmente la gran mayoría de redes y de equipos terminales aplica el estándar 802.11g, que opera en la banda de 2,4 GHz, a efectos prácticos la limitación de potencia se establece en 100 mW para la mayoría de las iniciativas. Si bien en la banda de 5 GHz se permite el uso de mayores potencias, tal como se ha indicado, esta ventaja se ve compensada por la mayor atenuación que se produce en las frecuencias más elevadas, y existe una menor implantación de equipos terminales que soporten 802.11a, por lo que su principal aplicación actualmente es el despliegue de enlaces de backhaul o conexión directa entre ubicaciones.

Aunque los modelos de uso común han sido aplicados desde los comienzos de las telecomunicaciones inalámbricas para el uso aficionado del espectro [Douglas, 87], su utilización en comunicaciones de datos sin hilos es de aparición reciente, y coincidente con el empleo de técnicas de modulación que permiten el uso compartido del espectro. En consecuencia, la disponibilidad actual de espectro de uso común para WiFi ha sido establecida a lo largo de la última década y se encuentra aún en evolución. Así por ejemplo, las frecuencias más elevadas en la banda de 5 GHz, fueron atribuidas en Julio de 2003 por parte de ITU [IPTS, 05d].

En los foros de discusión académica sobre la gestión del espectro existe una corriente de opinión influyente que aboga por una extensión de las bandas de uso común, para favorecer el establecimiento de modelos de despliegue y explotación más flexibles, y en los que tengan acomodo más actores que los operadores de telecomunicación tradicionales. Yochai Blenker en [Benkler, 98] y [Benkler, 02] articula de forma coherente este tipo de propuestas, tanto en el aspecto regulatorio propiamente dicho, como en sus posibles consecuencias económicas y sociales. Eli Noam analiza con mayor detalle en [Noam, 01] las implicaciones sobre la cadena del valor, actores participantes, y disruptividad de modelos de negocio que hacen un uso común del espectro, válido para analizar la situación actual de las redes WiFi y el potencial futuro de estos usos compartidos.

En [Hazlett, 01] se analiza la evolución de la gestión del espectro, así como la necesidad de aumentar la flexibilidad de su utilización, pasando de los modelos de asignación de uso

exclusivo de frecuencias a un uso compartido, basado en aplicación de potencias limitadas que permitan aprovechar con una mayor eficiencia la banda UHF (de 300 MHz a 3 GHz), que para algunos autores como Paul Baran, el precursos de los protocolos utilizados en las actuales redes de datos, es la solución a medio plazo para los problemas de escasez de espectro disponible, que se agravarán según aumenten las aplicaciones inalámbricas [Baran, 94].

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), la Comisión Europea[8], y los reguladores nacionales de los países occidentales, están trabajando actualmente en promocionar un uso más flexible del espectro, facilitando en mayor medida tanto el uso común, como otras modalidades de utilización que reduzcan las barreras a la explotación de redes públicas inalámbricas, y alivien los problemas derivados del establecimiento de monopolios y oligopolios basados en el uso privativo del espectro por parte de un escaso número de actores. En [Bauer et al, 04] se presenta una visión de los distintos modelos propuestos, ventajas, inconvenientes y tendencias actuales.

Volviendo a la situación actual de las redes públicas WiFi, parte de la literatura técnica y de los actores participantes en el despliegue de este tipo de redes alertan sobre la existencia a día de hoy de un problema real de escasez de espectro en la banda utilizada por 802.11b/g, debido al elevado número de instalaciones existentes que operan con esta tecnología y su uso compartido con otras tecnologías como Bluetooth, u otros dispositivos, y abogan por una ampliación de las frecuencias utilizables, para permitir la coexistencia de más redes en la misma ubicación y el traspaso de otras tecnologías a bandas alternativas del espectro, mientras que otros autores indican que actualmente no se han puesto de manifiesto problemas relevantes de congestión [Sandvig, 05].

Si bien es dificil dirimir en términos objetivos esta diferencia de visión, en el estudio de la evidencia empírica utilizada en la tesis no se ha identificado este aspecto como una limitación actual de estas redes (véase por ejemplo, el anexo II), salvo en algún caso aislado. En cualquier caso, el elevado crecimiento de la planta de puntos de acceso de uso público y privado instalados, puede terminar suponiendo que a medio plazo el espectro asignado en esta frecuencia sea insuficiente para cubrir las necesidades, y este factor actúe como elemento restrictivo de los modelos de negocio o explotación, por lo que, tal como se ha indicado y según se muestra en el estudio realizado por la OCDE en 2003 OCDE, 03], los países con mayor uso de WiFi están trabajando en soluciones regulatorias para extender el uso común del espectro en esta banda. En [ECC, 02] se puede acceder a las estrategias previstas por la CEPT en el caso europeo para la banda de 2,4 GHz, como aplicación de protocolos más eficientes y migración a otras bandas de aplicaciones no relacionadas con las redes de área local inalámbricas.

### 3.4.3 REGULACIÓN DE DESPLIEGUE DE RED

En lo que respecta al despliegue de red, la normativa de aplicación se centra en las condiciones de utilización del dominio público para el despliegue, concretadas en las servidumbres de paso establecidas por la Ley General de Telecomunicaciones, y en las condiciones específicas establecidas por cada ayuntamiento para el uso del espacio público. La normativa existente se centra en los siguientes aspectos:

- Utilización de espacios públicos y privados para ubicar equipos y desplegar redes de cableado y fibra óptica. Establecida en el capítulo II de la Ley General de Telecomunicaciones [Cortes Generales, 03a] y desarrollada en las normas fijadas por cada ayuntamiento para el uso de infraestructura de dominio público.

- Aspectos de seguridad y estéticos de los elementos radiantes utilizados. Regulado por los ayuntamientos, que establecen condiciones específicas para el despliegue de antenas, así

[8] *Los trabajos europeos en este sentido se articulan en el marco del Radio Spectrum Policy Group (RSPG), foro europeo creado por la Comisión en 2003 para asesorar en aspectos estratégicos del uso del espectro en la Unión Europea [IPTS, 05d].*

como por todas las administraciones (estatal, autonómica y municipal) en lo que respecta a las exposición a la radiación emitidas por las antenas.

- Condiciones de utilización de infraestructuras de red de terceras partes. Fijada en la Ley General de Telecomunicaciones y, dentro del márgen permitido por ésta, por las empresas que suministran infraestructura de red utilizada para el despliegue de redes públicas WiFi.

A continuación se analizará cada uno de estos aspectos.

## Derecho de ocupación de dominio público y privado

La Ley General de Telecomunicaciones establece el derecho de los operadores de Telecomunicación a utilizar tanto el dominio público como el privado para el despliegue de redes, cuando resulta estrictamente necesario para la provisión del servicio.

En consecuencia, cuando un actor se constituya en operador de redes públicas WiFi, la Ley le ampara para desplegar puntos de acceso e infraestructura de red en ubicaciones que no son gestionadas por él, sin que sea estrictamente necesario el acuerdo del propietario de la ubicación. En la práctica, cuando no existe este acuerdo el procedimiento es complejo, ya que conlleva una declaración de servidumbre, o de expropiación forzosa, con trámites de coste elevado que se dilatan en el tiempo, lo cual hace inviable en la mayor parte de los casos su puesta en práctica para el despliegue de puntos de acceso, que presentan además una cobertura baja. Adicionalmente es necesario disponer de alimentación eléctrica, cuyo suministro sin la colaboración del gestor de la ubicación aumenta la complejidad y coste del despliegue.

Cuando las redes se despliegan en espacios exteriores, el operador necesita poder ubicar los equipos en muchos casos en localizaciones de dominio público gestionadas por los ayuntamientos. Si bien la Ley General de Telecomunicaciones permite que cada ayuntamiento fije las condiciones de utilización de viales y de espacios públicos en general, establece la obligación de permitir estos despliegues, no pudiendo negar el ayuntamiento el uso de viales y espacios públicos, aunque sí establecer condiciones razonables para la realización de la obra civil.

En el caso particular de las redes WiFi, algunos elementos del mobiliario urbano como las farolas o semáforos son ubicaciones de gran interés para los operadores, ya que están distribuidas regularmente, de forma previsible para el usuario potencial, y disponen de alimentación eléctrica. El mobiliario urbano no está contemplado de forma explícita en la Ley General de Telecomunicaciones como dominio público ni privado, pudiendo categorizarse como “equipamiento”, y por tanto para emplearlo con esta finalidad es necesario disponer del consentimiento del ayuntamiento que lo gestiona.

Así pues, si bien la legislación contempla el uso de infraestructura de obra civil pública y privada para el despliegue de cualquier tipo de red, en el caso particular de las redes públicas WiFi, es necesario en la práctica el acuerdo del propietario de la ubicación para realizar despliegues que sean viables económicamente.

Si se tiene en cuenta además el corto alcance de los puntos de acceso para el despliegue de este tipo de redes el propietario o gestor de la ubicación es un actor importante, que en todos los casos participa de forma relevante en la cadena de valor, siendo las características de la ubicación que aporta un factor muy importante para establecer los modelos de negocio viables. En el capítulo 3.6 se analizan los distintos tipos de ubicaciones, poniéndose de manifiesto su importancia.

## Despliegue de elementos radiantes

Tal como se ha indicado, los ayuntamientos establecen normativa específica para el despliegue de antenas. Esta normativa tiene tiene como objetivos reducir el impacto visual y asegurar una correcta fijación para evitar accidentes. Si bien es muy relevante para el despliegue de antenas de telefonía celular y radioenlaces fijos de elevada potencia, en el caso de las redes WiFi no plantea restricciones particulares debido al pequeño tamaño de las antenas utilizadas habitualmente (del órden de centímetros), fácilmente camuflables (en muchos casos son planas) y con requisitos mínimos de fijación. Así pues, en este aspecto las redes públicas WiFi presentan una ventaja para el despliegue respecto a otras redes inalámbricas, que utilizan elementos radiantes de mayor tamaño y menores posibilidades de camuflaje.

## Limitaciones de exposición a la radiación

Al igual que en el resto de redes inalámbricas, en las redes WiFi es de aplicación la normativa del valor máximo permitido de exposición a radiaciones electromagnéticas para los seres humanos que establecen los distintos organismos regulatorios. Estas limitaciones implican el establecimiento de una distancia de seguridad, tomada desde la antena, dentro de la cual no se permite el acceso a las personas por los riesgos potenciales derivados de su exposición a la radiación.

Para establecer estos límites las administraciones han utilizado como referencia los estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud, habiendo establecido la Unión Europea unos niveles máximos de exposición a la radiación electromagnética que la normativa española ha adoptado en el Real Decreto 1066/2001. En este decreto, la densidad de potencia máxima de exposición se fija en 10 $W/m^2$.

En el caso español, las comunidades autónomas tienen la potestad de establecer niveles máximos de exposición más restrictivos que los fijados por la normativa nacional. En el caso de Cataluña, la Generalitat ha fijado en el decreto 148/2001 una densidad de potencia máxima de 4 $W/m^2$ en las frecuencias en que opera WiFi, estableciendo condiciones más restrictivas para las instalaciones que se realicen en dependencias educativas, que suponen aumentar las distancias de seguridad en un factor de cuatro respecto a la legislación nacional. Los ayuntamientos a su vez establecen en algunas ocasiones límites más restrictivos en la exposición a la radiación [Gil-Loyzaga et al., 01].

Tal como se ha indicado, los niveles máximos de densidad de potencia fijan indirectamente la distancia de la antena a la cual debe restringirse el paso o estancia de personas. Dado que la densidad de potencia está marcada por la potencia radiada por la antena y la ganancia de ésta, cuyo producto marca la PIRE (Potencia Isótropa Radiada Equivalente) según la siguiente expresión:

$$S(W/m^2) = \frac{P_{Rad}\,g}{4pd^2} = \frac{PIRE}{4pd^2}$$

La distancia a la que se produce la densidad de potencia máxima vendrá dada por:

$$d(m) = \sqrt{\frac{PIRE}{4pS^2}}$$

Teniendo en cuenta que la PIRE máxima permitida para las emisiones WiFi es de 1 W. (radiación máxima en la banda de los 5 GHz), para los niveles más restrictivos en el territorio catalán, que son los fijados por la Generalitat, se tendrá que:

$$d(m) = \sqrt{\frac{1}{4p\,2^2}} = 14{,}1cm.$$

Lo cual indica que, considerando los bajos niveles de potencia permitidos para WiFi, basta con asegurar que la antena se encuentra a una distancia mayor de 14 cm. de las personas en el peor de los casos. Esta condición, como se puede observar, es sencilla de cumplir, tanto en exteriores como en interiores y por tanto, las condiciones de niveles máximos de exposición a la radiación no derivan en restricciones al despliegue de antenas para estas redes.

Aunque en la práctica los problemas acaecidos en el despliegue de redes 2G y 3G se han debido más a la alarma social, debida al desconocimiento, que a situaciones reales de riesgo en las instalaciones realizadas por los operadores, en el caso de las redes WiFi el escaso tamaño de las antenas y su facilidad de camuflaje, así como la elevada planta instalada en los espacios residenciales y empresas, ayudan a evitar la alarma social sobre sus posibles efectos dañinos, no habiéndose dado situaciones de este tipo en los despliegues existentes.

Por tanto, la regulación de los límites de exposición a la radiación no establece restricciones relevantes para el despliegue de estas redes.

## Uso de servicios de otros operadores

La mayor parte de las redes públicas WiFi existentes hacen uso en mayor o menor medida de redes de comunicaciones suministrada por otros operadores. Así, muchas iniciativas de redes Wifi están basadas en el uso de líneas DSL o de cable coaxial, que son contratadas con un operador de telecomunicaciones fijas para dotar de conectar a los puntos de acceso con la infraestructura de provisión de servicio o directamente a Internet.

Los servicios proporcionados por otros operadores y utilizados por los operadores WiFi para completar su infraestructura de servicio son los siguientes:

- Accesos de banda ancha basados en DSL, cablemodem, u otras tecnologías, que incluyen el transporte desde la ubicación y el servicio de acceso a Internet.

- Servicios de conectividad IP basados en tecnología fija, LMDS o satélite, que permiten conectar la ubicación donde se presta el servicio con el punto de acceso a Internet, o con los servidores que prestan el servicio al que acceden los usuarios.

- En despliegues amplios y densos, se utiliza fibra oscura para desplegar sobre ésta redes privadas virtuales de conexión de la red de acceso WiFi al punto de acceso al servicio.

Para hacer uso de las redes de terceros, el operador WiFi que contrata servicios de conexión con otros operadores debe tener en cuenta las claúsulas de utilización del servicio. En concreto, en los servicios dirigidos al mercado minorista, los operadores establecen condiciones de contrato que no permiten el uso del servicio contratado para proporcionar servicios a terceros. Así, la mayoría de operadores prohíben explícitamente por contrato el uso de los servicios de banda ancha, proporcionados mediante ADSL o cablemodem, para compartir o comercializar accesos a otros usuarios o fuera de sus ubicaciones[9] a los clientes minoristas. Mediante estas claúsulas los operadores pretenden proteger su mercado residencial, evitando el uso compartido de accesos y la comercialización de servicios minoristas desagregando el servicio contratado.

[9] *El texto que incluye Telefónica al respecto en su contrato de ADSL es "Queda expresamente prohibida la realización de actos de reventa o comercialización del Servicio ADSL a terceros ajenos a la prestación del Servicio ADSL o, en cualquier caso, de compartición de recursos fuera del domicilio para el que se haya solicitado la provisión del Servicio ADSL". Otros operadores como Ono, Wanadoo o Ya.com incluyen claúsulas similares en sus contratos.*

Cuando se incumplen las reglas del contrato, el actor que actúa como operador Wifi puede ser demandado por el operador de infraestructura fija por incumplimento de contrato, existiendo la posibilidad de reclamar daños y perjuicios por lucro cesante en usuarios potenciales del servicio. Asimismo, independientemente de las acciones que pueda llevar a cabo el prestador del servicio de infraestructura fija, en el código penal se castiga el hecho de proporcionar acceso a servicios interactivos sin consentimiento del prestador de éstos, sea con fines comerciales o sin ánimo de lucro[10] [Cortes Generales, 03b].

Tal como se indica en OCDE, 03], el coste de detectar y demostrar estos usos prohibidos explícitamente en los contratos es elevado para el proveedor de infraestructura fija, y rara vez se han producido demandas o cortes de servicio por este motivo[11]. No obstante, todas aquellas iniciativas en que se hace uso de servicios de conexión, sobre los cual por contrato se establece prohibición explícita de proporcionar servicio a terceros, están sujetas a posibles demandas o cortes de servicio por parte del proveedor, lo cual supone una debilidad importante para su crecimiento y éxito, así como un inhibidor de la participación de una parte importante de actores en éstas.

Para evitar esta situación de incumplimiento de contrato, los operadores WiFi, tanto de red como de servicio, no tienen otra alternativa que acudir a la oferta mayorista de servicios de conexión, servicios para los cuales no se establecen este tipo de restricciones, al estar orientados a su uso por parte de operadores. Estos productos tienen un coste más elevado, y sólo pueden ser contratados por aquellos actores que se constituyen legalmente como operadores de telecomunicación. En el apartado siguiente se verá que tanto los operadores de red como los operadores de servicio WiFi tienen la obligación legal de constituirse como tales, si bien muchos de ellos no realizan este trámite.

Así pues, según se puede observar, las claúsulas restrictivas del uso de infraestructura contratada con proveedores para dar servicio a terceros, limitan el conjunto de opciones para establecer modelos de explotación viables para este tipo de redes, y situa en la ilegalidad a muchas de las iniciativas existentes. Aunque hasta el momento no se han producido demandas ni cortes de servicio por este motivo en España y son muy escasas en el ámbito internacional, el hecho es que todas las iniciativas que están en esta situación presentan una desventaja importante en cuanto a su éxito y extensión cuando se orientan a capturar clientes del operador que provee la red y, en general, ante cualquier situación que pueda suponer un incentivo para el operador proveedor de red para actuar ante los posibles incumplimientos de contrato. En definitiva, las iniciativas que hacen uso de servicios minoristas tienen el crecimiento limitado a que éste no suponga perjuicio real o hipotético al mercado de los operadores que proporcionan parte de la infraestructura de red.

Si bien el análisis se ha realizado sobre la legislación española, los razonamientos expresados son válidos para gran parte de los países occidentales, como se puede observar en el análisis realizado en [Camponovo et al., 05] en relación con las implicaciones legales del uso de ADSL comercial en el suministro de servicios a terceros en Suiza y Francia, y en [Wu, 03] y [Hale, 05] para el caso estadounidense[12].

[10] *"1. Será castigado con las penas de prisión de seis meses a dos años y multa de seis a 24 meses el que, sin consentimiento del prestador de servicios y con fines comerciales, facilite el acceso inteligible a un servicio de radiodifusión sonora o televisiva, a servicios interactivos prestados a distancia por vía electrónica, o suministre el acceso condicional a los mismos, considerado como servicio independiente…3. A quien, sin ánimo de lucro, facilite a terceros el acceso descrito en el apartado 1, o por medio de una comunicación pública, comercial o no, suministre información a una pluralidad de personas sobre el modo de conseguir el acceso no autorizado a un servicio o el uso de un dispositivo o programa, de los expresados en ese mismo apartado 1, incitando a lograrlos, se le impondrá la pena de multa en él prevista" [Cortes Generales, 03b]*

[11] *En OCDE,* 03] *se cita algún caso en Nueva York de corte de servicio por parte de Time Warner Cable debido a que se compartía el uso de la infraestructura de red contratada.*

[12] *En [Wu, 03] se incluye una claúsula del contrato minorista de banda ancha de AT&T donde se prohíbe explícitamente el uso de WiFi para dar servicios a terceros ("It is a breach of the agreement to resell the Service or otherwise make available to anyone outside the Premises the ability to use the Service, i.e. WiFi, or other methods of networking")*

Los sustitutos en el mercado mayorista para las conexiones de banda ancha minoristas son el alquiler de fibra oscura (que debe ser iluminada por el operador WiFi), los circuitos alquilados, y los servicios de conectividad IP para conectar las subredes de acceso WiFi con las ubicaciones donde se suministra el servicio, combinados con servicios de acceso a Internet y conexión a puntos neutros para proveer éste.

El alquiler de fibra oscura sólo tiene sentido económico cuando el tráfico es elevado, dada la gran capacidad de este tipo de infraestructura, condición que no se cumple en los servicios WiFi orientados a uso ocasional. La alternativa basada en el alquiler de circuitos dedicados punto a punto, está regulada existiendo obligación de suministro de servicio no discriminatorio a todos los operadores por parte del operador dominante, y precios máximos, tal como se indica en el análisis del mercado de circuitos alquilados realizados por el regulador [CMT, 06b]. No obstante, tal como se muestra en la siguiente tabla, el coste resulta muy elevado para su aplicación a las redes WiFi, existiendo otras alternativas más adecuadas.

| Tipo de circuito | Alta Inicial (€) | Cuota Mensual (€) Tramo de 0 a 4 Km. | | Cuota Mensual (€) Tramo de 4 a 20 Km. | | Cuota Mensual (€) Tramo de 20 a 70 Km. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 Km. | Incr. por Km. Adicional | Límite inf. tramo | Incr. por Km. Adicional | Límite inf. tramo | Incr. por Km. Adicional |
| 64 kbit/s | 254,55 | 56,93 | 8,25 | 89,93 | 3,20 | 141,13 | 1,72 |
| 2x64 kbit/s | 450,96 | 84,94 | 11,64 | 131,50 | 9,56 | 284,46 | 5,25 |
| 3x64 Kbit/s | 643,24 | 84,94 | 11,64 | 131,50 | 13,74 | 351,34 | 6,26 |
| 4x64 Kbit/s | 835,52 | 84,94 | 11,64 | 131,50 | 17,92 | 418,22 | 7,27 |
| 6x64 Kbit/s | 1.027,79 | 94,77 | 12,98 | 146,69 | 29,31 | 615,65 | 8,02 |
| 8x64 Kbit/s | 1.220,07 | 94,77 | 12,98 | 146,69 | 36,50 | 730,69 | 9,34 |
| 12x64 Kbit/s | 1.505,01 | 213,16 | 29,81 | 332,40 | 25,90 | 746,80 | 14,94 |
| 16x64 Kbit/s | 1.505,01 | 213,16 | 31,68 | 339,88 | 27,51 | 780,04 | 15,87 |
| 24x64 Kbit/s | 1.505,01 | 213,16 | 37,27 | 362,24 | 32,37 | 880,16 | 18,67 |
| 30x64 Kbit/s | 1.505,01 | 213,16 | 37,27 | 362,24 | 32,37 | 880,16 | 18,67 |
| 2 Mbit/s | 373,46 | 285,79 | 25,63 | 388,31 | 21,39 | 730,55 | 12,46 |
| 34 Mbit/s | 1.581,77 | 1.053,03 | 185,57 | 1.795,31 | 119,88 | 3.713,39 | 62,46 |
| 155 Mbit/s | 3.321,71 | 2.211,38 | 389,70 | 3.770,18 | 251,74 | 7.798,02 | 131,16 |

**Tabla 3-10: Coste de circuitos alquilados para mayoristas en 2005**

*Fuente: [CMT, 06b]*

La opción más adecuada para los operadores WiFi se centra en las ofertas de conectividad IP del operador dominante, que oferta en el mercado diversas soluciones. Éstas cubren desde la concentración de tráfico de varias conexiones sobre un único punto de presencia de la red de del operador dominante, basándose en distintas tecnologías como ADSL [Telefónica, 06b], LMDS [Telefónica, 06e], y satélite [Telefónica, 06f], a la prestación completa del servicio, incluyendo la conexión a Internet [Telefónica, 06c]. Estas opciones presentan un coste más elevado que los servicios minoristas, pero son las únicas factibles si se desea respetar las claúsulas contratactuales para operadores WiFi que proporcionan servicios a terceros. En la siguiente figura se muestra el modelo de servicio de ADSL IP Total, bajo el cual el operador WiFi puede contratar acceso ADSL y conexión a Internet suministrada por Telefónica en España, incluyendo la redirección de la autenticación de clientes a través de la red IP de este operador.

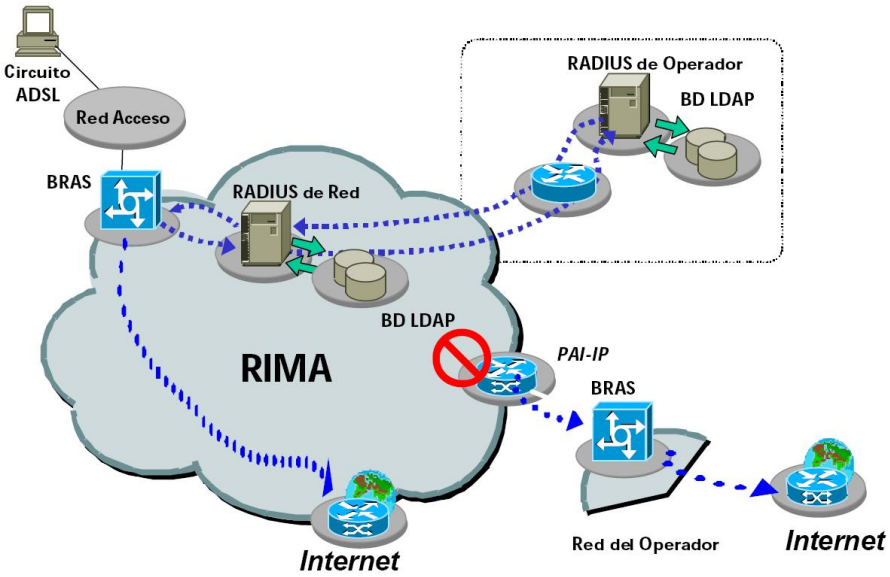



**Figura 3-40: Modelo de Servicio ADSL IP Total**

***Fuente: [Telefónica, 06c]***

### 3.4.4 REGULACIÓN DE EXPLOTACIÓN DEL SERVICIO

El suministro de servicios a través de redes WiFi está sometido, al igual que los servicios proporcionados por cualquier otra tecnología, a una serie de condiciones que permiten garantizar tanto el control por parte de la administración, como la seguridad jurídica de los ciudadanos que hacen uso de estos servicios. Aún cuando los servicios que se suministren sean bajo un esquema de gratuidad para el usuario final, la legislación marca el cumplimiento de estas condiciones. Así, en España resulta de aplicación la normativa general establecida en la Ley General de Telecomunicaciones para la explotación de las redes y servicios, y la regulación específica para proveedores de servicios de Internet (ISPs) contempladas en la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y Comercio Electrónico (LSSICE) [SETSI, 02] y en en diversos decretos, tal y como se detalla en [Peguera, 04].

En el caso de las redes WiFi, la simplicidad del despliegue de la red, el hecho de que no sea necesaria licencia para utilizar el espectro en las bandas que usa, y la peculiaridad de los actores implicados, que en muchos casos no se corresponden con los operadores tradicionales, han supuesto que muchas de las iniciativas no respeten el cumplimiento de estas condiciones normativas de explotación de servicios, situandose en la ilegalidad.

#### Notificación a la Autoridad Nacional de Regulación

La Ley General de Telecomunicaciones indica que *"Los interesados en la explotación de una determinada red o en la prestación de un determinado servicio de comunicaciones electrónicas deberán, con anterioridad al inicio de la actividad, notificarlo fehacientemente a la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones en los términos que se determinen mediante real decreto, sometiéndose a las condiciones previstas para el ejercicio de la actividad que pretendan realizar".*

En consecuencia, toda organización (institución pública, empresa o particular) que esté suministrando servicios al público a través de redes WiFi, o aportando infraestructura de red para que un tercero suministre servicio, deberá notificar a la Comisión del Mercado de Telecomunicaciones (CMT) de forma previa a su disponibilidad para el público la intención de actuar como operador de telecomunicación, siguiendo el formato establecido por este organismo referenciado en [CMT, 03c].

Es conveniente señalar la importancia de realizar esta notificación, tanto en forma como en plazo, ya que los problemas legales exististentes hasta el momento en la explotación de este tipo de redes que han derivado en sanción, se han debido a la falta de esta notificación de forma previa al inicio de la operación de la red. En [CMT, 04b] se incluye la referencia a la decisión de la CMT de apertura de expediente al ayuntamiento de Atarfe, en dónde la CMT recuerda la necesidad de esta notificación para la explotación de servicios y el despliegue de redes WiFi.

La Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, asimismo, indica explícitamente que facilitar el uso de una red a terceros para que éstos suministren servicio a clientes, o al público en general bajo esquemas de pago o gratuidad, se considera también ejercer de operador de telecomunicación, y por tanto es preceptivo realizar el trámite de notificación a este organismo, tal y como se muestra en la decisión [CMT, 05b] que aclara el concepto de autoprestación, por lo que cualquier organización o particular que disponga de redes que sean explotada por terceros de cara al público deben registrarse como operador de telecomunicación.

En resumen, cualquier red WiFi o prestación de servicio basada en este tipo de redes que se encuentre abierta a la utilización por parte del público, debe realizar dicha notificación a la CMT, exista contraprestación monetaria o no por el uso del servicio. El trámite de notificación es sencillo de realizar y los formularios no presentan una complejidad excesiva, por lo que no es una barrera importante para la participación de organizaciones en este tipo de iniciativas, aunque sí lo es para los particulares que pongan a disposición su infraestructura de acceso, abierta al público a través de un proveedor de servicio (como es el caso, por ejemplo de FON), o participando en una comunidad wireless, ya que suelen desconocer este aspecto de la regulación.

El registro como operador es asimismo necesario para acceder a la oferta de servicios mayoristas del operador dominante, los cuales únicamente se comercializan hacia otros operadores, siendo para ello necesario estar dado de alta en el registro de operadores de la CMT.

Como excepción, en aquellos casos en que los servicios sean utilizados únicamente por el titular de la red, la CMT considera que la red se utiliza en autoprestación, y por tanto exime al titular de inscribirse en el registro de operadores. Este sería el caso de un ayuntamiento que desplegase puntos de acceso para su utilización exclusivamente en servicios municipales no disponibles al público (policía local, bomberos, etc.), si bien en el momento que abra la red a uso por parte de los ciudadanos bajo modelos de pago o gratuidad, será necesario que se inscriba en el registro de operadores, y serán de aplicación el resto de obligaciones presentadas en este apartado para la operación del servicio.

## Confidencialidad de la información

Respecto a la confidencialidad de la información transmitida a través de la red, la Ley General de las Telecomunicaciones establece las siguientes directrices en su artículo 36:

*"1.- Cualquier tipo de información que se transmita por redes de comunicaciones electrónicas* ***podrá*** *ser protegida mediante procedimientos de cifrado.*

*2.- El cifrado es un instrumento de seguridad de la información. Entre sus condiciones de uso, cuando se utilice para proteger la confidencialidad de la información, se podrá imponer la obligación de facilitar a un órgano de la Administración General del Estado o a un organismo público, los algoritmos o cualquier procedimiento de cifrado utilizado, así como la obligación de facilitar sin coste alguno los aparatos de cifra a efectos de su control de acuerdo con la normativa vigente."*

Lo cual indica que es legal establecer procedimientos de cifrado para aumentar la confidencialidad de las transmisiones que se realicen a través del operador neutral, aunque no

obligatorio. En el caso de que se opte por algún tipo de esquema de cifrado, este deberá estar disponible para ser entregado a los órganos de la Administración General del Estado que tengan atribuciones para intervenir las comunicaciones que se realizan a través del operador.

Así pues, la ley no obliga a establecer mecanismos de cifrado, y por tanto, no existen restricciones ni obligaciones legales a este respecto, más allá de suministrar el cifrado si se aplica, y éste es requerido por parte de los organismos competentes.

## Registro de datos de tráfico

El artículo 12 de la Ley General de las Telecomunicaciones indica que:

*"1.- Los operadores de redes y servicios de comunicaciones electrónicas, los proveedores de acceso a redes de telecomunicaciones y los prestadores de servicios de alojamiento de datos deberán* ***retener los datos de conexión y tráfico generados por las comunicaciones establecidas durante la prestación de un servicio de la sociedad de la información por un período máximo de doce meses****, en los términos establecidos en este artículo y en su normativa de desarrollo.*

*2.- Los datos que, en cumplimiento de lo dispuesto en el apartado anterior, deberán conservar los operadores de redes y servicios de comunicaciones electrónicas y los proveedores de acceso a redes de telecomunicaciones serán* ***únicamente los necesarios para facilitar la localización del equipo terminal empleado por el usuario para la transmisión de la información****. Los prestadores de servicios de alojamiento de datos deberán retener sólo aquéllos imprescindibles para identificar el origen de los datos alojados y el momento en que se inició la prestación del servicio.*

*3.- En ningún caso, la obligación de retención de datos afectará al secreto de las comunicaciones. Los operadores de redes y servicios de comunicaciones electrónicas y los prestadores de servicios a que se refiere este artículo no podrán utilizar los datos retenidos para fines distintos de los indicados en el apartado siguiente u otros que estén permitidos por la Ley y deberán adoptar medidas de seguridad apropiadas para evitar su pérdida o alteración y el acceso no autorizado a los mismos."*

En definitiva, los operadores de este tipo de redes deberán mantener un registro de los datos necesarios para facilitar la localización del equipo terminal empleado por el usuario para la transmisión de la información, en tanto en cuanto proveedor de red, y deberán almacenar también los datos para identificar su origen, y el momento en que se inició la prestación, en tanto en cuanto proveedores de servicio.

En términos técnicos relacionados con las capacidades de este tipo de redes, deberán almacenarse las direcciones MAC (que identifican el terminal desde el cual se realizó la comunicación, al menos en teoría, ya que este dato es manipulable en los terminales) de los equipos que se conectan a la red, junto con la fecha y hora que se produzco la conexión. El periodo mínimo en el que debe guardarse este registro no está definido por la ley, estando definida su cota máxima (12 meses). Las prácticas habituales al respecto en los proveedores de servicio de acceso a Internet suele corresponderse con un periodo de 6 meses.

Tal y como sucede en las obligaciones relativas a la inscripción en el registro de operadores, una parte importante de iniciativas ciudadanas y redes Wifi en comercios no aplica estas directivas, si bien hasta el momento no se han dado casos de sanciones relacionadas con su incumplimiento. Sí sucede, en cambio, cada vez con mayor frecuencia, el uso de redes WiFi de particulares abiertas a uso público para la realización de actividades delictivas como el envío de spam o fishing aprovechando la ausencia de registro por parte de éstos (como muestra, véase [El País, 06e]), por lo que el cumplimiento de este requisito irá cobrando importancia creciente.

## Legislación de Protección de Datos de Clientes.

Al igual que en el resto de actividades comerciales, los operadores de redes públicas WiFi deben respetar las directrices que marca la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD) [AGPD, 99] para el registro y tratamiento de datos personales. Esto supone que los datos de clientes deben ser almacenados bajo unas determinadas condiciones de seguridad, debe restringirse su acceso a los fines y personas que marca la ley, y no pueden ser cedidos a terceras partes sin consentimiento de los interesados.

Como es lógico, en aquellos casos en que no se recogen datos del cliente (accesos gratuitos o mediante tarjeta de prepago), esta regulación no es relevante.

## Conclusiones

La explotación del servicio que suministran las redes WiFi está sujeta al marco legal establecido por la Ley General de Telecomunicaciones para los servicios de comunicación electrónica, lo cual supone, tal y como se ha presentado, una serie de obligaciones sobre el tratamiento, registro, y confidencialidad de las comunicaciones y los datos de clientes, así como la obligación de dar conocimiento a la CMT en plazo y forma del despliegue y operación de este tipo de redes.

Como se analiza más adelante, muchas de las iniciativas ciudadanas y parte de las públicas incumplen esta normativa en el caso español, habiendo sido algunas de ellas objeto de sanción por parte de la CMT en lo que respecta al incumplimiento de la obligación de registro.

### 3.4.5 REGULACIÓN DE COMPETENCIA

Dado que el mercado de los servicios de telecomunicaciones está regulado como mercado en competencia supervisada por la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT), es necesario tener en cuenta a la hora de actuar en dicho mercado las prescripciones legales establecidas en la ley, y las resoluciones de la CMT relativas a la garantía de libre competencia y prácticas consideradas por este organismo como posibles distorsiones desleales de ésta. Para el mercado de las redes públicas WiFi, la regulación de la competencia tiene especial aplicación en lo que respecta a la participación de instituciones públicas, que como se verá en el apartado 6.3, son organizaciones especialmente activas en este campo, especialmente las administraciones locales que financian o participan en el despliegue de este tipo de redes en los municipios.

A continuación se analizan las condiciones que establece la CMT para las dos situaciones básicas que se pueden presentar: cuando no existe oferta de servicio en la zona donde se opera (ausencia de competencia) y cuando sí existe dicha oferta.

## Situación de ausencia de competencia

Cuando el operador WiFi actúa en un territorio dónde no existe competencia por no existir oferta, no son aplicables las restricciones a la operación derivadas de impedir la competencia desleal, al no existir ésta. Este es el caso, por ejemplo, de municipios rurales en dónde los operadores no realizan oferta de servicios de banda ancha similares a los prestados mediante WiFi al considerar no rentable la operación y no estar sujetos a las obligaciones de servicio universal.

Así, por ejemplo, un ayuntamiento que desee suministrar servicio de conectividad de banda ancha a sus ciudadanos de forma gratuita, podrá hacerlo de forma legal siempre que no exista una oferta similar o sustitutiva por parte de cualquier otro actor en competencia. En la respuesta de la CMT a la consulta planteada por Localret a este respecto [CMT, 03a], la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones abre esta posibilidad para el despliegue de

redes inalámbricas municipales gratuitas en poblaciones que carezcan de oferta comercial de banda ancha basada en cualquier otra tecnología.

Es importante remarcar varios aspectos para el supuesto de que se pretenda explotar una red WiFi de forma comercial, gratuita, o por debajo del coste en zonas sin oferta comercial equivalente:

1.- La Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones aplica, a priori, el principio de neutralidad tecnológica para establecer si existe o no oferta comercial equivalente. Esto quiere decir que no basta con que no exista oferta comercial basada en la misma tecnología (en este caso, acceso Internet a través de WiFi) sino que cualquier otro producto sustitutivo (por ejemplo, acceso Internet mediante ADSL), puede considerarse competencia.

2.- Si en un momento posterior al comienzo de la operación aparece algún competidor en el mercado (por ejemplo, el operador dominante amplía la cobertura de ADSL en una población en que se carecía de esta tecnología, y que disponía de una red municipal inalámbrica de uso gratuito para acceder a Internet), pasan a ser de aplicación las restricciones que se aplican para mercados en competencia.

3.- Si bien no se dispone aún de decisiones de la CMT que lo ratifiquen, el simple hecho de que exista una oferta de conectividad por debajo de costes en un municipio, podría considerarse por parte de la CMT competencia desleal, al desincentivar la existencia de ofertas alternativas de mercado que estarían basadas en costes. Aunque este aspecto está bastante sujeto a la interpretación que se realice de la ley, no existe garantía de que la CMT no se pronuncie en este sentido.

Así pues, y en resumen, en aquellas zonas dónde no exista competencia para el operador WiFi, si bien a priori no existen restricciones derivadas de la obligación de impedir la competencia desleal, y la propia CMT abre esta posibilidad, no existe garantía de que no pueda considerarse el suministro de los servicios gratuitos, o de precio inferior al coste, como barrera desleal a la competencia.

Como muestra, en los medios de comunicación ha aparecido la noticia relativa al cierre de la red WiFi desplegada por el ayuntamiento de Barcelona, en la cual se suministraba acceso a varias sedes web de la administración (no acceso a Internet completo) de forma gratuita debido a que, según indicaban fuentes municipales, la CMT consideraba este servicio restringido como competencia desleal a servicios comerciales. Dejando de lado otras consideraciones, obsérvese que a priori resulta cuanto menos dudoso el contemplar como competencia mínima a los servicios de acceso a Internet proporcionados por los proveedores de servicio a Internet, el acceso a unas cuantas sedes web desde emplazamientos definidos (las juntas de distrito) [CMT, 04a]. Según conversaciones mantenidas con abogados especializados, la propia CMT indicó en negociaciones posteriores al ayuntamiento de Barcelona que siempre que el acceso se limitase a sedes municipales, nos e consideraría competencia.

Por tanto, en la actual situación legislativa -y de interpretación de la legislación por parte de la CMT- no existe una seguridad razonable sobre lo que puede considerarse competencia desleal, por lo que, aún en el caso de que no se tenga conocimiento de ofertas comerciales similares, es una buena práctica por parte de las administraciones locales, siempre que sea posible, actuar como si existiese esta competencia al objeto de garantizarse una situación legal estable y clara.

En cualquier caso, la regulación existente en España en casos de ausencia de competencia es en la opinión del auotor excesivamente restrictiva respecto a otros países del entorno europeo, ya que no suministra un marco legal claro para que las entidades públicas promocionen la implantación de servicios de telecomunicación en zonas carentes de infraestructura de banda ancha. Así, por ejemplo, en el caso francés, la transposición de la normativa europea realizada por el regulador contempla de forma explícita la posibilidad de financiación de iniciativas por parte de las administraciones públicas en zonas sin oferta de banda ancha [ART, 03] y [ART, 02] sin que se considere distorsión potencial de la competencia.

## Situación de competencia

Este es el caso del operador que suministre servicios al público en una zona en que exista oferta comercial de banda ancha mediante medios de transmisión guiados (ADSL, Cable-módem, etc.) o inalámbricos (3G, otras redes WiFi, satélite, etc.).

Tal como se deduce de los razonamientos expresados por la CMT en la resolución por la que se da contestación a la consulta formulada por Localret, sobre el título necesario para el establecimiento y explotación de una red de telecomunicaciones inalámbrica WiFi [CMT, 03a] así como en la resolución sobre la solicitud formulada por la Asociación Española de Proveedores de Servicio Internet (AEPSI) [CMT, 03b], los aspectos relativos al funcionamiento en un mercado en competencia pueden ser los más delicados para definir del marco de actuación de las redes y servicios cuando en su despliegue participan organismos públicos.

En estas situaciones los operadores, y especialmente las administraciones actuando como tales, deben asegurarse de no realizar acciones que puedan considerarse como competencia desleal o distorsión de la competencia. En general, como principio rector, tanto la Ley General de las Telecomunicaciones como la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, consideran como distorsión de la competencia las acciones encaminadas a limitar, entorpecer, o impedir la actuación de la competencia basándose en suministro de servicios por precios inferiores al coste de su provisión y mantenimiento, así como en la las acciones de discriminación en la contratación de servicios disponibles al público.

Es de destacar, en cualquier caso, que la condición para que la CMT considere que existe distorsión de la competencia es que los ingresos sean inferiores al coste de despliegue y explotación. Es decir, cuando el precio establecido por el operador para utilizar sus servicios permita recuperar el coste de éstos, aunque la oferta sea sensiblemente inferior a la que establezca la competencia, no se puede considerar que existe una distorsión, ya que nos encontraremos ante ventajas competitivas legítimas (de orden tecnológico, organizativo o comercial) que son salvaguardadas por la ley. Así pues, en el caso de que el modelo de negocio planteado permita comercializar los servicios a precios inferiores a los de la competencia (o incluso suministrarlos de forma gratuita basando los posibles ingresos en publicidad, por ejemplo), sufragando los ingresos derivados de la operación el coste, no existirá una distorsión de la competencia que suponga la actuación de la CMT para limitar o impedir sus consecuencias.

A la hora de computar los ingresos del operador, se deben tener en cuenta sólo aquellos que provengan de operaciones e inversiones. Esto excluye los ingresos basados en subvenciones cruzadas de otros servicios que comercialice el operador, así como las subvenciones aportadas a fondo perdido por administraciones públicas.

De acuerdo con las resoluciones emitidas por la CMT en este sentido, las iniciativas públicas que estén subvencionadas y suministren el servicio de forma gratuita, o a precios que no permitan cubrir los costes, pueden suponer una distorsión del mercado de telecomunicaciones, y por tanto ser objeto de actuaciones por parte de la CMT para evitar dichas distorsiones. En otras palabras, la CMT permite la actuación de la administración local como operador, pero no la competencia "desleal" con los operadores privados basándose en subvenciones públicas.

En cualquier caso, si una administración pública participa en la puesta en marcha o en la operación de redes públicas WiFi, deberá realizar una separación de cuentas tal y como se indica en la Ley General de Telecomunicaciones:

*"La explotación de redes o la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas por las Administraciones públicas, directamente o a través de sociedades en cuyo capital participen mayoritariamente, se ajustará a lo dispuesto en esta ley y sus normas de desarrollo y* ***se realizará con la debida separación de cuentas*** *y con arreglo a los principios de neutralidad, transparencia y no discriminación. La Comisión del Mercado de las*

*Telecomunicaciones podrá imponer condiciones especiales que garanticen la no distorsión de la libre competencia."*

Esto se hace así para, entre otras cosas, detectar la existencia de subvenciones por parte de las administraciones públicas que permitirían alegar a los posibles competidores un comportamiento desleal de distorsión de la competencia, no siendo posible alegar por parte de la administración la existencia de obligación de servicio público que justifique dicha subvención, ya que como indica la CMT en la resolución del 5/6/2003:

*"El servicio de acceso a Internet no puede considerarse un servicio público ni se encuentra entre las enumeradas como de competencia municipal en el artículo 25 de la Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases del Régimen Local, no siendo, por tanto, susceptibles de financiarse mediante el establecimiento de una tasa municipal "ad hoc" ni con cargo a fondos públicos municipales" (CMT, 5/6/2003)*

En cualquier caso, si se desea evitar la intervención del regulador, es necesaria la sostenibilidad económica, y la consecución de este objetivo es probablemente el único esquema que permite garantizar además la viabilidad a largo plazo, con independencia de la disponibilidad de los siempre exiguos presupuestos municipales. Una parte importante de las iniciativas de este tipo fracasan debido a que son esfuerzos puntuales bienintencionados sobre los que no es posible plantear una estrategia a largo plazo por insuficiencia económica, quedando en inversiones no amortizadas ni económicamente ni socialmente. Así pues, la viabilidad económica debe ser un objetivo *per se* para garantizar la continuidad del proyecto más allá de las necesidades de respetar el marco legal, o la interpretación que realice la CMT de este marco legal.

Es conveniente recordar que sí se contempla como válida la participación de las administraciones locales directamente, o mediante empresas, participadas en el mercado de redes y servicios de telecomunicaciones si bien en este caso *"habrán de operar en el mercado de las telecomunicaciones como un agente económico más, sin prevalerse de su condición de Administración Pública, v.gr., neutralizando pérdidas con transferencias de fondos públicos municipales. El suministro de servicios gratuitos supondría una clara ventaja competitiva respecto de sus posibles competidores en el mercado y una barrera de entrada para éstos en el mismo mercado ya que no podrían replicar la actividad al no poder obtener, ni siquiera, el retorno de la inversión que deben realizar. Por lo tanto, la financiación de la red habrá, en todo caso, que realizarse por medio de los rendimientos de la explotación de la misma en un régimen de libre competencia" (CMT, 5/6/2003).*

Así pues, de lo anterior se deduce que las administraciones públicas sí pueden actuar como un agente económico más, siempre que no se sirvan de su condición de administración pública suministrando subvenciones para la implantación y operación del operador que realiza el despliegue y explotación, sino que los ingresos directos o indirectos que se obtengan de la explotación de la red deben permitir al menos recuperar los costes en los que se incurre en su despliegue, explotación y mantenimiento (ver resolución [CMT, 07b]).

Lógicamente, esto no debería implicar que la administración pública no tenga permitido realizar inversiones, si bien dichas inversiones deben encontrarse justificadas por un futuro retorno de éstas cuando se produzcan ingresos por la operación de la red. Es en este sentido como se interpreta la frase *"...por lo tanto, la financiación de la red habrá, en todo caso, que realizarse por medio de los rendimientos de la explotación de la misma en un régimen de libre competencia*", entendiéndose que los rendimientos de la red no pueden producirse antes de proceder a su construcción, para la cual es necesaria una inversión previa.

La justificación del plan de retorno de las inversiones que realicen los participantes en el despliegue y operación de este tipo de redes, deberá figurar en el correspondiente plan de negocio que se realizará de forma previa a la operación, y que deberá incluirse en la documentación aportada a la CMT junto con la notificación de puesta en marcha.

En el catálogo de buenas prácticas para la actividad de las administraciones públicas en el sector de las telecomunicaciones ([CMT, 05a]) editado por la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones se detallan los aspectos analizados en este apartado.

## Conclusiones respecto a la normativa de competencia

Los aspectos más relevantes a tener en cuenta respecto a la normativa de competencia se centran en la participación pública en este tipo de iniciativas en zonas donde exista competencia. Cuando se da esta situación, por ejemplo, en el caso de una red WiFi desplegada o financiada por un ayuntamiento, el marco regulatorio español determina que esta participación se articule mediante cuentas separadas, debiendose establecer un modelo de negocio que sea viable económicamente sin depender de subvenciones a fondo perdido, con un planteamiento de inversión que contemple un retorno económico esperado en un plazo y condiciones razonables.

Estas condiciones restringen la capacidad de maniobra de las administraciones públicas para promocionar y participar activamente en el despliegue de este tipo de redes, ya que el marco legal no permite actuar bajo esquemas de subvención.

Tal como se analizará más adelante, las iniciativas públicas más sólidas se plantean modelos de negocio que permiten la viabilidad económica sin recurrir a subvenciones, mientras que otras no cumplen con la legalidad vigente.

Hasta el momento, las autoridades de vigilancia de la competencia no han actuado ante la situación de aquellas que recurren a subvenciones en mercados en competencia, si bien el escaso éxito de las iniciativas públicas que no cumplen estas condiciones, no ha supuesto un impacto significativo en el mercado y por tanto no se han producido situaciones de competencia desleal en la práctica.

### 3.4.6 VISIÓN CRÍTICA DE LOS ASPECTOS REGULATORIOS

En este apartado se incluyen las reflexiones sobre la adecuación de la regulación para el despliegue y explotación de este tipo de redes, analizándose desde una perspectiva crítica los diversos aspectos implicados y las posiciones de diversos actores ante el entorno regulatorio. Se proponen asímismo, cuando procede, posibles cambios regulatorios que puedan potenciar el uso de estas tecnologías en coexistencia con los modelos tradicionales basados en uso licenciado del espectro y un contexto de mercado en competencia protagonizado principalmente por actores privados.

## Regulación del espectro

Si bien, tal como se ha indicado en el apartado correspondiente existen corrientes de opinión que abogan por una ampliación del espectro de uso libre, basándose en la supuesta congestión a corto plazo del espectro ya disponible, la evidencia empírica existente muestra que no existe un riesgo a corto plazo de saturación, y que la regulación actual de potencias, protocolos y frecuencias no actúa como un limitador importante del despliegue de estas redes, siendo dificil plantear cambios a medio plazo que incentiven de forma relevante el uso de estas tecnologías.

En lo que respecta a la congestión del espectro de uso libre, si bien es cierto que en muchas zonas coexisten gran cantidad de redes WiFi, es también cierto que el uso que se hace de los puntos de acceso residenciales, que constituyen la mayor parte de las redes detectadas al realizar barridos electromagnéticos tienen un uso esporádico, con lo que el tráfico soportado en cada frecuencia, es bajo. Así, por ejemplo, en el radiomapa realizado como parte de las actividades de investigación de la presente tesis, incluído en el anexo II, se detectó que el uso de los puntos de acceso residenciales es esporádico, tal como se muestra en la siguiente figura que indica que solo el 19% de las redes detectadas en el distrito 22@ se encontraba en uso en

el momento de levantar el radiomapa, siendo además anecdótico el uso por parte de dos o más usuarios simultáneos.

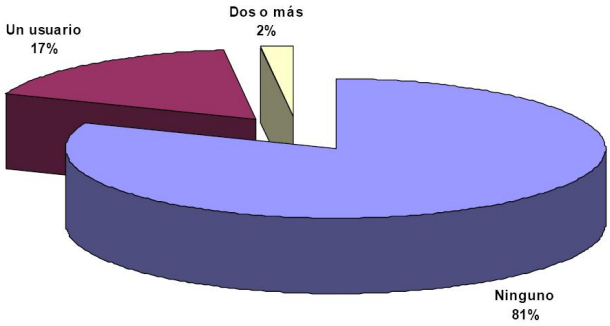



**Figura 3-41: Utilización de los puntos de acceso en distrito 22@**

*Fuente: Elaboración propia*

La congestión en las bandas asignadas a WiFi puede evitarse hasta cierto punto cambiando el conjunto de canales utilizados por el punto de acceso, siendo posible realizar hasta tres comunicaciones simultáneas en la banda de 2,4 GHz sin que exista solape entre las comunicaciones, bastando para ello configurar el punto de acceso para que utilice una canal suficientemente separado de los canales que están siendo utilizados por otros APs.

Según puede observarse en la siguiente figura, en el trabajo de campo realizado en el distrito 22@, alrededor de la mitad de los puntos de acceso utilizaban canal preconfigurado por defecto (el primer canal, denominado 0 o 1 según el fabricante), para realizar las comunicaciones.

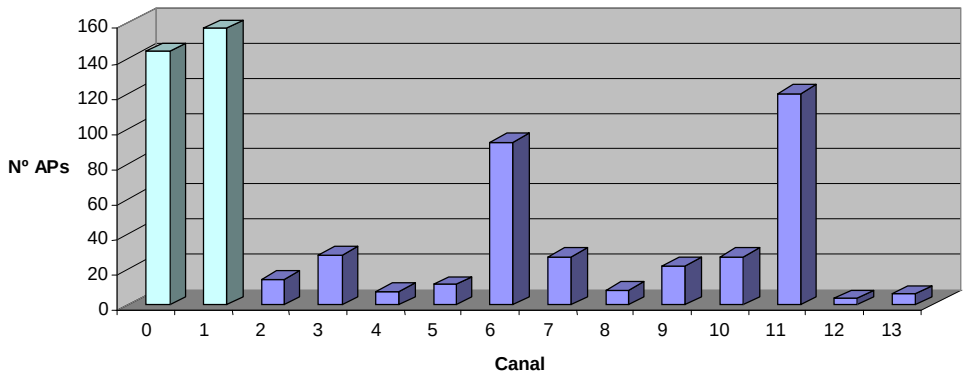



**Figura 3-42: Uso de canales en los puntos detectados en distrito 22@BCN**

*Fuente: Elaboración propia*

Si bien muchos de estos puntos de acceso se corresponden con usuarios residenciales que desconocen la posibilidad de cambiar el canal de comunicación, en el caso de que hubiese problemas de congestión importantes que supusiesen una merma apreciable de calidad del servicio, probablemente se detectaría una distribución de canales más repartida entre el primer canal y los canales 6 y 11.

En el caso de que existiese un problema real de congestión en la banda de 2,4 GHz, sería lógico detectar también un crecimiento paralelo del uso de la banda de 5 GHz en el acceso, que aunque presenta peores características de propagación, las mayores potencias de emisión permitidas facilitan el uso. No es el caso en la situación actual de WiFi, donde la banda de 5 GHz bajo el estándar 802.11a se utiliza en redes malladas como tecnología de backhaul y son muy escasos los casos de uso de 802.11a como tecnología de acceso.

La congestión tampoco es citada habitualmente como un problema que limite actualmente el despliegue de este tipo de redes por parte de los actores que protagonizan estos despliegues, siendo los aspectos de mercado, regulatorios o las limitaciones intrínsecas a la compartición del espectro los factores que limitan la extensión de iniciativas WiFi.

Así pues, no parece que exista evidencia de la existencia de un problema real de congestión que aconseje a corto plazo el aumento de espectro disponible para esta tecnología, si bien a medio plazo, según vaya encontrándose ocupada la banda de 5 GHz, sí puede ser recomendable extender las frecuencias disponibles para estas tecnologías.

En cualquier caso, si se tiene en cuenta el impacto que ha supuesto en el desarrollo de propuestas técnicas y de mercado innovadoras la apertura de una parte del espectro al uso compartido sin licencia, y de la cual la amplia extensión de equipos y redes WiFi, tanto en uso privado como en uso público es el mejor ejemplo, sí parece recomendable abrir al uso no licenciado del espectro otras bandas de frecuencia, especialmente en la banda UHF que presenta óptimas capacidades combinadas de propagación y capacidad.

La digitalización de la difusión de señales de televisión permitirá liberar en los próximos años para otros usos canales de la banda UHF, siendo posible destinar parte de ellos a uso no licenciado para WiFi o cualquier otra tecnología inalámbrica compatible con un uso compartido del espectro [CE, 07b], como las analizadas en el apartado 3.1.2.

La asignación de más espectro para uso compartido no rendirá probablemente los mismos frutos obtenidos en la banda de 2,4 GHz, ya que gran parte de las ventajas del uso no licenciado se están explotando yaen la banda de 5 GHz sin que se haya producido la misma explosión de innovación y modelos de negocio. No obstante, el menor consumo de potencia necesario en las subbandas UHF de los 470 MHz a 870 MHz puede derivar en el desarrollo de servicios y dispositivos novedosos que rentabilicen de forma óptima su aplicación en uso no licenciado.

La evolución de las redes de banda ancha inalámbrica basadas en uso libre del espectro hacia un aumento de las velocidades de transmisión no se realizará en esta parte del espectro UHF, ya que su capacidad para soportar flujos de datos elevados es limitada, siendo más probable que sea fruto del desarrollo de nuevas técnicas de modulación en la parte baja de la banda SHF (de 3GHz a 30 GHz), que aunque dispone de peores capacidades de propagación, permite la utilización de anchos de banda más amplios. El espectro asignado para 5 GHz cumple esta función actualmente y a medio plazo.

Así, en resumen, si bien no parece urgente extender a corto plazo las bandas de frecuencia para uso no licenciado, al no existir problemas de congestión que estén limitando la extensión de esta tecnología, a medio y a largo plazo sí parece conveniente extender el uso no licenciado del espectro en la banda UHF aprovechando el espectro que se liberará como consecuencia de la digitalización de la difusión de la televisión digital. Las ventajas derivadas de la extensión del uso de espectro no licenciado en subbandas de UHF se centrarán en desarrollar nuevos servicios y equipos de telecomunicaciones basados en terminales de menor consumo y en evitar a medio y largo plazo la congestión de frecuencias en las bandas más utilizadas actualmente, derivando parte de los usos existentes a otras bandas con mejores condiciones de propagación, si bien con soporte a menores anchos de banda.

## Regulación del despliegue de red

En este aspecto, son do los problemas clave que afectan al despliegue de redes inalámbricas en espectro de uso libre:

- *Uso del dominio público para instalación de equipos de acceso:* El uso de la infraestructura viaria y el mobiliario urbano gestionado por las administraciones locales son piezas clave

para habilitar el despliegue de redes WiFi de ámbito metropolitano y por tanto, las condiciones que impongan las administraciones locales para su utilización, pueden facilitar o dificultar enormemente el despliegue de estas redes.

- *Uso de infraestructura de red fija de otros operadores:* Dado que las redes WiFi, como se ha explicado previamente necesitan de infraestructura de transporte proporcionada por los operadores de redes fijas, el hecho de que la mayor parte de operadores prohíba explícitamente al usuario residencial cualquier uso del servicio orientado a suministrar servicios a terceros, dificulta la participación de estos usuarios como proveedores de subredes en las ubicaciones que controlan.

Respecto al primero de los puntos, el uso de dominio público para instalación de puntos de acceso, es importante destacar que el uso del mobiliario urbano, como farolas y semáforos, y de la alimentación eléctrica de que disponen, es la única manera efectiva y económica de desplegar redes de ámbito metropolitano que cubran zonas amplias a un coste razonable. Dado además, que el número de equipos que se pueden ubicar en el mobiliario urbano es bastante limitado, nos encontramos ante un recurso esencial para el despliegue de redes públicas WiFi urbanas, que una vez ocupado por un operador, no está accesible al resto.

En definitiva, un operador que alcance un acuerdo de uso del mobiliario urbano con el ayuntamiento, dispondrá en la práctica de un monopolio de facto en lo que respecta a redes WiFi de ámbito municipal, ya que los despliegues alternativos que no hagan uso del mobiliario urbano resultan más complejos y costosos de realizar. Este monopolio de facto estará además basado en el uso exclusivo de un bien público y no en las capacidades específicas y únicas del operador [Gillet, 05].

Dado que desde la administración se debe evitar siempre que sea posible estas situaciones de monopolio al objeto de incentivar la oferta de servicios y evitar situaciones de competencia desleal basadas en ventajas proporcionadas por la administración, parece conveniente que la regulación contemple medidas precautorias al respecto.

Este tipo de regulación obligaría a los ayuntamientos que alcanzan acuerdos de uso del mobiliario urbano para el despliegue de redes o que despliegan directamente estas redes a facilitar que cualquier operador que esté interesado en usar la red desplegada para suministrar servicio, pueda hacer uso de ésta bajo condiciones razonables de conexión y tarifas orientadas a costes. Esto es, las redes desplegadas utilizando infraestructura pública estarían obligadas a adoptar un modelo neutral bajo el cual todos los operadores de servicio pudieran hacer uso de la red.

Si bien la normativa comunitaria y las legislaciones nacionales como la Ley General de Telecomunicaciones en el caso español incentivan el uso neutral de infraestructuras públicas, no existe obligación clara por parte de los ayuntamientos a soportar esquemas de uso neutral. De hecho, aunque parte de las iniciativas municipales sí contemplan en las peticiones de ofertas y acuerdos que alcanzan estas condiciones de neutralidad para facilitar el uso por parte de terceros operadores de la red, otras permiten un uso exclusivo de la red que se despliega utilizando los equipamientos municipales.

En definitiva, debería pues reforzarse la obligatoriedad de facilitar el suministro de servicio mayorista a terceros operadores de aquellas redes que hacen uso de la infraestructura municipal, para facilitar que cualquier operador pueda hacer uso de la red bajo condiciones técnicas y económicas razonables.

Dado que las iniciativas municipales son aún escasas y exploran nuevos modelos de negocio, no parece que resulte urgente reforzar esta obligatoriedad a corto plazo, si bien cuando se afiancen los modelos de negocio correspondientes (si esto sucede), será conveniente reforzar la neutralidad de las redes que se apoyan en infraestructura pública cuyo uso no puede facilitarse a todos los operadores que lo necesiten, como es el caso del mobiliario urbano municipal y la alimentación eléctrica que se puede proporcionar en ellos.

Respecto al uso de infraestructura de acceso y transporte de otros operadores, la limitación en este caso, como se ha presentado ya, viene impuesta por los contratos de suministro de banda ancha residencial que en general restringen el uso del servicio a utilización por parte del usuario y prohíben explícitamente el suministro de servicios públicos y la reventa de capacidad a terceras partes.

Los usuarios residenciales que hacen uso de la conexión de banda ancha para suministrar servicio WiFi al público consideran estas claúsulas injustas y tienen la percepción de tener derecho a compartir el ancho de banda que han contratado con terceras partes, razonamiento mediante el cual "justifican" el incumplimiento de estas claúsulas. En cierta medida, las consideran claúsulas nulas de pleno derecho.

En realidad, estas claúsulas son legales y se corresponden con condiciones que los proveedores de servicio también se establecen en otros mercados similares, como son la electricidad o el agua, que comparten con las telecomunicaciones diversas características de las industrias en red, tal como se analiza en el capítulo 4. La declaración como claúsula nula de pleno derecho exigiría que existiesen contradicciones claras con derechos inalienables del cliente, que no se producen en este caso, y por tanto, los operadores de telecomunicación disponen del derecho para fijar este tipo de condiciones de uso en sus contratos.

Dejando de lado la dificultad legal de impedir que los operadores limiten el uso de los servicios de banda ancha fija a la utilización privada, ha de tenerse también en cuenta que los precios para la banda ancha residencial están calculados en base a un uso privado de la red que permite importantes ahorros derivados de la multiplexación de tráfico proviniente de varios usuarios para aprovechar eficientemente las redes de transporte. En el caso de que se permita que el cliente realice esta multiplexión agregando tráfico de varios usuarios, estos supuestos no son válidos y el coste asociado al transporte para cada conexión de banda ancha contratada, sería más elevado. En definitiva, si se permite el uso compartido de conexiones de banda ancha en el mercado residencial, el coste de cada conexión se elevaría. Dado que los mecanismos de multiplexión al alcance de los usuarios son menos eficientes que los disponibles para los operadores y que el volumen de tráfico multiplexado también es menor, a la larga, una situación de compartición legal de conexiones derivaría en un mayor despliegue de recursos totales y menor eficiencia en el uso de las redes para servir a los mismos usuarios, reduciéndose el bienestar del conjunto de la población y la eficiencia económica en esta nueva situación.

Así pues, no parece factible ni recomendable el impedir a través de la regulación que los operadores establezcan clausulas de prohibición del uso de los servicios residenciales que suministran para dar servicios a terceros.

El mantenimiento de la situación actual, que se considera recomendable por las razones ya expuestas, supone que en el momento en que los operadores de telecomunicación decidan aplicar de manera efectiva estas claúsulas, denunciando incumplimiento de contrato para los usuarios que comparten el ancho de banda, puede derivar en las siguientes situaciones dependiendo de la estrategia que apliquen los diversos actores de mercado:

- Eliminación de este tipo de claúsulas por parte de los operadores de la competencia para intentar atraer a estos usuarios.

- Sustitución de los servicios minoristas sujetos a estas claúsulas por servicios suministrados por proveedores de servicios especializados en el suministro de estos servicios para el comercio, que plantean un coste mayor al apoyarse en servicios de banda ancha adquiridos en el mercado mayorista al operador dominante, que establecen tarifas más elevadas, derivadas de una mayor intensidad de uso de las conexiones.

- Extensión de las iniciativas como BTFon en el Reino Unido [BTFon, 07] o el acuerdo entre Time-Warner y FON en EEUU [Reardon, 07], en las cuales el operador de red fija alcanza

un acuerdo con un agregador de hotspots residenciales para que el cliente de la red fija pueda adherirse de forma legal al agregador de hotspots. El hecho de que operadores relevantes en sus respectivos mercados como British Telecom o Time-Warner hayan alcanzado ya este tipo de acuerdos, indica que es una línea de evolución clara y dominada actualmente por FON para el despliegue de hotspots residenciales.

Tal como puede observarse, a menos que los operadores alternativos planteen ofertas de servicio que contemplen la compartición de ancho de banda, el panorama de redes Wifi protagonizadas por pequeños actores privados como los usuarios residenciales o el pequeño comercio, se verá afectado significativamente si se producen acciones de reforzar el cumplimiento de los contratos por parte de los operadores fijos.

Así, el mercado de las redes Wifi en el pequeño comercio estará en un futuro probablemente más controlado por los proveedores de servicio especializados, tendiendo a desaparecer la oferta de conexiones WiFi en cafeterías basadas en uso de banda ancha residencial, y la agregación de hotspots residenciales pasará a estar controlada por los propios operadores de red fija en colaboración con actores especializados en agregación como FON. En cualquier caso, no se excluye que determinadas iniciativas ciudadanas adecuadamente organizadas y con cierto peso en la comunidad local puedan también alcanzar acuerdos de este tipo con operadores de telecomunicación, como muestra el caso del acuerdo entre Time-Warner y la comunidad ciudadana Lily Pad en Cincinatti para facilitar el despliegue de hotspots gratuitos en comercios, apoyándose en servicios de banda ancha residencial proporcionados por Time-Warner [TWC, 06].

## Regulación de explotación del servicio

La regulación de la explotación del servicio, tal como se ha presentado, es común a todos los servicios y redes de telecomunicación, independientemente del tipo de tecnologías en que se apoyen estas redes y servicios. Las obligaciones que establece la ley son pocas, de sencillo cumplimiento para empresas y parecen justificadas en base a la protección de los usuarios finales, control por parte de las autoridades regulatorias del mercado y necesidades de acceso a registros de tráfico por parte de las fuerzas de seguridad en un contexto de uso creciente de Internet por parte de grupos delictivos de diversa índole.

No obstante, el hecho de que en el despliegue de este tipo de redes públicas estén involucrados actores que tradicionalmente no se han implicado en el suministro de este tipo de servicios plantea problemas específicos que las autoridades regulatorias deberían abordar en el corto plazo:

- La práctica totalidad de las iniciativas ciudadanas, de los usuarios residenciales que abren el uso de los puntos de acceso al público poniéndolos a disposición de agregadores como FON y de los pequeños comercios que despliegan puntos de acceso abiertos, infringen la reglamentación al respecto, al no notificar su situación de operadores de telecomunicación a la autoridad correspondiente, ni implantar los mecanismos de registro de tráfico que marca la regulación. Esta situación en la mayor parte de las veces se produce por desconocimiento de la regulación asociada a la provisión de servicios públicos.

- En aquellos casos en que el actor que despliega la red sí es consciente de la regulación asociada, el cumplimiento de estas obligaciones actúan de freno para la participación en iniciativas colaborativas de suministro de servicio al público.

Una posible solución a estos problemas pasa por aligerar las obligaciones de los actores que aportan infraestructura de red, reforzando de manera paralela el cumplimiento de las obligaciones por parte de los operadores que prestan el servicio, basándose en infraestructura de red aportada por terceros. Esto es, el proveedor de servicio se haría responsable de garantizar que se cumplen las obligaciones de registro de tráfico en cada una de las ubicaciones, suministrar datos de tráfico a requerimiento de las fuerzas de seguridad, así como

de incluir en la notificación correspondiente a la CMT la información relevante sobre cada una de las ubicaciones adscritas al servicio.

Así, por ejemplo, en el caso de FON, esta empresa asumiría las obligaciones legales de los usuarios y comercios que aportan sus puntos de acceso relativas a notificación de operación y registro de datos de tráfico. De esta manera se facilitaría el cumplimiento de la normativa en las ubicaciones donde se presta el servicio, facilitando que los usuarios se adheriesen de forma legal a iniciativas de este tipo y aligerando la carga de gestión asociada al mantenimiento del registro de operadores por parte del regulador.

En el caso de las iniciativas ciudadanas, esta propuesta lleva implícita la necesidad de que dichas comunidades se constituyan como personas jurídicas bajo alguno de los modelos de asociación existentes, debiendo ser esta persona jurídica la que se responsabiliza de las obligaciones asociadas de explotación del servicio. Si bien las iniciativas ciudadanas más modestas carecen del incentivo suficiente para llevar a cabo esta formalización de sus responsabilidades como proveedor de servicio, las iniciativas más consolidadas y con mayor participación, cuyo impacto en las zonas en que operan es mayor, disponen de capacidades para constituirse como tal persona jurídica y asumir las obligaciones pertinentes.

La propuesta indicada no aborda dar una solución regulatoria específica para los particulares y pequeños comercios que abran los puntos de acceso al uso público sin adherirse a un proveedor de servicio que disponga de personalidad jurídica propia. No parece conveniente incentivar desde los organismos regulatorios la extensión de la apertura de puntos de acceso sin que organización que actúe como operador de telecomunicación y disponga de los medios para garantizar el cumplimiento de las obligaciones legales asociadas se responsabilice de la gestión del servicio. En la práctica, esto supondría renunciar por parte del regulador al registro de tráfico y al control de los operadores existentes en un contexto de crecimiento del uso de redes inalámbricas, que recomienda mantener la obligación de las responsabilidades asociadas a la prestación de servicio, aún en las redes inalámbricas abiertas a uso público de menor cobertura.

En resumen, la regulación existente de la explotación del servicio parece adecuada y proporcionada a los fines que se pretenden, si bien parece conveniente facilitar que los usuarios residenciales y pequeños comercios puedan incorporar sus ubicaciones para que sean agregadas en el servicio prestado por una entidad que se constituya como operador de telecomunicación y garantice en su nombre el cumplimiento de las obligaciones legales asociadas. En aquellos casos en que los particulares abran sus redes al uso público, sin que exista un proveedor de servicio que se responsabilice del cumplimiento de las obligaciones de explotación de servicio, parece conveniente mantener las obligaciones legales existentes que obligan al usuario al registro como operador.

## Regulación de competencia

Tal como se ha analizado, la regulación de competencia restringe las posibilidades de actuación de las administraciones locales, que han de ajustar sus modelos de explotación a las prácticas del mercado e implantar planes de financiación que no se basen en subvenciones, sino en ingresos derivados del servicio allá donde exista competencia.

Esta situación contradice los deseos de muchas administraciones locales, que ven en las redes WiFi municipales abiertas al público y financiadas con subvenciones un mecanismo adecuado para extender la incorporación de los ciudadanos a la sociedad de la información, aumentar la competencia en este mercado, el atractivo de las ciudades para visitantes y empresas, y aumentar la productividad económica de las empresas radicadas en el territorio.

Los operadores de telecomunicación, por el contrario, ven en la participación municipal una amenaza potencial que puede constituir una competencia desleal desde las administraciones en servicios de interés común, que de acuerdo al marco legal vigente en europa y EEUU, se encuentra en competencia [Thierer, 05] y por lo tanto no pueden ser gestionados bajo el

modelo de servicio público, como otros servicios municipales que son prestados cargando los costes en los presupuestos municipales.

En la práctica, la escasa evidencia empírica sobre iniciativas municipales desplegadas hasta el momento no muestra un impacto negativo sobre la competencia con actores privados. Así, por ejemplo, el estudio realizado por [Gillet et al., 06a] muestra como el despliegue de redes inalámbricas de ámbito municipal por parte de los operadores eléctricos municipales, lejos de actuar como freno a la competencia, la ha incentivado allí donde se han desplegado este tipo de redes, siendo similares las conclusiones en el estudio realizado por [Hauge et al., 06] para redes municipales de banda ancha abiertas al pública que se apoyan en diversas tecnologías.

La ausencia de evidencia sobre impacto negativo sobre la competencia de las redes públicas WiFi, junto con la escasa madurez de los modelos de negocio y el mercado de las redes públicas inalámbricas basadas en WiFi, así como la escasa capacidad de financiación de infraestructuras de telecomunicaciones de las administraciones locales, recomienda aplicar una cierta flexibilidad en los permisos por parte del regulador para activar modelos de negocio municipales que se apoyen en subvenciones públicas.

La aplicación de esta flexibilidad supondría eliminar las condiciones que se imponen sobre financiación pública para el lanzamiento de estas iniciativas, manteniendo la posibilidad de imponer a posteriori condiciones orientadas a eliminar situaciones de competencia desleal si se demuestra que la subvención de la red municipal impacta de manera relevante en la competencia con el resto de operadores. Esto es, se pasaría de una regulación ex ante en la cual el ayuntamiento no tiene permitido lanzar redes municipales abiertas al público subvencionadas, a una regulación ex post, donde se impediría la subvención municipal en el momento en que se detectase que dicha subvención supone una pérdida real de mercado de los operadores privados.

Parte de los razonamientos de los operadores privados que apoyan el impedir de partida la subvención pública, se apoya en el impacto que tendría el suministro de servicios subvencionados sobre la inhibición de iniciativas privadas no presentes en el mercado. Esto es es, no sólo en la competencia entre actores instalados en el mercado, sino también en la competencia potencial de actores que hubieran entrado en el mercado y no lo hacen por no disponer de capacidad para realizar propuestas de servicio en condiciones similares a la oferta subvencionada por la administración. Para el caso concreto de los servicios inalámbricos prestados en el dominio público (dependencias municipales y las zonas viarias, como las calles y plazas) por WiFi (acceso a Internet), la competencia por parte de los operadores privados se establece en base a las tecnologías 2G y 3G, cuyas coberturas tienen ámbito nacional, no teniendo sentido actualmente excluír de la oferta comercial a municipios que dispongan de redes públicas inalámbricas. Por tanto, no parece que para las redes municipales orientadas a acceso itinerante existan a priori situaciones de inhibición de la competencia con las redes celulares, que se despliegan en zonas geográficas de ámbito nacional.

En el caso de aquellos ayuntamientos que orientan el servicio municipal a la banda ancha residencial, esto es, coberturas orientadas a dar servicio en los domicilios, la competencia se establece con los operadores fijos que en determinados casos sí pueden inhibir el despliegue de redes fijas de banda ancha en municipios que disponen de oferta municipal de banda ancha subvencionada. Aunque no existen casos documentados al respecto, en este caso parece conveniente aplicar un principio precautorio y asegurarse de que a priori no existen prácticas de competencia desleal basadas en subvención pública.

Habida cuenta de que las redes fijas de banda ancha subvencionadas sí pueden suponer a priori de forma clara una distorsión relevante en el mercado de la banda ancha residencial, al ofrecer servicios similares a los de los operadores fijos a precios subvencionados, parece conveniente restringir la flexibilidad normativa respecto a las subvenciones a las instalaciones de servicios inalámbricos en el dominio viario, manteniendo la situación actual de exigencia de diseño del plan de negocio basado en ingresos originados en el servicio.

Las directivas europeas establecen el principio de neutralidad tecnológica que determina que la regulación y las medidas públicas en materia de telecomunicaciones no se establezcan en base a las tecnologías utilizadas para suministrar los servicios, sino en base a éstos. Esto supone que la regulación relativa a redes WiFi no debería estar dirigida a esta tecnología, sino a los servicios que suministra y que pueden ser provistos por cualquier otra tecnología. Las redes inalámbricas soportan diversos servicios (véase el apartado 3.5), entre ellos la banda ancha residencial que puede soportarse de forma ventajosa en prestaciones mediante infraestructura fija basada en cable o fibra óptica.

Así pues, se recomienda adaptar la regulación o establecer las correspondientes excepciones a ésta para permitir a priori el despliegue de redes públicas municipales subvencionadas ***orientadas a suministrar servicio itinerante en el dominio viario***, sin perjuicio de que en el caso de que se demuestre que existe un impacto claro y documentado sobre los servicios en competencia, se puedan llevar a cabo acciones legales para evitar la competencia desleal. En lo que respecta a las iniciativas municipales orientadas a competir con la banda ancha fija, parece razonable mantener las restricciones respecto a las subvenciones municipales en mercados en competencia.

Adicionalmente, el establecimiento de obligaciones clara de apertura bajo esquemas no discriminatorios y orientados a costes de redes inalámbricas que utilicen el mobiliario urbano de propiedad municipal al uso por parte de cualquier operador que estuviese interesado, facilitaría que existiese una competencia en servicios suministrados por una red de puntos de acceso única. De esta manera se conciliaría el interés de las administraciones locales de promocionar el uso de las tecnologías de la información y probar nuevos modelos de negocio basados en el uso itinerante de redes de ámbito municipal con los principios de libre competencia.

### 3.4.7 CONCLUSIONES SOBRE REGULACIÓN

Los aspectos regulatorios más relevantes que condicionan el despliegue y operación de redes públicas inalámbricas basadas en uso libre del espectro son los siguientes:

- En lo que respecta al uso del espectro, no es necesario disponer de licencia para la utilización de las bandas en que opera WiFi, lo cual facilita que cualquier actor pueda desplegar puntos de acceso y operar una red, al contrario de lo que sucede en el resto de redes inalámbricas.

- La potencia de las emisiones está severamente limitada al objeto de permitir el uso compartido de las bandas utilizadas, lo cual supone en una cobertura muy limitada de cada punto de acceso, que se concreta en la necesidad de desplegar gran cantidad de éstos para cubrir de forma razonable un área geográfica.

- El uso de redes de terceros para suministrar servicios sobre redes WiFi sólo es legal cuando se utilizan servicios mayoristas que sí contemplan esta modalidad de utilización de los servicios. Esto limita las posibilidades de suministro de servicio de forma legal utilizando ADSL o cualquier otro servicio de banda ancha contratado en el mercado minorista, y sitúa a las iniciativas que se sirven de capacidades excedentes de servicios contratados en el mercado minorista en la ilegalidad.

- El suministro al público de servicios sobre estas redes está sujeto a las mismas condiciones que sobre el resto de redes, por lo cual es necesario realizar notificación a la autoridad de regulación de forma previa a la operación, y respetar las condiciones de registro de las comunicaciones y tratamiento de los datos de clientes que marca la legislación para los proveedores de servicio.

- El marco regulatorio de la competencia impide la operación de redes bajo esquemas de subvención pública que pueden suponer distorsión del mercado.

En general, tal y como se indica en el estudio sobre redes inalámbricas alternativas realizado por el Institute for Prospective Technologica Studies (IPTS) para la Comisión Europea [IPTS, 05d], la legislación está orientada a la provisión de servicios por parte de los operadores de telecomunicación tradicionales, y el uso de este tipo de tecnologías por parte de comunidades ciudadanas, ayuntamientos, hoteles y comercio para proporcionar servicios al público no está en general contemplado como una opción adaptada a los condicionantes de estos colectivos. La regulación debería adaptarse para facilitar la participación de actores más pequeños, que se articularía a través de proveedores de servicio especializados en la agregación, que se responsabilizarían del cumplimiento de las obligaciones legales en las ubicaciones aportadas por usuarios residenciales y pequeño comercio.

Así mismo, en lo que respecta a la participación municipal, sería conveniente facilitar que los municipios desplieguen y prueben modelos de negocio para redes municipales con cobertura en el dominio público, permitiendo despliegues subvencionados bajo modelos neutrales, sin perjuicio de que en el caso de que se detectasen a posteriori situaciones claras de competencia desleal, se limitasen dichas subvenciones.

## 3.5 SERVICIOS

El objetivo del presente apartado es analizar los servicios que se pueden proporcionar mediante las redes públicas WiFi, identificando tanto los servicios más demandados actualmente como los servicios que pueden presentar una demanda potencial importante a corto y medio plazo.

Este tipo de redes, tal como se ha indicado en el apartado dedicado a la tecnología de telecomunicación, están orientadas a suministrar servicios de transferencia de datos entre equipos terminales y servidores u otros equipos terminales, apoyándose para ello tanto en la propia red de acceso WiFi como en la red de backhaul, red troncal y conexión a Internet que permiten dotar de conectividad al usuario.

Por tanto, se podrá acceder a todos aquellos servicios finales que se puedan soportar sobre redes de transmisión de datos, siempre que sus requisitos de ancho de banda y calidad de servicio se encuentren en el márgen proporcionado por estas redes. Si bien las redes de acceso WiFi soportan teóricamente un ancho de banda elevado (hasta 11 Mbps y 54 Mbps, según el estándar que implementen los puntos de acceso), debe tenerse en cuenta que el ancho de banda real disponible para cada usuario es bastante menor por las siguientes razones:

1.- La tasa de transferencia efectiva entre los equipos terminales y el punto de acceso se ve reducida por la carga adicional que suponen las cabeceras de los protocolos utilizados en los distintos niveles de comunicaciones y por la propia eficiencia del protocolo de acceso utilizado.

2.- El ancho de banda proporcionado por el punto de acceso se comparte entre todos los usuarios que se conectan a él de forma simultánea, por lo que dependiendo del número de usuarios que utilicen los servicios de forma simultánea, y el uso que haga de la red para cada servicio, podrá suministrarse mayor o menor ancho de banda a cada usuario adicional.

3.- La distancia entre el punto de acceso y el usuario, así como los obstáculos entre ambos, influyen enormemente en el ancho de banda disponible, estando calculado el ancho de banda teórico para situaciones ideales de cercanía y ausencia de obstáculos, circunstancias que no siempre se dan.

Estos factores hacen que el ancho de banda real disponible sea bastante más bajo que el expresado teóricamente (en casos prácticos, aplicando un dimensionado razonable de la red, suele estar entre 2 y 3 Mbps compartidos entre todos los usuarios simultáneos), y es muy variable en función de la ubicación del usuario respecto al punto de acceso, el número de usuarios conectados, y el tipo de servicio que están utilizando. Como es lógico, el ancho de banda está también limitado por la infraestructura de transporte utilizada cuando ésta dispone de menor caudal que el que proporciona potencialmente el punto de acceso.

En lo que respecta a la calidad del servicio, los aspectos principales que afectan a la viabilidad de éstos sobre distintas tecnologías son la latencia (retardo), la variación en el retardo (jitter), la disponibilidad, y la continuidad del servicio.

La latencia indica el retardo que existe entre el usuario y el servidor donde se provee el servicio para el envío de la información. Una latencia elevada dificulta la provisión de servicios en tiempo real en los que sea importante disponer de respuestas rápidas a las interacciones de los usuarios, como es el caso de los juegos en red. En este tipo de redes, la latencia aportada por la propia red WiFi es baja, y por tanto no supone una restricción importante para proporcionar servicios, si bien en el caso de que se utilice como red de transporte infraestructura de satélite, la latencia sí resulta ser elevada.

La variación en el retardo con el que se transmiten los paquetes de datos afecta a servicios que requieren recibir en orden éstos e impacta negativamente en los servicios de tiempo real, como la transmisión de voz, en los cuales los paquetes que se reciben fuera de órden han de ser descartados, disminuyendo la calidad de servicio. Aunque el jitter que presentan las redes WiFi

es superior al que presentan las redes fijas, no es tan elevado que impida la provisión de la mayoría de servicios que son sensibles a estos parámetros, si se aplican mecanismos adecuados para su control mediante un diseño cuidadoso.

La disponibilidad indica el intervalo de tiempo en que la red se encuentra en servicio a lo largo de un periodo de tiempo determinado. Es dependiente, al igual que en el resto de redes, de la disponibilidad de cada elemento de red, la robustez de la arquitectura ante fallos de cada elemento, y de los procedimientos y herramientas de gestión de red que se apliquen. Dado que las redes WiFi utilizan el canal inalámbrico, son más propensas a caídas puntuales que las redes fijas, si bien una adecuada arquitectura de control y gestión permiten una recuperación rápida de estas caídas, por lo que aunque la disponibilidad de la red es menor que en el caso de las redes fijas, la penalización en este aspecto no es elevada.

La continuidad del servicio sí se ve afectada en mayor medida por las caídas puntuales de corta duración, que se producen con mayor asiduidad que en las redes fijas, y dificultan el uso de aplicaciones que requieren una continuidad del servicio elevada a lo largo del tiempo, como las aplicaciones P2P.

Por último, es conveniente tener en cuenta que la percepción de una baja seguridad en este tipo de redes por parte de los usuarios impacta también en la aceptación de servicios en que este parámetro se considera importante, como es el comercio electrónico o el uso de redes privadas virtuales de empresa.

| | ***Red fija*** | ***Red móvil (3G)*** | ***WiFi*** | ***Satélite*** |
|---|---|---|---|---|
| **Ancho de banda** | *Muy elevado* | *Bajo* | *Elevado* | *Medio* |
| **Latencia** | *Baja* | *Baja* | *Baja* | *Elevada* |
| **Jitter** | *Bajo* | *Medio* | *Medio* | *Elevado* |
| **Disponibilidad** | *Elevada* | *Medio* | *Medio* | *Elevado* |
| **Continuidad** | *Elevada* | *Elevada* | *Baja* | *Elevada* |
| **Percepción deseguridad** | *Elevada* | *Media* | *Baja* | *Elevada* |

**Tabla 3-11: Parámetros de calidad en diversos tipos de redes**

*Fuente: Elaboración propia*

En la Tabla 3-11 se comparan cualitativamente los parámetros relevantes para evaluar la idoneidad de cada tecnología de acceso en cuanto al suministro de distintos tipos de servicio. A continuación se analizará la adecuación, aceptación, y evolución de los tipos más importantes de servicios, valorándose las posibilidades de suministro mediante este tipo de redes.

### 3.5.1 ACCESO A PÁGINAS WEB

Este servicio, junto con el correo electrónico es el que mayor demanda presenta actualmente por parte de los usuarios, y puede ser suministrado de forma adecuada con la calidad de servicio y ancho de banda que ofrecen las redes públicas WiFi, ya que los requisitos en estos sentidos son modestos. Tal como se indica en el estudio [Morgan&Stanley, 05], es el servicio de datos más utilizado por los usuarios que disponen de acceso a Internet.

En el caso particular de las redes públicas inalámbricas, la posibilidad de realizar consultas puntuales a páginas web desde ubicaciones distintas a las habituales, aporta un valor añadido a

los usuarios que permite considerar a estas redes como un complemento de las redes fijas para acceder a estos servicios en otras ubicaciones. El uso de dispositivos inalámbricos para acceder a información en tiempo real se ha incrementado en los últimos años, tal como muestra el estudio realizado por el regulador británico en [Ofcom, 06], siendo en 2005 un 18% de los adultos los que han utilizado dispositivos inalámbricos portátiles para acceder a información on line en Francia y Alemania, y un 26%, 29% y 40% en Estados Unidos, Reino Unido y Japón, respectivamente. Aunque estos datos incluyen todos los tipos de tecnologías inalámbricas (principalmente GPRS, 3G y WiFi), indican una tendencia hacia el incremento de la demanda de consultas itinerantes de información sobre la web.

Así pues, este tipo de redes proporciona de forma satisfactoria este servicio, que se encuentra muy demandado en todo tipo de situaciones, y presenta demanda creciente en uso itinerante.

### 3.5.2 CORREO ELECTRÓNICO

El uso creciente del correo electrónico como medio habitual de comunicación tanto profesional como personal, plantea una excelente perspectiva de estos servicios como incentivador de la demanda. En [Morgan&Stanley, 05] se indica que los usuarios de Internet invierten alrededor del 20% del tiempo de uso de Internet en el correo electrónico, siendo cada vez más una herramienta clave de productividad y comunicación interpersonal.

Este servicio presenta unos requisitos muy modestos de ancho de banda y calidad de servicio, por lo que prácticamente cualquier tipo de red de banda ancha, Wifi entre ellos, puede soportarlo de forma adecuada.

Las redes inalámbricas como WiFi o 3G permiten además el acceso al correo electrónico en ubicaciones distintas de las habituales, cuya demanda se ha incrementado a la par que el uso intensivo del correo electrónico desde ubicaciones fijas. Según el estudio de IDC referenciado en [Telefónica, 06g], a lo largo de 2006 se han incorporado 70.000 nuevos usuarios de correo electrónico móvil en España, estimándose que en 2008 se superará el millón de usuarios.

El acceso al correo electrónico, junto con la realización de consultas puntuales sobre la web son actualmente los dos servicios más demandados sobre las redes públicas Wifi, siendo creciente la demanda de ambos y muy adecuadas las características de la tecnología Wifi para soportar su suministro.

### 3.5.3 E-ADMINISTRACIÓN

Los servicios de e-administración son aquellos que proveen las administraciones a través de diversas redes de telecomunicación, para facilitar la realización de trámites y consultas burocráticas por parte de los ciudadanos.

Si bien la mayoría de servicios de e-administración se suministran a través de páginas de Internet desarrolladas por las administraciones (véase, por ejemplo, el caso del portal CAT365 de la Generalitat de Catalunya analizado en [Aibar, 02]), y pueden considerarse como parte de los servicios de consulta de páginas web ya analizadas, la posibilidad de desplegar puntos de acceso en infraestructuras urbanas abre el camino a que los ayuntamientos se planteen el despliegue de redes públicas WiFi para ofrecer servicios sensibles a la ubicación de la red, como el pago electrónico de aparcamiento regulado, o el acceso a planos de localización.

Actualmente la oferta de estos servicios sensibles a la ubicación es escasa, y la gran mayoría de las administraciones locales que promocionan redes WiFi de ámbito municipal no han abordado la prestación de servicios que utilicen la información de ubicación de la red para suministrar servicios de e-administración.

Por tanto, los servicios de e-administración no son actualmente un factor potenciador específico la tecnología WiFi, pudiendo analizarse su impacto dentro del contexto de accesos a páginas web en general. En un futuro, es posible que el desarrollo de nuevos servicios de información o

trámites municipales asociados a la ubicación sí sean un potenciador moderado del desarrollo de iniciativas de despliegue o uso municipal de estas redes.

### 3.5.4 COMERCIO ELECTRÓNICO

Los servicios de comercio electrónico se suministran habitualmente sobre páginas web en las cuales pueden realizarse compras mediante transacciones electrónicas basadas en suministrar el número de tarjeta por parte del usuario.

Si bien las necesidades de ancho de banda y calidad de servicio permiten suministrar este tipo de servicios adecuadamente a través de redes públicas WiFi, la percepción de un bajo nivel de la seguridad por parte de los usuarios potenciales, actúa como inhibidor importante de la demanda de estos servicios.

Aunque, tal y como se ha visto al analizar los aspectos tecnológicos, las redes WiFi disponen de mecanismos de encriptación que permiten disponer de niveles razonables de seguridad, se dan dos circunstancias que actúan como freno a la demanda de este tipo de servicios:

- Todas las redes inalámbricas plantean el problema de utilizar de forma compartida un medio de transmisión, el aire, que está potencialmente sujeto a mayores posibilidades de interceptación de las comunicaciones.

- En el caso particular de WiFi, el uso generalizado de puntos de acceso en abierto, así como la disponibilidad de herramientas de descubrimiento de redes, hace que exista una percepción mayor de inseguridad, que redunda en desconfianza hacia el uso de estas redes para utilizar servicios de comercio electrónico.

Adicionalmente, la adquisición de bienes y servicios mediante comercio electrónico suele realizarse desde la residencia o el trabajo, donde se encuentran disponibles servicios de acceso a Internet a través de infraestructura fija, que ofrecen una mayor sensación de seguridad y calidad de servicio que las infraestructuras de redes inalámbricas.

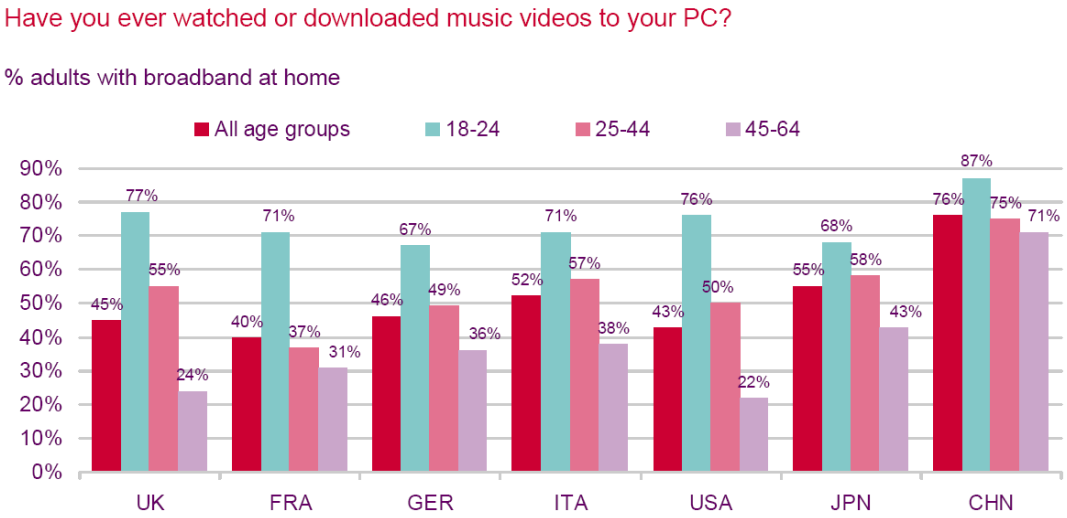
En resumen, actualmente los servicios de comercio electrónico no son un incentivador de la demanda de redes públicas WiFi, debido a la percepción negativa de la seguridad en este tipo de redes, y por el patrón de acceso a este tipo de servicios, ya que las compras electrónicas se realiza habitualmente desde el domicilio o el trabajo, ubicaciones donde existe infraestructura fija. En un futuro es de prever que esta situación persista, ya que la percepción de los usuarios potenciales del nivel de seguridad de las redes inalámbricas siempre estará en desventaja en comparación con el de las redes fijas, y los escenarios itinerantes no suelen ser adecuados para la compra electrónica.

Actualmente se están empezando a aplicar servicios de micropagos sobre las redes de telefonía celular que pueden tener una aceptación mayor que el comercio electrónico basado en uso de tarjetas de crédito [Karvonen et al, 01]. Si bien WiFi permite soportar este tipo de tecnología de facturación, no es de prever que se produzca a corto y medio plazo una aceptación igual en los usuarios, debido a que WiFi, al contrario que las redes de telefonía celular, no presenta coberturas amplias y por tanto no está disponible en la mayor parte de las localizaciones.

### 3.5.5 ACCESO A CONTENIDOS MULTIMEDIA

Los servicios de acceso a contenidos multimedia centran su ámbito en la presentación en tiempo real de audio y vídeo bajo un modelo de difusión o de demanda, y en la descarga de este tipo de ficheros para su acceso posterior. Tal como se puede observar en la Figura 3-43, la descarga y audición/visualización de contenido multimedia presenta una demanda importante, espcialmente en el segmento más jóven del mercado.

La descarga de ficheros audiovisuales no presenta una problemática técnica importante para las redes WiFi, soportándose adecuadamente debido al elevado ancho de banda que puede suministrar de forma puntual. Tal como se muestra en la siguiente figura, la descarga de música y video son servicios bastante utilizados, especialmente por los usuarios más jóvenes, y por tanto resulta relevante su disponibilidad.




*Source: Ofcom research, fieldwork carried out by Synovate in October 2006*
*Note: in Japan and China, broadband users surveyed were 18-54 years old*

**Figura 3-43: Uso de servicios de descarga multimedia**

*Fuente: [Ofcom, 06]*

Aunque la mayor parte de las descargas audiovisuales se realizan habitualmente desde ubicaciones habituales como el domicilio, el acceso itinerante a descargas de audio y video de menor calidad ha aumentado en los últimos años, según se muestra en el estudio sobre aplicaciones multimedia para entornos inalámbricos realizado para la fundación I2CAT [Infante et al., 05a].

En lo que respecta a visualización y audición en tiempo real de contenidos multimedia (streaming), también han ido tomando importancia creciente como servicios de interés para el usuario. En este caso las redes de acceso WiFi tienen la limitación de compartir el ancho de banda entre los distintos usuarios que se conectan a cada punto de acceso, por lo que un uso continuado en el tiempo por parte de varios usuarios que ocupen un ancho de banda considerable, puede suponer una merma importante del servicio prestado, siendo necesario en este caso dimensionar la red desplegando un mayor número de puntos de acceso para soportar estos servicios de forma adecuada sin penalizar al resto de usuarios o limitar su utilización. Los servicios de difusión de video que se están comenzando a aplicar sobre tecnología fija, como la televisión sobre IP, que consumen un elevado ancho de banda durante todo el tiempo de conexión del usuario, exigirían limitar enormemente el número de usuarios conectados, por lo que el coste de despliegue sería muy elevado.

No obstante, los servicios de visualización y audición en tiempo real para contenidos audiovisuales de corta duración y resolución adaptada a pequeños equipos terminales, sí pueden ser suministrados de forma adecuada por las redes WiFi, superando a las redes celulares 3G sobre las cuales se empiezan a suministrar actualmente.

En resumen, las redes WiFi soportan bien el acceso a contenidos audiovisuales para terminales de mano, si bien plantean restricciones respecto a las redes fijas en el acceso a videos en tiempo real de elevada resolución y duración. Aunque limita en parte el uso residencial de esta tecnología, el uso itinerante, basado en equipos terminales de menor tamaño y uso ocasional se soporta adecuadamente.

### 3.5.6 JUEGOS EN RED

El sector de videojuegos ha crecido enormemente en los últimos años apoyándose tanto en ordenadores personales como en videoconsolas diseñadas especialmente para esta función. Según el estudio [Gaptel, 06], España es el cuarto mercado europeo en ventas de videojuegos, con un volumen de negocio en 2005 de 863 M€ e importantes crecimientos, habiéndose duplicado prácticamente el volumen de mercado desde 2000.

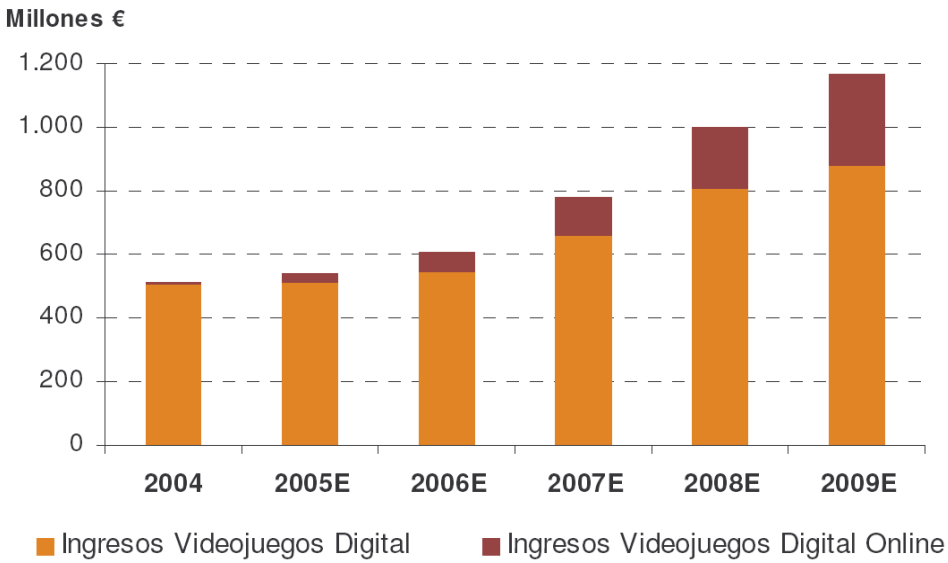



**Figura 3-44: Mercado de videojuegos en España**

*Fuente: [Gaptel, 06]*

Tal como se muestra en la Figura 3-44, los videojuegos on-line que permiten la participación en tiempo real de varios jugadores a través de la red, aunque minoritarios, cubren cada vez una parte mayor del mercado. En el mercado mundial, la tendencia es similar, estando orientados una parte significativa de estos videojuegos a su uso en redes inalámbricas (de los 21.000 millones de dólares del mercado mundial de videojuegos en 2005, alrededor de 4.000 millones se correspondían con este tipo de aplicaciones, estando previsto para 2007 que parte de la mitad de la facturación se corresponda con videojuegos diseñados para redes inalámbricas [El País, 05]). En la Figura 3-45 se muestra la evolución del mercado de videojuegos on-line y off-line en Europea Occidental incluidos en el estudio de Sociedad de la Información en España realizado por Telefónica [Telefónica, 06a]. Según puede observarse, este estudio confirma la importancia creciente de los videojuegos on-line sobre los equipos terminales de mano, adecuados para uso itinerante de redes WiFi.

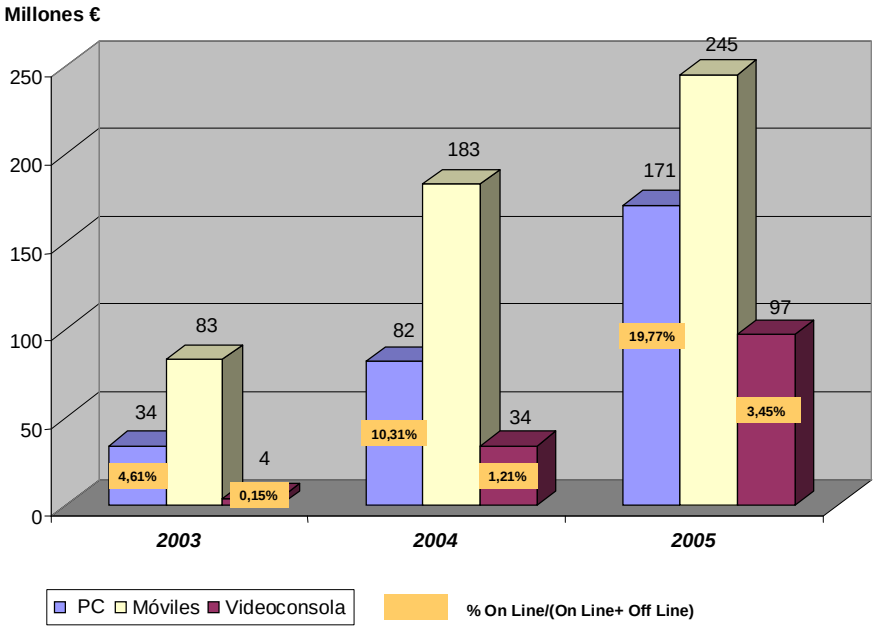



**Figura 3-45: Mercado de videojuegos on-line en Europa occidental**

*Fuente: Elaboración a partir de datos suministrados en [Telefónica, 06a]*

Las redes Wifi suministran un soporte adecuado a este tipo de juegos que en general no plantean requisitos exigentes salvo en lo que respecta a la latencia, que es suficientemente baja en las redes de acceso WiFi para suministrar un servicio de calidad aceptable.

Si bien el patrón de uso actual de las redes públicas de acceso WiFi no está orientado específicamente a este tipo de utilización, en un futuro puede actuar como un incentivador importante de la demanda. Recientemente, tal como se ha presentado en el análisis de equipos terminales, se han lanzado al mercado consolas de videojuegos portátiles equipadas con WiFi que permiten el juego interactivo, lo que se suma a la cada vez más amplia disponibilidad de portátiles y terminales de mano (teléfonos inteligentes y PDAs) equipados con WiFi, facilitando que los juegos en red sea uno de los mercados potenciales futuros de este tipo de redes. Asimismo, en las redes celulares 3G se espera también que los juegos on-line sean un incentivador de la demanda [Booz Allen & Hamilton, 03]. Dado que que las redes WiFi disponen de mejores capacidades, al soportar mayores anchos de banda y comercializarse los servicios bajo modelos de de facturación más adecuados para el uso continuado, es de prever que las redes Wifi se beneficien de un mayor uso de los videojuegos on line que las redes 3G, si bien es muy dependiente de la evolución de las ofertas de juegos on line y la evolución de modelos de facturación sobre redes celulares.

Adicionalmente, las capacidades de suministrar información de localización, pueden facilitar el desarrollo de videojuegos que hagan un uso especializado de este tipo de redes y permitan aumentar el atractivo de su utilización, si bien la oferta existente de juegos no contempla actualmente el uso de estas capacidades, que no se encuentran estandarizadas, lo cual dificulta su extensión.

En cualquier caso, la utilización de juegos en red no es actualmente un incentivador de la demanda de redes públicas WiFi, y la evolución futura está por determinar, no estimándose que a corto plazo el público más jóven, usuario habitual de juegos on-line, esté dentro del segmento de mayor utilización de estas redes, si bien la disponibilidad de equipos terminales como consolas equipadas con WiFi y el uso de estos juegos es creciente, por lo que a medio plazo puede ser relevante su incidencia sobre la demanda de estos servicios.

### 3.5.7 ACCESO A REDES P2P

El acceso a las redes P2P como emule o Kazaa se ha convertido en un incentivador importante de la demanda de banda ancha, siendo una fracción importante del tráfico total de banda ancha. Tal como se muestra en la Figura 3-46, tomada del estudio sobre este tipo de aplicaciones por Cachelogic [Cachelogic, 05], más de la mitad del tráfico a nivel mundial se correspondía con este tipo de aplicaciones.

El número de usuarios de estas aplicaciones es también muy elevado, como se muestra en la Figura 3-47 para diversos países europeos, siendo los segmentos de edad más jóvenes los usuarios más entusiastas de estos servicios.

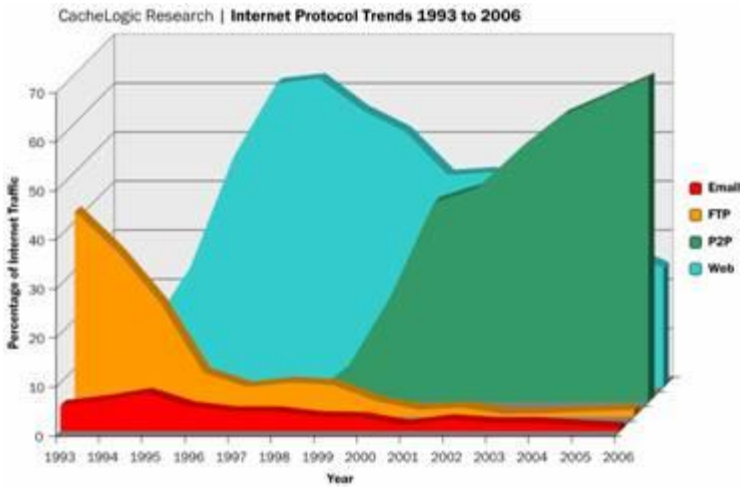



**Figura 3-46: Distribución de tráfico IP a nivel mundial**

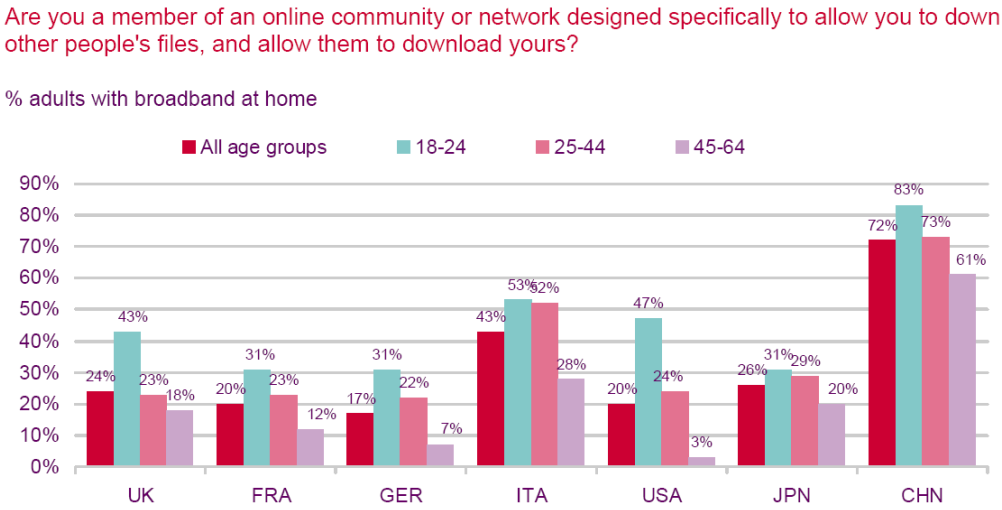
*Fuente: [Cachelogic, 05]*

Este tipo de servicios no tiene un soporte adecuado en las redes públicas basadas en WiFi por las siguientes razones:

- El acceso a redes P2P consume una gran cantidad de ancho de banda de forma continua a lo largo del tiempo para cada cliente. Dado que el ancho de banda que suministra cada punto de acceso se comparte entre todos los usuarios conectados al mismo, en este caso no es posible aplicar esquemas de multiplexión de usuarios que permitan agregar tráfico de manera efectiva para compartir el ancho de banda. En consecuencia, soportar un uso generalizado de estas aplicaciones sobre redes públicas WiFi supondría tener que desplegar una gran cantidad de puntos de acceso para suministrar servicio a los usuarios y encarecería enormemente el coste de la red.

- La mayor probabilidad de cortes puntuales del servicio en este tipo de redes penaliza el uso de estos servicios, ya que los algoritmos utilizados en estas redes para priorizar el acceso a los ficheros penalizan las desconexiones, dando mayor prioridad a los usuarios que se encuentran en conexión permanente [Gabeiras et al., 05].

- Por último, el uso de estos servicios exige tiempos elevados de conexión a la red, que se suele realizar de forma desasistida por parte del usuario, lo cual implica en la mayoría de las veces un acceso desde el domicilio (en las empresas el acceso a este tipo de servicios no suele estar disponible), donde se puede dejar el equipo bajando archivos durante días sin interrupción. Para acceder desde el domicilio, el usuario contrata accesos fijos XDSL o de cable, por ser más adecuados para estos servicios.




*Source: Ofcom research, fieldwork carried out by Synovate in October 2006*
*Note: in Japan and China, broadband users surveyed were 18-54 years old*

**Figura 3-47: Usuarios de redes P2P en diversos países**

*Fuente: [Ofcom, 06]*

En resumen, el acceso a redes P2P no es un servicio bien soportado sobre esta tecnología, siendo habitualmente necesario restringir su uso por parte de los usuarios para evitar problemas en la disponibilidad de ancho de banda compartido. Si bien el uso de este servicio no se realiza en contextos itinerantes, y por tanto no afecta a la demanda de las redes diseñadas y ubicadas para este uso (por ejemplo, en exteriores), la carencia del servicio para uso residencial limita el interés de las redes WiFi para su utilización por parte de los usuarios en este contexto, penalizando el uso de WiFi como alternativa a la red fija de banda ancha.

### 3.5.8 SERVICIOS BASADOS EN LOCALIZACIÓN

Los servicios basados en localización permiten contextualizar el servicio en la ubicación en que se encuentre el usuario para dar valor añadido a la información o interacción que se proporciona.

Tal como se ha visto en apartados anteriores, el entorno de uso de las redes públicas WiFi suele coincidir con ubicaciones distintas a las habituales del usuario, por lo que puede constituir un valor añadido contextualizar algunos de los servicios con información específica de la localización en que se produce la conexión, especialmente cuando ésta va dirigida a la búsqueda de información local.

Las redes públicas WiFi aportan la capacidad de obtener información basada en triangulación entre puntos de acceso con un grado de precisión bastante mayor que el que se puede obtener mediante las redes celulares como UMTS o GSM, siendo posible obtener la posición en interiores, al contrario que con GPS. Es de destacar que la utilización de estas facilidades exige la realización de aplicaciones específicas integradas en la red, que realicen el cálculo de la posición a partir de la información que suministran los puntos de acceso, y que los servicios que hacen uso de esta información accedan a éstas. A día de hoy no se dispone de un estandar para la transmisión y proceso de esta información, y por tanto sólo es posible aprovechar estas capacidades en redes y aplicaciones integradas diseñadas ad-hoc. En consecuencia, actualmente los servicios basados en localización basada en triangulación no se suministran sobre redes públicas WiFi salvo en casos experimentales, no siendo relevante la oferta de éstos. No es de esperar tampoco un desarrollo y estandarización a corto plazo que permita su extensión y uso en las redes públicas WiFi.

En cualquier caso, la simple ubicación del punto de acceso al que se conecta el usuario suministra información sobre la localización de éste con una precisión mayor que la

proporcionada por las redes celulares, cuyas estaciones base cubren zonas del territorio más amplias, aunque menor que la proporcionada por la triangulación. Esta información se utiliza a veces en redes de área local privadas para redirigir documentos a la impresora más cercana al punto de acceso, y en redes públicas para presentar información relevante al contexto físico donde se encuentra el punto de acceso.

Es más probable que en un futuro cercano, para localizar geográficamente a los usuarios se haga uso directamente de la información de ubicación del punto de acceso que de algoritmos basados en localización, más precisos pero más complejos de utilizar. La literatura existente sobre servicios gratuitos financiados mediante publicidad hace énfasis en la presentación de anuncios de comercios y servicios cercanos a la ubicación del punto de acceso (y en consecuencia del usuario), aumentando su efectividad.

Asimismo, para las aplicaciones orientadas a suministrar información turística, el uso de la localización del punto de acceso donde se conecta el usuario permite suministrar guías en línea para PDAs y teléfonos inteligentes dotados de conectividad WiFi, centradas en la ubicación visitada [Delalonde, 01]. En [Hohl, 01] y [Deshpande et al., 02] se puede acceder a otras propuestas de servicios basados en contextualización respecto a la ubicación, cuyo desarrollo comercial aún no se ha producido, no siendo por tanto relevantes actualmente para este tipo de redes.

Por tanto, los servicios basados en localización, aunque aún no se encuentran suficientemente desarrollados, tienen en las redes públicas Wifi una plataforma adecuada para su suministro, basándose en la ubicación del punto de acceso y en un futuro pueden actuar como un incentivador relevante de la demanda de los servicios prestados por estas redes.

### 3.5.9 VOZ Y TELEFONÍA IP

La transmisión de voz sobre IP es una realidad comercial que progresivamente va sustituyendo a la telefonía fija tradicional, tanto en uso residencial como en uso corporativo [Analysys, 04].

Las redes públicas WiFi, al igual que el resto de redes IP, pueden soportar este tipo de servicios para permitir la comunicación vocal entre el usuario que se conecta a la red, y cualquier otro usuario fijo o móvil que disponga de conectividad IP. Asimismo, proveedores de servicio como Skype proporcionan conexión a las redes públicas de voz, completando el servicio para cubrir todas las necesidades de transmisión de voz con todo tipo de usuarios.

El diseño de las redes públicas WiFi para soportar servicios de voz y telefonía IP debe seguir un dimensionado cuidadoso, para evitar que efectos como el retraso de paquetes y el jitter afecten a la calidad de la voz. Cada punto de acceso puede soportar la transmisión de conversaciones de varios usuarios de forma simultánea (de 3 a 12 usuarios como máximo, dependiendo de la tecnología empleada [Garg, 03], aunque el impacto del uso combinado de otros servicios puede ser elevado ([Hole et al., 04] y [Bellalta et al, 06]), debiéndose desplegar un mayor número de puntos de acceso en las zonas de mayor concentración de comunicaciones potenciales [Antilla, 04].

La transmisión de voz es un servicio poco utilizado en las redes públicas WiFi actuales, no encontrándose la mayor parte de ellas dimensionadas para este uso. No obstante, es previsible que aumente a corto y medio plazo su utilización y se convierta en un incentivador importante de la demanda por las siguientes razones:

- El uso cada vez mayor de la voz sobre IP en terminales fijos facilita que sus usuarios habituales valoren la posibilidad de generar y recibir llamadas IP cuando acceden desde ubicaciones distintas de las habituales. En la Figura 3-49 se muestra la evolución del tráfico de voz sobre IP respecto al tráfico de voz sobre redes conmutadas a nivel mundial, observándose un crecimiento importante en los últimos años. El crecimiento de tráfico se corresponde con el crecimiento en usuarios, no solo en comunicaciones restringidas a

Internet, sino también en llamadas realizadas a redes conmutadas, como muestran los datos recogidos en [Ofcom, 07b] sobre suscriptores de servicios de telefonía sobre IP para diversos países y presentados en la siguiente figura.

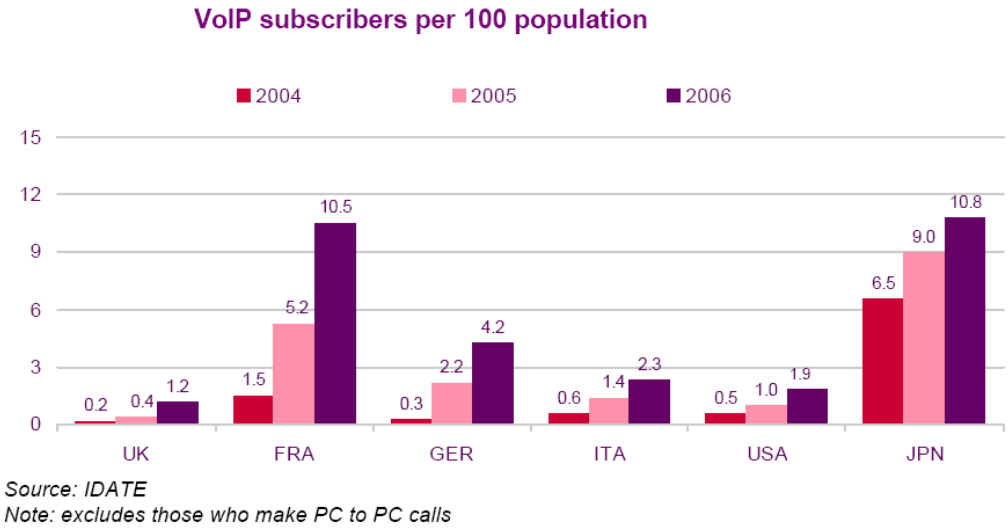



**Figura 3-48: Evolución del número de usuarios de telefonía sobre IP**

*Fuente: [Ofcom, 07b]*

- El elevado coste de las comunicaciones de telefonía celular respecto a las favorables tarifas de la voz sobre IP, ya que no existe un coste adicional al de la conexión a la red cuando la llamada se realiza a usuarios conectados a Internet, y las tarifas establecidas por los proveedores de servicio para la conexión con usuarios conectados a redes públicas de telefonía fija y móvil suelen tener un coste menor que las de la telefonía celular, por lo que existe un incentivo monetario para que los usuarios utilicen la voz sobre IP como alternativa a las redes tradicionales de telefonía fija y móvil.

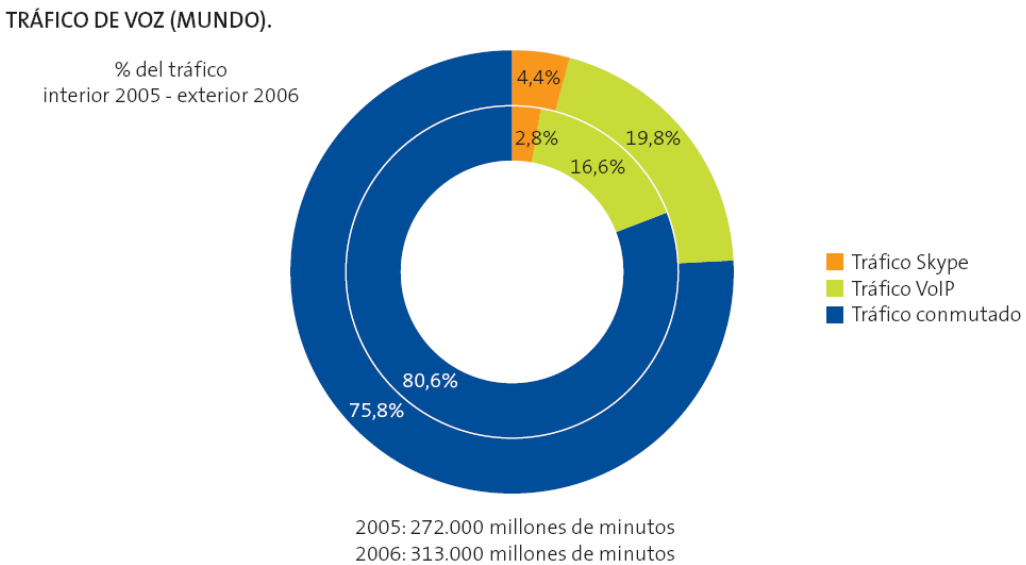



**Figura 3-49: Evolución del tráfico de Voz sobre IP en el mundo**

*Fuente: [Telefónica, 07b]*

Estas características, junto con la cada vez mayor extensión de los terminales de pequeño tamaño equipados con WiFi, hacen que parte de los analistas contemplen la Voz sobre IP como

la aplicación clave que incentivará en un futuro cercano la demanda de redes públicas WiFi. No obstante, la inferior calidad de llamada que suministran estas redes cuando no están diseñadas con este objetivo (como es el caso de la mayor parte de las existentes), y la cobertura no integral que ofrecen, limitan en gran medida su aplicación respecto a la telefonía celular, a la cual no sustituirían, siendo más realista contemplar a corto y medio plazo este servicio como complementario del servicio de telefonía celular [IPTS, 05c]. Es decir, usuarios equipados con terminales duales 3G/Wifi, utilizarán éste último cuando dispongan de redes WiFi a las que estén suscritos previamente o sean gratuitas, siendo el uso más intensivo sobre las redes de telefonía celular, diseñadas con este propósito específico y con coberturas integrales y amplias.

En consecuencia, la voz sobre IP no es actualmente un servicio clave para dinamizar el uso de este tipo de redes, tanto por la escasez de terminales de pequeño tamaño, como por su menor capacidad para soportar estos servicios, si bien a corto y medio plazo sí puede actuar como tal, bajo un esquema de complementariedad con la telefonía móvil 3G en contextos de utilización sencilla del servicio, con tarifas más favorables para el usuario.

### 3.5.10 SERVICIOS EN AUTOPRESTACIÓN

Los servicios en autoprestación consisten en el uso de aplicaciones por parte de un grupo cerrado de usuarios relacionados con el dueño de la red, y no abierto a la utilización por parte del público en general. Es el caso de las redes WiFi en universidades, que sólo permiten el acceso a alumnos y personal docente, o el de administraciones locales que despliegan estas redes para soportar el acceso a las aplicaciones corporativas para empleados itinerantes. Los usos más extendidos de WiFi como es el de red de área local inalámbrica en entorno privado, para el que fue originalmente diseñada esta tecnología, son también servicios en autoprestación.

Las redes que se utilizan en régimen exclusivo de autoprestación no pueden considerarse redes públicas, por la propia definición de la autoprestación, y por tanto estos servicios no están contemplados como parte de la oferta de redes públicas. No obstante, es relevante su estudio, ya que en muchos casos la motivación principal para el despliegue de las redes WiFi es el uso en autoprestación, contemplándose la provisión de servicios al público como un motivación secundaria o marginal del despliegue.

Así, los usuarios residenciales que disponen de puntos de acceso abiertos al público, en su práctica totalidad hacen uso en autoprestación como aplicación principal, siendo la provisión de servicios a terceros una aplicación marginal de la red que no supone un coste adicional. Las empresas que despliegan redes inalámbricas privadas, raramente suministran servicios a terceros a través de ellas, por motivos de seguridad.

Las administraciones locales que despliegan redes WiFi en el dominio público tienen entre sus principales motivaciones el soporte a servicios corporativos en itinerancia, junto con el uso simultáneo de la red para proporcionar servicio al público. En la Figura 3-50 puede observarse como los objetivos de soportar aplicaciones para la seguridad pública, el ahorro de costes de comunicaciones y el incremento de la productividad de los trabajadores itinerantes juegan un papel fundamental en la decisión de despliegue de estas redes en el caso de las redes WiFi municipales en Estados Unidos, país donde más extendidas se encuentran las iniciativas municipales.

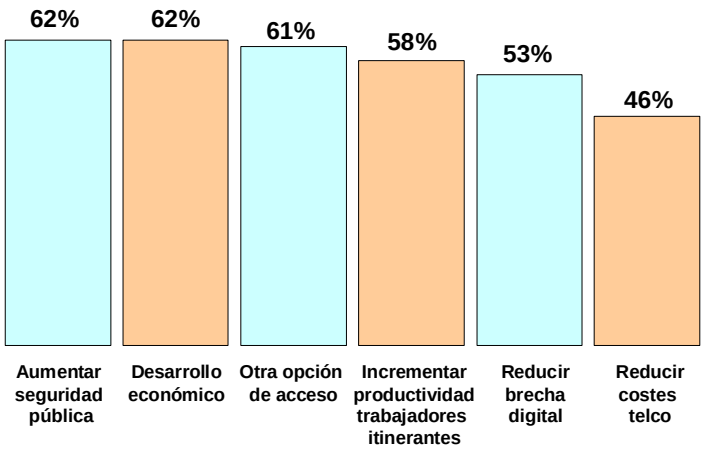



**Figura 3-50: Motivaciones para redes municipales (EEUU)**

***Fuente: Elaboración propia a partir de [Muniwireless, 06b]***

Dentro de este tipo de servicios municipales se contempla el equipamiento de coches de policía con capacidades de banda ancha para acceder a imágenes de cámaras de seguridad, acceso desde coches de bomberos a planos de edificios, y envío de informes de inspección en el momento sin tener que desplazarse a las oficinas, así como actuación remota y recogida de información de equipamientos urbanos como estaciones medioambientales o semáforos [Boston, 06]. Parte de estos servicios pueden suministrarse en contexto itinerante mediante tecnología 3G, sin embargo su coste es elevado y los ayuntamientos que disponen de redes públicas WiFi con estos propósitos, indican que el despliegue y mantenimiento de redes WiFi municipales supone un coste inferior al planteado por los servicios sobre redes celulares [Khariff, 06]. De acuerdo a la información disponible en [Muniwireless, 06b], los servicios municipales en autoprestación serán cada vez más el conjunto de aplicaciones clave que justificarán económicamente el despliegue de redes públicas municipales explotadas en uso mixto privado-público.

Así pues, los servicios en autoprestación juegan un papel clave como incentivador del despliegue de redes WiFi, que se utilizan adicionalmente para suministrar servicio al público. Esto es así tanto para los usuarios residenciales, como para los despliegues municipales. En el caso residencial los servicios utilizados por el usuario que despliega la red son los mismos que ofrece al público (con alguna restricción en muchos casos sobre el ancho de banda máximo utilizable), mientras que en los despliegues municipales se desarrollan o adaptan además servicios corporativos para su uso por parte de los empleados municipales.

### 3.5.11 OTROS SERVICIOS

Los servicios de comunicación interpersonal no contemplados anteriormente como la videoconferencia y la mensajería instantanea, se soportan también correctamente sobre este tipo de redes. La videoconferencia, lanzada como una de las aplicaciones claves para la telefonía 3G, no ha tenido hasta el momento éxito entre los usuarios y tampoco es considerada como una aplicación incentivadora importante de las redes WiFi. Las aplicaciones de mensajería instantánea, y en general de comunicación interpersonal en tiempo real basadas en texto, como el Messenger de Microsoft, sí tienen una aceptación y uso elevado sobre PC, y se soportan adecuadamente sobre redes WiFi con los equipos terminales disponibles. La extensión de equipos terminales de mano puede incidir en el aumento del uso de estos servicios.

La disponibilidad de redes inalámbricas que soportan tasas elevadas de datos, tanto con tecnología 3G como mediante infraestructuras WiFi, ha abierto un panorama de investigación y desarrollo de nuevos servicios basados en terminales móviles inalámbricos de pequeño tamaño [Ahonen et al, 02], como los teléfonos móviles o las PDAs, que una vez que maduren

comercialmente, pueden complementar la oferta de servicios existentes y actuar de incentivador de la demanda. La gran mayoría de servicios que pueden tener éxito en 3G se pueden suministrar también con prestaciones ventajosas sobre WiFi, debido a sus mejores características de ancho de banda, si bien la cobertura no es integral como en el caso de 3G y sólo serán utilizados como servicios sustitutivos de 3G en determinados contextos de conveniencia de uso o coste más favorable.

### 3.5.12 CONCLUSIONES

La demanda actual de servicios sobre redes WiFi para uso itinerante se concentra principalmente en conexiones a páginas web para búsqueda de información, y acceso al correo electrónico, así como -en menor medida- en servicios de intercomunicación personal tipo chat y acceso a contenidos multimedia, no siendo actualmente importante ni la oferta ni la demanda de otro tipo de servicios.

En un futuro próximo es previsible que los servicios de voz y telefonía sobre IP sean también servicios demandados para sobre tipo de redes, aunque de forma complementaria y no sustitutiva, a las redes de telefonía celular. A medio plazo los videojuegos interactivos pueden tener también un papel relevante como incentivo de la demanda.

Los servicios basados en localización sobre redes WiFi no se encuentran suficientemente maduros (si bien en un futuro pueden tomar una importancia mayor), y los servicios de comercio electrónico no se benefician tampoco tampoco demanda a corto plazo sobre este tipo de redes. Las redes WiFi pueden soportar la gran mayoría de servicios que se proporcionan a través de redes fijas, con la limitación de que los más intensivos en ancho de banda como la televisión IP y aquellos que consumen de forma continua una parte significativa del ancho de banda disponible, como el acceso a redes P2P, no se sustentan adecuadamente sobre tecnología WiFi, ya que su uso dificulta la multiplexión de usuarios.

El uso en régimen de autoprestación de estas redes incentiva el despliegue de puntos de acceso residenciales, cuya capacidad excedente puede ser utilizada para proveer servicios públicos. En el caso de los ayuntamientos, la autoprestación para mejorar los servicios municipales o ahorrar costes de telecomunicación, actúa también como un incentivo importante para su despliegue, lo que permite su uso simultáneo como red pública en muchos de los casos. En la tabla siguiente se resumen las conclusiones obtenidas.

| | ***Adaptación tecnológica*** | ***Uso en itinerancia*** | ***Demanda actual*** | ***Demanda futura*** |
|---|---|---|---|---|
| **Acceso web** | *Buena* | *Elevado* | *Elevada* | *Elevada* |
| **Correo electrónico** | *Buena* | *Elevado* | *Elevada* | *Elevada* |
| **Contenidos audiovisuales** | *Aceptable, aunque no válida para TV sobre IP* | *Bajo* | *Moderada* | *Moderada* |
| **Juegos online** | *Buena* | *Bajo* | *Baja* | *Moderada* |
| **Voz y telefonía IP** | *Regular* | *Elevado* | *Media* | *Elevada* |
| **Redes P2P** | *Mala* | *No* | *Elevada* | *Elevada* |
| **Localización** | *Buena* | *Elevado* | *Baja* | *Baja* |
| **Chat** | *Buena* | *Medio* | *Moderada* | *Moderada* |
| **Servicios en autoprestación** | *Buena* | *Elevado* | *Moderada* | *Elevada* |

**Tabla 3-12: Resumen de caracterización de servicios**

*Fuente: Elaboración propia*

## 3.6 UBICACIONES

La ubicación de las redes WiFi es un factor importante para evaluar su capacidad de atraer usuarios y suministrar servicios de carácter itinerante. Las causas de esta importancia de la ubicación de las redes son las siguientes:

- El corto alcance de los puntos de acceso WiFi obliga a que el punto de acceso se encuentre a distancias menores del órden de 100 metros (o incluso inferior en interiores) del usuario, mientras que en otros tipos de tecnología, la cobertura de cada elemento radiante es más amplia.

- Los actores que despliegan habitualmente estas tecnologías no se orientan a suministrar coberturas integrales, sino "islas" de conexión localizadas en zonas concretas. La ubicación de estas islas de conexión es clave para determinar el mercado potencial de usuarios.

En la Tabla 3-13 se presenta una clasificación de la tipología de ubicaciones de redes WiFi atendiendo a si se encuentra en zonas de acceso público (con acceso libre de personas) o dominio privado de acceso restringido, y si la titularidad es de la administración o privada. Tal como puede observarse en la tabla, cada tipo de ubicación implica unos requisitos de despliegue interior o exterior, y facilita el acceso a un tipo de usuarios que utilizarán servicios diferenciados. En las dos últimas columnas se ha indicado el tipo de usuarios a los que va dirigido el servicio, una evaluación comparativa del número de usuarios potenciales para la tecnología WiFi (a mayor número de asteriscos, mayor número de usuarios potenciales), marcándose con fondo más oscuro aquellas ubicaciones que se consideran privilegiadas en cuanto a número de usuarios potenciales.

| *Tipo de acceso* | *Titularidad* | *Ubicación* | *Interior /Exterior* | *Tipología usuarios potenciales* | *Número de usuarios* |
|---|---|---|---|---|---|
| Público | Pública | Oficinas al público | Interior | Ciudadanos | ** |
| | | Calles | Exterior | Ciudadanos | * |
| | | Parques | Exterior | Ciudadanos | ** |
| | | Universidades | Interior/ Exterior | Alumnos y personal docente | ** |
| | | Centros cívicos | Interior | Ciudadanos | ** |
| | | Aeropuertos | Interior | Viajeros | *** |
| | | Estaciones de tren y autobús | Interior | Viajeros | *** |
| | | Bibliotecas | Interior | Ciudadanos | *** |
| | Privada | Hoteles | Interior | Huéspedes | *** |
| | | Cafeterías | Interior | Ciudadanos | ** |
| | | Centros comerciales | Interior/ Exterior | Ciudadanos | ** |
| | | Comercio en general | Interior | Ciudadanos | * |
| Privado | Pública | Oficinas de la administración sin acceso al público | Interior | Funcionarios | * |
| | Privada | Domicilios residenciales | Interior | Usuario residencial | * |
| | | Empresas | Interior | Trabajadores | ** |

**Tabla 3-13: Tipología de ubicaciones**

*Fuente: Elaboración propia*

La ubicación de redes en zonas de acceso público está orientada al uso de servicios itinerantes, como el acceso al correo electrónico o consultas puntuales en la web. Cuanto mayor sea el número de personas que transitan por una zona con cobertura, y cuantas más de estas personas tengan un perfil de uso elevado de servicios telemáticos, mayor será el uso de la red. En los aeropuertos por ejemplo, se producen de forma simultánea ambas condiciones.

Las administraciones locales a su vez centran los despliegues en zonas que presentan elevada densidad de público itinerante, como las comerciales o turísticas, o que incorporan un valor añadido para el usuario, como las bibliotecas y parques.

En lo que respecta a zonas interiores de edificios de acceso público, como cafeterías y hoteles, el servicio WiFi se suele suministrar también como un valor añadido para los usuarios del servicio principal que se presta en la ubicación, estando en este caso los modelos de explotación más orientados a reforzar la demanda del servicio primario que a obtener ingresos directos de la explotación de la red, suministrándose los servicios muchas veces de forma gratuita o, para ser más exactos, empaquetada con el servicio principal que se comercializa. Las administraciones públicas suministran también servicio orientado a reforzar la actividad principal en determinadas ubicaciones, como en los centros cívicos y oficinas de atención al público.

Los estudios realizados sobre ubicaciones de redes públicas WiFi, como el presentado en [Fuentes-Bautista et al., 05] para la ciudad de Austin en Texas, muestran que la localización de este tipo de redes está muy asociada a las ubicaciones de establecimientos comerciales de restauración y alojamiento, siendo muy escasas las ubicaciones centradas exclusivamente en el suministro de servicios de conexión[13]. En el apartado 7.1.4 se analizan con detalle el tipo de ubicaciones utilizadas en los hotspots privados.

**Figura 3-51: Red pública WiFi en comercio de restauración**

***Fuente: Elaboración propia***

El uso de esta tecnología para proporcionar servicios no itinerantes, esto es, como infraestructura principal de banda ancha, conlleva desplegar los puntos de acceso en ubicaciones cercanas a la localización del cliente y en muchos casos, en el interior del edificio donde se ubica éste. Dadas las características de inferior calidad de servicio sobre las redes fijas, este tipo de despliegue sólo tiene sentido cuando no se dispone de infraestructura fija con la suficiente capilaridad, o el coste de despliegue de ésta es excesivo.

El modelo más habitual de uso de WiFi en entornos privados consiste en el despliegue de redes de área local inalámbricas, de uso en autoprestación, que complementan a la red fija cuando los usuarios se encuentran en un recinto distinto del domicilio. Este uso está profusamente extendido en empresas y no se corresponde con el concepto de red pública, al no estar abiertas estas redes a su uso por parte del público en general.

[13] *Según este estudio, el 60% de las ubicaciones de redes públicas WiFi en Austin se corresponde con establecimientos de restauración.*

Parte de estas redes utilizadas en autoprestación son también aprovechadas para suministrar servicio público de manera complementaria. Si bien raramente las empresas hacen uso de sus propias redes WiFi para suministrar servicio al público, debido fundamentalmente a los riesgos de seguridad en la red corporativa, en el entorno residencial y municipal sí se dan estos casos.

Los usuarios residenciales hacen uso de los puntos de acceso de que disponen para suministrar de forma gratuita, o bajo pago, a otros usuarios potenciales cercanos servicios, basándose en su capacidad excedente. La participación en comunidades wireless, o la simple apertura de la red para el uso gratuito de otros usuarios, son ejemplos en este sentido.

En cualquier caso, las redes WiFi residenciales se encuentran ampliamente distribuidas y en conjunto suponen la mayor parte de los puntos de acceso desplegados. Así, en la siguiente figura puede observarse la distribución aproximada de los 667 puntos detectados en la superficie del distrito 22@ de Barcelona[14] que en su gran mayoría se corresponden con puntos de acceso residenciales (sólo un 11% de los puntos de acceso utilizaban identificativos propios de empresa, correspondiendo el resto a identificadores preconfigurados, propios de redes residenciales o no enmarcables en ninguna categoría, para mayor detalle, véase el anexo II).

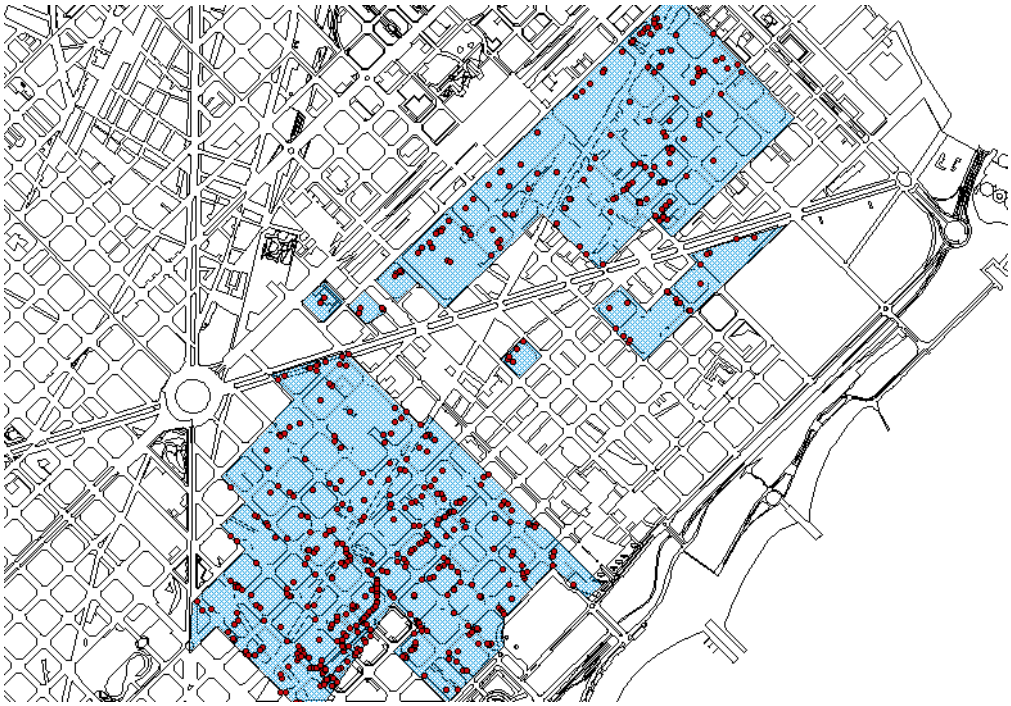


**Figura 3-52: Ubicación de puntos de acceso detectados en 22@Bcn**

***Fuente: Elaboración propia***

Así pues, se distinguen cuatro tipos de ubicaciones para los puntos de acceso, que condicionan el número y tipo de usuarios potenciales, los servicios a suministrar y los modelo de negocio a aplicar:

- *Ubicaciones de acceso público especialmente idoneas para servicios itinerantes:* Aeropuertos, estaciones de transportes, zonas comerciales y parques. En estos casos la red se explota principalmente para dar servicio a los usuarios, centrándose la oferta en servicios itinerantes como la conexión al correo electrónico o consulta de páginas web.

[14] Cada círculo repesenta puntos donde se detectaron uno o más APs.

- *Ubicaciones de acceso público que ofrecen otros servicios*: Es el caso de los comercios y hoteles, donde la motivación principal es incrementar la demanda de otros servicios proporcionados por el hotel o comercio, donde el acceso a través de WiFi actúa como incentivador de la demanda del servicio principal, o como característica diferencial que motive al cliente potencial para elegir ese establecimiento.

- *Ubicaciones privadas sin oferta de servicio fijo*: En este caso la red WiFi está orientada a suministrar servicio directamente al usuario en su domicilio o trabajo en cuyas cercanías se ubica la red. Aunque parte de los servicios estan limitados respecto a la red fija, la red WiFi sirve en este caso como sustituto de ésta.

- *Ubicaciones privadas con oferta de servicio fijo*: en este caso la tecnología WiFi se utiliza como complemento de la red fija, para aumentar su radio de acción y movilidad en el uso privado y, aprovechándose a veces de manera marginal para suministrar servicio público a terceras partes.

Según se muestra en [Hotspotzz, 04], en Estados Unidos el 80% de las redes públicas WiFi se ubica en comercios de restauración, dónde estas redes se utilizan como un atractivo adicional para el núcleo del negocio y no como una fuente directa de ingresos. Tal como se puede observar en la Figura 3-53, obtenida del informe de la Fundación France Telecom sobre implantación de la Sociedad de la Información en España [FFTE, 06], la distribución de ubicaciones para redes públicas WiFi es variable en los distintos países, destacando el elevado número de puntos de acceso localizados en hoteles en el caso español, y francés y siendo en todos los casos, poco significativo el número de puntos de acceso ubicados en zonas abiertas.

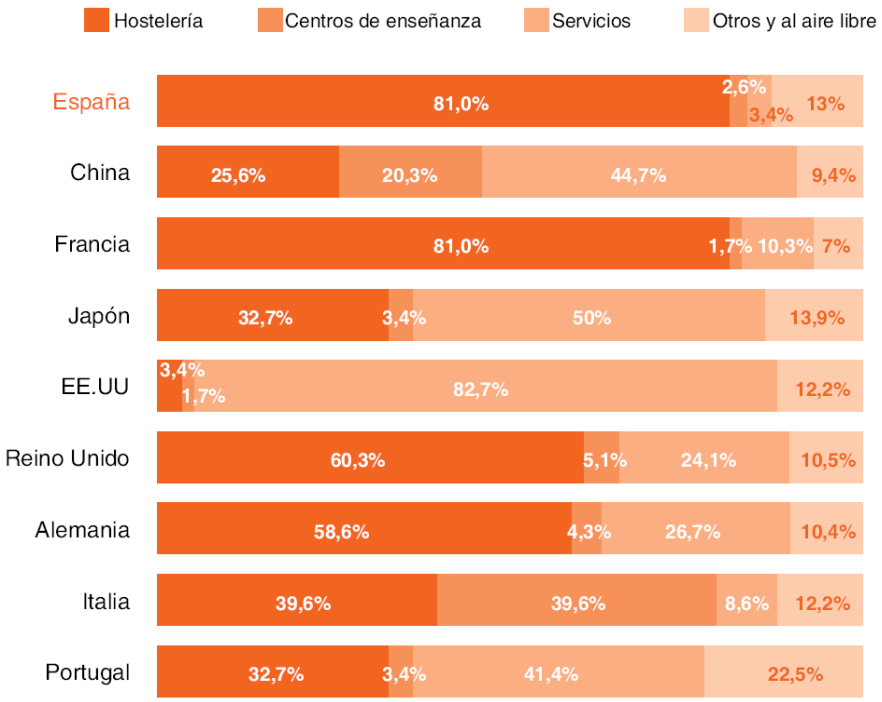



**Figura 3-53: Ubicación de puntos de acceso públicos en distintos países**

***Fuente: [FFTE, 06]***

En el caso particular catalán, analizado en el anexo I, se ha detectado un número mayor de ubicaciones alternativas a los hoteles que el mostrado en la Figura 3-53 para el caso español. No obstante, como puede observarse en la siguiente figura extraída de este anexo, existe una correlación clara entre el peso del sector de hostelería sobre el total del sector servicios y la densidad de hotspots para las poblaciones con mayor número de hotspots en este territorio

(mostradas en la figura).

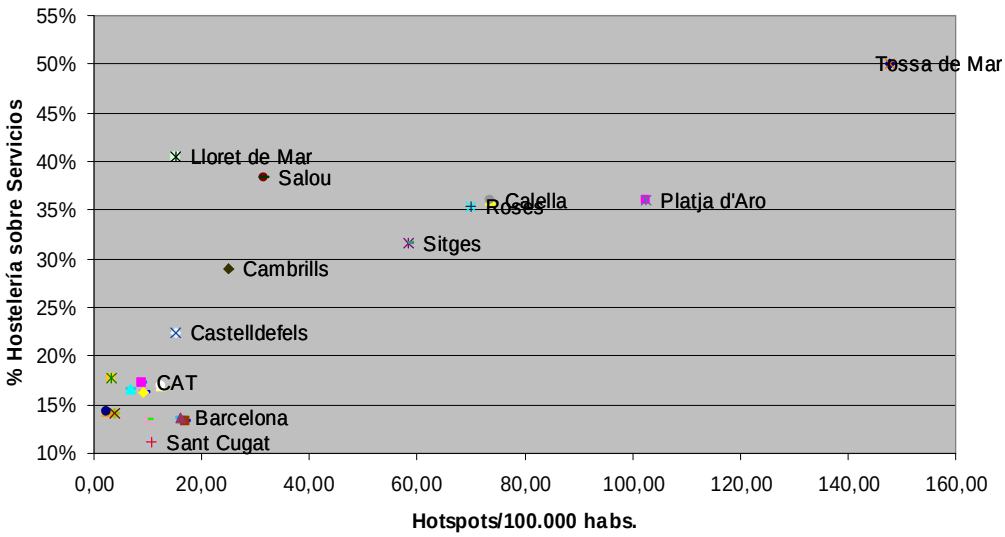



**Figura 3-54: Relación entre densidad de hotspots y peso de sector hostelería en Cataluña**

***Fuente: Elaboración propia***

La comparación entre las ubicaciones de hotspots comerciales de varias localidades catalanas con distinto perfil económico (Calella como localidad turística, Granollers como ciudad industrial y de servicios distinto al turismo y Barcelona, como gran ciudad con perfil mixto) analizada en el anexo I, muestra como la ubicación de los hospots comerciales es muy dependiente del sector de mercado al que se dirige la oferta de conectividad.

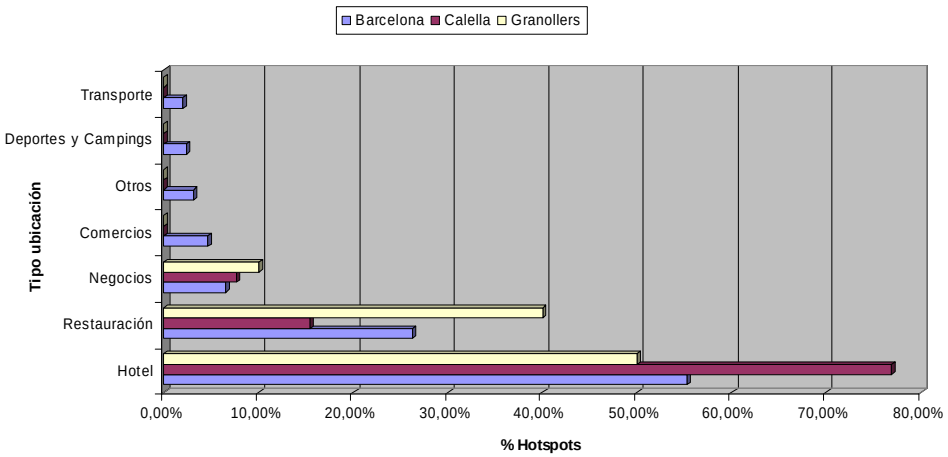



**Figura 3-55: Desglose de ubicaciones en Barcelona, Calella y Granollers**

**Fuente: Elaboración propia**

## 3.7 RELACIÓN CON OTRAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO

En los anteriores apartados se ha analizado cómo las tecnologías de acceso inalámbricas que operan sobre espectro de uso libre interactúan con el resto de tecnologías de telecomunicación,

bien coexistiendo de manera complementaria, bien apoyándose unas en otras para suministrar servicios, o bien habilitando la competencia entre actores que se apoyen en diversas tecnologías.

Estas relaciones son importantes porque establecen el márgen de aplicación de cada una de las tecnologías, así como los nichos de mercado que pueden ocupar. Para obtener un panorama completo, en este apartado se profundiza en el analisis las relaciones de convergencia, competencia, y complementariedad de WiFi con el resto de tecnologías de acceso. Este tipo de relaciones no son excluyentes entre sí, sino que dependiendo del contexto y aspecto analizado, dos tecnologías pueden ser complementarias y actuar en competencia, siendo o no convergentes.

Tal como se ha entendido en el presente apartado siguiendo la terminología utilizada en [Jansen et al, 05], la competencia se entiende como la capacidad de plantear propuestas alternativas que pueden emplearse de forma similar en ambas tecnologías. La complementariedad indica la existencia de sinergias que facilitan el uso combinado de ambas tecnologías sin que entren en competencia. Por último la convergencia muestra tendencias hacia la unión o uniformidad de las tecnologías.

Los contextos en los que se analizarán estas situaciones de competencia, complementariedad y convergencia son los siguientes:

- ***Tecnología de Red:*** Se analizarán las capacidades de las redes de acceso basadas en diferentes tecnologías para suministrar servicios de conexión, así como sus capacidades para actuar de forma complementaria o sustitutiva para suministrar servicios y sus posibilidades de uso por parte de los distintos actores para proponer modelos de negocio.

- ***Terminales:*** Se analizarán las características de los equipos terminales utilizados con cada tecnología de acceso para detectar situaciones de convergencia (uso de terminales únicos sobre ambas tecnologías), competencia (terminales basados en una u otra tecnología cuya diferenciación sea relevante para competir en los distintos mercados) y complementariedad (terminales con capacidades mixtas para completar la oferta de servicios).

- ***Servicios:*** La convergencia de servicios se detecta por una equivalencia entre los servicios proporcionados sobre cada tecnología desde el punto de vista del usuario, mientras que la complementariedad y competencia se basan en un caso en la construcción de servicios apoyándose en combinación entre tecnologías, y en el otro, en el despliegue de servicios que aprovechan las características diferenciales de cada tecnología.

- ***Mercados:*** Indica la relación entre los mercados a los que va dirigida la oferta de servicios que se apoya sobre cada tecnología. Esto es, si las tecnologías coinciden en el segmento de mercado al que van dirigidos, o se orientan a mercados distintos.

- ***Actores:*** Se analiza la coincidencia de organizaciones o tipos de actores que participan en el despliegue y oferta de servicios sobre cada tecnología. La convergencia, complementariedad o competencia entre participantes marca en gran medida los modelos de negocio aplicados.

- ***Modelos de negocio:*** Se analiza la coincidencia o diferenciación de modelos de negocio para el uso de cada tecnología en el suministro de servicios.

  Las tecnologías sobre las cuales se analizarán este tipo de relaciones comparativamente con WiFi son dos: telefonía móvil de tercera generación (3G), y tecnologías de acceso fijo. El

primero de los casos (3G)[15] resulta de especial interés porque esta tecnología celular plantea bastantes características de similitud en la oferta de servicios con WiFi, cuando se accede desde ubicaciones distintas a las habituales, y existe una controversia importante sobre si 3G y WiFi son tecnologías competidoras sobre segmentos de mercado similares y sobre si pueden actuar de forma complementaria para proporcionar servicios a los usuarios, planteándose de forma adicional como tecnologías convergentes en la siguiente generación de redes inalámbricas móviles denominada 4G.

El análisis de las relaciones con las tecnologías de acceso fijo es también relevante, ya que WiFi nació originalmente como una extensión de éstas, y sigue utilizándose en muchos contextos como tal. La evolución del uso de WiFi plantea en algunos casos situaciones de competencia entre las ofertas de servicio basadas en ambas tecnologías, existiendo también complementariedad entre ambas para suministrar servicios, y una cierta tendencia en determinados aspectos hacia la convergencia.

WiMax no ha sido incluido en el análisis realizado por las siguientes razones:

- Al contrario que las tecnologías analizadas, WiMax aún no sido desplegada masivamente, siendo escasas aún las redes comerciales basadas en preWiMax, pues el estándar aún no está aprobado.

- En lo que se refiere al uso de WiMax en espectro de uso libre, tal como se presentó en el apartado 3.1.2, WiMax comparte con WiFi la limitación relativa a la escasa cobertura de las estaciones base, similar a la de los puntos de acceso WiFi. Presenta, además, una debilidad adicional respecto a WiFi: la escasez de equipos terminales dotados con conectividad basada en WiMax, lo cual hace muy improbable su uso como tecnología para acceso itinerante respecto a WiFi y 3G.

El uso principal de WiMax se producirá sobre bandas licenciadas, que sí permiten disponer de zonas de cobertura más amplias para cada estación base. Aunque la escasez de equipos terminales WiMax impedirá que WiMax actúe a medio plazo como competencia de WiFi y 3G, WiMax sobre espectro licenciado utilizado como red de backhaul puede actuar en un futuro como una tecnología complementaria de WiFi, facilitando la viabilidad de despliegues extensos de redes públicas WiFi. El uso de WiMax como alternativa a la red fija en zonas de dificil acceso para suministrar servicio residencial y de empresa será probablemente el campo de mayor aplicación de esta tecnología.

En la Tabla 3-14 se muestran las características más relevantes de cada una, que servirán de referencia para el análisis de los aspectos a estudiar. A continuación se analizarán las situaciones de complementariedad, convergencia y competencia en cada uno de los contextos contemplados y al final del capítulo se resumirán las conclusiones obtenidas.

[15] *Se entenderá como tecnología 3G la tecnología de acceso móvil que proporciona 2Mbps para usuarios estacionarios, 384 Kbps para usuarios moviéndose a baja velocidad y 144 Kbps para vehículos en movimiento, tal como se contempla en ITU para la definición de tecnologías 3G [Bauer et al, 04].*

| | 3G | WiFi | Acceso Fijo |
|---|---|---|---|
| **Ubicuidad** | *Muy elevada* | *Focalizada en ubicaciones concretas.* | *No* |
| **Soporte de voz** | *Buena calidad y disponibilidad de servicio telefónico* | *Actualmente deficiente, en evolución hacia VoIP.* | *Calidad excelente* |
| **Ancho de banda** | *Limitado (dependiente de número de usuarios por celda)* | *Elevado (dependiente de número de usuarios por AP)* | *Muy elevado* |
| **Precios finales (€/Mb)** | *Elevados con tendencia a la baja* | *Variable, pero en cualquier caso, actualmente inferior a 3G.* | *Bajo* |
| **Usuarios actuales** | *Usuarios itinerantes que previamente utilizaban GSM* | *Usuarios itinerantes que utilizan también infraestructura fija* | *Usuarios residenciales y de empresa* |
| **Arquitectura** | *Vertical, basada en planificación de operador* | *Horizontal, enfoque descentralizado* | *Vertical, basada en planificación de operador* |
| **Base tecnológica** | *Telefonía celular (3GPP)* | *Redes de área local inalámbricas (IEEE 802.11)* | *ADSL, Cable, Fibra óptica* |
| **Coste de despliegue** | *Elevado* | *Bajo para zonas limitadas* | *Muy Elevado* |
| **Flexibilidad de despliegue** | *Baja* | *Muy elevada* | *Baja* |

**Tabla 3-14: Comparación entre características de tecnologías de acceso**

*Fuente: Elaboración propia*

Para el análisis de relación entre WiFi, 3G y la red fija se han utilizado como punto de partida tanto las conclusiones obtenidas en el resto de apartados, como la literatura existente de análisis comparado de WiFi con 3G, entre la que destacan las referencias [Lehr et al., 03], [Bauer et al, 04], [Bergkwist et al., 02], [Jansen et al, 05] y [Gunasekaran et al., 05].

### 3.7.1 TECNOLOGÍA DE RED

Tal como se ha analizado en apartados anteriores, el conjunto de estándares y técnicas de transmisión en que se fundamenta WiFi es distinto y plantea una evolución independiente de los utilizados en 3G y en tecnologías fijas, no detectándose situaciones de convergencia tecnológica de WiFi con ninguna de estas tecnologías.

Dado que WiFi comparte características comunes con las tecnologías fijas como el elevado ancho de banda, y con 3G, comparte la capacidad de acceder a servicios comunes en itinerancia, existen ámbitos de competencia potencial en aquellos servicios que pueden ser proporcionados por WiFi y por las demás tecnologías, como son el acceso residencial (competencia con redes fijas) y el acceso a servicios en uso itinerante (competencia con 3G).

Wifi puede actuar a su vez en determinados contextos como tecnología complementaria del acceso fijo y de 3G:

- En lo que respecta a la tecnología fija, Wifi se utiliza profusamente por parte de los operadores de tecnología fija, como extensión inalámbrica de corto alcance en las ubicaciones en que se proporciona servicio fijo y puntualmente como un sustituto del servicio fijo en zonas donde no existe. Hay pocas situaciones donde WiFi resulte competitivo como tecnología alternativa a las redes fijas, existiendo otras opciones como LMDS, WiMax o el satélite que en muchos casos son más adecuadas.

- Respecto a 3G, WiFi teóricamente puede actuar como complemento de acceso de alta

velocidad para los operadores de telefonía celular. Bajo este esquema, el usuario utiliza la infraestructura WiFi proporcionada por el operador de telefonía celular en ubicaciones donde se dispone de hotspots para proporcionar un acceso más rápido sobre terminales duales WiFi/3G. Aunque la literatura al respecto es abundante (véase por ejemplo [Lehr et al., 03]), hasta el momento los operadores celulares han utilizado escasamente este modelo para utilizar WiFi como complemento a 3G.

Las tendencias actuales de convergencia entre tecnologías se fundamentan en la separación por capas del transporte, el control y el servicio, de manera que cada servicio pueda apoyarse de forma simultánea o alternativa en distintas redes y tecnologías de acceso, para proporcionar los servicios de forma ubicua y transparente a la tecnología de acceso utilizada. Tanto las redes de nueva generación (New Generation Networks, NGNs), promocionadas por ITU y los operadores de redes fijas, como IMS (IP Multimedia Subsystem), promocionado por 3GPP y los operadores celulares, contemplan el uso complementario de WiFi con tecnologías fijas y móviles. Asimismo, la literatura existente sobre la cuarta generación de móviles hace hincapié en el uso combinado de las diversas tecnologías inalámbricas, y de éstas con los accesos fijos para suministrar servicios de forma transparente a la tecnología de acceso utilizada ([Forge, 03], [Bauer et al, 04]).

La oferta actual de uso convergente se encuentra en sus estadios iniciales, y se centra en el uso del estandar UMA (Unlicensed Mobile Access) que permite a los operadores de redes celulares de segunda generación proporcionen servicio de voz sobre GPRS y WiFi, de forma transparente a la tecnología utilizada [Uma Technology, 06]. TeliaSonera en Dinamarca ofrece este servicio sobre su propia red GSM, facilitando el acceso a través de la red fija del cliente en su domicilio mediante el uso de un teléfono dual GSM/WiFi [Observer, 06]. A medio plazo es posible que los operadores de red fija y celular se apoyen en estos modelos de convergencia para utilizar de hacer un uso de WiFi integrado en sus redes, aunque es más probable que las posibles estrategias de convergencia se articulen en torno a 3G e IMS.

Así pues, en lo que respecta a la tecnología, sí existe una tendencia hacia la convergencia entre tecnología fija, celular, y Wifi, basada en la separación de los niveles de transporte, control, y servicio, que aunque actualmente no se ha desarrollado para el suministro servicios de forma coordinada, puede actuar a medio plazo como habilitador de la convergencia tecnológica de redes y servicios.

### 3.7.2 TERMINALES

Tal como se analizó en el apartado 3.1.4, existe una tendencia creciente hacia la convergencia entre terminales, evolucionando éstos hacia la diferenciación de terminales basada en sus características físicas (peso, tamaño de pantalla, etc.) y no en la tecnología de acceso utilizada.

Así, en lo que respecta a la convergencia entre ordenadores, los ordenadores portátiles de forma creciente se dotan de capacidades de comunicación fija (ethernet para conectar a módems ADSL, cable módems o redes de área local), junto con acceso basado en WiFi para facilitar la movilidad. En los terminales 3G se produce la convergencia entre las PDA y los teléfonos inteligentes, hacia dispositivos de mano equipados de forma simultánea con acceso 3G y WiFi.

Precisamente, debido a esta tendencia hacia la convergencia, existe una tendencia a que la competencia en el ámbito de los equipos terminales no está basada en el uso de unas u otras tecnologías de acceso sino en las características de los propios terminales. En definitiva, si bien actualmente existe una diferenciación de los terminales en base a la tecnología de acceso, la tendencia es hacia la convergencia y el uso de éstos de forma transparente a la tecnologías de acceso. El elevado consumo de potencia de las conexiones WiFi respecto a 3G plantea un reto

adicional para las redes WiFi, que sitúa a esta tecnología actualmente en inferioridad de condiciones para actúar como sustituto efectivo de 3G, si bien se está avanzando de forma significativa en la reducción del consumo para facilitar el uso intenso de WiFi en equipos terminales de mano ([Gupta et al, 07]).

### 3.7.3 SERVICIOS

En el apartado 3.5 se ha comprobado que los servicios más demandados, como la transmisión de voz, el acceso a páginas web, y el correo electrónico, pueden ser suministrados por cualquiera de las tres tecnologías, si bien existe una relación inversa entre el ancho de banda proporcionado y la posibilidad de soporte a movilidad e itinerancia en el uso, situándose WiFi en un punto intermedio entre las tecnologías fijas y las celulares.

Esta característica de convergencia en muchos de los servicios disponibles en 3G [UMTS Forum, 00a] facilita tanto la competencia de WiFi con la tecnología celular, basada en la similitud de la oferta, como su uso de forma complementaria, aprovechando las mejores capacidades de WiFi en determinados aspectos. Así, por ejemplo, los servicios 3G sobre los que los usuarios muestran más interés, como la descarga de música [Europa Press, 06], y la mayoría de servicios citados como fuente de negocio de 3G (envío de correo electrónico, publicidad, solucines de negocio, servicios de información, navegación por la web y acceso a contenidos multimedia [Maitland et al, 02]) pueden ser replicados en WiFi con ventaja.

Como WiFi no presenta una fortaleza clara de forma simultánea respecto a las tecnologías fijas y celulares, ya que su calidad de servicio es inferior a la de la tecnología fija, y las coberturas amplias e integrales que ofrecen las redes celulares no son replicables en WiFi, resulta complicado utilizar WiFi como un sustituto en competencia para suministrar los mismos servicios, centrándose la fortaleza de WiFi en aquellos servicios que hagan uso de una combinación simultánea de elevados anchos de banda y movilidad, segmento en el que no existe un mercado amplio.

Así, los operadores de 3G basan su oferta en proporcionar servicios con cobertura amplia, mientras que los que utilizan Wifi como tecnología de acceso se basan en proporcionar servicios con un ancho de banda elevado en ubicaciones determinadas [Bauer et al, 04].

Respecto a la actuación como tecnología complementaria para proporcionar servicios, sí existen nichos de mercado relevantes en combinación tanto con 3G como con las tecnologías fijas. Tal como se ha indicado previamente, los operadores de red fija pueden utilizar WiFi como tecnología complementaria para para dotar a su oferta de conexión de una cierta itinerancia, empaquetando el acceso a través de hotspots con la oferta de acceso fijo. A su vez, los operadores celulares pueden apoyarse en WiFi para suministrar servicios con un mayor ancho de banda en determinadas ubicaciones como los aeropuertos, donde pueden reforzar su oferta, planteando ofertas de servicios empaquetados que les permitan obtener ventajas utilizando WiFi y 3G de forma complementaria [Lehr et al., 03]. Este es el caso por ejemplo de Vodafone, que ofrece a sus clientes de contrato precios preferentes e integración en factura del uso de hotspots WiFi sobre los que presta servicio. No obstante, los movimientos en este sentido han sido escasos y los operadores integrales como Telefónica, que disponen de oferta fija y celular, evolucionan hacia la integración entre estas dos tecnologías, por sus mejores características combinadas de puntos fuertes, no habiendo sido el acceso WiFi parte de la estrategia de complementariedad WiFi para suministrar servicios itinerantes de forma combinada.

En resumen, existe convergencia entre los servicios proporcionados por WiFi y el resto de tecnología, lo cual permite la competencia de WiFi como tecnología de acceso para mercados similares, si bien las fortalezas de WiFi se centran en la competencia en la provisión de servicios de elevado ancho de banda en itinerancia, siendo éste un mercado poco desarrollado. El uso de WiFi como tecnología complementaria por parte de los operadores fijos y celulares es también

posible, aunque se encuentra poco desarrollado aún.

### 3.7.4 ACTORES PARCIPANTES

Tal como se ha indicado en la introducción, los actores que protagonizan los despliegues de tecnologías fijas y celulares se corresponden con grandes operadores con elevadas capacidades financieras, necesarias para realizar los amplios despliegues que caracterizan a estas redes, cuyo coste y economía de escala son elevados [Bauer et al, 04]. Por el contrario, la tecnología WiFi permite la participación de actores más modestos que realizan despliegues aislados, cuyo coste es inferior al planteado por el despliegue de 3G para ubicaciones específicas[16]

Esto implica que no existe una convergencia de actores, salvo en lo que respecta a despliegues de redes públicas WiFi realizados por operadores de tecnologías fijas o celulares, en donde el proveedor que explota el servicio es en ambos casos el mismo. En lo que respecta al resto de despliegues, los actores que participan en las redes WiFi son distintos, como ayuntamientos, comunidades ciudadanas, y pequeños operadores que no participan en general en el despliegue de redes fijas y celulares. Asimismo, los operadores de redes fijas no suelen apoyarse en redes públicas WiFi desplegadas por terceras partes, excepto para utilizar roaming en zonas a las que no tienen acceso con sus propias redes (véase el ejemplo de Telefónica en Cataluña en el anexo I). En algunos casos en redes celulares, (como es el mostrado en el anexo I para Vodafone), el servicio ofrecido mediante WiFi sí se apoya en redes desplegadas por terceras partes, si bien no es un servicio utilizado habitualmente aún por los clientes de redes celulares.

Así pues, actualmente los actores que despliegan redes públicas WiFi actúan en competencia cuando coinciden en la oferta de servicios, pero no cooperan en las cadenas de valor de los operadores de fijos y celulares, salvo en casos puntuales, ya que los grandes operadores construyen la oferta de hotspots basándose en la infraestructura WiFi propia.

### 3.7.5 MODELOS DE NEGOCIO

Las diferentes características de los actores que participan en el despliegue de esta tecnología respecto a las tecnologías fijas y celulares, así como la sencillez y bajo coste de su despliegue en zonas pequeñas, marcan que los modelos de negocio planteados en base a WiFi no sean convergentes con los de la tecnología fija y celular, excepto cuando los operadores de redes fijas o celulares utilizan las redes públicas WiFi como una capacidad adicional en la mejora de servicios basados principalmente en fijo o celular, situación que como se ha analizado más arriba, no es habitual.

Así pues, los modelos de negocio no son convergentes debido a las diferentes características de los actores y despliegues de este tipo de redes respecto a las fijas y móviles. En el apartado siguiente, dedicado a al análisis de los mercados a los que se dirige la oferta sobre cada tecnología, se analizará si estos modelos de negocio, distintos que los modelos de las otras tecnologías, están orientados a mercados similares para actuar en competencia o de forma complementaria.

### 3.7.6 MERCADOS

Los mercados a los que va destinado WiFi cubren tres segmentos de usuarios:

1) Clientes residenciales que no disponen de oferta basada en infraestructura fija y utilizan las redes públicas WiFi como sustituto de la red fija.

[16] *Esta ventaja basada en coste inferior de despliegue de WiFi respecto a 3G en zonas pequeñas no es necesariamente cierta para despliegues amplios integrales como los planteados por las redes 3G [Lehr et al., 03], ya que las economías de escala de WiFi son menores que las de 3G.*

2) Clientes residenciales que, disponiendo de oferta de infraestructura fija, están dispuestos a sacrificar parte de la calidad y ancho de banda del servicio a cambio de unos precios más favorables.

3) Clientes itinerantes que acceden a los servicios desde otras ubicaciones distintas a su domicilio o empresa.

En el primero de los casos, el mercado es complementario con el de la red fija ya que los clientes son distintos. En el segundo se plantea una competencia entre los actores que utilizan cada una de las tecnologías, en donde la fortaleza en prestaciones y calidad de servicio ofrecida por la infraestructura fija es combatida en base a unos mejores precios o servicio gratuito por los actores que utilizan WiFi para compensar la inferioridad tecnológica de la propuesta de servicio. En el caso de los clientes itinerantes, la tecnología WiFi actúa como competencia o complemento de las redes móviles 3G, dependiendo de si el operador celular hace uso de la red pública WiFi como un factor de valor añadido para su propia red, tal como se propone en [Gunasekaran et al., 05].

En la práctica, tal como se muestra en el apartado 7, los modelos de negocio exitosos que se basan en la tecnología WiFi para competir actualmente están centrados en el mercado de itinerancia, compitiendo con las redes 3G para suministrar acceso en ubicaciones privilegiadas de probable acceso por parte de los usuarios.

### 3.7.7 CONCLUSIONES

Tal como se ha analizado, en la relación entre la tecnología WiFi y las tecnologías fijas y celulares coexisten las tendencias hacia la convergencia, la competencia y el uso de forma complementaria por lo que no tiene sentido decantarse directamente por una de estas tendencias en detrimento de la otra, siendo necesario tener en cuenta los distintos contextos en que se utilizan la tecnología WiFi para analizar su relación con el resto de tecnologías.

En la Tabla 3-15 y la Tabla 3-16 se resume el análisis realizado sobre las relaciones entre la tecnología WiFi, la telefonía celular de tercera generación y las redes fijas.

La relación actual entre WiFi y otras tecnologías está condicionada principalmente por la participación de diferentes actores y modelos de negocio, que caracterizan a WiFi respecto al resto de opciones tecnológicas gestionadas por los operadores tradicionales y articuladas a través de modelos de negocio verticales. La convergencia clara de terminales y servicios ofrecidos por estas redes con el resto de tecnologías, supone que los modelos de negocio basados en WiFi se orientan hacia los mercados cubiertos tanto por las redes fijas como por las celulares.

En el caso del mercado de las redes fijas, las redes WiFi sólo cubren nichos en los que no existe oferta de red fija adecuada (por ejemplo, banda ancha rural) o actúan de complemento dentro de modelos de negocio dominados por la red fija (uso de puntos de acceso por parte de clientes residenciales). Las inferiores características de calidad de servicio y ancho de banda de las redes públicas WiFi impiden que esta tecnología actúe como una competencia real y efectiva de las redes fijas.

En el caso del mercado de las redes celulares, actualmente WiFi actúa como competencia de las redes 3G en ubicaciones privilegiadas, como los aeropuertos, para suministrar servicios basándose en un ancho de banda mayor y tarifas inferiores, o en otro tipo de despliegues basados en empaquetamiento de servicios o uso gratuito. Habida cuenta de la escasa madurez actual del mercado de 3G, aún no es posible evaluar el éxito de los modelos de negocio basados en WiFi respecto a los basados en 3G en estas ubicaciones.

| | Convergencia | Competencia | Complementariedad | Conclusión |
|---|---|---|---|---|
| **Red** | *No, el conjunto de estándares difiere* | - | *Sí, a través de IMS y NGNs* | *Uso futuro bajo esquemas complementarios y actual en competencia.* |
| **Equipos terminales** | *Sí* | *No* | *No, al converger en terminales únicos* | *Convergencia de equpos terminales* |
| **Servicios** | *Sí* | *No* | *Sí, al ser más adecuado 3G para elevadas coberturas y WiFi para elevado ancho de banda* | *Tendencia hacia la convergencia y complementariedad.* |
| **Actores** | *No* | *Sí* | *No* | *Los actores implicados son distintos y en general no colaboran los operadores tradicionales con los actores alternativos* |
| **Mercados** | *Sí* | *Sí* | *No* | *El mercado principal (itinerancia) es convergente* |
| **Modelos de negocio** | *No* | *Sí* | *Posible en un futuro* | *En un futuro, es posible que los modelos de negocio de 3G se apoyen en parte en despliegues WiFi* |

**Tabla 3-15: Relaciones entre 3G y WiFi**

*Fuente: Elaboración propia*

Las tendencias existentes hacia la convergencia de terminales, y de redes basándose en el uso integrado de diversas tecnologías de acceso, como las redes de nueva generación, IMS y 4G plantean un escenario de futuro a medio plazo de uso complementario de WiFi con otras tecnologías para suministrar servicios. Dado que las redes fijas y celulares están controladas por los grandes operadores de telecomunicación, serán éstos los que gobiernen los modelos de negocio basados en esta integración transparente para suministrar servicios al usuario. Estas capacidades de integración de tecnologías de acceso no están disponibles para los actores alternativos como ayuntamientos, iniciativas ciudadanas, y comercios, por lo que sus modelos de negocio se basarán en planteamientos alternativos que faciliten la competencia con las ofertas convergentes de los grandes operadores. En determinados casos, estos actores pueden actuar de forma complementaria a los grandes operadores, que podrían alcanzar acuerdos de roaming o de uso mayorista de la infraestructura de red WiFi para proporcionar servicio a sus clientes de forma transparente [Bergkwist et al., 02], pero será probablemente más habitual que los operadores tradicionales se apoyen en sus propios despliegues aplicando la integración vertical de redes y servicios.

En definitiva, WiFi actualmente es un complemento de la tecnología fija, y actúa en competencia con 3G en las ubicaciones donde se despliegan hotspots basándose en modelos de negocio alternativos a los planteados para 3G, y en un futuro la tendencia es a la convergencia de redes, terminales y servicios, bajo modelos de negocio gobernados por los grandes operadores y basados en el uso complementario de las tres tecnologías de forma transparente a los usuarios. Es aún pronto para evaluar las posibilidades de competencia de los modelos de negocio alternativos basados en Wifi de forma exclusiva, aunque es probable que existan nichos de mercado basados en acceso gratuito financiados mediante modelos de comercialización alternativos (publicidad, empaquetamiento de servicios, promoción pública, etc.) que coexistan

con el uso convergente de tecnologías por parte de los grandes operadores.

| | Convergencia | Competencia | Complementariedad | Conclusión |
|---|---|---|---|---|
| **Red** | *No, el conjunto de estándares difiere* | *Sí, para acceso residencial, pero con limitaciones para WiFi.* | *En uso residencial para extender servicio privado y WiFi actuando de tecnología alternativa* | *Competencia con superioridad técnica de tecnologías fija y complementaria para mejora de servicios fijos.* |
| **Equipos terminales** | *Sí para terminales en uso fijo* | *No* | *Sí, entre equipos terminales móviles y fijos* | *Convergencia basada en características de terminales y no en tecnología de acceso* |
| **Servicios** | *Sí excepto TV IP y acceso redes P2P* | *No* | *No* | *Convergencia en servicios no intensivos en ancho de banda de forma continua* |
| **Actores** | *No* | *Sí* | *Sí* | *Coincidencia sólo en titulares de ubicaciones, el resto de actores es distinto, salvo en el caso de las redes WiFi promocionadas por operadores de redes fijas que no es una pieza clave de la estrategia de estos actores.* |
| **Modelos de negocio** | *No* | *Escasa* | *No actualmente* | *Diferencias importantes en el modelo de comercialización de servicios* |

**Tabla 3-16: Relaciones entre Acceso fijo y WiFi**

*Fuente: Elaboración propia*

# 4 ANÁLISIS DE FACTORES ECONÓMICOS

Para analizar la configuración y viabilidad de cualquier modelo de negocio, los factores económicos son un aspecto clave, ya que limitan las estrategias de despliegue, oferta de servicios, comercialización y cooperación entre actores a aquellas que sean compatibles con la estructura de costes, ingresos y beneficios económicos aceptables para los actores que participan en cada punto de la cadena de valor y potencian aquellas que mejor aprovechen las caracterísiticas económicas específicas presentes.

El despliegue y explotación de redes de telecomunicación presenta condicionantes económicos específicos comunes a todas las industrias en red. De acuerdo con [Shy, 01] y [Shapiro et al., 99], las principales características de las industrias en red aplicables para las redes de comunicaciones son las siguientes:

- **Complementariedad:** Los servicios proporcionados por las redes de comunicaciones necesitan para su utilización efectiva de equipos terminales que pueden ser suministrados por el operador de telecomunicación o comercializado por otras empresas, pero que en cualquier caso son necesarios para disfrutar de los servicios y por tanto existe una dependencia clara entre los servicios ofrecidos por la red y los equipos terminales con los que se accede al servicio. Así mismo, el servicio de acceso que ofrecen de forma combinada las redes y los equipos terminales es a su vez complementario con los servicios de valor añadido a los que accede el usuario, como es el correo electrónico, o el acceso a sedes web, que son realmente los que suministran la utilidad a los usuarios. Esta propiedad marca que los mercados de las redes de telecomunicación deban ser analizados teniendo en cuenta los efectos indirectos de los mercados de productos complementarios, especialmente cuando la estructura de la oferta no se organiza en torno a mercados verticales que comprenden todos los bienes complementarios, como es el caso de estudio.

- **Compatibilidad y estandarización:** La compatibilidad entre bienes establece el grado en que éstos pueden ser sustitutivos de forma completa implicando bajos costes de cambio. La estandarizacón a su vez indica el grado en el que los bienes se encuentran normailizados, especialmente en sus interfaces con bienes complementarios. Un elevado grado de estandarización implica una elevada compatibilidad entre los bienes que se encuentran normalizados. Así, los equipos que se utilizan para acceder al servicio que proporcionan las redes suelen exhibir un elevado grado de normalización, lo cual facilita independizar el mercado de servicios de red y el de equipos terminales y dificulta la aplicación de estrategias de inmovilización de clientes basados en la compatibilidad.

- **Externalidad de red:** La externalidad de red supone que la utilidad que obtiene un usuario del consumo de un producto es creciente según se incrementa el número de usuarios que consumen ese mismo producto. Es una rasgo característico que comparten muchas redes de telecomunicaciones abiertas al uso público cuando el conjunto de usuarios y servicios accesibles está condicionado por el número de suscritores a la red en cuestión.

- **Inmovilización y costes de cambio:** Una vez que un usuario se encuentra suscrito a los servicios proporcionados por una red, el cambio a otro suministrador que le proporcione el mismo servicio o similar plantea unos costes derivados del aprendizaje de nuevos procedimientos de uso, pérdida de ventajas obtenidas con el proveedor actual, adaptación de equipos de acceso, o de cualquier otra naturaleza. Cuanto mayores sean los costes de cambio que se plantean de una red a otra, más fácil será retener a los clientes en la red en la que está suscrito y más dificil le resultará a los proveedores que actúan sobre redes alternativas atraer a clientes suscritos a otras redes.

- **Elevados costes hundidos:** La mayor parte de las redes de telecomunicaciones presentan importantes costes hundidos que actúan de barrera de entrada para los actores con menor capacidad financiera. Estos costes hundidos vienen generalmente impuestos por la necesidad de realizar obra civil para ubicar equipos y canalizaciones de cable o fibra, así como del coste de licencias necesarias para la operación. Cuanto mayores sean los costes hundidos, mayores serán las barreras económicas de entrada y los actores con menor capacidad financiera, se veran incapacitados para desplegar y explotar las redes correspondientes.

- **Economías de escala:** En todas las redes, y especialmente en las redes de comunicaciones se plantean el efecto de economía de escala, mediante el cual el coste marginal de suministrar servicio a un usuario adicional es decreciente según crece el número de usuarios. Este efecto se debe a que existen muchos componentes del coste de proporcionar el servicio que son independientes del número de usuarios o que no crecen en la misma medida que lo hace el número de usuarios de la red, siendo gran parte de ellos costes hundidos no relacionados con el volumen de usuarios.

- **Economías de alcance:** Las redes de telecomunicaciones, especialmente aquellas basadas en IP, permiten suministrar de forma simultánea varios servicios, como puede ser el acceso a Internet, la voz, o el acceso a canales de televisión. Esto facilita implantar economías de alcance entre varios servicios que se apoyan en una única red, y amortizar el despliegue de la red de manera más rápida, proporcionando servicios para diversos segmentos de mercado y realizando ofertas de servicios empaquetados que aumenten el atractivo para posibles clientes, elevando simultáneamente el coste de cambio para los clientes existentes cuando no disponen de ofertas empaquetadas equivalentes de otros suministradores.

En el presente apartado se analizarán estos aspectos característicos de las economías en red aplicado a las redes públicas basadas en uso libre del espectro con el objetivo de responder a las siguientes preguntas relevantes para analizar la disruptividad, factores implicados y viabilidad de estas redes:

- ¿cuáles son las diferencias existentes con otras redes en los condicionantes económicos que supongan modelos de despliegue, comercialización, participación de actores y estrategias distintas a las aplicadas sobre otras tecnologías?
- ¿Cuáles son las implicaciones sobre la configuración de los modelos de despliegue de red y explotación basados en estas tecnologías?
- ¿Cuáles son las implicaciones sobre los modelos de titularidad y participación en el despliegue y explotación de estas redes?

El análisis económico que se presenta a continuación hará especial hincapié en dos aspectos económicos de especial importancia en el despliegue y explotación de cualquier red y que en el caso de las redes públicas basadas en uso libre del espectro marcan especialmente la viabilidad y configuración de los modelos de negocio: la estructura de costes y las implicaciones sobre la participación de actores. Para realizar el análisis se comparará la situación de las redes WiFi (la tecnologías basada en uso libre del espectro que se se utiliza habitualmente para el despliegue de redes públicas, tal como se analizó en el apartado 3.1) con las redes de acceso fijas basadas en cable y fibra óptica y las redes celulares, que soportan servicios similares a los proporcionados por estas redes.

## 4.1 ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES ECONÓMICAS

### 4.1.1 COMPLEMENTARIEDAD

Tal como se ha indicado y analizado en el apartado 3.1, para disfrutar de los servicios proporcionados por las redes WiFi, el usuario debe disponer de un equipo terminal compatible con el protocolo de acceso que soporte la red (IEEE 802.11 b/g/a). Así mismo, los servicios de información que presta Internet, son también bienes complementarios de este tipo de redes, al ser el objeto principal del uso de estas redes acceder a estos servicios. La existencia de estos dos bienes complementarios marcan dinámicas de dependencia y externalidades indirectas entre ambos mercados (analizadas en el apartado 4.1.4).

Al contrario que en las redes celulares, donde el suministrador del servicio participa en el suministro del equipo terminal mediante subvenciones a los teléfonos móviles adaptados para uso exclusivo en la red del operador, en las redes públicas WiFi el suministrador del servicio no actúa en el mercado de los equipos terminales. Esto es, los equipos terminales y tarjetas para adaptar equipos existentes, son comercializados por suministradores distintos a los operadores de los servicios (fabricantes de ordenadores, PDAs y teléfonos inteligentes) que no tienen relación comercial con los proveedores del servicio.

Las redes fijas disfrutan de un grado de normalización similar a las redes WiFi, ya que la práctica totalidad de los equipos que se utilizan (ordenadores fijos y portátiles), disponen de la tarjetas Ethernet que facilitan la conexión a los routers que suministra el operador con el servicio, siendo pues también elevado el grado de normalización en las interfaces entre la red y los equipos terminales.

Así pues, al igual que en el resto de tecnologías, sí existe en el caso de WiFi una complementariedad entre los servicios proporcionados por la red y los equipos terminales que se utilizan para su acceso. Al contrario de lo que sucede en el mercado de las comunicaciones celulares, los operadores de redes WiFi no se apoyan en esta situación para incentivar la adhesión de los usuarios a la red mediante subvenciones a la adquisición de equipos terminales de uso exclusivo en la red.

Aunque no es descartable que en un futuro se planteen situaciones en las que los fabricantes de equipos y los operadores de redes WiFi planteen sinergias para la comercialización ligada de equipos y servicio, no es previsible que a corto plazo adopten este tipo de estrategias por las siguientes razones:

- Si bien en teoría es posible limitar las capacidades de conexión de los equipos terminales al servicio proporcionado por un operador, la utilidad del equipo quedaría muy reducida para el usuario, reduciendose también en consecuencia el atractivo de la oferta, ya que los operadores no ofrecen servicio ubicuo como es el caso de los operadores celulares y el usuario espera poder utilizar el equipo terminal en cualquier red WiFi, sea o no la del operador que subvencionaría el equipo.

- Los bajos ingresos que proporcionan estas redes hasta el momento y los modelos de explotación no orientados a maximizar los ingresos que se aplican en muchos casos, no justifican el coste de la subvención de equipos.

Esta situación limita las posibilidades de actuación de los operadores WiFi para aprovechar las sinergias derivadas de la complementariedad entre equipos terminales y red. Así, los operadores de redes WiFi tienen una dependencia importante del mercado de equipos terminales. Si bien, tal como se analizó en el apartado 3.1.4 existe un crecimiento importante de ordenadores portátiles, en el caso de los teléfonos inteligentes dotados de conectividad celular y WiFi, existe un control importante del mercado por parte de los operadores celulares, que pueden movilizar las capacidades de subvención de equipos terminales para capturar una parte del mercado de servicios WiFi, comercializando el servicio WiFi de manera conjunta al

servicio celular. No obstante, la estrategia de adaptar el terminal para que solo pueda ser utilizado en la red de hotspots del operador no se aplica, debido a la merma del valor para el usuario que espera poder utilizar el equipo terminal en cualquier red WiFi y no exclusivamente en los hotspots controlados por el operador celular.

Así pues, el mercado de las redes WiFi se caracteriza por ser complementario con los equipos terminales y los servicios de información que presta el acceso a Internet. Ninguno de estos mercados está controlado por los actores que participan en el despliegue de redes WiFi, no existiendo ofertas verticales de servicio que aprovechen esta complementareidad.

### 4.1.2 COMPATIBILIDAD Y ESTANDARIZACIÓN

La compatibilidad entre equipos terminales y redes de acceso está garantizada en el caso de WiFi por la estandarización existente tanto en lo que respecta a los protocolos utilizados y normalizados por el IEEE como por las certificaciones de interoperación entre equipos que acredita la WiFi-Alliance, tal como se ha analizado en el apartado 3.1.2. Así, todas las redes WiFi muestran un elevado grado de compatibilidad derivada de la normalización tecnológica subyacente.

En el caso de las redes WiFi, la estandarización ha sido impulsada no tanto desde los operadores de redes públicas WiFi, como por parte de los equipos fabricantes que impulsaron esta normalización originalmente para el uso privado de dispositivos que se basan en esta tecnología con el objetivo de aprovechar las importantes economías de escala que se derivan de la compatibilidad entre equipos ([Desruelle et al., 96]), así como las externalidades presentes con bienes complementarios como son las redes públicas y privadas WiFi. Tal como se analiza en el apartado 5.2.1, y muestra el análisis de campo realizado en el anexo II, el mercado de los fabricantes de equipos se encuentra fragmentado y no existe un control vertical del mercado de equipos, lo cual ha facilitado que todos los fabricantes se adhieran a un estandar común [Economides et al, 97], planteando estrategias de diferenciación basadas en valores añadidos (como facilidades extendidas de gestión de los equipos) sin desviació del estandar en los aspectos de interoperación entre red y equipos terminales.

Así, los operadores de redes WiFi se han encontrado un marco de competencia en el que existía una estandarización y sobre el que no se podían plantear estrategias de desviación del estándar debido a la complementareidad existente con los equipos terminales que se encontraban ya normalizados y sobre el que los operadores WiFi no tienen control.

Esta situación de estandarización consolidada y compatibilidad entre equipos dificulta la posibilidad de configurar mercados cautivos basados en adopción de diferentes modalidades de protocolos entre la red y los equipos terminales, estando planteado intencionadamente el servicio por parte de estos operadores, como accesible para cualquier equipo terminal que disponga de capacidades WiFi. De esta manera, el elevado grado de normalización de los protocolos utilizados facilita que cualquier usuario potencial que disponga de un ordenador equipado con WiFi (como lo están de hecho la mayoría de los ordenadores portátiles) o un teléfono inteligente dotado de esta capacidad (que es un mercado en crecimiento), pueda hacer uso del servicio.

Las redes públicas WiFi presentan, pues una fortaleza derivada de la estandarización que marca que todas ellas sean compatibles y formen en consecuencia un mercado relevante único de cara a aprovechar las posibles externalidades positivas [Katz et al., 85]. . Esta fortaleza se ve minorada por el escaso control que pueden ejercer la mayoría de actores que actúan en este mercado sobre los equipos terminales cuya disponibilidad es necesaria para hacer uso del servicio.

### 4.1.3 COSTES DE CAMBIO

Las redes públicas WiFi presentan en general unos costes cambio bajos debido a los siguientes factores:

- Elevada compatibilidad entre redes que facilita el uso indistinto de ellas para acceder a servicios similares con los mismos equipos terminales.
- Facilidad de contratación del servicio en el momento, que facilita ser usuario simultáneo de varias redes dependiendo de la ubicación en que se desee acceder.

Las estrategias de fidelización aplicadas por los operadores para aumentar los costes de cambio pasan por la agregación o despliegue de un número elevado de hotspots en ubicaciones privilegiadas para los cuales se aplica una única facturación y establecimiento de tarifas planas. Los operadores tradicionales que despliegan hotspots aplican también estrategias de facturación única de servicios (incluir los cargos por el uso de hotspots de su red en la factura del resto de servicios).

Aunque estas estrategias tienen un efecto relevante en ubicaciones especialmente privilegiadas como son los aeropuertos, la elevada compatibilidad entre redes y la facilidad de contratación (bajo acceso gratuito sin autenticación en muchos casos) tiene un efecto más importante en le resto de ubicaciones para que los costes de cambio entre redes WiFi no sean relevantes en la elección del usuario.

### 4.1.4 EXTERNALIDAD DE RED

La externalidad de red ha sido tradicionalmente un factor muy relevante en la dinámica de crecimiento y competencia de los servicios y redes de telecomunicación, al adquirir el servicio más valor para el consumidor individual según va creciendo la base de usuarios conectados, al poder comunicarse con un mayor número de usuarios utilizando la red.

Las externalidades tienen lugar cuando las transacciones que se producen en un mercado determinado afectan a otros actores que no participan directamente en la transacción, bien dentro del mismo mercado, bien fuera de él. En el caso particular de la externalidad de red, el el impacto que tiene la incorporación a la red de un actor adicional tiene lugar sobre el valor que tiene el servicio que presta la red para el resto de usuarios que forman parte del mismo mercado, esto es *la utilidad que obtiene un usuario derivada del consumo de un bien se incrementa con el número de otros agentes que consumen el bien* [Katz et al., 85].. Cuando existen externalidades de red importantes (el impacto de la incorporación o salida de la red de usuarios sobre el valor del servicio para el resto de participantes es significativo respecto a otros factores), la dinámica de competencia entre actores y de suscripción a la red se ven afectadas. Así mismo, en presencia de externalidades de red, la competición perfecta es ineficiente a efectos de bienestar social, al ser mayor el beneficio social marginal derivado de la expansión de la red que los beneficios que obtiene la empresa. Así, una dinámica de competencia perfecta en presencia de externalidades de red dará lugar a redes más pequeñas que las socialmente óptimas y para costes marginales relativamente elevados la competición perfecta no suministrará el bien cuyo suministro es socialmente óptimo ([Economides, 96], [Katz et al., 94]).

En los casos más extremos la externalidad puede llevar a dinámicas monopolistas basadas en externalidades positivas o degradación de bienes externos por externalidades negativas, que sea necesario corregir mediante el incentivo de la internalización de externalidades entre actores, regulación de la competencia, o sustitución de la dinámica de mercado por modelos de titularidad y/o gestión pública orientados a maximizar el beneficio social cuando no puede lograrse mediante la libre competencia.

En todos aquellos casos en que las redes de telecomunicaciones se despliegan en monopolio o en competencia entre redes desconectadas o no compatibles, o en las que existen costes más elevados para conectarse a usuarios externos a la red sobre la que se prestan los servicios, los efectos de la externalidad de red suponen que la utilidad de los servicios prestados por la red a los usuarios crece según aumenta la base de usuarios, al aumentar las conexiones disponibles ($n^2$ según la ley de Meltcafe o nlog(n) según la ley de Odlyzko [Tongia et al, 07]). La tasa de crecimiento de la utilidad del servicio respecto al número de usuarios que se incorporan a la red es dependiente de la naturaleza específica del servicio prestado, de la utilidad derivada de la posibilidad de comunicación con cada usuario incorporado (no todos añaden necesariamente la misma utilidad para cada participante) y del volumen de usuarios ya incorporados (por ejemplo, cuando una vez alcanzada una masa crítica, disminuye el incremento de utilidad marginal de incorporar a más usuarios en la red o se reduce a cero [Liebowitz et al. 94]).

En la situación actual de redes interconectadas para acceder a los servicios, el efecto de la externalidad de red en cada una de estas redes,, los efectos de externalidad de red se encuentran en general más amortiguados, , pues desde una red dada se puede conectar con todos los usuarios que disfrutan del servicio accediendo a través del resto de redes. Así, un usuario de telefonía de cualquier operador puede comunicar con cualquier usuario del servicio de telefonía pública que esté suscrito en el servicio proporcionado por otros operadores y por tanto, si las tarifas que se fijan para todas las llamadas telefónicas es igual, la utilidad para los usuarios de acceder al servicio no es dependiente del número de clientes de la red, sino del número de usuarios suscritos al servicio a través de cualquier proveedor[17]. Esto es, la externalidad de red se produce sobre el conjunto de redes que son compatibles[18] entre sí que forman un único mercado relevante para el análisis de la externalidad.

En el caso particular de las redes WiFi, el análisis de externalidad se concreta en los siguientes efectos de externalidad directa e indirecta[19]

- **Presencia de externalidad positiva en redes malladas colaborativas.** Esta externalidad aplica a los modelos de despliegue que se basan en utilizar una arquitectura de redes malladas en la cual la infraestructura de red aportada por cada participante, que a la vez es usuario de la red, se utiliza como parte de la red de backhaul (analizados en sus aspectos técnicos en el apartado 3.3.2).

  En este caso, cada nuevo usuario adicional ayuda a incrementar la utilidad de la red para el resto de los usuarios, aumentando y extendiendo geográficamente la capacidad de transmisión, especialmente en aquellos casos en que existen deficiencias de cobertura de red fija para utilizar como backhaul. Así, las iniciativas ciudadanas que han tenido más éxito, actúan en entornos de este tipo (como es el caso de Freifunk en Berlín Este), basando su crecimiento en el aumento de utilidad de la red al ir aumentando su capilaridad y capacidad de transporte según va creciendo la red. Adicionalmente, en las iniciativas ciudadanas, el crecimiento de la base de participantes supone disponer de un foro más amplio de intercambio de información técnica y experiencia, que es una motivación importante de los usuarios que participan en estas iniciativas, según se verá en el apartado dedicado a analizar los intereses y capacidades de estos actores (6.4).

[17] *Cuando se establecen tarifas distintas para comunicar con clientes de la red en la red en la que se está suscrito y con clientes de otras redes, como sucede en la telefonía celular, sí que existe externalidad interna a cada red, al tener asociada una mayor utilidad aquellas redes que tengan más usuarios suscritos, con los cuales resulta más barato comunicar [Grajek, 07].*

[18] *Debe recordarse que en el contexto de las propiedades económicas, dos redes son compatibles cuando prestan una utilidad similar al usuario, concepto distinto al de la compatibilidad técnica entre equipos, si bien están relacionados, al facilitar la estandarización de protocolos entre red y equipos terminales ("compatibilidad técnica"), la compatibilidad económica de las redes.*

*19 La externalidad directa se produce internamente en el mercado del bien en cuestión, sin intermediación de otros bienes complementarios, mientras que la externalidad indirecta se apoya en efectos derivados en mercados de bienes complementarios (véase [Clements, 04])*

Para entornos con disponibilidad de banda ancha fija para su uso como backhaul, el modelo de redes malladas colaborativas no exhibe una externalidad tan importante, al no estar clara la ventaja obtenida de extender la red mediante la aportación de los usuarios en vez de hacer uso de la red fija como backhaul.

- **Ausencia de externalidad directa positiva entre usuarios de una misma red para el resto de iniciativas.** Este tipo de redes están centradas primordialmente en suministrar servicio de acceso a Internet. Es decir, cada usuario nuevo, independientemente del número de usuarios que tenga la red dispone de acceso a todos los recursos disponibles en Internet y puede comunicarse con cualquier otro usuario que esté conectado a la red mundial. Así, la red planteará la misma utilidad independientemente de la base de usuarios existentes sobre la red en cuestión.

  Si bien cuanto mayor es el número de usuarios de una red dada, el coste de suministro del servicio es menor para cada uno de ellos y esta ventaja puede transferirse al usuario planteando unas tarifas menores, este efecto es indirecto y está derivado de la economía de escala presente no en el lado de la demanda como corresponde a las externalidades de red, sino en el lado de la producción ([Chou et al., 89] y [Lemley et al., 98]). El efecto de la economía de escala para las redes WiFi se analiza en el marco del análisis de la estructura de costes (apartado 4.1.5).

  La ausencia de externalidad positiva entre usuarios de una misma red permite que la las redes modestas en usuarios no se vea penalizada para competir con a las redes que gozan de un número elevado de usuarios. El hecho de que todas las redes sean compatibles al existir una elevada estandarización entre equipo terminal y red, combinado con la sencillez de la contratación del servicio (no contratación en el caso de redes abiertas sin autenticación) y que la ubicación es un parámetro muy relevante, facilita la existencia de hotspots desplegados por comercios que tienen una base de usuarios pequeña.

  Aunque potencialmente en estas redes existe la capacidad de implantar externalidades positivas dentro de una red basándose en servicios adicionales disponibles solo en la red WiFi del proveedor, como los servicios basados en localización o Voz sobre IP restringida a usuarios de una red determianda, tal como se ha analizado en el apartado 3.5, estos servicios están poco desarrollados sobre la tecnología WiFi y no plantean una dinámica relevante de externalidad.

- **Presencia de externalidad directa positiva en el mercado en su conjunto.** El conjunto de redes públicas WiFi sí presenta una externalidad directa positiva derivada de que cuanto mayor es el uso que se hace del conjunto de redes, mayor es la utilidad que presenta para cada usuario el servicio potencial que presta cada una de las redes, ya que los nuevos usuarios se acostumbran a utilizar la tecnología WiFi para acceder a servicios de telecomunicaciones bajo modelos ubicuos y adquieren o usan terminales que son compatibles para todas las redes WiFi. Esta externalidad se ve aumentada por la externalidad indirecta derivada del uso de dispositivos WiFi en redes privadas que aumenta la utilidad de las redes públicas WiFi para los usuarios que disponen de los correspondientes equipos terminales de acceso.

  En definitiva, al crecer el número de usuarios, crecen también las iniciativas de despliegue y operación de redes, creciendo el número de ubicaciones donde el servicio está disponible, incrementando en consecuencia la utilidad de todas ellas al incentivar al usuario a usar los servicios itinerantes en un mayor número de ubicaciones.

- **Potencial externalidad directa negativa en el uso del espectro.** Tal y como se analizó en el apartado 3.4.2 dedicado a la regulación del espectro que usa esta tecnología, todas las redes comparten unas bandas comúnes del espectro. Dado que éste es un recurso escaso que presenta rivalidad en el consumo, un uso cercano a los límites de capacidad supone una degradación en las prestaciones y pérdida de calidad de servicio debido a las interferencias. Aunque según lo analizado en el apartado 3.4.6 y la evidencia existente en general aún no se han alcanzado estos límites, y el número de redes por ubicación gestionando tráfico real es bajo, lo cierto es que esta externalidad negativa supone una limitación del número de redes que pueden hacer uso de forma simultáneo de las mismas bandas del espectro.

  En cualquier caso, en el caso particular de ubicaciones privilegiadas como son los aeropuertos, sí existe actualmente suficiente demanda de despliegue de redes para que en la práctica no exista espectro disponible para desplegar tantas redes como sean sostenibles económicamente por la demanda. Esta situación no deriva en interferencias aunque sí en limitación de la oferta, porque en general los gestores de las ubicaciones privilegiadas tienen a alcanzar acuerdos de exclusividad de uso de la ubicación con un único operador o dos operadores que despliegan la red y explotan la red de hotspots comerciales [Efimov et al., 04].

  En consecuencia, esta externalidad negativa actualmente no es relevante y no supone una limitación práctica del crecimiento a corto plazo, aunque sí puede suponerlo a largo plazo, derivando en una degradación propia de los bienes comunales ("commons") que se analiza en el apartado 4.1.6. En el caso hacerse patente este riesgo, las administraciones probablemente ampliarán el espectro de uso libre para que la sociedad se vea favorecida por el uso de estas redes (ver apartado 3.4.6).

- **Potencial externalidad directa negativa en la intensidad de uso de la red.** Al igual que en la mayoria de redes bidireccionales, cuanto mayor es el tráfico en una red dada, una vez superado cierto umbral, mayor es la probabilidad de congestión de la red. Esto es un problema potencial común a todas las redes de telecomunicaciones en la que el tráfico aumenta con el uso del servicio[20] y en general los efectos derivados de esta externalidad no suelen materializarse, ya que bajo los modelos tradicionales de negocio un aumento de los clientes supone un aumento de los recursos financieros que permite realizar inversiones para aumentar a su vez los recursos de red y evitar así esta externalidad negativa.

  En el caso particular de las redes WiFi, una parte de los modelos de explotación sí se puede ver afectada por esta externalidad negativa. En concreto, este efecto impacta en el crecimiento de los modelos de explotación que se basan en compartir el uso privado de la conectividad WiFi con un uso marginal público sin contraprestación económica como son las comunidades ciudadanas basadas en modelos de "wireless commons" o agregadores como FON o Meraki (el análisis de este modelo de explotación se realiza en el apartado 8.3). Así, mientras el tráfico público se mantiene bajo, el usuario no tiene una penalización apreciable en su consumo propio. Cuando el número de usuarios crece, el usuario no dispone de incentivos para hacer crecer la red en consonancia (añadiendo puntos de acceso o contratando mayor ancho de banda de acceso a Internet) y el servicio al público se degrada. Esto es, no existe un incentivo para evitar esta externalidad negativa cuando se alcanzan los límites de uso público sin que impacte en el privado, lo cual supone una limitación práctica del

*20 No es el caso de las redes de difusión radioeléctricas, en las que el aumento del número de usuarios que acceden al servicio para una cobertura dada no supone aumentos de tráfico que impliquen congestiones.*

crecimiento de usuarios. Aunque probablemente aún no se ha alcanzado esta situación en la mayoría de estas redes al encontrarse ubicados los hotspots correspondientes en lugares de bajo tráfico (domicilios residenciales y su entorno), sí supone una limitación potencial clara al crecimiento de este tipo de modelos de explotación. Para el resto de modelos de explotación (hotspots comerciales y redes municipales) sí existen mecanismos que permiten el crecimiento de la red para evitar esta externalidad, bien basados en ingresos generados por los usuarios en el caso de los hotspots comerciales, bien basados en alcanzar objetivos de bienestar público en el caso de las administraciones.

Para salvar esta limitación, las iniciativas basadas en agregación de hotspots residenciales tienen que evolucionar el modelo de explotación hacia una internalización de la externalidad negativa mediante alguno de los siguentes mecanismos:

- Facturando a los usuarios por el uso del servicio, revirtiendo al menos parte en el gestor de las ubicaciones más usadas de manera que los ingresos puedan ser aplicados en el aumento de recursos de red (incompatible en general con los valores que animan a las iniciativas ciudadanas, pero válido en el caso de uso realmente intensivo de hotspots residenciales para agregadores comerciales)

- Financiación la red de las ubicaciones más usadas a través de aportaciones de asociaciones o ayuntamientos (utilizado de manera efectiva en iniciativas ciudadanas con éxito, como es el caso de la comunidad Guifi, ver anexos I, III y IV). Este modelo es válido cuando las asociaciones o ayuntamientos tienen un interés explícito en el crecimiento del uso de estas redes ciudadanas, como es el caso de pequeños ayuntamientos.

Así pues, la externalidad negativa en el uso de la red impacta en el crecimiento potencial de las iniciativas basadas en uso marginal de banda ancha residencial sin contraprestación económica. Este impacto potencial puede evitarse evolucionando el modelo de ingresos para facilitar las inversiones de red. En el resto de iniciativas, como los hotspots comerciales o las redes municipales no existe este riesgo potencial, pues en general disponen de mecanismos para evitarla basados en los beneficios obtenidos en el crecimiento de la red.

- **Externalidad indirecta positiva relacionada con bienes complementarios.** De la misma manera que existe una externalidad indirecta entre el mercado de sistemas operativos y el mercado de software (cuanto más extendido se encuentra un sistema operativo, más programas se desarrollarán para él,redundando en una mayor utilidad del sistema operativo), existe una externalidad indirecta entre las redes WiFi y los equipos terminales para acceder a ellas, que son un bien complementario de estas redes.

Así, cuando aumenta el número de usuarios de cada red WiFi pública, crece el número de equipos terminales equipados con WiFi de que disponen los usuarios, aumentando a su vez la utilidad del resto de redes WiFi para estos mismos usuarios. Esta externalidad de red se ve reforzada por el aumento de equipos terminales WiFi derivada de otros factores (por ejemplo un mayor uso de las redes privadas o abaratamiento de la tecnología de estos equipos por la evolución tecnológica), que impacta también en un aumento de la utilidad de las redes públicas WiFi para los usuarios que disponen de estos terminales.

El elevado crecimiento de la planta de equipos terminales compatibles debido a la suma de diversos factores se deriva pues en una externalidad importante para las redes públicas WiFi en su conjunto y ha sido y continuará siendo un factor clave para aumentar su utilidad potencial y en definitiva, la demanda de servicios. Todos los modelos de explotación se ven afectados por esta externalidad de forma conjunta.

Dado que las redes públicas WiFi se utilizan de forma conjunta con los equipos terminales para acceder a servicios de telecomunicación, principalmente el acceso a Internet, existe también una externalidad indirecta positiva planteada por el crecimiento del uso de Internet. Una mayor intensidad de uso de Internet supone un aumento de utilidad para los internautas de las redes WiFi, especialmente en lo que respecta a uso itinerante.

Por último, existe una externalidad indirecta que no puede caracterizarse como de red, sino que está derivada del consumo de otros bienes en las ubicaciones en que está disponible el servicio. Es la externalidad en la que se apoya la participación de comercios de restauración y hostelería para aumentar el atractivo de los servicios que ofrecen mediante la oferta de conectividad WiFi en sus dependencias, como se demuestra en los análisis realizados en [Efimov et al., 04] y [Campo-Rembado, 03] para la relación entre despliegue de redes WiFi en ubicaciones y la oferta de bienes complementarios realizada en estas ubicaciones.

Así, en resumen, tal como se muestra en la Tabla 4-1, coexisten varias externalidades en el crecimiento de estas redes con efectos contrarios. Actualmente, tal como puede observase en la tabla, el efecto de las externalidades de red es positivo para el mercado en su conjunto, sin que existan efectos de externalidad relevantes internos a cada red a excepción de los despliegues basados en redes malladas colaborativas y los hotspots en comercios de restauración y similares.

| | ***Directa/Indirecta*** | ***Efecto actual*** | ***Potencial efecto futuro*** | ***Implicaciones*** |
|---|---|---|---|---|
| ***Externalidad en usuarios redes malladas claborativas*** | Directa | Positiva | Positiva/No afecta | Facilita el crecimiento de la red en entornos con deficiencias de disponibilidad de red fija para backhaul |
| ***Externalidad usuarios de una misma red*** | Directa | No afecta | No afecta | Facilita viabilidad de redes modestas |
| ***Externalidad en el conjunto de redes*** | Directa | Positiva | Positiva | Facilita el crecimiento de las redes en su conjunto |
| ***Externalidad en Uso del espectro por el conjunto de redes*** | Directa | No afecta | Negativa | A partir de tres redes, puede limitar el número de iniciativas en una misma ubicación |
| ***Externalidad en Intensidad del uso de la red*** | Directa | No afecta | Negativa (en iniciativas ciudadanas y agregadores de banda ancha residencial) | Limitación del crecimiento para este tipo de iniciativas bajo modelos actuales o evolución de modelos de contraprestación |
| ***Externalidad en Equipos terminales e Internet*** | Indirecta | Positiva | Positiva | Facilita el crecimiento de las redes en su conjunto |
| ***Externalidad con bienes complementarios ofrecidos en la ubicación*** | Indirecta | Positiva | Positiva | Incentiva la involucración de titulares de comercios cuyo consumo de bienes puede verse incrementado. |

**Tabla 4-1: Resumen de efectos de externalidad en redes WiFi**

*Fuente: Elaboración propia*

En lo que respecta a la situación futura, existe un riesgo de externalidad negativa derivada de un uso intensivo del espectro, que probablemente será abordada a medio plazo por las autoridades regulatorias extendiendo el espectro de uso libre para facilitar la operación simultánea de más redes. Las redes basadas en uso marginal de la banda ancha residencial pueden verse afectadas por una externalidad negativa derivada del aumento de tráfico, que supondrá una limitación al crecimiento o un cambio de modelos de contraprestaciones para internalizar la externalidad mediante pagos u otro tipo de contraprestaciones que incentiven a los actores que permiten el uso de sus puntos de acceso y capacidad de transporte a extender los recursos aplicados.

Así mismo, los efectos positivos de externalidad para redes colaborativas malladas se verán atenuados con la extensión y abaratamiento de la banda ancha fija que permitirán su uso como backhaul de mayor calidad.

### 4.1.5 ESTRUCTURA DE COSTES

La mayor parte de las redes de comunicaciones presentan en mayor o menor medida una estructura de costes caracterizada por los siguientes factores diferenciales respecto a otros productos o servicios:

- ***Elevadas barreras económicas de entrada:*** El coste de despliegue inicial de las redes suele ser alto, lo cual supone que solo aquellos actores que dispongan de una capacidad financiera importante puedan entrar en el mercado. A estas barreras económicas se añaden en muchos casos barreras legales analizadas en el apartado 3.4.

- ***Elevados costes hundidos:*** Una parte importante de los costes de despliegue no son recuperables si se abandona el negocio y se incurre en ellos antes de obtener ingresos por la operación, lo cual eleva los riesgos que deben asumir los actores que se involucran en el despliegue de las redes, haciendo aún mayores las barreras de entrada.

- ***Plazos de amortización elevados para infraestructura de obra civil:*** Gran parte de los costes hundidos se corresponden con canalizaciones y otras instalaciones de obra civil cuyo coste y vida útil es muy elevada, presentando en consecuencia unos plazos de amortización elevados.

- ***Fuerte obsolescencia tecnológica para la electrónica de red:*** el avance tecnológico acelerado en las tecnologías de telecomunicación plantean unos plazos de amortización bajos para los equipos de red que han de ser sustituidos por nuevos equipos con capacidades avanzadas para plantear servicios competitivos con el resto de tecnologías.

- ***Importantes economías de escala:*** Los costes incrementales implicados en suministrar servicios a cada usuario adicional disminuyen según crece la base de usuarios, al no crecer en la misma medida que la base de usuarios los recursos de red necesarios para darles soporte.

- ***Importantes economías de alcance:*** Las redes de telecomunicación permiten soportar diversos servicios de forma simultánea, planteando importantes ahorros en el soporte y la comercialización conjunta de servicios sobre la misma red.

A continuación se analizan estos aspectos para las redes públicas basadas en WiFi de forma comparativa con las redes basadas en tecnologías fijas (fibra óptica y cobre) y las redes celulares con las cuales compiten.

## Barreras económicas de entrada

Una de las diferencias más relevantes entre el uso de tecnología WiFi y las tecnologías fijas y celulares es las bajas barreras económicas de entrada que presenta la tecnología WiFi en comparación con el resto de tecnologías. Esto se debe a los siguientes motivos:

- Al contrario que en el caso de las redes celulares, no es necesario disponer de licencia de uso del espectro (véase apartado 3.4.2), lo cual supone un ahorro importante en la la inversión inicial.

- También al contrario de las redes celulares, tiene sentido comercial suministrar el servicio en ubicaciones determinadas sin que existan coberturas integrales de extensas zonas geográficas (o de países enteros, como es el caso del servicio de telefonía celular). Esto supone una reducción de varios órdenes de magnitud para la realización de un despliegue inicial, que puede consistir en unos pocos puntos de acceso ubicados en un único edificio.

- Respecto a las redes fijas, comparte con todas las tecnologías inalámbricas, la eliminación de los costes asociados al último tramo de conexión entre el usuario y la red, al utilizar el canal inalámbrico como medio de comunicación entre el equipo terminal y la red. Habida cuenta de que este último tramo es el que mayores inversiones supone para las redes fijas, debido a la capilaridad que es necesario soportar para conectar a cada uno de los usuarios, esto supone también una reducción muy importante de las barreras de entrada.

- Por último, la infraestructura de red necesaria para suministrar el servicio puede ser utilizada en muchos casos para otros menesteres (uso en autoprestación) de forma simultánea a su uso para proporcionar servicio al público. Esto supone una reducción en las barreras de entrada para aquellos actores que disponen de puntos de acceso conectados a Internet para uso privado (por ejemplo, los usuarios residenciales de banda ancha fija que ofrecen a su vez servicio al público apoyándose en este servicio), permitiendo a otros actores compartir los costes de despliegue de la red entre el uso para proporcionar servicio al público y el uso en autoprestación (como es el caso de muchas redes municipales que se utilizan de forma simultánea para ambos propósitos, tal como se analiza en el apartado 6.3.3).

En conclusión, las barreras de entrada son significativamente más bajas que en los despliegues con tecnologías tradicionales debido a que no es necesario adquirir licencia de uso del espectro, los despliegues pueden ser muy reducidos en cobertura, el coste en obra civil es muy bajo, y en determinados casos es posible aprovechar la capacidad excedente de redes WiFi ya instaladas para suministrar servicio al público. Esta es la característica esencial que ha permitido el despliegue de nuevos modelos de explotación y la entrada de pequeños actores que tradicionalmente no participaban en este mercado como oferentes de servicios.

## Costes hundidos

Las redes fijas y celulares se caracterizan entre otras cosas por plantear unos costes hundidos elevados, derivados de dos factores:

- Necesidad de realizar obra civil cuyo coste es dificilmente recuperable en el caso de retirada del mercado. Este factor es especialmente importante en las redes de acceso fijas, donde la obra civil supone alrededor de un 70% de los costes totales del despliegue de la red [Gaptel, 07].

- Obsolescencia acelerada de los equipos: el fuerte ritmo de evolución de las tecnologías de telecomunicación supone una reducción importante de los plazos de amortización de la electrónica de red respecto a otros tipos de industria, que en la práctica en muchos casos suponen unos costes dificilmente recuperables en caso de retirada del mercado.

- En el caso particular de las redes celulares, los costes asociados a la adquisición de licencias de uso del espectro se corresponden en general también con costes hundidos en la mayoría de países, pues hasta el momento no se dispone en Europa ni EEUU de un mercado secundario de espectro que permita transferir la licencia de uso del espectro en el caso de retirada del mercado, si bien está prevista su implantación a corto plazo.

El hecho de que una parte importante de las barreras económicas de entrada se correspondan con costes hundidos en las tecnologías tradicionales, agudiza la dificultad de los pequeños actores para incorporarse al mercado, dado que el riesgo asociado al despliegue de las redes aumenta al no poderse recuperar una parte sustancial de la inversión en el caso de retirada del mercado.

En el caso particular de las redes WiFi, los costes hundidos son bastante menores que en estas tecnologías, al ser también bastante menor el coste de obra civil respecto a las tecnologías fijas (no es necesario desplegar el tramo final de red y las redes de backhaul se basan en servicios de red fija ya desplegados o redes malladas) y nulo el coste de adquisición de licencias de uso del espectro respecto a las tecnologías celulares.

En resumen, los costes hundidos que plantean estas redes son bajos respecto a las redes fijas y celulares, lo cual favorece una vez más la participación en el mercado de actores con capacidad financiera modesta.

## Plazos de amortización

El hecho de que las redes WiFi lleven aparejada una inversión bastante menor en obra civil que las infraestructuras fijas y, en menor medida, que las celulares. Así, mientras que en las redes fijas alrededor del 70% de la inversión se realiza en obra civil, y el 30% restante corresponde en inversión en equipos activos y pasivos, en las redes públicas WiFi alrededor de dos tercios de la inversión se corresponde con la adquisición e instalación de puntos de acceso [Peha et al, 07]. La tecnología base de los puntos de acceso ha evolucionado rápidamente desde la aparición de los primeros de ellos (paso de 802.11b a 802.11g/a) y está previsto que en los próximos años también se produzca una evolución a la siguiente generación (802.11n). Esto supone un una obsolescencia tecnológica elevada en plazos pequeños, que implica la necesidad de sustitución de estos equipos en plazos relativamente pequeños de 4 a 5 años.

La combinación de ambos factores supone que el planteamiento de los modelos de negocio para el despliegue de estas redes considere plazos de recuperación de la inversión bastante menores que en el resto de las tecnologías. El menor coste de la obra civil supone por un lado una carga de amortización a largo plazo bastante menor que en el resto de tecnologías, lo cual facilita la viabilidad económica. La mayor obsolescencia de los equipos, derivada de la rápìda evolución de esta tecnología para prestar servicios de mayor calidad y ancho de banda, obliga a realizar inversiones de actualización de equipos en plazos más cortos, estableciendo unos costes de operación elevados.

La literatura existente de suministradores y planes de negocio diseñados por las administraciones locales hace énfasis en el bajo coste de obra civil respecto a otras tecnologías, minusvalorando en muchos casos el coste de obsolescencia de los equipos. El hecho de que en plazos relativamente cortos, del órden de cinco o seis años, sea necesario actualizar una parte

importante de la electrónica de red (principalmente los puntos de acceso) que constituyen una parte también importante del coste de despliegue, obliga a plantearse también plazos más ajustados que en el resto de tecnologías para recuperar las inversiones en despliegue. En [Balhoff et al., 05] se analizan con detalle diversas iniciativas WiFi municipales, concluyéndose que la mayor parte de los modelos de negocio planteados no tienen suficientemente en cuenta este factor, derivando esta carencia en planes económicos excesivamente optimistas respecto a los costes a lo largo de la vida prevista para dichas redes municipales.

En definitiva, esta tecnología plantea plazos de amortización significativamente más cortos que en el resto de tecnologias, combinados con una elevada obsolescenca de los equipos. Esto configura modelos de explotación con recuperación de inversión a corto y medio plazo, propios de actores de menor tamaño que los operadores de telecomunicación tradicionales

## Economías de escala

La mayor parte de las industrias que se basan en despliegues en red disfrutan de economías de escala en donde el coste de suministrar servicio a un nuevo clientes disminuye según aumenta la base de clientes. En el caso de las redes inalámbricas basadas en uso libre del espectro, se produce también, aunque en menor medida, el efecto de economía de escala en base a los siguientes factores:

- Cada punto de acceso soporta la conexión de un número elevado de usuarios conectados de forma simultánea siempre que no hagan un uso intensivo simultáneo[21].
- La infraestructura de conexionado de la red de acceso a la red de transporte (backhaul) y de la propia red de transporte, gracias a las técnicas de multiplexión de tráfico, presenta una economía de escala importante, que se ve aumentada por el uso de arquitecturas malladas (ver apartado 3.1.5)
- El coste del software y los equipos que soportan el suministro y la gestión de los servicios no crece en la misma medida que el número de usuarios de la red, al existir muchos componentes que son independientes del número de usuarios (ver apartado 3.2).
- La comercialización del servicio y la implantación de acuerdos de roaming plantean economías de escala basadas en la amplitud de ubicaciones ofrecidas por el operador.

Así pues, existe una cierta economía de escala que puede ser aprovechadas por los actores que despliegan estas redes para reducir el coste unitario del servicio aumentando la base de clientes. No obstante, la escasa cobertura de cada punto de acceso (de 50 a 200 m.), plantea dificultades para materializar estas economías de escala en despliegues amplios que han de basarse en instalación de gran cantidad de puntos de acceso [Efimov et al., 04]. Así mismo, cuando los usuarios hacen un uso intensivo simultáneo (más probable en la provisión de servicios residenciales), el número de puntos de acceso en una ubicación crece de forma más proporcional al número de usuarios.

Así, aunque existe una cierta economía de escala potencial en el despliegue de red, la economía de escala alcanzable en la realidad es modestas respecto a las redes celulares en las cuales las estaciones base cubren zonas bastantes más amplias (planteando también mayores costes hundidos). Respecto a las redes fijas, con las cuales compiten para suministrar banda ancha residencial, aunque los costes de suministro unitarios son bastante menores a pequeña escala, los despliegues de red fija suelen estar protagonizados por actores de mayor tamaño

[21] *El número máximo de usuarios es dependiente de los servicios que se utilicen y la calidad de servicio que se desee proporcionar a los clientes. En general, los servicios más utilizados, el correo electrónico y el acceso a páginas Web, presentan requisitos bajos en este sentido y es posible agregar un número elevado de ellos, mientras que la voz sobre IP, se encuentra en el otro extremo respecto a la calidad de servicio, no siendo recomendable con la tecnología actual soportar más de 3 o 4 comunicaciones de voz simultáneas ([Hole et al., 04]).*

que realizan despliegues más ambiciosos y aprovechan en mayor medida las posibles economías de escala en la compartición de infraestructura de obra civil, software y redes de transporte.

En el caso de las redes WiFi, el pequeño tamaño de los actores implicados en muchos casos y la escasa demanda de servicios de acceso a Internet itinerante respecto a la voz en la mayoría de las ubicaciones, hace que los despliegues no estén orientados a suministrar coberturas integrales en zonas geográficas más allá de distritos comerciales o partes de una ciudad, siendo excepcionales los despliegues que cubren una localidad al completo y lo más común, servicios orientados a suministrar cobertura en puntos localizados (hotspots) como estaciones de transportes, hoteles, o restaurantes.

Así, el uso que se hace de economías de escala en las redes WiFi es menor que en el resto de tecnologías, siendo los despliegues de varios órdenes de magnitud menores en inversión, cobertura y número de usuarios que en el resto de tecnologías.

Los operadores tradicionales y agregadores de hotspots comerciales como Boingo sí aplican economías de escala centradas no tanto en la reducción de de costes unitarios para despliegues amplios, como en las ventajas derivadas para la comercialización conjunta del servicio en todas las ubicaciones y la facilidad de alcanzar acuerdos de roaming al controlar gran número de ubicaciones.

## Economías de alcance

La convergencia de servicios sobre las redes basadas en IP facilita que los operadores de telecomunicación puedan plantear economías de alcance basadas en suministrar diversidad de servicios sobre una única red. En el caso de las redes públicas WiFi, las economías de alcance son de menor ámbito que las que se establecen sobre otro tipo de redes, al estar limitadas en cobertura y variedad de servicios que se pueden ofrecer. En concreto, respecto a cada una de las tecnologías alternativas de redes existen las siguientes limitaciones:

- Mientras que sobre las redes fijas los operadores de telecomunicación ofrecen diversos servicios empaquetando ofertas de voz, acceso a Internet y televisión, las redes WiFi están actualmente centradas en el suministro de servicio de acceso a Internet y los servicos de información que utilizan Internet como soporte, no realizándose ofertas de transmisión de voz equivalentes, al no encontrarse suficientemente madura la tecnología para este propósito, ni ser posible tecnicamente soportar difusión de canales de televisión, tal como se analizó en el apartado 3.5.

- En lo que respecta a las redes celulares, aunque la oferta de servicios de redes 2G está centrada en servicios de voz complementados con servicios SMS, MMS y acceso a Internet de baja velocidad y la oferta de redes 3G incluye servicios adicionales como la videoconferencia o el acceso a Internet con un mayor ancho de banda. La transmisión de voz sobre IP en redes Wifi aún no se encuentra en un estado de madurez suficiente para poder complementar de manera competitiva el servicio de acceso a Internet que constituye la oferta principal de este tipo de redes.

El empaquetado de servicios diversos suministrados sobre la misma red supone, tal como muestran los informes de los reguladores ([CMT, 07a], [Ofcom, 07a]) suponen una pieza clave de la estrategia comercial de los operadores tradicionales, especialmente de los operadores de red fija.

Así, las redes WiFi no disponen actualmente de capacidades técnicas para soportar la amplia variedad de servicios proporcionados por las redes fijas ni para soportar con una calidad

*23La alternativa a la red fija más utilizada se basa en LMDS o despliegues PreWiMax utilizado en bandas licenciadas.*

adecuada y cobertura integral los servicios de voz proporcionados por las redes celulares y centran la oferta de servicio en la mayor parte de los casos exclusivamente en acceso a Internet de banda ancha. Esto supone una debilidad importante para las iniciativas basadas en el uso de esta tecnología, ya que sus competidores basados en otras tecnologías pueden ofrecer paquetes de servicios más atractivos orientados a cubrir todas las necesidades de los usuarios aprovechando las economías de alcance derivadas de las fortalezas tecnológicas existentes en redes fijas y celulares.

Para solventar esta debilidad, los operadores WiFi inciden en ofertar los servicios de acceso a Internet con tarifas más favorables, o incluso de forma gratuita para el usuario, basando su modelo de negocio en ingresos por otros servicios, exposición a publicidad, provisión de servicio de forma altruísta o uso simultáneo de la red para otros propósitos.

### 4.1.6 CARACTERÍSITICAS DE EXCLUSIÓN Y RIVALIDAD

La teoría económica de las últimas décadas ha centrado su atención en las propiedades de rivalidad en el consumo y de exclusión de los bienes que afectan en gran manera una parte importante de los mercados nacidos o potenciados por las TIC y que caracterizan a la sociedad de la información y el conocimiento.

En el caso particular de las redes de comunicaciones, una parte importante de los nuevos modelos de despliegue y explotación de las redes que plantean modelos alternativos al esquema vertical de explotación de servicios de comunicaciones se basa en aplicar esquemas de no exclusión que faciliten la acción colectiva, resolviendo mediante modelos innovadores los problemas derivados de la rivalidad en el consumo y aprovechando la externalidad presente en determinados modelos de despliegue para establecer círculos virtuosos de crecimiento de usuarios.

La literatura existente al respecto que aplica este concepto en las redes WiFi, como el excelente libro de Yochai Benkler “The wealth of networks” [Benkler, 06] o el estudio sobre modelos colaborativo de gestión realizado por Mark Coopers [Coopers, 06], se centra en los modelos de despliegue y explotación distribuidos que aplican las iniciativas ciudadanas (analizados en el apartado 8.3) basados en no exclusión y en aprovechar las externalidades positivas presentes en los modelos de despliegue mallado colaborativo ya analizadas.

Para caracterizar el tipo de bien en que se pueden clasificar las redes públicas WiFi y los recursos en que se apoyan, la teoría económica contempla el análisis de dos características de acuerdo a como se definen en [Varian, 92]:

- Exclusión en el uso: Indica si existe o no la posibilidad de excluir a parte de los usuarios potenciales de la utilización del bien. El aire, por ejemplo, es un bien en el que no existe exclusión de uso, mientras que los bienes industriales tradicionales, como los coches, sí que permiten la exclusión del uso en base a facilitar su uso a través del pago.

- Rivalidad: Indica si el consumo de un bien por parte de un usuario reduce la disponibilidad de éste para otro. La rivalidad se corresponde con uno de los tipos de externalidad de red negativa. Aunque los bienes tradicionales son claramente rivales, existen otros bienes como el servicio de posicionamiento basado en GPS donde no existe una rivalidad en el consumo. Determinados bienes, como los relacionados con la producción intelectual gozan además de antirrivalidad, o externalidad positiva, esto es, el valor del bien aumenta según lo usan otros usuarios.

En la tabla siguiente se muestra el tipo en que se clasifica cada bien en función de que

dispongan o no de estas propiedades. Los bienes privados se encuentran bien analizados en la literatura económica clásica y las propiedades de exclusión y rivalidad facilitan su gestión a través de transacciones de mercado.

| | ***Excluíble*** | ***No excluíble*** |
|---|---|---|
| ***Rival*** | Bien privado | Bien comunal |
| ***No rival*** | Bien club | Bien público |

**Tabla 4-2: Tipos de bienes según la exclusión y rivalidad**

*Fuente: [Ostrom et al., 07]*

Los bienes públicos y comunales pueden presentar problemas de suministro del bien en cuestión derivados de la falta de incentivos para su produccón al no existir mecanismos de exclusión que permitan obligar a los usuarios a cooperar en su producción ("free-riding") [Ostrom, 90]. La característica de rivalidad de los bienes comunales lleva también aparejada un riesgo de expolio del bien común ("the tragedy of the commons") por parte de los usuarios, al no existir mecanismos de mercado que faciliten su gestión sostenible.

En este apartado se analizarán las propiedades de rivalidad y exclusión que exhiben estas redes y el espectro en el que se apoyan, para identificar problemas potenciales en su producción y consumo que recomienden la aplicación de regulación específica o la aplicación de un modelo específico de propiedad, sea ésta pública, de un actor privado o colectiva.

Para realizar el análisis de la consideración como bien público o privado, es conveniente distinguir entre la gestión del espectro de que hacen uso estas redes (espectro de uso sin licencia) y el despliegue y explotación de las propias redes.

El espectro electromagnético es un recurso de titularidad pública que exhibe parte de las características de los bienes públicos bajo determinadas circunstancias: en ausencia de regulación es no excluyente y si no coincide el uso de frecuencias y ubicación presenta no rivalidad. En el caso particular del espectro de uso libre, las administraciones nacionales regulan para estas frecuencias un uso no excluyente abierto a cualquier actor tal como se ha analizado en el apartado 3.4.2 dedicado a la regulación del espectro. Para una ubicación y banda de frecuencias determinadas, el espectro de uso libre -al igual que el resto del espectro- es un recurso que presenta rivalidad en el uso derivada de las posibles interferencias cuando existen varias redes transmitiendo de forma simultánea.

Así, las bandas del espectro de uso libre se comportan como un bien comunal y están potencialmente sujetas a efectos de degradación por uso intensivo. En la práctica, tal como se ha analizado en el apartado 3.4.6, actualmente no se producen efectos de degradación que impacten sobre la estructura de mercado derivados de esta externalidad negativa en el uso, si bien potencialmente pueden producirse en un futuro cuando aumente el uso de estas bandas. Dado que actualmente no se producen efectos de externalidad negativa en este sentido, el espectro de uso puede considerarse como un bien público (no exclusión y no rivalidad) con posible evolución futura a bien comunal.

Tal como se ha indicado, en los bienes públicos y los comunales se da habitualmente una ausencia de incentivos para la producción del bien, derivada de la incapacidad de ligar el uso del recurso a la financiación de la producción. No es este el caso del espectro electromagnético,

en donde el recurso existe per se sin necesidad de que ningún actor invierta recursos en generar el bien. La evolución futura hacia la consideración de bien comunal del espectro de uso libre plantea la necesidad de establecer mecanismos de evitación de la congestión que a efectos prácticos se reducen a la extensión de estas bandas de uso libre por parte de la administración con el objeto de incrementar el bien común derivado del aumento de actividad económica, productividad y acceso de los ciudadanos a la sociedad de la información (ver para más detalle el apartado 3.4.7).

En cualquier caso, tal como se ha analizado en el apartado dedicado a la regulación del espectro, el actual modelo de gestión del espectro en la banda ISM sin exclusión de uso, ha rendido unos frutos importantes en el desarrollo del mercado y disponibilidad del servicio y no existen evidencias que permitan suponer que una gestión bajo licencia de esta parte del espectro o directamente por parte de la administración rinda un mayor beneficio social que el que suministra actualmente, existiendo otras bandas del espectro con propiedades físicas similares que son explotadas bajo modelos de uso exclusivo.

El hecho de que las bandas utilizadas por estas redes sean actualmente un bien público con posible evolución hacia bien comunal no implica que las redes y servicios que se prestan sobre ellas necesariamente lo sean. De la misma manera que la producción de bienes y servicios se apoyan en bienes públicos o comunales, sin que por esto constituyan necesariamente bienes públicos o privados, para caracterizar a estas redes públicas WiFi se debe analizar sus propiedades económicas específicas que no necesariamente coinciden con las del espectro en el que se apoyan.

En lo que respecta a la no rivalidad en el consumo, en estricta puridad ninguna de las redes de telecomunicaciones gozan de esta propiedad, al encontrarse el ancho de banda limitado y ser compartido por todos los usuarios que hacen uso del servicio. En este sentido, las redes WiFi no son una excepción, pues según aumenta el uso simultáneo del servicio por parte de los usuarios, a partir de un determinado umbral, éstos se ven penalizados en prestaciones, estando también limitado el número de usuarios que pueden conectarse en un determinado punto de acceso, tal como se ha presentado en el análisis de externalidad negativa que presentan.

No obstante, para usos no intensivos en tráfico ni usuarios, sí puede considerarse que existe una cierta no rivalidad en el consumo, pues el elevado ancho de banda que soportan los equipos WiFi (hasta 54 Mbps para 802.11g, la tecnología más utilizada actualmente), permite la interacción simultánea de varios usuarios sin que se produzca merma del servicio, siempre que los servicios utilizados no hagan un uso intensivo a lo largo del tiempo de la capacidad de la red. En los usos más comúnes de estas redes, acceso a páginas Web y correo electrónico, sí se produce esta circunstancia.

Esta situación de no rivalidad para bajas tasas de tráfico y de usuarios simultáneos facilita que los usuarios de banda ancha residencial se adhieran a iniciativas ciudadanas y agregadores como FON, ya que el uso ocasional del servicio por parte de terceros tiene un impacto no apreciable o pequeño sobre el servicio del que disfrutan. No obstante, tal como se ha visto en el análisis de la externalidad negativa derivada del aumento de usuarios (apartado 4.1.4), la situación de rivalidad que se produce al aumentar el tráfico limita el número de usuarios a los que se puede dar servicio de forma simultánea y suponer una degradación del servicio para cuya solución no existen incentivos claros para el proveedor del servicio en el marco de estas iniciativas colaborativas.

En lo que respecta a los mecanismos de no exclusión, las redes WiFi disponen de mecanismos de exclusión basados en autenticación con clave, que son aplicados habitualmente por los proveedores de servicio comerciales para limitar el uso de la red a los usuarios que pagan por usar el servicio en cuestión u otros servicios asociados (por ejemplo, restringir el uso solo para los clientes del hotel donde se presta el servicio). Así, en las redes WiFi, al igual que

la mayor parte de las redes de telecomunicaciones, se dispone de mecanismos efectivos para excluir a los usuarios que se desee del uso del servicio.

El hecho de que se disponga de mecanismos de exclusión no implica que necesariamente todos los modelos de explotación los apliquen, ni que sea estrictamente necesario para la viabilidad económica basar la financiación del servicio en prestar éste únicamente a aquellos que realizan pagos para financiar el servicio. Tal y como se ha analizado en el apartado 3.2.2, las redes WiFi permiten modelos de financiación del despliegue de red basados en provisión altruísta del servicio (reforzada por la no rivalidad bajo condiciones de bajo tráfico analizada previamente), pago por publicidad o consumo de otros bienes o servicios en la ubicación, que no exigen la aplicación de mecanismos de exclusión.

En conclusión, se observa que las redes WiFi no pueden ser caracterizados como bienes públicos, pues existen mecanismos de exclusión fácilmente aplicables (ver apartado 3.2.1) y que de hecho son aplicados en los hotspots comerciales que permiten su gestión como bien privado.

La no caracterización de estas redes como bien público dificulta la justificación de limitar los modelos de titularidad a una gestión exclusiva por parte de la administración para el despliegue y explotación de estas redes. De hecho, tal como se ha analizado en el apartado 3.4 dedicado a la regulación de estas redes y los servicios que se prestan sobre ellas, el marco legal europeo y estadounidense actual para las redes de telecomunicación en general, aplicable para el caso particular de las redes WiFi, está basado en mecanismos de competencia entre actores privados, limitándose la participación pública a aquellos modelos que sean replicables por la iniciativa privada, sin que las administraciones puedan apoyarse en sus especiales capacidades como administración pública, especialmente aplicando subvenciones, para competir con el sector privado.

En definitiva, la no consideración como bien público no permite reservar al ámbito de las administraciones el despliegue y explotación de este tipo de redes, lo cual no excluye que éstas puedan participar en el mercado como un actor más, sin apoyarse en su condición de administración pública para competir con el sector privado.

Sí es cierto, en cualquier caso, que las características específicas de estas redes (no rivalidad con tráficos bajos, bajas barreras económicas de entrada para despliegues limitados, posibilidad de presentar contenidos asociados a la localización), facilitan la aplicación viable de modelos de explotación típicos de los bienes públicos en los cuales no se aplican mecanismos de exclusión. Estos modelos, tal y como se presentará en el análisis de actores, son aplicados por las comunidades wireless que siguen esquemas de gestión de propiedades comunes (“commons”), por comercios que basan sus ingresos en el consumo de otros servicios en su ubicación sin exclusión de uso y en modelos mixtos de colaboración entre ayuntamientos y WISPs basados en ingresos derivados de exposición a publicidad.

Los modelos basados en titularidad municipal y provisión gratuita del servicio sin exclusión de uso y basados en subvención pública, plantean problemas legales de competencia (analizados en los apartados 3.4.5 y 3.4.6) y hasta el momento sólo han sido aplicados en hotspots municipales aislados o en pequeños municipios, no esperándose que se incremente su aplicación por los problemas legales de distorsión de la libre competencia que plantean.

### 4.1.7 RESUMEN DE PROPIEDADES ECONÓMICAS

A partir del análisis realizado, se puede concluir que las propiedades económicas más relevantes de este tipo de redes son las siguientes:

- El mercado para los servicios ofrecidos por estas redes es complementario con el de equipos terminales inalámbricos, del cual depende, pues los usuarios tienen que disponer de estos equipos para utilizar el servicio. Al contrario que en las redes celulares, no existe un control por parte de los operadores WiFi del mercado de los terminales, si bien se encuentran razonablemente extendidos y la variedad y número se encuentra en crecimiento.

- Elevado grado de estandarización de los protocolos de conexión entre equipos terminales y las redes, lo cual dificulta establecer mercados cautivos y facilita que los usuarios puedan utilizar el servicio de diversos proveedores en diversas ubicaciones.

- Bajo impacto de los efectos derivados de la externalidad en cada red en lo que respecta a número de usuarios suscritos al servicio, al disfrutar éstos de conectividad completa a Internet de manera independiente al número de usuarios de la red. En el caso particular de las redes malladas colaborativas, sí existe un efecto de externalidad importante, si bien reducido a entornos geográficos con deficiencias de disponibilidad de red fija para su uso como backhaul.

- Disfrutan en su conjunto de un grado importante de externalidad derivada del crecimiento en el uso de Internet y del desarrollo de equipos terminales, que deriva en un aumento creciente de su utilidad para los usuarios potenciales.

- Externalidad relevante en el consumo de otros bienes en determinadas ubicaciones como cafeterías u hoteles, que facilitan el despliegue de modelos de negocio basado en bienes complementarios en la ubicación.

- Barreras económicas de entrada muy bajas respecto a otras tecnologías, derivadas del bajo coste de los equipos, escasa obra civil implicada y nulo coste de adquisición de licencia, que derivan también en bajos costes hundidos.

- Amortización a menor plazo que en el resto de tecnologías, derivada también del menor coste de la obra civil, que está acompañada de una obsolescencia rápida de los equipos. Ambos factores combinados derivan en planes de negocio orientados a recuperación de la inversión en plazos menores que en el resto de tecnologías.

- Economías de escala modestas, debido a la baja cobertura de cada punto de acceso, suponen que no existan incentivos en este sentido para despliegues de coberturas amplias..

- Debilidad para alcanzar economías de alcance significativas respecto a otras tecnologías, al ser reducido el conjunto de servicios que se pueden suministrar actualmente sobre este tipo de redes.

- No exclusión en el uso del espectro, que facilita la participación de todo tipo de actores y posibilidad de aplicar tanto modelos de despliegue colaborativos como verticales.

## 4.2 IMPLICACIONES DE LAS PROPIEDADES ECONÓMICAS

Las principales implicaciones de las propiedades económicas analizadas se centran en los aspectos que se indican a continuación.

### 4.2.1 ESTRUCTURA DEL MERCADO

El hecho de que las barreras de entrada al mercado sea muy bajo, facilita la entrada de actores que tradicionalmente no estaban presentes en el mercado de las telecomunicaciones como oferentes de servicios. Así, tal como se presenta en el capítulo 6 dedicado a analizar los intereses y capacidades de los actores implicados en el despliegue y operación de estas redes, los ayuntamientos, pequeños operadores de ámbito local, comunidades ciudadanas y los propios usuarios de redes fijas, despliegan redes Wifi de cobertura modesta para ofrecer servicio público de acceso a Internet.

La entrada de estos nuevos actores no ha impedido que los operadores tradicionales del mercado también realicen ofertas de servicio basadas en WiFi, desplegando hotspots en ubicaciones con mayor demanda de acceso itinerante.

En general, los nuevos actores que participan en el despliegue de redes WiFi intentan aplicar esta tecnología para competir con los actores tradicionales en el suministro de servicios de banda ancha residencial y el acceso itinerante a Internet, sin hacer uso de otras tecnologías de acceso más adecuadas en muchos casos, cuya aplicación no está a su alcance por las elevadas barreras de entrada existentes para su uso. Los operadores tradicionales, por el contrario, hacen un uso de WiFi centrado exclusivamente en determinados nichos de mercado, como es el acceso a Internet desde aeropuertos, hoteles, y cafeterías, donde WiFi plantea importantes ventajas respecto a otras tecnologías. Para el suministro de otros servicios, como la banda ancha residencial o el suministro de cobertura integral de voz y datos, los operadores de telecomunicación tradicionales aprovechan su elevada capacidad financiera para aplicar las tecnologías más adecuadas en cada contexto, primando el uso de redes de cobre y fibra óptica para suministrar banda ancha y telefonía residencial y de empresa y las redes celulares 3G para suministrar servicio ubicuo de telefonía y acceso a Internet de velocidad media.

En definitiva, estos nuevos actores están aplicando las redes WiFi en contextos más amplios que los operadores tradicionales, ya que es la tecnología que tienen a su alcance por su capacidad financiera, y terminan compitiendo en inferioridad de condiciones técnicas para suministrar los servicios que proporcionan con mayor calidad y ancho de banda las redes fijas y celulares, aunque intentando aprovechar el menor coste de despliegue y sinergias a su alcance para realizar una oferta atractiva de servicio.

El capítulo 6 analiza las motivaciones, capacidades y estrategias de los actores implicados, haciendo hincapié en las diferencias de intereses y capacidades de estos actores para poder movilizar modelos de explotación alternativos.

La estructura del mercado derivada de la entrada de estos nuevos actores muestra, al contrario que en otras tecnologías de telecomunicación, una diversidad amplia de actores que realizan sus ofertas de servicio bajo diversos modelos de contraprestación, que van desde el suministro gratuito del servicio, hasta el pago por cada uso en función del tiempo en que se hayan conectado los usuarios (ver apartado 3.2.2). En esta estructura de mercado conviven tendencias hacia la concentración con las de signo contrario (diversificación de oferta) dependiendo del modelo de explotación y actores implicados:

- En los hotspots comerciales hay una tendencia clara hacia la concentración y reducción de actores que suministran el servicio, debido a la economía de escala existente en el la comercialización del servicio y el establecimiento de acuerdos de roaming.

- En las iniciativas ciudadanas que aplican modelos de explotación propios de los bienes públicos, también existe una tendencia hacia el agrupamiento de pequeñas

iniciativas en torno a un comunidades mejor estructuradas y con un número elevado de participantes. Esto se debe a que existe una externalidad relevante en el número de participantes, ya que al aumentar éstos, cada uno de ellos se ve beneficiado al aumentar la cobertura de la red completa y las posibilidades de intercambiar información técnica y realizar encuentros con otros participantes, que es una de las motivaciones clave de los asociados a estas iniciativas.

- En los modelos de explotación basados en acceso no excluyente aplicado por los comercios y hoteles, sí existe una diversificación importante de actores en donde cada comercio despliega y opera su propia red de forma independiente al resto de oferentes del mercado.

- Por el contrario, en el caso de las iniciativas municipales, no existe tal tendencia hacia la concentración y la agrupación, al ser de ámbito local cada una de las iniciativas y estar impulsadas por administraciones que son independientes entre ellas.

Es importante destacar que las redes inalámbricas públicas de ámbito municipal plantean la problemática adicional de la participación pública cuando éstas son promocionadas por los propios ayuntamientos que en su vertiente legal ha sido analizada en el capítulo 3.4 y en lo que respecta a modelos de titularidad y explotación, será analizada en el apartado 6.3.3 y en [Infante et al., 07].

### 4.2.2 FRAGMENTACIÓN EN LA CADENA DE VALOR

Habida cuenta de que las tecnologías de acceso inalámbricas cubren únicamente el último tramo hasta el usuario, para suministrar el servicio es necesario disponer de infraestructura de transporte que permita conectar los puntos de acceso que se despliegan a las redes troncales que soportan el tráfico de los usuarios hacia Internet u otras redes. Tal como se analizó en el apartado 3.1.5, esta infraestructura de conexión se basa en la mayor parte de los casos en servicios contratados con operadores de telecomunicación de red fija.

Esta situación supone una fragmentación de la cadena de valor respecto al modelo aplicado por los operadores tradicionales, donde toda la infraestructura de red o gran parte de ella es desplegada por el operador que presta el servicio. Así mismo, la existencia de agregadores que prestan servicio apoyándose en hotspots aportados por WISPs locales o usuarios residenciales, supone también la introducción de un actor adicional en el nivel de servicio.

Por último, el elevado nivel de estandarización en la interfaz entre los equipos terminales y la red, combinado con los escasos incentivos para la comercialización asociada de los servicios proporcionados por la red con los equipos terminales, lleva también a una fragmentación clara entre el mercado de los equipos terminales y los servicios de conectividad que ofrecen este tipo de redes.

El siguiente capítulo, centrado en el análisis de la cadena de valor para este tipo de redes, se presentan cada uno de los componentes asociados que en muchos casos son suministrados por actores distintos que la organización que suministra el servicio al cliente final. El capítulo 6 dedicado al análisis de actores muestra como cada tipo de actor centra su participación en determinados eslabones de la cadena de valor de acuerdo a sus capacidades e intereses.

### 4.2.3 NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO

Los nuevos actores que se sirven de esta tecnología en muchos casos tienen intereses que no están directamente relacionados con la obtención de beneficios económicos directos de la

explotación de las redes. Asímismo, existe una dificultad clara de establecer ofertas de servicio comercial que compitan en pie de igualdad con los paquetes de servicios de banda ancha y telefonía ofrecidos por las redes fijas para acceso residencial y la cobertura integral que proporcionan las redes celulares. Estos dos factores han derivado en la configuración de nuevos modelos de negocio articulados de manera distinta que los que tradicionalmente se han aplicado para las redes basadas en otras tecnologías. Estos nuevos modelos de negocio se caracterizan por los siguientes aspectos derivados de las características técnicas y económicas de las redes WiFi:

- Despliegues de red en ubicaciones específicas o zonas limitadas que cubren a lo sumo distritos comerciales, que plantean inversiones menores y concentran la oferta de servicio en localizaciones con mayor demanda.

- Modelos de comercialización que no basan los ingresos en tarifas de uso, sino en consumo de bienes y servicios en la ubicación donde se ofrece el servicio o exposición a publicidad por parte del usuario. Estos modelos de comercialización aprovechan especialmente la cercanía del usuario a la ubicación donde está desplegado el punto de acceso, muy específica de esta tecnología, para aumentar el impacto de la publicidad personalizándola a la ubicación y ligar el acceso al servicio al consumo de otros servicios en el edificio donde se accede al servicio.

- Cofinanciación del despliegue de red mediante uso simultáneo en autoprestación, como es el caso de los ayuntamientos que utilizan las redes municipales para uso interno o los usuarios de redes fijas adheridos a iniciativas ciudadanas que utilizan simultáneamente el punto de acceso para el uso particular (utilización que ejerce de motivación principal de su adquisición y despliegue) y suministrar servicio al público (que supone un coste marginal muy pequeño o nulo para el usuario que lo abre al uso público)

De esta manera, gran parte de los modelos de negocios que se plantean solventan el problema derivado del menor atractivo de los servicios ofrecidos por estas redes para atraer clientes y los bajos ingresos por usuario que se obtienen mediante la explotación de redes públicas WiFi. En el capítulo 8 se presentan y analizan en detalle estos modelos de negocio.

## 4.3 CONCLUSIONES

A partir del análisis realizado, se está en condiciones de responder a las preguntas relevantes para la investigación planteadas al principio del capítulo:

Respecto a las diferencias existentes con otras redes en los condicionantes económicos se han identificadolas siguientes:

- Elevado grado de estandarización y compatibilidad entre equipos terminales y redes.
- Bajas barreras de entrada y costes hundidos.
- Plazos de amortizacion de infraestructura bajos.
- No existen efectos relevantes relacionados con la externalidad de la red.
- Menores economías de escala y alcance que las aplicadas en otras tecnologías.

En lo que respecta a las implicaciones sobre la configuración de los modelos de explotación, se identifican las siguientes:

- Despliegues con coberturas reducidas y baja inversión inicial.
- Uso de modelos de ingresos no basados exclusivamente en tarifas de uso del servicio, sino en publicidad, ingresos por otros servicios o prestación altruísta.

Sobre las implicaciones en los modelos de titularidad y participación en el despliegue y

explotación, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Colaboración entre actores en una cadena de valor fragmentada.
- Participación de actores alternativos como son usuarios residenciales, ayuntamientos y comercios en el despliegue y explotación de los servicios.
- La titularidad del servicio, de la infraestructura de red y de las ubicaciones donde se despliega la red se corresponde con actores distintos, dando lugar a una cadena de valor fragmentada.

# 5 CADENA DE VALOR

Una vez analizadas las características técnicas, las restricciones regulatorias, servicios, relaciones con otras tecnologías de acceso, y características económicas, se procede en este capítulo a presentar la cadena de valor que articula el conjunto de elementos y actividades que se combinan para suministrar servicios sobre esta tecnología, en la que cada uno de los eslabones se corresponde con una actividad o conjunto de actividades que aportan un valor añadido para suministrar el servicio final. El análisis de de esta secuencia de actividades permitirá identificar cuáles son clave, así como la interdependencia entre ellas, para posteriormente ubicar a los actores en cada una de ellas de acuerdo a sus intereses y capacidades. En este sentido, la cadena de valor se puede interpretar como una plantilla en la cual los actores eligen su ubicación para establecer modelos de negocio en base a las relaciones que establezcan estos actores para proporcionar el servicio.

En una primera aproximación, la cadena de valor del suministro de servicios WiFi presenta los componentes que se muestran en la siguiente figura.

**Figura 5-1: Cadena de valor para redes públicas WiFi**

***Fuente: Elaboración propia***

Para cada una de las posiciones de la cadena de valor se describirá el valor añadido que suministra, los factores implicados en su consecución, así como la estructura de costes y beneficios respecto al resto de eslabones de la cadena. Por último, se suministrarán ejemplos y tendencias en la realización de la actividad contemplada.

La mayoría de las actividadades que forman la cadena de valor se pueden a su vez descomponer en otras actividades. Para aquellas situaciones en que esta descomposición da lugar a actividades que pueden ser llevadas a cabo por actores distintos, se procederá a su descomposición de manera que se pueda identificar la participación de cada actor individual en el desarrollo de la cadena de valor para conformar distintos modelos de negocio.

## 5.1 SUMINISTRO DE UBICACIONES

Esta actividad se centra en proporcionar localizaciones para el despliegue de la red, esto es, la instalación de puntos de acceso e infraestructura local de red, y la alimentación eléctrica necesaria para los equipos. Tal como se ha analizado en el apartado 3.6, las localizaciones donde se despliega la red marcan de forma determinante el mercado al cual irá dirigida la oferta de servicio, por lo que el modelo de negocio que se adopte será muy dependiente de la ubicación donde se desplieguen los puntos de acceso.

Los actores que proporcionan la ubicación facilitan la instalación de puntos de acceso en lurgares estratégicos, poniendo a disposición la infraestructura de obra civil, y en la mayoría de los casos, facilitando la alimentación eléctrica para los equipos. En el apartado 3.6 se han analizado las distintas tipologías de ubicaciones. Tal y como se ha estudiado en este apartado, las localizaciones más interesantes se sitúan en lugares de acceso público (sea este de titularidad pública o privada) con una elevada concentración de usuarios potenciales en itinerancia, y en localizaciones de dominio privado residencial para suministrar servicio al titular

de la ubicación y usuarios cercanos a éste.

Las motivaciones de los gestores de ubicaciones para facilitar el despliegue de las redes de acceso pueden ser de diversa naturaleza, centrándose principalmente en los siguientes aspectos [IPTS, 05c]:

- *Ingresos monetarios:* El gestor de la ubicación recibe una compensación económica, bien fija, bien dependiente del uso del servicio, por facilitar el despliegue de puntos de acceso. Al contrario que lo que sucede en el caso de la telefonía celular, donde los gestores de ubicación (habitualmente comunidades de vecinos) reciben una contraprestación monetaria por facilitar la instalación de estaciones base, este es un modelo poco utilizado en redes públicas WiFi, al ser modestos los ingresos que obtiene el proveedor de servicio por cada punto de acceso, y existir por tanto, poco márgen para establecer pagos fijos elevados al proveedor de la ubicación, resultando más frecuente el resto de modelos de colaboración con el gestor de la ubicación.

- *Incremento del valor añadido de la ubicación:* Es el modelo más aplicado en hotspots para acceso público. Se basa en que el beneficio obtenido por el gestor de la ubicación es aumentar el atractivo de ésta para suministrar otros servicios al usuario, que forman el núcleo del negocio. Este es el caso de los hoteles y comercios de restauración, que facilitan el despliegue de puntos de acceso por parte de terceros, o los despliegan ellos mismos. Esta es también una de las razones que suelen tener los ayuntamientos para facilitar el uso de viales y mobiliario urbano, aumentando de esta forma el atractivo de la zona donde se despliega el servicio para ciudadanos, trabajores itinerantes y visitantes.

- *Contraprestación basada en suministro de servicio:* Bajo determinados modelos de negocio, la contraprestación que recibe el gestor de la ubicación es el uso gratuito de la red en otras ubicaciones. FON, contempla entre por ejemplo, sus contraprestaciones para aquellos usuarios que permitan el acceso a su red, el acceso al resto de la red para los proveedores de ubicación e infraestructura de acceso (usuarios residenciales en la mayoría de lo casos) que se adhieren al modelo de negocio. Cuando los despliegues de red van orientados a suministrar servicio de banda ancha directamente al usuario titular de la ubicación, la motivación es directamente la obtención del servicio y el usuario facilita el acceso a la ubicación, pagando además el uso del servicio. En algunas comunidades wireless el beneficio obtenido se cifra en el uso de las redes proporcionadas por otros miembros de la comunidad para ser utilizadas como infraestructura de transporte, como es el caso de Guifi en Cataluña.

- *Altruísmo:* Este es el caso de la mayoría de los usuarios residenciales que disponen de puntos de acceso en sus ubicaciones y se adhieren a comunidades wireless abiertas al uso público. En este caso no existe una contraprestación, ni monetaria ni de servicios, y al tratarse de un dominio privado, no se incrementa el valor de la ubicación para comercializar otros servicios. La motivación suele estar relacionada con posicionamientos ideológicos y posibilidad de experimentación con las tecnologías, al ser muchos de los participantes en estas redes aficionados a las tecnologías de telecomunicación [Sandvig, 04], siendo además el coste margnial de suministrar ese servicio a la comunidad para el titular de la ubicación, muy bajo o nulo.

El coste de facilitar ubicaciones a operadores de redes públicas WiFi es en general bajo, ya que la instalación de los equipos suele ser realizada por los actores que despliegan las redes de acceso, y el consumo de energía y espacio físico son modestos. Además, al contrario de lo que sucede con las estaciones base de telefonía celular, el tamaño de los elementos radiantes y las potencias utilizadas son bajas (véase el apartado 3.4.3), por lo que no existe alarma social respecto a los efectos nocivos de las radiaciones emitidas.

Así pues, la situación actual se caracteriza por un bajo coste de obtención de ubicaciones, siendo la contraprestación recibida por los gestores de éstas de naturaleza diversa, destacando el incremento del valor de la ubicación para proporcionar otros servicios, respecto a la contraprestación monetaria. Tal como se ha analizado en el apartado 3.6 y muestra la evidencia empírica, la mayoría de las ubicaciones se corresponden con zonas de elevada presencia de usuarios itinerantes (como aeropuertos, hoteles y zonas comerciales), y domicilios residenciales que facilitan el uso tanto de la localización física como de la infraestructura de acceso para proporcionar servicios a terceros bajo esquemas altruístas o de contraprestación de uso de la red en otras ubicaciones.

La tendencia a corto y medio plazo indica una incorporación creciente de ayuntamientos que ofrecerán ubicaciones públicas para el despliegue de red, así como una articulación de motivaciones no altruístas para que usuarios residenciales hagan un uso marginal de su ubicación y red a través de iniciativas comerciales como FON. En lo que respecta a los dominios de titularidad privada y uso público, la tendencia es a incrementar el despliegue en hoteles, pero en otro tipo de ubicaciones donde el valor añadido obtenido para incrementar la demanda de otros servicios es menos claro, no parece que vaya a aumentar.

## 5.2 SUMINISTRO DE RED DE ACCESO

Este eslabón de la cadena de valor es la pieza clave que diferencia a las redes públicas WiFi del resto de redes públicas, y condiciona las diferencias en las características del resto de eslabones de la cadena de valor. Incluye el despliegue y la operación de redes de acceso WiFi en las ubicaciones suministradas en el anterior eslabón.

Las características técnicas para el despliegue y operación de estas redes de acceso han sido descritas en el apartado 3.1.2, siendo los aspectos clave el uso de puntos de acceso basados principalmente en 802.11g con densidades de despliegue (número de puntos/superficie) dependiente de los servicios que se proporcionen, número de usuarios simultáneos y características de la ubicación (interior o exterior). El suministro de redes de acceso WiFi para proporcionar servicio se puede descomponer en las actividades que se muestran en la Figura 5-2, pudiendo cada una de estas actividades ser desempeñada por actores distintos.

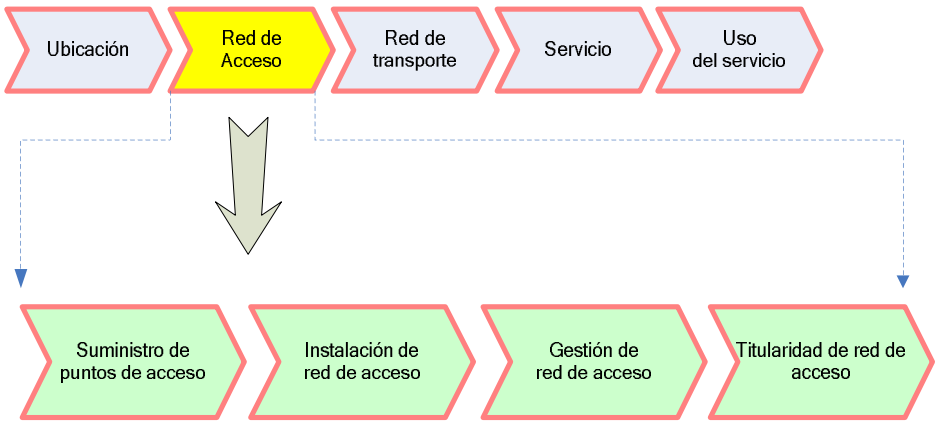



**Figura 5-2: Cadena de valor para suministro de red de acceso**

***Fuente: Elaboración propia***

### 5.2.1 SUMINISTRO DE PUNTOS DE ACCESO

El suministro de equipos de red lo realizan empresas especializadas en su diseño y construcción como Cisco y 3COM. El análisis de mercado para estos equipos (capítulo 7) indica que la mayor parte se utilizan en uso privado en autoprestación (redes de área local inalámbricas) y por tanto su empleo en redes públicas no es determinante para los actores principales que los suministran. No obstante, el elevado crecimiento de las redes públicas Wifi, especialmente las promocionadas por las administraciones locales, ha permitido el desarrollo de un mercado de equipos específicos para utilización en exteriores bajo esquemas de red pública.

Al igual que en el caso de otras redes de telecomunicación, los suministradores de equipos no suelen participar en el despliegue de las redes que es asumido por otros actores, sino que se centran en el desarrollo y comercialización de estos elementos.

### 5.2.2 INSTALACIÓN DE REDES DE ACCESO

La instalación de redes de acceso se corresponde con el despliegue físico de los puntos de acceso en las ubicaciones, incluyendo tanto la obra civil de los puntos de acceso y otros equipos, como su conexionado a las redes de backhaul o directamente a redes troncales.

El coste del despliegue de cada punto de acceso es muy inferior al de las estaciones base de otras tecnologías inalámbricas, si bien para despliegues integrales en zonas amplias no resulta igual de ventajoso, al ser necesario desplegar un número elevado de puntos para lograr coberturas similares, por lo que cada instalación de redes de acceso WiFi está focalizada en ubicaciones o zonas específicas, que generalmente permiten aprovechar las ventajas de esta tecnología.

Si bien los despliegues de puntos de acceso aislados suelen ser realizados por los propios usuarios del servicio que además suministran la ubicación, como es el caso de los puntos de acceso residenciales, cuando se pretenden cubrir zonas más amplias, la instalación de la red suele ser realizada por empresas especializadas del sector, con experturía en este tipo de actividades, como es el caso de Kubi Wireless, o Aeris Navigo que están especializados en instalación y puesta en marcha de este tipo de redes. La contraprestación que reciben estas empresas suele ser:

- *Contraprestación monetaria:* El titular de la red paga los servicios de despliegue y puesta en marcha de la red de acceso con el objetivo de su posterior explotación (bien minorista de cara al público, bien mayorista de cara a proveedores de servicio).

- *Explotación del servicio:* En este caso el actor que despliega la red actúa también como titular de ésta para suministrar servicios al público.

El uso de uno u otro modelo de contraprestación depende del interés del actor que promociona el despliegue de la red. En aquellos casos en que la red de acceso se utiliza para incrementar el uso de otros servicios, como es el caso de los hoteles, el instalador de la red recibe una contraprestación monetaria por su despliegue, no participando directamente en la comercialización del servicio, mientras que en el caso de las redes orientadas a la obtención directa de beneficios económicos, a veces sí coincide el instalador con el titular de la red.

La evidencia empírica muestra que, exceptuando los casos de uso de puntos residenciales, en la mayoría de los despliegues de red se utilizan los servicios de empresas especializadas que no necesariamente actúan como titulares de la red de cara a su explotación, pero sí reciben una contraprestación monetaria asociada a esta actividad de explotación (véase el capítulo 7

dedicado al análisis de mercado y el anexo IV, en que se muestran iniciativas relevantes). Este es el caso de la mayoría de hoteles, bibliotecas, y comercios de restauración, que se apoyan en empresas especializadas en el despliegue este tipo de redes públicas. Tal como se verá en el análisis de actores, los instaladores de redes de acceso suelen proporcionar también la infraestructura de suministro de servicio, para facilitar al titular de la red la necesariamente explotación de éste.

### 5.2.3 GESTIÓN DE RED DE ACCESO

La gestión de la red comprende las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo, gestión de uso, y prestaciones, una vez que la red ha sido desplegada, tal y como se ha analizado en el apartado 3.2. Este tipo de actividades presentan fuertes economías de escala, siendo el coste de la gestión de cada punto de acceso inferior cuanto mayor es el número de éstos gestionados. En general, el titular de la red delega la gestión de ésta en las mismas empresas que realizan las instalaciones, que a su vez aprovechan la economía de escala que se produce al gestionar de forma simultánea las instalaciones de varios clientes.

Dado que el mercado de las redes públicas WiFi no es muy extenso, no existen empresas especializadas exclusivamente en la gestión de estas redes de acceso que no participen también en la instalación, al contrario de lo que sucede con otras tecnologías TIC, donde la gestión de infraestructura de red y servicio en outsourcing están muy desarrollados y forman parte de un mercado diferenciable del de la implantación.

En la explotación de puntos de acceso residenciales para proporcionar servicios, la gestión de la red formada por todos los puntos de acceso que participan en la iniciativa suele estar delegada en cada uno de los participantes que aportan el punto de acceso, no siendo habitual que se realice una gestión centralizada de éstas, de la misma manera que no existe tampoco una instalación centralizada. Así, la gestión de los puntos de acceso utilizados en las comunidades wireless o en iniciativas comerciales como FON está delegada en cada participante, que aporta de forma simultánea la ubicación, instalación, y gestión del punto de acceso.

Las tendencias, pues, se centran en la gestión distribuida por parte de cada propietario de redes de acceso residenciales, y gestión centralizada en hotspots comerciales e instalaciones municipales, que es asumida normalmente por el mismo actor que instala la red.

### 5.2.4 EXPLOTACIÓN DE REDES DE ACCESO

El modelo de explotación de la red de acceso indica cuál es el actor que asumirá los costes de despliegue, y gestión y quien obtendrá los beneficios asociados a su explotación. El titular de la red que la explota suele coincidir con el actor que promociona el despliegue de la red, que en muchos casos coincide también con el gestor de la ubicación donde se despliega ésta. Tal y como se ha analizado previamente, los actores que explotan la red de acceso no coinciden necesariamente con los que despliegan y operan la red.

El titular de la red pública de acceso que explota ésta es además el actor que está sometido a las obligaciones legales establecidas para su despliegue y uso, debiendo registrarse como operador de telecomunicación, tal como se ha analizado en el apartado 3.4. Una vez más, en el caso de las redes de acceso residenciales, el actor que explota la red para su uso público es el propio usuario que cede su uso para la explotación pública, aunque es habitual que no cumpla con el requisito legal de registrarse como operador de telecomunicación.

En el caso de los despliegues municipales realizados por empresas privadas, coexisten las tendencias hacia la separación entre la titularidad de la ubicación, y la titularidad de la red con el control directo de misma por parte del propietario o gestor de la ubicación. En la tabla siguiente se muestra el caso de las iniciativas municipales estadounidenses, en las que no

existe una tendencia única determinante al respecto, dependiendo de los intereses de cada ayuntamiento en el control de la red y la opción sobre su titularidad.

| | *Titularidad y explotación municipal* | *Titularidad municipal y explotación privada* | *Titularidad y explotación privadas* | *Sin determinar /Otros* |
|---|---|---|---|---|
| ***Grandes ciudades*** | 12% | 8% | 56% | 24% |
| ***Ciudades medias*** | 32% | 13% | 42% | 27% |
| ***Ciudades pequeñas*** | 29% | 19% | 26% | 26% |
| ***Condados*** | 2% | 13% | 56% | 29% |
| ***Total*** | 24% | 15% | 38% | 23% |

**Tabla 5-1: Titularidad de redes públicas WiFi municipales en EEUU**

*Fuente: Adaptación a partir de [Muniwireless, 06a]*

El titular de la red de acceso puede explotar ésta bajo dos modalidades no excluyentes:

- Comercialización mayorista a proveedores de servicio: no se explota la red de cara al usuario final, sino que se suministra servicio a otros proveedores que se responsabilizan de su comercialización al por menor de cara a los usuarios finales.

- Comercialización minorista: el titular de la red de acceso actúa como proveedor de servicio para los usuarios finales.

El modelo mayorista se utiliza en instalaciones de amplia cobertura, cuyo uso resulta atractivas para proveedores de servicio que no desean desplegar red en la ubicación, sino utilizar una ya existente o complementar la que ya hayan desplegado. La comercialización mayorista se utsa también cuando el titular de la red no desea realizar la explotación de ésta, sino ceder a uno o más proveedores de servicio su explotación comercial de cara a los usuarios finales. Como se puede observar en la Tabla 5-1, una parte minoritaria de los municipios utilizan el modelo de titularidad municipal y explotación privada. La comercialización mayorista no tiene porqué centrarse en la explotación por parte de un único proveedor de servicio, y parte de las iniciativas municipales como 22@WiFi o Boston, contemplan el suministro de red a varios proveedores de servicio bajo esquemas abiertos y neutrales.

## 5.3 SUMINISTRO DE RED DE TRANSPORTE

La red de transporte permite conectar cada red de acceso al punto donde se suministra el servicio, bien mediante servicios proporcionados por operadores de telecomunicación, o bien mediante el uso de una red propia implantada específicamente para esta utilización o en uso compartido con otras aplicaciones. El apartado 3.1.5 analiza la problemática técnica para el despliegue y utilización de estas redes, denominadas de backhaul, que facilitan la conexión de las redes de acceso con el punto o puntos de provisión del servicio.

Al igual que en el caso de las redes de acceso, el suministro de red de transporte incluye el suministro de los equipos utilizados (infraestructura de red de transporte), las tareas de instalación, gestión, y explotación.

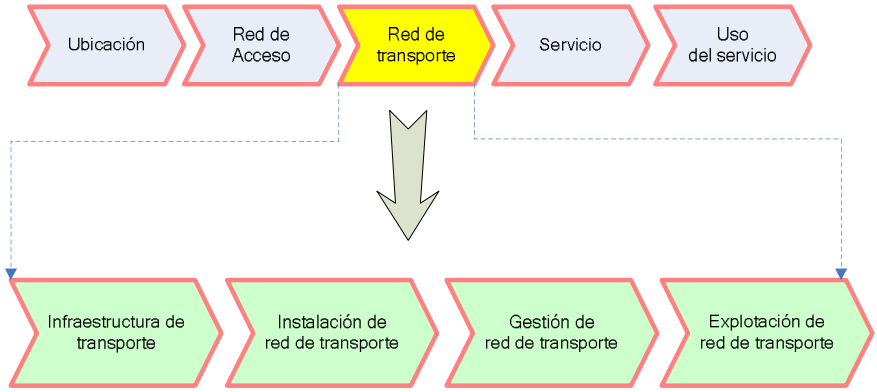



**Figura 5-3: Cadena de valor para suministro de red de transporte**

***Fuente: Elaboración propia***

### 5.3.1 INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

La infraestructura de transporte está constituida por los equipos que se utilizan para soportar esta red, así como las canalizaciones y ubicaciones de equipos utilizados en la construcción de la misma. El suministro de equipos de transporte (estaciones base, multiplexores, fibra óptica, etc.) lo realizan proveedores especializados que suelen tener como clientes a operadores de telecomunicación.

La infraestructura de obra civil utilizada en la red de transporte puede ser suministrada por el gestor de la ubicación (para la instalación, por ejemplo de equipos WiMax en la zona de despliegue) o, en el caso de las redes fijas, por el proveedor de la red de transporte utilizada, que según se analizará a continuación suele ser un operador de telecomunicación que suministra este servicio al actor que explota la infraestructura completa de red de cara a la provisión del servicio.

### 5.3.2 INSTALACIÓN Y GESTIÓN DE RED DE TRANSPORTE

En la mayoría de los casos existentes de redes públicas WiFi se utilizan como red de backhaul los servicios de conectividad prestados por otros operadores de telecomunicación, que permiten conectar las redes de acceso al punto de provisión de servicio, o más habitualmente suministrar directamente el servicio de acceso a Internet con todos los servicios de valor añadido que lleva aparejados. Así, los usuarios residenciales y los comercios que ponen a disposición del público su red de acceso utilizan conexiones de banda ancha proporcionadas por operadores de red fija (ADSL o cable) para suministrar servicio de acceso a Internet a los usuarios de la red. En todos estos casos, la instalación y gestión de la red son realizadas por el operador que suministra el servicio de transporte, mientras que la titularidad de la red de acceso se corresponde con el usuario que contrata este servicio de transporte para su utilización en la red pública WiFi, que suele coincidir con el titular de los puntos de acceso y la ubicación.

Tal como se analizó en el apartado 3.1.5, en despliegues amplios a veces resulta ventajoso utilizar otro tipo de infraestructuras de transporte, sustituyendo o complementando los servicios proporcionados por los operadores de red fija. Las redes malladas son uno de estos casos, en que la propia red de acceso actúa también como red de transporte. En este caso, lógicamente, los actores que participan en el despliegue y operación de la red de acceso coinciden con los que despliegan y operan la red de transporte, al apoyarse el transporte en la propia red de acceso.

El otro caso de modelo alternativo de red de transporte tiene lugar cuando se dispone

inicialmente de una red que puede ser utilizada marginalmente para dotar de conectividad a las redes de acceso WiFi, como es el caso de los ayuntamientos que disponen de redes corporativas que utilizan para conectar las redes de acceso a salidas a Internet del tráfico agregado. Raramente este esquema se utiliza de forma exclusiva al no ser elevada la capilaridad de estas redes corporativas, utilizándose frecuentemente en combinación con redes malladas (váse apartado 3.1.5, donde se analizan las opciones técnicas para red de backhaul).

Así pues, en la mayor parte de los casos la instalación y gestión de la red de transporte es efectuada por operadores de telecomunicación que suministran el servicio de conectividad entre la red de acceso y el punto de provisión de servicio. Como alternativas, a veces se utiliza la propia red de acceso como red de transporte (redes malladas), y en el caso de despliegues municipales en que el municipio dispone de una red corporativa con capilaridad suficiente, éste utiliza dicha red corporativa marginalmente para suministrar el transporte.

### 5.3.3 EXPLOTACIÓN DE RED DE TRANSPORTE

Diversos actores pueden realizar la explotación de la red de transporte para suministrar directamente servicios, o comercializar el acceso, para que otros proveedores utilicen la red de acceso WiFi conectada por esta red de transporte.

En el caso de los puntos de acceso residenciales, el usuario que contrata el servicio de banda ancha de conexión a Internet con un operador de telecomunicación, es el actor que explota la red de transporte, si bien habitualmente contraviniendo las claúsulas de uso del servicio que establece el operador que instala y gestiona la red de transporte, que prohíbe su utiización para proporcionar servicio público. tal como se analizó en el apartado 3.4.3, éste suele ser también el caso de hoteles y comercios que suministran redes públicas WiFi.

En aquellos casos en que se utilizan redes de acceso suministradas por diversos actores, sin que éstas dispongan de infraestructura de transporte (como por ejemplo la iniciativa 22@WiFi), el actor que despliega la red de transporte que conecta a cada subred de acceso a una red troncal, actúa como mayorista de acceso, agregando las distintas redes para comercializar el acceso y transporte de forma conjunta de cara a los diferentes proveedores de servicio, tal como se describe en el apartado 3.3.2. En estas situaciones de agregación de redes de acceso proporcionadas por distintos actores, la explotación de la red de transporte recae en un actor diferenciado, denominado “operador neutral” que agrega y conecta el conjunto de redes de acceso para suministrar transporte y acceso a los proveedores de servicio, que hacen así un uso conjunto de todas las redes de acceso.

## 5.4 GESTIÓN DEL SERVICIO

La gestión del servicio comprende las actividades de autenticación, gestión de accesos de los usuarios al servicio, gestión de uso y facturación de éste, así como las actividades de comercialización del servicio, tal como se muestra en la siguiente figura que detalla las actividades contempladas en la gestión del servicio.

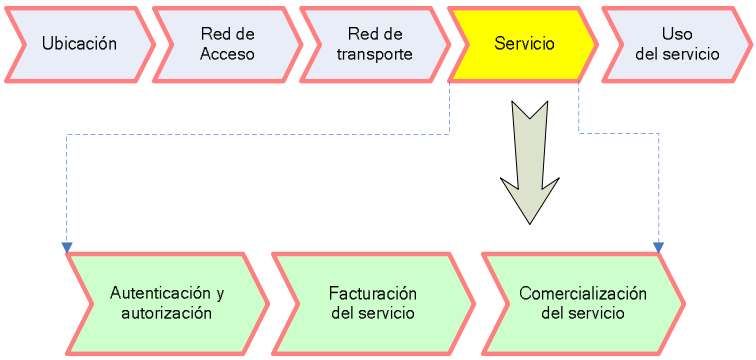



**Figura 5-4: Cadena de valor para suministro de servicio**

***Fuente: Elaboración propia***

### 5.4.1 AUTENTICACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Las actividades de autenticación y autorización permiten denegar o facilitar el acceso a los usuarios, dependiendo de la identidad y del estado de pago o consumo de servicio realizado en el momento de la conexión.

De acuerdo con el análisis realizado en el apartado 3.2.1, el control de acceso puede llevarse a cabo mediante diversas arquitecturas. En el caso más simple, el de las comunidades wireless, no se realiza esta actividad, ya que todos los usuarios potenciales pueden acceder sin restricciones de ningún tipo al servicio. Cuando único proveedor proporciona el servicio, la autenticación y autorización la realiza él mismo utilizando a su propia infraestructura.

Los casos en que un proveedor comercializa servicio apoyándose en los servicios de terceros, como son los proveedores de servicio internet (ISPs) que utilizan roaming, son más complejos y suponen la colaboración entre los proveedores de servicio, bien directamente, o bien a través de infraestructura proporcionada por empresas especializadas en la intermediación de roaming, como se analizó en el apartado 3.2.1. La participación de estas empresas en la cadena de valor es dependiente del número de proveedores de servicio implicados en los acuerdos de roaming, siendo más valiosa la aportación de intermediarios de roaming en los acuerdos multilaterales en que participan un número elevado de proveedores de servicio.

En consecuencia, las actividades de autenticación y autorización no son necesarias en todos los casos. Cuando se establecen limitaciones al acceso de usuarios, el control de la autorización y autenticación es realizado por el proveedor de servicio, delegándose en terceras partes cuando existen acuerdos de roaming.

### 5.4.2 FACTURACIÓN

Las actividades de facturación permiten computar y gestionar el cobro de servicios a los usuarios, en aquellos modelos de negocio que basan la financiación de la infraestructura de red y servicio en el pago monetario por parte de los clientes. Tal como se analizó en el apartado 3.2.2, existen diversas prácticas de facturación para las redes WiFi, dependiendo de si el modelo de negocio está orientado a explotación de servicios en uso residencial o itinerante.

Los modelos de negocio basados en suministro sin contraprestación monetaria, o empaquetados con otros servicios, no necesitan en general llevar a cabo esta actividad. La facturación la suele realizar el mismo actor que gestiona la autorización y autenticación de usuarios como parte de las actividades de provisión del servicio. En aquellos casos en que se utilizan esquemas de roaming entre proveedores de servicio, o se usan de infraestructuras de red aportadas por terceras partes (por ejemplo un proveedor de servicio minorista que hace uso de servicios mayoristas de acceso WiFi proporcionados por un operador neutral), las actividades de facturación conllevan la gestión tanto del pago por parte del cliente al ISP, como de los pagos que realiza el ISP a otros proveedores de servicio, o de infraestructura de red, por el uso de sus servicios.

### 5.4.3 COMERCIALIZACIÓN DEL SERVICIO

La comercialización comprende las actividades necesarias para hacer llegar la oferta de éste a los usuarios potenciales. Al contrario de lo que sucede en las redes fijas, la comercialización del servicio no necesariamente es efectuada por parte de los mismos actores que despliegan la red, aplicándose en muchos casos esquemas similares a los utilizados en operadores virtuales de telefonía móvil, en los que los actores que suministran el servicio son distintos que los que lo comercializan.

Este es por ejemplo el caso de los hoteles, en que toda la infraestructura de gestión de servicio es aportada y gestionada por empresas especializadas como Kubi Wireless, mientras que la comercialización es realizada por el titular de la ubicación que ofrece el servicio a los clientes finales como parte de una de las opciones del servicio de hospedaje. En general, en la mayor parte de casos en que la red pública WiFi se utiliza para aumentar el atractivo de la ubicación, el gestor de ésta participa de manera activa en su comercialización y promoción, sea o no el titular del servicio.

En el caso de las comunidades wireless no existe tal comercialización, por encontrarse abierto el uso a todos los usuarios de forma gratuita, estando las actividades de comercialización reducidas a la información a los usuarios potenciales a través de páginas web gestionadas por las propias comunidades, donde se indican las coberturas existentes.

En las iniciativas municipales de despliegue de redes públicas WiFi, la participación de las administraciones locales en la comercialización del servicio de cara al público suele centrarse en la difusión de información sobre la existencia del servicio, si bien el soporte de gestión del propio servicio (autenticació, autorización y facturación), así como los esfuerzos complementarios de marketing los suelen llevar a cabo proveedores de servicio especializados en estas actividades.

### 5.4.4 USO DEL SERVICIO

La utilización del servicio proporcionado por las redes WiFi necesita disponibilidad de equipos terminales por parte de los usuarios potenciales que son proporcionados por suministradores especializados en éstos, dentro de los diversos segmentos de mercado, así como el acceso al servicio por los propios usuarios. Si bien no forman parte estrictamente de la cadena de suministro de servicios a través de las redes WiFi públicas, se han incluido dentro de ésta al resultar condicionados el resto de eslabones por las características propias del uso del servicio, y participar parte de los actores de forma simultanea en otras partes de la cadena de valor.

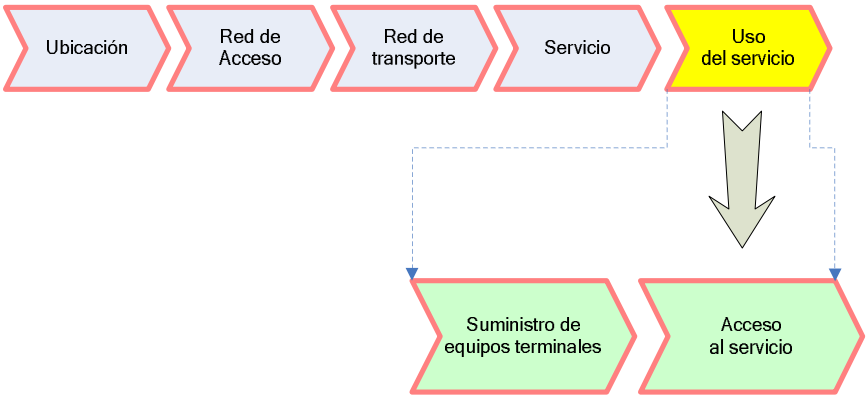



**Figura 5-5: Cadena de valor para uso del servicio**

***Fuente: Elaboración propia***

La tipología y tendencias en los equipos terminales que se utilizan en este tipo de redes ha sido analizado en el apartado 3.1.4 en cuanto a sus los aspectos, técnicos y en el capítulo 6 se analizarán las motivaciones y capacidades de los suministradores de estos equipos.

En el capítulo 6 se analizarán también los intereses y capacidades de los actores que hacen uso de los servicios proporcionados por estas redes públicas, que en muchos casos, al contrario que en las redes fijas y celulares, participan también en otros eslabones de la cadena de valor, como el suministro de redes de acceso y de servicio.

## 5.5 CONCLUSIONES

La cadena de valor para el despliegue y explotación de redes públicas WiFi muestra aspectos diferenciales respecto a las cadenas de valor existentes para proporcionar servicios a través de otras tecnologías de acceso. Estas diferencias se centran en la importancia de las ubicaciones de despliegue de equipos, aportadas por actores distintos a los operadores de telecomunicación, y en una mayor participación de actores alternativos, que cooperan participando en distintos eslabones de la cadena de valor, para llevar a cabo el despliegue y explotación de las redes.

Así, mientras en las redes públicas fijas y en las redes celulares el operador de telecomunicación es el único actor que despliega red y opera el servicio en la mayor parte de los casos, bajo un modelo vertical, la cadena de valor de las redes públicas WiFi contempla el despliegue de redes de acceso por multitud de actores, y por motivaciones alternativas a la contraprestación económica por parte de los usuarios finales de éstas. En la Figura 5-6 se muestra la cadena de valor completa que ha sido descrita en este apartado.

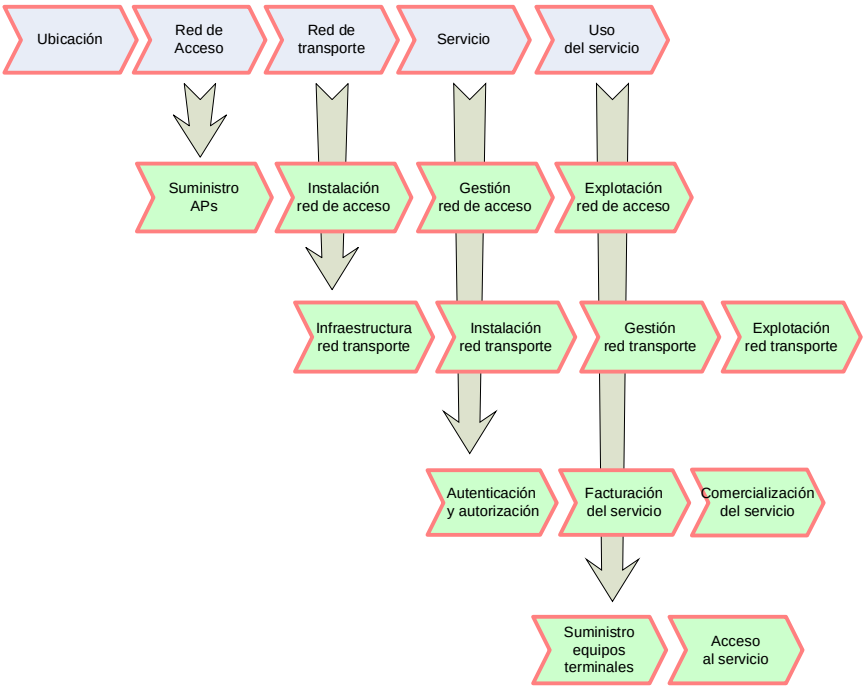



**Figura 5-6: Cadena de valor completa para redes públicas WiFi**

***Fuente: Elaboración propia***

La cadena de valor viene configurada por la tecnología utilizada, y no determina estrictamente los modelos de negocio ni la estructura de cooperación entre actores para activarlos, sino que establece las posibilidad y limitaciones existentes para que estos actores se ubiquen en dicha cadena de valor. Son los actores los que a partir de sus intereses y capacidades, ocupan o no eslabones en la cadena de valor para configurar cada modelo de negocio [Maitland et al, 02].

En el siguiente apartado se realiza un análisis de los actores participantes en la cadena de valor, ubicando a éstos en cada eslabón al objeto de identificar posteriormente los modelos de negocio viables para la explotación de estas redes.

# 6 ANÁLISIS DE ACTORES

En este apartado se identifican y analizan los actores que, de una manera u otra, participan en el despliegue, explotación, y utilización de este tipo de redes. La mayor parte de ellos han sido ya citados en apartados anteriores al realizar el análisis de las tecnologías, los servicios, la regulación, y demás aspectos implicados en la dinámica de implantación de redes WiFi, si bien no han sido estudiadas de manera conjunta las motivaciones, capacidades, y limitaciones, de estos actores que es el objeto del presente apartado.

Tal como se ha señalado en el capítulo anterior, el panorama de actores en el despliegue y operación de este tipo de redes es variado, al contrario que en las redes tradicionales, ya que las especiales características de esta tecnología facilitan que un actor pueda participar de forma simultánea tanto en el papel de usuario como en el de proveedor de redes y servicios [Algoja, 00] y que actores que no participan en el despliegue y explotación de redes de telecomunicación tradicionales ejerciten un papel activo en el despliegue de las redes WiFi. Esto facilita la aparición de modelos de negocio alternativos al aplicado por los operadores tradicionales, que suelen aplicar modelos de negocio verticales, con provisión de servicio sustentada en una única red, propiedad del operador, desplegando éste tanto la infraestructura de red como de provisión de servicio.

En la identificación de actores y sus intereses, se han utilizado tanto las referencias existentes centradas en este tipo de análisis, como [Shubar et al., 04], [Verhoosel et al., 03] y [Eurescom, 03] que suministran una relación bastante exhaustiva de actores participantes en este tipo de despliegues, así como la evidencia empírica existente, obtenida de diversas fuentes como la documentación de las propias iniciativas, o las entrevistas realizadas a actores relevantes en este campo (incluídas en el anexo III de la presente tesis).

Para cada actor se han identificado las posiciones que puede ocupar en la cadena de valor de suministro de servicios sobre redes públicas WiFi, al objeto de facilitar el posterior análisis de modelos de negocio viables. Para ubicar a cada actor en las distintas posiciones se ha realizado un análisis de sus motivaciones, capacidades, y limitaciones. Estas características determinan los acuerdos de colaboración y competición entre ellos, que configurarán modelos de negocio, y por tanto, el uso que se hace de la tecnología, tal como se indica en el estudio realizado sobre los actores participantes en despliegues de redes WiFi en Austin Texas descrito en [Fuentes-Bautista et al., 05].

## 6.1 OPERADORES DE TELECOMUNICACIÓN

### 6.1.1 OPERADORES DE REDES FIJAS

El núcleo del negocio de los operadores de redes fijas está constituido por la comercialización de servicios de voz y datos soportados sobre redes de fibra óptica, cable coaxial, y par de cobre. Operan generalmente en el ámbito de uno o varios países, y actúan tanto en el mercado residencial como el de empresa. Estos actores conciben la tecnología WiFi como una herramienta que les permite completar la oferta basada en infraestructura fija de las siguientes maneras:

- Integrando en la oferta de banda ancha residencial el suministro de un punto de acceso para facilitar al cliente el uso de la red en su domicilio sin realizar cableados adicionales. En este caso se utiliza WiFi como un complemento de la oferta comercial, que está basada en infraestructura fija.

- Utilizando WiFi como tecnología alternativa para suministrar servicios de banda ancha cuando no es posible o económico alcanzar el domicilio del cliente mediante infraestructura fija.

- Realizando despliegues de hotspots WiFi en zonas de uso itinerante para suministrar acceso de pago.

En ninguno de los casos la tecnología WiFi articula elevadas inversiones o apuestas estratégicas clave de estos operadores. En el primer caso se utiliza como un añadido suplementario al servicio proporcionado con red fija; en el segundo caso el uso es subsidiario respecto al despliegue de red fija en zonas rurales, no actuando como alternativa principal a la red fija[23]; y en el tercer caso las inversiones realizadas son de un volumen muy inferior respecto a las inversiones realizadas por los operadores de red fija en otras tecnologías, si bien son unos de los actores más relevantes en la explotación de hotspots en ubicaciones privilegiadas.

Las capacidades de los operadores de redes fijas son elevadas, y se distribuyen a lo largo de la mayor parte de la cadena de valor:

- Disponen de personal experimentado en el despliegue de redes, y de acuerdos con suministradores de puntos de acceso que facilitan su adquisición a precios bajos.

- Son los titulares de las redes de transporte de mayor capacidad y capilaridad, por lo que tienen a su disposición los recursos clave para conectar las redes de acceso WiFi, bien para despliegues propios, o bien para suministrárselos a otros actores bajo esquemas mayoristas.

- Disponen tanto de infraestructura de provisión de servicios, como de experiencia en la comercialización de éstos, así como una elevada base de clientes de banda ancha, en la que se pueden apoyar para empaquetar servicios de acceso fijo con acceso itinerante basado en WiFi.

La limitación principal de los operadores de red fija consiste en no disponer del control de ubicaciones privilegiadas como hoteles, centros de congresos, o zonas comerciales, para desplegar la red de acceso. Por ello, alcanzan acuerdos con los titulares de estas ubicaciones para instalar y explotar la red, basados en la mayor parte de los casos en el incremento del valor de la ubicación para el gestor de ésta proporcionado por la disponibilidad del servicio.

Como limitaciones secundarias, basadas en aspectos organizativos de estos actores, se pueden citar las siguientes:

- Los operadores de red fija conciben los despliegues de redes y propuestas de servicio bajo modelos verticales en los que el propio operador despliega la red y realiza la explotación del servicio. Esto supone una dificultad organizativa de adaptación a los modelos colaborativos en los que participan multitud de actores aportando redes, o explotando el servicio, que es de especial aplicación en el caso de las redes públicas WiFi.

- Los modelos de negocio de los operadores de red fija se basan en cubrir ámbitos geográficos extensos bajo modelos únicos de comercialización, mientras que la aplicación de la tecnología Wifi, de corto alcance y coberturas limitadas tiene un carácter muy local, y las implantaciones con éxito se adaptan a las necesidades y condicionantes del entorno donde se despliegan.

Teniendo en cuenta estos factores, los operadores de redes fijas se posicionan en distintas posiciones de la cadena de valor según el uso que hagan de la tecnología WiFi:

- Cuando utilizan WiFi como un complemento del servicio fijo de banda ancha residencial, suministran los puntos de acceso mediante acuerdos con fabricantes de estos equipos, empaquetándolo dentro de su oferta como proveedor de servicio de acceso a Internet. En este caso, el operador aplica WiFi con la intención de que el cliente use la tecnología en red privada, prohibiendo explícitamente por contrato su utilización para suministrar servicios a terceros.

- En uso como alternativa tecnológica a la red fija para el acceso, el operador cubre la mayor parte de la cadena de valor, desde la red de acceso hasta la comercialización del servicio, de forma similar al modelo que aplica en los servicios de banda ancha fija.

- Los despliegues de hotspots en zonas de acceso público se realizan también bajo modelos de negocio verticales, donde el operador de red fija despliega también la red de transporte, suministra y comercializa el servicio.

- En la mayor parte de los modelos de negocio, los operadores de redes fijas participan directa o indirectamente suministrando la red de transporte que permite conectar los puntos de acceso a Internet. Si bien en muchos casos esta participación es involuntaria, ya que parte de las iniciativas se basan en uso de capacidad excedente de servicios minoristas, en otros casos sí suministran servicios mayoristas a otros operadores.

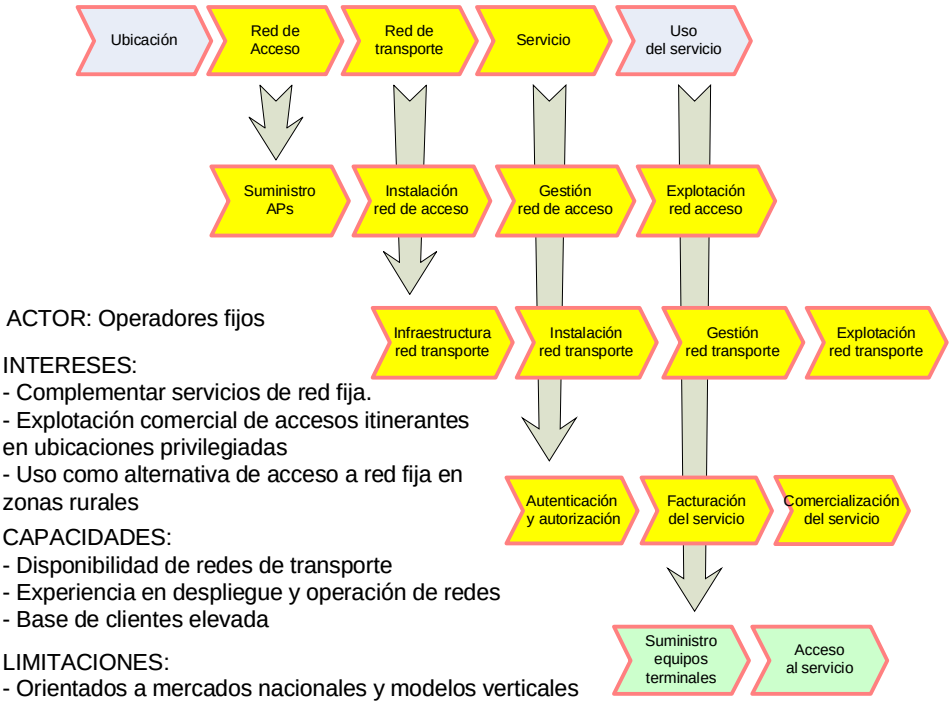



**Figura 6-1: Ubicación de operadores de redes fijas**

***Fuente: Elaboración propia***

A pesar de ser muy bajas las inversiones realizadas por los operadores de redes fijas en el despliegue de hotspots en comparación con el resto de sus inversiones, muchos de los despliegues de hotspots comerciales más amplios son realizados por los operadores tradicionales. En el estudio efectuado por OFCOM (el regulador británico) sobre el mercado de telecomunicaciones mundial [Ofcom, 06], puede observarse que en muchos países los operadores de red fija son los que han realizado los despliegues más amplios de hotspots, cubriendo un porcentaje significativo de las ubicaciones totales (véase la Tabla 6-1). El análisis realizado para el mercado catalán en el anexo I confirma este aspecto, ya que Telefónica gestiona el 58% de los hotspots desplegados en este territorio (coincide exactamente con el porcentaje suministrado por Ofcom para España) y el siguiente operador cubre sólo el 16% de los hotspots comerciales existentes en Cataluña.

Los análisis realizados para el mercado finlandés de redes WiFi en [Jansen et al, 05] y para el mercado escandinavo en general [Ralli, 06], muestran que también en Dinamarca, Finlandia, y Noruega, los actores principales que operan redes WiFi públicas son operadores tradicionales de redes fijas, redes celulares o ambas.

En el anexo III se incluye un extracto de la entrevista realizada al que en este momento era el Director de Relaciones Institucionales de Telefónica en Cataluña. La visión transmitida desde este operador de las redes WiFi se centra en el uso como potenciador de la red fija utilizado de forma complementaria a la banda ancha fija. La estrategia planteada por este operador gira alrededor de la red fija y las redes celulares, utilizándose WiFi únicamente en el despliegue de hotspots en ubicaciones privilegiadas.

Como resumen, los operadores de redes fijas utilizan WiFi como complemento de sus redes, empaquetando el servicio de banda ancha soportado sobre red fija con puntos de acceso para uso personal y despliegan redes WiFi en ubicaciones especialmente adecuadas que explota el propio operador de telecomunicación. Pueden hacer también uso de WiFi como tecnología de acceso alternativa en casos aislados de difícil despliegue de cable. Asimismo, proporcionan el transporte para la mayor parte de las iniciativas existentes.

| | ***Operador*** | ***Tipo de operador*** | ***Fecha de lanzamiento*** | ***Ubicaciones (Abril 2006)*** | ***% Total de ubicaciones*** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Reino Unido** | ***The Cloud*** | *WiFi* | *Mayo 2003* | *6600* | *62%* |
| **Francia** | ***Orange*** | *Móvil* | *Febrero 2003* | *8150* | *83%* |
| **Alemania** | ***T-Mobile*** | *Móvil* | *Noviembre 2002* | *6550* | *76%* |
| **Italia** | ***Tin.ti*** | *WiFi* | *c.Junio 2003* | *771* | *44%* |
| **EEUU** | ***Wayport*** | *WiFi* | *Enero 2000* | *7682* | *29%* |
| **Japón** | ***NNT West*** | *Fijo* | *Junio 2002* | *3030* | *45%* |
| **China** | ***Chinal Moble*** | *Móvil* | *Marzo 2003* | *2100* | *69%* |
| **España** | ***Telefónica*** | *Fijo y Móvil* | *Junio 2003* | *1323* | *58%* |
| **Holanda** | ***KPN*** | *Fijo y móvil* | *Mayo 2003* | *720* | *37%* |
| **Suecia** | ***TeliaSonera*** | *Fijo y Móvil* | *Octubre 2003* | *524* | *60%* |
| **Irlanda** | ***Eircom*** | *Fijo* | *Febrero 2004* | *550* | *75%* |

**Tabla 6-1: Principales operadores de redes WiFi en el mundo**

*Fuente: Elaboración propia a partir de [Ofcom, 06]*

### 6.1.2 OPERADORES DE REDES CELULARES

Los operadores de redes celulares articulan su oferta de servicio mediante el despliegue de redes 2G, 2,5G y 3G de cobertura integral con ámbito habitualmente nacional. Este tipo de operadores concibe también las redes Wifi como un complemento de las redes celulares que constituyen su principal activo, aunque de forma distinta al planteado en las redes fijas. Hasta el momento, al igual que los operadores fijos, han hecho un uso escaso de las redes Wifi para complementar su oferta de servicio al público.

Tal como se analizó en el apartado 3.7, la tecnología WiFi actúa como competencia o como complemento de las redes 3G, al estar orientada al mercado de usuarios itinerantes y plantear ciertas ventajas respecto a las redes celulares, como proporcionar mayor ancho de banda y debilidades, como el no suministrar coberturas integrales. Dado que estos operadores han realizado una apuesta importante sobre la tecnología 3G, su visión de la tecnología WiFi se construye a partir de las relaciones de complementariedad y competencia que se pueden establecer entre ambas.

Habida cuenta que el mercado actual de las redes públicas WiFi es escaso, tal como se muestra en el apartado 7.2, los aspectos relacionados con la competencia entre estas redes públicas y las redes 3G promocionadas por estos operadores no son relevantes actualmente en el posicionamiento de estos operadores respecto a WiFi. Las políticas de uso de WiFi en modalidades complementarias a 3G sí han sido exploradas por estos actores [Paolini et al., 02], si bien aplicando volúmenes de inversión bajos respecto a la apuesta principal de estas compañías, que tal como se ha indicado, se basa en despliegues de cobertura integral de 3G. Estas estrategias se han basado en:

- Explotación comercial de despliegues de redes WiFi en ubicaciones privilegiadas con características similares a las desplegadas por los operadores fijos.

- Empaquetamiento de servicios basados en redes celulares y de accesos WiFi a través de hotspots controlados por el operador.

- Integración de ambas tecnologías para que el usuario acceda a los servicios de forma transparente a través de WiFi en zonas en las que exista cobertura bajo esta tecnología y gestionadas directa o indirectamente por los operadores celulares.

Las capacidades de estos operadores en el contexto de las redes WiFi son las siguientes:

- Disponen de una base amplia de clientes itinerantes y experiencia en la provisión de servicios, por lo que pueden participar con ventaja en la comercialización de acceso a servicios de itinerancia.

- Disponen de mecanismos de autenticación y facturación basados en el uso de tarjetas UICC (Universal Integrated Circuit Card), que pueden ser aplicados no sólo en el contexto de las redes celulares, sino también para los accesos a través de redes WiFi, conectando los sistemas de autenticación de hotspots a los sistemas corporativos utilizados para las redes celulares.

Estos actores no disponen del control de las ubicaciones para prestar el servicio, por lo que al igual que los operadores fijos deben colaborar con los titulares de estas ubicaciones para desplegar la red. Al contrario que los operadores fijos, no disponen de redes de transporte con la capilaridad necesaria para conectar estas ubicaciones con las redes IP corporativas e Internet, por lo que deben apoyarse en actores complementarios que suministren esta conectividad de transporte en las ubicaciones.

Partiendo de estas capacidades y limitaciones, los operadores de redes celulares se han ubicado en las partes de la cadena de valor centradas en la provisión y comercialización del servicio, colaborando con otros actores para obtener la ubicación y el transporte. Respecto al despliegue de las redes de acceso, se han seguido estrategias distintas dependientes de las capacidades concretas de cada operador celular. En algunos casos, como el de Vodafone, la red de acceso es instalada y gestionada por otros actores especializados en este ámbito, como Kubi Wireless en España (veáse para mayor detalle el anexo I), mientras que los operadores integrales de fijo y celular, como TeliaSonera en Suecia, despliegan ellos mismos las redes de acceso. En la Figura 6-2 se muestra este posicionamiento en la cadena de valor.

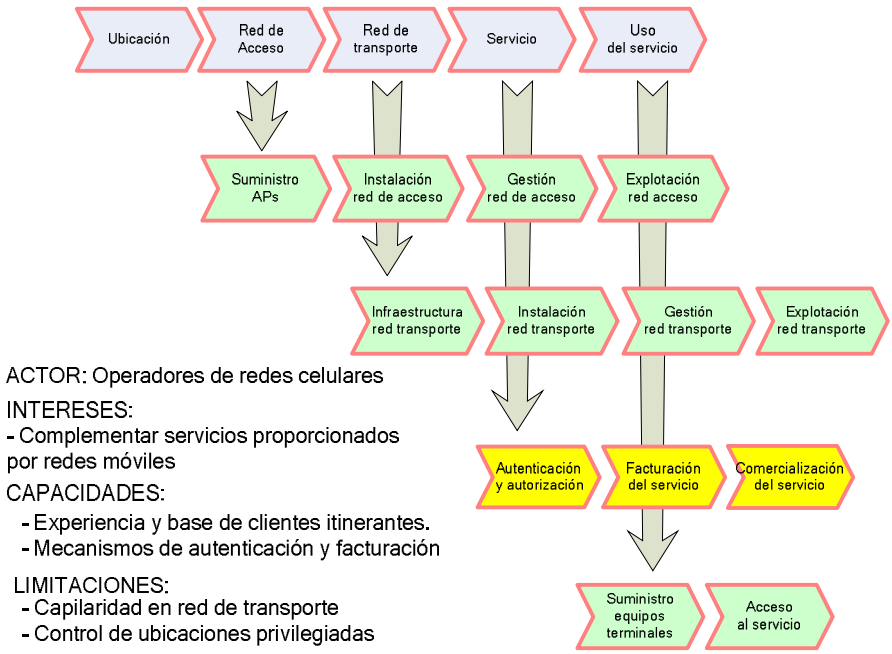



**Figura 6-2: Ubicación de operadores de redes celulares**

***Fuente: Elaboración propia***

Las actuaciones realizadas por estos actores en las líneas estratégicas apuntadas más arriba son las siguientes:

En lo que respecta a explotación comercial de despliegues WiFi, tal como se ha mostrado en la Tabla 6-1, los operadores celulares como T-Mobile u Orange tienen una participación activa en la explotación de este tipo de redes. En la tabla también se puede observar que los operadores integrales, como Telefónica en España o TeliaSonera en Suecia, que disponen de las capacidades combinadas de los operadores fijos y celulares, copan la mayor parte del mercado en los países donde operan como primer actor del mercado de las telecomunicaciones. Tal como se indica en [Efstathiou et al., 03], en el mercado europeo los operadores celulares han sido especialmente activos en el despliegue de estas tecnologías.

En lo que respecta a la integración entre tecnologías celulares y WiFi, hasta el momento la mayor parte de las acciones se han centrado en aplicar los mecanismos de autenticación y facturación utilizados en telefonía celular sobre los hotspots en los que disponen de servicio, como es el caso de Vodafone o T-Mobile. Según se indica en el estudio sobre tecnologías inalámbricas alternativas realizado para Comisión Europea por el IPTS ([IPTS, 05b]), en la mayoría de los países de la Comunidad Europea se aplica la integración basada en autenticación y facturación por parte de los operadores celulares.

La integración transparente para el usuario entre ambas tecnologías se ha comenzado a aplicar sobre teléfonos duales, como es el caso citado en el apartado 3.7 de aplicación de UMA por

parte de TeliaSonera en Dinamarca, si bien aún es escasa y es de esperar que la futura aplicación de IMS permita intensificar esta tendencia.

En la siguiente figura se muestra el grado de implicación de los operadores tradicionales (fijos y celulares) en iniciativas de tecnologías inalámbricas alternativas, principalmente uso de Wifi, en los países que forman la europa comunitaria, pudiendo observarse que es elevado en la mayoría de ellos. Así pues, los operadores tradicionales, participan activamente en el despliegue de redes públicas WiFi, siendo los responsables de muchos de las implantaciones más amplias de esta tecnología para soportar redes públicas de acceso itinerante.

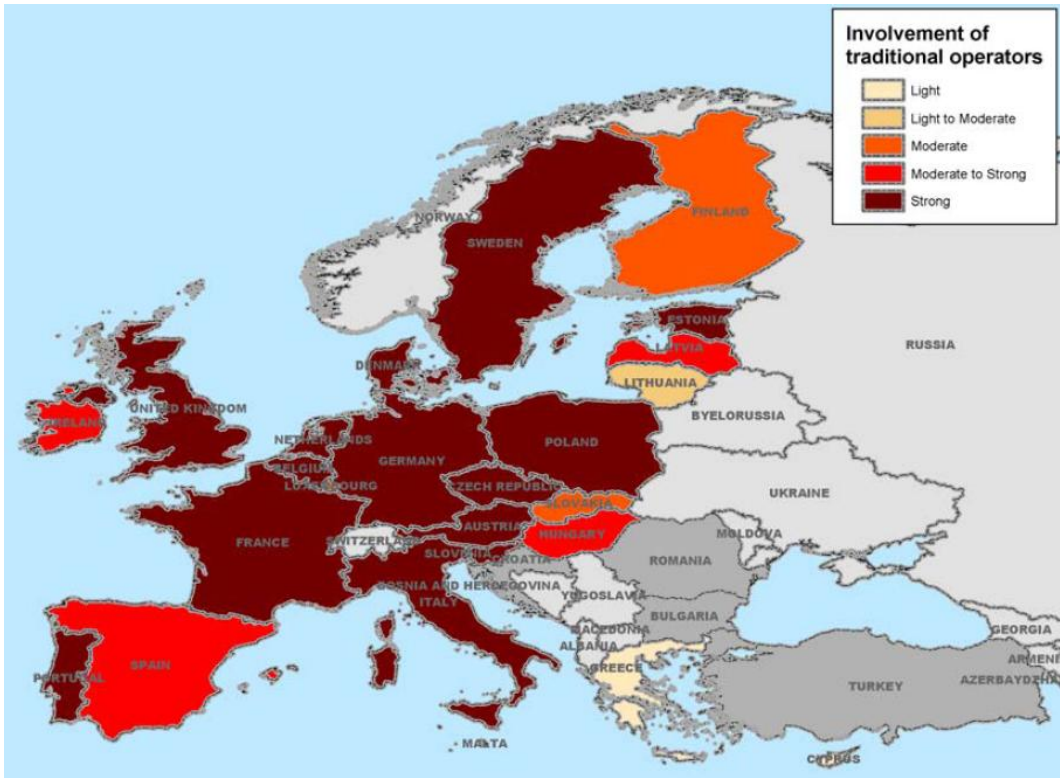



**Figura 6-3: Operadores tradicionales y tecnologías inalámbricas alternativas**

*Fuente: [IPTS, 05b]*

### 6.1.3 PROVEEDORES DE SERVICIO INALÁMBRICO (WISPs)

Este tipo de actores utiliza WiFi como la tecnología base para el núcleo de su negocio, al contrario que los operadores de redes fijas y celulares, que articulan sus ofertas principales en base a otras tecnologías.

Parte de estas empresas tienen como origen los proveedores de servicio de Internet (ISPs) tradicionales que utilizaban redes de terceros para suministrar servicio a través de la red conmutada de voz, y que han sido desplazados de este negocio por los operadores de redes fijas que suministran servicios de banda ancha [Cooper, 04].

El caso de Earthlink en Estados Unidos es un ejemplo paradigmático en este sentido. Earthlink, fundada en 1994, actuaba originalmente como ISP independiente sobre redes de acceso proporcionadas por otros operadores. En 2005 vió denegado el uso de las redes de operadores de cable, y orientó su negocio hacia el despliegue de redes WiFi municipales. Actualmente es líder de mercado en EEUU en este sector [Pérez, 06], si bien el modelo de negocio basado en el despliegue de redes municipales financiadas por Earthlink bajo concesión municipal, como ha sido el caso de Philadelphia está replanteándose al no haberse alcanzado los objetivos económicos previstos [Selna, 07].

Los proveedores de servicio inalámbrico conceptualizan Wifi como la tecnología clave para suministrar acceso a los usuarios, por lo que centran su actividad en el despliegue y explotación de estas redes.

Las capacidades de que disponen se centran en en la instalación y gestión de redes de acceso, y en las actividades relacionadas con el suministro de servicio. Disponen de las siguientes fortalezas:

- Conocimiento técnico y experiencia en la instalación y gestión de redes de acceso basadas en WiFi con coberturas amplias en interiores y exteriores.

- Disponibilidad de herramientas para gestionar el control de acceso de usuarios, así como para implantar diversos modelos de facturación para uso itinerante y residencial.
- Conocimiento y experiencia en el mercado de servicios basados en redes WiFi.

Al igual que sucede con los operadores de red fija y celular, no disponen de las ubicaciones para desplegar hotspots, por lo que deben alcanzar acuerdos de explotación con los gestores de ubicaciones. La mayoría de estos actores tampoco dispone de redes de transporte que permitan conectar a Internet las redes de acceso que despliegan, por lo que deben apoyarse en servicios de transporte ofrecidos por operadores de red fija, combinados con redes de backhaul desplegadas por estas mismas empresas, o proporcionadas por otros actores. Como limitación adicional, los WISPs disponen en general de capacidades financieras modestas, por lo que suelen depender de otros actores, como las administraciones locales, para realizar despliegues amplios.

En base a estas capacidades y limitaciones, suelen actuar en las siguientes posiciones de la cadena de valor, tal como se muestra en la Figura 6-4:

- Despliegue y operación de redes de acceso y backhaul, así como explotación de redes de transporte proporcionadas por otros operadores.

- Despliegue y operación de facilidades de suministro de servicio, incluyendo control de acceso, facturación, y comercialización o soporte a ésta.

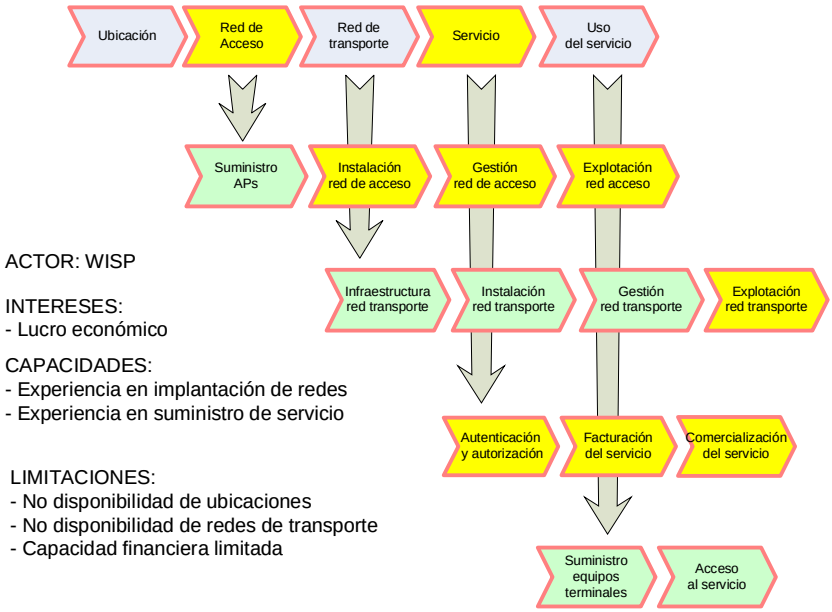



**Figura 6-4: Ubicación de WISPs**

***Fuente: Elaboración propia***

Esta participación en la cadena de valor se articula habitualmente desplegando, gestionando, y explotando la red de acceso y la infraestructura de suministro de servicio, aportando otro actor las ubicaciones, y estableciéndose diversos mecanismos de comercialización del servicio:

- En unos casos, el servicio es comercializado por el titular de la ubicación, como es el caso de muchos de los despliegues realizados en hoteles, donde el WISP suministra toda la infraestructura necesaria para operar, y el titular del negocio realiza la comercialización del servicio en la ubicación.

- En otros casos, el propio WISP comercializa el servicio a través de portales en Internet o tarjetas de prepago.

- Por último, en determinados casos el WISP actúa de operador mayorista de cara a otros proveedores de servicio minoristas, proporcionando minutos de acceso.

Estos esquemas no son excluyentes, y en muchos casos conviven, realizándose la comercialización a nivel local por parte del dueño de la ubicación, y a nivel global por el WISP que realiza el despliegue, como es el caso de Kubiwireless en España. En los despliegues municipales, las tendencias actuales contemplan una explotación comercial por parte del WISP que despliega y opera la red, que además proporciona servicio mayorista a otros ISPs, que hacen uso de ésta para proporcionar sus servicios minoristas en competencia, como en el caso de Philadelphia [Wireless Philadelphia, 05].

Respecto a la financiación del despliegue, existen también diversos modelos, desde la financiación por parte del titular de la ubicación, pasando por esfuerzos mixtos de financiación entre el titular de la ubicación y el WISP, hasta la financiación completa por parte del WISP.

Tal como se indica en [Ralli, 06], en Estados Unidos existe una mayor actividad de este tipo de actores (en la Tabla 6-1 se puede observar que el mayor operador de hotspots en este país es Wayport, que se corresponde con esta categoría) que en Europa, donde los operadores tradicionales son más activos (si bien en algunos casos, como el de Vodafone, se apoyan en WISPs para realizar el despliegue y la operación de la red). En la Figura 6-5 se refleja como en la Europa comunitaria la actividad de estos operadores entrantes es menor que la de los operadores tradicionales que se ha presentado en la Figura 6-3.

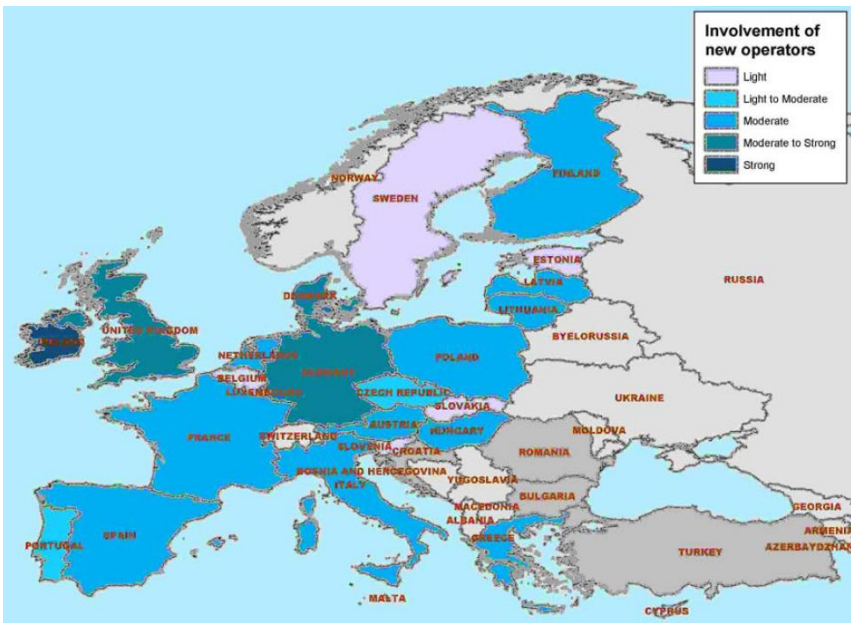



**Figura 6-5: Operadores WISP y tecnologías inalámbricas alternativas**

*Fuente: [IPTS, 05b]*

Tanto en Europa como en Estados Unidos, este tipo de actores realizan también despliegues de banda ancha rural en zonas donde no se dispone de red fija, en la mayoría de los casos bajo modelos de explotación subvencionados por las administraciones nacionales o regionales, y apoyándose en servicios de satélite para obtener la red de transporte, como es el caso de Flash10 en Cataluña, descrito en el anexo I de la presente tesis y que muestra las limitaciones de WiFi utilizada como tecnología de acceso para banda ancha residencial.

En el anexo III se incluye el extracto de la entrevista realizada con el director general de Eurona, uno de los WISP de ámbito catalán que tiene desplegadas diversas redes municipales a lo largo del territorio. Su visión de Wifi está muy centrada en el uso de esta tecnología para el despliegue de redes municipales, en las cuales el ayuntamiento y los WISP colaboran bajo diversos modelos en la financiación y comercialización que despliegan este tipo de actores. De acuerdo a su visión, coincidente con las expresadas por responsables de administraciones locales, las redes WiFi municipales pueden jugar un papel importante en la mejora y reducción de costes de servicios internos municipales, así como en el suministro de servicio de acceso itinerante a Internet.

### 6.1.4 AGREGADORES E INTERMEDIARIOS DE ROAMING

Los agregadores e intermediarios de roaming centran su actividad en la explotación comercial de redes desplegadas por otros actores, y su aportación en la cadena de valor está orientada a las actividades de autenticación, facturación y comercialización, apoyándose en infraestructura de terceros para suministrar el servico.

La visión de estos actores se centra en las posibilidades de explotación, conjunta o cruzada, de redes desplegadas por otros, para ofrecer servicios a los clientes sobre un número elevado de zonas de cobertura de red basándose en el servicio aportados por proveedores locales. Mientras que los agregadores se dedican a explotar comercialmente amplias zonas mediante acuerdos de roaming con otros operadores (generalmente WISPs locales), los intermediarios de roaming facilitan a los diversos WISP la implantación de acuerdos de roaming entre ellos mediante el uso de plataformas especializadas en la autenticación y facturación cruzada entre proveedores de servicio (clearinghouse). En la Figura 6-6 se muestra la relación entre los WISP y estos dos tipos de actores, así como la relación de los clientes finales con éstos.

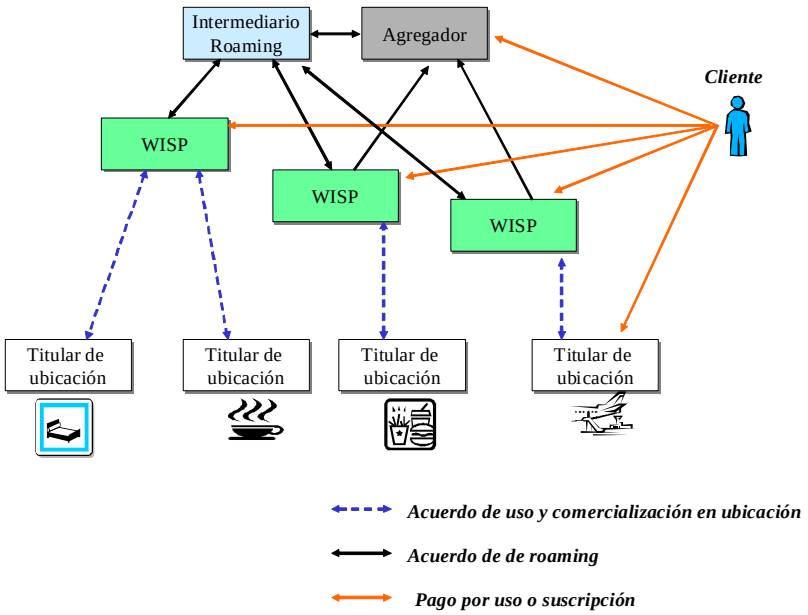



**Figura 6-6: Relación entre agregadores, intermediarios y WISPs**

***Fuente: Elaboración propia***

Las capacidades de los agregadores aumentan cuando disponen de un número elevado de acuerdos de roaming con WISPs locales, que les permite realizar una oferta atractiva de ubicaciones para los clientes finales, lo cual a su vez incide en un aumento de ingresos por roaming de los WISPs locales, tal como se analizó en el apartado 3.3.1.

Los intermediarios de roaming (clearinghouses) centran sus capacidades en poner a disposición de los WISPs plataformas sofisticadas que permiten implementar acuerdos de roaming multilaterales entre ellos.

Las limitaciones en ambos casos están derivadas de la especialización de estos actores, que dependen de su capacidad de atraer a operadores locales para prestar servicio global. Cuando el servicio que se presta tiene un mercado de carácter local controlado de forma eficaz por el WISP, el valor que obtiene el WISP por realizar un acuerdo con el agregador es escaso, y puede suponer una canibalización del mercado propio [Ralli, 06]. Así, los agregadores se centran en incorporar a su oferta coberturas de WISPs ubicados en zonas frecuentadas por clientes potenciales no locales, como suelen ser los aeropuertos.

Una limitación adicional para los agregadores es la hetereogeneidad de las redes sobre las que se realizan los acuerdos de roaming, lo cual supone dificultades para ofrecer una calidad de servicio homogénea o plantearse la provisión de servicios adicionales al acceso a Internet, como la voz sobre IP.

En la Figura 6-7 se muestra la ubicación en la cadena de valor de agregadores e intermediarios de roaming, que se centra en las actividades de control de acceso y facturación para ambos tipos de actores, extendiéndose hacia la comercialización del servicio en el caso de los agregadores.

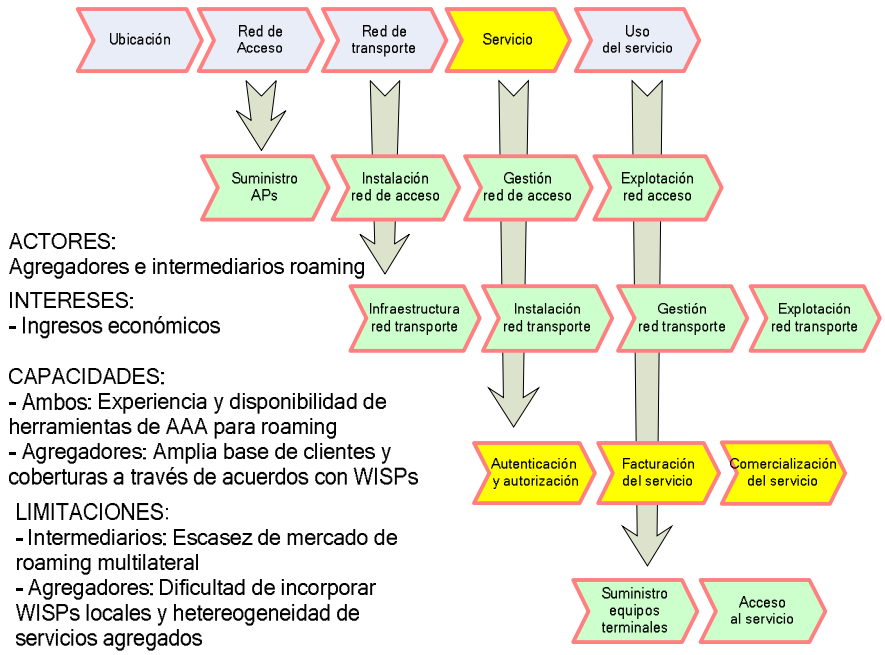



**Figura 6-7: Ubicación de agregadores e intermediarios de roaming**

***Fuente: Elaboración propia***

Para los intermediarios de roaming, la escasa tendencia a alcanzar acuerdos de roaming entre ISPs locales supone una limitación importante [Efstathiou et al., 03], y centran su actividad en soportar acuerdos de roaming entre operadores que disponen de redes en zonas geográficas distantes. Así, por ejemplo, en el estudio realizado en [Iwex, 06] para el mercado español, se muestra que los acuerdos de roaming existentes se llevan a cabo a nivel internacional, no

existiendo acuerdos nacionales, tal como se ha podido comprobar en el estudio presentado en el anexo I para el mercado catalán. En consecuencia, este tipo de actores no están especializados exclusivamente en estas actividades de intermediación, sino que operan también en otros mercados y actividades, como los mercados mayoristas de minutos de telefonía (es el caso por ejemplo de Gowex en España), o son también agregadores como T-Net en Estados Unidos.

Tal como se indicó en el apartado 3.3.1 al analizar las modalidades de interconexión de autenticación, la importancia del volumen de ubicaciones controladas hace que el negocio de agregación sea altamente competitivo, y que haya mercado para pocos competidores [Poongovan et al., 04]. Boingo es la empresa que mayor éxito ha tenido en este mercado, agregando actualmente alrededor de 60.000 puntos de acceso a lo largo de todo el planeta, siendo el proveedor que ofrece una cobertura más amplia en el mundo.

## 6.2 OTROS ACTORES PRIVADOS

### 6.2.1 FABRICANTES DE MICROPROCESADORES

Los suministradores de microprocesadores participan en la parte inicial de la cadena de valor, facilitando la disponibilidad de conectividad WiFi en los equipos terminales, y las piezas básicas de construcción para los puntos de acceso WiFi.

En el caso de los microprocesadores utilizados en ordenadores y PDAs, Intel, el mayor suministrador de procesadores, ha realizado una apuesta clara por WiFi aplicando dos líneas de actuación [Intel, 05c]:

- Desarrollo de la tecnología Centrino™ para ordenadores portátiles, que incluye las funcionalidades de conexión vía WiFi integradas en el microprocesador que actúa de CPU, reduciendo el consumo y peso de estos equipos y, por tanto, aumentando su movilidad.

- Desarrollo de la arquitectura de cliente personal de Internet (Intel PCA) con objetivos similares sobre PDAs y teléfonos inteligentes, basada en la implantación de estándares de acceso libre inalámbrico basado en WiFi sobre la tecnología XScale™ utilizada en microprocesadores para estos equipos.

Respecto a WiMax, Intel ha expresado su interés por esta tecnología, así como intención de futura implantación sobre los procesadores utilizados para ordenadores portátiles. No obstante, hasta el momento no se ha realizado el lanzamiento de microprocesadores con estas capacidades, ya que tal como se señaló en el apartado 3.1.2, esta tecnología se encuentra aún en estado precomercial.

De acuerdo a lo indicado en [Merrill Lynch, 04], la tecnología Centrino™ se utiliza en la mayor parte de ordenadores portátiles. En el año 2004 en el 100% de los portátiles de Dell y el 70% de los portátiles de Hewlett-Packard empleaban este tipo de procesadores. El resto de fabricantes de procesadores, entre los que destaca AMD, cubre una cuota de mercado mucho menor que Intel, y no ha realizado una apuesta tan clara por esta tecnología.

Así pues, Intel concibe las tecnologías WiFi y Wimax como palancas para aumentar sus ventas, apostando por un crecimiento importante del uso de estas tecnologías en los equipos terminales, e incentivando dicho desarrollo mediante la comercialización de microprocesadores que incorporan estas capacidades de comunicaciones.

Las capacidades de los fabricantes de microprocesadores para equipos terminales se centran en el desarrollo y promoción de la base tecnológica de estos equipos, que Intel está aplicando, realizando inversiones importantes para aumentar la cuota de mercado en laptops y PDAs, e incentivando el mercado de este tipo de equipos. Estos actores limitan su participación al núcleo de su negocio (el diseño y fabricación de microprocesadores), canalizando los recursos

hacia esta actividad, y no participando en general en el resto de la cadena de valor de las redes públicas.

En el caso particular Intel, esta empresa participa activamente en la promoción de WiFi y WiMax, publicando estudios sobre la aplicación de estas tecnologías en redes municipales (véase por ejemplo [Intel, 05b]) e incluso participando en la financiación de alguna de estas iniciativas, como es el caso de la red pública WiFi de Zamora ([Intel, 02]). El objetivo de Intel en estas actividades de promoción está centrado no tanto en operar y explotar las redes, que no es parte del núcleo de negocio de Intel, como en incrementar el interés del resto de actores en estas tecnologías. Por ejemplo, en la financiación de redes públicas como el caso citado de Zamora, la participación de Intel está centrada en la promoción, financiacion, y difusión de la iniciativa, no en su explotación comercial.

En resumen, los fabricantes de microprocesadores para equipos terminales limitan su participación a la parte de la cadena de valor relacionada con estos equipos, y no participan en otros eslabones, salvo en la promoción de la tecnología WiFi y WiMax, sobre las cuales Intel realiza una apuesta importante.

Los puntos de acceso WiFi utilizan microelectrónica construida específicamente para estos equipos que es suministrada por fabricantes especializados. En [Sandvig et al., 04] se analiza este mercado, llegándose a la conclusión de que se encuentra muy concentrado siendo dos los fabricantes que suministran la mayor parte de la microelectrónica WiFi para puntos de acceso: Atheros y Broadcom[24]. En el marco de las redes públicas WiFi, estos actores centran su actuación exclusivamente en el diseño y fabricación de microelectrónica para los fabricantes de puntos de acceso y, al contrario que Intel, no realizan actividades de promoción pública de la tecnología. El mercado de los equipos utilizados para la infraestructura de transporte es más amplio, y no presenta características especiales en el contexto de las redes públicas WiFi, al ser común con la infraestructura de transporte utilizada para conectar el resto de redes de acceso.

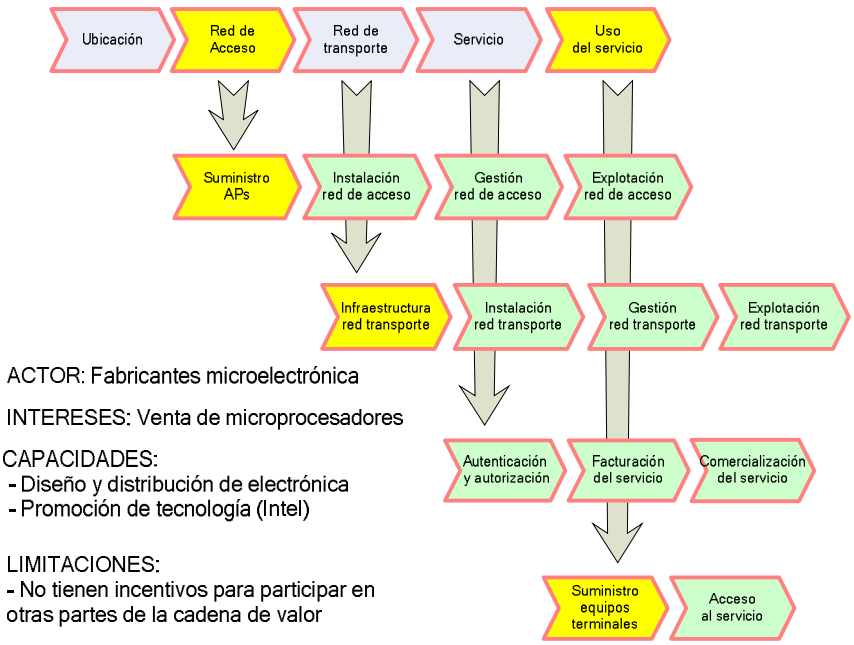



**Figura 6-8: Ubicación de fabricantes de microprocesadores**

***Fuente: Elaboración propia***

[24] *En el estudio se analizan puntos de acceso suministrados por 182 fabricantes, identificándose el suministrador final de la microelectrónica de dichos equipos.*

En consecuencia, tal como se refleja en la Figura 6-8, los fabricantes de microprocesadores se sitúan en la parte de la cadena relacionada con la fabricación de los equipos y, en el caso de Intel, participan activamente en la promoción de estas tecnologías de cara al público, aunque no en su explotación y operación.

### 6.2.2 SUMINISTRADORES DE EQUIPOS TERMINALES

Son las empresas que fabrican y comercializan los equipos que utilizan los usuarios para acceder a redes WiFi. De acuerdo al análisis que se ha realizado en el apartado 3.1.4, existen varios tipos de equipos terminales, estando especializados los fabricantes en los siguientes segmentos:

- ***Fabricantes de ordenadores:*** Actúan en ambos segmentos del mercado, siendo ejemplos de este tipo de actores Dell, Hewlett-Packard, Toshiba, Acer, Apple y Lenovo.

- ***Fabricantes de PDAs:*** Los fabricantes más importantes de ordenadores, como Hewlett-Packard o Dell también participan en el segmento de los asistentes personales, siendo la excepción Palm, que se centra de forma exclusiva en este mercado en el cual es pionero, disponiendo de su propio sistema operativo (PalmOS). La fuerte competencia del resto de fabricantes que utilizan el sistema operativo de Windows (Windows Mobile) ha provocado que Palm vaya reduciendo su cuota de mercado.

- ***Fabricantes de teléfonos móviles:*** Actúan en un mercado distinto al de los ordenadores y PDA, estando los principales fabricantes de estos equipos también presentes en el mercado de los equipos para redes de telefonía celular. Sólo recientemente han entrado a competir en el mercado de las PDAs, con teléfonos inteligentes que disponen de funcionalidades similares a estos equipos, conectividad WiFi, y conectividad basada en 3G.

- ***Fabricantes de videoconsolas:*** Son actores especializados en estos equipos terminales como Nintendo, Sony y Microsoft. Tal como se indicó en el apartado 3.1.4, recientemente han empezado a utilizar WiFi en su estrategia de producto.

Tal como se apuntó en el apartado 3.7.2, la tendencia actual en el mercado de los equipos terminales, marca un camino de convergencia entre dispositivos que es previsible que implique también la convergencia de los suministradores. Así, los fabricantes de ordenadores portátiles han entrado plenamente en el mercado de las PDAs, sobre el que también están entrando los suministradores de teléfonos móviles, mientras que en este último mercado se están produciendo movimientos de posicionamiento de fabricantes de ordenadores, como Apple, con su iPhone.

Los fabricantes de equipos terminales consideran a la tecnología WiFi como una palanca para incrementar las ventas de equipos, y tal como se analizó en el apartado 3.1.4, participan activamente en el desarrollo y comercialización de equipos terminales dotados de estas capacidades.

En lo que respecta a ordenadores y PDAs, la incorporación de Wifi fue temprana y actualmente se encuentra muy madura. Tal como se analizó en el apartado correspondiente, los fabricantes de consolas de juego han empezado recientemente a incorporar estas tecnologías sobre sus últimos modelos comercializados. En general, todos ellos comercializan sus equipos de forma independiente de los actores que explotan las redes y servicios sobre esta tecnología.

El caso de los suministradores de teléfonos móviles es distinto, ya que la comercialización de equipos terminales ha estado desde sus inicios muy ligada a la oferta de de servicios de los operadores celulares, que han tomado un papel activo en la subvención y comercialización de equipos. Así, según se indica en [Maitland et al, 02], el 70% de los teléfonos móviles vendidos en el mundo, habían sido adquiridos a través del operador de telecomunicación. Debido a esto, la estrategia de los fabricantes de teléfonos móviles ha estado hasta el momento alineada con los intereses de los operadores de telefonía móvil, para los cuales la tecnología WiFi no es parte

de su núcleo de negocio, y por tanto no han incentivado la evolución tecnológica de los teléfonos móviles para incorporar WiFi.

El lanzamiento de la tercera generación de móviles, así como el éxito de WiFi en el uso privado, están incrementando la demanda de teléfonos móviles inteligentes, dotados de capacidades para acceder a servicios de transmisión de datos, como el acceso a Internet o el correo electrónico. Para satisfacer esta demanda, los fabricantes de teléfonos móviles han comenzado a suministrar equipos dotados con estas capacidades, sobre las cuales han añadido a la conectividad basada en 3G, conectividad vía Wifi para utilizarla de forma complementaria.

Los operadores celulares, que siguen siendo una pieza clave en la comercialización de teléfonos móviles, han aceptado la incorporación de estas nuevas capacidades como parte de la oferta de servicio, si bien, tal como se ha presentado en el análisis de estos actores, en general no hacen uso de la conectividad WiFi de estos terminales para articular su oferta de servicio.

Así, la estrategia de los fabricantes de teléfonos móviles es plantear la evolución para cubrir el mercado de las PDAs, basándose en conectividad 3G (promocionada por los operadores celulares) y, de forma complementaria, en conectividad WiFi. Dado que en la comercializacion de los equipos siguen jugando un papel muy relevante los operadores de telefonía celular, no es de prever que la oferta de teléfonos inteligentes se base de forma exclusiva en WiFi, sino solo de forma complementaria a 3G. En el caso particular de Nokia, sí se ha producido un movimiento en este sentido, comenzándose a comercializar equipos (como el Nokia 770) basados exclusivamente en conectividad WiFi, que compiten con las PDAs y tablet PCs sin participar los operadores de telefonía celular en su comercialización. No obstante, la mayor parte de la oferta de teléfonos inteligentes que disponen de WiFi, disponen también de 3G y son comercializados por los operadores de telefonía celular para incentivar la demanda de servicios basados en 3G.

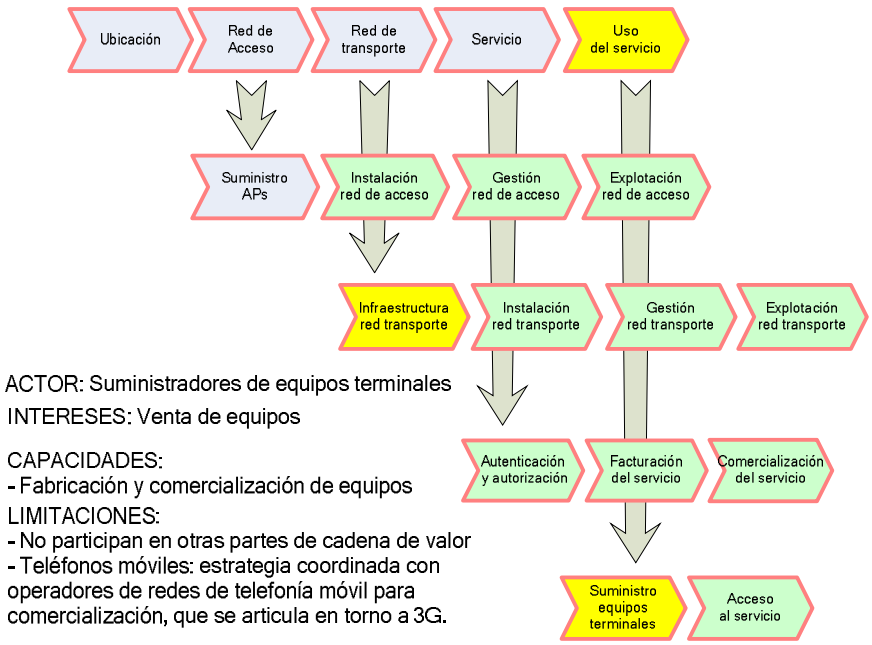



**Figura 6-9: Ubicación de suministradores de equipos terminales**

***Fuente: Elaboración propia***

Las capacidades de los fabricantes de equipos terminales se centran en su diseño y comercialización, y como se ha analizado, todos ellos tienen un interés serio en el uso de esta tecnología para incrementar las ventas, estando condicionado este interés en el caso de los fabricantes de teléfonos móviles por la necesidad de aplicar estrategias coordinadas con los

operadores de telefonía móvil, que actúan de intermediarios de cara al público en la comercialización de los equipos terminales de telefonía celular.

Al igual que sucedía con los fabricantes de microprocesadores, las limitaciones de los fabricantes de equipos terminales impiden que participen en otras posiciones de la cadena de valor que no forman parte de su núcleo de negocio. Al contrario de lo que sucede con Intel, caso en el que la adopción de arquitecturas que soporten WiFi es una pieza clave de su estrategia empresarial, los fabricantes de equipos terminales no participan de manera tan activa en la promoción de estas tecnologías, adaptándose a las necesidades del mercado y la evolución de éste hacia un mayor uso de WiFi en los equipos.

En la Figura 6-9 se muestra cómo la participación en la cadena de valor se reduce a su posición natural, que es el suministro y comercialización de equipos terminales, sin que se involucren en la operación y explotación de redes y servicios WiFi.

### 6.2.3 SUMINISTRADORES DE PUNTOS DE ACCESO

Estos actores participan en el despliegue de las redes WiFi facilitando los puntos de acceso que se comunican con los equipos terminales. Existe una gran variedad de suministradores de puntos de acceso, si bien, tal como se ha visto en el apartado 6.2.1, todos ellos emplean microprocesadores suministrados por un conjunto limitado de fabricantes.

En general, los actores implicados, están también presentes en el mercado de equipos de comunicaciones para empresa y operadores de telecomunicación. Para muchos de estos suministradores, el mercado de puntos de acceso es una línea más de productos, sin que necesariamente sea la más relevante en facturación o rentabilidad.

Se pueden distinguir tres tipos de suministradores en función del mercado donde actúan de forma predominante:

- ***Suministradores para el mercado empresarial:*** Estas compañías centran su oferta en puntos de acceso de gama alta, que disponen de más capacidades de gestión remota y robustez. 3Com es un buen ejemplo de empresa centrada en este mercado.

- ***Suministradores para el mercado residencial:*** La mayor parte de las ventas las realizan a particulares, u operadores de redes fijas que incluyen el punto de acceso dentro de la oferta de ADSL o cable. Trabajan con equipos de menor coste y robustez y que no disponen de interfaces SNMP en muchos de los casos, lo cual dificulta su gestión remota, que en el mercado residencial no es una prioridad. Amper, que comercializa los routers Xavi a través de la oferta de ADSL de Telefónica, es un ejemplo de este tipo de suministradores.

- ***Suministradores de equipos para exteriores:*** Están especializados en el diseño y comercialización de puntos de acceso preparados para soportar las condiciones medioambientales externas, y disponen además de capacidades de gestión remota y facilidades orientadas a su uso en red pública de datos (implementan, por ejemplo, facilidades de mallado entre los equipos para soportar redes de backhaul). Belair, Skypilot o Pronto Networks son ejemplos de este tipo de suministradores.

- ***Suministradores integrales:*** Actúan en todos los mercados citados y además suministran equipos a operadores de telecomunicación para otras tecnologías. Cisco, Nortel y Motorola son los casos más significativos. Estos suministradores mantienen líneas de producto orientadas a cada uno de los mercados.

Para todos estos suministradores el interés se centra en la venta de equipos, tanto para uso privado como para uso en redes públicas. A excepción de los suministradores para equipos en exterior, el resto centra sus acciones de promoción principalmente en el uso privado de WiFi, aunque los suministradores integrales y los de equipos para exteriores sí se muestran activos

en la promoción de las redes públicas WiFi. Así, por ejemplo, Cisco, al igual que Intel, difunde estudios y documentación sobre aplicación de tecnología WiFi en el despliegue de redes públicas (véase por ejemplo, [Cisco, 01a] y [Cisco, 01b]).

Todos los fabricantes de puntos de acceso participan en la Wi-Fi Alliance, e implantan las recomendaciones de esta organización para garantizar la interoperación entre los puntos de acceso y los equipos terminales, por lo que existe un alto grado de normalización que permite independizar el mercado de puntos de acceso y el de equipos terminales.

Los suministradores que disponen de líneas de negocio orientadas al mercado de redes públicas, participan además en la instalación de estas redes, estando presentes como socios en los consorcios que concursan en la construcción de redes públicas WiFi municipales. Una vez que la red se encuentra instalada, no suelen participan en su gestión ni en su explotación, que asumen los WISP con los que se asocian.

En lo referente a las redes de transporte, cuando se basan en redes malladas, estos suministradores asumen también la instalación de la red de backhaul para concentrar tráfico de la red de acceso.

**Figura 6-10: Ubicación de suministradores de puntos de acceso**

***Fuente: Elaboración propia***

Tal como se ha visto, estos actores no participan directamente en el mercado de equipos terminales más allá de suministrar tarjetas PCMCIA, para la conexión de ordenadores terminales equipados con WiFi. Aunque este es un mercado amplio, las tarjetas PCMCIA WiFi admiten pocas estrategias diferenciadas y está siendo sustituido progresivamente por la integración en los equipos terminales de la conectividad WiFi.

### 6.2.4 TITULARES DE COMERCIOS Y HOTELES

Tal como se analizó en el apartado 3.6 (dedicado al análisis de las ubicaciones para este tipo de redes), los locales de restauración y hoteles resultan de especial interés para el despliegue de hotspots WiFi. Los titulares de estas ubicaciones ven en esta tecnología una manera de

aumentar el interés de los locales que gestionan, incrementando su atractivo para los clientes [Ralli, 06].

Aunque parte de estos titulares explotan comercialmente las redes que se despliegan en sus ubicaciones, los ingresos directos de la explotación de la red no suelen ser la motivación principal de su despliegue, explotándose muchas de ellas bajo esquemas de gratuidad o empaquetamiento con otros servicios.

Los titulares de ubicaciones facilitan la instalación de puntos de acceso sobre la zona que controlan, así como la alimentación eléctrica, e incluso en algunos casos proporcionan los propios puntos de acceso y el transporte, mediante el uso de servicios de telecomunicación fija que contratan con distintos proveedores de servicio.

Por regla general, los titulares de estos negocios no disponen de experiencia ni interés en realizar directamente la instalación y explotación de redes, por lo que su actuación en la cadena de valor no cubre las actividades técnicas de suministro de redes de acceso, transporte y servicio, limitándose a proporcionar la ubicación para que otro actor despliegue la red y la infraestructura de servicio.

Los hoteles suelen participar en la comercialización del servicio, dando acceso a los clientes del hotel que lo reclaman y facturando directamente su utilización cuando no se suministra de forma gratuita. En los comercios de restauración y otros negocios con características similares, los casos más habituales son los siguientes:

- Las cadenas de establecimientos no suelen participar en la comercialización del servicio, más allá de publicitar la disponibilidad de éste, quedando en manos de un operador especializado esta comercialización de forma global. El caso de las cafeterías Starbucks, distribuidas por todo el planeta es un buen ejemplo.

- Los pequeños establecimientos con ámbito local suelen realizar directamente la comercialización del servicio, generalmente bajo esquemas de gratuidad. En la mayor parte de los casos, la simplicidad del despliegue hace que también sean los titulares de la red de acceso, y utilicen un servicio de banda ancha contratado con un operador de telecomunicación para suministrar el servicio a sus clientes, sin aplicar controles de acceso, al suministrarse el servicio de forma gratuita [Verhoosel et al., 03].

Así pues, las capacidades de estos actores consisten principalmente en disponer de ubicaciones privilegiadas, así como en la posibilidad de participar en la comercialización del servicio para incrementar el atractivo de la localización de la red. Tal como se ha indicado, pueden también suministrar red de transporte e infraestructura de acceso apoyándose en servicios contratados con operadores de redes fijas.

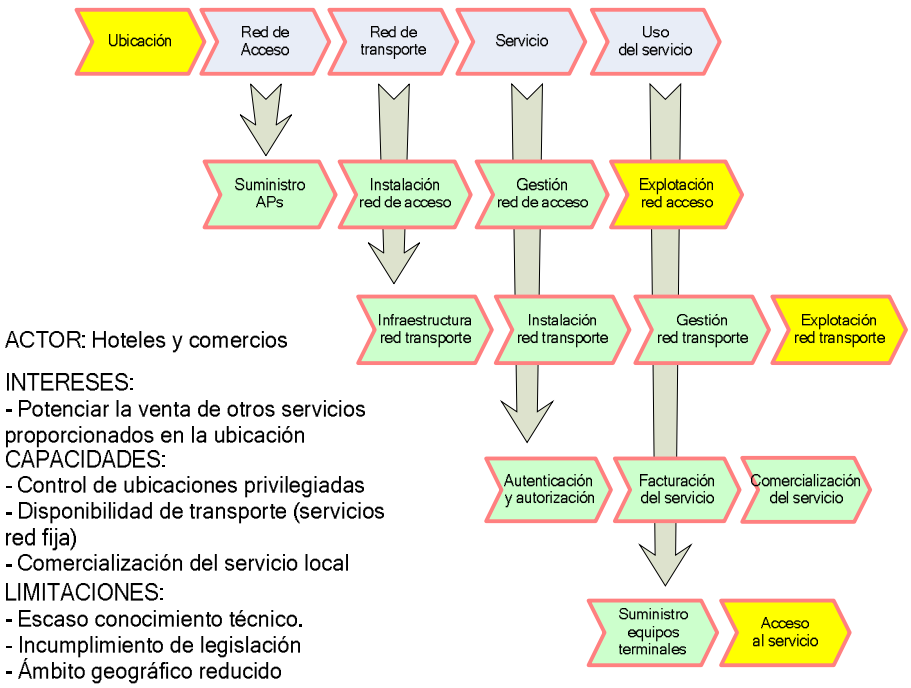



**Figura 6-11: Ubicación de comercios y hoteles**

***Fuente: Elaboración propia***

Las limitaciones de estos actores se centran en los siguientes aspectos:

- Carencias en el conocimiento de tecnologías de telecomunicación, por lo que salvo en despliegues reducidosa uno o dos puntos que aprovechan la capacidad excedente de servicios de banda ancha fija proporcionados por operadores de telecomunicación, necesitan colaborar con otros actores para cubrir esta carencia.

- Desconocimiento de la normativa relativa a la operación de servicios de telecomunicación, lo que incide en incumplimiento de las condiciones legales de suministro de servicio, como la notificación a la autoridad de regulación de la operación cara al público, registro de datos, o uso de servicios minoristas para proporcionar servicios al público.

- Ámbito geográfico reducido. Salvo que en el despliegue participen ISPs inalámbricos que agregen coberturas en otras ubicaciones, el dominio geográfico cubierto es pequeño, lo cual reduce el número potencial de usuarios. Dado que este tipo de actores concibe la tecnología WiFi como un valor añadido sobre el servicio principal que suministra, no resulta una limitación importante para el titular de la ubicación, pero dificulta el crecimiento de la red y del número de usuarios, salvo que el servicio sea comercializado de forma simultanea por un agregador o se alcancen acuerdos de roaming con otros operadores.

En [Thorngren, 02] se realiza un análisis detallado de la interrelación entre titulares de este tipo de ubicaciones y proveedores de servicio inalámbricos que complementan a éstos, tanto en el despliegue y explotación de la red, como en su utilización agregada con otras ubicaciones.

### 6.2.5 EMPRESAS DE OTROS SECTORES

Las empresas que no disponen de localizaciones abiertas al público o que aún disponiendo de éstas, la oferta de servicios basados en estas redes no permite aumentar o favorecer el negocio que desempeñan, no tienen intereses específicos relacionados con estas tecnologías.

Muchas empresas disponen de redes WiFi privadas para el uso por parte de sus empleados, y está creciendo la implantación de este tipo de redes, tal como se muestra en la Figura 6-12

para el caso español, donde un tercio de las empresas disponían de redes WiFi ya en 2005. Los datos para el resto de Europa muestran una penetración entre el 15% y el 46% en el resto de Europa, destacando Finlandia y el Reino Unido, países en los cuales la penetración es del 46% y 41% respectivamente ([Telefónica, 07b]). Cuanto mayor es el tamaño de la empresa, más probable es que disponga de red WiFi corporativa, estando dotadas de red WiFi corporativa alrededor de la mitad de las empresas europeas de más de 250 empleados ([Telefónica, 07b]).

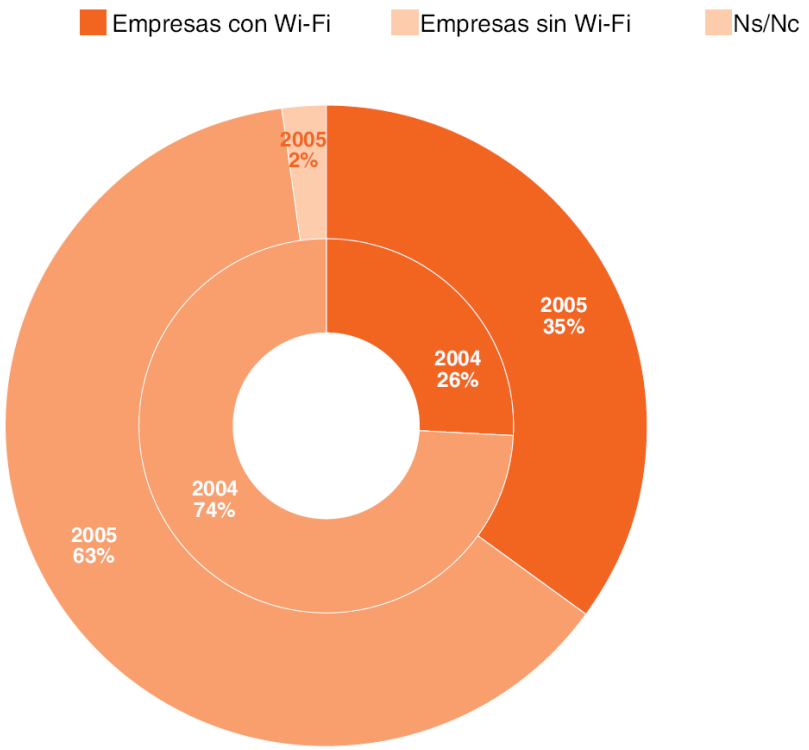



**Figura 6-12: Implantación de WiFi en empresas españolas (2004-2005)**

*Fuente: [FFTE, 06]*

No obstante, estas redes son utilizadas en grupo cerrado de usuarios, no prestándose servicios para el público. Es decir, en este caso, la tecnología se utiliza para su propósito original, la construcción de redes de área locales y no para suministrar servicios al público.

Las razones de que estas redes no sean utilizadas para suministrar servicios al público son claras: este negocio no forma parte de la estrategia de las empresas ni tiene influencia sobre ella, la seguridad de la red es importante, y puede verse amenazada en mayor medida por el uso de canales inalámbricos, y la mayor parte de ellas no disponen localizaciones de dominio público de especial interés.

Una parte pequeña de las empresas privadas que no actúan en este sector sí participan en el despliegue de redes públicas WiFi bajo determinadas modalidades:

- Actuando de promotores de inciativas mixtas públicas-privadas para favorecer el despliegue de redes públicas WiFi en la zona donde se encuentran radicadas. Parte de las iniciativas municipales como la de Boston [Boston, 06], contemplan la participación de empresas privadas en la promoción de la red, citando como objetivo de éstas la dotación de servicios en la zona donde se encuentran radicadas.

- Participando bajo modelos de uso compartido de infraestructuras. En algunas iniciativas wireless, como Guifi [El País, 06c] participan empresas locales aportando infraestructura de comunicaciones, y realizando un uso compartido con la aportada por otros actores.

En cualquier caso, el número y volumen de iniciativas en las que participan empresas con estas características es pequeño, no favoreciendo generalmente los objetivos de las empresas con las posibilidades que ofrecen las redes públicas WiFi y estando centrada la aplicación de esta tecnología en el uso privado, fuera del alcance de la presente tesis.

### 6.2.6 PROVEEDORES DE CONTENIDOS

Los proveedores de contenidos actúan en la parte final de la cadena de valor, proporcionando servicios de valor añadido a los usuarios mediante el suministro de contenidos, bien en forma de texto, bien en soporte audiovisual.

La mayoría de estos proveedores no perciben las redes públicas inalámbricas WiFi de manera distinta a la red fija, y no participan en la cadena de valor, más allá de proporcionar contenidos de forma transparente al tipo de red utilizada y del actor que despliega y explota la red.

No obstante, el marcado carácter local que suelen tener estas infraestructuras, ha atraído a parte de los proveedores de contenidos a participar en la comercialización del servicio basada en los modelos de pagos por publicidad analizados en el apartado 3.2.2.

Tal como se muestra en la Figura 6-13, la tasa compuesta de crecimiento anual del gasto en publicidad por Internet ha sido muy elevada en los últimos años (un 60% respecto a otros soportes de publicidad, que han sido inferiores al 10%), indicando estos datos un interés creciente por este soporte como medio publicitario. Las redes públicas WiFi añaden a este interés creciente la posibilidad de adaptar la publicidad mostrada al contexto geográfico donde se encuentra el usuario, a partir de la ubicación de la red de acceso o, con más detalle, a partir del punto de acceso al que se conecta el usuario.

**Figura 6-13: Gasto en distintos soportes publicitarios a nivel mundial**

***Fuente: [Ofcom, 06]***

Así, para los proveedores de contenidos que basan sus ingresos en publicidad sobre Internet, las redes públicas WiFi son una oportunidad para aumentar la efectividad de ésta a nivel local, presentando anuncios e información relacionada adaptada a la ubicación desde donde se conecta el cliente.

Las capacidades de estos actores se basan en la articulación de modelos de comercialización basados en ingresos por publicidad, que permiten reducir el coste del servicio que se suministra al cliente o proporcionar éste de forma gratuita, a cambio de presentar publicidad al cliente cuando accede al servicio.

Las limitaciones de estos actores consisten en la falta de experiencia e interés en el despliegue de redes de telecomunicaciones, por lo que dependen de otros actores para disponer de una red sobre la cual aplicar los modelos de negocio de explotación basada en publicidad. Adicionalmente, dado que la publicidad en este caso está relacionada con el entorno geográfico cercano, muchas empresas potencialmente interesadas en realizar publicidad tienen un ámbito de actuación muy local (por ejemplo, una farmacia que desee aparecer en la publicidad que se realice en accesos desde sus cercanías), siendo más complicado realizar las acciones de marqueting para obtener su colaboración que en el caso de empresas más globales.

Tal como se ha indicado, el eslabón en donde participan es el suministro del servicio, aportando la lógica de presentación de publicidad al usuario y los ingresos que obtienen por la publicidad de los anunciantes. Dependen de un proveedor de servicio tanto para utilizar la red como para proporcionar acceso a Internet, y cualquier otro servicio que se ofrezca al cliente.

**Figura 6-14: Ubicación de proveedores de contenidos**

***Fuente: Elaboración propia***

Los modelos de negocio basados en publicidad son de reciente aparición, y por tanto aún no se encuentran lo suficientemente probados ni desarrollados para para poder pronunciarse sobre su viabilidad económica. Los casos más conocidos de aplicación están protagonizados por dos empresas:

- *Google* participa en la implantación de este modelo en la ciudad de Mountain View (California), suministrando conexión WiFi gratuita sobre la red extendida en esta ciudad, y presentando un portal con información de anunciantes cercanos a la zona de conexión.

- *Metrofi* suministra también servicio gratuito en varias ciudades de California, Portland (Oregon) y Aurora (Illinois). Esta compañía no se corresponde con el perfil de proveedor de contenidos, ya que actúa en toda la cadena de valor, desplegando y operando la red y el servicio. La publicidad es gestionada también por Metrofi, y consiste en banners y ventanas intersticiales. Tal como se indica en [Pérez, 06], Metrofi suele articular su oferta comercial

basándose en acceso gratuito de baja velocidad con presentación de publicidad, combinado con acceso de pago sin anuncios con mayor velocidad[25].

Actualmente no se dispone de información de otras iniciativas comerciales en este sentido, si bien es previsible que progresivamente más proveedores de contenidos que basen su modelo de negocio en la publicidad en Internet se involucren en iniciativas municipales, si las experiencias en curso de Google y Metrofi tienen éxito. En España, no existen hasta el momento casos de participación de proveedores de contenido en iniciativas WiFi ni de aplicación del modelo de comercialización basado en la publicidad.

## 6.3 ENTIDADES PÚBLICAS

### 6.3.1 ADMINISTRACIONES NACIONALES

Las administraciones nacionales -en lo que respecta a tecnologías de telecomunicación- tienen como objetivo la incorporación de ciudadanos y empresas a la sociedad de la información, así como el empleo de estas tecnologías para suministrar más y mejores servicios públicos, actuando tanto en la demanda como en la oferta.

Las actuaciones sobre la demanda se centran en campañas de formación y educación de los ciudadanos y empresas, desarrollo de servicios públicos basados en estas tecnologías y financiación económica para el uso de servicios por parte de colectivos específicos.

Hasta el momento, la mayor parte de actuaciones sobre la demanda en el contexto europeo y occidental se han concentrado en el acceso a Internet, difundiéndose ante los ciudadanos y empresas las posibilidades de este servicio, y subvencionando a colectivos desfavorecidos con la intención de reducir la brecha digital.

En lo que respecta a la oferta, las administraciones nacionales desarrollan tres tipos de actuaciones:

- Fijan el marco regulatorio para el despliegue de redes y servicios, que establece las restricciones, posibilidades, obligaciones, y derechos de los distintos actores que participan en la cadena de valor. Estas son las actuaciones más relevantes por parte de las administraciones públicas (se remite al lector al apartado 3.4 para analizar el efecto de la regulación en la viabilidad y desarrollo de este tipo de redes).

- Subvencionan y facilitan el despliegue de redes y servicios en situaciones en las que los mecanismos de mercado presentan fallos y no pueden cubrir las necesidades de los ciudadanos.

- Participan directamente en el despliegue de redes y la explotación de servicios como un actor más de mercado.

El marco político actual en Europa y Estados Unidos, donde el despliegue de redes de telecomunicaciones está configurado por actores privados, fija el contexto de actuación de las administraciones nacionales principalmente en las dos primeras líneas: establecimiento del marco regulatorio, así como subvención y promoción de despliegues privados para resolver fallos de mercado. En Europa, donde tradicionalmente las redes de telecomunicaciones han estado hasta hace poco fuertemente participadas por las administraciones nacionales, la mayor parte de los operadores de telecomunicación han sido privatizados, no habiéndose abordado el despliegue de operadores públicos nacionales alternativos.

En el contexto particular de las redes WiFi, la situación es la ya descrita para el contexto general; es decir, no existe participación de las administraciones nacionales en el despliegue de

[25] *En algunos casos, como el de Portland (Oregon), la velocidad es la misma en ambos casos, consistiendo la diferencia entre el servicio de pago y el gratuito exclusivamente en la presentación de publicidad.*

este tipo de redes (véase como ejemplo el caso catalán en el anexo I). Las actuaciones basadas en subvenciones se han centrado en financiar la implantación de banda ancha en zonas rurales donde no existe infraestructura. Estas subvenciones generalmente se conceden bajo supuestos de neutralidad tecnológica, esto es, la administración no fija la tecnología a utilizar (pudiendo ser ADSL, cable, WiFi, WiMax o cualquier otra), sino el servicio que se pretende suministrar. En cualquier caso, las características de servicio que se imponen en los concursos públicos de suministro de banda ancha rural tienden a incentivar el despliegue de redes fijas (extensión de ADSL principalmente) o uso de tecnologías fijas inalámbricas basadas en espectro licenciado (LMDS y cada vez más, despliegues preWiMax). Sólo en aquellos casos en que técnica o económicamente no es posible plantear la extensión de infraestructura fija, ni desplegar el uso de LMDS o preWiMax sobre espectro licenciado, el despliegue de banda ancha en estas zonas rurales se plantea mediante WiFi combinado con satélite, asumiéndose menores anchos de banda y elevadas latencias por el uso del transporte basado en satélite.

Así, por ejemplo, en el caso español, puede observarse en la siguiente figura como el plan de banda ancha rural para el 2007 del Ministerio de Industria no contemplaba el uso de WiFi ni siquiera en aquellos casos basados en conexiones vía satélite.

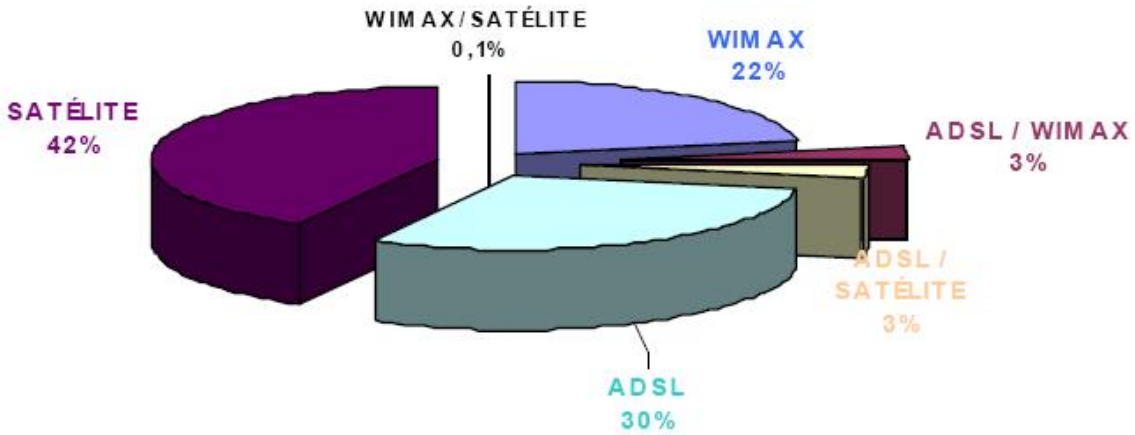



**Figura 6-15: Tecnologías Plan Banda Ancha Rural español 2007**

***Fuente: [SETSI, 07]***

En consecuencia, en la mayoría de los casos, la actuación de las administraciones nacionales se centra en financiación de despliegues por parte de operadores tradicionales, contemplándose sólo en un pequeño número de casos el uso de WiFi como tecnología.

La escasa evidencia empírica existente respecto a redes WiFi promocionadas por administraciones nacionales en contexto europeo limita a países pequeños, como Andorra, donde se ha abordado el despliegue de una red con cobertura en estaciones de esquí y hotspots en plazas o centros urbanos [Govern d'Andorra, 06]. Este tipo de actuaciones encajan más en las motivaciones y dinámicas de acciones a nivel regional y local que serán estudiadas a continuación.

En los países asiáticos sí hay casos de implicación relevante de administraciones públicas en la promoción de redes WiFi, destacando el concurso realizado por el gobierno de Singapur para desplegar, en colaboración con operadores de telecomunicación, redes públicas WiFi de sobre una base de más de 4000 ubicaciones previstas para Enero de 2007 [Marshall, 06]. El gobierno coreano participa también activamente en el desarrollo y despliegue de redes públicas inalámbricas basadas en un estándar alternativo a WiMax (Wibro), bajo modelos de colaboración público-privado. En [IPTS, 05c] se puede acceder a un análisis del despliegue de redes públicas inalámbricas alternativas en Corea del Sur, que como se ha indicado está centrado en la implantación de WiBro. Ha de tenerse en cuenta que en estos países las

administraciones públicas juegan un papel mucho más relevante en la evolución tecnológica, que difiere sensiblemente del papel que juegan las administraciones europeas y norteamericana, donde las actuaciones públicas nacionales se centran en la regulación, estando los actores privados cada vez menos participados por la administracion pública y más limitada legalmente la actuación pública en el despliegue de redes.

Aunque no es objeto de la presente tesis, los organismos internacionales como ITU o la ONU ven en WiFi una alternativa para desplegar de forma efectiva y económica infraestructura de acceso a Internet [ITU, 03] en los países en vías de desarrollo. Hasta el momento los despliegues de estas características han sido escasos y centrados en pequeñas zonas, como la red inalámbrica nacional existente en el pequeño país de Niue (isla del pacífico con 1.800 habitantes) que se ha dotado de una red pública inalámbrica gratuita de 40 puntos de acceso, financiada mediante los ingresos obtenidos por los registros de dominios [St Clair, 03] o la aplicación en zonas rurales de India descrita en [Raman et al., 07].

En cualquier caso, tal como se ha indicado anteriormente, en el contexto europeo y estadounidense no existe evidencia de participación de las administraciones nacionales, más allá de países de pequeña extensión, donde la política regional y municipal está entrelazada con la política nacional y como tecnología alternativa utilizada por operadores tradicionales para suministrar banda ancha en zonas rurales subvencionada por la administración nacional. Así, la participación más significativa de las administraciones nacionales en la cadena de valor se produce en el establecimiento de derechos y deberes para los participantes en la cadena de valor, analizados en el apartado 3.4 dedicado a la regulación.

### 6.3.2 ADMINISTRACIONES REGIONALES

Las administraciones regionales (en el caso español, las comunidades autónomas), se plantean objetivos similares a los de las administraciones nacionales para los ciudadanos en la región donde actúan.

Al contrario que las administraciones nacionales, tal como se analizó en el apartado 3.4.1, generalmente disponen de escasas atribuciones regulatorias, tanto en el despliegue de red como en la explotación de servicios. Asimismo, al encontrarse bajo su jurisdicción territorios de menor tamaño, y con características socioeconómicas más homogeneas, sus actuaciones tienden a ser más locales y “quirúrgicas”, esto es, centradas en problemáticas muy específicas de zonas o territorios concretos.

Tal como se indica en [Ruiz, 06], los gobiernos regionales ven en las tecnologías alternativas a las utilizadas habitualmente por los operadores tradicionales, una palanca para intervenir en el desarrollo local del mercado de las telecomunicaciones, promocionando operadores de ámbito regional tanto públicos como privados.

En consecuencia, este tipo de administraciones también actúa sobre la oferta, principalmente mediante la subvención para que desplieguen redes públicas de ámbito local o regional e incluso desplegando redes de titularidad pública bajo las condiciones establecidas por la regulación.

En general, estos esfuerzos se centran en redes fijas, LMDS o preWiMax, aplicándose WiFi en contextos similares a los establecidos en el ámbito nacional. El caso catalán, analizado en el anexo I, es representativo de este tipo de actuaciones: La Generalitat de Catalunya está impulsando un operador mayorista de red fija de carácter público (ITCAT) y realiza actuaciones de implantación de banda ancha rural basadas en preWiMax sobre espectro licenciado (desplegado por Iberbanda, originalmente operador independiente y actualmente participado por Telefónica) y WiFi con backhaul vía satélite (desplegado por Flash10, proveedor de servicio Internet catalán), habiendo fracasado éste último y contemplándose actualmente en exclusiva el uso de WiMax en banda licenciada como tecnología inalámbrica para suministrar banda ancha rural (ver un análisis detallado en el anexo I).

La entrevista realizada con el actual director general de la sociedad de la información de la Generalitat y cuyo extracto se incluye en el anexo III, confirma el escaso interés que plantea WiFi actualmente para las administraciones autonómicas como tecnología a aplicar para el despliegue de banda ancha rural.

Algunas las administraciones regionales subvencionan el despliegue de hotspots en ubicaciones de acceso público por parte de los titulares de estas ubicaciones. Por ejemplo, el modelo aplicado en Euskadi por el Gobierno Vasco en el programa "Acceso a Internet y Movilidad con Wi-Fi" [Gobierno Vasco, 05] basado en subvencionar parcial o totalmente el despliegue de estos hotspots en zonas abiertas al público (hoteles, estaciones, universidades, comercios, etc.) estableciéndose como condición la provisión de servicio gratuito durante dos años a todos los usuarios potenciales.

Como resumen, aunque las administraciones regionales centran más sus modelos de actuación en la subvención a operadores privados alternativos y despliegue público de redes, estas actuaciones no se articulan habitualmente en torno a tecnologías inalámbricas de uso libre del espectro, si bien en algunos casos se aplican subvenciones específicas a despliegues de hotspots privados (sin participar en la operación de éstos), y al igual que en el caso de las administraciones nacionales, en subvención de despliegues de banda ancha rural como una de las alternativas tecnológicas en zonas remotas de dificil acceso para redes fijas.

### 6.3.3 ADMINISTRACIONES LOCALES

Las administraciones locales son, con diferencia, los organismos públicos que tienen una participación más activa en la cadena de valor de la provisión de servicios mediante tecnología de espectro de uso libre. Esto se debe a la combinación de varios factores:

- Las administraciones locales gestionan el dominio público viario de las ciudades y pueblos, disponiendo además de infraestructura de obra civil, alimentación eléctrica, mobiliario urbano, y en algunos casos redes de ámbito metropolitano, que facilitan el despliegue de este tipo de redes.

- La jurisdicción de estas administraciones está muy relacionada con el territorio cercano al ciudadano, lo que supone un conjunto de intereses y características de los habitantes más homogéneos que en el caso regional y nacional, y una especial adecuación de las tecnologías inalámbricas de corto alcance que pueden ser desplegadas ventajosamente en zonas específicas.

- Las administraciones locales son además usuarias de servicios en exteriores con ámbito territorial reducido y centrado en el municipio, por lo que las redes Wifi pueden resolver una parte relevante de las comunicaciones itinerantes, y de gestión del mobiliario urbano utilizadas en los servicios municipales.

En base a estas circunstancias, muchas administraciones locales han visto en la tecnología WiFi una herramienta óptima para articular actuaciones municipales en varios ámbitos no excluyentes. A partir de la documentación existente que analiza las iniciativas municipales, como [Van Audenhove et al, 07] [Tapia et al., 05], [Muniwireless, 06b] ó [Intel, 05c] y de la descripción de objetivos realizada por éstas, como [Boston, 06], o [Wireless Philadelphia, 05], se deduce que los intereses de estos actores respecto a WiFi se centran en las siguientes líneas de acción:

- ***Disponibilidad de banda ancha para los ciudadanos:*** Las zonas rurales que no disponen de servicios de banda ancha por no ser viable económicamente el despliegue de infraestructura fija por parte del sector privado, presentan una debilidad importante para incorporar a los ciudadanos y empresas a la sociedad de la información, siendo las administraciones municipales una de las instituciones, aunque no la única, que puede

actuar para corregir estos fallos de mercado, y la tecnología WiFi ser una alternativa para suministrar el acceso a servicios telemáticos.

- ***Promoción de la competencia en banda ancha:*** En este caso la situación que afronta el ayuntamiento es un mercado en monopolio u oligopolio, con muy pocos actores en la provisión de servicios de banda ancha a los ciudadanos, que permite a los operadores fijar unilateralmente precios elevados de forma independiente al resto de actores que configuran el mercado. El efecto es una reducción de la demanda que incide en una menor penetración de banda ancha en el municipio, y por ende, una limitación al desarrollo de la actividad económica y cultural. El despliegue de redes WiFi municipales con precios competitivos puede incentivar la competencia entre proveedores de servicio con la consiguiente reducción de precios, que incentiva el uso de los servicios por parte de los ciudadanos.

- ***Reducción de la brecha digital:*** Este objetivo es citado por un número elevado de administraciones locales que despliegan este tipo de redes. En este caso, el esfuerzo de despliegue de la red y provisión de servicios va encaminado a aumentar la penetración de la banda ancha en colectivos cuya incorporación a la sociedad de la información presenta un diferencial importante con el resto de los ciudadanos. Para cumplir este objetivo, sobre la red Wifi que se despliega con otros objetivos complementarios, se suministra acceso a precios menores a colectivos desfavorecidos. Raramente la reducción de la brecha digital se plantea como un objetivo único, o se encuentra entre los objetivos más importantes de la promoción de las redes públicas WiFi, ya que existen mecanismos alternativos en general más efectivos orientados a reducir dicha brecha [Hudson, 06].

- ***Servicios itinerantes para ciudadanos*** Los servicios itinerantes son aquellos de los que se suele hacer uso en ubicaciones distintas a las utilizadas habitualmente por los ciudadanos para acceder a servicios de telecomunicación, como el domicilio o el trabajo. Este es el caso de despliegues en parques o zonas comerciales que facilitan este tipo de uso puntual para acceder a Internet, o los despliegues en paradas de autobús aprovechando el mobiliario urbano como infraestructura de despliegue.

- ***Servicios para visitantes:*** En este caso las zonas cubiertas y los servicios ofrecidos se orientan a las necesidades de los visitantes tanto profesionales como turísticos. Para el uso por parte de los visitantes profesionales se contemplan despliegues en zonas comerciales limitadas o en recintos de ferias y congresos, y se centran en acceso a Internet, correo electrónico, y en determinados casos, información sobre la zona. En el segundo caso, las ubicaciones son lógicamente, las zonas o edificios turísticos, y los servicios son similares. El acceso inalámbrico a guías de los edificios singulares donde se encuentran los puntos de acceso es un ejemplo de aplicación para la promoción del turismo.

- ***Reducción de costes de telecomunicación:*** Para la consecución de este objetivo se despliegan redes inalámbricas con el objeto de sustituir el uso de servicios para personal laboral municipal itinerante o en ubicaciones fijas con bajas tasas de tráfico proporcionados por operadores de telecomunicación celulares basados en GPRS o 3G, por la utilización de una red corporativa propia WiFi o WiMax para acceso inalámbrico en ubicaciones seleccionadas. Las actuaciones con este objetivo parten de la base de que el coste total de propiedad, que incluye la amortización y el mantenimiento, supone un coste inferior al de la contratación de servicios de transmisión de datos inalámbrica a operadores celulares. La reducción real de coste en estos casos es muy dependiente de la intensidad en el uso de la red desplegada, concentración y superficie de las zonas a cubrir, y del coste de los servicios basados en 3G o GPRS. El bien el uso de aplicaciones de forma itinerante por parte de empleados municipales es creciente, y por tanto aumenta también la rentabilidad del despliegue de redes propias respecto a la contratación de servicios a operadores.

- ***Mejora de eficacia en los servicios municipales:*** Aún cuando no se produzca una reducción clara de costes por el despliegue de redes inalámbricas para uso en autoprestación, éstas permiten mejorar la eficacia de aquellos servicios municipales que

tienen alguna característica que se ve potenciada por la transmisión de datos de elevada velocidad en ubicaciones donde no existen conexiones de red fija. Así, una parte importante de las iniciativas WiFi municipales contemplan el uso de la red para dotar a empleados municipales itinerantes de conexión a servicios telemáticos, evitando desplazamientos a las oficinas para rellenar partes de trabajo o informes, o soportando la transmisión en tiempo real de información para bomberos (acceso a planos de edificios) y policía municipal (envío de partes, fotografías periciales, etc.). Parte de estos servicios necesitan velocidades de acceso que no pueden ser proporcionadas actualmente por las infraestructuras 3G de los operadores de telecomunicación o cuyo coste es elevado. La recogida de datos de sensores, gestión remota de mobiliario urbano y acceso a videocámaras de seguridad, juega también un papel importante como motivación para el despliegue y uso de redes municipales WiFi.

Tal como se muestra en la Figura 6-16, la mejora en la seguridad pública, el incremento de la productividad de los trabajadores municipales itinerantes, y la reducción de costes de telecomunicación se encuentran entre las motivaciones más citadas por los municipios estadounidenses que han promocionado el despliegue de este tipo de redes. Estos objetivos, centrados en el uso en autoprestación suelen ser la razón clave y principal para motivar y justificar el despliegue de muchas de las redes públicas WiFi y gran parte de ellas las aplican para usos internos de forma simultánea con los usos abiertos al público[26]. El uso en autoprestación además plantea una problemática legal muy inferior a la de los despliegues de redes públicas, tal como se ha analizado en el capítulo dedicado a la regulación.

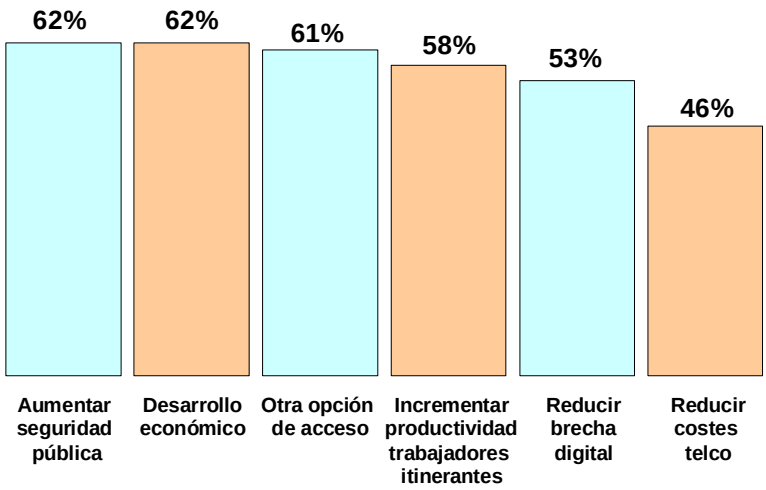



**Figura 6-16: Motivaciones para el despliegue de redes municipales (EEUU)**

***Fuente: Elaboración propia a partir de [Muniwireless, 06a]***

En cuanto al despliegue de redes WiFi, las administraciones municipales disponen, como ya se ha indicado, de capacidades importantes que se centran en el control del dominio público viario, la disponibilidad en algunos casos de redes metropolitanas gestionadas por el ayuntamiento que pueden ser utilizadas como red de backhaul, abaratando el despliegue de red, y la cercanía a los usuarios finales, que facilita la identificación de necesidades y estimación de la demanda.

Las limitaciones de los municipios para participar en la cadena de valor se relacionan con los siguientes factores:

- Dado que el despliegue y operación de estos tipos de redes y servicios no se enmarca en el núcleo de actividad de estas organizaciones, necesitan la colaboración con proveedores de

[26] Así, por ejemplo en el estudio [Weiss et al, 07] que analiza 27 iniciativas WiFi municipales activas, se indica que el 57% de ellas utilizan la red para servicios municipales internos en autoprestación.

servicio inalámbricos, que realicen la instalación y gestión de la red, y de la infraestructura de servicio y comercialización de éste.

- Tal y como se analizó en el apartado 3.4.5, la regulación de la competencia establece limitaciones importantes a la participación de este tipo de actores como operadores de telecomunicación y a la subvención de éstos, que les impiden operar bajo esquemas que puedan ser considerados competencia desleal a las iniciativas privadas. En algunos casos la interpretación por las autoridades de defensa de la competencia de la ley es excesivamente rígida: en el caso norteamericano en concreto, existen cortapisas legales fuertes en algunos estados que impiden siquiera la participación de administraciones locales en este tipo de iniciativas (para un análisis detallado de la situación a este respecto en EEUU, véase [Tapia et al., 05]).

- Aún respetándose los requisitos legales establecidos en cada país, existe una controversia importante sobre la conveniencia política de las iniciativas municipales en la provisión de servicios públicos de telecomunicaciones, existiendo grupos de opinión liderados por los operadores tradicionales que inciden en los problemas de viabilidad económica y efectividad de estas iniciativas (véase como ejemplo [Tuerck et al., 04]) y corrientes de opinión proclives a que los ayuntamientos participen activamente en ellas, que inciden los resultados positivos de las que han tenido éxito, y su impacto sobre la incorporación de ciudadanos a la sociedad de la información (véase [Baller, 06]).

La primera limitación ha supuesto que los municipios pongan en manos de operadores de telecomunicación especializados el despliegue y operación de estas redes, como EarthLink en Estados Unidos o Aeris Navigo en España. Las limitaciones relativas a la regulación y la controversia política han supuesto que una parte importante de administraciones locales no hayan abordado, o hayan abortado, iniciativas de despliegue y operación de redes públicas WiFi, especialmente aquellas basadas en el suministro de servicio gratuito a los ciudadanos mediante en subvenciones municipales.

Como consecuencia de los intereses, capacidades, y limitaciones de las administraciones las posiciones que ocupan en la cadena de valor son las siguientes (véase en [Infante et al., 07] un análisis más detallado de los modelos de participación aplicados por los municipios):

- Suministran ubicaciones para el despliegue de estas redes en los viales, plazas y lugares de acceso público que controlan. Adicionalmente, parte de los ayuntamientos también facilitan el uso del mobiliario urbano, alimentación eléctrica de equipos, y el uso de la red corporativa municipal para completar la red de backhaul utilizada en el despliegue.

- Promocionan el despliegue de redes públicas WiFi, adjudicando mediante concurso este despliegue a operadores de telecomunicación bajo distintos esquemas de financiación y titularidad. Estos modelos de explotación pueden consistir en que el municipio sea el titular de la red, en que ésta sea propiedad del operador que la despliega bajo subvención del municipio, o en que sea financiada completamente por el operador que realiza el despliegue. Los municipios, en cualquiera de los casos, establecen condiciones para la comercialización minorista del servicio (precios máximos, tarifas especiales para colectivos desfavorecidos, uso para servicios municipales, etc.), así como, en determinados casos, la obligación de comercialización mayorista a otros proveedores de servicio. En [Stone, 04a] se desglosan de forma ordenada los modelos de colaboración municipal con operadores de telecomunicación y en [Daggett, 07] se analizan con detalle dichos modelos haciendo énfasis en aquellos que soportan neutralidad y en las ventajas e inconvenientes de la titularidad municipal de redes públicas.

- Los municipios no suelen participar directamente en la comercialización del servicio más allá de fijar las condiciones de explotación. En muchos casos, los municipios sí participan directamente como usuarios del servicio, ya que suelen ser el mayor cliente de la red para utilizar ésta en el desempeño de los servicios municipales, usándola para dotar de

conectividad itinerante a trabajadores municipales, controlar y recoger información del mobiliario urbano y acceder remotamente a cámaras de videovigilancia.

**Figura 6-17: Ubicación de administraciones locales**

***Fuente: Elaboración propia***

Tal como se señala en el apartado 7.1.6, dedicado a analizar la oferta de redes públicas WiFi con participación municipal, estos actores se encuentran muy activos, especialmente en Estados Unidos, siendo elevados y crecientes los presupuestos dedicados por las administraciones locales a este tipo de iniciativas. El despliegue que está realizando el ayuntamiento de Philadelphia en EEUU, analizado en detalle en [Settles, 06] y [Breitbart et al, 07] es uno de los modelos paradigmáticos de despliegue municipal utilizado como referencia en iniciativas de grandes ciudades que tienen como objetivo la reducción de la brecha digital y la prestación de servicios a los ciudadanos. Otras iniciativas como la de Corpus Christi (Texas) están centradas en el uso en autoprestación ([Tropos, 05]). En [Khariff, 06] se puede acceder a una descripción de las iniciativas municipales más relevantes en Estados Unidos. En el contexto español, destaca la iniciativa del ayuntamiento de Avilés, en Asturias [Ayto. Avilés, 06] y el despliegue de una red WiFi neutral en San Sebastián [Fomento de San Sebastián, 06]. Las iniciativas municipales referenciadas más arriba están incluidas en el anexo IV dedicado a describir iniciativas WiFi representativas de los diversos modelos de explotación analizados en la presente tesis.

En el caso catalán, analizado en el anexo I, las iniciatias existentes están centradas en general en pueblos pequeños que en su mayoría no disponen de cobertura de ADSL en todo el municipio. Los despliegues son realizados por un conjunto limitado de pequeños WISPs especializados (Aeris Navigo, Eurona e Innova Local), que son los titulares de la red y disponen de subvenciones municipales en algunos de los casos. El servicio se presta en general bajo precios y anchos de banda inferiores a los de la banda ancha fija en las ubicaciones en que existe competencia y a precios bastante más elevados donde no existe cobertura de banda ancha fija (véase el anexo I el detalle de municipios y modelos de comercialización).

Además de la aplicación de este modelo de colaboración con WISPs con pequeños ayuntamientos, destacan dos iniciativas relevantes que aplican otros modelos de despliegue de redes municipales:

- La iniciativa 22@WiFi que pretende dotar al distrito 22@ de una red municipal inalámbrica desplegada por el ayuntamiento en colaboración con universidades y otras organizaciones bajo modelo neutral y que se encuentra actualmente en fase experimental (véase [Infante et al., 05b]).

- El acuerdo alcanzado por el ayuntamiento de Lleida con FON para incorporar diversos hotspots municipales en la red agregada por esta compañía, similar al acuerdo alcanzado por otros municipios europeos como Ginebra u Oslo con esta compañía [Muniwireless, 07]

La visión que se plantea desde Localret y el ayuntamiento de Barcelona, incluída en el anexo III de la presente tesis, confirma la visión de WiFi por parte de las administraciones locales como una tecnología que puede ser movilizada por estas entidades apoyándose en operadores especializados en el despliegue y operación y bajo modelos neutrales para suministrar acceso itinerante en el dominio viario en competencia con 3G, combinada con un uso en autoprestación para abaratar y mejorar los servicios municipales internos. El uso como sustituto de la banda ancha fija para acceso residencial es citado sólo como una solución transitoria a la disponibilidad de banda ancha fija, que posibilita una mayor calidad de servicio.

### 6.3.4 OTRAS ENTIDADES PÚBLICAS

Las universidades, bibliotecas, y hospitales forman parte del conjunto de actores que habitualmente, aunque no necesariamente, son de titularidad pública y disponen de zonas de acceso público, frecuentadas por usuarios potenciales de los servicios proporcionados por estas redes.

En general, todas estas instituciones entienden las redes Wifi de una forma similar a como lo hacen las empresas que no operan en el sector de telecomunicaciones analizadas en el apartado 6.2.5. Es decir, las redes se orientan al uso por parte de los colectivos que trabajan o estudian en las instalaciones, no estando entre sus objetivos la explotación de la red de cara al público en general. En [Martell, 03] se presenta un ejemplo típico de despliegue de redes en este tipo de ubicaciones (campus de la University of British Columbia).

Las universidades y bibliotecas han sido muy activas en el despliegue de redes WiFi en sus ubicaciones, que suelen ser explotadas en grupos cerrados de usuarios compuestos por la comunidad docente en el caso de las universidades, y los socios de las bibliotecas en el segundo caso. Parte de estas redes se ofrecen para uso abierto y gratuito a todos los usuarios potenciales, sin aplicarse mecanismos de control de acceso, aunque no es el caso habitual. En los hospitales el despliegue de estas redes ha sido por el momento más escaso, aunque existen propuestas de uso para aplicaciones de e-health que permitirían facilitar el acceso al personal médico al historial del paciente, rellenar formularios, y utilizar aplicaciones sobre terminales portátiles [Esteban, 01].

Las universidades son también activas en la implantación de esquemas de interconexión de autenticación, para que la comunidad docente pueda usar el servicio desde otras universidades (véase por ejemplo el sistema Eduroam utilizado en europa, descrito en el anexo I). Hasta el momento, en general las universidades no se han involucrado en despliegues en colaboración con otros actores para proporcionar servicios públicos, a excepción de casos aislados como KTH en Suecia (iniciativa StockholmOpen, descrita en [Battati et al, 05]) o la Universitat Pompeu Fabra en Barcelona (iniciativa 22@WiFi, descrita en [Infante et al., 05b]).

Las capacidades y limitaciones son similares a las ya presentadas para empresas: disponen de redes Wifi desplegadas en sus ubicaciones, pero no entra dentro de sus objetivos el suministro de servicio al público, y desean minimizar los riesgos de seguridad en el acceso a sus redes privadas. Cuando participan en despliegues para suministrar servicio público, su ubicación en la cadena de valor se centra en aportar las redes que ya tienen desplegadas bajo modelos de uso compartido de infraestructuras o de roaming. No participan en la provisión y comercialización del servicio de cara al público, al no encontrarse entre sus objetivos prioritarios.

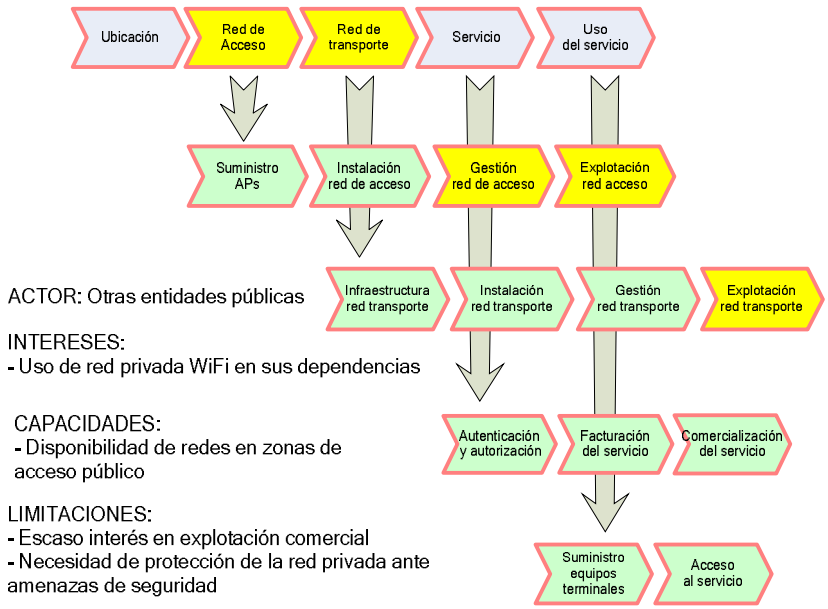



**Figura 6-18: Ubicación de otras entidades públicas**

***Fuente: Elaboración propia***

## 6.4 USUARIOS E INICIATIVAS CIUDADANAS

### 6.4.1 USUARIOS FINALES DE REDES FIJAS

Los usuarios finales de redes fijas pueden jugar varios roles en la cadena de valor de las redes públicas WiFi:

- Por un lado, son usuarios potenciales de los servicios que prestan las redes públicas WiFi como complemento del servicio que reciben a través de red fija. Los usuarios que acceden a los servicios de red fija mediante un punto de acceso desplegado en su domicilio para uso privado disponen de equipos terminales con capacidades de comunicación WiFi, y por tanto, estarán en condiciones de ser usuarios potenciales fuera de la ubicación donde disponen de redes fijas.

- Los puntos de acceso que se despliegan para uso privado pueden ser utilizados de forma marginal como parte de la red de acceso de un operador de redes públicas WiFi, por lo que estos actores pueden actuar como proveedores de ubicaciones y de "microrredes" de acceso para proveedores de servicio que agregan las pequeñas coberturas proporcionadas por estos usuarios.

Así, para los usuarios de redes fijas, WiFi actúa principalmente como un complemento del servicio que contratan con el operador de telecomunicación que les permite extender el ámbito del servicio dentro del domicilio sin realizar cableados, y adicionalmente les permite suministrar servicios a terceros, aprovechando la capacidad excedente del servicio fijo que tienen contratado.

La mayor parte de los usuarios de redes fijas no proporcionan, al menos intencionadamente, servicios a terceros, reduciendo a uso privado la tecnología WiFi. En los casos en que sí se utiliza el servicio de banda ancha fija para suministrar servicio público, se plantean tres modelos:

1. ***Apertura intencionada de la red sin coordinación con otros actores:*** En este caso el usuario no hace uso de claves sobre el punto de acceso que controla, facilitando así que cualquier otro usuario potencial haga uso de su red de forma gratuita. El uso por parte de otros usuarios suele estar limitado a vecinos cercanos y usuarios esporádicos en las cercanías de la red que descubren y acceden a ella por sus propios medios. Aunque formalmente es un uso público, no dispone de un modelo de crecimiento en cobertura y usuarios, ni plantea un modelo de explotación o negocio viable, al no existir una contraprestación al uso del servicio ni disponer los usuarios potenciales de información sobre la disponibilidad de servicio, más allá de la inspección in situ.

2. ***Adhesión a iniciativas ciudadanas.*** En este modelo, el usuario se adhiere a una comunidad wireless que incluye la ubicación dentro de la zona de cobertura controlada por ésta e informa a los usuarios potenciales de su disponibilidada través de su sede web. Aunque no existe una contraprestación económica, sí se plantean modelos de crecimiento y los participantes obtienen otro tipo de contraprestaciones. En el siguiente apartado (6.4.2) se analiza la dinámica de estas comunidades.

3. ***Acuerdo con operadores inalámbricos privados.*** El usuario permite la gestión de la capacidad excedente de su conexión fija a un proveedor de servicio comercial, que se apoya en los accesos proporcionados por todos los participantes adheridos, que actúan como proveedores de red. Los usuarios adheridos reciben contraprestaciones económicas o de utilización del servicio en otras ubicaciones también gestionadas por el operador privado.

Considerando que la base instalada de conexiones fijas residenciales (vía ADSL o cable) dotados de puntos de acceso es muy elevada (véase por ejemplo el radiomapa del distrito 22@ mostrado en el anexo II), en la literatura relativa a modelos de negocio para redes WiFi se han analizado otras propuestas de articulación de modelos de explotación basados en la agregación de redes de acceso residenciales para suministrar coberturas amplias de servicios inalámbricos. Así, por ejemplo, en [Edvardsen et al., 02] se propone un modelo basado en que los propios operadores que suministran la banda ancha sobre infraestructura fija, articulen la oferta de servicio inalámbrico utilizando el ancho de banda excedente, mientras que en [Fritsch, 05], se propone un modelo de comercialización piramidal de servicio inalámbrico en el que los usuarios residenciales actúan tanto de operadores de red como de agentes comerciales, para reclutar a nuevos usuarios residenciales que pongan su red a disposición del proveedor que utiliza estas redes residenciales para proporcionar servicio al público. En general, hasta el momento, estas propuestas de agregación de redes fijas residenciales para suministrar servicio no ha tenido éxito por las siguientes razones:

- Los usuarios residenciales no tienen entre sus principales motivaciones para contratar el servicio fijo el suministro de servicios a terceros, por lo que es complicado involucrarles en este tipo de iniciativas.

- El mercado de servicios itinerantes basado en WiFi es escaso y basado en ubicaciones de acceso público, no siendo las localizaciones de los usuarios residenciales de especial atractivo para los usuarios finales de redes WiFi, por lo que la contraprestación obtenida es escasa, al ser también escasos los usuarios potenciales.

- El suministro de servicios al público conlleva obligaciones legales de registro y explotación del servicio que los usuarios en general no están dispuestos a asumir, en los casos en que son conscientes de ellas. Además, tal como se ha visto en el apartado 3.4.3, el uso de servicios minoristas para suministrar servicio al público (como son los proporcionados a los usuarios residenciales por los operadores de redes fijas), no está permitido por el operador fijo.

- Los operadores de redes fijas no contemplan el uso de capacidades excedentes de los clientes residenciales para articular modelos de negocio como el propuesto en [Edvardsen

et al., 02], debido al escaso interés de estas ubicaciones para proporcionar servicio a usuarios itinerantes y a que canibalizarían sus ingresos para usuarios residenciales cercanos a la ubicación.

Así pues, existen importantes debilidades que dificultan la participación de estos actores a la hora de articular modelos de explotación de la infraestructura de red que controlan. Hasta el momento sólo han podido ser movilizados bajo el modelo de comunidades wireless, y por un operador especializado en este segmento (FON) recientemente introducido, cuya viabilidad económica aún no es posible evaluar, si bien hasta el momento ha incorporado un número elevado de usuarios residenciales que aportan sus redes para la comercialización del servicio.

El perfil de los usuarios residenciales que se involucra en este tipo de iniciativas se corresponde en general con titulados universitarios con conocimientos más avanzados que la media en este tipo de tecnologías, como muestran los estudios existentes [Sandvig, 04] y el análisis realizado en el contexto catalán para la distribución de punto de acceso de FON y las comunidades wireless (veáse anexo I).

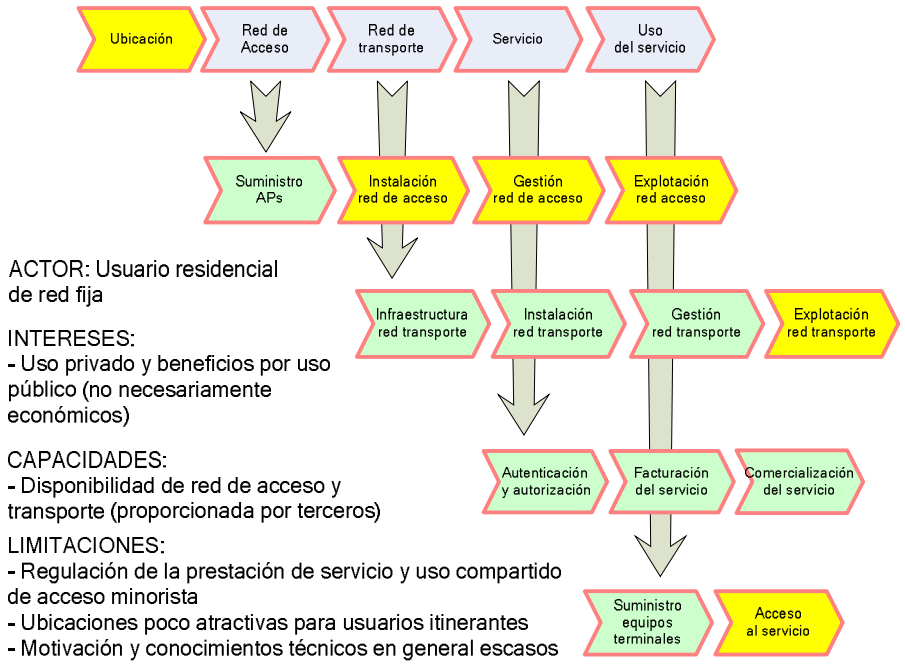



**Figura 6-19: Ubicación de usuarios de redes fijas**

***Fuente: Elaboración propia***

Partiendo de los intereses, capacidades, y limitaciones analizadas, en la Figura 6-19 se muestra la posición de estos actores en la cadena de valor cuando participan en la provisión de servicios públicos sobre este tipo de redes. Esta participación se centra en suministrar la ubicación, los puntos de acceso (generalmente un único punto de acceso o un número muy reducido por cada usuario), así como la disponibilidad de red de transporte, utilizando la capacidad excedente del servicio de banda ancha que contratan con operadores de redes fijas. Tal como se muestra en la figura, participan también en el acceso al servicio en tanto en cuanto son usuarios finales del resto de redes públicas WiFi cuando se encuentran fuera de su domicilio.

### 6.4.2 COMUNIDADES WIRELESS

Las comunidades wireless son organizaciones integradas por usuarios que disponen de servicios de banda ancha contratados a operadores de telecomunicación, y que proporcionan a su vez

servicios de acceso a Internet para los propios miembros de la comunidad y el público, utilizando la infraestructura aportada por cada uno de ellos.

Los participantes en comunidades wireless, especialmente los más activos, comparten en gran medida el código de valores de los hackers analizado por Pekka Himanen en [Himanen, 04]. Los principales intereses de estos actores se centran en:

- Experimentar con la tecnología para incrementar el conocimiento sobre su uso y configuración.

- Confianza en la viabilidad de modelos colaborativos de articulación de propuestas de uso de redes y servicios útiles para la comunidad.

- Vocación de servicio a la comunidad no basada en modelos de lucro económico, ni en la propiedad de los medios de producción por parte de las empresas.

- Compartición abierta de información y experiencias entre participantes, y con otros colectivos para incrementar el conocimiento y mejorar la evolución del servicio.

La visión de estos actores de la tecnología WiFi consiste en considerarla una herramienta que permite alcanzar estos objetivos de experimentación compartida, y realización de despliegues cooperativos de redes bajo modelos alternativos, basados en el crecimiento a partir de la incorporacion de redes diversas y su explotación no comercial.

La colaboración entre los participantes se articula mediante una sede web única, gestionada colaborativamente, en la que figura la forma de acceder al servicio, la cobertura agregada por todos los participantes, documentación e información técnica compartida, enlaces a otras iniciativas, foros de discusión, y agendas de reuniones presenciales. Las comunidades wireless tienen capacidad para movilizar a usuarios de redes fijas que comparten estos valores, así como para asesorar y coordinar la participación de éstos. También realizan la tarea clave de informar a los usuarios potenciales de cómo utilizar el servicio y las ubicaciones desde las que pueden acceder.

Aunque potencialmente las comunidades wireless pueden movilizar propuestas de servicio público con amplias coberturas e interés para los usuarios, ya que éste se suele prestar de forma gratuita sin ningún tipo de contraprestación, existen importantes limitaciones que impiden su crecimiento:

En primer lugar, la prestación de servicios suele incumplir varios de los requisitos regulatorios para el suministro de servicios al público descritos en los apartados 3.4.3 y 3.4.4. Tal como se muestra en el anexo I para el caso catalán, casi ninguna iniciativas de este tipo se encuentra registradas como operadores de telecomunicación a pesar de su obligatoriedad, no tienen entidad jurídica propia como organización, ni aplican mecanismos de registro de conexiones, y además, el uso que hacen de los servicios minoristas, proporcionados por operadores de redes fijas, contraviene las condiciones establecidas por estos operadores, que prohiben su uso para suministrar servicio a terceros. Aunque hasta el momento no se han producido actuaciones legales contra comunidades wireless, este incumplimiento de requisitos legales supone una debilidad importante para el crecimiento y extensión de estas iniciativas.

En segundo lugar, los participantes en estas iniciativas suelen tener un perfil de conocimiento técnico profundo, y su motivación tiene un componente importante de experimentación y aprendizaje de la tecnología, tal como describe en el análisis realizado sobre comunidades wireless en [Sandvig, 04]. Esto dificulta el crecimiento por incorporación de usuarios de redes fijas con un perfil menos técnico, y limita la participación a particulares con experiencia en esta tecnología.

Las ubicaciones aportadas por los participantes se corresponden en general con domicilios privados y su zona cercana que no suelen coincidir con las ubicaciones más atractivas que se analizaron en el apartado 3.6, lo cual hace escaso el uso itinerante del servicio.

Asimismo, la hetereogeneidad de las redes aportadas por los participantes, y la gestión distribuida realizada por éstos bajo supuestos no comerciales dificultan garantizar una calidad de servicio mínima, lo cual por otra parte no figura entre los objetivos de estas comunidades. Esto supone una inferioridad de condiciones para atraer a usuarios potenciales respecto a las iniciativas comerciales.

Tal como se deduce del análisis expuesto, las comunidades wireless participan en la cadena de valor actuando como elemento coordinador de los usuarios de redes fijas que ponen a disposición su red para el uso público, así como facilitando información sobre la cobertura y servicios disponibles aportados por cada participante. En la siguiente figura se muestra como intervienen en la cadena de manera complementaria a sus participantes, los usuarios de red fija, que ya han sido analizados en el apartado anterior.

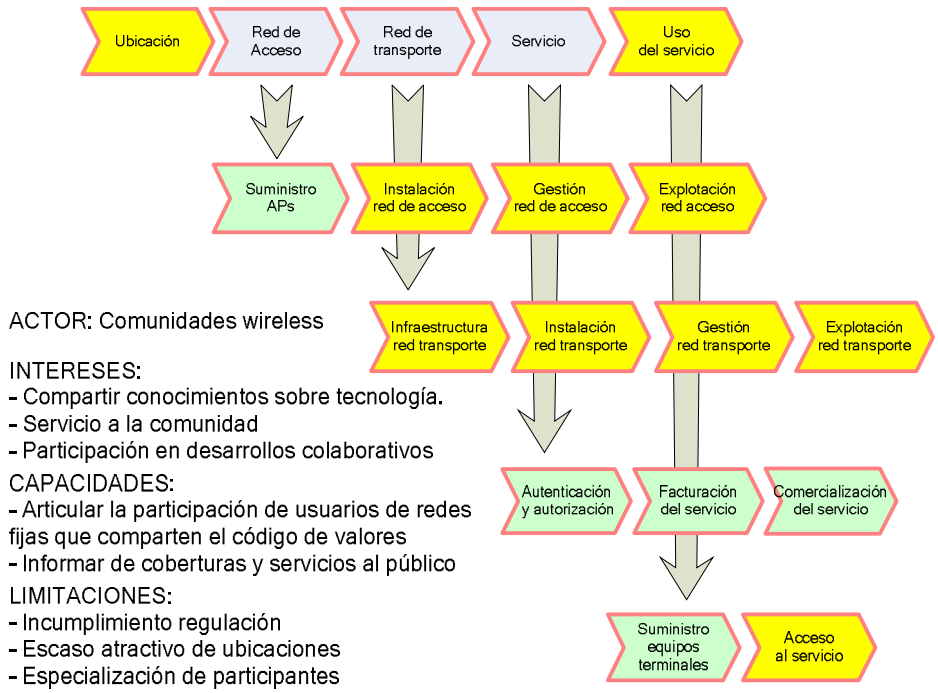



**Figura 6-20: Ubicación en cadena de valor de comunidades wireless**

***Fuente: Elaboración propia***

Las comunidades wireless han merecido el interés de la comunidad investigadora como articuladores de modelos de despliegue alternativos a los modelos verticales promocionados por los operadores tradicionales, y así son presentados en el estudio realizado por el *Institute for Prospective Technological Studies* [IPTS, 05c] sobre el uso de tecnologías inalámbricas alternativas en Europa.

Parte de la comunidad investigadora en este campo centra su interés en las capacidades de estos actores para articular despliegues amplios, y sitúa a las comunidades wireless como protagonistas clave en el despliegue de modelos alternativos, considerando viable su crecimiento y articulación de propuestas alternativas interesantes (véase [Verma et al., 02b], [Damsgaard et al, 06] y [Eltrun, 05]). Asimismo, existen iniciativas en las que participan activamente investigadores en estos campos como el RoofNet promocionado por el Instituto de Tecnología de Massachusets (MIT).

No obstante, los análisis realizados sobre la dinámica interna de estas comunidades, entre los que destaca [Sandvig, 04] y la evidencia empírica recopilada (veáse el anexo I de la presente tesis) muestran que las debilidades enunciadas limitan en gran medida su crecimiento, siendo habitualmente los propios participantes los principales usuarios de las redes públicas desplegadas de esta forma.

El número de comunidades wireless es elevado (en www.freenetworks.org está disponible un directorio de redes a nivel mundial y en www.redlibre.net a nivel español) y distribuido por todo el territorio europeo y norteamericano. Aunque existen iniciativas con un número elevado de participantes, como New York Wireless en EEUU (www.nycwireless.net), incluyéndose en algunas de ellas empresas como miembros que aportan recursos de red al esfuerzo global, como es el caso de Guifi en España (www.guifi.net, [El País, 06c]), la mayor parte de las iniciativas están formadas por un número pequeño de participantes y coberturas dispersas.

Así, por ejemplo en el caso catalán analizado en el anexo I y presentado en [Infante, 07], de las 27 comunidades wireless que operaban en Cataluña en el momento de realizar el estudio, sólo 6 de ellas disponían de más de 10 puntos de acceso, siendo una de ellas, guifi.net, la que abarcaba un número realmente elevados de ubicaciones y puntos de acceso, tal como se muestra en la siguiente tabla.

| *Nº Puntos Acceso* | *Número de Iniciativas* | *% s/Total iniciativas* | *Total Puntos de acceso* | *% s/Total Puntos Acceso* |
|---|---|---|---|---|
| ***Entre 1 y 2*** | 11 | 34,38% | 14 | 2,72% |
| ***Entre 3 y 9*** | 10 | 31,25% | 81 | 15,76% |
| ***De 10 a 31*** | 5 | 15,63% | 86 | 16,73% |
| ***339 Aps*** | 1 | 3,13% | 339 | 65,95% |

**Tabla 6-2: Distribución de comunidades wireless por nº de APs en Cataluña**

***Fuente: Elaboración propia***

En el anexo III se recoge el extracto de la entrevista realizada con Ramon Roca, impulsor de la iniciativa guifi.net que tal y como se ha indicado, es la que mayor número de partipantes y ubicaciones agrupa en Cataluña. Ramon Roca ve en Wifi una tecnología madura para el acceso itinerante, si bien con un mercado escaso, lo cual bajo su visión, dificulta los modelos de negocio comerciales, siendo las iniciativas sin ánimo de lucro, como las impulsadas por las comunidades ciudadanas, las organizaciones que mejor pueden movilizar las posibilidades tecnológicas existentes. Para facilitar la extensión de estas iniciativas reclama una mayor involucración de los ayuntamientos en facilitar el uso compartido de la infraestructura pública en el despliegue de puntos de acceso y una clarificación por parte de los organismos regulatorios favorable a la legalidad de la explotación de redes y servicios por parte de estas comunidades sin ánimo de lucro.

## 6.5 CONCLUSIONES

A continuación se resumen las conclusiones obtenidas sobre el conjunto de actores que participan en el despliegue y explotación de este tipo de redes. En la Tabla 6-3 se extractan los intereses, capacidades, y limitaciones de cada uno de los actores presentados, incluyéndose ejemplos relevantes para cada tipo de actor.

La Tabla 6-4 muestra de forma conjunta los eslabones de la cadena de valor en que se sitúa cada uno de los actores, indicándose el modo de participación para cada actor. Por último, en la Figura 6-21 se resume e ilustra la posición de los principales actores a lo largo de dicha cadena. Las principales conclusiones obtenidas son las siguientes:

- Las ubicaciones para este tipo de redes son normalmente aportadas por: comercios interesados en aumentar mediante la oferta del servicio el atractivo de su negocio principal, administraciones locales que controlan el dominio público viario, y usuarios residenciales que hacen un uso marginal de los servicios contratados por operadores para suministrar servicios públicos.

- Los actores que protagonizan los despliegues de infraestructura de red son los operadores fijos, los proveedores de servicio Internet inalámbricos, y los ayuntamientos, centrándose cada uno de ellos en un conjunto de actividades relacionadas con sus capacidades. En cualquier caso, la red de transporte, en su totalidad o en parte, suele ser aportada (voluntaria o involuntariamente) por los operadores de redes fijas.

- En el suministro de servicio participan un número elevado de actores que se apoyan en redes gestionadas por WISPs, ayuntamientos o usuarios residenciales para comercializar servicio a los clientes o proporcionarlo de forma gratuita.

- Los suministradores de microprocesadores y equipos (puntos de acceso y equipos terminales) limitan su participación al diseño y comercialización de éstos, no extendiendo su intervención a otras partes de la cadena de valor (a excepción de Intel y Cisco, que promocionan el uso de estas redes, pero no participan en su despliegue y operación).

- Las administraciones locales participan a lo largo de la cadena de valor en diversas posiciones, al disponer de ubicaciones, ser usuarios finales, e intervenir activamente en el despliegue y operación de este tipo de redes, aunqe se apoyan en aspectos técnicos en operadores especializados como los WISP o los operadores de redes fijas.

| | ***Intereses*** | ***Capacidades*** | ***Limitaciones*** | ***Ejemplos*** |
|---|---|---|---|---|
| **Operadores de redes fijas** | • Complemento de red fija<br>• Explotación comercial de accesos itinerantes | • Disponibilidad de redes transporte de alta capacidad<br>• Experiencia en despliegue de redes<br>• Base de clientes elevada | • Dificultad organizativa para participar en modelos cooperativos<br>• Poca adaptación para trabajar en ámbito local | • Telefónica<br>• Eircom |
| **Operadores de redes celulares** | • Complementar servicios proporcionados por redes celulares 2G y 3G | • Experiencia y base de clientes itinerantes.<br>• Experiencia en control de acceso y facturación para clientes itinerantes | • Falta de capilaridad en red de transporte<br>• Control de ubicaciones privilegiadas | • Vodafone<br>• Orange |
| **WISPs** | • Ingresos por despliegue y operación de este tipo de redes | • Experiencia en implantación de redes WiFi y suministro de servicio sobre esta tecnología | • Falta de capilaridad en red de transporte<br>• No control de ubicaciones privilegiadas<br>• Menor capacidad financiera que operadores tradicionales | • Earth Link<br>• Kubiwireless |
| **Agregadores** | • Ingresos económicos en explotación de servicios proporcionados por otros actores | • Amplia base de clientes<br>• Experiencia en comercialización de servicios a nivel global y de tecnología de control de acceso | • Dificultad de incorporar WISPs locales<br>• Hetereogeneidad de servicios agregados | • Boingo<br>• T-Net |
| **Intermediarios de roaming** | • Ingresos económicos en suministro de servicios de intermediación a WISPs | • Experiencia y disponibilidad de herramientas de intermediación de roaming | • Escasez de mercado de roaming multilateral | • Gowex<br>• T-Net |
| **Fabricantes de microprocesadores** | • Ingresos por ventas de procesadores | • Dominio de diseño y distribución de electrónica de equipos<br>• Promoción tecnología WiFi | • No tienen incentivos para participar en otros puntos de la cadena de valor | • Intel<br>• Motorola |
| **Suministradores equipos terminales** | • Ingresos por ventas de equipos terminales. | • Fabricación y comercialización de equipos terminales | • No tienen incentivos para participar en otros puntos de la cadena de valor<br>• Teléfonos Móviles: Necesidad de plantear estrategias coordinadas con operadores celulares | • Nokia<br>• Toshiba |
| **Suministradores de puntos de acceso** | • Ingresos por venta de equipos | • Dominio de fabricación y comercialización de puntos de acceso y en algunos casos, equipos de transporte<br>• Experiencia en instalación de redes de acceso y transporte | • No participan en la explotación de redes | • Cisco<br>• Belair |
| **Comercios y hoteles** | • Potenciar ventas de otros servicios | • Control de ubicaciones privilegiadas<br>• Disponibilidad de servicios fijos de transporte contratados con operadores telco<br>• Comercialización del servicio en la ubicación | • Falta de conocimiento técnico<br>• Incumplimiento de legislación<br>• Ámbito reducido de comercialización | • Hoteles HUSA<br>• Cafeterías Starbucks |

| | *Intereses* | *Capacidades* | *Limitaciones* | *Ejemplos* |
|---|---|---|---|---|
| **Empresas de otros sectores** | • Uso de redes Wifi en autoprestación | • Disponibilidad de redes WiFi ya desplegadas | • Escaso interés en suministrar servicios públicos.<br>• Sensibilidad ante amenazas de seguiridad y percepción negativa de seguridad de redes WiFi. | • No hay ejemplos relevantes |
| **Proveedores de contenidos** | • Ingresos por publicidad adaptada al contexto geográfico | • Articular modelos de negocio basados en publicidad | • Modelos de negocio sobre WiFi no maduros.<br>• Dificultad de involucrar a empresas locales | • Google<br>• Metrofi |
| **Administraciones nacionales** | • Incorporar a ciudadanos y empresas a sociedad información<br>• Mejora de los servicios públicos | • Promocionar despliegue de banda ancha rural | • No actúan en general como operadores de telecomunicación<br>• Se centran principalmente en la regulación | • Singapur<br>• Corea |
| **Administraciones regionales** | • Incorporar a ciudadanos y empresas a la sociedad de la información<br>• Mejora en servicios públicos<br>• Potenciar el mercado regional de telecomunicaciones | • Promoción de banda ancha rural<br>• Posibilidad de desplegar redes fijas de ámbito regional.<br>• Subvención a hotspots privados | • No disponen de capacidad regulatoria<br>• La regulación de competencia restringe su campo de acción | • Generalitat Catalunya<br>• Gobierno Vasco |
| **Administraciones locales** | • Suministro de servicios a ciudadanos<br>• Uso en autoprestación<br>• Incremento del atractivo del municipio para empresas y visitantes | • Control de dominio público de la ciudad<br>• Disponibilidad de infraestructura de red<br>• Cercanía a usuarios finales | • Marco legal de competencia restrictivo<br>• Controversia política<br>• Escasa experiencia en explotación de redes y servicios de telecomunicación | • Philadelphia<br>• Ayto. Barcelona |
| **Otras entidades públicas** | • Uso privado de redes WiFi para colectivos pertenecientes a, o servidos por la entidad | • Disponibilidad de redes privadas WiFi | • Escaso interés en suministrar servicios de comunicaciones al público en general<br>• Sensibilidad ante amenazas de seguiridad y percepción negativa de seguridad de redes WiFi. | • Universidades<br>• Hospitales |
| **Usuarios finales redes fijas** | • Uso del servicio y obtención de beneficios (no necesariamente económicos) por uso para servicioa al público de la capacidad excedente en servicio contratado | • Disponibilidad de red de acceso y transporte (suministrada al usuario por operadores fijos) | • Ubicaciones poco atractivas.<br>• Incumplimiento de la legislación<br>• Motivación escasa para suministrar servicio público<br>• Escaso conocimiento técnico en participantes potenciales | • Participantes en FON<br>• Participantes en Guifi |
| **Comunidades wireless** | • Experimentació con tecnología<br>• Participación en modelos colaborativos<br>• Servicio a la comunidad<br>• Puesta en común de información y experiencias | • Capacidad de movilizar a usuarios de red fija en esfuerzos colaborativos. | • Incumplimiento de la legislación<br>• Dificultad de involucrar a usuarios sin conocimientos técnicos<br>• Hetereogeneidad de las redes | • Guifi<br>• New York Wireless |

**Tabla 6-3: Resumen de caracterización de actores**

*Fuente: Elaboración propia*

| | *Suministro ubicación* | *Suministro acceso* | *Suministro transporte* | *Suministro servicio* | *Uso del servicio* |
|---|---|---|---|---|---|
| **Operadores de redes fijas** | - | Integrado en oferta de banda ancha residencial | Suministran al resto de actores redes de transporte | En hotspots ubicados en zonas privilegiadas | - |
| **Operadores redes celulares** | - | - | - | Control acceso, facturación y comercialización | Comercializ. equipos terminales |
| **WISPs** | - | Instalación, gestión y explotación | Explotación de redes de terceros | Control acceso, facturación y comercialización | - |
| **Agregadores** | - | - | - | Control acceso, facturación y comercialización sobre redes de terceros | - |
| **Intermediarios roaming** | - | - | - | Control acceso y facturación para WISPs | - |
| **Fabricantes µprocesadores** | - | µprocesadores para APs | µprocesadores equipos | - | µprocesadores equipos term. |
| **Suministradores equipos terminales** | - | - | Suministro de equipos para transporte (sólo en algunos casos) | - | Fabricación y comercialización de equipos terminales |
| **Suministradores puntos de acceso** | - | Suministro e instalación | Suministro de equipos de transporte (solo algunos casos) | - | - |
| **Comercios y hoteles** | Disponibilidad de ubicación privilegiada | - | Contratación de servicio de transporte con operadores fijos | Comercialización del servicio en ámbito local | - |
| **Empresas otros sectores** | - | En casos aislados, permiten el uso de su red al público o WISPs | - | - | - |
| **Proveedores contenidos** | - | - | - | Implantación de modelos de negocio basados en publicidad asociada a la ubicación | - |
| **Administraciones nacionales** | - | Subvención de banda ancha rural | - | - | - |
| **Administraciones regionales** | - | Subvención de banda ancha rural y hotspots | - | - | - |
| **Administraciones locales** | Viales, plazas, jardines, edificios municipales | Financiación de despliegues | Redes corporativas para backhaul | Participación en la comercialización, difusión y establecimiento de cond. prestación servicio | Uso para reducir costes y mejorar servicios municipales |
| **Otras entidades públicas** | - | En casos aislados, permiten el uso de su red al público o WISPs | - | - | - |
| **Usuarios finales redes fijas** | Domicilios privados | Puntos de acceso en uso privado con uso marginal público | Uso marginal de servicios de transporte contratados con operadores de red fija | - | Son también usuarios de las redes públicas WiFi |
| **Comunidades wireless** | Los aportados por los participantes | - | Redes malladas apoyadas en APs | Coordinación de usuarios adheridos e información al público | Los participantes son los principales usuarios del servicio |

**Tabla 6-4: Resumen de ubicación de actores en cadena de valor**

***Fuente: Elaboración propia***

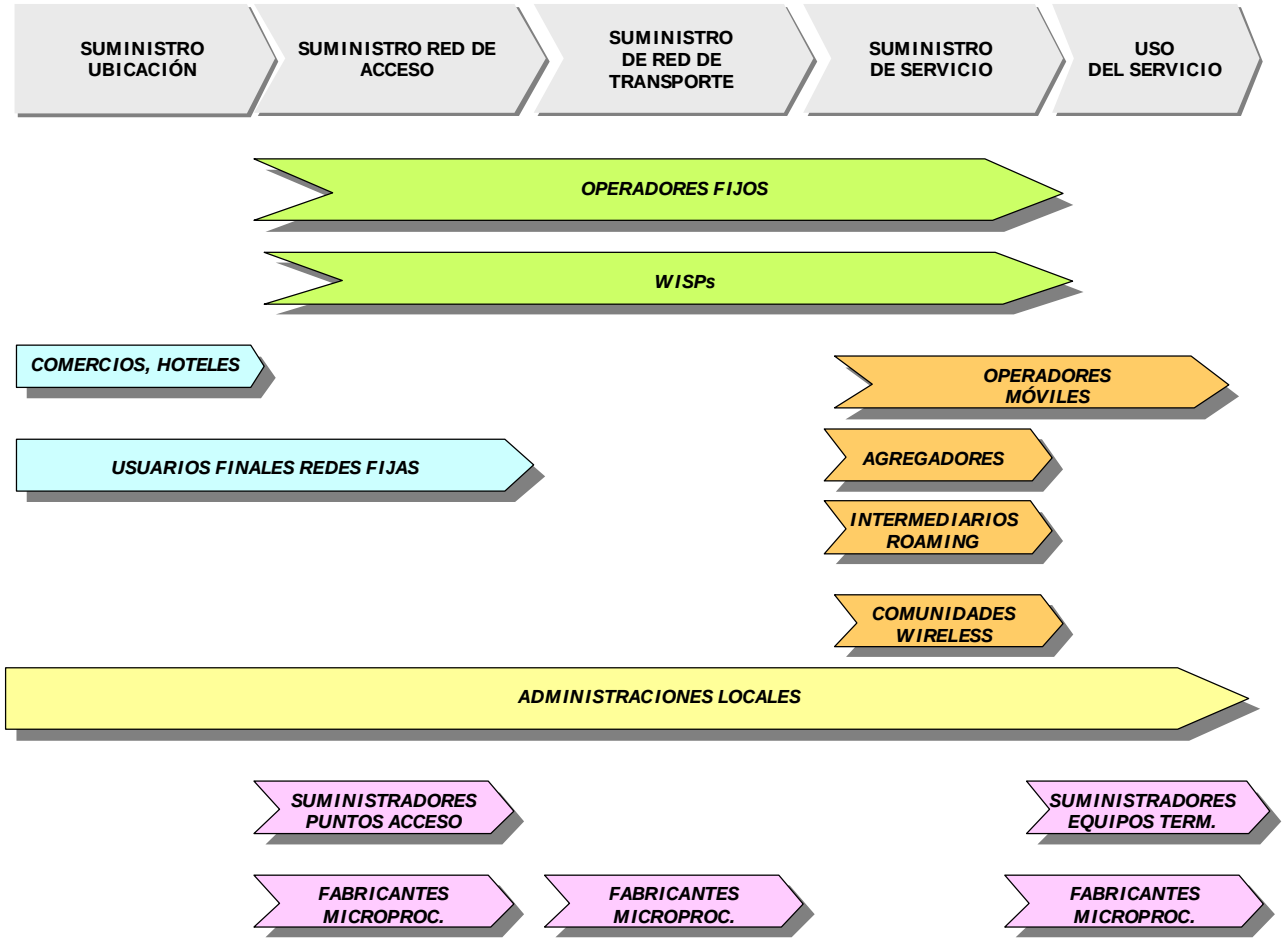



**Figura 6-21: Ubicación de principales actores en cadena de valor**

***Fuente: Elaboración propia***

# 7 ANÁLISIS DE MERCADO

En este capítulo se presenta la información sobre el mercado existente para las redes públicas basadas en tecnología de acceso WiFi. Los datos que se muestran han sido separados en dos apartados: En el apartado 7.1 se analizan los datos relativos a la oferta actual de servicios sobre redes de este tipo, mostrándose la información relativa al número de hotspots privados e iniciativas municipales, concentración del mercado, y tendencias de crecimiento.

El apartado 7.2 está dedicado a analizar las características de la demanda existente, presentándose información sobre los patrones de uso de servicios, motivaciones de los usuarios, y aceptación de los servicios ofrecidos por este tipo de redes.

Los incluidos en este apartado para el contexto europeo y estadounidense se complementan con el análisis realizado sobre el mercado catalán, que está incluido en el anexo I de la presente tesis.

## 7.1 ANÁLISIS DE LA OFERTA

### 7.1.1 TECNOLOGÍA WIFI

Desde su aparición a finales de la pasada década, la tecnología WiFi ha crecido de forma muy importante, implantándose, tal y como se ha analizado en los apartados correspondientes, en la mayoría de ordenadores personales portátiles y otros equipos terminales. Asimismo, la venta de puntos de acceso para uso privado, bien destinadados a redes de área local de empresa, o bien para uso residencial como extensión en el domicilio del servicio de banda ancha fija, ha aumentado año a año con órdenes de crecimiento de dos dígitos.

Tal como se indica en el análisis del mercado de microelectrónica WLAN realizado por IDC [IDC, 05b], las ventas mundiales de microelectrónica WiFi, utilizada tanto en los puntos de acceso como en los equipos terminales, ascendieron a 120.000 millones de dólares en 2004, estimándose que en 2009 serán del órden de los 300.000 millones de dólares. Igualmente, los principales fabricantes de microelectrónica WLAN vieron crecer sus ingresos a ritmo muy elevado (Atheros, que está centrado específicamente en este mercado, creció en 2004 prácticamente al doble de ingresos, 95%, mientras que Broadcom e Intel crecieron del 2003 al 2004 un 44% y un 57%). En la Figura 7-1 se muestran las estimaciones de mercado de puntos de acceso, equipos terminales y otros tipos de equipos que utilizan tecnología Wifi, realizadas por Morgan&Stanley para el periodo 2001-2006, que confirman el crecimiento de esta tecnología.

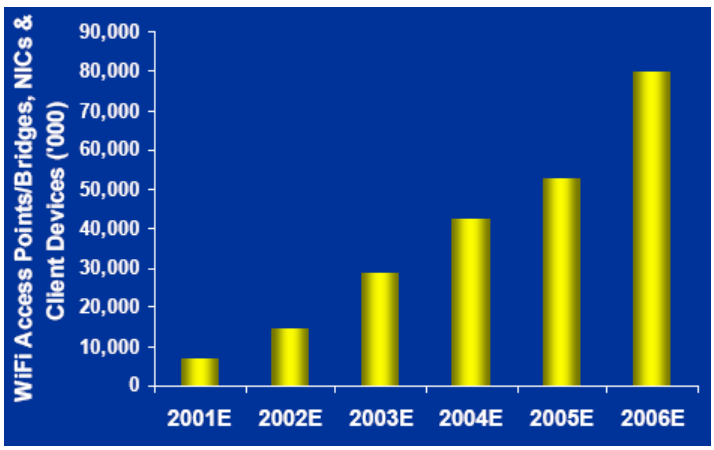



**Figura 7-1: Estimación de mercado de dispositivos WiFi en Estados Unidos**

*Fuente: [Morgan&Stanley, 05]*

Los datos analizados previamente en el apartado 3.1.4 (equipos terminales) muestran que la mayor parte de ordenadores portátiles disponen ya de tecnología WiFi integrada. Asimismo, la extensión de las redes privadas WiFi en empresas es también muy amplia, tal como se ha mostrado en la Figura 6-12 para el caso español (el 26% de las empresas disponían de red WiFi en 2004, alcanzándose el 35% en 2005).

En lo que respecta al uso residencial de puntos de acceso, los informes realizado por la Comunidad Euopea sobre extensión de equipamientos y servicios de telecomunicaciones en 2005 y 2007 ([CE, 06a] y [CE, 07c]), muestran una elevada extensión y crecimiento el número de conexiones de banda ancha que disponen también de puntos de acceso Wifi habiendo crecido del 27% en 2005 al 34% en Enero de 2007, existiendo una penetración especialmente elevada en Luxemburgo, España y Francia. Los datos mostrados en el anexo II (radiomapa del distrito 22@ de Barcelona) confirman esta elevada planta de puntos de acceso WiFi residenciales.

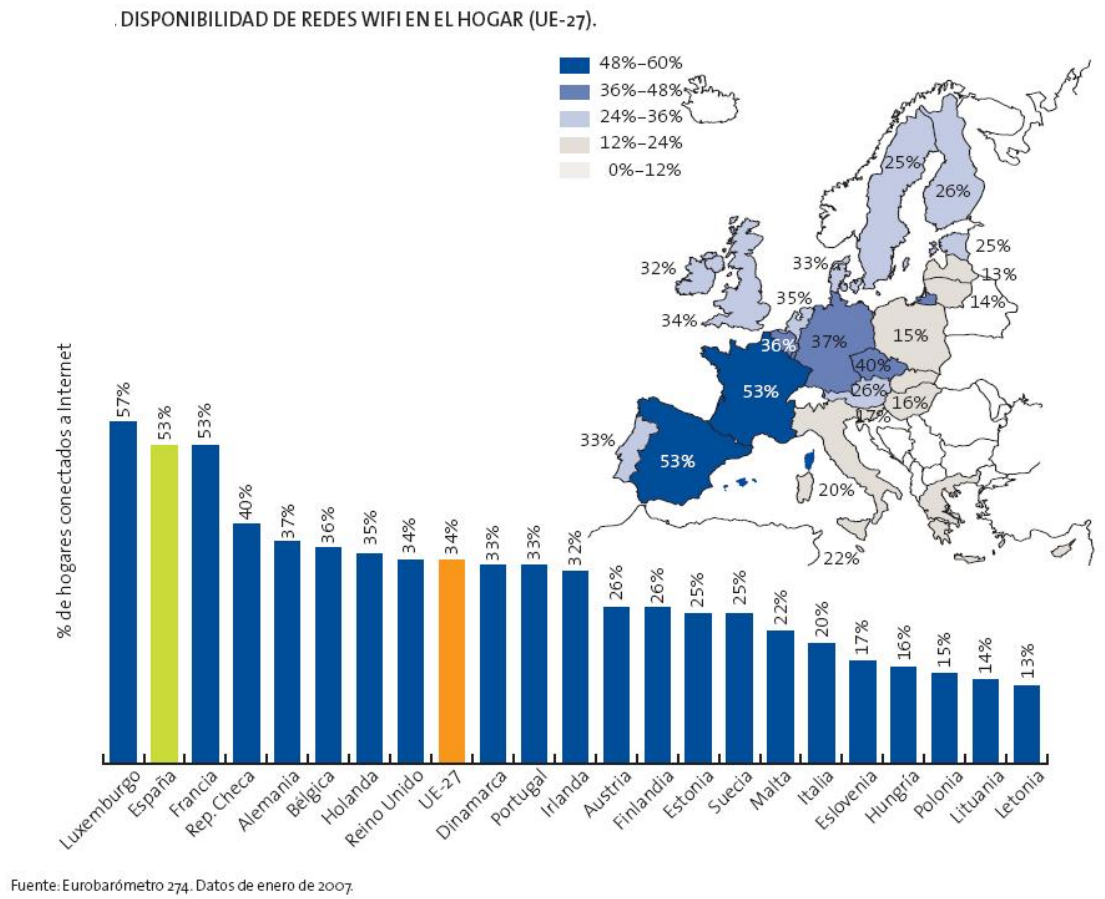



**Figura 7-2: Disponibilidad de redes WiFi en el hogar (Europa)**

*Fuente: [Telefónica, 07b]*

Así pues, el uso de la tecnología WiFi está ampliamente extendido para redes de área local inalámbricas privadas y, tal como se vió en el apartado correspondiente, la extensión y crecimiento de la implantación de esta tecnología en los equipos terminales es también amplia.

### 7.1.2 HOTSPOTS PRIVADOS DE USO PÚBLICO

Los hotspots se definen como ubicaciones donde se suministra cobertura Wifi mediante una serie de puntos de acceso conectados a una red de transporte. La extensión de los hotspots suele corresponderse con un edificio, un comercio, o una pequeña superficie de tamaño no

mayor que una o dos hectáreas [Shamp, 04].

Tal como se muestra en la Figura 7-3, los hotspots de uso público muestran un considerable crecimiento desde su aparición, y se espera que estas tasas de crecimiento se mantengan elevadas. Los datos existentes para 2005 muestran que en el mundo hay alrededor de 150.000 puntos de acceso público, siendo Estados Unidos el país donde más se encuentran instalados, seguido por Europa ([IPTS, 05b], [Morales, 06]). El directorio jiwire (www.jiwire.com) muestra 142.000 hotspots registrados a nivel mundial en Febrero de 2007.

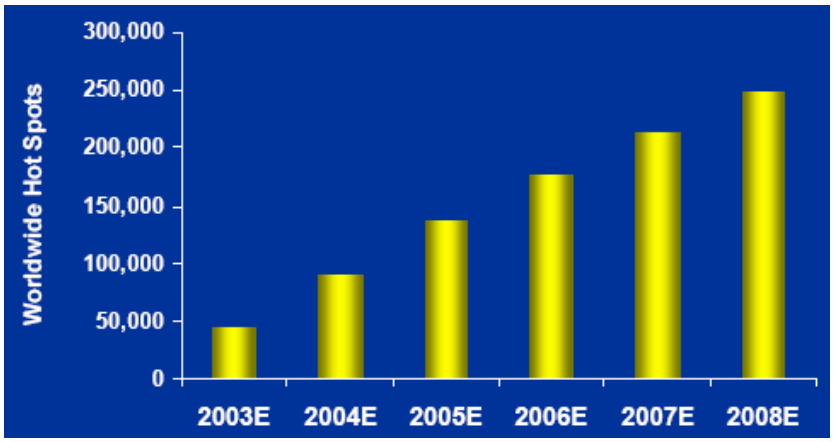



**Figura 7-3: Estimación de número de hotspots en el mundo**

*Fuente: [Morgan&Stanley, 05]*

Hay una divergencia importante respecto a las previsiones de crecimiento para los próximos años, ya que los datos más optimistas, como los de la WiFi Alliance, estiman que a finales de 2008 existirán cerca de millón y medio de hotspots a nivel mundial [WiFi Alliance, 04], mientras que estimaciones más conservadoras, y probablemente más realistas, como [Morgan&Stanley, 05], reducen a 250.000 hotspots el número de hotspots públicos para esta fecha. En cualquier caso, tanto las tasas de crecimiento históricas, como todas las estimaciones de mercado indican un fuerte crecimiento de los hotspots públicos, situando el mayor crecimiento futuro en los países asiaticos, como Corea o Japón.

El reparto actual por países de estos hotspots es desigual, siendo Estados Unidos el país que cuenta con un mayor número absoluto de ellos, si bien el Reino Unido es el que presenta una mayor densidad de hotspots por número de habitantes. En la Tabla 7-1, basada en los datos disponibles en el directorio Jiwire[27] en Febrero de 2007, se muestra tanto el número total de puntos de acceso, como de la densidad de hotspots por número de habitantes, más significativa para identificar el grado de actividad en cada país.

| | *Nº Hotspots* | *Población (millones)* | *Hotspots por 100.000 habs.* |
|---|---|---|---|
| **Reino Unido** | **16.834** | **60,5** | **27,8** |
| **Corea del Sur** | **9.415** | **49,0** | **19,2** |
| **Francia** | **10.802** | **61,0** | **17,7** |
| **Alemania** | **13.772** | **82,0** | **16,8** |
| **Estados Unidos** | **50.053** | **301,2** | **16,6** |
| **Holanda** | **2.686** | **16,4** | **16,4** |

[27] *En el estudio realizado por el IPTS sobre tecnologías inalámbricas alternativas ([IPTS, 05b]) se indica que Jiwire es el directorio de hotspots comerciales más fiable y actualizado basándose en la comparación con otros directorios existentes como WiFiFinder, o Wi-FiHotspotlist. Así se ha confirmado al realizar el estudio de la situación en Cataluña, en donde se ha comprobado que Jiwire tiene registrada la gran mayoría de hotspots que presentan otros directorios. No obstante, debe tenerse en cuenta que no todos los hotspots con acceso público figuran en Jiwire, ya que una parte importante de los proveedores no publican sus coberturas en los directorios públicos, limitándose a difundir la información en su sede web.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Taiwan** | **3.706** | **22,9** | **16,2** |
| **Australia** | **2.045** | **20,8** | **9,8** |
| **Japón** | **6.469** | **127,4** | **5,1** |
| **Italia** | **2.799** | **58,0** | **4,8** |

**Tabla 7-1: Países con mayor número de hotspots (jiwire, Feb 07)**

*Fuente: Elaboración propia a partir de www.jiwire.com*

En el estudio realizado por la autoridad de regulación británica [Ofcom, 06] sobre el mercado mundial de telecomunicaciones, se analiza también la distribución de puntos de acceso sobre varios países del mundo (Figura 7-4), obteniéndose resultados similares a los obtenidos sobre Jiwire con datos del primer trimestre de 2006 (debe tenerse en cuenta que Ofcom centra su estudio sobre un conjunto limitado de países, no incluyéndose por ejemplo Corea del Sur en su ámbito de trabajo). En este estudio del regulador británico se presentan también las tasas de crecimiento interanual para los países analizados, que como puede observarse en la Figura 7-4, son muy altas en todos los países. Destacan en este sentido Irlanda y España, con crecimientos respectivos del 210% y el 93%. Aunque no figura en el estudio realizado por Ofcom, otros análisis de mercado indican que la región asiática, especialmente Corea del Sur y Taiwan, presentan unas tasas de crecimiento de hotspots muy elevadas ([Morales, 06]) y es de prever que en los próximos años superen a Estados Unidos y Europa en puntos de acceso.

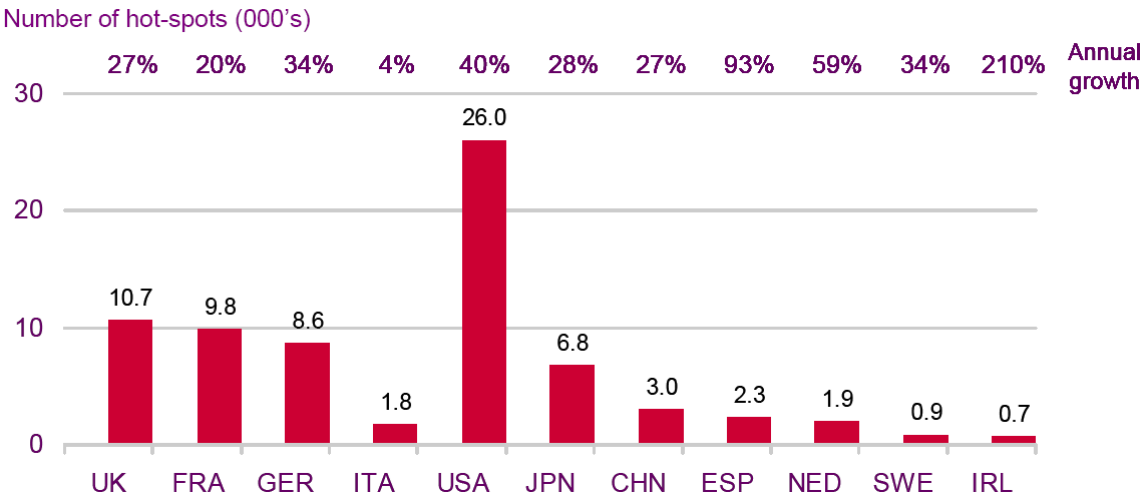



**Figura 7-4: Reparto por países de hotspots públicos (Marzo 2006)**

*Fuente: [Ofcom, 06]*

Para obtener un panorama completo del desarrollo de mercado de hotspots en cada país, tal como se ha indicado, es conveniente realizar un análisis de la densidad de puntos de acceso por habitante. Este análisis, mostrado en la Tabla 7-1, confirma que los mercados europeos se encuentran más desarrollados que el estadounidense, existiendo el doble de puntos de acceso por cada 100.000 habitantes. Japón muestra una densidad de puntos de acceso inferior al de Estados Unidos y Europa.

Dado que los hotspots comerciales se ubican mayoritariamente en grandes ciudades, la mayor densidad de puntos de acceso en los principales países europeos respecto a Estados Unidos, se debe probablemente a una mayor densidad de población urbana. Aunque este es el caso también de Japón, este último país ha desarrollado la sociedad de la información centrándose más en tecnologías de telefonía móvil que en Internet, y dado que actualmente los servicios más utilizados sobre los hotspots están relacionados con el acceso a Internet desde

ordenadores portátiles, existe una demanda menor de hotspots comerciales que en Europa o EEUU. La incidencia de estos factores de densidad de población e intensidad de uso de Internet, se confirma con los datos presentados para Corea del Sur y Taiwan, países en los cuales existe una fuerte penetración de Internet, combinada con una población urbana elevada.

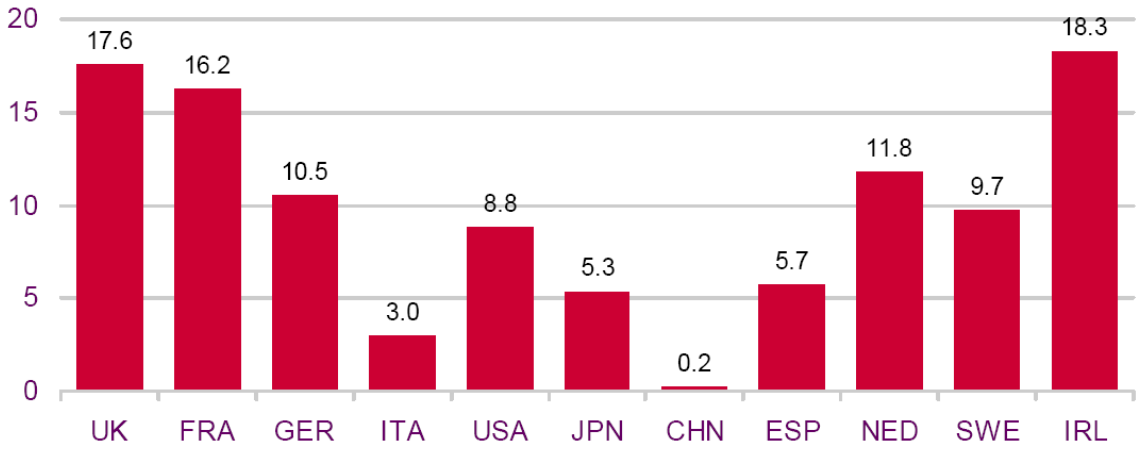



**Figura 7-5: Hotspots/100.000 habs. (Marzo 2006)**

*Fuente: [Ofcom, 06]*

El estudio del IPTS sobre la extensión y dinámica de tecnologías inalámbricas alternativas incluye un análisis sobre el número de hotspots en los países de la Unión Europea [IPTS, 05b] realizado en Marzo de 2005, combinando la información disponible en los buscadores más actualizados con información obtenida por otras fuentes alternativas, como entrevistas y análisis de empresas de este sector. En la Tabla 7-2 se presentan estos datos, complementados con la penetración de la banda ancha fija y la renta per cápita de cada país europeo.

Tal como puede observarse, los países que muestran una mayor densidad de puntos de acceso, como Dinamarca, el Reino Unido y Francia, disponen también de una penetración elevada de la banda ancha, y disfrutan de una renta per cápita superior a la media. El caso de Estonia, el país con mayor densidad de puntos de acceso por número de habitantes, es excepcional, ya que en la fecha de realización del estudio la penetración de la banda ancha era similar a la media comunitaria, y la renta per cápita era significativamente inferior. Tal como se indica en [IPTS, 05b], las administraciones públicas de Estonia, especialmente las locales, han aplicado una política de implantación de puntos de acceso en edificios públicos que dan cuenta de alrededor de la mitad de los hotspots computados en el estudio, mientras que en el resto de países prácticamente todos los datos se corresponden con hotspots comerciales.

| | Hotspots | Hotspots/100.000 habitantes | Penetración banda ancha 2005 (% s/población) | Renta per cápita 2005 (UE25=100) |
|---|---|---|---|---|
| Estonia (EE) | 516 | 38,5 | 13,3 | 60 |
| Dinamarca (DK) | 894 | 16,5 | 24,6 | 122 |
| Reino Unido (KU) | 9689 | 16,1 | 16,4 | 118 |
| Francia (FR) | 8000 | 13,2 | 15,8 | 108 |
| Irlanda (IE) | 430 | 10,8 | 6,6 | 139 |
| Malta (MT) | 39 | 9,8 | 12,7 | 70 |
| Alemania (DE) | 7838 | 9,5 | 12,8 | 110 |
| Austria (AT) | 702 | 8,6 | 14,2 | 123 |
| Holanda (NL) | 1300 | 8 | 25,2 | 126 |
| Luxemburgo (LU) | 36 | 7,8 | 15,3 | 251 |
| Finlandia (FI) | 400 | 7,7 | 22,3 | 111 |
| Letonia (LV) | 165 | 7,2 | 5,7 | 48 |
| Suecia (SE) | 600 | 6,7 | 20,6 | 115 |
| UE25 | 37144 | 6,6 | 12,7 | 100 |
| Portugal (PT) | 650 | 6,2 | 11,6 | 71 |
| Bélgica (BE) | 553 | 5,3 | 19,1 | 118 |
| Hungría (HU) | 529 | 5,3 | 6,2 | 63 |
| Italia (IT) | 2600 | 4,5 | 11,7 | 100 |
| Eslovenia (SI) | 55 | 2,7 | 9,8 | 82 |
| España (ES) | 1072 | 2,7 | 11,5 | 98 |
| República Checa (CZ) | 250 | 2,4 | 6,3 | 74 |
| Grecia (GR) | 188 | 1,8 | 1,4 | 84 |
| Polonia (PO) | 346 | 0,9 | 2,7 | 50 |
| Eslovaquia (SK) | 50 | 0,9 | 2,6 | 57 |
| Chipre (CY) | 5 | 0,6 | 6,1 | 89 |
| Lituania (LT) | 22 | 0,6 | 6,9 | 52 |

**Tabla 7-2: Hotspots en Europa (IPTS, Marzo 2005)**

*Fuente: Elaboración propia a partir de [IPTS, 05b] y Eurostat ([CE, 06b], [CE, 07a], datos 2005)*

Aunque los casos de elevada densidad de hotspots se corresponden generalmente con una elevada penetración de la banda ancha, como se muestra en la Figura 7-6, lo contrario no siempre es cierto, ya que Holanda, Finlandia, Suecia y Bélgica, disponiendo de penetraciones de banda ancha elevadas no alcanzan los niveles de densidad de hotspots de Francia o el Reino Unido, cuyos índices de penetración de accesos de banda ancha son menores.

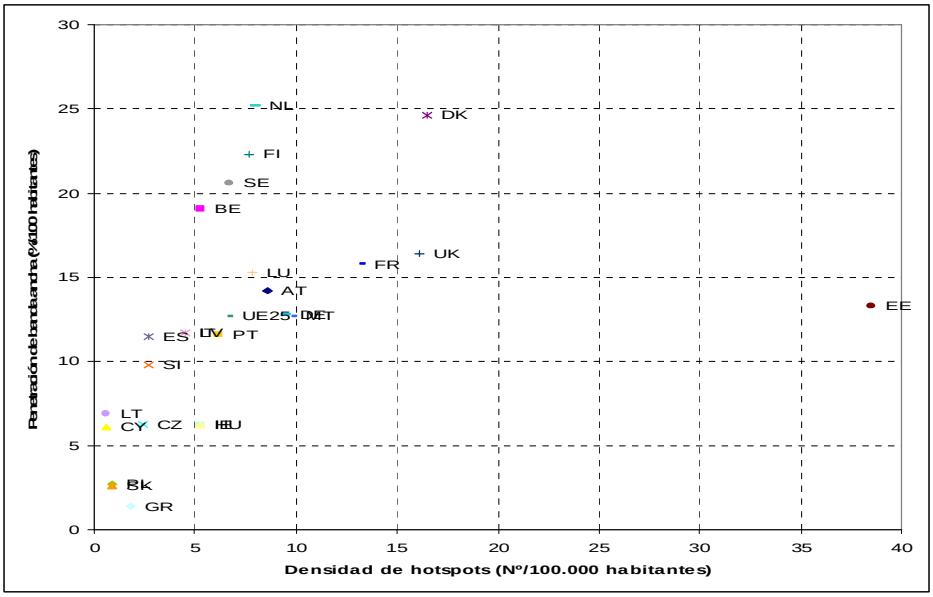



**Figura 7-6: Relación penetración de banda ancha/densidad de hotspots**

*Fuente: Elaboración propia a partir de www.jiwire.com*

En la Figura 7-7 se muestra la relación entre la renta per cápita y la densidad de hotspots que explica mejor la situación de los países anteriores y muestra una relación muy directa entre la renta disponible y la densidad de hotspots. Para los casos indicados anteriormente (Holanda, Finlandia, Suecia y Bélgica), puede observarse en la Figura 7-7 que sí existe una correlación más clara con la renta per cápita. Esta correlación se explica por la correspondencia directa entre renta per cápita y difusión de equipos terminales portátiles sofisticados, así como por la mayor capacidad de pago de servicios de acceso a Internet itinerante (la mayor parte de los puntos de acceso computados se corresponden con servicios de pago). El caso de Estonia ya ha sido explicado previamente, y la discordancia que aparece en el caso de Luxemburgo se debe principalmente a su gran diferencia con la renta per cápita media europea, lo cual indica que a partir de un cierto nivel de rentas, la densidad de hotspots ya no está tan directamente relacionada con la renta disponible.

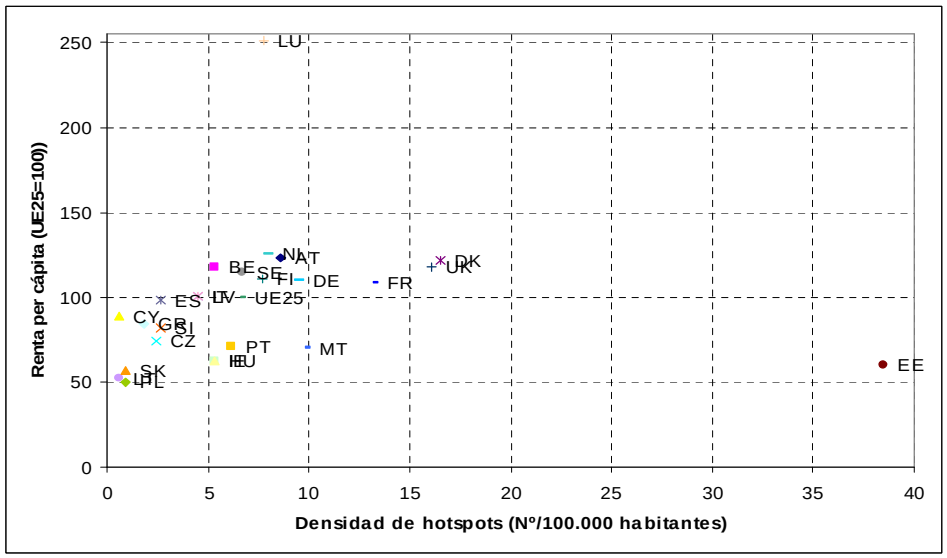



**Figura 7-7: Relación renta per cápita/densidad de hotspots**

*Fuente: Elaboración propia a partir de www.jiwire.com*

Por último, en la Figura 7-8 se muestran los datos de crecimiento del número de hotspots en 2004 y 2005, y la distribución de éstos en el caso europeo. Tal como puede observarse, en España estos números son modestos, inferiores a los países más desarrollados. No obstante, tal como se presentó en el análisis realizado en 2006 por Ofcom, la tasa española de crecimiento de hotspots es actualmente una de las más elevadas de Europa.

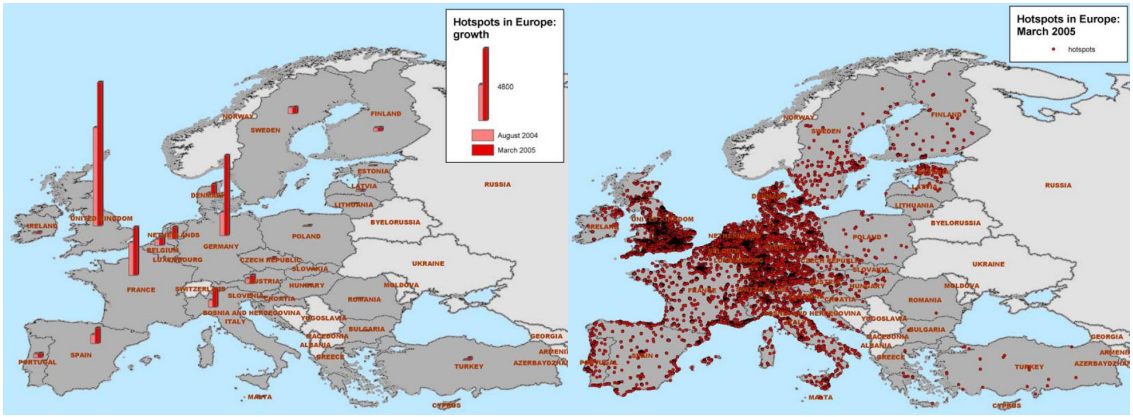



**Figura 7-8: Crecimiento y extensión de hotspots en Europa**

*Fuente: [IPTS, 05b]*

Como conclusión, se observa que el número de hotspots a nivel mundial está creciendo desde el comienzo de la implantación de WiFi como tecnología de acceso itinerante en todos los países. Estados Unidos, el Reino Unido y Corea del Sur son los países con mayor número de hotspots y Estonia, el Reino Unido, Dinamarca y Corea del Sur los que presentan una mayor densidad de hotspots por número de habitantes. En todos los países se está produciendo un crecimiento elevado del número de hotspots de uso público.

Los países europeos más avanzados en el despliegue de hotspots son el Reino Unido, Francia y Alemania, estando muy relacionada la renta per cápita disponible con la disponibilidad de hotspots bajo iniciativa privada.

### 7.1.3 PRINCIPALES ACTORES DE MERCADO

Tal como se presentó en la Tabla 6-1, los principales operadores de hotspots son también los operadores de redes fijas y celulares, que cubren la mayor parte del mercado mundial, en un márgen entre el 83% cubierto por Orange en Francia al 37% en cubierto en Holanda por KPN. La excepción es el Reino Unido, donde The Cloud, un operador especializado en despligues WiFi, domina el mercado.

Los datos presentados en [Ralli, 06] para 2004, que incluyen también el número de operadores presentes en cada mercado nacional, muestran que los países más activos de la Comunidad Europea en el despliegue de hotspots, como Dinamarca, Francia y Alemania, gozan de un mercado más competitivo con un número mayor de operadores que el resto.

| | ***Nº hotspots*** | ***1º operador 2004*** | ***Tipo*** | ***Nº Operadores*** | ***Cuota hotspots 1º operador*** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Dinamarca** | ***1179*** | *TDC* | *Fijo y móvil* | *6* | *72%* |
| **Francia** | ***540*** | *Orange* | *Móvil* | *6* | *82%* |
| **Alemania** | ***7490*** | *T-Mobile* | *Móvil* | *9* | *67%* |
| **Noruega** | ***673*** | *Telenor* | *Fijo y móvil* | *3* | *74%* |
| **Suecia** | ***542*** | *TeliaSonera* | *Fijo y móvil* | *3* | *87%* |
| **Reino Unido** | ***11180*** | *The Cloud* | *WISP* | *9* | *61%* |
| **Estados Unidos** | ***18419*** | *T-Mobile* | *Móvil* | *17* | *30%* |
| **Finlandia** | ***350*** | *TeliaSonera* | *Fijo y Móvil* | *2* | *71%* |

**Tabla 7-3: Estructura del mercado de hotspots en 2004**

*Fuente: [Ralli, 06]*

Si se comparan estos datos de 2004 con los datos presentados por Ofcom en la Tabla 6-1 (página 192) para los países analizados en ambos estudios, se observa que en los países europeos se han mantenido los mismos actores como primer operador, incrementándose ligeramente su cuota de mercado (excepto en Suecia, donde Teliasonera ha bajado su cuota de mercado del 87% al 60%). Estados Unidos, dada su extensión y las particularidades de su estructura de mercado, disfruta de un número mayor de operadores, el mercado se encuentra más fragmentado, y la posición predominante que ocupaba T-Mobile en 2004, ha sido tomada por Wayport en 2006 con una cuota de mercado similar.

El estudio presentado en el anexo I para el mercado catalán confirma la preponderancia de los operadores tradicionales en el mercado de los hotspots de pago. Tal como se muestra en la siguiente tabla, cerca del 60% de los hostpots comerciales disponibles en Cataluña están desplegados por Telefónica, el operador dominante español que actúa tanto en el mercado de las comunicaciones fijas, como en el de las comunicaciones móviles. Si bien en el caso español los operadores celulares no disponen de hotspots propios, Vodafone dispone de acuerdos de uso para sus clientes de la red de hotspots de Kubi, empresa especializada en despliegue de redes WiFi a lo largo del territorio español.

| | Nº Hotspots desplegados | |
|---|---|---|
| | Total | % / Total hotspots |
| Telefónica | 428 | 58,07% |
| AWA | 116 | 15,74% |
| SwissCom | 59 | 8,01% |
| Kubiwireless | 53 | 7,19% |
| Independientes | 39 | 5,29% |
| Delfynet | 33 | 4,48% |
| Boingo | 5 | 0,68% |
| iBahn | 4 | 0,54% |
| TOTAL | 737 | 100,00% |

**Tabla 7-4: Desglose de hotspots desplegados en Cataluña**

*Fuente: Elaboración propia*

### 7.1.4 TIPOS DE UBICACIONES

Tal y como se analizó en el apartado 3.6, los hotspots comerciales se despliegan en localizaciones donde existe una elevada densidad de usuarios itinerantes, como zonas comerciales, restaurantes y hoteles. En la Figura 7-14 se muestran los resultados disponibles en Jiwire (Febrero de 2007) a nivel mundial sobre distribución de hotspots por tipos de ubicaciones, que confirman este hecho.

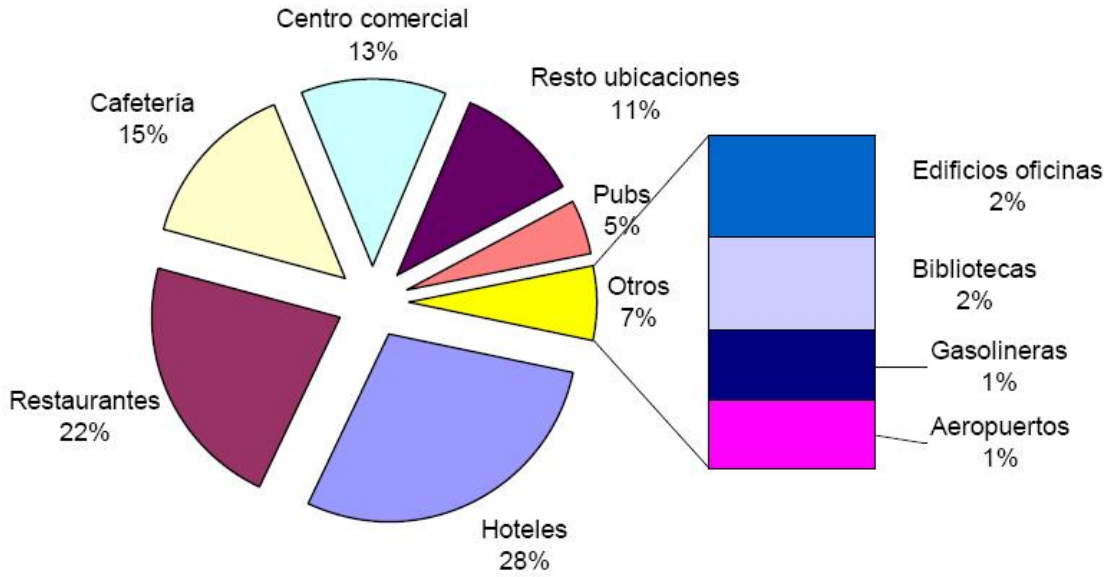



**Figura 7-9: Ubicación de hotspots (Jiwire, Febrero 2007)**

*Fuente: Elaboración propia a partir de www.jiwire.com*

Dado que el directorio Jiwire se centra especialmente en hotspots comerciales, los datos relativos a despliegues promocionados por administraciones públicas raramente están incluidos, por lo que el análisis mostrado no incluye los datos relativos a implantaciones en la vía pública y edificios municipales, salvo algunas bibliotecas, cuyo número de instalaciones está infradimensionado en Jiwire, al no figurar la mayor parte de ellas como hotspots públicos.

Si bien Esta distribución de ubicaciones varía de acuerdo a las características del territorio en cuanto a actividad económica y segmento de mercado al que va dirigida la oferta de hotspots

comerciales. Así, por ejemplo, en el caso catalán, analizado en el anexo I, los hoteles constituyen prácticamente el 50% de las ubicaciones de hotspots y las poblaciones donde más hotspots comerciales existen presentan un peso elevado del sector turístico en la actividad económica (véase para mayor detalle el anexo I), lo cual indica una mayor orientación de la oferta hacia el segmento de visitantes.

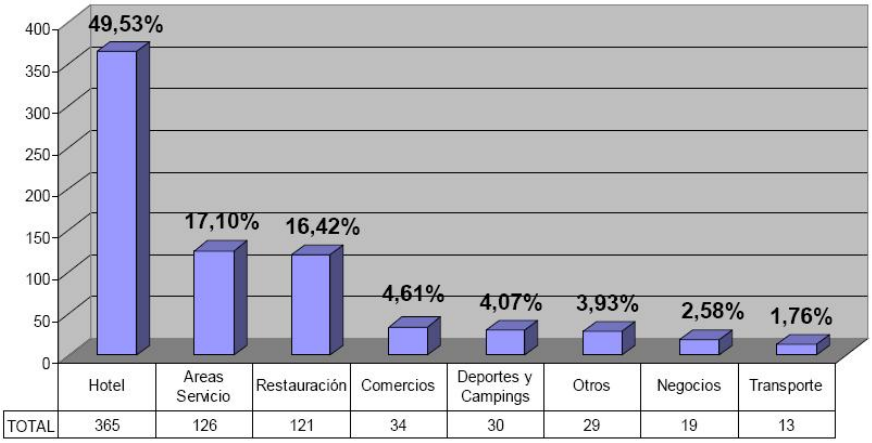



**Figura 7-10: Tipos de ubicaciones de hotspots en Cataluña**

***Fuente: Elaboración propia***

En [Shamp, 04] se analizan las características de los despliegues que cubren zonas amplias, característicos de las iniciativas municipales más ambiciosas. El estudio de Shamp distingue entre los hotspots y lo que denomina "zonas" y "nubes".

Las zonas se definen como agregaciones de hotspots que comparten un único sistema de gestión y comercialización, y abarcan una superficie amplia, pero cuya cobertura no es conexa. Así por ejemplo, un centro de convenciones que disponga de varias localizaciones con cobertura, o el despliegue que se realice en una cadena de cafeterías, se considera una zona. Las "nubes", al contrario que las zonas, suministran una cobertura continua sobre una parte significativa del área geográfica de una ciudad.

El estudio de Shamp analiza las diferencias entre motivaciones y estructura de propiedad de las zonas y las nubes sobre un conjunto amplio de iniciativas norteamericanas. Tal y como se muestra en Figura 7-11 y la Figura 7-12, las principales diferencias identificadas son:

- Los propietarios de ubicaciones de titularidad privada y acceso público, como los comercios, participan en el desarrollo de zonas, pero raramente se involucran en las coberturas más amplias y conexas (nubes), que son promovidas principalmente por administraciones locales, en colaboración con empresas especializadas y entidades sin ánimo de lucro.

- Las actuaciones municipales orientadas a reducir costes de telecomunicación y promocionar el desarrollo económico suelen realizarse como actuaciones localizadas y orientadas a suministrar cobertura en zonas correspondientes a ubicaciones específicas (como áreas comerciales de la ciudad o edificios municipales), mientras que las iniciativas orientadas a incrementar la competencia en banda ancha o reducir la brecha digital plantean áreas de cobertura elevadas y conexas (nubes).

- Las universidades no suelen abordar despliegues amplios y conexos, sino que cubren sus necesidades de cobertura WiFi desplegando redes en zonas no conexas en los campus donde están radicadas.

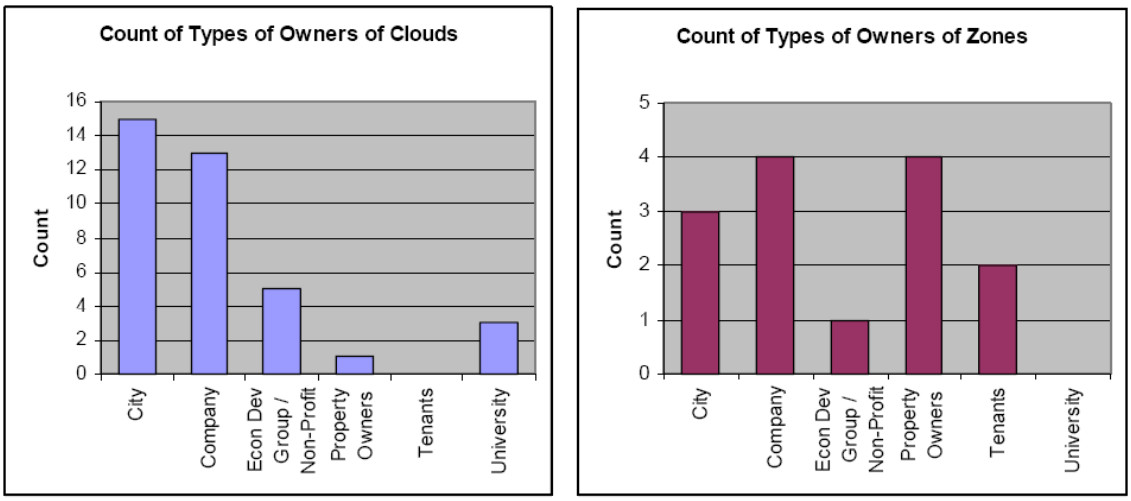



**Figura 7-11: Titularidad de nubes y zonas WiFi**

*Fuente: [Shamp, 04]*

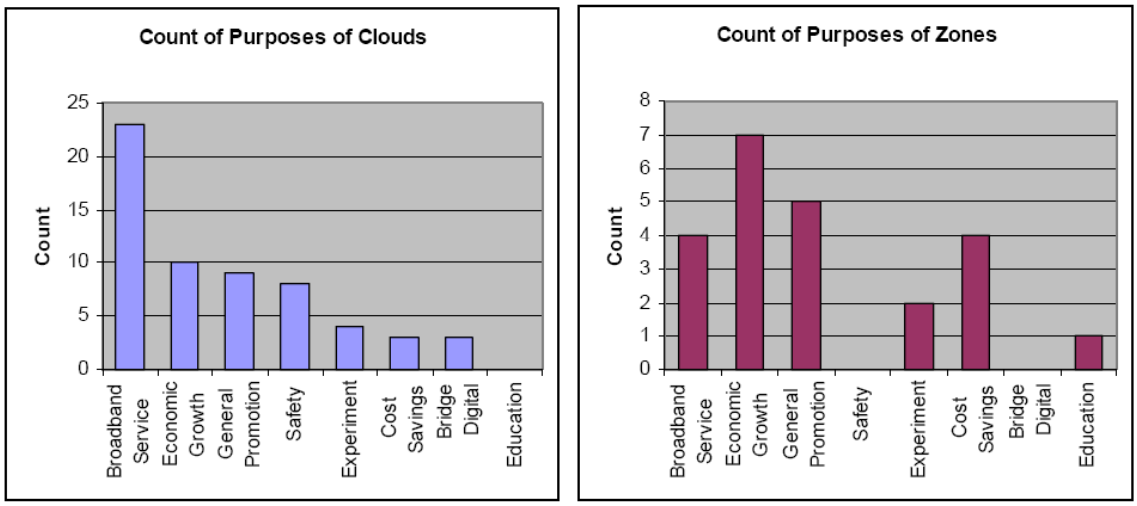



**Figura 7-12: Motivaciones para el despliegue de nubes y zonas Wifi**

*Fuente: [Shamp, 04]*

Por último, en lo que respecta a la ubicación de los puntos de acceso residenciales en los cuales se apoyan las iniciativas ciudadanas y agregadores de accesos residenciales como FON, estos se encuentran muy distribuidos, y siguiendo patrones similares a la extensión de la banda ancha fija, en la cual se apoyan. En general, la mayor concentración de puntos de acceso se corresponde con zonas habitadas por ciudadanos con mayores niveles de ingresos y educación, como muestra el estudio realizado en diversas zonas de EEUU presentado en [Sandvig, 07].

### 7.1.5 CUOTA DE MERCADO EN ACCESOS DE BANDA ANCHA

Las redes públicas WiFi constituyen una fracción muy pequeña del mercado de accesos de banda ancha residencial y de empresa respecto al resto de tecnologías. Tal como se ha indicado en los apartados precedentes, esto se debe a que WiFi ofrece condiciones inferiores de calidad de servicio y ancho de banda como red de acceso que la infraestructura fija basada en medios de transmisión guiados (cobre y fibra óptica). En la Tabla 7-5 puede observarse como en Estados Unidos el cable coaxial es la tecnología dominante para el acceso de banda ancha, cubriendo la infraestructura inalámbrica (satélite, WiFi, LMDS y MMDS) una fracción poco significativa del total de accesos.

| | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **XDSL** | 16,3% | 30,8% | 32,9% | 31,9% | 34,3% | 37,2% |
| **Otras líneas cable (coaxial y otros)** | 80,8% | 67,1% | 65,4% | 66,3% | 64,3% | 61,5% |
| **Fibra óptica y PLC** | 0,1% | 0,0% | 0,0% | 0,1% | 0,1% | 0,1% |
| **Satélite o inalámbrico** | **2,8%** | **2%** | **1,8%** | **1,5%** | **1,3%** | **1,2%** |

**Tabla 7-5: Tecnologías de acceso para banda ancha (EEUU)**

*Fuente: [Gibbons et al., 06]*

En el contexto europeo la situación es similar, tal como puede observase en la Tabla 7-6 para el caso español, en el que el informe de la autoridad nacional de regulación desglosa los acceso de banda ancha Wifi, que son 555 sobre un total de cerca de 5,5 millones de accesos de banda ancha. Se puede observar también en esta tabla que el operador dominante no hace uso de WiFi para desplegar redes de acceso, siendo la totalidad de accesos registrados por la CMT realizados por otros tipos de operadores.

| | Grupo Telefónica | Operadores de Cable | Resto | Total |
|---|---|---|---|---|
| **XDSL** | 2.708.636 | 78.460 | 434.760 | 3.221.856 |
| **Cablemodem** | - | 969.212 | 155.893 | 1.125.105 |
| **PLC** | - | - | 2.329 | 2.329 |
| **LMDS** | - | - | 2.676 | 2.676 |
| **WiFi** | - | - | **555** | **555** |
| **Otros** | - | 1501 | 2.720 | 4.221 |
| **TOTAL** | 2.708.636 | 1.049.173 | 598.933 | 4.356.742 |

**Tabla 7-6: Tecnologías de acceso para banda ancha (España 2005)**

*Fuente: [CMT, 06a]*

A la hora de analizar estos datos, ha de tenerse en cuenta que en muchas de las iniciativas WiFi el titular del servicio no ha realizado los trámites correspondientes para darse de alta como operador de telecomunicación, y por tanto los accesos que suministra al público no están computados por la autoridad de regulación como tales. No obstante, aunque el número real es más elevado que el mostrado, el orden de magnitud no es muy diferente, ya que las iniciativas con mayor número de usuarios sí suelen haber realizar los trámites correspondientes de registro.

Así pues, en lo que respecta a accesos de banda ancha, residencial y de empresa, WiFi ocupa una cuota de mercado no significativa, siendo las tecnologías fijas las que cubren la mayor parte del mercado, y cuando se utilizan infraestructuras inalámbricas para suministrar servicio, son aquellas tecnologías que actúan en espectro licenciado como LMDS y en un futuro cercano WiMax sobre este tipo de espectro, llamado a ser el sustituto de LMDS las que resultan más adecuadas para suministrar este servicio.

### 7.1.6 INICIATIVAS MUNICIPALES

Tal como se ha analizado en el apartado 6.3.3, las administraciones locales son actores muy activos en el despliegue de redes WiFi, y disponen tanto de las motivaciones como de las capacidades para articular la implantación y explotación de este tipo de redes, asumiendo distintos roles en la cadena de valor que van desde facilitar infraestructura para el despliegue de la red, pasando por financiar su despliegue y participar en la explotación, hasta actuar como usuario principal de la red para la mejora de los servicios municipales.

Las administraciones locales comenzaron a participar activamente en el despliegue de redes públicas WiFi entre los años 2002 y 2003. A partir de 2004 se comienzan a asentar iniciativas con coberturas relevantes y modelos de explotación definidos, siendo 2005 el año en que se comenzaron a definir y a lanzar redes públicas de coberturas amplias en grandes ciudades.

La mayor parte de los datos disponibles actualmente sobre la extensión y características de estas iniciativas se encuentran disponibles en la sede Web de Muniwireless (www.muniwireless.com). Este sitio está dedicado a presentar y analizar información sobre proyectos de banda ancha municipal financiados o promovidos por administraciones locales, especialmente sobre los proyectos que incorporan tecnologías inalámbricas. Desde 2004, Muniwireless edita un informe anual sobre estas iniciativas municipales, en el que se estudia la extensión y características de los despliegues de estas características en todo el mundo.

De acuerdo con los datos suministrados por Muniwireless en el informe de Julio de 2005 [Muniwireless, 05b], en esta fecha existían un total de 157 iniciativas municipales activas registradas por esta organización en todo el mundo[28]. En la Figura 7-13 se puede observar la distribución según el tipo de iniciativas, destacando que muchas de ellas están orientadas a cubrir zonas amplias de la ciudad (el 56%) y la mayoría (el 80%) contemplan el suministro de servicio público sobre la red.

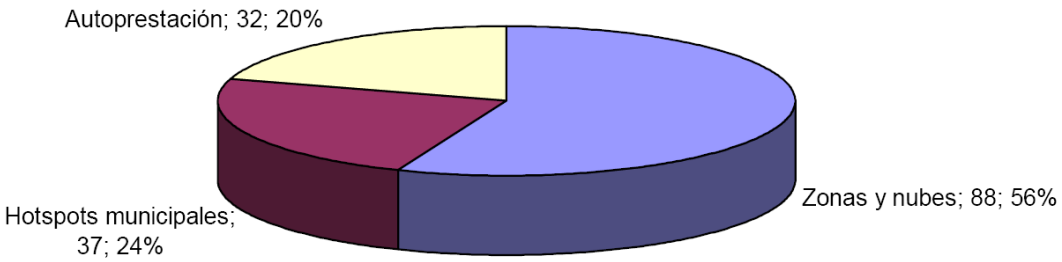



**Figura 7-13: Iniciativas WiFi municipales existentes (Julio 2005)**

*Fuente: Elaboración a partir de [Muniwireless, 05b]*

En lo que respecta a los países donde se desarrollan estas iniciativas, en la Figura 7-14 se puede observar que Estados Unidos es el país donde los municipios son más activos con diferencia (cerca de un 60% de iniciativas municipales), estando la gran mayoría del resto localizadas en Europa[29], con un especial peso del Reino Unido. Esto indica que actualmente el fenómeno de las redes públicas WiFi es estadounidense y europeo, siendo muy escasa la actividad municipal en otras regiones del mundo.

[28] *Muniwireless no dispone de un registro completo de iniciativas, no encontrándose información sobre una parte importante de las iniciativas existentes. En cualquier caso, esta organización dispone del registro más amplio, utilizado en la mayoría de análisis sobre este tipo de despliegues como referencia para realizar estudios sobre extensión y características de estas redes (véase por ejemplo, [Bar et al., 06]) y los datos que muestra son suficientemente significativos para este propósito, ya que las iniciativas más relevantes sí se encuentran por lo general registradas.*

[29] *En las estadísticas mostradas por Muniwireless reportan una mayor extensión en Europa que la mostrada en la figura, ya que los despliegues realizados en Catalunya por Aeris Navigo, son considerados como 22 iniciativas distintas, correspondiéndose con pequeños municipios de la misma zona geográfica, que se han contabilizado en la estadística presentada como una única iniciativa para homogeneizar este caso respecto al criterio seguido por Muniwireless para caracterizar el resto de iniciativas.*

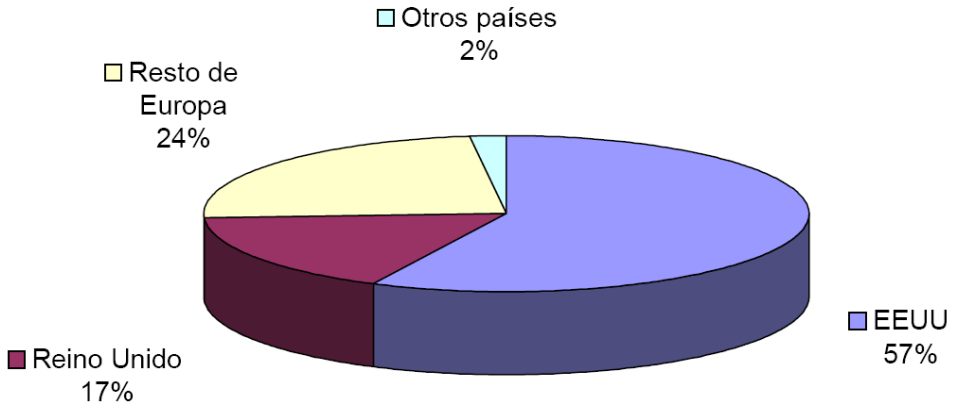



**Figura 7-14: Distribución geográfica de iniciativas municipales (Julio 2005)**

*Fuente: Elaboración a partir de [Muniwireless, 05b]*

Tal como se muestra en la siguiente figura para el caso estadounidense, la mayor parte de las iniciativas municipales tienen lugar en grandes ciudades, donde además se abordan despliegues amplios que cubren zonas comerciales o distritos del centro de la ciudad[30].

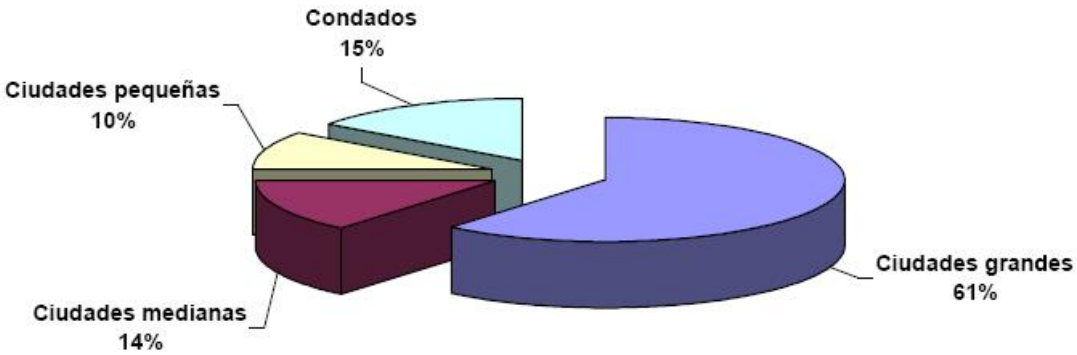



**Figura 7-15: Tamaños de ciudades en iniciativas municipales**

*Fuente: Elaboración a partir de [Muniwireless, 06a]*

La inversión realizada por las administraciones locales en este tipo de redes ha crecido enormemente en los últimos años. La Tabla 7-7 muestra la evolución de la inversión en redes Wifi municipales estadounidense en el periodo comprendido entre 2004 y 2006, incluyéndose las estimaciones de Muniwireless hasta el 2009. Tal como se puede observar, el crecimiento interanual de la inversión de las administraciones locales en 2005 y 2006, supera el 100%.

| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Inversión (Millones US$) | 47,4 | 116,9 | 235,5 | 469,6 | 941 | 1.757,5 |
| Crecimiento interanual | N/A | 147% | 102% | 95% | 105% | 87% |

**Tabla 7-7: Inversión en redes municipales inalámbricas (USA)**

[30] *Muniwireless incluye también en sus informes datos sobre la cobertura geográfica de estos despliegues, pero en muchos casos se ha contabilizado como cobertura la superficie total de la ciudad, cuando el despliegue solo se realiza en una zona específica, por lo que los datos no se incluyen en la presente tesis por no tener la suficiente exactitud.*

*Fuente: Elaboración a partir de [Muniwireless, 06a]*

En la Tabla 7-8 se puede observar también el crecimiento del número de redes municipales WiFi en Estados Unidos, incluyendo las redes planificadas y en autoprestación en el periodo comprendido entre Julio de 2005 y Septiembre de 2006, destacando que en poco más de un año se han duplicado el número de redes operativas y ha aumentado enormemente el número de redes planificadas.

| | *Julio 2005* | *Febrero 2006* | *Abril 2006* | *Junio 2006* | *Septiembre 2006* |
|---|---|---|---|---|---|
| **Zonas y nubes** | *38* | *56* | *58* | *59* | *68* |
| **Hotspots** | *22* | *29* | *32* | *32* | *43* |
| **Uso exclusivo en autoprestación** | *28* | *32* | *35* | *35* | *35* |
| **Despliegues planificados** | *34* | *59* | *69* | *121* | *135* |
| **TOTAL** | **122** | **176** | **194** | **247** | **281** |

**Tabla 7-8: Evolución del número de iniciativas en EEUU**

*Fuente: Elaboración a partir de [Muniwireless, 06a]*

Los análisis realizados por Muniwireless muestran que la mayoría de las iniciativas municipales estadounidenses hacen uso de la red para la mejora y ahorro de costes en los servicios municipales, en combinación con otros servicios (alrededor de un 70%). Aunque no se dispone de datos estadísticos para el caso europeo, es probable que el uso para mejora de servicios municipales sea un poco inferior, ya que en Estados Unidos las administraciones locales en muchos casos se responsabilizan de la provisión de otros servicios como electricidad, agua o gas en los cuales se utiliza la red WiFi municipal para la recogida de datos de uso, situación que no se da en la mayor parte de los países de Europa. En cualquier caso, sí existe una tendencia relevante tanto en Estados Unidos como en Europa de uso de la red desplegada para suministrar servicio público de datos, aprovechándose de forma simultánea el despliegue para la mejora y ahorro de costes en servicios internos municipales. Como se puede observar también en la Figura 7-16, coexiste la provisión gratuita de servicios al público sobre la red con los modelos de suministro basados en accesos de pago.

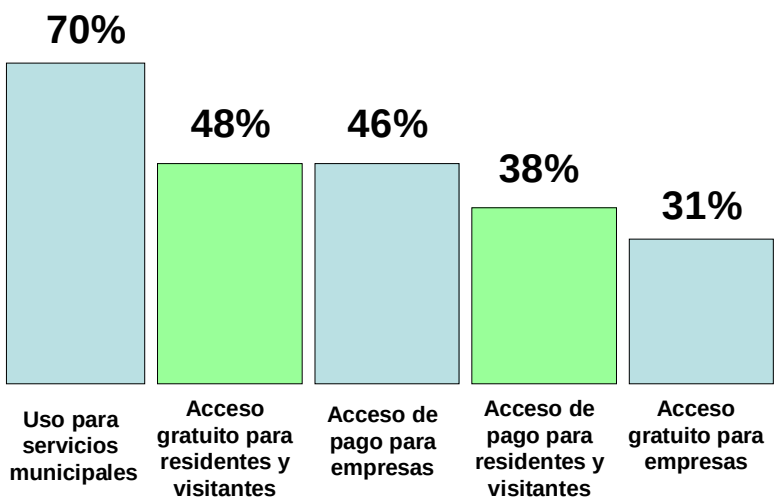


**Figura 7-16: Uso de redes inalámbricas municipales (EEUU)**

*Fuente: Elaboración a partir de [Muniwireless, 06a]*

Tal como se analizó en el apartado dedicado a las administraciones locales, no siempre las iniciativas municipales promocionadas por las administraciones locales son financiadas y constan como propiedad del municipio, existiendo también diversidad en este aspecto, tal como se muestra en la Tabla 7-9 que reproduce los datos sobre titularidad y gestión de estas redes para las iniciativas municipales estadounidenses. Según los datos disponibles, en la mayor parte de las redes municipales la red es operada por empresas privadas especializadas, siendo en muchos casos también las que financian el despliegue y son titulares del servicio, aportando el municipio ubicaciones e infraestructura para la instalación de la red, y estableciendo condiciones sobre la comercialización del servicio además de utilizarla para mejorar servicios municipales. En [Infante et al., 07] se analizan las ventajas e inconvenientes, así como las tendencias de colaboración entre municipios y operadores especializados en este tipo de redes.

| | ***Titularidad y operación municipal*** | ***Titularidad municipal y gestión privada*** | ***Titularidad y gestión privadas*** | ***Sin determinar/Otros*** |
|---|---|---|---|---|
| ***Grandes ciudades*** | 12% | 8% | 56% | 24% |
| ***Ciudades medias*** | 32% | 13% | 42% | 27% |
| ***Ciudades pequeñas*** | 29% | 19% | 26% | 26% |
| ***Condados*** | 2% | 13% | 56% | 29% |
| ***Total*** | 24% | 15% | 38% | 23% |

**Tabla 7-9: Titularidad de iniciativas municipales (EEUU)**

*Fuente: Elaboración a partir de [Muniwireless, 06a]*

Por último, en la Figura 7-17 se muestran los datos presentados en [IPTS, 05b] para los países de la comunidad europea (EU-25) sobre iniciativas protagonizadas por actores alternativos a los operadores de telecomunicación, que en su mayor parte se corresponden con iniciativas municipales. Tal como puede observarse, en la mayoría de Europa la participación de la administración (local o de otras administraciones) es moderada.

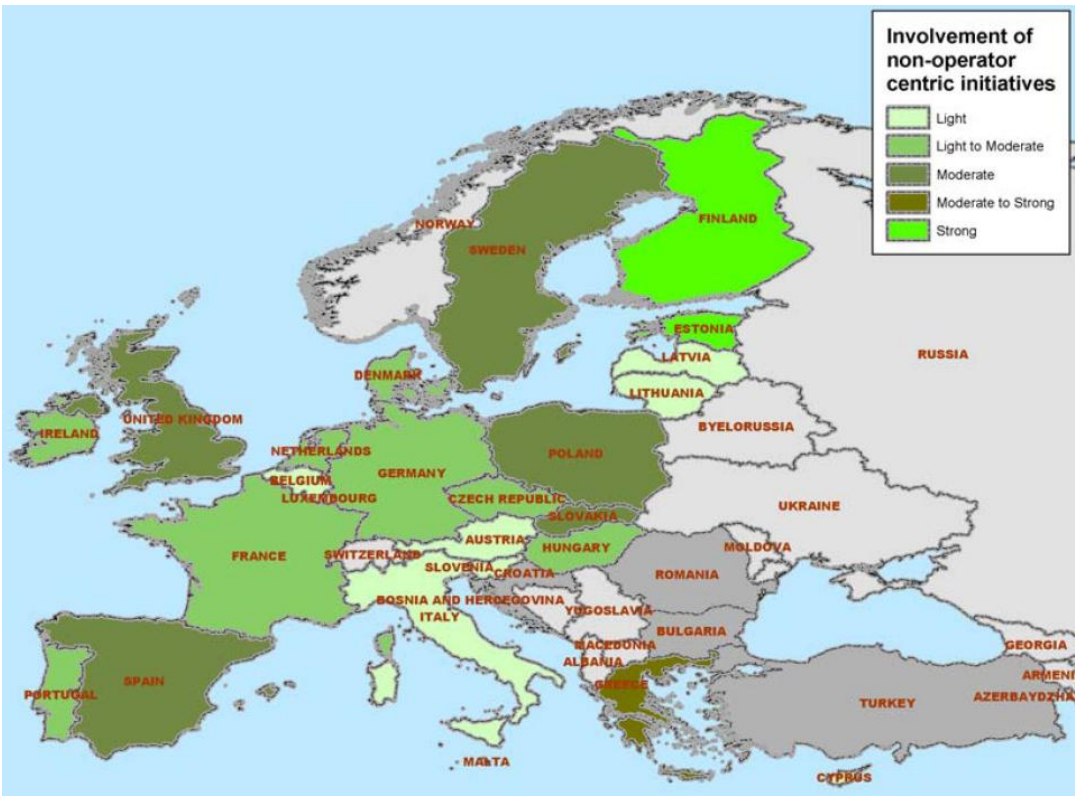



**Figura 7-17: Iniciativas no gestionadas por operadores en Europa**

*Fuente: [IPTS, 05b]*

Como conclusión principal de los datos presentados, se deduce que las iniciativas municipales tienen un fuerte protagonismo de las administraciones locales estadounidenses, seguidas de las europeas, especialmente en el Reino Unido. En la mayor parte de los casos la red es utilizada de forma simultánea: en autoprestación para la mejora y ahorro de costes en servicios municipales, junto con el suministro de servicio de acceso a Internet a ciudadanos y visitantes.

El crecimiento de las iniciativas municipales en los últimos años es bastante grande, tanto en inversiones como en número de iniciativas existentes, y es de esperar que en los próximos años aumente, consolidando a los municipios como un actor relevante en el despliegue de redes públicas inalámbricas basadas en espectro de uso libre.

## 7.2 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

### 7.2.1 SERVICIOS UTILIZADOS Y PERFIL DE LOS USUARIOS

De todos los servicios disponibles sobre este tipo de redes (analizados en el apartado 3.5), los más utilizados por los usuarios son el acceso a Internet y el acceso al correo electrónico. Así se indica, por ejemplo, en el estudio sobre implantación de tecnologías inalámbricas alternativas en Europa realizado por IPTS [IPTS, 05b], y en el estudio de detalle [Fuentes-Bautista et al., 05] sobre la utilización de redes públicas Wifi en Austin (Texas). La bibliografía existente muestra un elevado uso de este tipo de redes para el correo electrónico (95% de los usuarios en el caso de Austin, 86% en los datos presentados en [Hotspotzz, 04]). La encuesta realizada por Cisco a empleados del sector de las tecnologías de la información sobre el uso de las redes privadas Wifi, aunque desactualizada y centrada en uso de redes corporativas, muestra también un patrón de uso en que el correo electrónico se encuentra entre los servicios más utilizados [Cisco, 01a]. El uso de las redes públicas WiFi para transmitir Voz sobre IP es de momento anecdótico, si bien se espera que en el futuro sea uno de los servicios clave que se utilizarán sobre estas redes [IPTS, 05b].

El perfil de los usuarios de redes WiFi se corresponde en su gran mayoría con visitantes profesionales no residentes en la zona de despliegue, aún en el caso de que el servicio sea gratuito. Los turistas, estudiantes, y empleados municipales (estos últimos sobre redes promocionadas por administraciones locales) son los siguientes grupos que utilizan las redes públicas WiFi [IPTS, 05b].

El estudio realizado sobre las características de los usuarios en Austin a partir de datos reales de conexión confirma este hecho, identificando a los usuarios dentro del grupo perteneciente al segmento más joven de la población con niveles elevados de educación, y usuarios intensivos de la banda ancha fija [Fuentes-Bautista et al., 05]. Se debe tener en cuenta, en cualquier caso, que la ubicación de las redes existentes (habitualmente localizadas en aeropuertos, estaciones de transporte, y zonas comerciales), condiciona el perfil de los usuarios, y es de prever que si tienen éxito los despliegues municipales orientados a reducir la brecha digital, como el proyecto de Philadelphia, en un futuro aumente la variedad de la población usuaria de este tipo de redes.

Así pues, las redes son utilizadas en su mayor parte por usuarios itinerantes jóvenes con elevada formación, que usan intensivamente los servicios sobre redes fijas, y que acceden a través de las redes públicas WiFi al correo electrónico y consulta de páginas Web, cuando se encuentran en zonas distintas de su residencia o trabajo.

### 7.2.2 NÚMERO DE USUARIOS E INTENSIDAD DE USO

Los patrones de uso de las redes indican cuan de intensivo es su uso, tanto en número de usuarios como en conexiones realizadas por cada uno de ellos, así como el tráfico soportado en estas conexiones. Además de ser útil para dimensionar la red, esta información permite evaluar indirectamente la viabilidad económica o el cumplimiento de objetivos de las redes.

Los datos disponibles sobre tráfico en la red WiFi desplegada por British Telecom en el Reino Unido, muestran que el usuario medio descarga 120 Mb al mes con un uso típico de dos sesiones por semana [Merrill Lynch, 04]. Este uso intensivo por sesión apunta a la actualización de buzones de correo electrónico, sesiones de elevada duración y accesos a grandes ficheros. En cualquier caso, los datos sobre patrones de uso en redes públicas WiFi son escasos, por lo que no se puede validar que los patrones en todos los casos se correspondan con el indicado en el caso de los hotspots de British Telecom.

Aunque no existe un consenso al respecto, se suele admitir como umbral de sostenibilidad económica un margen de entre cinco y diez conexiones al día por ubicación ([IPTS, 05b], [Priest, 04]). Aunque este umbral de viabilidad es muy dependiente del modelo de negocio planteado, puede servir de referencia general tanto para iniciativas comerciales como para iniciativas públicas y ciudadanas, cuyos objetivos se centren en otro tipo de motivaciones como reducir la brecha digital, incrementar la competencia, o prestar servicios a la comunidad, ya que un número inferior de conexiones indicaría que este tipo de objetivos probablemente no se están cumpliendo.

Los datos existentes muestran que, si bien en las ubicaciones más privilegiadas como los aeropuertos se supera ampliamente este umbral, en la mayoría de despliegues este número es inferior. Aunque no existen datos sistemáticos al respecto, en [IPTS, 05b] se suministran ejemplos como el caso italiano, donde se reportan 0,5 conexiones por ubicación y día, o el de un proveedor irlandés (Bitbuzz) con una media de 3,5 usuarios por ubicación y día. En [Priest, 04] se incluyen datos de las ubicaciones desplegadas en Suiza por Swisscom, donde se indica que sólo el 10% de las ubicaciones superan este umbral de entre 5 y 10 conexiones diarias. Por tanto, los escasos datos disponibles muestran un uso de baja intensidad de los puntos de acceso fuera de las ubicaciones más privilegiadas.

En los países europeos más avanzados se estima que el número de usuarios de Internet que utilizan el servicio WiFi itinerante en hotspots se encuentra entre un 10% y un 20%,

reduciéndose a un valor entre el 1% y el 5% para la media comunitaria [IPTS, 05b]. Gran parte de estos usuarios utilizan muy esporádicamente las redes públicas WiFi, tal como se analiza en [Biddlecombe, 03] para el caso estadounidense, con patrones de uso de 6 veces o menos al año independientemente de que el uso sea gratuito o de pago. El análisis de trazas de tráfico sobre un hotspot ubicado en Manhattan presentado en [Blinn et al., 05] muestra también un uso infrecuente de la red. En consecuencia, el modelo de contratación no se corresponde con suscripciones, sino con contrataciones puntuales por cortos periodos de tiempo. En los datos presentados en [Priest, 04], se indica que en 2003, alrededor de 16.000 europeos utilizaban este tipo de redes habitualmente, siendo sólo de ellos 4.000 suscriptores regulares.

Si bien la evidencia empírica existente muestra un escaso uso de estas redes, y una difícil viabilidad económica o de cumplimiento de objetivos sociales, los pocos datos existentes sobre crecimiento de la base de usuarios muestran que en los países donde estas redes están más desarrolladas, como el Reino Unido, la base de clientes aumenta de forma muy significativa [IPTS, 05b]. Habida cuenta de que el despliegue de redes públicas WiFi se ha producido en los últimos cinco años, es pronto para evaluar la futura viabilidad económica o de cumplimiento de objetivos, aunque los datos disponibles apuntan a que actualmente no existe tal viabilidad fuera de las zonas de uso más intensivo como estaciones de transporte, o zonas comerciales localizadas[31]. No obstante, si bien no existen datos específicos de uso de las redes, la existencia sostenida en el tiempo de proveedores comerciales como The Cloud, WayPort, o Kubiwireless, indica per se la viabilidad económica a lo largo del tiempo.

La evidencia sobre los patrones de uso y número de usuarios en iniciativas municipales en dónde las zonas o nubes incluyen ubicaciones menos privilegiadas, es escasa. Aunque existen casos como el de Orlando que inició su servicio en Enero de 2004 y tras 17 meses de operación fue cerrado cuando el ayuntamiento decidió que las 27 personas que utilizaban el servicio cada día no justificaban los 1.800 dólares mensuales que tenían que pagar por mantenerlo operativo ([Ewalt, 05] y [Pérez, 06]), el incumplimiento de expectativas de volúmen de usuarios en la iniciativa WyFly de Taiwan [Belson, 06] o de usuarios de pago en las redes controladas por Earthlink en EEUU [Middleton, 07], lo cierto es que también existen casos de éxito claro en usuarios e ingresos como la red municipal de Minneapolis o la de Portland [Fleishman, 07] y la mayoría de iniciativas municipales lanzadas en 2003 y 2004 siguen estando operativas, y los municipios que las han impulsado indican que cumplen los objetivos aunque no detallan en general éstos.

Así pues, en el caso de las iniciativas municipales no existen aún datos objetivos suficientemente fiables que permitan asegurar que se produce un uso suficientemente intenso de las redes municipales por parte de los ciudadanos y visitantes, para cumplir los objetivos establecidos por los municipios. Probablemente a lo largo de los próximos dos o tres años, cuando se estabilicen una parte importante de las iniciativas recientemente desplegadas, se disponga ya de datos que permitan discernir este aspecto.

## 7.3 CONCLUSIONES Y EVOLUCIÓN FUTURA

Del análisis del mercado realizado se obtienen las siguientes conclusiones:

1.- La tecnología Wifi está ampliamente extendida en uso privado, creciendo de forma importante el mercado de equipos, y en general, la electrónica WiFi.

2.- El número de hotspots comerciales para uso itinerante está creciendo en todos los países, estando especialmente extendido en el Reino Unido, Estado Unidos, y Corea del Sur, y existiendo una relación relevante entre la extensión de la banda ancha, renta per cápita, y densidad de hotspots.

[31] *En el estudio [Gartner, 05] se muestra que el 25% de los clientes de líneas aéreas en Estados Unidos y el 17% del Reino Unido, donde estas redes se encuentran más extendidas, hacen uso de los hotspots disponibles en los aeropuertos de estos países.*

3.- Los principales actores que protagonizan el despliegue y explotación de estos hotspots comerciales son los operadores de telecomunicación tradicionales de red fija, celular, o ambas, si bien existen proveedores especializados en el despliegue de redes Wifi que se han posicionado con fuerza en algunos países, como es el caso de The Cloud en el Reino Unido.

4.- Las ubicaciones de hotspots habitualmente coinciden con localizaciones privilegiadas, con una fuerte orientación al acceso itinerante en el caso de las iniciativas privadas, mientras que los despliegues municipales cubren zonas localizadas compuestas de varios hotspots (especialmente cuando existen objetivos de uso para servicios municipales internos) o nubes de zonas amplias, conexas y con coberturas continuas, cuando los objetivos están orientados a suministrar servicios a los ciudadanos.

5.- El uso de Wifi como tecnología de acceso residencial o de empresa es muy escaso, siendo las tecnologías tradicionales basadas en cobre (XDSL y cable) las utilizadas para suministrar el servicio en el domicilio y la empresa. En aquellos casos en que no es posible desplegar medios de transmisión basados en cobre, se utiliza con mayor frecuencia LMDS o preWimax en espectro licenciado como alternativa tecnológica, que WiFi sobre espectro libre.

6.- Las iniciativas municipales tienen un fuerte protagonismo de las administraciones locales estadounidenses, seguidas por los ayuntamientos europeos, especialmente del Reino Unido. En la mayor parte de estas iniciativas la red que se despliega, promocionada por el ayuntamiento, es utilizada de forma simultánea en autoprestación para la mejora y ahorro de costes en servicios municipales, junto con el suministro de servicio de acceso a Internet a ciudadanos y visitantes.

7.- Existe un fuerte crecimiento de iniciativas municipales tanto en Estados Unidos como en Europa, y es de esperar que los municipios se consoliden como un actor relevante en el despliegue y explotación de redes públicas WiFi. Las administraciones locales participan en los modelos de negocio, cooperando con empresas especializadas en este tipo de despliegues que gestionan la red y los servicios suministrados a los clientes, y en parte de las implantaciones financian el despliegue de la red y realizan su explotación comercial.

8.- Los clientes habituales de este tipo de redes se corresponden con usuarios itinerantes jóvenes, bien formados y usuarios habituales de redes fijas, que utilizan principalmente los servicios de correo electrónico y visualización de páginas Web.

9.- El uso documentado de este tipo de redes es escaso, y no está demostrada la viabilidad económica fuera de las ubicaciones más privilegiadas como los aeropuertos u hoteles.

La evolución futura del tamaño de mercado, actualmente escaso, tal como se ha indicado no es sencilla de prever, siendo los principales factores que marcarán el crecimiento o estancamiento de este mercado los siguientes:

*1.- Evolución de la oferta de banda ancha sobre red fija:* Considerando la evolución en los últimos años, es previsible que siga mejorando la oferta de servicios de banda ancha sobre infraestructura fija, disminuyendo los precios, aumentando el ancho de banda ofrecido, y extendiéndose la cobertura a zonas que actualmente carecen de oferta de este tipo. Esto tendrá un efecto doble sobre la demanda de redes públicas WiFi: por un lado la demanda de uso en ubicación fija de redes Wifi disminuirá más aún al cubrirse ésta con red fija, y por otro lado aumentará el uso de servicios de telecomunicación, lo que supondrá una mayor demanda de uso de servicios fuera de la ubicación habitual del usuario, por lo que aumentará la demanda de servicios itinerantes que se soportan bien sobre WiFi.

*2.- Evolución de la oferta de banda ancha sobre red móvil:* Los operadores celulares han realizado importantes inversiones sobre redes 3G que pueden proporcionar muchos servicios

similares a los que proporcionan las redes públicas WiFi. Es previsible que el precio de estos servicios y los terminales correspondientes vayan disminuyendo según se extienda su utilización, por lo que supondrán una competencia importante para las redes públicas WiFi. En un futuro las redes WiFi pueden actuar como complemento de las redes celulares, sirviendo como tecnología de acceso alternativa dentro de la propia oferta de los operadores celulares, si bien actualmente no se contempla este tipo de uso de WiFi por parte de los operadores celulares. Por ello, la evolución de los operadores celulares podría actuar en el doble sentido de capturar demanda potencial de redes públicas WiFi, y actuar como incentivador de forma limitada al utilizarse esta tecnología como complemento de 3G en determinados contextos. A corto plazo, en cualquier caso, los operadores celulares actuarán como inhibidores de la demanda de redes públicas WiFi, pues podrían suplir a éstas de forma ventajosa en cobertura.

*3.- Evolución de las actitudes y necesidades de los usuarios:* Cada vez es mayor la dependencia de la economía de los servicios de telecomunicacion y su uso en el entorno social, siendo creciente la necesidad de disponer de conectividad en todo momento para acceder a información y comunicarse. Esta tendencia impactará positivamente en la demanda de servicios ubicuos fuera de la localización habitual sobre todo tipo de redes inalámbricas, tanto en 3G como en WiFi.

*4.- Evolución de la telefonía sobre IP:* El elevado crecimiento del mercado de voz sobre IP hace prever que este servicio actúe cada vez más como sustituto de la telefonía fija. La especial adecuación de las redes públicas WiFi para suministrar este servicio (siempre que se realice un dimensionado adecuado de la red) y su bajo coste para el usuario, permiten contemplar a la telefonía IP como un factor potencial de crecimiento de la demanda de este tipo de redes. Suponiendo un escenario de éxito de la voz sobre IP, allí donde se encuentren disponibles, las redes públicas WiFi pueden actuar como un sustituto de la telefonía celular, ya que el coste del servicio es bastante menor, restringido al precio de disponer de conexión a Internet para comunicar con otros usuarios. En ningún caso actuarán como un sustituto completo, pues las redes públicas WiFi no presentan una cobertura integral del territorio, como las redes celulares.

*5.- Evolución de la oferta del resto de servicios sobre redes WiFi:* El desarrollo de nuevos servicios basados en conexión mediante terminales ligeros y contextualización con la localización de usuarios facilitará el crecimiento de la demanda, tanto de 3G como de redes públicas WiFi. Si bien hasta el momento este tipo de servicios no se encuentran maduros, es de esperar que los operadores de UMTS desarrollen y promocionen servicios en esta línea para aumentar la demanda. Gran parte de los servicios disponibles a través de 3G son replicables a través de las redes públicas WiFi, y las tendencias de arquitecturas de red evolucionan hacia una independencia de las redes de acceso y los servicios (redes de nueva generación), por lo que en este sentido, la extensión de servicios sobre 3G beneficiará también a las redes públicas WiFi.

El resultado de la combinación de estas tendencias no está fijado de antemano y depende de la intensidad del desarrollo de cada una de las líneas mencionadas, así como de la estrategia de los actores implicados, que es cambiante para adaptarse a la evolución de la tecnología y las actitudes y necesidades del mercado.

En cualquier caso, sí parece que aumentará la demanda de servicios que proporcionan las redes públicas WiFi, aumentando en consecuencia el mercado potencial, actualmente escaso, y que existirá una fuerte competencia de las redes celulares de tercera generación que pueden terminar absorbiendo la demanda potencial de las redes públicas WiFi. Las redes WiFi pueden encontrar una posición de ventaja en el suministro de servicios de voz sobre IP en zonas localizadas, aprovechando el menor coste para el usuario respecto a los servicios de voz sobre redes celulares.

Estas incertidumbres, junto con la apuesta realizada por los operadores de telecomunicación tradicionales en la telefonía celular de tercera generación, y el escaso mercado actual de los servicios de las redes públicas WiFi, limitan la capacidad de captar inversiones para el desarrollo de estas redes.

# 8 ANÁLISIS DE MODELOS DE NEGOCIO

## 8.1 INTRODUCCIÓN

Una vez que se ha analizado la tecnología en que se apoyan este tipo de redes, el marco regulatorio aplicable a la explotación de servicios abiertos al público, la cadena de valor que permite articular esta oferta de servicio, las motivaciones, capacidades, y posición en la cadena de valor de los actores que participan en la explotación de estas redes, y el mercado existente, es posible realizar el análisis de modelo de negocio que definirá la estructura interna de las distintas propuestas de servicio al público basadas en esta tecnología.

Los modelos de negocio se definen como *"una arquitectura para los flujos de información y servicio, incluyendo una descripción de los actores que participan, sus roles, fuentes de ingresos, interfaces y la interacción de los actores involucrados en la provisión del servicio"* ([Kallio, 02]). Es decir, cada modelo de negocio consiste en una combinación de actores que se complementan participando en distintos eslabones de la cadena de valor, utilizando unas u otras capacidades tecnológicas, y que suministran el servicio bajo determinadas condiciones dependientes de sus intereses y del contexto de mercado.

Si se pretenden clasificar las iniciativas WiFi que aplican esta tecnología en el suministro de servicio público de transmisión, el criterio más relevante no es la tecnología utilizada, ya que todas las iniciativas utilizan equipos similares basados principalmente en 802.11g con compatibilidad con 802.11b. El modelo de negocio aplicado, entendido como la combinación de objetivo principal de la actividad, forma de colaboración entre actores en la cadena de valor, modelo de comercialización del servicio, y arquitectura técnica aplicada, suministra una visión más apropiada para clasificar y evaluar los distintos tipos de iniciativa.

En el presente apartado se han establecido tres grandes tipos de modelos en los cuales pueden encuadrarse la mayor parte de iniciativas existentes: el modelo de hotspots o nubes, los *"wireless commons"* en sus diversas acepciones y el modelo de operador neutral. Cada uno de los modelos presenta características distintas en lo que respecta a la estructura organizativa, arquitectura técnica, modelo de negocio, mercado objetivo, y actores que despliegan las redes.

Esta taxonomía se ha definido a partir de la información analizada en los apartados anteriores, y de la bibliografía existente centrada en la clasificación y análisis de modelos de negocio para redes WiFi de uso público. Dentro de estas referencias, son de destacar los siguientes estudios:

- [Shubar et al., 04] se centra en analizar los modelos de negocio basados en hotspots privados. Se identifican nueve tipos de modelos de negocio, y partiendo de un listado de de 118 iniciativas comerciales activas en 2003, clasifica cada una dentro de estas tipologías. Aunque los datos que utiliza no están actualizados, las conclusiones que obtiene y la descripción de la estructura del mercado y modelos de negocio basados en hotspots privados, siguen siendo de aplicación actualmente.

- [Ralli, 06] y [Herslow et al, 02] analizan los diversos modelos de negocio aplicados en el despliegue de hotspots privados y el mercado de WISPs en los países escandinavos ([Ralli, 06] se centra especialmente en el caso finlandés y [Herslow et al, 02], en el caso sueco). Ambos confirman y complementan las conclusiones obtenidas en [Shubar et al., 04].

- [Camponovo et al, 03] centra el análisis en iniciativas protagonizadas por administraciones públicas e iniciativas ciudadanas sobre el mercado suizo, estableciendo una clasificación de modelos de negocio similar a la presentada en este apartado, ya que no restringe el estudio a los WISPs comerciales, como lo hacen las referencias anteriores. [Paolini et al., 02] muestra también una clasificación similar, si bien ninguna de las dos referencias analiza en detalle los modelos basados en neutralidad y comercialización mayorista de servicios, que han

comenzado a ser aplicados por las administraciones locales en los últimos años.

- [IPTS, 05c] realiza un análisis actualizado de las iniciativas inalámbricas alternativas en Europa, entre las que se encuentran las redes públicas WiFi. En este estudio se clasifican las iniciativas bajo tres modelos: comunitario (iniciativas ciudadanas), basado en localización (entre las cuales incluye las iniciativas municipales), y comercial. Aunque en las iniciativas comunitarias y comerciales la información presentada por el IPTS es completa e interesante, el análisis contempla muy superficialmente los modelos neutrales que se están aplicando actualmente en muchas iniciativas municipales y en parte de las comerciales.

- [Leon, 06] complementa el estudio anterior, ya que realiza un análisis de las iniciativas basadas en modelos neutrales que se corresponde con una de las categorías de modelos de negocio presentadas en este apartado, detallándose sus ventajas y potencialidades, pero no muestra las debilidades y limitaciones de este tipo de modelos.

- Asimismo, [Michelson, 02] es un buen complemento para identificar las características de iniciativas basadas en la implicación de usuarios residenciales que prestan puntos de acceso y transporte para la provisión de servicios públicos, tanto bajo esquemas comerciales como altruístas, analizándose los modelos de negocio planteados por Joltage y Sputnik (precedentes de FON).

- Los modelos de negocio basados en promoción pública por parte de las administraciones locales se analizan con detalle en [Bar et al., 06], y una parte importante de sus conclusiones son aplicables en el análisis de modelos neutrales y de hotspots presentados en este apartado. El estudio realizado por la Comisión Federal del Mercado de Estados Unidos sobre provisión municipal de red inalámbrica ([FTC, 06]), complementa a [Bar et al., 06] especialmente en la descripción de modelos de cooperación entre entidades públicas y privadas para la implantación de estos modelos.

Tal como se ha indicado, a partir de estas referencias y de la información contenida en los apartados anteriores, en este apartado se propone una taxonomía de iniciativas WiFi, estableciéndose tres grandes categorías:

- ***Modelo de hotspot:*** Centrado en suministrar servicio en ubicaciones no conexas, protagonizado habitualmente por actores privados y cuyo crecimiento está basado en acuerdos de roaming.

- ***Wireless commons:*** Centrado en suministrar servicio gratuito, promocionado habitualmente por comunidades wireless y con un modelo de crecimiento basado en la aportación de recursos a la comunidad sin contraprestación económica.

- ***Operador Neutral:*** Centrado en separar el nivel de servicio y el nivel de red mediante la provisión de servicios mayoristas, promocionado habitualmente por administraciones locales en zonas amplias, y con un modelo de crecimiento basado en la diversidad de actores que participan en la provisión de servicio y el despliegue de red.

Para cada uno de estos modelos se describen las motivaciones de los actores que participan en la cadena de valor, cómo se articula ésta y quienes participan en cada eslabón, la arquitectura técnica utilizada, y los aspectos legales y de mercado relevantes para su viabilidad y crecimiento. En el análisis de cada modelo se detalla también cual es la manera en que se articula el crecimiento para extender la base de clientes y las zonas de cobertura, así como las tendencias actuales en su aplicación. Por último, a modo de resumen, se muestra un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) que sintetiza los aspectos presentados.

La taxonomía de modelos presentados no debe entenderse como definitiva e inamovible, al ser el ámbito de estudio de reciente implantación y estar aún las redes públicas inalámbricas basadas en uso libre del espectro en configuración y evolución, por lo que el análisis realizado sólo pretende mostrar la situación actual y las tendencias identificadas de cara a su evolución futura.

## 8.2 MODELO DE HOTSPOT

### 8.2.1 MOTIVACIÓN

Las bajas barreras de inversion que plantea la tecnología WiFi para su despliegue con coberturas modestas, junto con la proliferación de equipos terminales con estas capacidades de conexión disponibles (laptops y PDAs), así como la necesidad creciente de disponer de acceso a Internet de forma ubicua, han propiciado la aparición de iniciativas encaminadas a ofrecer servicio inalámbrico de acceso a Internet en zonas geográficas determinadas tanto a usuarios esporádicos como a usuarios regulares.

### 8.2.2 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO

El modelo de negocio consiste, tal como se muestra en la Figura 8-1, en desplegar en una ubicación un conjunto de puntos de acceso conectados a infraestructura de soporte a servicios (habitualmente servicio de acceso a Internet), y planteándose diversos modelos de pago o gratuidad, dependiendo de los objetivos pretendidos.

Los gestores o titulares de ubicaciones acuerdan con proveedores de servicio inalámbricos (WISP) el uso de la ubicación para proporcionar el servicio. El WISP realiza el despliegue de la red de acceso, contratando con un operador de red fija el acceso a Internet (en el caso de los hotspots normalmente no es necesario desplegar red de backhaul al encontrarse cercanos todos los puntos y disponerse de servicio de red fija). El control de accesos, facturación, gestión de clientes, y supervisión del servicio es realizado por el mismo WISP que despliega la red de acceso. Cuando los hotspots son desplegados por un operador de red fija, éste suele ocupar toda la cadena de valor, a excepción de la ubicación, que es aportada por el titular de la misma.

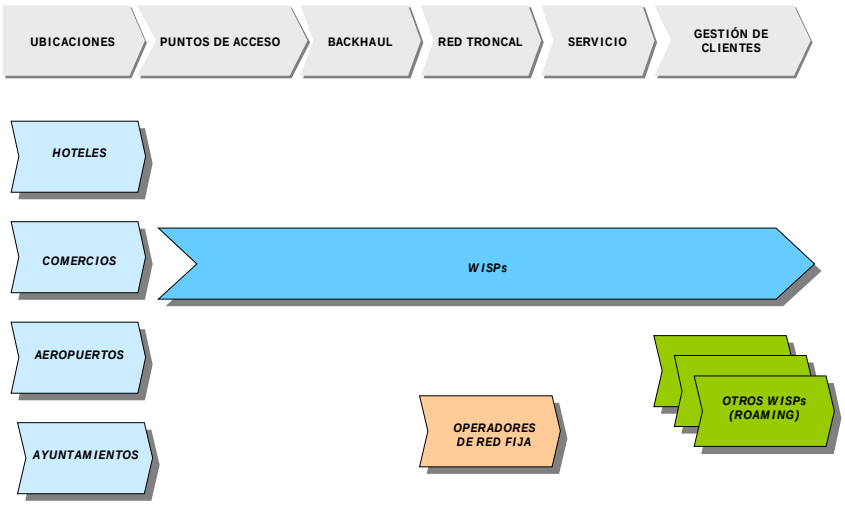



**Figura 8-1: Modelo de negocio hotspot**

***Fuente: Elaboración propia***

Cuando el WISP que opera el hotspot alcanza acuerdos de roaming con otros operadores, su colaboración se produce a nivel de servicio, mediante la coordinación entre los sistemas de control de acceso y facturación.

### 8.2.3 ARQUITECTURA

La arquitectura aplicada consiste en desplegar una serie de puntos de acceso conectados a través de una red de área local o metropolitana al conjunto de servidores que suministran el servicio, que se encuentran a su vez conectados a Internet a través del servicio proporcionado por un operador de red fija.

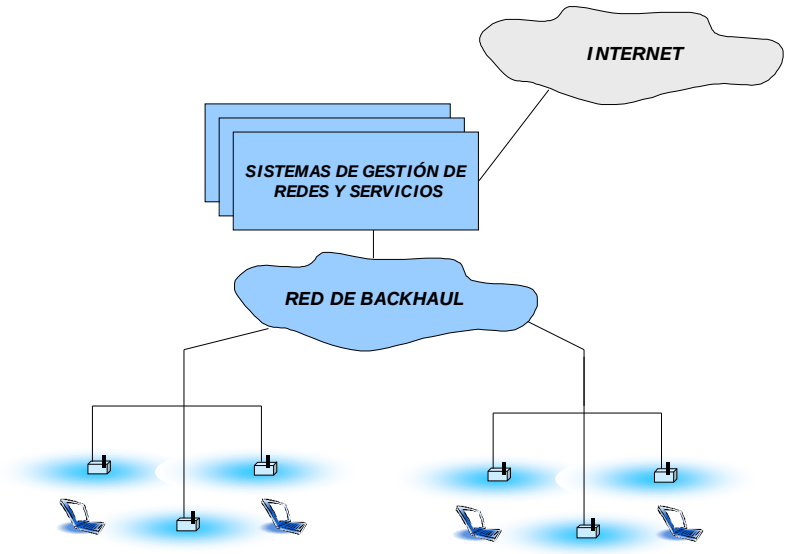



**Figura 8-2: Arquitectura Hotspot**

***Fuente: Elaboración propia***

Los sistemas de gestión de redes y servicios permiten controlar el acceso de los usuarios, computar el uso, realizar la facturación correspondiente, y gestionar la operatividad y prestaciones de la instalación.

### 8.2.4 ACTORES

En un primer momento (2001), los promotores de estas iniciativas eran principalmente titulares de negocios como cafeterías, restaurantes de comida rápida, o cualquier otra ubicación donde tuviera sentido plantear como negocio complementario o refuerzo del núcleo del negocio la oferta de acceso a Internet inalámbrico, así como pequeñas empresas especializadas en despliegue y explotación de redes WiFi que ofrecían este servicio a los usuarios finales utilizando las dependencias de hoteles, cafeterías, estaciones, aeropuertos, etc.

Si bien el éxito de muchas de estas empresas especializadas ha sido modesto, el importante impacto mediático de las redes WiFi, junto con la proliferación de equipos terminales dotados de este tipo de capacidades de comunicación, así como las excelentes previsiones de futuro planteadas por los consultores estratégicos ha hecho atractivo para otros tipos de actores con mayor peso en el despliegue de este tipo de infraestructuras. Así, se ha extendido el abanico de actores que participan en el despliegue de estas redes siendo actualmente los principales protagonistas del despliegue de hotspots los siguientes:

- ***Operadores de ámbito nacional*** que han realizado despliegues amplios. Los operadores de red fija han incluido los hotspots dentro de su oferta de servicios, aplicando modelos de facturación por uso en cortos periodos de tiempo, orientando así el negocio a uso itinerante. Los operadores de servicios de voz celulares han realizado también incursiones en este mercado, apoyándose en muchos casos en WISPs especializados con el objetivo final de aprovechar las sinergias de complementariedad entre el servicio basado en redes de tercera generación y este tipo de infraestructura.

- ***Empresas especializadas en despliegue y explotación*** de este tipo de redes (ejemplo: Kubiwireless o similares) que ofrecen acceso a Internet a los usuarios finales en hoteles, cafeterías, estaciones, aeropuertos, etc. Parte de ellos provienen de los ISPs tradicionales, que han evolucionado hacia la aplicación de esta tecnología al ver su negocio cubierto por los operadores de banda ancha fija.

- ***Administraciones locales*** interesadas en suministrar servicio de acceso a Internet a los ciudadanos para facilitar su incorporación a la sociedad de la información. La tecnología WiFi ha sido elegida por muchos ayuntamientos, y se han realizado despliegues de hotspots muncipales en zonas localizadas como parques, centros cívicos, centros de atención a ciudadanos, o zonas comerciales limitadas.

- ***Comercios y hoteles*** que suministran servicios de acceso a sus clientes para aumentar el atractivo de la ubicación de cara a comercializar otros servicios como la restauración. En este caso, tal como se ha analizado en el apartado 6.2.4, el objetivo no es comercializar el servicio de acceso a Internet, sino potenciar otros servicios proporcionados en la localización (véase al respecto [Fuentes-Bautista et al., 05]). En muchos casos se apoyan en los WISPs para desplegar la red y suministrar el servicio.

### 8.2.5 ASPECTOS LEGALES

Los operadores que despliegan la red y operan el servicio actúan como *"operadores de telecomunicación de servicios de comunicaciones electrónicas"* , y están sujetos a la legislación vigente descrita en el apartado 3. En general, en los países occidentales el marco legal de comercialización de este tipo de servicios es sencillo de cumplir para los operadores de telecomunicación, por lo cual no existen problemas especiales relacionados con estos aspectos, siempre que se actúe en un marco de libre competencia.

El problema legal más delicado aparece cuando las administraciones públicas participan de aportando financiación para el despliegue. Las autoridades nacionales de regulación (FCC, CMT, Ofcom, etc.) interpretan en muchos casos dicha financiación pública como una competencia desleal por parte de la administración cuando el servicio se suministra de forma gratuita, o por debajo de costes, en zonas donde existe oferta comercial de operadores.

### 8.2.6 ASPECTOS DE MERCADO

A pesar de las excelentes previsiones iniciales de las empresas consultoras, este modelo de negocio no ha rendido hasta el momento los beneficios esperados, siendo éstos modestos o incluso negativos en muchos casos [Yang, 04], y sólo las ubicaciones más privilegiadas como aeropuertos, hoteles, y centros de convenciones, presentan una clara rentabilidad económica. Las principales causas de este incumplimiento de expectativas son las siguientes:

- ***Competencia de otras tecnologías.*** Actualmente las opciones de conexión a Internet en países occidentales son en general amplias y variadas. En el ámbito urbano occidental, que es donde se encuentra la mayor parte de clientes de estos servicios, existe en general oferta sólida basada en fibra óptica o ADSL y redes celulares. Una persona que viaje por trabajo de cualquier gran ciudad a otra dispondrá de acceso a Internet en la sede que

visite, disfrutará probablemente de conexión en el hotel, y en cualquier ubicación podrá hacer uso del blackberry basado en 3G para conectarse al correo electrónico, que es la motivación principal para acceder a Internet fuera del sitio habitual de trabajo o el domicilio, tal y como se ha analizado en el apartado 7.2.

- ***Escasez de terminales WiFi de mano respecto a otras tecnologías.*** Los equipos terminales más adecuados para una utilización puntual itinerante, las PDAs, que cada vez en mayor medida están equipadas con WiFi, no han alcanzado una masa crítica adecuada, habiendo sido en los tres últimos años un mercado decreciente[32]. La evolución de los teléfonos móviles de última generación, especialmente en Europa y Japón, donde se encuentra más extendida la telefonía celular, entra en competencia con las PDAs al disponerse cada vez en mayor medida de las funciones propias de agendas electrónicas sobre el terminal móvil, y aunque se producirá un incremento del número de terminales cuando se extiendan los teléfonos móviles duales que incluyen WiFi como opción de conexión, su disponibilidad aún no es elevada.

- ***Operación y Mantenimiento deficientes.*** Las iniciativas de despliegue y operación de redes Wifi lanzadas por empresas pequeñas sin capacidad financiera ni experiencia en gestión de redes adolecen de este problema. Por ejemplo, el caso de Zamora Wireless, referenciado por Intel [Intel, 02] como primera red ciudanana basada en WiFi y premiada como pionera en este campo, es un ejemplo paradigmático de estos problemas, ya que el modelo de negocio de Zamora Wireless fracasó, entre otras cosas, debido a un mantenimiento deficiente de la red con la consiguiente insatisfacción de los usuarios ([El País, 04]).

- ***Fragmentación del mercado.*** La dispersión de iniciativas hace que el usuario itinerante esté obligado a contratar servicio con diversas compañías si necesita disponer de él en todas sus ubicaciones habituales, lo cual desincentiva el uso en el momento. En el apartado siguiente se analizará como éste es uno de los factores que impulsa la concentración de hotspots.

### 8.2.7 MODELO DE CRECIMIENTO

El tamaño de las iniciativas es importante, ya que cuanto mayor es la cobertura, menor es el coste de gestión y operación por unidad de superficie, al producirse importantes efectos de economía de escala, siendo además posible atraer a un número mayor de clientes itinerantes, si se dispone de una mayor área de cobertura bajo un único contrato. El modelo de crecimiento para este tipo de iniciativas está basado en tres tipos de acciones:

- ***Aumento del número de puntos de acceso que componen cada hotspot.*** Consiste en desplegar una densidad mayor de puntos en la ubicación, de manera que se cubra una zona más amplia de la localización. Tecnológicamente no plantea problemas, ya que la tecnología WiFi permite realizar coberturas integrales solapando las de cada punto de acceso. En este caso el crecimiento supone mejorar la cobertura dentro de la ubicación, pero no se orienta a ofrecer servicio en otras ubicaciones.

- ***Aumento del número de hotspots.*** En este caso, el crecimiento se produce por extensión del servicio a otras ubicaciones basándose en un sistema único de control de acceso centralizado. Lo aplican tanto los WISPs especializados como los operadores tradicionales que disponen de hotspots. Dado que actualmente el uso de los hotspots es bajo en ubicaciones no especialmente privilegiadas, el crecimiento viene limitado por la disponibilidad de las que resulten interesantes, y una vez cubiertas las localizaciones con mayor potencial de mercado es dificil crecer bajo modelos económicamente viables. En el

[32] *De acuerdo con el informe de la consultora IDC, en 2004 la venta de estos equipos ha bajado un 13%, siendo el tercer año en que se produce una bajada de mercado. La consultora Gartner presenta unos datos más optimistas con escenarios de fuerte crecimiento en 2004, si bien su definición de PDA incluye "teléfonos inteligentes", blackberries y otros dispositivos que hacen uso de tecnologías de voz y no de Wi-Fi.*

anexo I se muestra para el caso catalán como las ubicaciones más privilegiadas progresivamente van estando ocupadas.

- ***Acuerdos de roaming.*** Es un modelo de crecimiento cada vez más extendido y aplicado. Consiste en realizar acuerdos entre operadores para facilitar el servicio a clientes de una empresa a través de la infraestructura de otra. Los operadores implicados disponen de facilidades para auditar los tráficos cruzados, compensar cuentas, y realizar el control de acceso de usuarios, tal como se ha analizado en el apartado 3.2.1. La mayor parte de los grandes WISP disponen de acuerdos de roaming entre ellos sobre ubicaciones en las que no se encuentra desplegado el servicio. El caso de Boingo es especialmente interesante, ya que su modelo de negocio se basa principalmente en realizar acuerdos de roaming para proporcionar servicio en una gran cantidad de ubicaciones y países sin desplegar red en la mayoría de ubicaciones, actuando como agregador de hotspots operados por otros WISPs. En [Boingo, 02] se puede acceder a los acuerdos de agregación que realiza esta compañía con los WISPs locales.

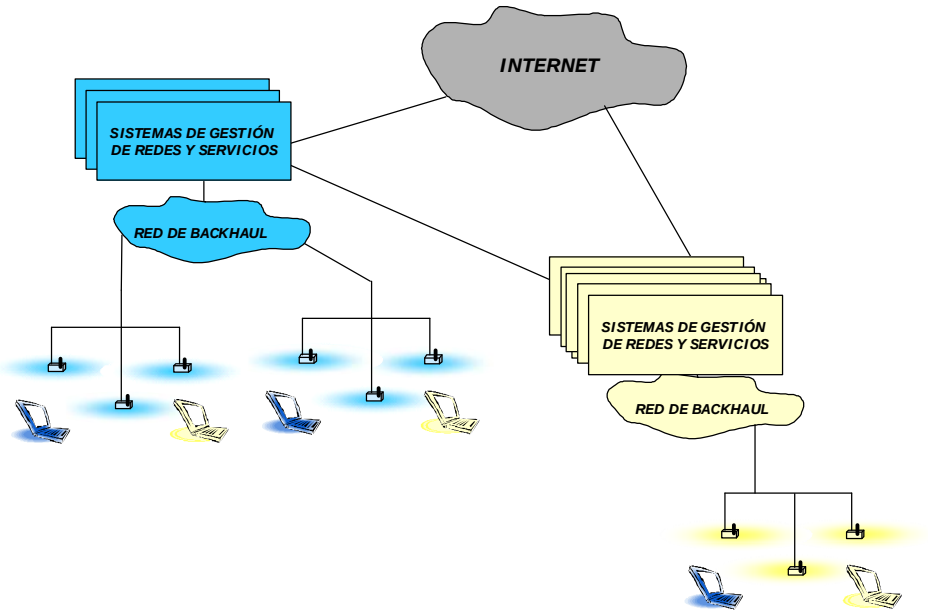



**Figura 8-3: Roaming entre WISPs**

***Fuente: Elaboración propia***

Estos modelos no son excluyentes entre sí, ya que en las ubicaciones controladas por un operador el crecimiento se produce de manera natural agregando puntos de acceso, en aquellas ubicaciones en las que existen pequeños operadores, muchas veces las fusiones o absorciones son opciones adecuadas para aprovechar las economías de escala y en ubicaciones remotas donde no es interesante operar pero sí es conveniente suministrar servicio a los usuarios propios como un complemento adicional, los acuerdos de roaming son los más adecuados [Straathof et al., 05].

Aunque los comercios y hoteles no están en general interesados en la extensión de la red a otras ubicaciones, ya que su objetivo se limita a aumentar el valor de uso de su ubicación, en el caso de los despliegues realizados por los WISPs especializados y los operadores tradicionales, sí es relevante el modelo de crecimiento para asegurar la viabilidad económica.

Tal como se ha analizado en los apartados 3.2.2 y 6.1.3, el modelo de crecimiento principal es el establecimiento de acuerdos de roaming entre actores, por lo que las empresas pequeñas se encuentran en desventaja para alcanzar acuerdos satisfactorios, y suelen ser absorbidas por los WISPs que disponen de mayor número de hotspots ubicados en zonas privilegiadas ([Verma et al., 02a]).

### 8.2.8 TENDENCIAS

La tendencia apunta a la concentración de WISPs, debido a las ventajas que presenta la economía de escala en la operación y mantenimiento de la infraestructura, la comercialización del servicio, y la simplificación de la oferta de cara al usuario final. Esta tendencia se ve complementada con acuerdos de roaming entre WISPs que actúan en zonas geográficas distintas (típicamente en países distintos), situación en la que resulta más ventajosa esta estrategia al no existir competencia por los clientes locales entre los actores que alcanzan acuerdos de roaming.

### 8.2.9 ANÁLISIS DAFO

- ***Debilidades:*** La debilidad más importante del modelo de hotspot (compartida con el resto de modelos) es la escasez de usuarios con necesidades de uso esporádico para las iniciativas ubicadas en zonas públicas, tal como se ha analizado en el apartado 7.2. En el caso de las iniciativas orientadas a uso residencial del servicio, los mercados más interesantes se encuentran cubiertos a través de otras tecnologías como ADSL o fibra, que ofrecen capacidades similares o mejores en muchos casos. Además, la fragmentación de este mercado hace que la oferta sea confusa para el usuario final y se establezcan pequeños monopolios de servicio en cada ubicación, manejándose precios elevados, a lo que se suma en casos protagonizados por pequeñas empresas, una calidad de servicio deficiente. La cada vez menor disponibilidad de ubicaciones privilegiadas que no estén cubiertas por otro operador es también una debilidad relevante para su explotación comercial.

- ***Amenazas:*** La telefonía de tercera generación es una clara amenaza, ya que permite acceso a Internet y correo electrónico con velocidades adecuadas para el uso esporádico e itinerante de estos servicios, si bien puede resultar ser también una oportunidad de complemento entre tecnologías, como se muestra en [Bergkwist et al., 02]. En lo que respecta al uso residencial, la extensión creciente de la cobertura con tecnologías fijas y el progresivo abaratamiento del ancho de banda, suponen también una seria amenaza que hace poco viable la competición de WiFi como tecnología de acceso frente a las redes fijas alámbricas, tal como se ha mostrado en el apartado 0.

- ***Fortalezas:*** La mayor fortaleza es la sencillez y bajo coste del despliegue, así como el hecho de que los ordenadores portátiles (laptops) estén equipados en muchos casos directamente de fábrica con tarjetas WiFi. Esta característica de bajo coste de despliegue permite aplicar actualmente tarifas de uso más económicas que las existentes para servicios basados en otras alternativas tecnológicas como 3G.

- ***Oportunidades:*** Las tendencias actuales indican una necesidad cada vez mayor de disponer de acceso ubicuo a Internet, apuntan también a una progresiva sustitución de los ordenadores fijos por ordenadores portátiles, y a la extensión de teléfonos inteligentes duales, lo que supondrá probablemente un crecimiento de la demanda de servicio itinerante. Asimismo, el desarrollo de la VoIP y los servicios gratuitos de Skype o Google talk puede dar un impulso al uso de dispositivos de mano (como los teléfonos móviles equipados con WiFi) para suministrar servicios de voz sobre estas redes.

### 8.2.10 CASOS DE ESTUDIO Y REFERENCIAS

En lo que respecta a hotspots basados en iniciativa privada, Boingo (www.boingo.com), el mayor proveedor a nivel mundial, es el más representativo como agregador de hotspots. Los operadores de telecomunicación tradicionales como Telefónica o TeliaSonera protagonizan la mayor parte de los despliegues comerciales con oferta en un mayor número de ubicaciones. Kubiwireless es un buen ejemplo de WISP especializado que colabora con titulares de ubicaciones privilegiadas, como hoteles y aeropuertos, para prestar servicio en ellas y en el cual se apoya un operador celular (Vodafone) para dotar de este servicio a sus clientes.

Tal como se ha indicado en la introducción al presente apartado, en [Shubar et al., 04] se analiza con detalle este modelo, confrontándose con un conjunto de iniciativas estadounidenses operativas en el momento de realizar el estudio y estableciéndose diversas modalidades de explotación. El mercado europeo de hotspots se analiza en [IPTS, 05a] y en [Ralli, 06], [Herslow et al, 02] y [Camponovo et al, 03] se presentan datos sobre su estructura en los casos finlandés, sueco y suizo respectivamente. Por último, en el anexo I de la presente tesis se ha incluido un análisis del mercado catalán de hotspots.

### 8.2.11 CONCLUSIONES

La mayor parte de las iniciativas comerciales se han desarrollado bajo el modelo de hotspot. Hasta el momento han estado principalmente centradas en el mercado de los usuarios itinerantes o, en el caso de las administraciones locales, en facilitar la incorporación de los ciudadanos a la sociedad de la información, dotando a los municipios de hotspots para uso público en ubicaciones localizadas.

En el modelo de hotspot se detecta una tendencia hacia la concentración de empresas que indica la progresiva madurez de la oferta, si bien la demanda es aún débil y muy centrada en pequeños segmentos de mercado. Es de prever que aumente la demanda, aunque existen amenazas importantes por parte de servicios basados en otras tecnologías como 3G que pueden proporcionar servicios similares con una mayor ubicuidad.

## 8.3 MODELO WIRELESS COMMONS

### 8.3.1 MOTIVACIÓN

El coste decreciente de los equipos WiFi y el indudable atractivo de esta tecnología como campo de experimentación de bajo coste, han facilitado la proliferación de iniciativas de despliegue de redes WiFi sin ánimo de lucro por parte de actores particulares y comunidades de intereses afines.

### 8.3.2 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO

El modelo *"wireless commons"* generalmente no tiene entre sus objetivos la obtención de beneficios económicos por parte de los actores que despliegan la red, sino el uso compartido de infraestructuras de forma abierta para suministrar tanto para los actores que despliegan la red como para el público en general, así como el aprendizaje compartido de configuración de la tecnología.

Este modelo tiene su origen y principal aplicación en las comunidades wireless analizadas en el apartado 6.4.2, y tal como se describe en el apartado de arquitectura plantea diversos grados de integración entre las distintas subredes que forman la red completa, si bien en general se trata de integraciones débiles, basadas en coordinación entre actores más que en implantación de interfaces entre redes o sistemas.

Tal como se muestra en la Figura 8-4, cada uno de los participantes de estas comunidades aporta la ubicación, los puntos de acceso, y la gestión del servicio, apoyándose en un operador fijo para suministrar conexión a internet mediante la contratación de accesos ADSL o Cablemodem, cuyo ancho de banda excedente del uso personal es utilizado para suministrar servicio al público.

En algunos casos el participante actúa como nodo de transporte dentro de una red mallada formada por los puntos de acceso de los participantes, y en vez de suministrar servicio directamente en su ubicación, su infraestructura de red es utilizada como un nodo intermedio para alcanzar ubicaciones alejadas. La gestión de servicio y usuarios que realiza cada participante es muy básica, ya que el servicio suele ser gratuito, y en la mayor parte de los casos no se aplican mecanismos de autenticación ni autorización.

El papel de la comunidad wireless en la cadena de valor está centrado en actuar como agente coordinador entre usuarios para aplicar planes de numeración, poner en común la información y facilitar la organización de actividades. Asimismo, la sede web de la comunidad wireless permite a los usuarios finales disponer de información sobre la cobertura proporcionada por los participantes.

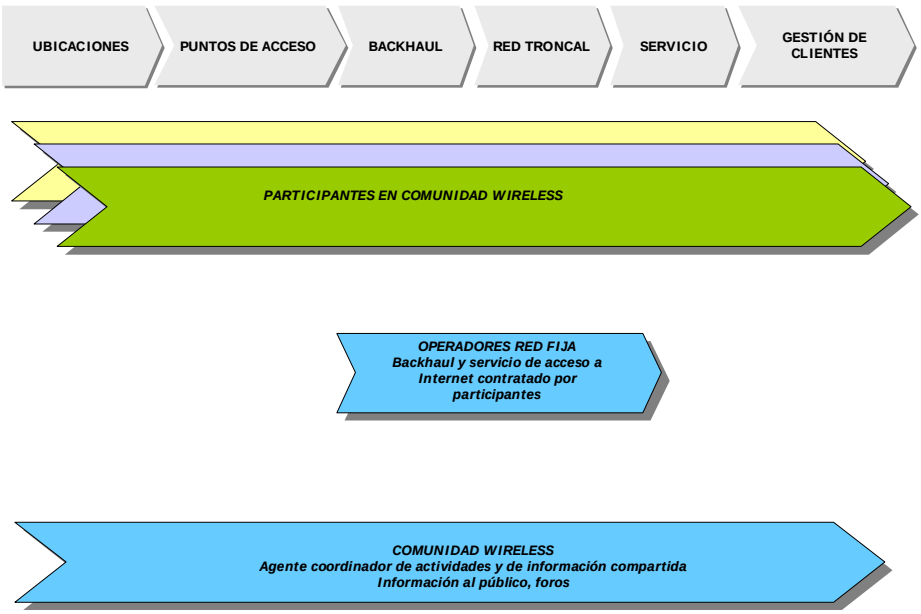



**Figura 8-4: Modelo de Negocio Wireless Commons**

*Fuente: Elaboración propia*

Tal como se ha indicado previamente, bajo este modelo no se plantean contraprestaciones económicas entre actores, no existiendo tampoco garantías de calidad de servicio para los usuarios finales.

### 8.3.3 ARQUITECTURA

Las arquitecturas utilizadas para implantar este modelo presentan en general un bajo grado de acoplamiento entre las redes aportadas por cada participante, al objeto de facilitar la incorporación de puntos de acceso, gestión del servicio, y en definitiva simplificar su gestión

distribuida.El grado más bajo de integración, que es el que se aplica de forma más habitual, consiste en compartir a través de una sede web información sobre ubicación y características de puntos de acceso abiertos, que pueden ser utilizados por el público en general para acceder al servicio y es utilizado también por la comunidad wireless para coordinar las actividades y compartir información.

Como ejemplo de aplicación, en la página web www.freenetworks.org/peering.html se puede acceder al acuerdo de adhesión adoptado por esta organización para incorporar puntos de acceso, que se basa en suministrar acceso libre y gratuito, no sólo a los participantes sino también al público en general, y en facilitar la utilización de la red propia como nodo de tránsito entre diversas subredes.

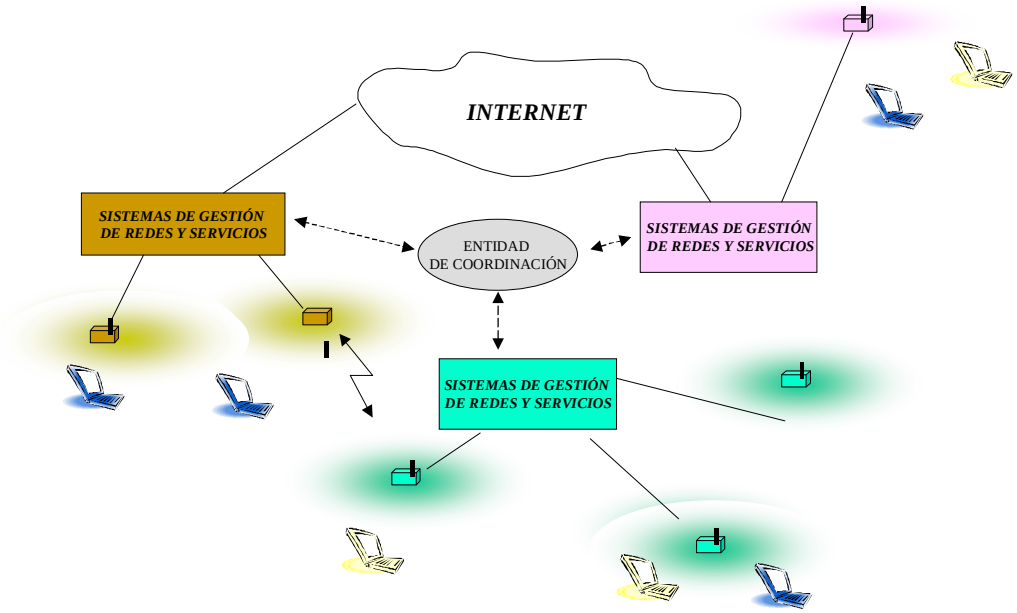



**Figura 8-5: Arquitectura modelo Wireless Commons**

***Fuente: Elaboración propia***

En general, las capacidades de gestión implantadas son bastante básicas, no realizándose gestión de usuarios ni gestión de uso (de hecho, la mayor parte de las subredes se encuentran en abierto, de acuerdo con la filosofía de uso libre de recursos de estas comunidades), y la gestión de fallos y prestaciones es responsabilidad del propietario de cada subred, sin que se contemple en muchos casos la monitorización de recursos globales desde un punto central.

### 8.3.4 ACTORES

Los actores principales que participan en este tipo de esfuerzos son comunidades wireless formadas por usuarios que disponen de pequeñas subredes WiFi (típicamente unos pocos puntos de acceso), conectadas a accesos de banda ancha fija contratados con operadores de telecomunicación, que acuerdan establecer modelos comunes de acceso a sus redes (habitualmente, acceso abierto sin autenticación), interconectar dichas subredes cuando existe la posibilidad, y poner en común y hacer pública la información sobre coberturas.

Las motivaciones principales de estos actores son la experimentación tecnológica y una vocación de servicio público altruista a la sociedad. Su formación tecnológica suele ser elevada, y no es habitual la participación de otros actores no relacionados con el entorno tecnológico. Tanto en lo referente a su perfil como a los valores compartidos, se asemejan a las comunidades de desarrollo de software libre, siendo habitual que los participantes en comunidades wireless también en este tipo de esfuerzos y promocionen una "ética hacker" [Himanen, 04] entendida en el buen sentido de trabajo colaborativo con motivaciones no necesariamente económicas, centradas principalmente en satisfacer la curiosidad tecnológica y en la aportación de nuevos modelos de participación desde la ciudadanía, planteándose modelos de desarrollo tecnológico no dirigidos desde las grandes empresas.

### 8.3.5 ASPECTOS LEGALES

La mayor parte de las comunidades wireless no se han constituido como organizaciones con personalidad jurídica definida, y el marco legal por tanto sólo es aplicable a los participantes en ellas, que son los que suministran el servicio a los usuarios finales. Aunque en muchos de los casos el servicio se suministra de forma gratuita, no existiendo contraprestación económica ni compromisos de calidad, tal como se ha analizado en el apartado dedicado a la regulación, esto no exime del cumplimiento de la normativa que es aplicables a todos los operadores de telecomunicación.

La situación en este tipo de iniciativas indica un incumplimiento generalizado de diversos aspectos legales, como son:

- Todas aquellas redes que se encuentran abiertas al público están prestando en realidad un servicio de comunicaciones electrónicas al público, por mucho que éste sea gratuito. Esto implica que las obligaciones legales relativas a la notificación previa al organismo regulador, registro de accesos, y confidencialidad de datos, son de aplicación igual que para los proveedores de servicio comerciales. Raramente se contempla por parte de los actores que ponen sus subredes a disposición del público el cumplimiento de estos requisitos. Si bien hasta el momento las autoridades nacionales de regulación no han tomado medidas sancionadoras al respecto, aplicando una política de *"laisser faire"*, en un futuro podría cambiar esta situación.

- El servicio de mayor utilidad que prestan estas redes es, al igual que en el resto de modelos, el acceso a Internet. Éste suele suministrarse apoyándose en servicios contratados con terceras partes, típicamente accesos de banda ancha minorista soportados por infraestructura de cobre y proporcionados por operadores de telecomunicación tradicionales. Prácticamente todos los contratos de provisión minorista de estos servicios incluyen cláusulas que prohíben el suministro intencionado de servicios a terceros, sea ésta de forma gratuita o bajo contraprestación económica. Al igual que en el caso anterior, de incumplimiento de obligaciones legales para operadores de telecomunicación, los operadores que suministran este acceso minorista, raramente han tomado hasta ahora medidas para denunciar el incumplimiento de los contratos de servicio, si bien en el momento en que vean amenazado su mercado es posible que realicen tales acciones.

- Además del servicio de acceso a Internet, parte de estas redes son utilizadas para acceder a contenidos disponibles en las diversas subredes. Aunque la mayoría de ellas son respetuosas con los derechos de propiedad intelectual, hay algunas que disponen de contenidos sujetos a derechos de propiedad intelectual que pueden considerarse vulnerados por parte de sus propietarios, y derivar en acciones legales por parte de éstos.

Así pues, aunque hasta el momento no han existido acciones legales encaminadas a limitar o encorsetar las iniciativas basadas en este tipo de modelo, todas aquellas que se suministran servicio en régimen de prestación abierto pueden verse limitadas por el descrito incumplimiento

generalizado de la regulación y los de contratos de suministro minorista que establecen con operadores de telecomunicación.

### 8.3.6 ASPECTOS DE MERCADO

En relación al mercado, no se dispone de datos fiables y contrastados sobre cual es el uso real de estas redes, por lo que es difícil establecer su impacto. En general, aunque las zonas de cobertura según sus promotores son amplias, los usuarios en la práctica suelen ser en muchos casos los propios promotores y participantes de los wireless commons. Las razones son las siguientes:

- Dado el limitado alcance de cada punto de acceso, y que gran parte de ellos están ubicados en residencias particulares, la cobertura no suele incluir ubicaciones de acceso público, que tal como se analizó en los apartados 3.6 y 7, son los que cuentan con una cantidad mayor de usuarios potenciales.

- La ausencia de compromisos de calidad de servicio, junto con la carencia de una monitorización centralizada, hacen que en general no se consideren como un sustituto de otros servicios comerciales, sino como un complemento esporádico y oportunista de éstos.

### 8.3.7 MODELO DE CRECIMIENTO

El modelo de crecimiento se basa en este caso en la libre incorporación de subredes, sin que exista contraprestación económica ni otras obligaciones de servicio más que de permitir la interconexión de otras subredes, y facilitar -en base a la capacidad excedente en la conexión a Internet de que dispone el participante- servicio a los usuarios.

Aún no disponiendo de incentivos económicos claros que potencien su crecimiento, este modelo ha tenido éxito en lo que respecta al crecimiento de las redes e incorporación de subredes por parte de particulares o comunidades ciudadanas, si bien en segmentos de usuarios interesados en la tecnología per se. La incorporación de redes empresariales, como era de esperar, no se ha producido, al no existir los incentivos económicos, ni garantía de calidad de servicio, planteándose también problemas potenciales de seguridad, tal como se analizó en el apartado 6.2.5.

Las redes de titularidad pública raramente se han incorporado a este tipo de esfuerzos ciudadanos. Las causas difieren de las enumeradas para el sector privado, ya que en este caso no es imprescindible el incentivo económico, y hasta cierto punto coinciden las motivaciones de servicio a la comunidad de las iniciativas ciudadanas con los objetivos de las administraciones. Para las organizaciones de titularidad pública, los inhibidores se centran en la carencia de un marco jurídico y contractual claro, y –al igual que sucede con las empresas privadas- en los posibles riesgos de seguridad existentes al plantearse mecanismos abiertos de uso compartido de infraestructuras donde estos aspectos se ignoran o se tratan de forma insuficiente.

Dado que estas redes, tal como se ha visto, están protagonizadas principalmente por usuarios residenciales en general conocedores de la tecnología, existen limitaciones para su crecimiento y uso como alternativa para proporcionar servicio al público respecto a otros modelos de negocio. Las razones son las siguientes:

- Los requisitos legales son de improbable cumplimiento por parte de usuarios residenciales, ya que muchos de ellos, en el caso de tener que darse de alta como operadores de telecomunicación, mantener registros de conexiones, y contratar servicios mayoristas de precio más elevado con los operadores de red fija, desistirían de participar en las comunidades wireless. Esto supone una debilidad importante, ya que en el momento en que se convirtiesen en una alternativa real de servicio respecto a otros modelos de negocio, las

autoridades de regulación y los operadores de red fija obligarían de forma efectiva al cumplimiento de requisitos legales y contractuales, desincentivando fuertemente la participación en las comunidades wireless.

- Tal como se ha analizado, las ubicaciones aportadas por los participantes no son óptimas en general para el acceso itinerante, y no se ofrece garantía de servicio para el uso residencial y de empresa, por lo que los usuarios potenciales son menos que en en el caso de otros modelos de negocio más centrados en cubrir ubicaciones privilegiadas y garantizar calidad de servicio.

- La motivación de los participantes está muy centrada en la experimentación con la tecnología WiFi, siendo el compartir información al respecto una de las motivaciones principales de estos actores, lo cual no facilita la participación de usuarios residenciales menos involucrados o interesados en la experimentación con la tecnología.

### 8.3.8 TENDENCIAS

Las tendencias actuales de las iniciativas basadas en comunidades wireless son las siguientes:

- ***Formalización del modelo de wireless commons*.** Recientemente han surgido varias iniciativas encaminadas a formalizar las condiciones de adhesión a comunidades wireless. Su inspiración principal son los esfuerzos paralelos de establecimiento de licencias abiertas para software libre y modelos de propiedad intelectual abierta (Creative Commons). Aún se encuentran en fase de consolidación. En [WirelessCommons, 03] se incluye una primera formalización de este modelo.

- ***Suministro de servicios VoIP*.** Las comunidades más maduras estan comenzando a experimentar con el uso de la red para canalizar tráfico de voz, estableciendo planes de numeración y algoritmos de canalización de tráfico vocal a través de las distintas subredes para suministrar servicio de voz gratuito a sus usuarios, limitado en principio a las ubicaciones donde se encuentran las redes, aunque con posibilidades de interconexión futura a otras redes que permitan el acceso a las redes telefónicas públicas[33].

En paralelo a la evolución de las comunidades wireless, se han producido intentos de articular modelos de negocio comerciales bajo un enfoque similar de aportación y coordinación de recursos de usuarios residenciales, estableciéndose -al contrario que en las comunidades- contraprestaciones económicas por el uso del servicio por parte de usuarios externos a la comunidad, y basándose en una arquitectura de control de accesos centralizado. Estos modelos intentan rentabilizar la gran base de puntos de acceso residenciales, convirtiéndolos en nodos de prestación de servicio bajo un esquema comercial, al contrario que en el caso de las comunidades wireless que tienen otros tipos de motivaciones entre las cuales no se incluye la contraprestación económica.

Este fue el caso de Joltage y Sputnik, lanzados ambos en 2002 [Peretz, 02]. En ambos casos el modelo se basaba en uso gratuito de toda la red por parte de los participantes, y uso de pago para usuarios no adheridos. Joltage cesó en sus operaciones un año después de su lanzamiento [Liu, 03] y Sputnik reorientó su negocio hacia la comercialización de software de control de acceso para hotspots (véase www.sputnik.com). En ambos casos, la falta de viabilidad económica supuso el fracaso de la conversión a un modelo comercial del modelo de wireless commons.

[33] *En este caso el servicio no puede ser gratuito, puesto que el servicio de conexión a las redes de telefonía tradicional sí es cobrado por los proveedores de servicio especializado, debiendo repercutirse en el usuario o asumir el coste de las llamadas a las redes tradicionales de telefonía.*

A finales de 2005 se lanzó la iniciativa FON que pretende articular un modelo de negocio similar al planteado por Joltage y Sputnik, aprovechando la amplia extensión de puntos de acceso residenciales existente actualmente [Naughton, 06]. Google y eBay participan en la financiación de FON que ha recibido una gran atención mediática, habiendo crecido además el número de usuarios adheridos a FON de forma espectacular desde su creación en Noviembre de 2005. En el anexo IV se puede consultar el modelo de negocio y los datos más relevantes de esta iniciativa.

FON comparte con las comunidades wireless la mayor parte de las limitaciones que impiden su consolidación como una alternativa real de servicio al público, al adolecer también del cumplimiento de requisitos legales por parte de los participantes y corresponderse las ubicaciones con zonas residenciales, lo que supone un menor uso itinerante del servicio que en los hotspots ubicados en zonas de acceso público.

No obstante, FON cubre un número muy elevado de ubicaciones (alrededor de 100.000 ubicaciones de acuerdo a los datos proporcionados por esta compañía en Febrero de 2007) y está llevando a cabo diversas alianzas y actuaciones para afianzar su posición en el mercado como agregador:

- Acuerdos con ayuntamientos como Lleida, Málaga u Oslo para incorporar hotspots municipales en su oferta de ubicaciones, facilitando a cambio la personalización de portales con información municipal cuando se accede a la red en estos puntos de acceso [Muniwireless, 07].
- Alianzas con operadores de banda ancha fija como British Telecom en el Reino Unido [BTFon, 07] o Time-Warner Cable en Estados Unidos [Reardon, 07] para que los clientes residenciales de estas compañías puedan adherirse a FON sin infringir las claúsulas contractuales relativas al uso por terceras personas del acceso.
- Acuerdo con Boingo, el mayor agregador de hotspots comerciales para incluir en su oferta de ubicaciones los hotspots incorporados a FON [El País, 07b]

Esto posiciona a FON como un actor relevante en el mercado de la agregación de hotspots residenciales.

### 8.3.9 ANÁLISIS DAFO

- ***Debilidades:*** La carencia de contratos entre usuarios y proveedores del servicio limita su extensión como una alternativa real a modelos basados en incentivos económicos, al ser difícil de garantizar la calidad de servicio. El hecho de que las coberturas se proporcionen en zonas residenciales supone también una debilidad importante para atraer a usuarios itinerantes potenciales. Como problema adicional está la dificultad de involucrar a empresas, administraciones públicas, y usuarios no tecnológicos en su despliegue y utilización, debilidad que limita tanto el crecimiento de la red como la utilización de ésta. Aunque habitualmente se citan como debilidades los problemas asociados a la gestión de bienes comunes, como el uso sin aportación de recursos, o las posibles interferencias [Damsgaard et al, 06], estos problemas potenciales en la práctica no han supuesto dificultades importantes por el momento, siendo más relevantes las previamente citadas.

- ***Amenazas:*** El éxito del modelo de negocio probablemente supondría la exigencia del cumplimiento efectivo de los requisitos legales por parte de las autoridades de regulación, así como la reclamación mediante acciones legales del cumplimiento de los contratos minoristas de banda ancha por parte de los operadores de redes fijas.

- ***Fortalezas:*** El modelo de crecimiento aplicado hasta el momento ha funcionado adecuadamente para incorporar pequeñas redes particulares. El hecho de establecer un conjunto de obligaciones muy limitado supone tanto una debilidad, en lo que respecta a la

calidad del servicio que se suministra, como una fortaleza para incorporar de forma sencilla más actores.

- ***Oportunidades:*** Este tipo de modelo tiene un ámbito de aplicación con mayores oportunidades en comunidades de usuarios integradas con interés y formación tecnológica, y las oportunidades de crecimiento se concentran en la incorporación de usuarios con un perfil menos tecnológico. En este sentido, la formalización de los acuerdos de adhesión, y el desarrollo de herramientas de interconexión de uso sencillo por parte de cualquier posible participante, puede potenciar el crecimiento de estas comunidades.

### 8.3.10 CASOS DE ESTUDIO Y REFERENCIAS

El estudio realizado por Christian Sandvig [Sandvig, 04] analiza este tipo de comunidades wireless haciendo énfasis en el análisis sociológico de los promotores de este tipo de iniciativas, y llegando a conclusiones similares a las expresadas en el presente trabajo. [WirelessCommons, 03] presenta una formalización del modelo, que se aplica con mayor concreción en [Comesfà, 05] para la comunidad Guifi.

En [Eltrun, 05] puede accederse a información sobre las comunidades wireless más extendidas y con mayor número de usuarios como Consume y NY Wireless. [Ralli, 06] analiza los casos de Joltage y Sputnik, que en cierta medida son aplicables a FON, si bien Joltage y Sputnik fueron lanzadas en un momento temprano, cuando no existía una base suficiente de participantes y usuarios potenciales.

Como casos de estudio de interés, se encuentra Guifi [El País, 06c] que ha articulado un modelo de colaboración local maduro, con un elevado número de participantes e implicación de pequeñas empresas radicadas en el territorio donde operan. En el anexo IV que presenta datos de diversas iniciativas representativas de los diversos modelos de explotación se ha incluido información sobre ella.

Aún teniendo en cuenta las limitaciones existentes para el crecimiento y el fracaso previo de Joltage y Sputnik, FON es también interesante por su elevado crecimiento en número de usuarios. Su evolución futura permitirá analizar hasta qué punto este tipo de modelos pueden articularse bajo esquemas comerciales.

### 8.3.11 CONCLUSIONES

Hasta el momento, el modelo de "*wireless commons"* ha tenido un éxito modesto como alternativa a los hotspots en lo referente a la provisión de servicios finales, debido a las debilidades derivadas de la carencia de garantía de servicio y escasa adecuación de las ubicaciones para acceso itinerante, inherentes al propio modelo.

Los condicionantes legales existentes, junto con la dificultad de planificar los despliegues de redes y servicios debido a la fragmentación de actores, hacen previsible que su crecimiento en usuarios sea difícil, más allá que los propios participantes que aportan su propia infraestructura y se benefician del uso de la infraestructura aportada por los demás participantes.

No obstante, la aplicación del modelo de "*wireless commons"* bajo esquemas de autoprestación restringida a los actores que aportan subredes y centrada en un uso residencial, ha demostrado ser viable en casos particulares que presentan una colaboración fuerte entre los usuarios y objetivos bien definidos, como Guifi. En la práctica, las ventajas que se obtienen en los casos de éxito se centran en disponer de conexión a Internet en ubicaciones que carecen de infraestructura de servicio de banda ancha, gracias a la conexión a otras subredes que sí disponen de salida hacia Internet. El establecimiento de redes de Voz sobre IP

utilizando estas infraestructuras, aportará un mayor valor añadido a estos commons wireless.

Este modelo plantea pues serias limitaciones, especialmente en lo relativo al cumplimiento de la legislación que impiden su consolidación como una alternativa real de servicio frente al resto de modelos y servicios prestados en base a otras tecnologías. Sólo en aquellos casos en que es posible articular una cooperación adecuada entre usuarios para extender geográficamente el servicio, basándose en el uso compartido de redes y orientado a la autoprestación de participantes, este modelo tiene una aplicación como alternativa a los modelos tradicionales.

Aunque es temprano para evaluar el éxito de FON en la transformación comercial del modelo de wireless commons, las posibles acciones legales contra por parte de sus participantes por parte de organismos reguladores u operadores minoristas de banda ancha fija, suponen una amenaza mayor que en el caso de las comunidades wireless, al representar FON un impacto potencial mayor en el mercado, que en el caso de tener éxito puede derivar con mayor probabilidad en actuaciones legales de este tipo.

## 8.4 MODELO DE OPERADOR NEUTRAL

### 8.4.1 MOTIVACIÓN

La proliferación de infraestructuras de red WiFi de pequeña cobertura con capacidades de comercialización limitadas, junto con las necesidades de los ISPs carentes o con una red de acceso de escasa cobertura de disponer de una capilaridad que pueden suministrar en parte estas redes, plantean necesidades complementarias de soporte mútuo entre actores participantes. Así mismo, las administraciones locales que despliegan redes WiFi buscan la colaboración de los proveedores de servicio comerciales para suministrar éste a los usuarios, para lo cual necesitan apoyarse en modelos de uso compartido de la infraestructura que despliegan.

### 8.4.2 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO

Los operadores neutrales de comunicaciones basan su modelo de negocio en la desagregación de la cadena de valor de los servicios, proporcionando el valor añadido de actuar como punto de encuentro entre los operadores de redes de comunicaciones y los operadores de servicios, facilitando de esta manera el uso compartido de infraestructuras de red por parte de los proveedores de servicio que deseen complementar su infraestructura de red o que no dispongan de ella. En la Figura 8-6 puede observarse cómo el operador neutral actúa en el nivel de red, haciendo de intermediario entre proveedores de infraestructura de red que aportan la cobertura y los proveedores de servicio que suministran éste a los usuarios finales.

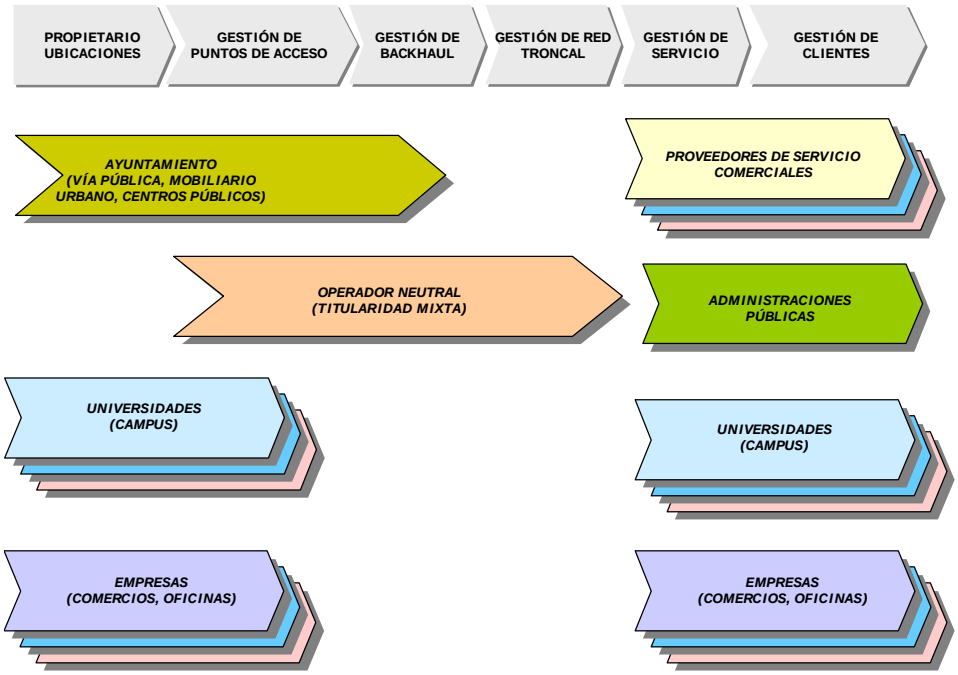



**Figura 8-6: Modelo de Operador Neutral**

***Fuente: Elaboración propia***

En la Figura 8-7 puede observarse el modelo de compensaciones económicas propuesto para este modelo, explicado en mayor detalle en [Orava et al, 03]. Los usuarios finales realizan pagos a los proveedores de servicio en forma de tarifas planas, pago por uso, bonos, o cualquier otra modalidad de facturación que establezca cada uno de los proveedores de servicios. Éstos son libres de fijar el modelo que crean conveniente para realizar la facturación, así como de establecer las políticas comerciales que consideren oportunas para la captación y

mantenimiento de clientes, que no son gestionados ni por el operador neutral ni por los actores que aportan subredes de acceso. Cada uno de los operadores de servicio realiza a su vez pagos regulares al operador neutral estructurados en una parte fija correspondiente a la disponibilidad de la red para prestar el servicio, y una parte variable proporcional al tráfico gestionado por el operador neutral para los servicios ofertados por el proveedor de servicio en cuestión.

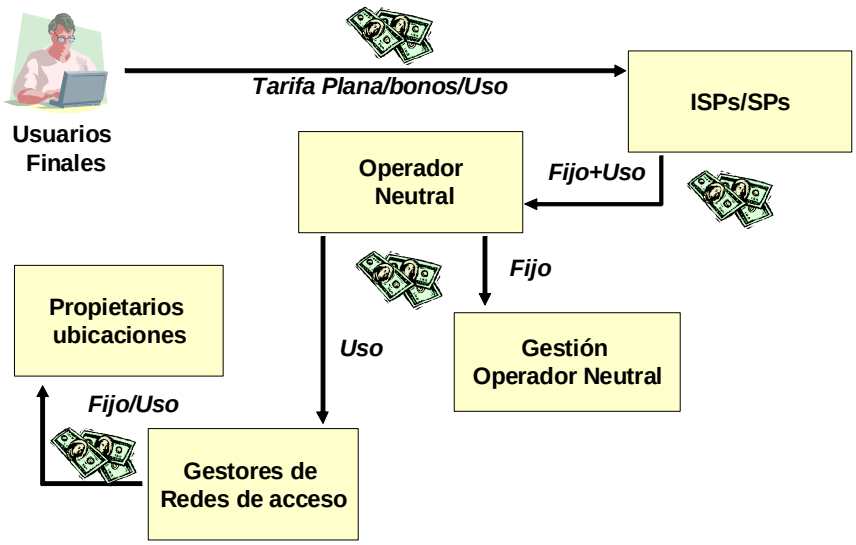



**Figura 8-7: Modelo Facturación Operador Neutral**

***Fuente: Elaboración propia***

En el caso de los servicios que las administraciones públicas o empresas ofrezcan a los ciudadanos de forma gratuita, éstos realizarán pagos al operador neutral siguiendo las mismas reglas que el resto de operadores de servicios.

Los ingresos que recibe el operador neutral se destinan a sufragar el mantenimiento de la infraestructura de transporte que conecta cada una de las redes de acceso con los proveedores de servicio (Gestión Operador Neutral en la Figura 8-7), y a suministrar una contraprestación económica a los actores que aportan estas redes de acceso, que en el caso de ser distintos de los propietarios de las ubicaciones pueden a su vez compartir con estos últimos.

### 8.4.3 ARQUITECTURA

Los elementos que integran la arquitectura del operador neutral (que ha sido descrita en el apartado dedicado a la interconexión de redes de acceso, 3.3.2) son los siguientes:

- ***Infraestructura software de Operador Neutral:*** Incluye como elementos principales un servidor de DHCP, un DHCP relay, una base de datos de histórico de direcciones MAC de los dispositivos que se han conectado a través del operador neutral, un proxy y un Web relay.

- ***Red troncal de operador neutral:*** Consiste en una red de alta capacidad que conecta la infraestructura software del operador neutral con las subredes de acceso WiFi (islas WiFi).

- ***Red de backhaul:*** Infraestructuras diversas de comunicaciones que conectan las islas WiFi con la red troncal del operador neutral. Con este objetivo se pueden utilizar

tecnologías diversas (cable, radioenlaces inalámbricos, WiMax [Ohrtman, 05], etc.) para realizar la correspondiente conexión.

- ***Islas WiFi:*** Están compuestas por hotspots, a través de los cuales se conectan los usuarios, que son aportados por diversos actores que actúan como proveedores de red de acceso.

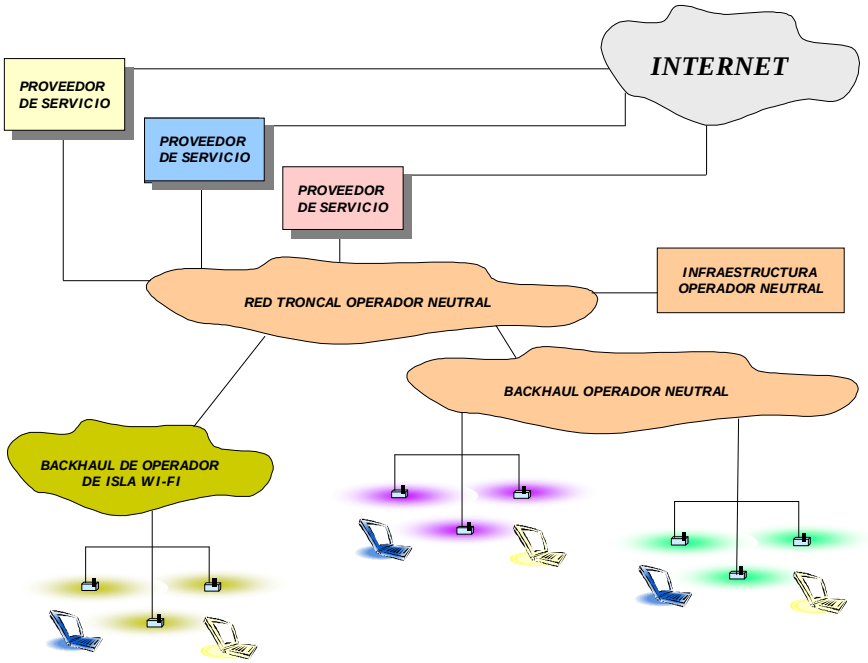



**Figura 8-8: Arquitectura de Red Operador Neutral**

***Fuente: Elaboración propia***

Ante una petición de conexión de un usuario que se encuentre en la zona de cobertura de alguna de las islas acogidas al modelo de operador neutral, éste presentará una pantalla de selección de proveedor de servicio. Una vez elegido por el usuario el proveedor de servicio, el operador neutral canaliza el tráfico entre el proveedor de servicio y el usuario final, actuando de red de acceso y tránsito para el servicio ofrecido, siendo el proveedor de servicio el encargado de gestionar el control de acceso y la facturación del servicio. En [Battati et al, 05] pueden encontrarse consideraciones de mayor detalle sobre la arquitectura propuesta para este modelo.

### 8.4.4 ACTORES

Este modelo da lugar a la participación de una gran diversidad de actores, tal como se ha mostrado en la Figura 8-6. Las ubicaciones son aportadas por entidades interesadas en disponer de servicio al público en las localizaciones de su titularidad, incluyendo también en algunos casos la red de acceso que tengan desplegada en la ubicación para hacer un uso marginal en el suministro de servicios proporcionados por los proveedores a través de la red.

Tal como se ha visto en el apartado 6.3.3, los ayuntamientos son los que hacen un uso más extensivo de este modelo, apoyándose en empresas especializadas que despliegan la red de acceso y transporte para dejarlas a la disposición de los proveedores de servicio que son los que suministran servicios minoristas a través de la red. En algunos casos, los ayuntamientos facilitan el uso de redes corporativas para ser empleadas como parte del backhaul de conexión.

Muchas vecees el papel de operador neutral lo ejercita una fundación formada por entidades públicas y privadas (véase en [Boston, 06] los criterios más habituales de constitución de este tipo de fundaciones), que encomiendan su operación a un operador especializado en redes WiFi metropolitanas. El operador neutral facilita servicio mayorista de manera transparente y no discriminatoria a diversos proveedores de servicios comerciales, y a entidades públicas y empresariales para que hagan uso de ella. En el caso de los proveedores de servicio comerciales, la red se utiliza para suministrar servicio de pago al público; en el caso de empresas y universidades, para constituir grupos cerrados de usuarios de acceso a Internet, y a recursos corporativos para trabajadores itinerantes y miembros de la comunidad docente. Las administraciones públicas utilizan la red neutral para facilitar acceso a sus páginas web a los ciudadanos, para la realización de trámites y consultas de información por parte de ciudadanos y visitantes, así como para satisfacer sus necesidades de comunicación en servicios internos municipales (acceso a recursos corporativos por parte de empleados municipales, control de mobiliario urbano, etc.).

### 8.4.5 ASPECTOS LEGALES

Tanto los actores que suministran subredes de acceso Wifi como el Operador Neutral y los proveedores de servicio, se consideran desde el punto de vista legislativo como operadores de telecomunicación sujetos a la misma normativa que los que actúan bajo el modelo de hotspots o nubes. En este caso, el servicio a los usuarios finales es ofrecido por parte de los proveedores de servicio minoristas, siendo el operador neutral un proveedor de servicios mayorista de conexión cuyos clientes son los proveedores de servicio, y los actores que aportan redes de acceso, suministradors del Operador Neutral.

Las restricciones legales son, por tanto, similares a las establecidas para los hotspots y son de aplicación a todos los actores involucrados en el despliegue y explotación de redes y servicios, si bien el operador neutral y los gestores de islas WiFi, al no establecer relación comercial con los usuarios finales, no están sujetos a la normativa de consumo específica para clientes masivos.

Es de destacar que, al igual que en el resto de modelos, la financiación pública de este tipo de despliegues puede tener implicaciones legales de distorsión de la competencia, como ya se analizó en el apartado 3.4.5, si la inversión pública no está basada en planes de negocio que permitan obtener una tasa de retorno razonable cuando existen servicios en competencia. Las iniciativas públicas que se basan en este modelo incorporan dicho plan de negocio, justificando la financiación del despliegue y la red que gestiona el operador neutral en base a los ingresos aportados por los proveedores de servicio.

### 8.4.6 ASPECTOS DE MERCADO

Tal como se analizó en el apartado 7.1.6, dedicado al análisis de mercado de iniciativas municipales, este modelo está siendo aplicado en iniciativas municipales que pretenden cubrir zonas geográficas amplias con una gran densidad de puntos de acceso, aunque aún no se dispone de suficiente experiencia para evaluar su viabilidad económica. Uno de los WISPs más importantes a nivel mundial, The Cloud, aplica también este modelo en despliegues para explotación privada sin participación municipal con resultados positivos, si bien esta empresa está comenzando a participar en despliegues con participación pública, tal como se describe en el anexo IV dedicado a presentar algunas de las iniciativas de redes públicas WiFi más relevantes, en que se ha incluido el caso de The Cloud.

Tal como se indicó en el apartado dedicado a los patrones de uso de las redes WiFi (7.2.2), el número de usuarios de este tipo de redes es bajo y está muy centrado en ubicaciones especialmente privilegiadas, por lo cual los despliegues con cobertura geográfica amplia pueden verse penalizados, y no disponer de suficientes conexiones por punto de acceso como para

asegurar su viabilidad económica. En cualquier caso, es de prever que la demanda vaya aumentando en los próximos años. Como aspectos positivos, el modelo presenta las siguientes ventajas respecto a los anteriores:

- Dado que los proveedores de servicio no necesitan desplegar ni gestionar infraestructura de acceso, aquellos que actúen en el mercado de servicios fijos o de telefonía celular pueden ofrecer de forma complementaria a su cartera de clientes el acceso a través de la red neutral en aquellas ubicaciones en que exista cobertura de ésta, por lo que el número de posibles usuarios es más amplio que en los casos en que la red es explotada por un único proveedor.

- Al contrario que los hotspots gestionados por un único proveedor que no utiliza roaming, los usuarios no necesitan darse de alta como clientes en cada ubicación, sino que basta con escoger y contratar el servicio con uno de los proveedores para disponer de acceso desde todas las ubicaciones que alcanzan acuerdos con el operador neutral.

La rentabilidad del modelo de operador neutral para iniciativas de promoción municipal se ve favorecida por el uso en autoprestación que realizan los ayuntamientos para mejorar los servicios municipales, y que es una de las motivaciones fundamentales de los despliegues de redes WiFi municipales tal como se analizó en el apartado 6.1.6.

### 8.4.7 MODELO DE CRECIMIENTO

El crecimiento en el modelo de operador neutral sigue las siguientes pautas:

- ***Incorporación de nuevas subredes.*** En este caso se involucra a nuevos actores que dispongan de redes de acceso o estén dispuestos a financiar su despliegue para disponer del servicio en sus ubicaciones. Dado que, tal como se ha visto, las empresas no suelen disponer de motivación suficiente para incorporar sus redes, y los usuarios residenciales no disponen de ubicaciones óptimas ni motivación para actuar como operadores de telecomunicación legales, este crecimiento se debe apoyar en instituciones públicas como colegios, universidades, u hospitales que deseen disponer de servicio para el público y sus empleados en las localizaciones donde están presentes. Esta modalidad de crecimiento se basa pues en aumentar la cobertura del operador neutral.

- ***Incorporación de proveedores de servicio.*** El crecimiento es también posible sin aumentar el coste del despliegue y operación de la red, facilitando el servicio mayorista a nuevos proveedores minoristas que se conecten a la red para realizar propuestas de servicio a los usuarios finales. A su vez, los proveedores de servicio pueden alcanzar acuerdos de roaming con otros proveedores que aumenten el uso de la red. En este caso, el crecimiento se produce en el número de usuarios potenciales de la red.

### 8.4.8 TENDENCIAS

Habida cuenta del elevado número de actores implicados en el modelo de operador neutral, son pocas las iniciativas que lo aplican en su totalidad. Dada la dificultad de implicar a actores que aporten redes de acceso y a diversos proveedores de servicio en las primeras fases del despliegue, la mayoría de las iniciativas que han aplicado este modelo hasta el momento han simplificado su aplicación de las siguientes maneras:

- La red de acceso y transporte es desplegada por un único actor que suele ser una empresa especializada en este tipo de despliegues, y los ayuntamientos facilitan el uso del mobiliario urbano para la instalación de equipamiento de red. De esta manera se simplifica la gestión de la red y se asegura disponer de una cobertura mínima integrada en una zona determinada. Incluso en los casos en que la red se encuentra abierta a la conexión de subredes de otros

titulares, la mayor parte del despliegue es realizada por un único proveedor en colaboración con el ayuntamiento.

• Para facilitar el arranque de la red, asegurar el servicio al público, y facilitar la viabilidad económica del operador neutral, éste actúa también como un proveedor de servicio minorista suministrando el servicio al público (a veces bajo un esquema de exclusividad durante un tiempo, con apertura posterior de la red a otros proveedores).

En cualquier caso, aún con estas simplificaciones del modelo, los ayuntamientos que actualmente están realizando despliegues amplios o planificándolos, contemplan el uso neutral de la red abierto a los diversos proveedores de servicio.

La mayor parte de las iniciativas privadas sin participación pública optan habitualmente por el modelo de hotspot, y raramente abren el uso de la red que despliegan a otros operadores de servicio, más allá de los acuerdos de roaming utilizados en el modelo de hotspot. El caso de The Cloud es una excepción en este sentido.

### 8.4.9 ANÁLISIS DAFO

El análisis realizado para el modelo hotspot es válido también para el modelo de operador neutral, no obstante, existen características específicas diferenciadoras que conviente destacar y que se analizan con mayor detalle en [Infante et al., 06]:

- ***Debilidades:*** La principal debilidad está relacionada con su modelo de crecimiento en los estadios iniciales, ya que debe existir una masa crítica mínima de zonas cubiertas y de proveedores de servicio (en definitiva, base de posibles clientes) para facilitar la incorporación de más proveedores y redes de acceso. Asimismo, la reticencia de los operadores WiFi ya existentes que disponen de servicio en ubicaciones privilegiadas a incorporar su red para que pueda ser explotada por otros proveedores, es otro factor inhibidor de este crecimiento, como muestra la dificultad de aplicar modelos neutrales de uso de infraestructuras de cable para suministrar servicios por parte de proveedores independientes [Bittlingmayer et al., 02].

- ***Amenazas:*** El despliegue de hotspots privados en las zonas más privilegiadas puede suponer una competencia que descreme el mercado, ya que existe un desequilibrio importante entre el patrón de uso en este tipo de ubicaciones y el resto.

- ***Fortalezas:*** En el caso del modelo de operador neutral, una vez que ha arrancado satisfactoriamente se produce un "círculo virtuoso" en el que para los proveedores de servicio es tanto más atractiva la participación cuanto más amplia sea la cobertura, y para los actores que participan en el despliegue y explotación de la red, cuantos más proveedores de servicio se conecten, más podrán rentabilizarla. Otra fortaleza adicional es la facilidad para realizar despliegues ordenados de infraestructuras WiFi, planificando de forma previa el uso compartido de frecuencia (asignación de canales) para puntos de acceso cercanos entre sí, y gestionados por distintos actores acogidos al operador neutral.

- ***Oportunidades:*** El modelo de operador neutral es atractivo tanto para proveedores de servicio que no disponen de red ni desean desplegarla, como para pequeñas empresas interesadas en la operación y mantenimiento de redes sin interés en la gestión de clientes, y para las administraciones locales que deseen promocionar la incoporación del ciudadano a la sociedad de la información sin actuar de operador de servicio de cara a los usuarios finales, dejando este papel a los proveedores de servicios comerciales.

### 8.4.10 CASOS DE ESTUDIO Y REFERENCIAS

El modelo propuesto ha sido aplicado de manera completa en la iniciativa Stockhlom Open descrita en [Battati et al, 05] y en la iniciativa 22@Wifi analizada en [Infante et al., 05b] promocionada por el ayuntamiento de Barcelona, cuya descripción se incluye en el anexo de iniciativas relevantes.

Las iniciativas Wireless Philadelphia [Wireless Philadelphia, 05] y Wireless Boston [Boston, 06] siguen el modelo en la utilización bajo interfaces abiertos de una infraestructura WiFi de red común por parte de diversos ISPs , si bien en el nivel de red no se contempla la existencia de diversas subredes aportadas por distintos actores, sino el despliegue de una única red común por un único actor. En el caso de Philadelphia, el actor que despliega la red y es titular de ella, ofreciendo servicio a proveedores minoristas se corresponde con un WISP especializado (Earthlink), mientras que en el caso de Boston, el operador neutral estará financiado por una fundación sin ánimo de lucro que será el titular de la red compuesta por actores públicos y privados interesados en su despliegue y explotación. En el contexto español, el caso de Avilés [Ayto. Avilés, 06] es un ejemplo también de despliegue de red neutral (en este caso de titularidad y financiación municipal).

En el ámbito privado es también de interés tal como se ha indicado el caso de The Cloud [Cloud, 03] que aplica este modelo en su operación comercial y es el mayor operador WiFi del Reino Unido. En [Leon, 06] se describe con detalle el modelo aplicado por The Cloud y otras iniciativas que siguen este modelo de despliegue y explotación.

### 8.4.11 CONCLUSIONES

El modelo de operador neutral es una alternativa ventajosa respecto al modelo vertical de hotspot en despliegues amplios promocionados por la administración, ya que al separar los niveles de red y de servicio permite que diversos proveedores puedan compartir el uso de las infraestructuras públicas de acceso, sin que cada uno de ellos deba desplegar infraestructura propia. Igualmente, para aquellos actores que deseen desplegar red en una ubicación privilegiada, el modelo de operador neutral permite rentabilizar la inversión a través de su uso por parte de múltiples proveedores de servicio.

En aquellas ubicaciones en que ya se encuentren desplegados operadores bajo el modelo de hotspot, su incorporación al modelo de operador neutral no es sencilla, ya que supone un cambio de modelo para el operador ya implantado, por lo que para que se adhiera ha de existir una clara mejora en las condiciones de explotación del negocio, solo posible cuando el operador neutral se encuentra ya extendido, y dispone de suficiente cobertura (islas WiFi conectadas) y proveedores de servicio que hagan uso de la infraestructura neutral.

Por último, es de destacar que este modelo es especialmente adecuado para impulsar desde el ámbito público el despliegue de una infraestructura que sea aprovechada a través de la iniciativa privada, tanto en la provisión de servicios como en el despliegue de subredes o islas WiFi.

## 8.5 COMPARACIÓN DE MODELOS

Como resumen de las características de los modelos propuestos, en la Tabla 8-1 se muestran las principales diferencias entre ellos.

| | ***Modelo Hotspot*** | ***Modelo wireless commons*** | ***Modelo operador neutral*** |
|---|---|---|---|
| **Arquitectura** | Vertical, operador único de red y servicio | Distribuida con integración débil entre actores | Separación entre nivel de red y servicio. |
| **Ubicaciones** | Hoteles, aeropuertos, zonas comerciales | Domicilios residenciales | Zonas urbanas amplias |
| **Modelo comercial** | Acceso itinerante de pago por tiempo de conexión o empaquetado con otros servicios | Suministro gratuito | Servicio mayorista para proveedores de servicio |
| **Actores implicados** | Operadores tradicionales, WISPs especializados y agregadores | Usuarios residenciales de banda ancha fija y comunidades wireless | Ayuntamientos, WISPs, proveedores de servicio sin red |
| **Aspectos legales** | Posible distorsión de competencia en hotspots financiados por administraciones | Incumplimiento de regulación y de condiciones de uso de servicio minorista de banda ancha fija | Posible distorsión de competencia en participación pública. Todos los actores deben actuar como operadores de telecomunicación. |
| **Aspectos de mercado** | Fragmentación del mercado, competencia con 3G | Ubicaciones con escasez de demanda y falta de garantía de calidad de servicio | Escasez de usuarios y rentabilización de la red por parte de varios proveedores |
| **Modelo de crecimiento** | Principalmente roaming | Incorporación de usuarios residenciales que aportan conexiones | Incorporación de proveedores de servicio y actores que aportan redes de acceso y ubicaciones |
| **Tendencias** | Concentración de actores | Propuestas de explotación comercial y formalización mayor del modelo | Aplicación en iniciativas municipales bajo modelos simplificados |

**Tabla 8-1: Comparación de modelos de despliegue**

***Fuente: Elaboración propia***

Tal como puede observarse en esta tabla, cada modelo plantea la colaboración de actores distintos, bajo arquitecturas y ubicaciones que difieren entre sí. Claramente el modelo de hotspot es el que más se acerca a los modelos de despliegue y explotación que aplican los operadores tradicionales, y de hecho es el utilizado por los operadores de red fija y celulares que actúan en este mercado. Este modelo se especializa en la explotación de las ubicaciones más rentables, y la colaboración entre actores para aumentar las coberturas proporcionadas a los usuarios se basa en acuerdos de roaming, sin uso compartido de redes de acceso. En general se puede considerar consolidado y viable, siendo su única amenaza clara el servicio ubicuo ofrecido por las redes 3G, ante las cuales también pueden actuar de complemento, tal como se analizó en el apartado 3.7.

El modelo "*wireless commons"*, tal como se ha visto, se basa en la utilización de la capacidad excedente en las conexiones de banda ancha residenciales, y plantea importantes problemas de cumplimiento de la regulación y de los contratos de las conexiones de red fija utilizados, que siendo para uso minorista, prohíben expresamente utilizar la conexión para suministrar servicio al público. Aún así, existe una propuesta para articular el modelo de forma comercial, FON, que crece considerablemente en cuanto al número de usuarios adheridos. En general, tanto en el caso de FON como en el de las comunidades wireless, el incumplimiento de las obligaciones legales y de los contratos minoristas de banda ancha supone un problema serio para su extensión y éxito como alternativa de servicio.

Las iniciativas municipales están evolucionando desde el modelo de hotspot hacia modelos de

red neutral, que son especialmente adecuados en el caso de participación pública, ya que permite que los municipios incentiven el despliegue de redes Wifi para usarlas internamente, y que los ciudadanos dispongan de servicio itinerante en amplias zonas de la ciudad, facilitando a la vez que los proveedores de servicio actúen en competencia utilizando esta red para realizar diversas propuestas de servicio.

En la Tabla 8-2 se han resumido y agrupado los aspectos más relevantes del análisis DAFO realizado para cada uno de los modelos. Como se puede observar, los actores privados que protagonizan los despliegues bajo el modelo de hotspots afrontan un escenario de concentración de actores y de amenaza de las redes 3G, que como se ha indicado, puede convertirse en una fortaleza para los hotspots desplegados por operadores celulares que utilicen WiFi de forma complementaria a 3G.

Los despliegues basados en el modelo de wireless commons presentan unas debilidades y amenazas intrísecas al propio modelo que son dificilmente superables, por lo que sus únicas posibilidades de actuación pasan por en incorporar el mayor número posible de usuarios y mantenerse bajo modelos de explotación no comerciales con objetivos modestos que se acomoden bien a estas debilidades y amenazas o centrarse en la autoprestaci. La formalización de la personalidad jurídica de las comunidades wireless combinado y centrarse en el uso exclusivo en autoprestación, pueden facilitar la superación de las debilidades relativas al incumplimiento de la legislación, si bien, podrían suponer un cambio importante de la naturaleza y objetivos que animan el espíritu colaborativo de sus participantes.

| | ***Modelo Hotspot*** | ***Modelo wireless commons*** | ***Modelo operador neutral*** |
|---|---|---|---|
| **Debilidades** | Fragmentación del mercado y escasez de usuarios | No garantía de calidad de servicio, escasez de usuarios y dificultad de implicar a empresas y administraciones | Complejidad organizativa y necesidad de alcanzar una masa crítica mínima, así como escasez de usuarios. |
| **Amenazas** | Servicios itinerantes equivalentes en 3G | Exigencia de cumplimiento de requisitos legales | Despliegue de hotspots privados en ubicaciones privilegiadas que descremen el mercado |
| **Fortalezas** | Sencillez y bajo coste de despliegue | Facilidad de incorporar usuarios residenciales | Sinergias una vez alcanzada la masa crítica y planificación de despliegues compartidos |
| **Oportunidades** | VoIP y crecimiento de la demanda | Incorporación de usuarios no expertos en tecnología WiFi y servicios de VoIP | Interés para proveedores de servicio sin red y para administraciones locales. |

**Tabla 8-2: Análisis DAFO conjunto de modelos de negocio**

***Fuente: Elaboración propia***

Por último, el modelo de operador neutral, pese a ser especialmente adecuado para articular la participación pública en despliegues urbanos, presenta como debilidad el plantear una mayor complejidad que el resto de modelos, así como la necesidad de alcanzar una masa crítica de usuarios y cobertura para poder desarrollar toda su capacidad en el aprovechamiento de la red por parte de proveedores de servicio diversos, con propuestas de servicio distintas e incorporación de redes promocionadas por actores diversos. Es por esto que se está aplicando con limitaciones que simplifican su configuración y operación inicial, tal como muestra la evidencia sobre las iniciativas existentes.

Todos los modelos comparten la debilidad de ser escaso el número de usuarios que hacen uso de los servicios, siendo más acusada en aquellos que basan su despliegue en aprovechar accesos residenciales. Aunque es previsible que vaya aumentando la demanda de acceso itinerante a servicios, gracias a la extensión de equipos terminales y el uso intensivo de Internet, actualmente este aspecto constituye una debilidad importante para viabilidad de la mayor parte de redes, a excepción de aquellas que se encuentran en zonas especialmente privilegiadas.

# 9 RESPUESTAS A PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

## 9.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo responde de forma argumentada a las preguntas que se plantean en esta tesis doctoral sobre la dinámica y viabilidad del despliegue de redes públicas inalámbricas basadas en espectro de uso libre, que tal como se ha analizado a lo largo de la tesis, se apoya mayoritariamente en WiFi. Las preguntas formuladas en este apartado han sido las siguientes:

***1.- ¿El despliegue de redes públicas inalámbricas basadas en espectro de uso libre es realmente disruptivo en lo que respecta a los actores implicados, relaciones entre ellos, y servicios que se suministran?***

***2.- ¿A partir de la evidencia actual, cuales son los factores que inhiben, limitan, potencian o habilitan el desarrollo de este tipo de redes?***

***3.- ¿Son viables los modelos alternativos de desarrollo de redes y servicios basados en uso libre del espectro?***

***4- ¿Existe suficiente evidencia empírica para evaluar el impacto en la incorporación de ciudadanos y empresas a la sociedad de la información de este tipo de iniciativas?***

Estas cuestiones se responderán partiendo del análisis realizado a lo largo de la tesis y la evidencia empírica acumulada tanto cualitativa como cuantitativa expuesta en los anexos I a IV. La primera pregunta relativa a la disruptividad de las redes públicas inalámbricas se aborda en el apartado siguiente (9.2), aplicando la teoría sobre tecnologías disruptivas desarrollada por Clayton Christensen y cotejando esta teoría con las evidencias empíricas recopiladas en esta tesis. En el apartado 9.3 se analizan de forma exhaustiva los factores clave que inciden sobre el desarrollo de estas redes, organizados de acuerdo a su naturaleza. La viabilidad de los modelos de negocio alternativos a los tradicionales se estudia en el apartado 9.4, apoyándose para ello en el análisis de factores que potencian o limitan el desarrollo de estas redes realizado en el apartado anterior. Este análisis de viabilidad se realiza para los tres modelos de negocio presentados en el capítulo 8 que permiten categorizar a la gran mayoría de iniciativas actuales existentes tanto en Cataluña como en el mundo. Por último, el apartado 9.5 está dedicado a responder a la cuarta pregunta, relativa a la evidencia sobre el impacto de estas redes públicas inalámbricas basadas en uso libre del espectro en la incorporación de ciudadanos y empresas a la sociedad de la información.

Aunque ya se ha indicado previamente, es conveniente señalar para facilitar la comprensión que el término “acceso itinerante” se aplica en el presente documento para referirse a la conexión del usuario desde diversas ubicaciones, distintas de las habituales como el domicilio o el puesto de trabajo, lo cual no implica necesariamente movilidad de éste mientras lleva a cabo la transmisión. Así mismo, cuando se utiliza el término anglosajón “roaming”, éste se refiere a acuerdos en el nivel de servicio establecidos entre operadores para que sus clientes puedan hacer uso de las redes desplegadas por otro operador, como se describe en el apartado 3.3.1.

## 9.2 ANÁLISIS DE DISRUPTIVIDAD

Tal como se expone en el primer capítulo, muchos de los actores que participan en el despliegue de este tipo de redes, así como los suministradores de equipos, promocionan WiFi como una tecnología disruptiva, que abre la posibilidad de establecer nuevos modelos de

despliegue y explotación de redes y servicios, y que puede sustituir ventajosamente a otras tecnologías asentadas como las redes fijas o las celulares. Esta aseveración se suele basar en el bajo coste de despliegue, y en la capacidad de actores alternativos para configurar redes amplias interconectadas siguiendo modelos "bottom-up", aprovechando la facilidad de uso del espectro libre al no ser necesario de disponer de licencia de emisión y las características técnicas de estos protocolos como el elevado ancho de banda que proporcionan. Esta calificación como tecnología disruptiva es compartida en muchos casos por empresas consultoras y sociedades de inversión (véase, por ejemplo [Merrill Lynch, 04]).

Para evaluar el grado disruptividad de estas tecnologías se aplicarán los criterios establecidos por el profesor Clayton Christensen de la Universidad de Harvard en [Christensen, 97], que posteriormente fueron desarrollados y aplicados específicamente al mercado de redes y servicios de telecomunicación en [Christensen et al., 04]. La teoría desarrollada por este autor respecto a tecnologías disruptivas está ampliamente difundida y aceptada en la comunidad científica y de gestión empresarial, y facilita el análisis de las tecnologías desde el punto de vista de su impacto en las reconfiguraciones de la cadena de valor, ofertas de servicio, usuarios de la tecnología y en general sobre el mercado.

En [Christensen et al., 04] se definen las tecnologías disruptivas en términos relativos a las tecnologías asentadas que operan en el mismo mercado como aquellas que cumplen las siguientes condiciones:

- Son tecnologías nuevas respecto a las utilizadas por los suministradores ya instalados y ofrecen menores prestaciones que éstas, en términos de los atributos valorados por los clientes habituales del resto de tecnologías.

- Presentan un menor coste para el cliente, son más simples y sencillas de utilizar.

- Los productos y servicios que se basan en tecnologías disruptivas van dirigidos a segmentos del mercado no cubiertos por las tecnologías asentadas, o para los cuales la oferta basada en las tecnologías existentes suministra unas prestaciones excesivamente elevadas para sus necesidades a un precio acorde con ellas.

- La evolución tecnológica permite que a largo plazo las tecnologías disruptivas mejoren en prestaciones y terminen sustituyendo a las tecnologías tradicionales.

Dado que el público inicial de las tecnologías disruptivas está compuesto por segmentos bajos o inexistentes de mercado, los actores que articulan su oferta comercial en base a tecnologías asentadas, no suelen hacer uso de las disruptivas, centrando sus esfuerzos en la mejora de las tecnologías ya asentadas (mejora denominada por Christensen *innovación sostenida*), al objeto de ajustar sus productos y servicios a los segmentos más rentables y con mayor volumen de mercado. De esta manera, las tecnologías disruptivas son gestionadas en un por actores entrantes que se dirigen inicialmente a segmentos que presentan bajos márgenes o excluídos del mercado. La posterior evolución tecnológica les permite cubrir a largo plazo los segmentos más rentables del mercado y desplazar de éste a los actores tradicionales, que cuando ven amenazada la parte del mercado que genera mayores ingresos, se encuentran con una competencia ya instalada, con experiencia en la tecnología disruptiva, que pasa a convertirse en tecnología asentada.

Si se aplican estos criterios a la tecnología WiFi, es evidente que se cumplen parte de los criterios establecidos por Christensen respecto a las tecnologías de redes fijas y celulares:

- Tal como se ha visto en los apartados anteriores, WiFi actualmente ofrece un ancho de banda y calidad de servicio inferior al proporcionado por las redes fijas y no dispone de coberturas integrales, como las ofrecidas por 3G.

- Para suministrar servicio en edificios o pequeñas zonas de cobertura, WiFi presenta un coste menor y una mayor sencillez de despliegue que las tecnologías fijas y celulares.

- La oferta de servicios basados en redes WiFi está dirigida principalmente a segmentos del mercado no cubiertos (como el acceso a Internet en zonas donde no existe oferta de banda ancha basada en red fija y para acceso a servicios telemáticos itinerante, como acceso a Internet, correo electrónico, etc). Aunque en zonas urbanas los servicios itinerantes se proporcionan también con 3G, las tarifas de los operadores celulares son elevadas y el ancho de banda proporcionado, es inferior al que suministra WiFi.

- La evolución tecnológica de WiFi muestra una tendencia hacia el incremento en ancho de banda y la mejora de mecanismos de control de la calidad de servicio, que pueden dar lugar a medio plazo a cubrir satisfactoriamente segmentos de mercado como la transmisión de voz sobre IP.

- Existen actores alternativos como pequeñas empresas especializadas, administraciones locales, e iniciativas ciudadanas, que se han dedicado en la explotación de este tipo de redes, abordando los mercados de acceso itinerante y banda ancha residencial para proporcionar estos servicios utilizando WiFi como tecnología de acceso final.

No obstante, se pueden apuntar varios factores que debilitan esta calificación de WiFi y el uso de WiMax en banda libre como tecnologías disruptivas:

El escaso alcance de los puntos de acceso WiFi y las estaciones base WiMax usadas en banda libre hacen que estas tecnologías no puedan considerarse como un sustituto de las tecnologías fijas, sino como un complemento de ellas. Tal como se ha analizado en el apartado 3.1.5, es necesario disponer de redes de transporte basadas en tecnología fija, o en radioenlaces fijos en espectro licenciado, que permitan conectar a la red de acceso con el punto donde se suministra el servicio. Si bien las arquitecturas de red mallada permiten en determinados casos sustituir redes de backhaul basadas en otras tecnologías, y además están evolucionando para permitir mayores coberturas, siempre será necesario disponer de infraestructuras de transporte de mayor capacidad para la conexión a los puntos de provisión del servicio, sólo disponibles actualmente sobre otras tecnologías. La limitación de alcance de cada punto de acceso será dificilmente soslayable en un futuro cercano, puesto que está derivada de la necesidad de aplicar potencias bajas para permitir el uso simultáneo en bandas libres. Así pues, a día de hoy, estas tecnologías son complementarias con las redes fijas y los radioenlaces en banda licenciada, y no sustitutivas de forma completa, sino sólo en el acceso.

Esta misma característica del corto alcance de los puntos de acceso, dificulta la viabilidad económica de los despliegues con cobertura amplia, por lo que en un futuro cercano es altamente improbable que WiFi pueda sustituir completamente a las tecnologías celulares, aunque sí actuará como complemento de éstas, tal como se ha analizado en el apartado 3.7.

Por tanto, en lo que respecta a las características de la tecnología en sí, WiFi no es un sustituto completo de las tecnologías con las cuales compite, sino que para hacer un uso práctico de las redes WiFi, es necesario utilizar también las redes fijas en el transporte, y las limitaciones de alcance impiden que a medio plazo puedan realizarse coberturas amplias sustitutivas de las redes celulares. En consecuencia, WiFi sólo es potencialmente disruptivo como tecnología final de acceso, complementada generalmente con el uso de otras tecnologías consolidadas para suministrar servicio a los usuarios.

En lo que respecta a los actores que hacen uso de la tecnología WiFi, aunque es cierto que existen operadores entrantes que se han especializado en su aplicación, no se cumple la condición de que los actores ya asentados en el mercado hayan aplicado una estrategia de

abandono del segmento de mercado al que están orientados estos operadores alternativos.

Tal como se ha visto en el apartado 6.1, los operadores de telecomunicación tradicionales que basan su oferta en redes fijas y celulares sí están utilizando WiFi en su oferta de servicio. El uso que realizan de esta tecnología se centra en complementar la oferta de banda ancha fija, proporcionando a los usuarios residenciales puntos de acceso WiFi para su uso privado, y en desplegar hotspots en ubicaciones privilegiadas. Tal como muestran los datos sobre despliegues de éstos en diversos países y se ha constatado en el caso catalán analizado en el anexo I, son los operadores tradicionales y no los operadores entrantes especializados en WiFi, los que dominan actualmente el mercado de hotspots, contando con mayor número de ubicaciones.

En lo que respecta a los accesos de banda ancha residencial, los operadores de red fija no utilizan Wifi como tecnología de acceso sustitutiva en zonas donde no resulta rentable o técnicamente posible el despliegue de ADSL o cable, debido a sus inferiores capacidades frente a otras tecnologías alternativas como las redes fijas inalámbricas en espectro licenciado. En cualquier caso, sí abordan este segmento de mercado apoyándose como se ha indicado en otras tecnologías alternativas, y acudiendo a los concursos planteados por las distintas administraciones de extensión de banda ancha rural apoyándose en tecnologías fijas y de espectro licenciado y no en WiFi, como muestra la evidencia del caso catalán incluida en el anexo I.

En realidad, los grandes operadores de redes fijas disponen de las capacidades técnicas y la motivación para explotar esta tecnología en aquellos segmentos en que resulta más rentable su aplicación, como son los hotspots privados en zonas privilegiadas. Son además los actores que disponen de mayor número de ubicaciones en su oferta de servicio, jugando con ventaja respecto a los operadores entrantes al disponer de redes fijas con una elevada capilaridad que les permiten conectar a costes ventajosos estos hotspots.

Los operadores de telefonía celular también han entrado en el mercado de hotspots (véase por ejemplo el caso de T-Mobile en la Tabla 6-1) y se encuentran en una situación similar a los operadores de red fija. Aunque no disponen de redes de transporte fijas de elevada capilaridad, sí disponen de una base elevada de clientes y experiencia en el mercado de acceso itinerante, lo que les permite jugar con ventaja sobre los operadores entrantes. En el uso complementario de hotspots WiFi con despliegues de 3G, estos operadores se encuentran también en ventaja respecto a otras empresas comerciales con motivaciones económicas, ya que controlan directamente una de las piezas de la oferta combinada de ambas, y en cualquier caso están en disposición de replicar las estrategias que apliquen los operadores alternativos.

Así pues, los operadores entrantes que basan su negocio en el despliegue de hotspots en ubicaciones privilegiadas con objetivos económicos, se encuentran con una política de enfrentamiento por parte de los operadores tradicionales que en general están en disposicion de replicar con ventaja las estrategias de los entrantes, y de plantear estrategias de competencia basadas en sus mayores fortalezas.

En el caso de las iniciativas en las que participan actores cuyas motivaciones no están orientadas al lucro económico, como las administraciones locales o las iniciativas ciudadanas, sí se pueden producir situaciones asimétricas en donde la diferencia de motivación entre los actores tradicionales y estos nuevos actores permita a estos últimos desarrollar estrategias que no sean replicables por el operador tradicional, al no existir un incentivo económico claro asociado a las mismas.

Como es lógico, para que pueda darse esta situación de posibilidad de hacerse con un segmento de mercado por parte de estos actores alternativos, han de ser viables a medio plazo, tanto en los aspectos técnicos, como organizativos, económicos, y legales. Este es el objeto de

las siguientes preguntas de investigación que se abordan en los apartados 9.3 y 9.4.

En [Christensen et al., 04] se realiza también un análisis de la disruptividad de WiFi centrado en los operadores de hotspots, sin abordarse el caso de los despliegues municipales ni de iniciativas ciudadanas. Aunque Christensen llega a conclusiones similares a las aquí presentadas, este autor considera que en un futuro la mejora de las características de WiFi para suministrar voz sobre IP y la consolidación de WiMax, sí pueden habilitar modelos disruptivos de control de mercados por parte de operadores entrantes, en unos casos basados en modelos protagonizados por operadores de contenidos o servicios sobre Internet, como Google o Skype, y en otros, desarrollados por operadores de telecomunicación alternativos.

Aunque el futuro es dificil de predecir al estar implicados un número elevado de factores entrelazados, a corto plazo existen las siguientes dificultades para que se materialicen las posibilidades apuntadas por Christensen:

- Los operadores tradicionales disponen del control de las redes troncales de datos, y pueden aplicar tanto mecanismos de control y priorización de los servicios proporcionados a los proveedores de servicio[34], como replicar propuestas al mercado, o actuar en colaboración con los proveedores de contenidos, lo cual dificulta el control autónomo del mercado por parte de éstos. En definitiva, el mercado de la voz es una fuente de ingresos clave para los operadores de telecomunicación, y disponen de las capacidades y motivaciones para competir de forma ventajosa por él. En cualquier caso, sí es cierto que los modelos de transmisión de voz sobre IP protagonizados por actores como Skype, está implicando ya un cambio de modelo de facturación de servicios de voz sobre red fija hacia las tarifas planas no dependientes del tráfico. Eun futuro, esta evolución hacia tarifas planas problemente se producirá también sobre los servicios proporcionados por los operadores celulares, aunque siempre con un protagonismo importante de los operadores tradicionales.

- En lo que respecta a la capacidad de WiMax para actuar como tecnología disruptiva en un futuro, sus características esenciales de corto alcance son similares a las de WiFi cuando se aplica sobre espectro libre, y por tanto las limitaciones son del mismo orden, presentando ventajas adicionales (como una mayor calidad de servicio y mejores coberturas) y debilidades añadidas, como la escasa extensión de equipos terminales. El uso más común de WiMax referenciado por Christensen se produce cuando se emite en bandas licenciadas, en donde los alcances de cada estación base son elevados y comparables a los de las tecnologías celulares. Aunque este uso de WiMax no es objeto de la presente tesis es conveniente precisar que una vez más, los modelos de despliegue y comercialización son replicables por los operadores tradicionales, que están aplicando una estrategia de enfrentamiento con los operadores entrantes, optando por licencias de uso de WiMax, y en algunos casos adquiriendo compañías especializadas en este tipo de despliegues (como por ejemplo la participación de Telefónica en Iberbanda, operador especializado en LMDS y despliegues preWiMax).

[34] *Conviene hacer la precisión de que este aspecto está actualmente en discusión dentro del debate de "neutralidad de la red" en el cual se dilucida el derecho de los operadores de telecomunicación a aplicar distintas prioridades y calidades de servicio a los proveedores que se apoyan en estas redes troncales necesarias para realizar la transmisión.*

**Conclusiones**

En resumen, para la situación actual para WiFi (aplicable también a WiMax sobre banda libre), se puede decir que aunque cumple en parte las condiciones para ser considerada tecnología disruptiva aplicando criterios aceptados por la comunidad científica sobre la teoria de la disruptividad, actualmente no lo es como sustitutivo completo de otras tecnologías, pues necesita apoyarse en las redes fijas para proporcionar servicio a los usuarios potenciales. Asumiendo esta limitación y atendiendo únicamente a la disruptividad como tecnología de acceso, ***WiFi no es disruptivo en los despliegue protagonizados por operadores entrantes con ánimo de lucro***, pues los operadores tradicionales aplican estrategias de enfrentamiento y utilizan Wifi con ventajas competitivas en el despliegue de hotspots, estando en condiciones de replicar y mejorar las propuestas de los entrantes apoyándose en sus mayores capacidades. En lo que respecta a otros ***actores alternativos no motivados por el lucro económico, sí se pueden producir las condiciones de disruptividad, al existir objetivos distintos que facilitan modelos de despliegue y explotación que no plantean interés para los operadores existentes, si bien es necesario que sean viables,*** aspecto que se analiza en la respuesta a las siguientes preguntas.

**Evidencias en que se apoyan las conclusiones**

- Necesidad de disponer de redes de backhaul y transporte, que limita el ámbito de aplicación a la red de acceso, lo cual implica dependencia de los actores que despliegan las redes de backhaul y transporte (3.1.5 y 5.3)
- Capacidades limitadas de WiFi para soportar todos los servicios que se ofrecen con tecnologías fija (3.5) y escaso uso hasta el momento de las características diferenciales para desarrollar nuevos servicios basados en localización (3.5.8)
- Capacidad de los actores tradicionales (operadores fijos y celulares) para replicar y mejorar los despliegues de hotspots comerciales (6.1.1 y 6.1.2).
- Aplicación efectiva de esta capacidad demostrada en el control del mercado de los hotspots comerciales (7.1.3, 8.2.4 y anexo I).
- Intereses y capacidades distintas a lo de los operadores tradicionales por parte de los nuevos actores participantes en el despliegue y explotación de estas redes: iniciativas ciudadanas 6.4.2, ayuntamientos (6.3.3), comercios (6.2.4), y usuarios residenciales (6.4.1).
- Aplicación por parte de estos actores de modelos de explotación y despliegue basados en estos intereses y capacidades distintos que son difícilmente replicables por parte de los operadores tradicionales (8.3 y 8.4)
- Visión por parte de los operadores de red fija de WiFi como tecnología de complemento de la oferta de red fija y de despliegue de hotspots en ubicaciones privilegiadas, sin contemplarse otros usos o modelos alternativos (Anexo III)

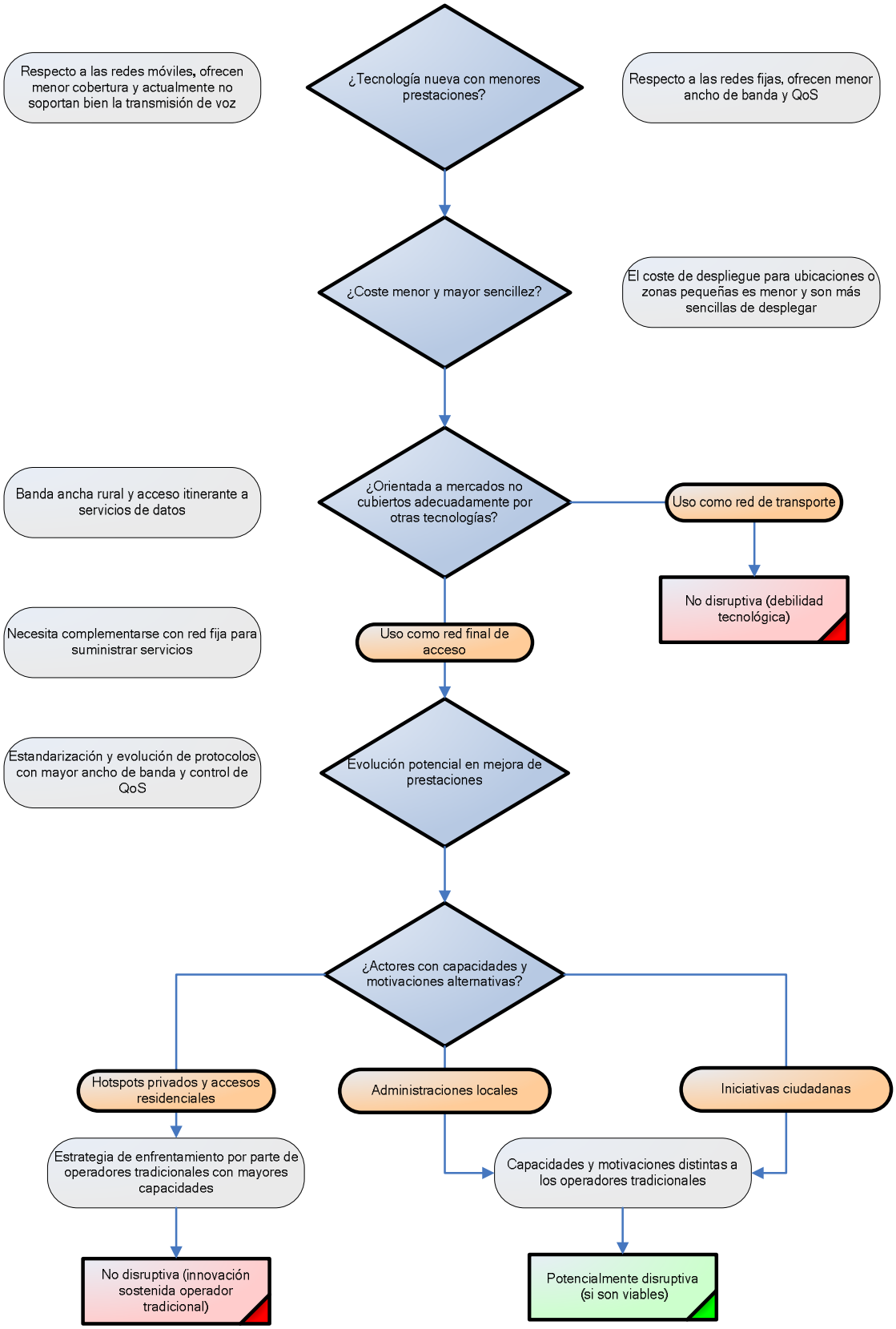



**Figura 9-1: Disruptividad en redes públicas basadas en espectro libre**

***Fuente: Elaboración propia***

## 9.3 FACTORES CLAVES PARA DESARROLLO DE REDES

A lo largo de la tesis se han ido revelando los factores principales que influyen en el desarrollo de este tipo de redes, y que pertenecen a diversos ámbitos más allá de los estrictamente técnicos, ya que la tecnología por sí misma sólo ofrece posibilidades de utilización y de configuración, que son posteriormente aprovechadas y moldeadas de acuerdo al conjunto de condiciones de contorno y a los intereses y capacidades de los actores que hacen uso de ellas, tanto para realizar propuestas comerciales y libres de uso como para utilizar los servicios.

En este apartado se agrupan y resumen estos factores clave, comenzando con los aspectos cercanos a las posibilidades técnicas y evolución de las tecnologías de transmisión que emplean las bandas libres del espectro, y terminando por las capacidades e intereses de los actores que hacen uso de estas tecnologías para desplegar redes y ofrecer servicios sobre ellas. Junto a la descripción de cada factor se realiza una evaluación sobre su capacidad de habilitar y potenciar, o -por el contrario- inhibir o limitar el desarrollo de este tipo de redes, tanto en la actualidad como a medio plazo.

Por medio plazo se ha entendido un periodo aproximado de 5 años, para el cual es posible, a partir de las tendencias detectadas en la actualidad, realizar una previsión con un grado razonable de fiabilidad sobre cuales son los factores que configurarán la evolución de estas redes. Como toda proyección de futuro en una tecnología que no ha alcanzado su configuración final de uso, y que se encuentra en proceso de construcción social, el vaticinio es arriesgado, ya que existen incertidumbres importantes, especialmente en los factores relacionados con las tendencias de competencia y complemento entre 3G y WiFi. El análisis de la situación actual en cambio sí está basado en la evidencia existente sobre estas redes y los modelos de despliegue aplicados.

La valoración del impacto de estos factores clave es cualitativa, pues no es posible cuantificarla para la mayor parte de los ellos. Siempre que es posible, se establece una calificación de la intensidad con que influye factor, que permite discenir su relevancia relativa respecto al resto. En el apartado final (9.3.8) se agrupan todos los factores y se comparan los efectos limitativos con los efectos potenciadores para obtener una conclusión general respecto al balance entre ambos. La Tabla 9-1 sintetiza el efecto de cada uno de estos factores.

Las conclusiones obtenidas respecto a estos factores clave se utilizan como punto de partida en el apartado 9.4, para evaluar la viabilidad y posibilidades de crecimiento de cada modelo de negocio. A continuación se presenta el análisis de estos factores organizados según el ámbito al que pertenecen (técnico, regulatorio, de mercado, etc.).

### 9.3.1 FACTORES TÉCNICOS

#### Estandarización y evolución de protocolos

En todas las tecnologías de telecomunicación la estandarización juega un papel clave en cuanto a su extensión, abaratamiento de costes basados en economías de escala, y posibilidad de fragmentación de la cadena de valor para ser utilizada en combinación con otras tecnologías.

Así mismo, habida cuenta de la rápida evolución en este campo, la existencia de una actividad importante en la actualización de la familia de protocolos que soporta cada tecnología (incorporando avances en las tecnologías base de transmision, y adaptándose a nuevas necesidades para suministrar servicios a mayores velocidades y con mejores características de calidad de servicio) es también clave para que actúen como soporte y faciliten el desarrollo de redes a medio plazo.

Ambas condiciones se cumplen en la familia de protocolos 802.11, en los que está basado WiFi.

Estos protocolos están estandarizados por IEEE, son aceptados internacionalmente, existen organismos centrados en reforzar la interoperabilidad (Wifi Alliance), y están soportados por una amplia variedad de fabricantes. Tal como se ha analizado en el apartado 3.1.2, además continúan evolucionando para aprovechar nuevas técnicas de modulación aumentando el ancho de banda (802.11n), mejorar los mecanismos de seguridad (802.11i), estandarizar el uso para la construcción de redes malladas (802.11f), optimizar la potencia utilizada en la transmisión (802.11h) y mejorar la calidad de servicio (802.11d).

Aunque el uso de WiMax sobre banda libre es actualmente muy escaso, los razonamientos anteriores son también válidos en este caso (véase apartado 3.1.2).

**Conclusiones**

Por tanto, el elevado grado de estandarización y evolución de protocolos ***actualmente*** habilita y ***potencia*** el desarrollo de redes WiFi ***para todos los modelos de negocio*** que se apliquen, dado que todos hacen uso de las mismas capacidades tecnológicas.

En un ***futuro a medio plazo*** es de prever que la tendencia sea ***similar***.

**Evidencias en que se apoyan las conclusiones**

- Madurez y extensión de los estándares existentes (3.1.2)
- Planes de estandarización por parte del IEEE (3.1.2)
- Grado de implantación de los protocolos estandarizados (3.1.2)
- Datos sobre extensión de tecnología WiFi (7.1.1)
- Análisis de compatibilidad y estandarización (4.1.2)
- Estrategia de fabricantes de microelectrónica (6.2.1)
- Estrategia de fabricantes de puntos de acceso (6.2.3)
- Datos obtenidos en radiomapa sobre estándares utilizados (Anexo II)
- Visión compartida de actores representativos entrevistados (Anexo III)

## Disponibilidad de equipos terminales con acceso itinerante

Las redes inalámbricas públicas están concebidas fundamentalmente para uso itinerante, esto es, desde distintas ubicaciones, por lo que resulta esencial para su utilización que los equipos terminales dotados de conexión WiFi se encuentren extendidos, sean ligeros y que su coste sea razonable.

Tal como se ha analizado en el apartado 3.1.4, los ordenadores portátiles son los equipos más utilizados actualmente sobre estas redes, encontrándose en general equipados con WiFi y detectándose una tendencia hacia la sustitución de ordenadores fijos por equipos portátiles.

En lo que respecta a terminales de mano más manejables y de menor tamaño que faciliten un uso en exteriores para conexiones puntuales, la base existente de equipos es pequeña, pues las PDA equipadas con WiFi no han tenido una difusión elevada, y los teléfonos inteligentes equipados con WiFi aún se encuentran en su fase inicial de comercialización. No obstante, se detecta una tendencia de comercialización creciente de teléfonos duales WiFi/3G, teléfonos WiFi para Voz sobre IP, y videoconsolas equipadas con WiFi, que pueden representar en un futuro un papel importante como equipos de conexión a las redes WiFi, si bien actualmente su extensión es escasa.

**Conclusiones**

La disponibilidad de equipos terminales portátiles constituye por tanto, ***actualmente*** un factor ***moderadamente potenciador***, al ser elevado y creciente el número de ordenadores portátiles en los países occidentales, si bien la base de terminales más ligeros es todavía escasa.

En un ***futuro, la disponibilidad de equipos terminales potenciará aún más*** el uso de estas redes a medida que se vaya desarrollando el mercado de los equipos de mano.

**Evidencias en que se apoyan las conclusiones**

- Elevada y creciente planta de ordenadores portátiles equipados con WiFi (3.1.2)
- Evolución del mercado de teléfonos inteligentes equipados con WiFi (3.1.4)
- Implantación de WiFi en otros equipos terminales portátiles como videoconsolas o lectores de MP3 (3.1.4)
- Tendencias de convergencia en equipos terminales 3G y WiFi (3.7.2)
- Estrategia planteada por fabricantes de equipos terminales (6.2.2)
- Visión compartida de actores representativos entrevistados sobre la evolución del mercado de equipos terminales (Anexo III).

Conviene recordar, tal como se ha analizado en el apartado 3.7.2, que la difusión de los teléfonos inteligentes estará muy condicionada por la estrategia futura de mercado de los operadores celulares, que tradicionalmente han participado activamente en la difusión de este tipo de dispositivos, subvencionando su adquisición por parte de los usuarios a cambio de que el servicio se utilice sobre su propia red. Esto supone que los operadores celulares cuentan con una ventaja competitiva para limitar el uso del terminal a las redes de hotspots operadas por ellos mismos, al menos en sus estadios iniciales, difícil en cualquier caso de movilizar por la pérdida de utilidad que supone para el usuario esta limitación.

## Disponibilidad de redes de backhaul y transporte

Habida cuenta de que WiFi tiene como uso principal el soporte a redes de acceso, tal como se ha analizado en el apartado 3.1.5, es necesario disponer de redes de transporte que permitan canalizar el tráfico hacia los puntos donde se dispone de conexión a Internet y aplicaciones para proporcionar el servicio.

En este sentido, el desarrollo de las redes malladas inalámbricas es clave para abaratar los costes de transporte. Tal como se ha analizado en el apartado 3.1.5, esta tecnología aún no se encuentra madura, ya que los productos comerciales existentes son propietarios y soportan un número pequeño de saltos. No obstante, las redes malladas se encuentran en evolución y estandarización y es previsible que a medio plazo faciliten el despliegue económico de redes de backhaul inalámbricas.

La aplicación de otras tecnologías de acceso radio en estas redes de backhaul es una alternativa razonable, en determinados contextos, a las redes malladas. Si bien LMDS y MMDS no han tenido el éxito esperado inicialmente como alternativa a las redes fijas, el desarrollo de WiMax en espectro licenciado puede facilitar enormemente el despliegue de redes de backhaul en zonas donde no exista red fija o donde se pretenda cubrir zonas dispersas. WiMax se ha estandarizado recientemente y son escasas las experiencias de aplicación en el mercado, por lo que las iniciativas WiFi operativas no hacen uso en general de esta tecnología como red de backhaul.

Las experiencias de transporte basado en satélite, aplicadas únicamente en zonas rurales donde no existe red fija, han mostrado una debilidad importante para suministrar servicio, debido a su elevado coste y bajas prestaciones, si bien en zonas remotas de orografía abrupta es la única alternativa como red de transporte.

Allí donde existe despliegue de red fija, ésta actúa de infraestructura de transporte (complementada opcionalmente con backhaul basado en redes malladas o WiMax). No obstante, las cláusulas establecidas por los operadores de redes fijas para clientes minoristas dificultan su uso para la construcción de redes por parte de usuarios particulares que proporcionen servicios al público (este aspecto se analizará con mayor detalle más adelante).

Es conveniente destacar que los despliegues en localizaciones privilegiadas de elevado tránsito, típicos de los hotspots privados, no se ven en general afectados por este factor, al no necesitar concentración de tráfico en distintas ubicaciones y realizarse generalmente en zonas donde existe cobertura de redes fijas.

**Conclusiones**

En consecuencia, la disponibilidad de redes de transporte ***actualmente*** es un ***factor limitador*** del despliegue de redes basadas en espectro de uso libre, en aquellas ubicaciones y ***para*** aquellos ***actores que no disponen de servicios de transporte de red fija***.

La maduración de las ***tecnologías de redes malladas*** y en tecnología ***WiMax*** puede suponer en un ***futuro cercano*** una reducción del coste de despliegue de redes de backhaul, actuando como un ***potenciador*** del despliegue de redes de acceso WiFi.

**Evidencias en que se apoyan las conclusiones**

- Análisis de alternativas para redes de backhaul (3.1.5)
- Limitaciones existentes en la tecnología de redes malladas (3.1.5)
- Características técnicas y evolución de WiMax (3.1.2)
- Análisis de condiciones legales de uso de infraestructura fija de terceros 3.4.3

## Madurez de herramientas de gestión de acceso, uso y fallos

Tal como se ha analizado en el apartado 3.2, para suministrar servicios bajo modelos comerciales y con compromisos de calidad es necesario disponer de herramientas que permitan gestionar el control de acceso y la gestión de uso, así como los fallos y prestaciones. Este aspecto está bien cubierto para las redes WiFi, existiendo una variedad amplia de herramientas. Parte de ellas están basadas en software libre, lo que facilita su utilización con costes modestos por parte de actores alternativos.

El estándar de gestión de accesos y uso más aplicado (RADIUS) está ampliamente extendido y normalizado, estando prevista su evolución hacia un nuevo estándar (DIAMETER) que permiten mayor sofisticación de la gestión de uso, lo que facilitará la implantación de modelos de facturación novedosos.

**Conclusiones**

Así pues, la disponibilidad de herramientas de gestión de accesos, uso, y fallos, es un factor ***habilitador*** para el despliegue de estas redes, pudiendo considerarse la disponibilidad de software libre también un factor ***potenciador*** (aunque con un peso menor que el de otros factores) en el caso de los actores alternativos como las iniciativas ciudadanas.

En un ***futuro es de prever que se mantenga este impacto potenciador,*** ya que estas herramientas y los estándares aplicados evolucionan a la par que la propia tecnología de acceso.

**Evidencias en que se apoyan las conclusiones**

- Análisis de madurez de herramientas que soportan estas actividades de gestión (3.2)
- Evaluación de actores involucrados en iniciativas ciudadanas y WISPs (entrevistas disponibles en Anexo III)

## Madurez de modelos de interconexión

Las redes públicas inalámbricas basadas en espectro de uso libre pueden ser desplegadas de manera vertical por un operador tradicional, sin realizar interconexión con otros actores para cooperar en el despliegue y explotación de redes y servicios. No obstante, los modelos de negocio configurados por actores alternativos a los operadores tradicionales, han de apoyarse generalmente en interconexiones y acuerdos de cooperación para articular su oferta de servicio y facilitar el crecimiento de la red y la base de usuarios.

Según se ha mostrado en el capítulo 3.3, existe una amplia variedad de modelos de interconexión, adecuados cada uno de ellos para distintos modelos de negocio. El más extendido y aplicado es la realización de acuerdos de uso a nivel de servicio (roaming), que es el utilizado por los operadores tradicionales en el caso de los hotspots para aumentar su oferta de ubicaciones en países donde no operan.

El resto de arquitecturas de interconexión, basadas en el uso compartido de redes de acceso y transporte, no se encuentran en el mismo grado de desarrollo que el roaming, siendo menor su implantación, si bien se aplican, especialmente por parte de actores alternativos como las iniciativas ciudadanas o los despliegues municipales.

**Conclusiones**

La disponibilidad de una amplia variedad de modelos y arquitecturas físicas de interconexión es un factor que habilita y ***potencia*** el despliegue de este tipo de redes bajo diversos acuerdos de cooperación entre actores. No hay razones para suponer que el impacto de este factor pueda cambiar en un futuro ***a medio plazo***, en el cual es de prever que se consoliden y perfeccionen las arquitecturas y modelos de interconexión.

**Evidencias en que se apoyan las conclusiones**

- Análisis realizado sobre aspectos técnicos de los modelos de interconexión (3.3)
- Fragmentación de cadena de valor y diversidad de actores que deriva en la necesidad de aplicar gran variedad de modelos de interconexión entre éstos (4.2)
- Análisis de estrategias de interconexión aplicada por operadores tradicionales, agregadores, iniciativas ciudadanas y ayuntamientos (6)
- Análisis de arquitecturas planteadas en cada modelo de negocio (8.2.3, 8.3.3, 8.4.3)

### 9.3.2 FACTORES REGULATORIOS

## Uso de espectro compartido

La limitación de potencia de emisión es un factor técnico clave que limita la cobertura de cada punto de acceso WiFi a decenas o unos pocos cientos de metros, haciendo más costoso y complejo el despliegue de coberturas amplias. Esta limitación, tal como se analizó en el apartado 3.4.2, está derivada de la necesidad de facilitar la reutilización de canales en zonas cercanas cuando se hace uso compartido del espectro, y una vez fijado el número de canales disponibles, la banda asignada, y el número de emisiones simultáneas permitidas, la limitación de potencia queda establecida para una técnica de modulación determinada, y por tanto está limitado el alcance de la comunicación.

La situación actual, tal como se ha analizado en el apartado 3.4.2, muestra que el espectro asignado para uso libre es mucho menor que el asignado para uso licenciado. Si bien los problemas debidos a interferencias entre puntos de acceso no son actualmente graves (pueden coexistir en la misma ubicación o cercanas hasta tres puntos de acceso transmitiendo de forma simultánea en la banda de 2,4 GHz y hasta doce en la de 5 GHz), sí limitan indirectamente las

potencias emitidas, y por tanto el alcance de cada punto de acceso, haciendo más costoso el despliegue en zonas amplias con coberturas integrales.

Esta limitación de bandas de frecuencia asignadas, que no supone una limitación importante para el uso inicialmente previsto de estas tecnologías (redes de área local inalámbricas dentro de edificios), actúa como un factor limitador clave para el desarrollo de las redes públicas con zonas amplias de cobertura, pues encarece su despliegue.

En un futuro, es previsible que se agraven los problemas de interferencia en la banda de 2,4 GHz debido al enorme crecimiento del número de puntos de acceso en uso privado, según se deduce de los datos de ventas de este tipo de equipos y los resultados obtenidos en el análisis de campo mostrado en el anexo II. Esencialmente, en zonas urbanas aumentarán los puntos de acceso desplegados alcanzándose en muchas ubicaciones el límite previsto de coexistencia de redes sin merma de prestaciones (como se ha indicado, hasta tres puntos de acceso para esta banda), y convirtiéndose este aspecto en un factor inhibidor del desarrollo redes Wifi.

Este problema provocará una migración progresiva hacia la banda de 5 GHz, que dispone de mayor capacidad de transmisiones simultáneas en una única ubicación. No obstante, la mayor parte de la planta de equipos terminales opera en 2,4 GHz, por lo que tendrá que producirse en paralelo también una migración de éstos a la banda superior. El paso a los 5 GHz no supondrá un aumento de la cobertura de cada punto de acceso, ya que aunque las potencias permitidas son mayores, la atenuación es también más elevada, siendo similar la zona cobertura por cada punto de acceso en ambas bandas.

El avance de las técnicas de modulación probablemente sólo podrá paliar parcialmente esta limitación, y será necesario aumentar a largo plazo las bandas disponibles, para facilitar la coexistencia de redes en una misma ubicación y poder aumentar las potencias de transmisión, lo cual favorecería una reducción de los costes de despliegue. Aunque los organismos con atribuciones al respecto -como ITU- están estudiando la posible ampliación de bandas de frecuencias en uso libre, aún no se dispone de fechas ni características de éstas.

**Conclusiones**

Por tanto, la regulación del uso compartido del espectro es ***actualmente*** un factor ***limitador*** que supone un mayor coste de despliegue debido a los bajos rangos de potencia de emisión permitidos, y en un ***a medio plazo*** continuará siendo un factor ***limitador más relevante aún*** que dificultará la operación de redes en la banda de 2,4 GHz en aquellas zonas donde coexistan varias redes, sean éstas de uso público o privado. Esto supondrá la ocupación progresiva de la banda de 5 GHz que a medio plazo no presenta problemas de interferencias, pero sí de disponibilidad de equipos terminales. A largo plazo, la ampliación de las bandas del espectro asignadas por las autoridades de regulación, es la única medida que puede facilitar el uso de potencias más elevadas, con la consiguiente reducción de costes de despliegue.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Limitaciones de alcance en tecnologías IEEE 802.11 (3.1.2)
- Regulación actual del espectro de uso libre (3.4.2)
- Análisis de implicaciones de la regulación del espectro (3.4.6)
- Implicaciones de limitaciones regulatorias de uso del espectro sobre la estructura de costes para el despliegue de estas redes (4.1.5)
- Datos obtenidos en el levantamiento de radiomapa distrito 22@ de Barcelona (Anexo II)
- Visión de los actores entrevistados sobre la regulación del espectro (Anexo III)

## Uso de infraestructuras de terceros operadores

El marco legal actual español impide el uso de servicios minoristas suministrados por los operadores para la reventa o suministro gratuito de servicios a terceros sin consentimiento del

proveedor, que en su oferta minorista establece estas restricciones en los contratos. Esto implica que los usuarios residenciales y empresas que no se constituyen como operador de telecomunicación, y que en consecuencia sólo tienen acceso a la oferta minorista de banda ancha fija, incumplen estos contratos cuando hacen uso de estos servicios para desplegar redes abiertas al público.

Aunque este factor en teoría constituye un inhibidor, en la práctica en una parte importante de las iniciativas en las que participan usuarios residenciales, se hace uso del servicio minorista para desplegar el servicio, sin que hasta el momento se hayan producido actuaciones punitivas por parte de los operadores o del regulador.

La evolución futura es dependiente de las motivaciones de los operadores de redes fijas para hacer efectivo el cumplimiento de estas cláusulas de contrato. El éxito en el crecimiento de las redes ciudadanas que pueda suponer una amenaza al mercado de las redes fijas, supondría que los operadores de redes fijas actuarían para la limitar su crecimiento. Las primeras experiencias de alianza entre agregadores como FON y operadores de red fija como BT o Time-Warner indican que un posible camino de evolución es facilitar el uso de la banda ancha residencial para el despliegue de hotspots residenciales en un entorno controlado por el operador de red fija que se beneficiaría también de la agregación incrementando el interés de su oferta comercial.

**Conclusiones**

La prohibición contractual de utilizar infraestructuras de operadores fijos por parte de usuarios particulares para ofrecer servicio al público ***actualmente*** es un factor ***limitador*** que dificulta la participación de parte de estos actores, y supone una debilidad importante de cara al crecimiento y evolución futura de las iniciativas que se basan en el uso de servicios de transporte y acceso a Internet comercializados en el mercado minorista.

En el ***futuro*** es previsible que la regulación y los contratos de proveedores mantengan las mismas condiciones restrictivas, si bien es posible que algún operador alternativo de red fija permita el uso de servicios contratados en el mercado minorista para suministrar servicio público[35]. En el caso de que se produzca un crecimiento de las iniciativas que hacen uso de servicios minoristas para suministrar servicio público, de manera afecten de manera significativa al mercado cubierto por los operadores de redes fijas, es ***probable*** que éstos inicien acciones legales al respecto, convirtiendo este factor en ***inhibidor*** de las iniciativas ciudadanas y que alcancen más acuerdos con agregadores comerciales de accesos residenciales para participar en este mercado, facilitando el crecimiento de estos actores.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Análisis de condiciones legales de uso de infraestructura de terceros y contratos de banda ancha residencial 3.4.3
- Análisis de implicaciones y evolución futura en lo relativo a cláusulas de contratos de suministro de banda ancha residencial y acuerdos entre operadores de redes fijas y agregadores de hotspots residenciales (3.4.6)
- Análisis de la parte de la cadena de valor orientada al suministro de red de transporte (5.3)
- Análisis de actores que hacen uso de accesos de banda ancha residencial para soportar el transporte en redes WiFi abiertas al público (6.4.1 y 6.4.2)
- Implicaciones de aspectos legales en modelos de wireless commons y limitaciones de crecimiento en este modelo de negocio (8.3.5 y 8.3.7)
- Extensión de iniciativas que hacen uso de banda ancha residencial en Cataluña (Anexo I)
- Limitaciones identificadas para extensión de comunidades wireless en entrevistas realizadas (Anexo III)

[35] *FON anunció en 2006 que tiene previsto alcanzar acuerdos con Jazztel en este sentido, si bien en el momento de completarse la presente tesis, el servicio de Jazztel se suministra aún en las mismas condiciones que el servicio de banda ancha fija del resto de proveedores, bajo prohibición expresa de suministrar servicios a terceros.*

## Condiciones legales de explotación del servicio

Tal como se ha analizado en el apartado 3.4.4, la legislación establece que para suministrar servicios al público es necesario constituirse como operador de telecomunicación, y aplicar mecanismos específicos de registro de conexiones y gestión de datos de clientes. Esto en teoría supone un fuerte inhibidor para la participación de ciudadanos y empresas cuyo ámbito de actuación no es el mercado de telecomunicación.

En la práctica, la legislación al respecto actúa como tal inhibidor para las empresas cuyo núcleo de negocio no está basado en telecomunicaciones, que no abren sus redes al uso público[36] o delegan en operadores la explotación de la red. Aunque en muchos casos este factor actúa también como inhibidor de la participación ciudadana, los participantes particulares prestan el servicio sin cumplir estos requisitos legales, ya sea por desconocimiento de los mismos, ya sea por estar en desacuerdo con la normativa vigente y menospreciar las consecuencias del incumplimiento, que hasta el momento no ha sido aplicada a particulares que abren su red al uso público.

Aunque en el caso de los municipios constituye también un desincentivador de la participación, y sí existen casos de expedientes sancionadores a ayuntamientos por incumplir estas condiciones legales, las administraciones locales cada vez son más conscientes de estos requisitos de explotación de servicios telemáticos abiertos al público, y en general cumplen con los trámites y procedimientos establecidos, que por otra parte son sencillos de satisfacer.

Así pues, las condiciones legales de explotación del servicio actúan como un factor limitador de la participación de particulares y empresas ajenas al sector de las telecomunicaciones, y en bastante menor medida son también limitadores de la participación de las administraciones locales. En el caso de que se produzcan denuncias de operadores que obliguen al regulador a actuar para corregir situaciones de incumplimiento, o se produzca la actuación de oficio, puede convertirse en un factor inhibidor para las iniciativas ciudadanas. Habida cuenta del coste político de llevar a término las correspondientes denuncias e imponer las correspondientes sanciones en un ámbito difícilmente comprendido por el ciudadano, que en muchos casos se considera con derecho a suministrar servicios a terceros sin que existan restricciones legales de suministro, especialmente en el caso de la provisión gratuita, probablemente estas actuaciones sólo se producirán en casos extremos.

A medio plazo es previsible que la regulación mantenga las condiciones existentes, que han sido ya simplificadas y reducidas a su mínima expresión en el caso español en la Ley General de Telecomunicaciones de 2003, de acuerdo a las directivas comunitarias. Estas condiciones son similares en todo el contexto europeo y en el caso de producirse variaciones respecto a la situación actual, éstas podrían afectar a los siguientes aspectos:

- Aumento de las obligaciones de registro de tráfico de clientes, o más probablemente, de exigencia del cumplimiento efectivo de éste para los actores alternativos. El uso creciente por parte de delincuentes de los servicios telemáticos, y la sensibilización de los gobiernos ante el terrorismo, puede suponer un endurecimiento u obligación efectiva en este sentido.

- Difusión de directivas al público por parte del regulador de situaciones irregulares de suministro de servicio (probablemente sin sanciones a particulares salvo casos reiterados y públicos), especialmente en aquellos casos en que el servicio se suministre bajo contraprestación económica.

[36] *No solo por las obligaciones legales asociadas, sino principalmente, tal como se analizó en el apartado 6.2.5 dedicado al análisis de estos actores, por los aspectos de seguridad implicados en la apertura de la red privada.*

**Conclusiones**

Las condiciones legales de explotación del servicio actúan en el presente como ***factor limitador de la participación ciudadana y empresarial y en menor medida también de la participación municipal.***

***A medio plazo*** es probable que siga actuando como tal, pudiendo hacerse ***mayor el efecto limitativo*** especialmente en relación con la participación ciudadana si se emprenden actuaciones al respecto por parte del regulador.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Análisis de obligaciones legales de explotación del servicio (3.4.4)
- Análisis de impacto sobre iniciativas existentes y propuesta de adaptación de la regulación (3.4.4)
- Análisis de capacidades y limitaciones de actores no especializados en la operación de servicios de telecomunicación (6.3.3 y 6.4)
- Tendencias y modelos de crecimiento en iniciativas que agregan puntos de acceso residenciales y de pequeño comercio (8.3.7 y 8.3.8)
- Datos sobre participación en iniciativas ciudadanas en Cataluña y su situación legal como operadores de telecomunicación recopilados en anexo I.
- Visión de la regulación de explotación de servicio por parte de comunidades ciudadanas y ayuntamientos en anexo III.

## Regulación de la competencia

Tal como se analizó en el apartado 3.4.5, la regulación de la competencia afecta esencialmente a la participación de las administraciones públicas, que en el contexto occidental ven restringidas en mayor o menor medida sus opciones de promoción y participación en este tipo de iniciativas a aquellos modelos en que no pueda considerarse que existe una competencia desleal con la iniciativa privada, basada en la financiación pública u otras circunstancias en las que pueda apoyarse la administración por su condición y que no estén al alcance de la iniciativa privada.

Este hecho actúa como factor limitador de las capacidades de la administración pública, que sólo en aquellos casos en que no existe oferta de mercado, puede articular su participación bajo modelos basados en subvenciones. La respuesta de las administraciones locales a esta situación ha sido variada: parte de los municipios han optado por no participar en este tipo de iniciativas; algunos municipios pequeños han hecho caso omiso de estas condiciones, suministrando servicio gratuito subvencionado o por debajo de coste en zonas con presencia de oferta de banda ancha; y la gran mayoría de las administraciones locales de grandes ciudades, que están buscando o probando diversos modelos de promoción pública respetuosos con la regulación de la competencia, y que permitan dotar a las ciudades de redes públicas inalámbricas WiFi aprovechando la infraestructura vial y el mobiliario urbano gestionado por estas administraciones. Las batallas legales que se están produciendo en Estados Unidos entre las administraciones locales y los grandes operadores de telecomunicación, son un signo del interés de las autoridades municipales y comarcales en dotar a los municipios de este tipo de redes participando activamente en su despliegue.

A medio plazo no es previsible que cambie sustancialmente el marco legal en los países occidentales, pues la opción política adoptada en Europa y Estados Unidos de liberalizar el mercado de las telecomunicaciones, conlleva la limitación de la participación pública a actuar en el mercado en condiciones similares a las de los operadores privados, sin poder aprovecharse de su condición de administración pública para competir en ventaja. Es también difícil que esta posición política se revierta a medio plazo, pues tanto los gobiernos como las autoridades de regulación muestran satisfacción por los resultados obtenidos en el desarrollo de las

telecomunicaciones, atribuyéndolos en parte al proceso de liberalización y establecimiento del nuevo marco regulador.

Sí es posible que al menos en la Comunidad Europea se relajen estas condiciones para la participación de administraciones públicas en zonas con escasez de oferta de banda ancha facilitándose en mayor medida la participación pública habida cuenta de la importancia para el desarrollo económico y cultural de los servicios de telecomunicaciones, y de la dificultad de que los mecanismos de mercado cubran estas necesidades en zonas con baja demanda. No obstante, no es de prever que este factor afecte de forma significativa al desarrollo de redes públicas basadas en espectro libre, pues son otras las tecnologías aplicadas habitualmente para extensión de servicio de banda ancha residencial a zonas rurales o aisladas.

**Conclusiones**

Así pues, la regulación encorseta las posibilidades de actuación de las administraciones públicas en competencia dentro de modelos que sean replicables por la iniciativa privada en los que no puede utilizar todo el conjunto de capacidades que las administraciones tienen a su disposición, debiendo restringirse a actuar en igualdad de condiciones que la iniciativa privada, y en este sentido la regulación de competencia ***limita el desarrollo de las iniciativas públicas***.

En un ***futuro*** no es de esperar que se produzcan cambios que modifiquen de manera sustancial la situación actual, por lo que también actuará como un ***factor limitador***, aunque no inhibidor de la participación de las administraciones públicas en este tipo de despliegues.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Análisis de situación actual de regulación de competencia aplicable a las administraciones locales (3.4.5)
- Visión crítica de la regulación de competencia y su impacto en las iniciativas municipales (3.4.6)
- Capacidades, intereses y limitaciones de administraciones municipales en el despliegue de redes WiFi (6.3.3)
- Situación de iniciativas municipales en Cataluña (Anexo I)
- Visión de las administraciones locales sobre la regulación de competencia (Anexo III)

### 9.3.3 FACTORES RELACIONADOS CON SERVICIOS

## Extensión de servicios residenciales y de empresa

Tal como se ha analizado y muestra la evidencia empírica existente, las redes públicas inalámbricas basadas en espectro libre presentan debilidades técnicas importantes para ser competitivas en el despliegue de banda ancha residencial y empresarial, existiendo tecnologías que son técnicamente más adecuadas para implantar este tipo de servicios, como ADSL y en su defecto WiMax en bandas licenciadas. Por tanto, no puede considerarse este uso como potenciador de este tipo de redes.

No obstante, el uso de WiFi como complemento en uso privado a las redes de acceso basadas en otras tecnologías, para extender el ámbito de cobertura desplegar redes de área local en domicilios y empresas, muy extendido y promocionado por los operadores de redes fijas, sí actúa de factor potenciador indirecto del despliegue de este tipo de redes públicas, ya que al potenciar el uso de equipos terminales inalámbricos facilita la extensión de éstos, reforzando el hábito de uso de Wifi como tecnología final de acceso al servicio por parte de los usuarios, y facilitando en consecuencia su extensión al uso itinerante, en el que las redes públicas WiFi presentan ventajas importantes.

La evolución a medio plazo probablemente profundice en las líneas apuntadas, es decir, en la extensión de banda ancha residencial en zonas que carecen de ella, si bien basada en redes

fijas y WiMax en banda licenciada, y aumento del uso de WiFi como complemento de la red fija en el entorno cercano, incidiendo en la extensión de equipos terminales dotados con WiFi que potenciará sus posibilidades en entorno itinerante.

**Conclusiones**

Según lo expuesto, tanto en la ***actualidad*** como en un ***futuro a medio plazo,*** la demanda de servicios de acceso residencial y empresarial ***potencian*** el uso de WiFi, no tanto como tecnología sustitutiva proporcionar el servicio residencial en la cual WiFi no es competitivo con ADSL, fibra óptica y WiMax en banda licenciada, sino ***como complemento de las tecnologías fijas, que facilitan la extensión de equipos terminales y habitúan al uso de éstos en contextos itinerantes.***

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Limitaciones tecnológicas de las redes de acceso WiFi. (3.1.2)
- Capacidad limitada de proporcionar el abanico de servicios disponibles sobre redes fijas (3.5) y establecer economías de alcance similares (cap. 4)
- Escasa utilización de WiFi como tecnología de acceso para proporcionar servicios de banda ancha residencial y de empresa por parte de los operadores fijos (3.7.3) y las administraciones nacionales y regionales (6.3.1, 6.3.2 y anexo I)
- Escasa cuota de mercado de WiFi en la banda ancha residencial y de empresa como tecnología de acceso (7.1.5) y escasez de usuarios en iniciativas municipales orientadas a suministrar banda ancha residencial (7.2.2)
- Elevada base instalada de puntos de acceso WiFi residenciales proporcionados por los operadores de telecomunicación para complementar la oferta de banda ancha fija. (7.1.1)
- Visión de WiFi por parte de los operadores de red fija como potenciador y no sustituto de la red fija (Anexo III).
- Cautela de los actores representativos de la administración local respecto al uso de WiFi para competir en el mercado de la banda ancha residencial apoyándose en redes de ámbito municipal (Anexo III)

## Servicios itinerantes de acceso a Internet y correo electrónico

El acceso al correo electrónico y a páginas Web en ubicaciones distintas de las habituales (uso itinerante) se ha incrementado durante los últimos años, y es previsible que continúe aumentando a lo largo de los próximos años (ver apartado 3.5), por lo que todas las tecnologías que proporcionen el acceso itinerante a estos servicios se pueden beneficiar de este aumento de demanda.

Tal como se analizó en el apartado 3.7.3, Las redes públicas WiFi compiten con ventaja con otras tecnologías para suministrar estos servicios en ubicaciones seleccionadas (hotspots) planteando costes modestos y prestaciones superiores a los de las tecnologías celulares.

**Conclusiones**

Por tanto, ***actualmente*** el incremento de la demanda de acceso itinerante a Internet y correo electrónico actúa como un ***factor potenciador*** claro para las redes públicas basadas en uso libre del espectro.

En un ***futuro*** a medio plazo es probable que aumente el uso itinerante de este tipo de servicios, por lo que su impacto seguirá siendo positivo y ***potenciador*** de todas aquellas tecnologías que puedan suministrar este tipo de servicios, como es el caso de las redes públicas WiFi.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Capacidades técnicas de WiFi para suministrar servicios de acceso a Internet itinerante (3.5)
- Crecimiento de la demanda de equipos terminales (3.1.4) y servicios (3.5.2) de acceso itinerante al correo electrónico.
- Convergencia de terminales y servicios 3G y WiFi (3.7.2, 3.7.3).
- Interés e involucración de operadores fijos (6.1.1) y celulares (6.1.2) en suministrar servicio de acceso a Internet en ubicaciones de acceso itinerante (3.6) mediante hotspots comerciales tanto en el mercado internacional, como en el catalán (Anexo I).
- Interés de proveedores de contenidos como Google en participar en modelos de comercialización basados en publicidad para usuarios itinerantes basada en localización (6.2.6).
- Interés de los municipios en suministrar al ciudadano y visitantes servicios de acceso a Internet itinerantes y servicios de información municipal que se apoyan en estos (6.3.3).
- Perfil de uso por parte de los clientes típicos de los servicios ofrecidos por estas redes (7.2.1)

## Soporte a Videojuegos en línea

Aunque el sector de los videojuegos en línea actualmente no tiene un papel relevante en la potenciación del uso de este tipo de redes, tal como se ha analizado en los apartados 3.1.4 sobre consolas de juegos portátiles y 3.5.6 sobre servicios de videojuegos on-line, se detecta una tendencia a incorporar en las consolas portátiles conexión WiFi, junto con un aumento importante del mercado de juegos en red. Ambos efectos combinados pueden suponer un factor potenciador importante a medio plazo del uso de este tipo de redes, si bien al encontrarse en sus estadios iniciales, resulta aventurado evaluar su importancia futura.

**Conclusiones**

***Actualmente*** la demanda de juegos en línea no actúa como potenciador de las redes públicas WiFi, y por tanto ***no tiene un impacto relevante***.

En un ***futuro*** a medio o largo plazo, el uso de juegos en línea y la extensión de consolas equipadas con WiFi pueden actuar como un factor ***potenciador*** sobre las redes inalámbricas basadas en espectro de uso libre, con una relevancia difícil de discernir actualmente.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Características de WiFi para soportar videojuegos en red y posibilidades de aplicar mecanismos de localización para dar mayor atractivo a la oferta en este mercado (3.5.6)

- Crecimiento histórico del mercado de videojuegos y reciente aparición de de videoconsolas portátiles equipadas con WiFi y ofertas específicas de servicio que se apoyen en WiFi (3.1.4), así como previsiones de crecimiento en ambos mercados (3.5.6)

## Soporte a Voz sobre IP

La transmisión de voz sigue siendo el servicio por el que más ingresos se obtienen en el sector de las telecomunicaciones. Tal como se ha analizado en el apartado 3.5.9, WiFi presenta actualmente limitaciones importantes que aunque no impiden la transmisión de voz, limitan la calidad del servicio. Aunque existen ya terminales inalámbricos adaptados para la transmisión de voz sobre IP en canal inalámbrico sobre WIFi, su aparición es reciente y aún no se encuentran suficientemente extendidos (3.1.4).

En cualquier caso, la evolución prevista de los estándares que soporta esta tecnología y el crecimiento del uso de la voz sobre IP sobre todas las tecnologías, hace suponer que en un futuro cercano la transmisión de voz pueda actuar como uno de los servicios potenciadores de este tipo de redes, en competencia con las redes celulares, aunque limitada y en uso oportunista complementario debido a la ausencia de coberturas integrales.

**Conclusiones**

Los problemas técnicos existentes actualmente para transmitir voz sobre IP en redes WiFi y la escasez de teléfonos dotados con estas capacidades, hacen que ***no pueda considerarse que en la actualidad*** los servicios de voz sobre IP actúen como ***un factor relevante*** para potenciar el uso de este tipo de redes.

No obstante, dado que la transmisión de voz sigue siendo la aplicación clave que suministra la mayor parte de los ingresos del sector, la ***viabilidad futura*** de la transmisión de voz sobre IP en redes públicas WiFi es un factor clave que ***puede potenciar enormemente*** el desarrollo de este tipo de redes como complemento de las redes celulares.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Limitaciones actuales de esta tecnología para soportar VoIP (3.5.9) y evolución de estándares 802.11 para realizar un soporte más adecuado de este servicio (3.1.2).
- Ausencia de la voz como servicio utilizado por los usuarios en estas redes (7.2.1)
- Aparición reciente en el mercado de terminales de VoIP basada en WiFi. 3.1.4
- Elevada cuota de ingresos de los servicios de voz basados en redes celulares (6.1.2) y crecimiento del mercado de voz sobre IP basado en red fija (3.5.9).

### 9.3.4 FACTORES RELACIONADOS CON LAS UBICACIONES

## Disponibilidad de ubicaciones

El análisis del despliegue de hotspots promocionados por operadores de telecomunicación muestra la importancia que tiene para los operadores que actúan en este sector disponer de localizaciones con uso intensivo en contexto itinerante, como aeropuertos y hoteles. En los modelos configurados por ayuntamientos y usuarios residenciales que ceden el uso de su red las ubicaciones son más diversas, y su selección está guiada por otras motivaciones distintas a la maximización de ingresos.

Aunque aún no están cubiertas todas las ubicaciones privilegiadas de carácter privado, dado que los operadores de hotspots suelen establecer acuerdos de exclusividad con los gestores de ubicaciones, es probable que a medio plazo la gran mayoría de ellas hayan sido ocupadas y su disponibilidad sea un factor limitador para el aumento de hotspots comerciales, basándose el crecimiento en la absorción y fusión entre empresas, así como en los acuerdos de roaming entre operadores.

Los despliegues municipales siguen una dinámica distinta, ya que en este caso se suele conceder el uso del mobiliario urbano para el despliegue de la red a una única empresa (independientemente de que la titularidad de la red sea pública o privada), existiendo una tendencia hacia la apertura de la red para su uso por parte de otros proveedores bajo modelos neutrales de uso compartido de la infraestructura de red. La aplicación de este modelo de neutralidad facilita que múltiples proveedores puedan suministrar servicios sobre una única red bajo diversos modelos de comercialización. Si esta tendencia a la aplicación de modelos neutrales no se consolidase, la implantación de modelos verticales de redes municipales operadas y explotadas por un único actor, puede suponer una limitación al crecimiento de la oferta de servicios, ya que se constituirían monopolios de servicio apoyados en el uso de forma exclusiva del mobiliario urbano.

En el caso de los despliegues en ubicaciones residenciales, no es de esperar que la disponibilidad de ubicaciones actúe como factor limitador, sino como un potenciador para realizar despliegues más densos con una oferta de ubicaciones más amplia, aunque estas ubicaciones presentar un menor interés para los usuarios itinerantes potenciales que el resto de ubicaciones al cubrir zonas residenciales.

**Conclusiones**

En consecuencia, ***actualmente*** la disponibilidad de ubicaciones actúa como un factor ***potenciador*** que puede convertirse a ***medio plazo*** en ***limitador para los hotspots privados,*** una vez que estén ocupadas las ubicaciones más atractivas por operadores que actúan bajo modelos de exclusividad. En el caso de las ***iniciativas municipales***, ***si no se implantan modelos de neutralidad*** que faciliten el uso compartido de la red municipal entre diversos proveedores, puede producirse también este efecto ***limitador*** del número y variedad de proveedores de servicio.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Para los hotspots privados, análisis de ubicaciones que muestra una elevada oferta de hotspots en las localizaciones más adecuadas, tanto a nivel mundial (3.6), como en el análisis realizado para Cataluña (anexo I).
- Análisis de capacidades y estrategia de operadores tradicionales y de comercios y hoteles (6.1.1, 6.1.2, 6.2.4)
- Para las iniciativas municipales, análisis crítico de la regulación centrado en las implicaciones de las condiciones de uso de infraestructura municipal (y planteamientos de apertura de redes municipales a proveedores de servicio en iniciativas de grandes ciudades (6.3.3, 8.4.10, Anexo IV de iniciativas relevantes y Anexo I para Cataluña)

## Interés de gestores de ubicaciones

Para favorecer el despliegue de redes públicas no es suficiente con que existan ubicaciones adecuadas, sino que es también necesario que los propietarios o gestores de estas localizaciones estén interesados en el despliegue de estas redes, ya que su colaboración es necesaria para implantar la red.

En el caso de las ubicaciones de acceso público más atractivas, como los hoteles, estaciones de transporte, restaurantes de comida rápida y cafeterías, este interés existe y actúa como factor potenciador de acuerdos entre operadores y los gestores de ubicaciones para el despliegue de estas redes. En otro tipo de ubicaciones, como empresas y universidades, el interés está enfocado actualmente al despliegue y uso de redes WiFi para su uso en autoprestación, sin apertura al público en general. Las administraciones locales en general muestran interés en facilitar este tipo de despliegues en zonas de dominio público, y los pequeños comercios abiertos al público (como bares, peluquerías u otras ubicaciones similares) hasta el momento en el caso español no han mostrado un interés fuerte, aunque sí en Estados Unidos.

En lo relativo a ubicaciones residenciales, sólo el segmento de los usuarios aficionados a la tecnología participa en despliegues de redes públicas WiFi, bien bajo modelos de comunidades wireless sin ánimo de lucro, bien bajo modelos de prestación comercial. Hasta el momento son escasos los usuarios residenciales sin interés específico en la tecnología per se que se hayan involucrado en este tipo de iniciativas.

**Conclusiones**

Así pues, en cuanto a despliegues de ***hotspots privados y municipales***, actualmente ***sí existe interés de los gestores de ubicaciones*** por el despliegue y explotación de este tipo de redes, ***estando limitado*** en el caso de las ***iniciativas ciudadanas*** a los particulares interesados en la tecnología per se. En la evolución a ***medio plazo*** es de prever que ***se mantenga e incluso aumente el interés de los municipios,*** y que un ***mayor número de comercios muestre interés*** en el despliegue, si se supone una evolución similar a la de Estados Unidos donde este mercado se encuentra más maduro que en Europa.

***No se detectan tendencias al cambio*** respecto a la situación actual que supongan un aumento significativo en la participación en iniciativas ***ciudadanas*** de particulares no interesados en la tecnología por sí misma.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Intereses, capacidades y estrategia de comercios y hoteles (6.2.4) y universidades (6.3.4) para desplegar en las ubicaciones que controlan hotspots o zonas WiFi para los usuarios de las instalaciones.
- Bajas barreras económicas de entrada para participar en el despliegue y explotación de hotspots (4.1.5)
- Elevado número de hotspots en hoteles y comercios (3.6 y anexo I), así como de redes WiFi en universidades y bibliotecas catalanas (anexo I)
- Capacidad de WISPs para desplegar y explotar hotspots en ubicaciones aportadas por terceros (6.1.3)
- Dificultad de incorporar en iniciativas inalámbricas ciudadanas a usuarios residenciales de redes fijas con conocimientos e interés limitado en la tecnología (6.4)
- Interés creciente de ayuntamientos en el despliegue de redes públicas WIFi en el dominio viario (6.3.3).

### 9.3.5 DEPENDIENTES DE OTRAS TECNOLOGÍAS

## Capacidad de competir con otras tecnologías

En relación con las tecnologías fijas, la tecnología WiFi muestra debilidades importantes para competir en el ámbito de aplicación de ADSL, cable, y fibra óptica, ya que las prestaciones y calidad de servicio que suministran son sensiblemente inferiores. Es previsible que esta situación se mantenga en un futuro, pues el canal inalámbrico por naturaleza presenta dificultades adicionales de uso respecto a los medios de transmisión guiados. Esta debilidad actúa como un limitador del desarrollo de redes WiFi, tanto actual como futuro, ya que es un inhibidor importante para los modelos de negocio que pretenden competir con la banda ancha fija.

Respecto a la tercera generación de móviles, sí existen actualmente fortalezas importantes, como el mayor ancho de banda proporcionado por WiFi, así como debilidades y amenazas relacionadas principalmente con la falta de cobertura integral. Esto permite vislumbrar cierta capacidad potenciadora de modelos de negocio basados en suministro de servicio en ubicaciones y zonas localizadas, en donde WiFi compite con ventaja en costes y prestaciones del servicio, aunque no de despliegues de coberturas amplias y ubicuas que presentan bajas economías de escala respecto a las redes celulares. La evolución futura es dependiente tanto de la evolución de la tecnología 3G, como de la estrategia de comercialización de servicios sobre 3G por parte de los operadores celulares, que actualmente supone costes elevados para el usuario, pero que en un futuro puede llegar a ser competitiva con las redes públicas WiFi. En cualquier caso, a medio plazo, aunque las tarifas de 3G se reduzcan lo suficiente para ofrecer precios similares a WiFi, sí existe una diferencia relevante en las prestaciones proporcionadas por ambas tecnologías para transmitir datos, que facilitará la supervivencia de WiFi en ubicaciones con elevada densidad de usuarios. La capacidad de suministro de Voz sobre IP en

WiFi, tal como se ha comentado, es también clave para estas redes puedan competir con 3G. Así, a medio plazo el panorama es incierto, pero es probable que el inferior coste de los servicios, las mejores prestaciones en ancho de banda y la capacidad futura de proporcionar voz sobre IP (ver apartado 3.7), permitan considerar a la capacidad de las redes Wifi para competir y complementar a 3G como un factor potenciador del desarrollo de estas redes.

Tal como se analizó en el apartado 3.7, WiMax no se encuentra aún desplegado, y en cualquier caso su empleo como tecnología de acceso en bandas del espectro de uso libre conlleva limitaciones de cobertura similares a WiFi, siendo la carencia de equipos terminales dotados con conexión WiMax una limitación adicional para su desarrollo como tecnología de acceso. En lo que respecta al uso de WiMax en banda licenciada, actualmente y a medio plazo tiene una aplicación directa en despliegues de banda ancha rural, donde resulta más ventajoso que WiFi, tal como demuestra su reciente implantación por parte de los operadores y administraciones para este tipo de despliegues.

**Conclusiones**

En resumen, la capacidad de competir con las ***redes fijas,*** y con ***WiMax sobre espectro licenciado,*** constituye ***actualmente*** un ***limitador*** del desarrollo de redes WiFi, mientras que la capacidad de competir con las redes celulares ***3G*** actualmente es un factor ***potenciador*** en ubicaciones o zonas localizadas.

Es muy probable que en un ***futuro*** la dificultad de competir con las ***redes fijas*** y ***WiMax sobre espectro licenciado*** continúe actuando como un factor ***limitador***, mientras que la capacidad de competir con ***3G*** plantea un futuro más ***incierto***, ya que es dependiente de las estrategias de comercialización de 3G, si bien a ***medio plazo se mantendrán las fortalezas tecnológicas de WiFi, basadas principalmente en el suministro de mayor un ancho de banda, tarifas competitivas y sencillez y bajo coste de despliegue en zonas limitadas.***

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Debilidades técnicas de WiFi para competir con redes fijas en el suministro de parte de los servicios de banda ancha y adecuación para servicios de acceso a Internet itinerantes (3.1.2, 3.5 y 3.7.3).
- Escasez de oferta de banda ancha residencial basada en WiFi por parte de los operadores (7.1.5) y crecimiento del número de hotspots orientados a acceso itinerante (7.1.4)
- Escasez de usuarios residenciales en iniciativas WiFi municipales cuando se dispone de datos (7.2.2) y perfil de uso centrado en acceso a correo electrónico e Internet por parte de usuarios itinerantes (7.2.1).
- No utilización actual de WiFi en los planes de extensión de banda ancha en zonas rurales por parte de las administraciones nacionales y regionales (6.3.1, 6.3.2 y anexo I), ni de los operadores de telecomunicación tradicionales (6.1.1).
- Experiencia negativa en la aplicación de WiFi en el programa de promoción de banda ancha rural en Cataluña (Anexo I)
- Coincidencia de la mayoría de actores entrevistados en las debilidades de WiFi como tecnología de acceso competitiva para servicios residenciales y su adecuación para competir y complementar a las tecnologías celulares para acceso itinerante a servicios de acceso a Internet (Anexo III).
- Análisis de competencia y convergencia con redes fijas y celulares (3.7)

## Capacidad de complementar a otras tecnologías

La tecnología WiFi complementa adecuadamente a las redes basadas en cobre y fibra óptica, proporcionando una extensión de corto alcance del servicio, si bien en este caso el uso es de ámbito privado, y no como red pública, por lo que está fuera del ámbito de la presente tesis. En cualquier caso, las redes inalámbricas en su conjunto aportan una capacidad importante para complementar a las redes fijas suministrando servicios en itinerancia. Hasta el momento, los operadores de red fija han utilizado escasamente estas posibilidades, siendo anecdóticas las sinergias y el empaquetamiento detectados entre servicios de red fija y servicios en itinerancia (estén estos basados en redes celulares, o redes WiFi), por lo que este factor no incide en el mercado actual. A medio plazo es de prever que los nuevos modelos de arquitecturas como IMS o las NGNs, faciliten articular ofertas de servicio por parte de los operadores de redes fijas en los que se integren servicios proporcionado sobre ambas redes de forma transparente.

Respecto a 3G, Wifi dispone de capacidades muy adecuadas para complementar a esta tecnología al soportar mayor ancho de banda, permitiendo ofertas de servicio con una mayor calidad en ubicaciones dotadas con WiFi, combinado con la cobertura amplia integral que proporcionan las redes celulares, aprovechándose así las fortalezas de ambas. Los operadores de redes celulares aún no han articulado estas capacidades de forma intensiva y será la futura estrategia de los operadores celulares respecto a la integración de WiFi y 3G y la evolución de esta última hacia el soporte de mayor ancho de banda (HSPA y LTE) lo que determinará si se producen en un futuro este escenario de complementariedad.

En cualquier caso, la capacidad de articular ofertas de servicio basadas en el uso transparente y complementario de red fija, 3G, y WiFi, sólo estará al alcance de los operadores de telecomunicación tradicionales (de red fija y celulares), ya que son ellos los que controlan y gestionan redes amplias candidatas a complementarse con WiFi.

El uso de WiMax sobre espectro licenciado puede actuar en un futuro de complemento de la tecnología WiFi facilitando el despliegue económico de redes de backhaul de amplia cobertura que conecten a redes de acceso basadas en WiFi. Cuando se aplica WiMax sobre espectro licenciado, los actores que protagonizan el despliegue quedan restringidos a aquellos que disponen de licencia de uso de la parte del espectro en que opera WiMax, que son los operadores de telecomunicación tradicionales y operadores entrantes especializados en esta tecnología.

**Conclusiones**

Así, se observa que respecto a ***3G***, ***WiMax sobre espectro licenciado*** y ***las redes fijas***, ***la capacidad de complemento de WiFi no es relevante actualmente***, aunque ***a medio plazo*** puede actuar como factor ***potenciador*** de su despliegue. Los modelos de negocio que articulen esta complementariedad estarán gestionados en general por los operadores de telecomunicación tradicionales, y no por los pequeños operadores especializados en WiFi, ni por iniciativas municipales o ciudadanas que no disponen de control sobre las tecnologías fijas ni las celulares.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Escasez actual de ofertas de empaquetamiento e integración de servicios prestados sobre tecnologías celulares y WiFi (3.7).
- Involucración de operadores celulares en despliegue y/o explotación de hotspots en zonas de elevado uso itinerante (6.1.2, 7.1.3 y anexo I).
- Evolución del mercado de equipos terminales de mano controlados por los operadores celulares para incorporar WiFi en estos equipos (3.1.4, 3.7).
- Aparición de nuevas arquitecturas como IMS que permitirán a los operadores celulares combinar las fortalezas de las tecnologías celulares con las de WiFi (3.7.1, 4.1.1 y 6.1.2).

- Dificultad del resto de actores para controlar el mercado de equipos terminales y para realizar ofertas integradas Celular/WiFi (cap. 6).
- Visión de actores entrevistados sobre la capacidad de WiFi para complementar 3G (Anexo III)

### 9.3.6 FACTORES ECONÓMICOS

## Externalidades positivas con bienes complementarios

El elevado grado de estandarización presente en este mercado facilita que la mayor parte de las redes públicas WiFi sean compatibles entre sí. Esto supone que todas ellas se benefician de las externalidades indirectas con bienes complementarios como son los equipos terminales y los servicios a los que se accede a través de ellas. Estos bienes complementarios, tal como se ha analizado, presentan un crecimiento importante derivado tanto del propio crecimiento de las redes WiFi públicas en sí, como de factores externos como el crecimiento del uso de equipos WiFi para redes privadas y el incremento del uso de servicios accesibles también a través de otras tecnologías, como es el acceso a Internet.

Para la mayor parte de redes públicas WiFi no existe una externalidad de red relevante aplicable a cada una de ellas de forma aislada, al ser utilizadas para acceder a servicios externos a la red en los cuales el impacto en la utilidad de cada usuario de las redes públicas WiFi es pequeño en comparación con otros factores. No obstante, en el caso particular de las redes malladas colaborativas, sí se produce un efecto de externalidad positivo derivado del aumento de la capacidad y capilaridad de la red de backhaul que está formada por los recursos aportados por los propios usuarios en cada red. El efecto positivo de esta externalidad de red se ve minorado por la dificultad de establecer incentivos adecuados para la incorporación de usuarios a este tipo de iniciativas derivado de otros factores. Dado que el aprovechamiento de esta externalidad se produce especialmente cuando la red mallada se despliega en zonas con deficiencias de disponibilidad de banda ancha fija, la creciente disponibilidad de esta tecnología minorará también en un futuro el aprovechamiento de esta externalidad por parte de las iniciativas ciudadanas que actualmente se apoyan en ellas.

**Conclusiones**

La ***externalidad positiva existente con bienes complementarios*** como los equipos terminales y los servicios a los que acceden los usuarios ***potencia*** el desarrollo de estas redes en su conjunto. ***En un futuro es de esperar que se siga produciendo este efecto potenciador*** al continuar siendo la estandarización un aspecto clave de esta tecnología y crecer el número y la variedad de equipos terminales, así como la demanda de servicios de acceso a Internet.

En el caso particular de los ***modelos de despliegue de redes malladas colaborativas***, existe una ***externalidad de red aplicable a cada iniciativa individual*** basada en el uso de los recursos aportados para extender la red de backhaul. Este factor ***potencia*** su crecimiento actualmente en aquellas zonas con deficiencias de backhaul basado en red fija, pero ***irá disminuyendo a medio plazo*** según se extienda la cobertura de las redes fijas en zonas rurales.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Elevado grado de estandarización y complementariedad (4.1.1, 4.1.2).
- Presencia de externalidades con bienes complementarios (4.1.4)
- Crecimiento de demanda de servicios y oferta de equipos terminales (3.1.4, 3.5).
- Externalidad de red en redes malladas colaborativas (4.1.4)
- Evidencia sobre factores de éxito en iniciativas ciudadanas en general (8.3) y en Cataluña en particular (Anexo I).

## Externalidades negativas en uso del espectro y tráfico

El uso intensivo del espectro asignado para estas bandas aumenta las interferencias entre redes localizadas en una misma ubicación, disminuyendo su utilidad. Aunque tal como se ha analizado en los efectos de la regulación del espectro este riesgo en general no se ha materializado y no ha limitado el despliegue de estas redes, en un futuro puede suponer un factor limitador importante si no se extienden las bandas de espectro asignadas a uso libre.

El aumento de la intensidad de uso de estas redes, y en consecuencia del tráfico plantea también una externalidad de red negativa. A partir de los datos actuales de demanda, el tráfico soportado es actualmente bajo, si bien es previsible que crezca a corto y medio plazo. En las iniciativas comerciales y municipales existen suficientes mecanismos e incentivos para evitar estos efectos negativos mediante el aumento de los recursos de la red. En las iniciativas basadas en uso marginal de accesos de banda ancha fija de usuarios residenciales, esta externalidad negativa sí puede impactar a corto plazo en limitar su capacidad de crecimiento, ya que no existen mecanismos eficientes para incentivar el despliegue de recursos adicionales ante incrementos de tráfico, especialmente en las iniciativas ciudadanas no basadas en ingresos económicos de los actores que despliegan la red.

**Conclusiones**

***Actualmente no existen efectos limitadores relevantes*** en el mercado derivado de interferencias ***por el uso simultáneo del espectro ni de congestiones por la intensidad de uso*** de estas redes. No obstante, ***a medio plazo*** según aumente tanto el uso privado como público de esta tecnología, ***sí pueden producirse*** efectos de este tipo. La ***actuación del regulador*** extendiendo el espectro de uso libre ***probablemente evitará los problemas potenciales de crecimiento*** del mercado debido a interferencias.

La solución de problemas de posibles congestiones al aumentar el tráfico en iniciativas basadas en compartir banda ancha residencial exigirá una implantación de mecanismos que incentiven a los participantes a aumentar los recursos de red cuando se produzcan aumentos de tráfico. Las ***iniciativas ciudadanas*** no disponen de mecanismos claros en este sentido y los valores éticos en los que se soportan dificultan su evolución en este sentido, por lo que existe un ***riesgo de limitación de su crecimiento a medio plazo*** importante.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Ausencia de evidencia de limitación de oferta de servicio por interferencias con otras redes (3.4.6).
- Bajo número de usuarios y baja intensidad de uso en redes públicas WiFi (7.2).
- Posición de reguladores del espectro sobre el aumento de las bandas de uso libre (3.4.2 y 3.4.6).
- Ausencia de mecanismos de incentivo claro para crecimiento en recursos aportados en iniciativas ciudadanas (6.4, 8.3).

## Bajas barreras económicas de entrada y bajos costes hundidos

El despliegue de redes basado en estas tecnologías se caracteriza por permitir la instalación y explotación de hotspots realizando inversiones muy bajas y evitando gran parte de los costes hundidos que caracterizan los despliegues de otras tecnologías como la red fija o las redes celulares.

Esto ha facilitado enormemente la entrada en el mercado de nuevos actores con una capacidad financiera bastante menor que los operadores tradicionales, habilitando nuevos modelos de

explotación y comercialización de servicios basados en uso de la red compartido con autoprestación, reforzamiento mutuo con consumo de otros bienes en la ubicación y motivaciones relacionadas con el interés común por parte de las administraciones locales.

No se prevén cambios importantes en la estructura de costes de estas redes y por tanto, las bajas barreras de entrada y bajos costes hundidos seguirán potenciando la participación de actores alternativos en este mercado.

**Conclusiones**

***Las bajas barreras económicas de entrada y bajos costes hundidos han potenciado*** de forma importante la ***entrada en el mercado*** de ***nuevos actores*** como los municipios, las iniciativas ciudadanas, los comercios y los pequeños operadores especializados en el despliegue y explotación de estas tecnologías. Es de prever que la estructura de costes de los despliegues basados en estas tecnologías ***se mantenga en un futuro*** en parámetros similares, lo cual ***continuará favoreciendo la participación de este tipo de actores***.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Caracterización de la estructura de costes de las redes WiFi (4.1.5).
- Estructura actual de mercado en las redes WiFi (7.1).
- Tendencias de evolución tecnológica (3.1.2).

## Bajas economías de escala y de alcance

El reducido alcance de los puntos de acceso WiFi, cuya adquisición e instalación supone una parte importantes de los costes de despliegue de la red impacta negativamente en la posibilidad de movilizar economías de escala en el despliegue de redes del mismo orden de magnitud que las presentes para el resto de tecnologías.

Esta situación, junto con la fuerte dependencia del número de usuarios con la ubicación de los puntos de acceso de las redes, dificulta el crecimiento de las redes WiFi para cubrir zonas de cobertura amplias, configurando un mercado caracterizado por hotspots inconexos con coberturas no integrales y desplegados por pequeños actores en muchos casos.

No es de esperar un aumento relevante a medio plazo de las economías de escala para los modelos de despliegue de hotspots aislados y por tanto se mantendrá en un futuro un panorama similar al existente en este modelo de despliegue. La tecnología de redes malladas sí se está consolidando y mejorando sus prestaciones, por lo que las iniciativas municipales y ciudadanas se pueden ver potenciadas por el abaratamiento de las redes de backhaul para las cuales sí existen economías de escala claras.

Sí existen economías de escala relevantes en la comercialización del servicio, que impactan en una concentración del mercado de agregadores de hotspots creciente, configurando una estructura con un número cada vez menor de agregadores que controlan una base creciente de ubicaciones.

Las economías de alcance que se pueden alcanzar actualmente con estas redes están también limitadas respecto a otras tecnologías debido a sus limitaciones actuales para soportar los servicios de voz con calidad comparable a otras tecnologías y amplias coberturas, como sucede con las redes celulares, y servicios de transmisión de video de elevada calidad y aplicaciones P2P por las limitaciones en el ancho de banda compartido por los usuarios que acceden a cada punto de acceso.

Esta dificultad de plantear economías de alcance, limita actualmente la capacidad de competir de WiFi con el resto de tecnologías, situando a las iniciativas WiFi en el nicho de mercado del acceso a Internet en un contexto de uso creciente de oferta de servicios empaquetados por parte de los operadores de red fija, celular e integrales. La implantación de mecanismos de calidad de servicio y aumento de ancho de banda permitirá aumentar el catálogo de servicios ofrecidos por estas redes. No obstante, la evolución en paralelo de las tecnologías con las cuales compiten (NGNs, IMS, HSDPA y en un futuro, LTE) supondrá que siga existiendo una diferencia importante en la capacidad de establecer economías de alcance competitivas.

**Conclusiones**

Las ***limitadas economías de escala en el despliegue de redes y de alcance para ofrecer servicios empaquetados*** actúan como ***factor limitador*** para el crecimiento y la competencia de estas redes, configurando una oferta de mercado caracterizado por coberturas en ubicaciones específicas con mayor demanda y ofertas de servicio centradas en acceso a Internet que no integran otro tipo de servicios como sí lo hacen las redes celulares y fijas.

La existencia de ***economías de escala relevantes en la comercialización de servicios***, sí ha impactado en el mercado, ***reduciendo el número de agregadores de hotspots***, cuyo núcleo de negocio es precisamente la comercialización de servicio.

Aunque la evolución tecnológica permitirá aumentar el catálogo de servicios ofrecidos, la evolución en paralelo de las tecnologías de red fija y celular impedirá obtener ***economías de alcance*** similares y por tanto, ***seguirá actuando como un factor limitado en un futuro***.

El desarrollo tecnológico de las ***redes malladas*** sí permitirá establecer ***economías de escala*** más efectivas en redes municipales e iniciativas ciudadanas, lo cual ***aminorará el efecto limitador a medio plazo*** para configurar redes de cobertura más amplia.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Caracterización de la estructura de costes de las redes WiFi (4.1.5)
- Limitaciones tecnológicas para ofrecer servicios de voz, televisión y otros servicios (3.5)
- Coberturas existentes caracterizadas por ubicaciones inconexas en la mayoría de los casos (3.6, 7.1 y anexo I para el caso catalán).
- Estrategia de agregadores de hotspots (6.1.4).
- Situación y evolución de la tecnología de redes malladas (3.1.5).
- Evolución prevista en los protocolos IEEE 802.11 (3.1.2)

### 9.3.7 DEPENDIENTES DE ACTORES Y MERCADOS

## Demanda de servicios sobre redes públicas WiFi

Los escasos datos existentes sobre usuarios, patrones de uso, y tráfico sobre este tipo de redes, apuntan a que la demanda es escasa y muy centrada en ubicaciones privilegiadas (véase apartado 7.2.1). Aunque esta situación puede considerarse como un factor limitador del desarrollo de las redes, es necesario disponer de un mayor número de datos contrastados sobre instalaciones reales para validar esta afirmación.

El aumento del uso de servicios de comunicaciones por parte de los usuarios fuera del domicilio y el trabajo, y la extensión de equipos terminales equipados con Wifi, permite vaticinar un aumento de la demanda de servicios como el acceso a Internet, uso de correo electrónico, y la transmisión de voz. La parte de este mercado que podrán acaparar las redes públicas WiFi dependerá de otros factores ya examinados, entre los que destacan la capacidad de desplegar

redes en un número elevado de ubicaciones y la estrategia comercial planteada por los operadores de las redes 3G, que son la alternativa tecnológica a WiFi clave para el suministro de estos servicios.

**Conclusiones**

La demanda de servicios sobre estas redes parece actualmente un factor ***limitador***, ***pendiente de confirmación*** mientras no se disponga de más datos sobre su uso y en un ***futuro*** actuará como un factor ***potenciador***, siempre que el coste de los servicios para los usuarios y las ubicaciones disponibles sean competitivos respecto a 3G.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Ausencia de datos sobre usuarios de redes municipales e iniciativas WiFi en general, y síntomas de escasez de usuarios en los datos existentes (7.2).
- Crecimiento de la demanda de servicios itinerantes (3.5) y de la oferta de terminales de mano equipados con WiFi (3.1.4 y 3.7.2).
- Elevadas tarifas de los servicios de acceso a Internet y de información que se apoyan en éstos sobre las redes celulares respecto a los prestados sobre WiFi (3.5 y 3.7).
- Posición de actores entrevistados sobre la escasez actual de demanda de servicio sobre redes WiFi y previsiones de crecimiento de futuro (Anexo III)

## Interés y capacidades de actores involucrados

En el análisis realizado en el capítulo 6 se ha mostrado que existe una gran variedad de actores con interés y capacidad, dispuestos a ocupar posiciones en la cadena de valor del despliegue y explotación de redes públicas inalámbricas basadas en uso libre del espectro. El abanico de actores que participan estos despliegues cubre desde los operadores de redes fijas y celulares, hasta los usuarios residenciales, pasando por las administraciones locales, agregadores de hotspots, y pequeños operadores especializados en redes WiFi. Los diversos intereses y capacidades de estos actores permiten articular una amplia variedad de modelos de negocio, por lo que ***actualmente*** este es un factor que ***potencia*** el desarrollo de este tipo de redes.

A medio plazo es posible que otros actores (como los titulares de pequeños comercios) se incorporen en mayor medida a la cadena de valor aportando más ubicaciones, y adquiera mayor relevancia el papel de los proveedores de contenidos en la articulación de modelos de negocio basados en publicidad. Los operadores tradicionales, que son ya actualmente actores clave en el despliegue de hotspots, probablemente seguirán movilizando sus capacidades para competir por el mercado que ocupan los operadores especializados de menor tamaño, que presentan debilidades importantes respecto a ellos.

El interés de las administraciones locales será muy dependiente de los resultados que se obtengan en las iniciativas en curso, siendo aún pronto para evaluar éstas. El éxito en el uso de estas redes para la mejora de los servicios municipales internos será probablemente un factor determinante en este sentido.

Aunque en las iniciativas ciudadanas la actividad de los usuarios con poco interés y conocimiento de la tecnología WiFi es escasa actualmente, y sus capacidades se ven limitadas por los requisitos legales para ofrecer servicio al público, la evolución de los aspectos organizativos de estas iniciativas quizá permita que en un futuro puedan crecer en mayor medida. No obstante, aún no existen indicios que permitan suponer una evolución en este sentido.

**Conclusiones**

En consecuencia, en el panorama ***actual*** la variedad de actores interesados en participar en el despliegue y explotación de esta tecnología es un factor ***potenciador***. A ***medio plazo*** probablemente se produzcan cambios y reubicaciones de actores en la cadena de valor, pero en cualquier caso, aún cuando varíe la composición de actores y la intensidad de su participación, este factor posiblemente ***seguirá potenciando*** el desarrollo de estas redes.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Bajas barreras económicas de entrada al mercado que facilitan la entrada de nuevos actores en el despliegue y operación de redes y servicios (4.2.1).
- Elevada variedad de actores que despliegan redes públicas WiFi y las explotan detectada en el análisis de actores (cap. 6), y situación del mercado en Cataluña (Anexo I)
- Incremento de la actividad de los actores más dinámicos y de menor tamaño en los últimos años: crecimiento de iniciativas municipales (6.3.3), iniciativas ciudadanas (6.4), hotspots en comercios (3.6, 6.2.4) y agregadores de accesos residenciales (6.1.4)
- Variedad de modelos de negocio y de cooperación de actores identificados (cap. 8)
- Interés mostrado en participar en el despliegue y explotación de redes WiFi por parte de actores entrevistados involucrados en ayuntamientos, comunidades wireless y proveedores de servicios Internet inalámbricos (Anexo III)

### 9.3.8 RESUMEN DE FACTORES IMPLICADOS

En la Tabla 9-1 se resumen los factores presentados y su impacto actual y previsto a medio plazo. En los casos en que el impacto era menor o mayor que el estimado para el resto de factores, se ha indicando una intensidad moderada (M) o fuerte (F).

En la actualidad no hay factores inhibidores del desarrollo de este tipo de redes, si bien la escasez de la demanda (que es necesario confirmar con más datos empíricos), la inmadurez de las tecnologías de backhaul, y las condiciones regulatorias, limitan el despliegue de iniciativas alternativas a los modelos tradicionales. Estos factores afectan en menor medida a los hotspots privados ubicados en localizaciones privilegiadas, que disponen una mayor demanda y suelen estar desplegados por operadores de telecomunicación tradicionales que no se ven limitados por la regulación para articular los modelos de explotación sobre los que tienen amplia experiencia. En el caso de las iniciativas municipales e iniciativas ciudadanas, estos factores afectan en mayor medida y con distinta intensidad para cada factor.

Los factores que potencian el desarrollo de estas redes para todos los modelos de explotación se centran en la disponibilidad de equipos terminales, la estandarización y evolución tecnológica de WiFi, así como en la extensión de WiFi en uso privado, que favorece la tendencia al uso de redes públicas en entornos itinerantes. La amplia disponibilidad de modelos de interconexión y herramientas de gestión, así como de actores interesados en su despliegue que pueden desarrollar estas capacidades suponen también un potenciador importante para todo tipo de iniciativas.

Aunque el balance entre factores potenciadores y limitadores es difícil de cuantificar, en el estado actual sí existe una situación clara de efervescencia en el desarrollo de estas redes, que se plasma en el rápido crecimiento de hotspots, iniciativas municipales y ciudadanas.

La evolución a medio plazo está condicionada, entre otros factores, por los problemas de congestión que se producirán en un futuro en la banda de 2,4 GHz y la migración de las redes hacia los 5 GHz, que afectará a todos los modelos de negocio. La ocupación progresiva de las ubicaciones privilegiadas puede actuar también como un factor limitador de los hotspots privados, que tendrán que apoyarse en mayor medida en el roaming entre proveedores para extender su cobertura. En el caso de las iniciativas municipales, la regulación limita las posibilidades de subvención por parte de las administraciones locales, aunque no su participación bajo supuestos similares a los de la iniciativa privada. Como factor que puede potenciar a medio plazo el desarrollo de estas redes es fundamental el probable aumento de demanda, que se derivará del crecimiento del uso de servicios en modo itinerante, la introducción de servicios de voz sobre IP en estas redes, y el aumento del mercado de los videojuegos on-line para consolas portátiles.

El balance entre los efectos limitadores y a medio plazo se verá muy condicionado por las capacidades de esta tecnología para complementar y competir con 3G. WiFi dispone de estas capacidades, dado el mayor ancho de banda que soporta y el bajo coste de despliegue en ubicaciones específicas. No obstante, la estrategia de comercialización de 3G de los operadores celulares para competir con estas redes, y la que adopten en cuanto al uso de WiFi de manera complementaria, son claves para la evolución futura. Por tanto, si bien en el resto de aspectos se observa un panorama de tendencia positiva basado en nuevos servicios y demanda por parte de los usuarios, esta tendencia puede verse disminuida o neutralizada si los operadores celulares son capaces de atraer esta demanda a 3G (tecnología sobre la que han realizado fuertes inversiones), o potenciada si estos operadores o los propios usuarios se plantean WiFi como complemento de 3G.

| *Factor* | *Impacto* | | *Comentarios* |
|---|---|---|---|
| | *Actual* | *Futuro* | |
| **1. Estandarización y evolución de protocolos** | Potenciador | Potenciador | El grado de estandarización es elevado y se produce una mejora constante en prestaciones, ancho de banda y características diversas como la seguridad o la transmisión de VoIP. |
| **2. Disponibilidad de equipos terminales con acceso itinerante** | Potenciador (M) | Potenciador (F) | La estrategia por parte de los operadores celulares de subvención de teléfonos duales 3G/WiFi condicionada al uso del servicio prestado por el operador afecta a la estructura del mercado a corto/medio plazo. |
| **3. Disponibilidad de redes de backhaul y transporte** | Limitador | Potenciador | Para despliegues en ubicaciones privilegiadas y operadores de red fija, no es factor limitador. Su evolución se verá potenciada por la madurez de las redes malladas y WiMax. |
| **4. Madurez de herramientas gestión de accesos, uso y fallos** | Potenciador (M) | Potenciador (M) | Relevante especialmente en iniciativas protagonizadas por actores alternativos a los operadores de telecomunicación. |
| **5. Madurez de modelos de interconexión** | Potenciador | Potenciador | Especialmente relevante para despliegues protagonizados por actores alternativos que aplican modelos colaborativos y neutrales. |
| **6. Regulación de espectro compartido** | Limitador (M) | Limitador (F) | El carácter limitador futuro puede verse paliado por la ampliación del espectro disponible para uso libre. |
| **7. Regulación de uso de infraestructura de operadores** | Limitador | Limitador /Inhibidor | Este factor no afecta a iniciativas protagonizadas por organizaciones constituidas como operadores, aunque sí a la participación de usuarios residenciales. La evolución futura es dependiente de la estrategia que adopten los operadores de red fija sobre el uso de los servicios minoristas, que puede inhibir la participación si emprenden acciones legales por incumplimiento de contratos minoristas o alcanzar acuerdos con agregadores residenciales como FON. |
| **8. Condiciones legales de explotación de servicio** | Limitador | Limitador /Inhibidor | No afecta a operadores de telecomunicación, aunque sí a iniciativas municipales, y especialmente a iniciativas ciudadanas y empresariales con participación de usuarios residenciales. Es dependiente de la actuación del regulador en un futuro. Puede terminar siendo un factor inhibidor especialmente para las que se articulan en base a ancho de banda residencial. |
| **9. Regulación de la competencia** | Limitador/- | Limitador/- | Impacta únicamente en iniciativas con participación pública, impidiendo los modelos municipales basados en subvenciones. |
| **10. Extensión de servicios residenciales y de empresa** | Potenciador | Potenciador | En tanto en cuanto potencian la demanda de accesos itinerantes, pero no en el uso como soporte directo a la banda ancha residencial |
| **11. Suministro de servicios en itinerancia** | Potenciador | Potenciador | Aunque no existe cobertura integral, se dispone de capacidades para suministrar con ventaja respecto a 3G la mayoría de servicios telemáticos en itinerancia en ubicaciones específicas. |
| **12. Soporte a videojuegos** | - | Potenciador | Es difícil de evaluar el grado de impacto futuro (mercado de reciente aparición) |
| **13. Soporte a Voz sobre IP** | - | Potenciador (F) | Es difícil de evaluar el impacto futuro. Depende de la de estrategia de operadores celulares. Puede movilizar un mercado importante en complemento con 3G. |
| **14. Disponibilidad de ubicaciones** | Potenciador | Dependiente | Para los hotspots privados, será factor limitador según queden cubiertas las ubicaciones más privilegiadas, si bien es posible se incorporen los pequeños comercios. En iniciativas municipales puede actuar como factor limitador de la competencia en servicios si no se implantan esquemas de neutralidad. En iniciativas ciudadanas es un factor potenciador. |
| **15. Interés de los gestores de** | Dependiente del | Dependiente del | En hotspots privados y municipios actualmente potencia el desarrollo de estas redes, y en |

| Factor | Impacto | | Comentarios |
|---|---|---|---|
| | Actual | Futuro | |
| **ubicaciones** | titular de ubicación | titular de ubicación | un futuro lo potenciará seguramente en mayor medida, ya que es probable que aumente el interés de pequeños comercios y de las administraciones locales en Europa, si se siguen las tendencias observadas en Estados Unidos. En las iniciativas ciudadanas es un factor limitador, dada la dificultad de involucrar a usuarios residenciales no interesados en los aspectos tecnológicos. |
| **16. Capacidad de competir con otras tecnologías** | Fija: Limitador (F)<br>3G: Potencia | Fija: Limitador (F)<br>3G: Potencia | Es difícil prever la evolución de la dinámica de competencia entre 3G y WiFi, ya que depende de la evolución futura de las tecnologías de base y las estrategias comerciales de los operadores celulares. En cualquier caso, WiFi de capacidades suficientes actualmente para soportar una competencia efectiva. |
| **17. Capacidad de complementar a otras tecnologías** | - | Potenciador | Sólo para operadores de redes fijas y celulares que son los que pueden movilizar el uso complementario con estas redes en ofertas combinadas. |
| **18. Externalidades positivas directas e indirectas con bienes complementarios** | Potenciador | Potenciador | La externalidad con equipos terminales y servicios potencia de forma conjunta a todos los tipos de iniciativas. Las redes ciudadanas malladas se ven beneficiadas además por la externalidad de red presente en este modelo, cuyo impacto será menor en el futuro debido a la extensión gradual de coberturas de red fija en zonas rurales. |
| **19. Externalidades negativas en uso del espectro e intensidad de tráfico** | No afecta | Limitador | Las interferencias en el espectro pueden suponer una limitación importante a largo plazo si los reguladores no extienden las bandas de uso libre en un futuro (poco probable). Las iniciativas ciudadanas ven limitado su crecimiento futuro por la falta de incentivos para extender la red ante el incremento de tráfico (probable) |
| **20. Bajas barreras económicas de entrada y bajos costes hundidos** | Potencia | Potencia | El impacto está centrado en los actores con menores capacidades financieras como los pequeños comercios, WISPs locales, ayuntamientos e iniciativas ciudadanas. |
| **21. Bajas economías de escala** | Limita | Potencia | Dificulta el crecimiento basado en reducción de costes marginales, configurando un mercado de redes inconexas de coberturas modestas centradas en ubicaciones privilegiadas. Los desarrollos actuales en redes malladas sí facilitarán la implantación de redes de coberturas más amplias aprovechando las economías de escala derivadas en la construcción de redes de backhaul. |
| **21. Bajas economías de de alcance** | Limita | Limita | Las tecnologías fijas y celulares están en disposición de plantear tanto actualmente como en un futuro mayores economías de alcance en las que apoyarse para ofrecer paquetes integrados de servicios, lo cual limita su la capacidad de competir con las tecnologías celulares y fijas que copan la mayor parte del mercado. |
| **22. Demanda de servicios** | Limitador | Potenciador | Existen pocos datos sobre la demanda actual, y aunque éstos indican baja demanda es necesario confirmar objetivamente este aspecto. |
| **23. Interés y capacidades de los actores involucrados** | Potenciador | Potenciador | A medio plazo se producirán variaciones en los actores que protagonizan los despliegues. Es probable que los operadores tradicionales adquieran más peso, junto con los pequeños comercios y la participación municipal puede verse también incrementada si tienen éxito las iniciativas en curso. |

**Tabla 9-1: Resumen de factores implicados**

***Fuente: Elaboración propia***

# ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE MODELOS ALTERNATIVOS

Resulta evidente que la mayor parte de los modelos alternativos de desarrollo de redes y prestación de servicio basados en uso libre del espectro, han sido en mayor o menor medida viables hasta el momento, pues existen actualmente redes públicas suministrando servicios bajo diversos modelos de negocio que involucran a una gran variedad de actores, como son los hotspots, despliegues municipales o las iniciativas ciudadanas.

No obstante, dado que las redes públicas basadas en esta tecnología son de reciente aparición y aún no se ha alcanzado en general una articulación estable en cuanto a modelos de negocio, participación de actores, y uso por parte de los ciudadanos y empresas, se puede considerar que se encuentra en fase de experimentación por parte de los distintos actores. Así, la cuestión más interesante a estudiar se refiere a la viabilidad futura de estos modelos de explotación, en función de la sostenibilidad económica, organizativa, legal, tecnológica y capacidad de crecimiento a medio plazo.

Las conclusiones sobre viabilidad se derivan en gran parte del impacto de los factores clave analizados en el apartado 9.3, y de cómo se articulan estos factores potenciadores y limitadores en cada modelo de negocio. Así pues, se realizará un análisis de la viabilidad a medio plazo para cada uno de los modelos presentados en el apartado 8 (hotspots, iniciativas municipales e iniciativas ciudadanas), centrado en el balance entre factores potenciadores y limitadores de su desarrollo, y en la sostenibilidad y posibilidad de crecimiento futuro.

## 9.4.1 VIABILIDAD DEL MODELO DE HOTSPOTS

Los despliegues de redes públicas basadas en el modelo de hotspots, tal y como se ha visto, han tenido un crecimiento importante a lo largo de los últimos años, que si bien inicialmente fue protagonizado por nuevos operadores alternativos actualmente lo está por los operadores tradicionales de redes fijas y celulares, que ocupan la mayor parte del mercado de forma compartida con un número limitado de agregadores de ubicaciones que se apoyan en hotspots suministrados por terceros.

En el análisis realizado en el apartado 9.2 se mostró como las redes públicas WiFi articuladas bajo este modelo no son disruptivas, al haber optado los operadores consolidados por competir con los entrantes, aplicando para ello las capacidades de experturía en tecnología de telecomunicación, disponibilidad de redes de transporte y acceso, capacidad de financiación, conocimiento del mercado y base de clientes, que les hacen muy competitivos respecto a los pequeños operadores especializados.

Las ubicaciones que se cubren aplicando este modelo son las que mayor demanda presentan y en un futuro es probable que aumente el uso de servicios itinerantes por parte de los usuarios. El escenario a medio plazo está condicionado por los siguientes factores:

- *Ocupación de la mayor parte de ubicaciones privilegiadas*, con las consiguientes limitaciones para el crecimiento en ubicaciones con mayor demanda de tráfico, lo cual supondrá que el crecimiento se producirá en base a acuerdos de roaming entre operadores, que habitualmente establecen a su vez acuerdos de exclusividad de despliegue de hotspots con los gestores de las ubicaciones. Aquellos operadores que hayan desplegado hotspots en más ubicaciones se verán especialmente beneficiados con estos acuerdos de roaming, siendo también los grandes agregadores de ubicaciones (como Boingo), candidatos a aprovechar esta situación.

- *Incremento del interés por parte de los pequeños comercios*, que supondrá un aumento de las ubicaciones disponibles, si bien con una menor demanda de uso que las ubicaciones más privilegiadas. Es probable que este tipo de ubicaciones sean explotadas directamente por el

titular de la ubicación bajo modelos de gratuidad o empaquetamiento de servicios, aunque los operadores de hotspots gestionarán parte de ellas dentro de su estrategia de crecimiento. La evolución de la demanda de servicios de pago marcará en qué medida los operadores de hotspots muestran interés por controlar este tipo de ubicaciones, si bien las tendencias actuales muestran que cada vez son más los comercios que se alían con operadores de hotspots para ofrecer servicio, apoyándose en su capacidad tecnológica y cumplimiento de la regulación.

- *Empaquetamiento con otros servicios de telecomunicación*. Probablemente los operadores de redes fijas y celulares se apoyen en los hotspots para incrementar el valor de los servicios de las redes que constituyen sus principales activos, comercializando servicios integrados y transparentes a la tecnología utilizada. Aunque los nuevos modelos de arquitectura de red como IMS y NGN permiten la cooperación entre actores para suministrar servicio sobre redes basadas en distintas tecnologías, no es previsible que los operadores dominantes fijos y celulares que también controlan en gran medida el mercado de hotspots se apoyen en redes de terceros, sino que articularán su oferta en base a modelos sustentados en diversidad de redes, pero verticales en cuanto a la titularidad de éstas.

- *Estrategia de operadores celulares.* Los operadores de telefonía celular no abandonarán el mercado de las comunicaciones itinerantes en las ubicaciones más privilegiadas a favor de otros actores, y plantearán batallas comerciales apoyándose en nuevas tecnologías celulares (3G, HSPDA y en un futuro LTE), que probablemente será complementado con su propia red de hotspots. La estructura de costes de 3G presenta una parte importante de costes hundidos compartidos con los despliegues de 2G y la financiación de esta red en una parte sustancial vendrá determinada por su uso como evolución de 2G. Esto supone que los operadores celulares ya instalados dispondrán de una capacidad de maniobra importante para realizar ofertas competitivas basándose en sus fortalezas. Su punto débil para competir con los operadores de hotspots será probablemente el inferior ancho de banda que presenta 3G, así como las tarifas elevadas de sus servicios que intentarán paliar con el uso complementario de hotspots y 3G, evolución hacia tecnologías celulares con mayores prestaciones y reducción de precios y ofertas empaquetadas de servicio.

Así pues, la viabilidad futura del modelo de hotspots parece muy probable para los operadores celulares y de redes fijas que ya disponen de una red importante de hotspots y más dudosa para los operadores privados alternativos, que carecen de capacidad para realizar sinergias entre tecnologías, y tendrán que apoyarse exclusivamente en la red de hotspots de que dispongan y en acuerdos de roaming entre ellos, ya que los operadores tradicionales probablemente explotarán su propia red de forma cerrada o en roaming con operadores que dispongan de redes en otros países, pero sin realizar acuerdos de roaming a nivel local.

Es probable que los gestores de pequeños comercios se incorporen progresivamente al despliegue de redes y suministro de servicio. El modelo de negocio bajo el que se articulará la cobertura de estas ubicaciones a corto plazo puede ser muy variado: desde la explotación por el propio titular del comercio para reforzar su negocio principal, pasando por la instalación de hotspots por parte de los actores que están cubriendo ya las instalaciones más privilegiadas, y por la participación en iniciativas colaborativas ciudadanas o empresariales, hasta su inclusión en iniciativas municipales. A largo plazo es probable que alcancen acuerdos con operadores comerciales de hotspots que intentarán aprovechar la adecuación de sus ubicaciones para adquirir clientes.

Las iniciativas estrictamente privadas orientadas a suministrar servicios residenciales de banda ancha en países occidentales son muy escasas y apenas han tenido impacto comercial. Tal como se ha analizado en los apartados anteriores y en el anexo I, los operadores en general han preferido apoyarse en tecnologías fijas como DSL o el cable, y en su defecto en LMDS o su evolución, WiMax, pero utilizado en espectro licenciado, que permiten suministrar una mejor

calidad de servicio y presentan menores problemas de cobertura.

Los modelos privados basados en el uso de capacidad excedente de servicios de banda ancha fija contratados por usuarios residenciales como FON, no siguen la dinámica indicada más arriba, siendo sus puntos fuertes y débiles para la viabilidad y crecimiento futuro similares a los de las iniciativas ciudadanas, por lo que se analizan en el apartado 9.4.3.

**Conclusiones**

En definitiva, parece probable que el modelo de hotspots continúe siendo ***viable a medio plazo*** y se produzca un crecimiento de la demanda y de las instalaciones para uso itinerante, si bien el mercado de los hotspots estará ***muy centrado en los operadores tradicionales y en esquemas de roaming protagonizado por grandes agregadores***. Por el contrario, no ha sido posible articular ofertas privadas viables para banda ancha residencial sustentadas en el espectro de uso libre, debido a sus inferiores características técnicas, que impiden competir con el resto de tecnologías. Tampoco se preve que en un futuro el espectro libre juegue un papel relevante en la prestación de servicios de banda ancha residencial.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Involucración de operadores fijos y móviles en despliegue de hotspots comerciales (6.1.1, 6.1.2 y 7.1.3)
- Concentración de agregadores de hotspots (3.3.1 y 6.1.4)
- Poca adecuación de WiFi como tecnología para acceso de banda ancha residencial y fracaso de iniciativas centradas en este uso (3.5, 6.3.1, 6.3.2 y anexo I)
- Adecuación de WiFi para competir y complementar a tecnologías celulares en servicios itinerantes (3.7).
- Desarrollo de arquitecturas de integración de tecnologías de acceso, como IMS (3.7.1, 4.1.1 y 6.1.2).
- Demanda creciente de servicios itinerantes de acceso a Internet y servicios de información sobre éstos (3.5.2 y 7.2.1).
- Despliegues de hotspots comerciales elevado, creciente y centrado en ubicaciones típicas de acceso itinerante (3.6, 7.1.2 y anexo I)
- Evolución positiva de la involucración de comercios y hoteles en el despliegue de hotspots (6.2.4).
- Visión negativa de la tecnología WiFi por parte de los actores entrevistados en el uso para suministrar banda ancha residencial y acceso itinerante (Anexo III)

### 9.4.2 VIABILIDAD DE INICIATIVAS MUNICIPALES

A lo largo de los últimos años se ha producido un gran incremento del interés de las administraciones locales en Estados Unidos y más recientemente en Europa por el despliegue y operación de redes públicas WiFi, tanto para el suministro de servicios a los ciudadanos, como en uso interno para la mejora y ahorro de costes de servicicios municipales.

Tal como se ha analizado en los apartados 6.3.3, 7.1.6 y los anexos I y IV, los modelos de negocio y objetivos de las redes desplegadas por las administraciones locales son diversos, y en general combinan diversas modalidades de titularidad, comercialización de servicios, y objetivos, que van desde reducir la brecha digital, pasando por incrementar la competencia o disponer de servicios de banda ancha, hasta el uso en autoprestación. Estos actores están actualmente poniendo a prueba distintos modelos de explotación y despliegue, no habiéndose alcanzado aún una configuración estable que sea aplicada por la mayoría de administraciones locales. Esto hace más dificil la evaluación de la viabilidad futura de estos modelos de participación municipal, pues no han alcanzado el grado de madurez presente en el modelo de hotspot. En cualquier caso, los factores específicos que impactan en este tipo de iniciativas son

los siguientes:

1. La regulación de la competencia establece un marco de participación de las administraciones locales que limita sus actuaciones en situación de competencia a aquellos modelos en que no puedan valerse de su condición de administración pública para competir con el sector privado. Dado que los objetivos de las administraciones públicas son distintos que los de los actores privados, al no ser la obtención de ingresos el factor primordial de las actuaciones, sino la prestación de servicios a los ciudadanos, incrementar su participación en la sociedad de la información, y aumentar el desarrollo económico del territorio, esto supone una limitación importante a sus actuaciones, especialmente en zonas con oferta disponible de banda ancha.

2. La escasez actual de la demanda de accesos itinerantes afecta en mayor medida a este modelo que al de hotspots, pues las ubicaciones en que despliegan los ayuntamientos no resultan tan atractivas para los usuarios potenciales como los aeropuertos, hoteles, y cafeterías, en donde se despliegan los hotspots privados, lo cual también actúa como un limitador.

3. Una parte relevante de las iniciativas municipales está orientada, entre otros objetivos, a suministrar servicios de banda ancha residencial para los ciudadanos, bien para dotar a éstos de servicios de acceso a Internet en zonas donde se carece de infraestructura de banda ancha, bien para aumentar la competencia en este tipo de servicios donde se dispone de oferta comercial. El uso del espectro libre juega un papel modesto en el desarrollo de la banda ancha en pequeños municipios que presentan deficiencias de cobertura de redes fijas, y es muy probable que en un futuro no exista viabilidad para las iniciativas basadas en uso libre del espectro que plantean como uso primordial la provisión de banda ancha residencial. Las razones son las ya apuntadas para las iniciativas privadas, junto con las políticas de extensión de las redes fijas e implantación de WiMax en banda licenciada en zonas rurales, promocionadas por las administraciones nacionales y regionales. Esta situación de extensión de la banda ancha en base a otras tecnologías debilitará las actuaciones municipales de promoción de redes WiFi para uso residencial, por las siguientes razones:

   • Una vez que se dispone de oferta comercial de banda ancha, queda cubierto el objetivo de dotar al municipio de ésta.

   • Para actuar en competencia con la oferta comercial, los municipios no pueden aplicar subvenciones a las empresas que compiten con la banda ancha fija o basada en WiMax licenciado, ya que distorsionarían la libre competencia apoyándose de su condición de administración pública.

   • Tal y como se analizado para el caso de las iniciativas privadas, Wifi y WiMax en banda libre presentan debilidades importantes respecto a la tecnologías alternativas o el uso de WiMax en banda licenciada, lo cual supone una dificultad importante para competir en el mercado apoyándose en tecnologías inalámbricas. Visto de otra manera, en el caso de que el uso de WiFi y WiMax en banda libre presentase ventajas respecto a las tecnologías alternativas, los operadores tradicionales podrían también valerse de ellas para competir con las iniciativas promocionadas por las administraciones locales.

En consecuencia, el uso de redes públicas municipales para suministrar servicios de banda ancha residencial presenta debilidades importantes que hacen previsible la ausencia de viabilidad futura, al menos como objetivo principial del despliegue de red.

A pesar de estas limitaciones, las iniciativas municipales enfocadas de manera principal a otros objetivos sí pueden ser viables a medio plazo, y cumplir gran parte de las expectativas de

estos organismos, apoyándose en las siguientes capacidades:

- *Uso en autoprestación*. La aplicación de las redes municipales para mejorar servicios municipales y optimizar el trabajo itinerante de empleados y contratas puede hacer viables económicamente muchas de las iniciativas municipales, especialmente en las grandes ciudades, y poner en manos de las administraciones locales una herramienta estratégica para reducir costes de telecomunicaciones y mejorar los servicios proporcionados a los ciudadanos.

- *Aumento de la demanda de servicio*, impulsado por el crecimiento previsto de la base de equipos terminales de mano, del uso de Internet y de nuevos servicios como la transmisión de voz sobre IP.

- *Aplicación de nuevos modelos de negocio basados en suministro gratuito o de bajo coste financiado mediante publicidad*. Aunque aún es temprano para evaluar la viabilidad de estos nuevos modelos de negocio, la publicidad por Internet está aumentando, y las redes WiFi presentan una ventaja importante de contextualización en la ubicación donde se conecta el usuario que aumenta el valor de la publicidad para el anuncante.

- *Aplicación de mecanismos de redes neutrales y abiertas* que permitan que las redes de titularidad municipal sean explotadas por proveedores de servicios en competencia.

Es importante destacar que el desarrollo que están experimentando las redes malladas y la aplicación de WiMax en espectro licenciado juegan también un papel importante para potenciar las iniciativas municipales. El desarrollo de estas tecnologías reducirá en gran medida los costes de despliegue de redes amplias que necesitan disponer de redes de backhaul también de amplia cobertura.

**Conclusiones**

Por tanto, aunque actualmente las redes municipales no han demostrado aún su viabilidad económica y utilidad para ciudadanos y ayuntamiento, y existen limitaciones importantes a la actuación de estas administraciones en el despliegue y financiación de estas redes, ***a medio plazo sí existen posibilidades razonables de viabilidad económica*** respetuosa con la legislación vigente, y orientada a cubrir parte de los objetivos propios de estos actores. La viabilidad de estas iniciativas se centra en ***combinar el uso en autoprestación con suministro de accesos itinerantes a ciudadanos y visitantes***, más que en la oferta de banda ancha residencial. Dado que la experiencia en explotación de redes neutrales, modelos de negocio basados en publicidad, uso en autoprestación, y transmisión de voz sobre IP, son escasas, aún ***no es posible realizar una evaluación de la viabilidad de iniciativas municipales a partir de la evidencia existente***.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Limitaciones existentes del marco legal para financiación de iniciativas mediante subvenciones en entornos en competencia (3.4.5, 3.4.6 y 8.4).
- Escasa evidencia de éxito en las iniciativas municipales orientadas a suministrar banda ancha residencial en entornos de competencia con banda ancha fija, estando centrado su éxito en zonas con deficiencias de oferta de banda ancha fija (7.1.6, 7.1.6, y Anexo I).
- Escasa demanda de servicios itinerantes sobre WiFi en dominio viario y previsiones de crecimiento de demanda futura basados en el aumento de uso de servicio itinerantes y evolución de equipos terminales de mano (7.2 y anexo III).
- Potencialidad del uso de redes WiFi municipales para mejorar servicios municipales internos (3.5.10, 6.3.3)

- Disponibilidad de diversos modelos de interconexión, especialmente aquellos basados en apertura de la red a proveedores de servicio, que permite involucrar a otros actores en los esfuerzos municipales (3.3 y 8.4).
- Variedad de modelos de comercialización de servicios, que permite plantear propuestas de servicio bajo esquemas de gratuidad para el usuario con contraprestaciones en exposición a publicidad basada en localización (3.2.2).
- Visión de actores municipales entrevistados que hacen énfasis en el uso en autoprestación combinado con prestación de servicios itinerantes y bajo modelos de apertura de red a proveedores de servicio (Anexo III)

La estrategia comercial de los operadores celulares sobre las redes 3G añade incertidumbre incertidumbre sobre la viabilidad de las iniciativas municipales a largo plazo, ya que la oferta de 3G, combinada o no con los hotspots controlados por los operadores celulares, puede suponer una competencia importante sobre los servicios dirigidos a los ciudadanos y visitantes que presten las redes municipales, al soportar un servicio con cobertura integral. No obstante, a corto y en uso centrado para acceso itinerante, el elevado coste de los servicios prestados por 3G y el superior ancho de banda de WiFi permite una competencia efectiva entre ambas tecnologías.

### 9.4.3 VIABILIDAD DE INICIATIVAS CIUDADANAS

Desde la aparición de los protocolos 802.11, las iniciativas ciudadanas han crecido enormemente y han recibido una atención mediática importante como modelo alternativo al despliegue vertical con objetivos económicos aplicado por los operadores de telecomunicación.

Tal como se ha visto en el análisis global realizado y en el trabajo de campo presentado en el anexo I, muchas de estas iniciativas ciudadanas se encuentran pobremente articuladas y disponen de un número bajo de nodos y participantes. Estas iniciativas modestas, aunque continuarán existiendo, no tienen un impacto significativo sobre el mercado de telecomunicaciones, ni capacidad de crecimiento para formar redes más amplias que puedan ofrecer una alternativa real de servicio en un futuro.

En el análisis realizado se ha observado que una parte de las iniciativas ciudadanas sí que presentan un número elevado de participantes, se encuentran razonablemente bien articuladas, y producen un impacto de cierta relevancia en el territorio donde operan para extender el uso de la banda ancha. Para estas iniciativas mayor envergadura, procede realizar un análisis más detallado de viabilidad y sostenibilidad futura. Como limitadores para su crecimiento, existen dos factores clave que afectan a su desarrollo:

- El incumplimiento de las cláusulas contractuales establecidas por los operadores de red fija para los servicios minoristas, y de las condiciones fijadas por el regulador para explotar el servicio al público, como la obligación de inscripción de los participantes en estas iniciativas en el registro de operadores.

- La dificultad de involucrar a ciudadanos sin interés ni conocimientos en tecnologías de telecomunicación para que participen.

Ambas limitaciones actúan negativamente sobre la capacidad de crecimiento y la sostenibilidad futura de estas comunidades. El incumplimiento de requisitos legales, aunque hasta el momento no ha tenido consecuencias, puede suponer un factor limitador, ya que además de inhibir la participación de organismos institucionales, en el caso de que estas iniciativas ciudadanas puedan plantear una competencia significativa a los operadores de redes fijas, es probable que éstos emprendan acciones legales y denuncien ante el regulador la situación existente. Además, la propia actuación de oficio del regulador puede hacer inviable el modo de funcionamiento actual de estas iniciativas.

Para facilitar su viabilidad futura, probablemente sea necesario que evolucionen su modelo de organización para facilitar el cumplimiento de las condiciones legales (como la constitución de cooperativas registradas como operadores de telecomunicación), y enfocarse hacia autoprestación más que al servicio al público. En parte, esta evolución plantea contradicciones con los principios rectores de este tipo de iniciativas, que contemplan la apertura al uso público de las redes y se agrupan en torno a organizaciones muy ligeras sin personalidad jurídica asociada. En la medida en que les sea posible conjugar los objetivos principales perseguidos con la adaptación legal de los medios para estos fines, les será posible articular su crecimiento de forma más robusta y aumentar su impacto y relevancia en el mercado de las telecomunicaciones.

En lo que respecta a facilitar la incorporación de usuarios sin experturía en tecnología WiFi, la disponibilidad de herramientas sencillas de control de acceso, supervisión, y desarrollo de arquitecturas de interconexión, que se encuentran en fase de maduración, permitirá probablemente en un futuro incentivar la incorporación de nuevos participantes con menor interés en la tecnología, por lo que a medio plazo existen posibilidades de crecimiento en este aspecto.

**Conclusiones**

Como resumen, en lo que respecta a las iniciativas ciudadanas, la ***viabilidad de las iniciativas más pequeñas*** aunque posible ***no es relevante***, ya que su impacto real no es significativo. Las ***iniciativas ciudadanas amplias y bien articuladas***, sí pueden tener un impacto mayor en un futuro, si bien para ello ***necesitan formalizar y reajustar su modelo de organización para evitar las amenazas derivadas de sus debilidades legales***, que se podrían materializar si su éxito amenazase de forma significativa al mercado de los operadores tradicionales. Parte de estas iniciativas ya están formalizando sus mecanismos de colaboración a través de acuerdos de wireless commons, si bien subsisten los problemas de cumplimiento de la legalidad y los contratos con operadores de redes fijas, cuya solución pasa por establecer un compromiso entre los objetivos de servicio a la comunidad y la aplicación modelos de organización con las condiciones necesarias para cumplir con los requisitos legales y contractuales. La viabilidad futura de este modelo queda pues condicionada a este aspecto.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Escasez de participantes y pobre articulación en la mayoría de iniciativas ciudadanas (6.4.2, 8.3 y anexo I).
- Limitaciones legales y contractuales que dificultan la participación de usuarios residenciales en estas iniciativas (3.4.3, 3.4.4. 3.4.6).
- Dificultad de involucrar a usuarios no versados en tecnología en las iniciativas ciudadanas debido a la falta de madurez de las herramientas y el escaso atractivo que presentan las contraprestaciones obtenidas para este tipode participantes (6.4.1 y anexo III).

El análisis de viabilidad de los agregadores comerciales de accesos residenciales, del cual FON es el caso paradigmático, se había relegado a este apartado por la similitud entre los factores que influyen en la viabilidad de esta iniciativa de carácter empresarial y las iniciativas ciudadanas. Tal como se ha indicado, FON comparte con las iniciativas ciudadanas las debilidades legales asociadas a la involucración de usuarios particulares, que no están registrados como operadores de telecomunicación, y utilizan los accesos de banda ancha fija infringiendo las condiciones de uso establecidas por sus proveedores para el mercado minorista. En este aspecto pues, FON se encuentra en la misma situación de incumplimiento legal que se da en las iniciativas ciudadanas, agravada en este caso por la motivación económica derivada de su caracter empresarial, que aunque no supone un incumplimiento legal adicional, sí hace

más probable que se produzca la actuación de los operadores de redes fijas y del regulador al ser menor el coste político de la denuncia y actuación y disponer de medios de difusión del servicio y capacidad financiera más potentes que los de las iniciativas ciudadanas.

FON presenta mayores atractivos para la participación de usuarios desconocedores de la tecnología que la mayoría de iniciativas ciudadanas, ya que proporciona herramientas y equipos adaptados a su modelo de negocio, y los usuarios que se adhieren se limitan a su instalación, sin que para ello tengan que aplicar conocimientos profundos sobre la tecnología WiFi. Este mismo hecho es también una debilidad, ya que los usuarios presentan una motivación menor, más centrada en el servicio e ingresos que obtienen y menos en la experimentación y vocación de servicio al público, por lo que el desarrollo de nuevos servicios y nuevos modelos de suministro de éstos, está guiado desde FON y no por los propios usuarios, cuya participación es menos activa. La actitud de las comunidades wireless hacia FON es bastante reluctante, pues ven en esta iniciativa comercial una "perversión" de los valores que en su visión deben guíar la participación en iniciativas comunitarias, que estas comunidades cifran en la vocación de servicio a la comunidad de forma altruísta y la experimentación con la tecnología. Por tanto, es improbable que FON pueda incorporar a los participantes más activos de estas comunidades.

FON, asimismo, presenta una debilidad importante como servicio comercial (objetivo que por otra parte no pretenden ser las iniciativas ciudadanas), ya que no existe garantía de servicio y las ubicaciones que aportan los participantes se corresponden con domicilios privados que por regla general presentan escaso interés como zonas de servicio para el usuario ocasional.

Para paliar estas limitaciones, FON ha aplicado una estrategia de alianzas con operadores fijos (BTFon y Time-Warner) que le permite facilitar la involucración de usuarios residenciales, con ayuntamientos para incorporar hotspots municipales a su oferta y animar a la participación de ciudadanos y con Boingo para que este agregador pueda hacer uso comercial de la amplia red de hotspots residenciales controlados por esta compañía.

De todas estas actuaciones, la que mayor interés plantea de cara al futuro son las alianzas con grandes operadores de red fija que presenta un potencial importante de crecimiento en ubicaciones residenciales al facilitarse contractualmente el uso de la banda ancha fija para proveer servicios a terceros, beneficiándose a la vez FON, los propios usuarios y el operador de red fija que añade a su oferta de servicio la posibilidad de hacer uso de red amplia de acceso itinerante.

Aunque aún es pronto para asegurar la viabilidad comercial futura de FON, muy probablemente pasará por el éxito en este tipo de acuerdos y en cualquier caso, presenta unas fortalezas mayores que las iniciativas ciudadanas, presentando actualmente un número mucho más elevado de participantes.

**Conclusiones**

Así pues, ***aunque FON ha experimentado un crecimiento muy importante*** desde su creación, y recibe mucha atención mediática como modelo alternativo de explotación de redes públicas WiFi cooperativas, ***existen factores importantes que limitan su viabilidad futura, especialmente los relacionados con su articulación legal*** .

La ***estrategia actual*** de FON pasa por alcanzar ***acuerdos con operadores de red fija*** para el uso de la red fija residencial de sus clientes, que pueden potenciar su crecimiento facilitando la incorporación de usuarios y consolidandose como agregador comercial de accesos residenciales.

**Evidencias que sustentan las conclusiones**

- Limitaciones legales y contractuales que dificultan la participación de usuarios residenciales (3.4.3, 3.4.4. 3.4.6).
- Coberturas centradas en domicilios residenciales de interés menor para acceso itinerante y falta de garantía de servicio (8.3 y anexo I).
- Dificultad de incorporar a iniciativas ciudadanas en FON por la divergencia de valores e intereses en que se apoyan ambos modelos (anexo III)
- Evolución de FON hacia el establecimiento de acuerdos con operadores de red fija, agregadores y ayuntamientos para paliar parte de sus debilidades y poner en valor el elevado número de ubicaciones residenciales que controla (3.4.6 y 8.3.8).

### 9.4.4 RESUMEN DE VIABILIDAD

De acuerdo con lo expuesto, se observa que sí es posible la viabilidad a medio plazo de los distintos tipos de iniciativas analizadas, si bien no es segura y en parte de ellas existen factores limitativos que pueden convertirse en inhibidores de su crecimiento y sostenibilidad.

Respecto a los hotspots privados, se detecta una tendencia al crecimiento con un protagonismo muy elevado de los operadores tradicionales de redes fijas y celulares, y un aumento probable de los acuerdos de roaming, según vayan estando cubiertas las ubicaciones más privilegiadas. La tendencia existente en Estados Unidos hacia la incorporación de pequeños comercios en el despliegue de hotspots, probablemente también se trasladará al ámbito europeo, y estará probablemente controlada a largo plazo por los operadores de hotspots más fuertes actualmente.

En el uso de este tipo de redes para proporcionar servicio de banda ancha residencial, se constatan importantes debilidades técnicas de extensión de banda ancha en zonas rurales basada en uso de espectro libre. A medio plazo es de prever que el uso del espectro libre para este propósito continue siendo escaso, centrado en zonas con coberturas no completas de red fija, y promocionado por iniciativas ciudadanas o pequeñas empresas con financiación municipal, con tendencia a la desaparición según aumente la disponibilidad de la red fija y se reduzcan los precios de estos servicios.

Las iniciativas municipales basarán su viabilidad en despliegues para acceso itinerante sobre el cual es de prever un aumento de la demanda combinado con uso en autoprestación, aplicando modelos de red abierta que permitan la competencia entre proveedores de servicios y apoyándose en redes malladas o servicios WiMax en espectro licenciado proporcionado por operadores. Todas estas posibilidades están pendientes de maduración y prueba real en muchos casos, por lo que la viabilidad de los despliegues municipales dependerá de en qué medida la neutralidad de red, el uso en autoprestación y las tecnologías de bakhaul inalámbrico puedan actuar de factores potenciadores a medio plazo. En cualquier caso, las redes municipales se mueven en un margen estrecho para garantizar su viabilidad y deberán aprovechar de forma simultánea las fortalezas derivadas del uso en autoprestación, modelos novedosos de comercialización y despliegue de redes malladas.

En lo que respecta a las iniciativas ciudadanas, solo las más amplias y activas tienen la posibilidad de combinar su viabilidad con obtener un impacto relevante a medio plazo. Para articular de forma conjunta ambos objetivos, tendrán que establecer un compromiso entre sus principios de vocación de servicio público abierto y organización débil, y los cambios de modelo organizativo y de prestación de servicio necesarios para su viabilidad legal. Los modelos empresariales basados en el uso marginal de los servicios de banda ancha residencial plantean también como principal factor de incertidumbre la viabilidad legal, y centrarán su modelo de negocio en la cooperación con operadores de redes fijas.

Se presenta pues un panorama de viabilidad clara de los hotspots aunque fuertemente

dominados por los operadores tradicionales, de viabilidad posible para las iniciativas municipales si movilizan adecuadamente las capacidades existentes, y más dudoso para las iniciativas que hacen uso de accesos minoristas, que tendrán que solventar las limitaciones legales existentes cambiando su modelo de organización y de prestación de servicio, o alcanzando acuerdos con los operadores tradicionales si desean conjugar la viabilidad con un impacto relevante sobre el mercado. Las estrategias comerciales de los operadores celulares sobre las redes 3G añaden incertidumbre a largo plazo, ya que pueden suponer un éxito de los hotspots controlados por éstos en combinación con 3G (formando la denominada 4G), y capturar una parte de la demanda de servicio itinerante si los actores que participan en el resto de modelos no son capaces de plantear esquemas de comercialización competitivos.

## 9.5 EVALUACIÓN DE EVIDENCIA EMPÍRICA DE IMPACTO

La última pregunta planteada al inicio de la tesis se centraba en dilucidar si existe suficiente evidencia empírica para evaluar el impacto en la promoción de la incorporación de ciudadanos y empresas a la sociedad de la información de las redes públicas basadas en espectro de uso libre.

Tal como se ha mostrado a lo largo de los capítulos precedentes, el uso del espectro libre para suministrar servicios al público es reciente, habiendo comenzado su aplicación para proporcionar servicios en los últimos cinco años. Esto supone que en general la evidencia existente es escasa, tanto en sentido positivo como negativo. Si además se tiene en cuenta que la forma de articular las propuestas de servicio se encuentra aún en proceso de configuración, y que el panorama futuro depende de varios factores difíciles de estimar a medio plazo, se concluye que en general la escasa evidencia empírica existente no es suficiente para realizar una evaluación definitiva sobre el impacto actual y futuro de esta tecnología. Sí es posible, en cualquier caso, realizar una evaluación limitada y provisional sobre el impacto que han tenido los modelos de despliegue aplicados sobre espectro de uso libre hasta el momento.

En lo que respecta a la explotación para uso residencial, el impacto ha sido en general escaso. El número de accesos residenciales que se suministran apoyándose en WiFi como tecnología final de acceso es muy limitado, no siendo una de las tecnologías utilizadas habitualmente los operadores tradicionales para suministrar servicio en ciudades ni en zonas rurales. Parte de los operadores entrantes sí se han apoyado en WiFi, en general en despliegues rurales con subvención municipal o de administraciones autonómicas, aunque no siempre con éxito, como muestra la experiencia de la Generalitat analizada en el anexo I. En general, estos operadores entrantes han tenido poco éxito y las iniciativas viables operan en zonas sin oferta de banda ancha con financiación pública en mayor o menor medida. Las políticas de extensión de banda ancha por parte de las administraciones nacionales y autonómicas se basan a medio plazo en la subvención del despliegue de ADSL, uso de WiMax, y subsidiariamente, satélite directo para zonas remotas. La extensión de la banda ancha en zonas rurales con estas tecnologías, probablemente suponga acabar con la viabilidad económica de iniciativas existentes basadas en WiFi o WiMax en espectro libre como tecnología final de acceso.

En el ámbito del servicio de banda ancha residencial y de empresa para zonas rurales, algunas comunidades wireless han jugado un papel de cierta relevancia en zonas rurales o aisladas con coberturas dispersas de red fija, aprovechando la disponibilidad de infraestructura fija en determinadas ubicaciones para extender el servicio a mediante radioenlaces WiFi a localizaciones no cubiertas por la oferta comercial, debido a la elevada longitud de los bucles. La viabilidad futura de este modelo depende tanto de la aplicación de las políticas de extensión de banda ancha fija o soportada por WiMax para proporcionar coberturas comerciales completas, como de los factores ya vistos relativos a la legalización de estas iniciativas. En el contexto europeo, los planes de extensión de banda ancha rural existentes, financiados con fondos FEDER de la Comunidad Europea en unos casos y por las administraciones centrales y regionales en otros, apuntan hacia coberturas rurales amplias basadas en redes fijas y WiMax en espectro licenciado, gestionadas por operadores tradicionales. En el caso estadounidense, que presenta más dispersión geográfica y ubicaciones remotas, aún existirán posibilidades de extensión en este sentido a medio plazo.

Así, las promesas que planteaban los promotores de WiFi como una alternativa tecnológica viable para suministrar servicios de banda ancha residencial, no se han visto confirmadas en la realidad en el contexto de los países occidentales en los cuales las redes fijas han evolucionado positivamente en precios y prestaciones y no han dejado “espacio” para la viabilidad de las redes WiFi. En los entornos rurales WiFi tampoco ha suministrado los rendimientos prometidos,

siendo el uso de WiMax en banda licenciada la tecnología que se está utilizando en su lugar.

En lo que respecta a servicios itinerantes, hasta el momento el impacto se ha centrado en las ubicaciones más privilegiadas como aeropuertos, hoteles, y comercios de restauración. El segmento de mercado al que han ido dirigidas las propuestas comerciales, es el integrado por usuarios urbanos ya incorporados a la sociedad de la información, como son los trabajadores itinerantes que gracias a los hotspots pueden extender el acceso al correo electrónico, aplicaciones corporativas, e Internet, cuando se encuentran fuera de los domicilios y empresas. Para este segmento de mercado, los hotspots son una extensión de las redes fijas que utilizan en sus ubicaciones habituales. Los ciudadanos y empresas no incorporadas en la sociedad de la información y que no utilizan los servicios de red fija, no forman parte actualmente de la base de clientes de estos hotspots privados. La evolución futura hacia la extensión a otras ubicaciones y la participación de pequeños comercios, sí puede favorecer la extensión del uso de servicios TIC en itinerancia por parte de colectivos que hacen uso no intensivo de Internet en sus domicilios y empresas.

Muchas de las iniciativas municipales tienen entre sus objetivos la promoción de la incorporación de los ciudadanos y empresas locales a la sociedad de la información, así como reducir la brecha digital mediante la oferta de servicios gratuitos o de bajo coste a los colectivos más desfavorecidos. En definitiva, intentan utilizar como palanca las redes públicas WiFi para obtener los beneficios sociales y económicos de la extensión de la banda ancha. Si hasta el momento, la evidencia empírica objetiva relativa al impacto de las iniciativas WiFi municipales es prácticamente nula. Esto se debe por un lado a que la mayor parte de las iniciativas más ambiciosas que se fijan este tipo de objetivos se encuentran aún en fase de despliegue, o han entrado en operación muy recientemente. Por otro lado, las iniciativas que llevan un tiempo operativas no han hecho pública información de detalle sobre número de usuarios, perfil de éstos, ni de información sobre cambios en los patrones de uso de Internet en las zonas en que están implantadas. Es, pues, necesario disponer de más información apoyada en datos objetivos, y medidas realizadas con rigor científico, para poder evaluar el impacto real.

Situándose en el terreno de la especulación, al no disponerse de datos contrastados, se observa que es dificil articular políticas adecuadas de reducción de la brecha digital fundamentadas en los despliegues de redes WiFi municipales, ya que la escasez de demanda y el bajo poder adquisitivo en los distritos más desfavorecidos, hace que las actuaciones basadas en desplegar infraestructuras sean costosas por cada usuario beneficiado, aumentando la relación coste/beneficio respecto otros tipos de actuaciones sobre la brecha digital, que quizá sean más efectivas. Tal como se ha indicado, no se dispone de evidencias contrastadas que permitan confirmar o refutar esta impresión, y por tanto no es posible confirmar esta suposición.

Dejando aparte las actuaciones sobre los colectivos más desfavorecidos que no son usuarios de Internet, la disponibilidad de redes WiFi en amplias zonas de la ciudad bajo modelos de comercialización del servicio itinerante competitivos con 3G, probablemente sí tenga un impacto favorable y relevante para facilitar que los ciudadanos y empresas ya incorporados a la sociedad de la información hagan un uso más intensivos de las TIC.

En definitiva, hasta el momento las redes públicas Wifi han impactado en facilitar el uso itinerante de Internet para usuarios que ya estaban incorporados a la sociedad de la información, pero no han jugado un papel relevante en la reducción de la brecha digital.

Los servicios en autoprestación municipal son también una fuente de ventajas muy referenciada en los despliegues promocionados por las administraciones locales. Una vez más, la evidencia empírica del impacto de estas redes sobre la mejora de servicios municipales es escasa y muy centrada en unas cuantas iniciativas estadounidenses como la de Corpus Christi (Texas) incluida en el anexo IV. Si bien es probable que, utilizadas adecuadamente, estas redes

permitan mejorar los servicios municipales y ofrecer servicios nuevos, sólo la experiencia que se obtenga de las iniciativas que comenzarán a operar con estos objetivos a lo largo de 2007 y 2008, permitirá comprobar este aspecto. En cualquier caso, sí existen servicios municipales especialmente de uso interno como la supervisión mediante cámaras remotas o el acceso a aplicaciones corporativas por parte de policías, bomberos y personal itinerante del ayuntamiento que pueden verse beneficiadas claramente por la disponibilidad de estas redes.

En resumen, la evidencia empírica sobre el impacto de este tipo de redes sobre la incorporación de ciudadanos y empresas a la sociedad de la información es escasa. Esto en parte se debe a que muchas de ellas aún se encuentran en fase de despliegue, especialmente las iniciativas municipales, y en el caso de las ya operativas, a que su impacto ha sido modesto o no se dispone de datos al respecto. Los hotspots han impactado sobre el segmento de mercado que ya era usuario de las tecnologías de la información y la comunicación, facilitando el uso ubicuo de éstas, pero no sobre otros segmentos de la población. Los despliegues rurales en general han tenido un impacto escaso, siendo significativo el caso de algunas iniciativas ciudadanas que han permitido extender el servicio en zonas con déficit de cobertura de red fija.

En la evolución futura, no parece probable que en el acceso residencial ni en la reducción de la brecha digital vaya a producirse un impacto significativo de estas iniciativas. No obstante, el aumento de los hotspots privados y el despliegue de redes municipales con modelos de comercialización competitivos con 3G pueden suponer un impacto importante en potenciar un uso más intensivo de las TIC por parte de ciudadanos y empresas usuarios de TICs, ya que promocionarán el acceso itinerante a los servicios. Su aplicación en servicios municipales, tanto en uso interno como para los ciudadanos, puede ayudar también a mejorar éstos de forma significativa, si bien aún no se dispone de suficientes datos ni base de implantaciones con experiencia rodada en este tipo de aplicaciones.

En un futuro aumentará probablemente el uso de de estas redes para transmitir voz por parte de los ciudadanos, al acostumbrarse éstos al uso itinerante de servicios sobre equipos terminales, que estarán dotados tanto de capacidades de transmisión de voz como de accesos a Internet y correo electrónico. En lo que respecta al mercado de la transmisión de voz en entorno itinerante se puede considerar ya suficientemente maduro, y, aunque continúa creciendo y sustituyendo al uso sobre red fija, los principales factores para su crecimiento están relacionados con la oferta de las redes celulares, tanto actualmente, como a medio plazo.

# 10 CONCLUSIONES

Las respuestas desarrolladas en el capítulo 9 a las preguntas de investigación planteadas al inicio de la tesis, permiten obtener las siguientes conclusiones principales respecto a la dinámica y viabilidad del despliegue de redes públicas inalámbricas basadas en uso libre del espectro:

Aunque estas redes se pueden considerar disruptivas en determinados contextos de uso y promoción por parte de actores alternativos, no en todas las situaciones donde se aplican, lo son. Tal como se ha visto, la aplicación más asentada en el ámbito de redes públicas basadas en espectro de uso libre, los hotspots en ubicaciones privilegiadas, está controlada principalmente por los operadores tradicionales de redes fijas y celulares, que compiten con los operadores alternativos aplicando sus ventajas organizativas y activos con éxito, siendo los actores que en mejores condiciones se encuentran para combinar en un futuro la oferta de hotspots WiFi con la oferta basada en redes fijas y celulares. Así, en el caso de los hotspots ubicados en localizaciones privilegiadas, la competencia por parte de pequeños operadores entrantes no puede considerarse disruptiva, pues las motivaciones y recursos aplicados por éstos, son similares a los de los operadores tradicionales que afrontan esta competencia aplicando las ventajas derivadas de su mayor volumen y experiencia.

Asimismo, es importante tener en cuenta que las tecnologías aplicadas en espectro de uso libre (principalmente WiFi) son de corto alcance y necesitan en mayor o menor medida de las redes fijas para conectar a los usuarios. Esto supone una dependencia grande de las redes fijas, que será menor, aunque no desaparecerá, según madure la tecnología de redes malladas y WiMax en espectro licenciado. En consecuencia, la disruptividad de WiFi se produce únicamente como red de acceso final para comunicar con el equipo terminal, y no es una alternativa completa e independiente de la red fija, ya que necesita utilizar a ésta como backhaul y transporte para suministrar el servicio.

El uso disruptivo de las redes públicas basadas en espectro de uso libre se produce cuando son utilizadas por actores alternativos como las administraciones locales y las iniciativas ciudadanas, cuyas capacidades y objetivos son distintos a de los operadores tradicionales, y por tanto disponen de posibilidades para articular modelos de desarrollo y orientación a usuarios con enfoques distintos a la pura explotación comercial orientada a obtener ingresos económicos.

El análisis de la viabilidad y la capacidad de crecimiento de estos modelos alternativos de despliegue protagonizados por actores que no participan habitualmente en el despliegue y operación de redes de telecomunicación ha sido uno de los objetivos fundamentales perseguidos en el presente trabajo de investigación. Gran parte del discurso relacionado con las redes públicas WiFi gira en torno a las posibilidades de estos modelos alternativos de construcción de redes y explotación de servicios para asentarse como una alternativa real a los despliegues bajo modelos tradicionales. Habida cuenta de que la mayor parte de servicios y redes de telecomunicación actualmente se articulan verticalmente y dominados por grandes operadores, la viabilidad de estos modelos alternativos movilizados por el uso libre del espectro es importante como precedente de la posibilidad de implantar redes públicas amplias bajo enfoques “bottom-up”, articulados directamente por los propios usuarios y las administraciones más cercanas a los ciudadanos.

Esta posibilidad de articular modelos alternativos resulta de gran interés para actores como los promotores de iniciativas ciudadanas, las administraciones locales, y los defensores de políticas favorables a una mayor participación ciudadana en la configuración de las TIC en detrimento de las grandes corporaciones. Este hecho favorece en muchas ocasiones que se realicen análisis más basados en el deseo que en la realidad (el *whishful thinking* anglosajón), habiéndose en muchos casos sobrestimado la viabilidad y la capacidad de crecimiento y

competencia de estos modelos alternativos respecto al modelo tradicional, menospreciándose las limitaciones existentes.

La presente tesis, motivada inicialmente por el deseo de confirmar la viabilidad de estos modelos, que aportan planteamientos novedosos, finalmente ha pretendido situar en su justa medida las expectativas respecto a las capacidades de estos modelos alternativos articulados en torno al uso del espectro en banda libre. El baño de realidad que supone analizar la evidencia empírica, analizar en detalle la regulación, mercado, capacidades, y objetivos de los actores implicados, ha sido clave para situar el deseo en el marco de los hechos.

Las conclusiones obtenidas a partir del análisis multidisciplinar realizado y la evidencia empírica existente, articuladas en detalle en las respuestas a las preguntas de investigación desarrolladas en el capítulo 9, muestra que aunque con mayores limitaciones que las defendidas por los promotores de estos modelos, sí existen posibilidades de viabilidad, aunque con un alcance bastante más modesto que el vislumbrado por los entusiastas de los despliegues colaborativos protagonizados por actores alternativos.

En lo que respecta al suministro de banda ancha residencial, las conclusiones obtenidas apuntan hacia una debilidad tecnológica importante del uso de espectro libre con este propósito, que está refrendada por la escasa aplicación de WiFi por parte de los operadores tradicionales y de los programas públicos de extensión de banda ancha rural. Aunque sí existen alternativas inalámbricas a la red fija en determinados contextos para suministrar banda ancha residencial, éstas se basan en espectro licenciado, como es el caso de la banda ancha rural basada en WiMax que se está desplegando en el marco de programas de diversas administraciones, y que está gestionado por los operadores de telecomunicación tradicionales bajo modelos verticales de explotación. Las redes públicas Wifi no han cumplido pues en general las promesas planteadas inicialmente como alternativa de bajo coste para suministrar servicios de banda ancha competitivos con las redes fijas.

El suministro de acceso itinerante a servicios de telecomunicación es la aplicación clave de esta tecnología, que se verá por un lado potenciada por el aumento del uso itinerante de Internet y el correo electrónico, la extensión de equipos de mano dotados con WiFi y la transmisión de voz. Como limitación potencial, las redes WiFi públicas tendrán que afrontar la competencia de 3G, que en el caso de los operadores celulares, es posible que se apoye de forma complementaria en WiFi, pero que no pueden movilizar los actores alternativos, pues no disponen del control de las redes celulares.

El éxito de los hotspots comerciales ubicados en localizaciones privilegiadas sí ha sido rotundo y ha permitido facilitar un acceso itinerante a Internet del que se carecía hasta la aparición de 3G, presentando actualmente un mayor ancho de banda y menor coste que éste. Aunque el despliegue de estos hotspots inicialmente estuvo protagonizado por actores alternativos, la configuración actual del mercado indica un elevado protagonismo de lo operadores tradicionales, junto con agregadores de hotspots que sí han supuesto una novedad en los modelos de explotación de redes caracterizados por su verticalidad.

Las iniciativas ciudadanas hicieron su aparición de forma muy temprana, en el primer momento de maduración de la oferta comercial de equipos WiFi. Gran parte del discurso sobre la potencialidad de los modelos alternativos de despliegue se ha basado en las capacidades de estas comunidades wireless, que despiertan un interés adicional al articular su jerarquía de valores y objetivos a través de la ética “hacker” que ha dado unos excelentes resultados en el desarrollo del software libre. El análisis realizado muestra debilidades grave en muchas de ellas, siendo más el ruido mediático que los resultados obtenidos, ya que el un número de participantes e impacto real de la mayor parte de ellas muy bajo. Una parte de las iniciativas (pocas en número, pero no en importancia) si han tenido un cierto éxito, muy ligado a la efectividad en extender el servicio en territorios con escasez de oferta de banda ancha fija.

Todas las comunidades wireless comparten con las iniciativas empresariales que pretenden articular ofertas de servicio basándose en el uso de capacidades excedentes en banda ancha residencial, una debilidad importante de cara a su crecimiento y sostenibilidad, pues incumplen en su mayor parte los requisitos legales y las cláusulas de uso de servicios minoristas. Este hecho supone, cuanto menos, una limitación al impacto social que pueden tener, ya que su éxito generalizado implicaria poner en evidencia clara estos incumplimientos legales. No obstante, este problema podría ser soslayado evolucionando el modelo de organización hacia una mayor formalización y uso en autoprestación. El reto en este caso es hacer compatible esta evolución con el mantenimiento de los valores que movilizan la participación en estas iniciativas.

Las administraciones locales pueden jugar un papel importante como protagonistas en el despliegue y explotación de estas redes. Por el momento, la mayor parte de iniciativas municipales se encuentran aún en proceso de configuración inicial, pero el uso combinado en autoprestación y servicios para el público, la aplicación de modelos novedosos de comercialización, y el desarrollo de las redes de backhaul basadas en modelos mallados y WiMax licenciado, pueden actuar como factores importantes de potenciación y viabilidad de estas iniciativas. La elevada actividad de las autoridades municipales en Estados Unidos aún a pesar de las barreras legales existentes, y el creciente interés en el entorno europeo, son una prueba de que existe una ventana de oportunidad para implantar modelos de despliegue viables que doten a las poblaciones y a sus ciudadanos de este tipo de infraestructuras con servicios ubicuos y promocionados por actores orientados al servicio a la comunidad. La evidencia sobre el éxito de las iniciativas municipales es aún escasa, pues la mayor parte de las más relevantes se encuentran aún en fase de despliegue. No obstante, si las administraciones locales consiguen articular adecuadamente el uso en autoprestación con el suministro de servicios a los ciudadanos bajo modelos respetuosos con la regulación de la competencia, la disponibilidad de redes públicas inalámbricas de amplia cobertura puede facilitar un uso más intensivo de las tecnologías de información y comunicaciones por parte de los ciudadanos, y aumentar el atractivo de los municipios que desplieguen estas redes para visitantes y empresas.

# 11 TRABAJO FUTURO

En la Tabla 11-1 se presentan las líneas de investigación que articulan el trabajo futuro en este área, organizadas de acuerdo al aspecto más relevante de cada línea propuesta (técnicos, regulatorios, de mercado o de configuración y viabilidad de modelos de negocio).

Las líneas apuntadas se han obtenido complementando propuestas de investigación señaladas por otros autores (como las proporcionadas por M. Bina del Centro de Investigación en eBusiness de la Universidad de Atenas en [Bina et al., 05] para las iniciativas ciudadanas, de F. Bar de la Uinversidad de Southern California [Bar et al., 05] para los modelos de negocio, o de A. Balachandran de la Universidad de California en San Diego [Balachandran et al., 05] para los aspectos más técnicos) con los resultados obtenidos y las carencias de información detectadas en la presente investigación. Muchas de estas líneas están explícita o implícitamente reflejadas en la literatura técnica como puntos abiertos a la investigación, y el desarrollo del presente trabajo de investigación ha permitido situarlas en contexto respecto al panorama global, para identificar su relevancia de cara a la dinámica y viabilidad futura de los modelos de negocio que se articulan en torno al tipo de redes analizadas, así como identificar algunas propuestas de investigación adicionales.

Entre las líneas de investigación que afectan a todos los modelos de negocio, resultan de especial relevancia aquellas centradas en la transmisión de voz sobre IP, tanto en sus aspectos técnicos como en la articulación de modelos de negocio para este mercado, ya que la voz continúa siendo la aplicación clave que moviliza la mayor parte de ingresos del sector de telecomunicación, y su aplicación práctica en WiFi puede actuar como un potenciador importante de la demanda. Aunque probablemente con menor impacto, los servicios y terminales de videojuegos pueden actuar también positivamente en este sentido, por lo que merece también atención su evolución futura.

Tal como se ha visto, la evidencia objetiva sobre la demanda real por parte de los usuarios, los patrones de uso de servicios, y el cumplimiento de objetivos por parte de los actores involucrados, es escasa. Dado que estos aspectos son clave a la hora de implicar a organizaciones de todo tipo y comprender la dinámica la evolución de la oferta de servicios y ubicaciones, es necesario llevar a cabo análisis de tráfico sobre instalaciones reales y, especialmente en las iniciativas municipales, habilitar y aplicar mecanismos para medir el impacto real que tiene el despliegue de este tipo de redes en la prestación de servicios, y cuantificar el grado de satisfacción de los objetivos pretendidos. Su implantación sobre iniciativas con las que mantiene contacto el investigador puede resultar esclarecedor para identificar debilidades y fortalezas en este sentido.

A largo plazo, es conveniente realizar un seguimiento de otras tecnologías alternativas de uso del espectro libre. En la actualidad únicamente WiMax plantea la madurez suficiente, si bien en uso licenciado. De hecho, a corto plazo, la aplicación de WiMax bajo uso privativo del espectro y las redes malladas pueden abaratar en gran medida los despliegues en zonas públicas de ámbito geográfico extenso, típicos de las iniciativas municipales, por lo que el estudio de su viabilidad y capacidades constituyen una linea de investigación importante en este ámbito.

Las iniciativas municipales, al ser un campo novedoso, ofrecen oportunidades adicionales de investigación, como es el desarrollo y aplicación de modelos neutrales, así como la articulación y viabilidad económica de modelos de negocio que permitan suministrar servicios gratuitos o de bajo coste a los ciudadanos, respetando la regulación de la competencia con las iniciativas privadas.

En este sentido, las iniciativas públicas comparten con las ciudadanas el interés en involucrar a diversos tipos de actores, para lo cual es necesario disponer de herramientas que permitan gestionar redes heterogéneas, y aplicar modelos de control de acceso colaborativos, que de por

sí constituyen una línea de investigación, de cariz principalmente técnico.

En las iniciativas ciudadanas, además de las líneas indicadas sobre redes malladas y gestión de redes heterogéneas, es fundamental la investigación de modelos organizativos alternativos que posibiliten su viabilidad legal, junto con una implicación mayor de usuarios residenciales que no sean expertos en tecnología, ya que estas son sus debilidades principales, cuya resolución puede habilitar el crecimiento de las iniciativas ciudadanas.

La línea de investigación relacionada con los hotspots privados se centra en seguir la evolución del mercado a medida que las ubicaciones más privilegiadas vayan estando cubiertas, para confirmar las tendencias detectadas de evolución hacia un protagonismo mayor aún de los operadores tradicionales y hacia el aumento de los acuerdos de roaming. El análisis periódico del mercado siguiendo la metodología aplicada en el anexo I para el mercado catalán, es una buena herramienta para abordar esta investigación.

Volviendo al ámbito más general, hay dos áreas de investigación que son relevantes para todos los modelos de negocio. A largo plazo, la extensión del espectro abierto para evitar la congestión y permitir un aumento de potencia en la transmisión, y por tanto de alcance de cada punto de acceso, es fundamental para facilitar la viabilidad futura de este tipo de redes. La investigación de modelos alternativos de gestión del espectro, convivencia entre espectro libre y licenciado, y ocupación de bandas libres, como lo será en un futuro el asignado actualmente a la televisión analógica, puede dar resultados de interés en este sentido.

A corto y medio plazo, la convivencia entre 3G y WiFi es clave para viabilidad de las redes públicas inalámbricas basadas en esta última tecnología, y por tanto es necesario seguir la evolución tanto de terminales duales como de los modelos de negocio que se articulan en torno a la competencia y la colaboración entre ambas tecnologías, así como de la estrategia de los actores que participan en su despliegue y explotación, principalmente los operadores celulares, que serán los protagonistas de las dinámicas de complemento entre estas tecnologías.

Como línea de investigación adicional relacionada, la aplicación de WiFi y WiMax en banda licenciada en países en vías de desarrollo, que no ha sido abordada en la presente tesis, es también de interés, y muchos de los factores analizados para los países desarrollados se encuentran presentes también en este tipo de contexto, si bien la dinámica y condiciones de contorno son muy distintas y pueden obtenerse otro tipo de resultados. Parte de los organismos internacionales y de los expertos en desarrollo consideran a este tipo de redes como una herramienta importante para solucionar parte de los problemas planteados por la brecha digital (véase por ejemplo, la postura del Wireless Internet Institute, www.w2i.org, promocionado por la ONU y el Banco Mundial, o las experiencias de implantación de redes WiFi en zonas rurales de la India en [Raman et al., 07] y [Kakroo, 07]). Los análisis realizados en la presente tesis pueden servir de punto de partida para evaluar la aplicación en este tipo de contextos, donde los modelos de despliegue verticales protagonizados por los operadores tradicionales no han tenido el éxito suficiente para resolver una de las limitaciones claves para el desarrollo de estos países.

| | *Línea de investigación* | *Relevancia* |
|---|---|---|
| **Aspectos técnicos** | **Evolución de mecanismos de control de calidad de servicio y transmisión de voz sobre IP en familia de protocolos 802.11** | Permiten habilitar la transmisión de Voz sobre IP, que puede actuar de forma importante sobre el mercado de estas redes, así como realizar una gestión más optima de la calidad de servicio. |
| | **Evolución de tecnologías de redes malladas y WiMax sobre espectro licenciado, así como su uso en backhaul para redes de acceso WiFi** | Permiten abaratar el coste de despliegue de las redes públicas WiFi. |
| | **Evolución de tecnologías alternativas para redes públicas inalámbricas sobre espectro libre (WiMax en espectro abierto, Flash OFDM y UWB)** | Aunque aún no se encuentran maduras, en determinados contextos pueden ser una alternativa de acceso a WiFi o facilitar el despliegue de backhaul. |
| | **Análisis de nuevos modelos de facturación y control de acceso colaborativo mediante DIAMETER** | Facilita la implantación de nuevos modelos de comercialización y colaboración entre actores. |
| | **Gestión de redes heterogeneas multisuministrador y multiprotocolo, mediante software libre** | Facilita la explotación de redes aportadas por diversos actores bajo criterios técnicos de adhesión abiertos. |
| **Aspectos regulatorios** | **Analizar modelos alternativos de regulación del espectro para evitar la congestión futura de redes de acceso WiFi** | Es un factor limitador importante del desarrollo futuro de estas redes. |
| | **Profundizar en participación de administraciones locales bajo modelos compatibles con la regulación de competencia** | los modelos más adecuados para la participación municipal están aún en discusión, y condicionan los modelos de negocio que se aplican. |
| | **Analizar posibilidades de articulación jurídica de iniciativas ciudadanas respetuosa de la regulación** | Las iniciativas ciudadanas mejor articuladas pueden tener una viabilidad y crecimiento relevantes a largo plazo si adaptan su modelo organizativo a los condicionantes legales. |
| **Aspectos económicos y de mercado** | **Análisis de datos reales de tráfico sobre hotspots en diversas ubicaciones** | Los datos existentes sobre usuarios y patrones de tráfico son escasos, y el uso de las redes es un factor clave para la evaluar la viabilidad de los diversos modelos de negocio. |
| | **Evolución del mercado de equipos terminales de mano con conectividad WiFi (teléfonos 3G/WiFi, videoconsolas portátiles y teléfonos VoIPWiFi)** | Es un factor clave para impulsar la demanda de este tipo de redes. |
| | **Evolución de ubicaciones de hotspots y acuerdos de roaming y colaboración entre operadores** | Permite detectar las tendencias de evolución de la oferta y la estructura de mercado, así como confirmar o refutar la hipótesis sobre el dominio futuro del mercado de hotspots por parte de los operadores tradicionales. |

| | *Línea de investigación* | *Relevancia* |
|---|---|---|
| **Modelos de negocio** | **Profundizar en los modelos organizativos para articular operadores neutrales involucrando a diversos tipos de actores** | La aplicación de este modelo es importante para la viabilidad de las iniciativas municipales y su articulación, compleja y con aspectos aún abiertos. |
| | **Evaluación del cumplimiento de objetivos de la administraciones públicas** | No se dispone de información objetiva al respecto, y las iniciativas municipales solo serán viables a medio plazo si se cumplen los objetivos pretendidos. |
| | **Impacto de servicios en autoprestación municipales** | Los servicios municipales pueden facilitar la viabilidad económica de las redes públicas municipales en uso mixto para autoprestación y por parte de los ciudadanos. |
| | **Análisis de estrategias de complemento/sustitución entre 3G y WiFi** | Condiciona en gran medida la convivencia entre WiFi y 3G para suministrar servicios similares. |
| | **Articulación de modelos de negocio en torno a la transmisión de voz sobre redes públicas WiFi** | La transmisión de voz sobre este tipo de redes puede dinamizar y facilitar nuevos modelos de negocio adicionales a los ya existentes. |
| | **Profundizar en el análisis de modelos de negocio basados en publicidad, o empaquetamiento de servicios basados en actores alternativos, como proveedores de contenidos o pequeños comercios** | Estos modelos de explotación son de reciente aparición y aún no se encuentran evaluados, pudiendo actuar como modelos alternativos relevantes para la viabilidad de estas redes. |
| **Otras líneas de investigación** | **Evaluación de la aplicación en países en vías de desarrollo** | El uso de WiFi y de WiMax en espectro libre presenta características diferenciales en los países en vías de desarrollo, para los cuales en determinados contextos estas tecnologías pueden ser aplicables de forma ventajosa respecto a las tecnologías tradicionales. |

**Tabla 11-1: Líneas de investigación para trabajo futuro**

***Fuente: Elaboración propia***

# 12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Ahonen et al, 02] AHONEN, T., BARRET J.: ***"Services for UMTS. Creating Killer Applications in 3G"***. Ed. John Wiley & Sons. ISBN 0471485500. Reino Unido, 2002.

*Análisis de servicios para 3G (gran parte de ellos aplicables a redes públicas WiFi).*

[Aibar, 02] AIBAR E.: ***"Govern electrònic i serveis públics: un estudi de cas sobre el portal interadministratiu CAT365"***. Informe de de Investigación Proyecto Internet Catalunya. Universitat Oberta de Catalunya, 2002. [En línea]. Disponible en <http://www.uoc.edu/in3/pic/cat/pdf/PIC_Generalitat_0_0.pdf>. [Consulta: 10.01.2005].

*Estudio con datos cuantitativos del portal CAT365. Ejemplo de servicios de e-government accesibles mediante redes públicas de acceso a Internet.*

[AGPD, 99] AGENCIA DE PROTECCIÓN DE DATOS: "***Ley Orgánica 15/1999, de Protección de Datos de Carácter Personal***". 13 de Diciembre de 1999. [En línea]. Disponible en <https://www.agpd.es>. [Consulta: 02.11.2004].

*Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD) en la que se fijan las condiciones para el tratamiento de datos de clientes de servicios y que es de aplicación para los proveedores de servicio inalámbricos.*

[Algoja, 00] ALGOJA A.: "***A business model for fourth generation wireless mobile networks"***. Telecommunications software and multimedia laboratory. Helsinki University of Technology. Finlandia, 2000. [En línea]. Disponible en <http://www.tml.hut.fi/Opinnot/Tik-110.501/2000/papers/algoja.pdf>. [Consulta: 23.07.2003]

*Descripción de los actores que configurarán los modelos de negocio de la cuarta generación de redes celulares, y que sirve también de referencia para la identificación de actores que participan en el despliegue y explotación de tecnologías inalámbricas actuales.*

[Alven et al, 02] ALVEN, D., FARHANG, R.: ***"Does it take a WISP to manage a wisp of hotspots? Analysis of the WLAN market from a WISP perspective"***. Master Thesis. Department of Microelectronics and Information Technology Royal Institute of Technology. Estocolmo, Febrero, 2002. [En línea]. Disponible en <http://www.e.kth.se/~e96_rfh/wisp_analysis.pdf>. [Consulta: 21.07.2003].

*Análisis del mercado de servicios basados en WLAN desde la perspectiva de los Proveedores de Servicio Internet Inalámbricos (WISPs).*

[Analysys, 04] ANALYSYS: ***"IP Voice and Associated Convergent Services"***. Final Report for the Commission Contract 02/48582. Enero, 2004. Bruselas, Bélgica. [En Línea]. Disponible en <http://www.analysys.com/pdfs/EC_VoIP_Report.pdf>. [Consulta: 24.05.05].

*Estudio realizado para la Comisión Europea sobre tecnologías y mercado para transmisión de voz sobre IP, servicio que puede* actuar como un incentivador de la demanda de redes inalámbricas sobre espectro de uso libre.

[Anderson, 05] ANDERSON, P.: ***"Mobile and PDA Technologies: Looking around the corner"***. JISC Technology and Standards Watch. [En Línea]. Disponible en <http://www.jisc.ac.uk/uploaded_documents/jisctsw_05_04pdf.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Analiza la evolución tecnológica de los equipos terminales móviles, incluyendo teléfonos inteligentes y PDAs. Incide especialmente en la evolución de los teléfonos inteligentes y la incorporación de las características de las PDA sobre los teléfonos móviles.*

[Am-Beo, 03] AM-BEO: "***Wifi: The impact on Billing*** ". Am-Beo Corp., 2004.

*Descripción de aspectos implicados en la facturación y tarificación de servicios prestados mediante redes públicas WiFi.*

[Antilla, 04] ANTILLA, A.: ***"VoIP over WLAN. Technical and business aspects"***. En Proceedings of the Research Seminar on Telecommunications Business. Helsinki University of Technology Publications in Telecommunications Software and Multimedia. [En Línea]. Disponible en <http://www.tml.tkk.fi/Studies/T-109.551/2004/Proceedings.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Describe los aspectos técnicos implicados en la provisión de VoIP mediante WiFi, llegando a la conclusión de su viabilidad.*

[Anton et al., 03] ANTON B., BULLOCK, B., SHORT J.: ***"Best Current Practices for Wireless Internet Service Provider (WISP) Roaming"***. Wi-Fi Alliance. [En Línea]. Disponible en <http://main.wi-fi.org/membersonly/getfile.asp?f=WISPr_V1.0.pdf>.[Consulta: 29.08.2006].

*Recomendaciones de la Wi-Fi Alliance para facilitar el roaming entre WISPs basado en el uso de RADIUS y UAM.*

[APIE, 05] ASOCIACIÓN DE PERIODISTAS DE INFORMACIÓN ECONÓMICA: ***"El parque de portátiles en España alcanza los 3,8 millones y superará los 5 millones en 2005"***. Nota de prensa [En Línea]. Disponible en <http://www.apie.es/ver_noticia.html?id=118984>. [Consulta: 21.08.2006].

*Nota de prensa relativa al estudio realizado por Toshiba sobre la extensión y características de los ordenadores portátiles en España.*

[Apple, 06] APPLE: ***"Introducing Iphone"***. Enero, 2006. [En Línea]. Disponible en <http://www.apple.com/iphone/>. [Consulta: 16.06.2006].

*Descripción del dispositivo Iphone, equipo terminal portátil dotado de WiFi y Edge.*

[Aragón, 06] ARAGÓN S.: ***"El futuro del PC: nuevos desafíos tras 25 años de éxito"***. Nota Enter Nº 26. Septiembre, 2006 [En Línea]. Disponible en <http://www.enter.es/enter/file/espanol/texto/Nota_26.pdf>. [Consulta: 28.09.2006].

*Análisis de la evolución tecnológica de los ordenadores personales y tendencias actuales*

[ART, 02] AUTORITÉ DE RÉGULACIÓN DES TÉLECOMUNICATIONS: ***"Guidelines relating to experiments on networks open to public using the RLAN technology"***. Noviembre, 2002. [En Línea]. Disponible en <www.art-telecom.fr/publications/ lignedir/ld-rlan-anglais.htm>. [Consulta: 24.05.05].

*Condiciones legales para desplegar y operar redes públicas WiFi experimentales en Francia.*

[ART, 03] AUTORITÉ DE RÉGULACIÓN DES TÉLECOMUNICATIONS: ***"Guidelines on changes to the WLAN licensing system from 25 July 2003"***. Julio, 2003. [En Línea]. Disponible en <www.art-telecom.fr/publications/lignedir/evol-rlan-ang.doc>. [Consulta: 24.05.05].

*Adaptación de la normativa francesa de uso de WLAN al paquete normativo Telecom prescrito por la Comisión Europea.*

[Ayto. Avilés, 06] AYUNTAMIENTO DE AVILÉS: ***"Proyecto Avilés, ciudad digital. Proyecto Piloto de red inalámbrica libre. Pliego de prescripciones Técnicas"***. 2006 [En Línea]. Disponible en <http://www.ayto-aviles.es/contratacion/Pliegos%20tecnicos%20wi-fi%20aviles.pdf>. [Consulta: 06.11.2006].

*Pliego de prescripciones técnicas para la contratación del diseño, desarrollo, despliegue, mantenimiento, y gestión de una red inalámbrica WIFI metropolitana pública de servicios electrónicos de banda ancha en el municipio de Avilés (Asturias), caracterizada por su neutralidad y apertura a la explotación de terceros en régimen de coubicación.*

[Ayto Torroella de Montgrí, 06] AYUNTAMIENTO DE TORROELLA DE MONTGRÍ: ***"Link'at. xarxa inalámbrica municipal"***. 2006. [En Línea]. Disponible en <http://www.torroella.org/Siteresources/data/files/WIFI_documentacio.pdf>. [Consulta: 13.12.2006].

*Descripción de las condiciones de utilización de la red inalámbrica municipal del ayuntamiento de Torroella de Montgrí.*

[Balachandran et al, 02] BALACHANDRAN A., VOLEKER G., BAHL P., RANGAN P.V.: "***Characterizing User Behaviour and network performance in a Public Wireless LAN"***. Proceedings of the 2002 ACM SIGMETRICS international conference on Measurement and modelling of computer. California, USA. 2002. [En Línea]. Disponible en <http://delivery.acm.org/10.1145/520000/511359/p195-balanchandran.pdf?key1=511359&key2=3393186601&coll=GUIDE&dl=ACM&CFID=13273765&CFTOKEN=77559681>. [Consulta: 15.10.2003].

*Estudio cuantitativo de patrones de uso de redes públicas WiFi por parte de los usuarios a partir de datos de tráfico reales.*

[Balachandran et al., 03] BALACHANDRAN A., VOELKER G., BAHL P.: "***Wireless hotspots: current challenges and future directions***". WMASH, 2003. San Diego, California. [En Línea]. Disponible en <http://www.cs.ucsd.edu/users/voelker/pubs/hotspots-wmash03.pdf>. [Consulta: 19.10.2004].

*Compara diversos enfoques para desplegar redes públicas WiFi, extendiéndose en el uso de gateways.*

[Balachandran et al., 05] BALACHANDRAN, A., VOELKER G.M., BAHL P.: ***"Wireless Hotspots: Current Challenges and Future Directions"***. Mobile Networks and Applications 10, 265–274, 2005. [En Línea]. Disponible en <http://www.cs.ucsd.edu/users/voelker/pubs/hotspots-wmash03.pdf>. [Consulta: 19.10.2004].

*Presenta las líneas técnicas de investigación más relevantes en el desarrollo y la evolución de los hotspots WiFi.*

[Baller, 06] BALLER J.: ***"Deceptive myths about municipal broadband"***. En revista electrónica Broadband properties. Mayo, 2005. [En Línea]. Disponible en <www.bradbandproperties.com>. [Consulta: 12.10.2006].

*Está centrado en presentar los principales conceptos erróneos sobre la inadecuación de la participación de las administraciones locales en despliegues y operación de redes WiFi. Analiza las motivaciones y circunstancias de estos actores, llegando a la conclusión de que la mayor parte de las razones para la oposición al despliegue de redes municipales no está justificada.*

[Balhoff et al., 05] BALHOFF M.J., ROWE R.C.: ***"Municipal Broadband: Digging Beneath the Surface"***. Septiembre, 2005. [En Línea]. Disponible en < http://www.balhoffrowe.com/pdf/Municipal%20Broadband--Digging%20Beneath%20the%20Surface.pdf >. [Consulta: 19.07.2007].

*Análisis detallado de las iniciativas de banda ancha municipal, tanto inalámbrica basada en WiFi como basada en infraestructura de fibra bajo un aspecto económico y de políticas públicas. En lo que respecta a las iniciativas WIFi, concluye indicando su elevado coste real e incertidumbres para los municipios que se involucran en este tipo de iniciativas.*

[Bar et al., 04] BAR F., GALPERIN H.: ***"Building the Wireless internet Infrastructure: From Cordless Ethernet Archipelagos to Wireless Grids"***. En Communications & Strategies, Nº. 54, 2nd quarter 2004, p. 45.. [En Línea]. Disponible en <www.idate.org/fic/revue_telech/348/CS54_BAR_GALPERIN.pdf >.[Consulta: 21.02.2008]

*El artículo resumen la situación de las iniciativas y el mercado basado en tecnología WiFi en el momento de su realización, analizando los principales factores implicados en su posterior crecimiento y su articulación bajo modelos alternativos bottom-up de despliegue y explotación de redes de acceso.*

[Bar et al., 05] BAR F., GALPERIN H.: ***"Geeks, Cowboys, and Bureaucrats: Deploying Broadband, the Wireless Way".*** En "The Network Society and the Knowledge Economy: Portugal in the Global Context" Lisboa, Marzo, 2005. [En Línea]. Disponible en <http://www-rcf.usc.edu/~hernang/FB-HG-SAJIC.pdf>.[Consulta: 21.08.2006].

*Análisis sobre la viabilidad del modelo de crecimiento de las redes WiFi y sus perspectivas de futuro. Enfoque desde el análisis sociológico de la evolución de la tecnología, con referencias a precedentes de situaciones similares a lo largo de la historia de las telecomunicaciones.*

[Bar et al., 06] BAR F., PARK N.: ***"Municipal Wi-Fi Networks: The Goals, Practices ,and Policy Implications of the U.S. Case"***. Communications & Strategies, no. 61, 1st quarter 2006, p.107-125. [En Línea]. Disponible en <http://www-rcf.usc.edu/~fbar/Publications/CS61%20BAR_PARK.pdf>.[Consulta: 21.08.2006].

*Clasificación de iniciativas municipales y sus modelos de negocio, con particular aplicación al caso estadounidense. Se analizan también los aspectos regulatorios de la legislación estadounidense.*

[Baran, 94] BARAN, P: ***"Visions of the 21st Century Communications: Is the Shortage of Radio Spectrum for Broadband Networks of the Future a Self Made Problem?"***. Keynote Talk Transcript, 8th Annual Conference on Next Generation Networks Washington, DC, November 9, 1994. [En línea]. Disponible en <http://www.dandin.com/pdf/baran1994.pdf>.[Consulta: 26.08.2002].

*Conferencia de Paul Baran sobre el uso compartido del espectro como solución para los problemas de limitación de éste.*

[Barceló et al., 05] BARCELÓ, J., SFAIROPOULOUS, A., OLIVER M., INFANTE, J., MACIÁN, C.: ***"Arquitectura de gestión de un operador neutral Wi-Fi".*** V Jornadas de Ingeniería Telemática JITEL 2005. Vigo, Septiembre 2005.

*Descripción de modelo de operador neutral WiFi centrado en la arquitectura de gestión.*

[Barceló et al., 06a] BARCELÓ, J., MACIÁN C., INFANTE, J., OLIVER, M., SFAIROPOULOUS, A: ***"Barcelona's Open Access Network Testbed".*** 2nd International IEEE/Create-Net Conference on Testbeds and Research Infrastructures for the Development of Networks and Communities. IEEE Communications Society. Barcelona, 2006.

*Descripción de la arquitectura de operación de BCNOpen y datos de utilización del piloto implantado en la UPF.*

[Barceló et al., 06b] BARCELÓ, J., OLIVER, M., INFANTE, J.: ***"Adapting a Captive Portal to enable SMS-based Micropayment for Wireless Internet Access"***. 5th International Workshop on Advanced Internet Charging and QoS Technologies (ICQT'06) June 27, 2006. St Malo, Francia.

*Descripción de solución de prepago vía SMS de servicios suministrados a través de redes públicas WiFi.*

[Barnes, 02] BARNES S.:"***The Mobile Commerce Value Chain: Analysis and Future Developments"***. International Journal of Information Management, 22: 91-108. , 2001. [En Línea]. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B6VB4-44SK54T-2-9&_cdi=5916&_orig=search&_coverDate=04%2F30%2F2002&_sk=999779997&wchp=dGLbVlb-lSzBV&_acct=C000049005&_version=1&_userid=946187&md5=500929bfee58ac6aaaa6188f9b64c883&ie=f.pdf>.[Consulta: 24.07.2004].

*El artículo se centra en realizar un análisis de las características de las distintas tecnologías inalámbricas de cara a su utilización en comercio electrónico. Útil para analizar diferencias entre las capacidades de uso que habilita cada tipo de tecnología móvil.*

[Barrapunto, 03] BARRAPUNTO: "***La red wireless de Zamora en apuros***". Publicado en la revista electrónica Barrapunto, 9 de Octubre de 2003. [En Línea]. Disponible en <http://barrapunto.com/article.pl?sid=03/10/09/123209&mode=thread>. [Consulta: 19.10.2004].

*Descripción de problemas en la explotación de Zamora wireless, relacionados con deficiencias en su operación.*

[Battati et al, 03] BATTATI, CONTI, M., GREGORI E., SABEL, M.: ***"Price-based Congestion-Control in Wi-Fi Hot Spots"***. First ACM/IEEE Workshop on Modelling and Optimization in Mobile, Ad Hoc and Wireless Networks (WiOpt '03), Sophie-Antipolis, 3-5 March, 2003.

*Modelo para facturación de redes públicas WiFi basada en pagos proporcionales a la situación de congestión de la red.*

[Battati et al, 05] BATTATI, R. LO CIGNO R., SABEL, M., ORAVA F., PEHRSON, B.:**"Wireless *LANs: From War Chalking to Open Access Networks*"**. Mobile Networks and Applications 10, 275–287. Ed. Springer Science. Holanda, 2005

*Describe el concepto de red de acceso abierta y presenta las consideraciones tecnológicas y económicas a tener en cuenta en el despliegue y operación de este tipo de redes. Describe también el modelo de negocio adoptado en la iniciativa StockholmOpen.*

[Bauer et al, 04] BAUER, J.M., LIN Y., MAITLAND C.F., TARNACHA A.: ***"Transition paths to next-generation wireless Services"***. Octubre, 2004. [En Línea]. Disponible en <http://quello.msu.edu/wp/wp-04-04.pdf>. [Consulta: 12.10.2006].

*Presenta los principales factores técnicos, regulatorios y de mercado que afectan a la evolución conjunta e interrelacionada de las tecnologías 3G y WiFi/WiMax hacia la cuarta generación de tecnología inalámbrica.*

[Bellalta et al, 06] BELLALTA, B., MEO M., OLIVER M.: ***"A BEB-based Admission Control for VoIP calls in WLAN with coexisting elastic TCP flows"***. ITC/IEEE NEW2AN'06. St. Petersburg, Russia, June 2006. Publicado en Lecture Notes in Computer Science 4003: 130-141 2006, Springer Verlag.

*Evaluación de efectos de tráfico de datos TCP en la capacidad de llamadas en celdas WiFi y propuestas de mecanismos de mejora de la calidad de transmisión de voz sobre esta tecnología de acceso.*

[Belson, 06] BELSON K.: ***"What if They Built an Urban Wireless Network and Hardly Anyone Used It?".*** Junio, 2006. [En Línea]. Disponible en <www.nytimes.com>. [Consulta: 19.07.2007].

*Crítica a los modelos de negocio de servicios WiFi municipales, basándose en el escaso uso que los usuarios hacen de estos servicios, según datos que se aportan sobre la iniciativa WiFly en Taiwan.*

[Benkler, 98] BENKLER, Y.: "***Overcoming Agoraphobia: Building the Commons of the Digitally Networked Environment".*** En Harvard. J. L & Tech.287 (Winter 1997-98). [En línea]. Disponible en <http://www.law.nyu.edu/benklery/agoraphobia.pdf>. [Consulta: 26.08.2002].

*Desarrollo de las implicaciones regulatorias, sociales y económicas de las propuestas de utilización abierta y libre del espectro.*

[Benkler, 02] BENKLER, Y.: ***"Some economics of wireless communications"***. The 30th Research Conference on Communication, Information and Internet Policy September 28-30, 2002. Alexandria, Virginia [En línea].Disponible en <http://intel.si.umich.edu/tprc/papers/2002/134/OwlEcon.pdf>. [Consulta: 26.08.2002].

*Análisis detallado de los aspectos económicos implicados en el uso libre del espectro.*

[Benkler, 06] BENKLER, Y.: ***"The wealth of networks"***. [En línea].Yale University Press, 2006. Disponible en <http://www.benkler.org/wealth_of_networks/index.php?title=Download_PDFs_of_the_book>. [Consulta: 26.02.2008].

*Análisis de los modelos de gestión colaborativa y producción social que se apoyan en el uso de las redes y su impacto sobre el mercado*

[Berberana, 06] BERBERANA I.: "***Las redes municipales WiFi a examen. Parte I"***. En Revista electrónica *"Telefónica. Sociedad de la Información"*. Octubre, 2006. [En Línea]. Disponible en <http://sociedaddelainformacion.telefonica.es/documentos/articulos/B_A%20FONDO_WiFi(I).pdf>. [Consulta: 12.10.2006].

*Descripción de las redes WiFi municipales desde el punto de vista tecnológico, haciendo hincapié en los problemas técnicos existentes, como la interferencia, el corto alcance de la cobertura o la calidad de servicio.*

[Bergkwist et al., 02] BERGKWIST J., ENGREN J., ERIKSSON O.: ***"WLAN as Complement to UMTS"***. Royal Institute of Technology. Estocolmo, Suecia. Mayo, 2002. [En línea]. Disponible en <http://www.s3.kth.se/~matthias/current/Ericsson.pdf>. [Consulta: 26.08.2002].

*Propuesta de utilización de hotspots Wifi como complemento de las redes UMTS. Muestra como las redes WLAN pueden interconectarse a las redes tradicionales de amplia cobertura y de esta forma enriquecer los servicios y la utilidad de las redes desarrolladas bajo diversos modelos de despliegue.*

[Best, 03] BEST M.: ***"The wireless revolution and Universal Access"***. En "Trends in Telecommunication Reform". Program in Internet and Telecom Convergence, Massachusetts Institute of Technology. [En línea]. Disponible en <http://itc.mit.edu/itel/docs/2003/michael_best.pdf>. [Consulta: 10.01.2005].

*Estudio sobre utilización de WiFi en redes rurales. Incluye aspectos tecnológicos, ventajas de esta tecnología, una tabla de políticas de conjuntos de países, y un número amplio de experiencias de despliegue rural a nivel mundial.*

[Biddlecombe, 03] BIDDLECOMBE E.: ***"Wi-Fi grows, but profits don't"***. en Revista Wired, 16 de Diciembre de 2003. [En Línea]. Disponible en <http://www.wired.com/news/wireless/1,61618-0.html>.[Consulta: 21.08.2006].

*Nota de prensa sobre el escaso éxito de los hotspots comerciales.*

[Bina et al., 05] BINA M., GIAGLIS G.: ***"Emerging issues in community-based WLANs"***. En Journal of Computer Information Systems, 46(1), pp.9-16, 2005. [En Línea]. Disponible en <http://www.eltrun.gr/papers/2005_bina_giaglis.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Propuesta de líneas de investigación para comunidades wireless centradas especialmente en los aspectos sociales y de modelos de negocio. Incide en la necesidad de abordar este campo desde un enfoque multidisciplinar.*

[Bittlingmayer et al., 02] BITTLINGMAYER G. HAZLETT T. W.: "***Open Access: The ideal and the real***". En Revista Telecommunications Policy Nº 26 (2002). Págs. 295-310. [En Línea]. Disponible en <www.elsevier.com/locate/telpol>. [Consulta: 15.11.2004].

*Estudio sobre acceso abierto de ISPs para utilizar como infraestructura de transporte las redes de operadores de cable en EEUU.*

[Blinn et al., 05] BLINN, D.P., HENDERSON T., KOTZ D.: ***"Analysys of a Wi-Fi hotspot network"***. International workshop on wireless traffic measurements and modelling. Seattle, 2005 [En Línea]. Disponible en <http://www.usenix.org/publications/library/proceedings/mobisys05/witmemo05/tech/full_papers/blinn/blinn.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Análisis del tráfico de un hotspot desplegado por Verizon en Manhattan, identificándose patrones de utilización de la red por parte de los usuarios.*

[Boingo, 02] BOINGO: ***"Network Providers PDF"***. Boingo Wireless, 2002. [En Línea]. Disponible en <www.boingo.com/hso/network.pdf>. [Consulta: 18.01.2007].

*Descripción de los acuerdos técnicos y económicos que Boingo establece con WISPs para ofrecer servicio sobre las redes gestionadas por éstos.*

[Boingo, 03] BOINGO WIRELESS: ***"Towards ubiquitous Wireless Broadband. The Hot Spot Business Model, Challenges to Adoption and Boingo's Role in the Industry"***. Boingo Wi-Fi Industry White Paper. September, 2003. [En línea]. Disponible en <http://www.boingo.com/wi-fi_industry_basics.pdf>. [Consulta: 21.07.2003].

*Presentación del modelo de negocio de Boingo, otros posibles modelos comerciales, y expectativas de crecimiento de las redes WiFi.*

[Bollier, 03] BOLLIER, D.: "***Silent Theft. The private plunder of our common wealth***". Ed. Routledge. ISBN 0-415-94482-1 New York, 2003.

*Descripción del modelo económico de gestión de propiedades comunales (commons), aplicado por la mayor parte de comunidades wireless.*

[Booz Allen & Hamilton, 03] BOOZ ALLEN & HAMILTON: ***"MEF White Paper on Future Mobile Entertainment Scenarios"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.m-e-f.org/pdf/MEF-WP-on-Future-ME-Scenarios.pdf>.[Consulta: 21.08.2006].

*Análisis de posibles escenarios para el mercado de los juegos sobre redes inalámbricas.*

[Boston, 06] CITY OF BOSTON WIRELESS TASK FORCE: ***"Wireless in Boston"***. Julio, 2006. [En Línea]. Disponible en <http://boston.gov/wireless/Boston%20Wireless%20Task%20Force%20Report%20-%20Final.pdf>. [Consulta: 12.10.2006].

*Descripción de alto nivel del modelo de negocio de Boston Wireless, basado en el despliegue de un operador neutral WiFi.*

[Breitbart et al, 07] BREITBART, J., LAKSHMIPATHY, N., MENIRATH, S.D.: ***"The Philadelphia Story"***. 2007. [En Línea]. Disponible en <http://www.newamerica.net/files/NAFPhiladelphiaReport.pdf>. [Consulta: 08.01.2008].

*Análisis de la evolución de la iniciativa de Philadelphia y su contrato con Earthlink. Analiza y clasifica también otros modelos de negocio.*

[BSG, 03] BROADBAND STAKEHOLDER GROUP: "***The Impact of Public Sector Interventions on Broadband in Rural Areas***". 2003. [En Línea]. Disponible en <http://broadbanduk.org/reports/report03_appendix5.pdf>. [Consulta: 19.10.2004].

*Resumen de razones, impacto, y modelos de despliegues de banda ancha rural en el Reino Unido.*

[BTFon, 07] BTFON: ***"BT and FON launch the world's largest Wi-Fi Community"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.btfon.com/images/media/common/btfonLaunch041007.pdf>. [Consulta: 30.10.2007].

*Descripción del acuerdo entre FON y BT para que los usuarios de red fija de BT compartan su acceso en FON.*

[Cachelogic, 05] CACHELOGIC: ***"Peer to peer in 2005"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.cachelogic.com/home/pages/research/p2p2005.php>. [Consulta: 21.08.2006].

*Estudio sobre el tráfico P2P mundial a lo largo del año 2005. Incluye su comparación con el resto de tráfico, tipos de ficheros intercambiados y aplicaciones utilizadas.*

[Camarillo et al, 06] CAMARILLO G, GARCÍA-MARTÍN M.A.: ***"The 3G IP Multimedia subsystem (IMS): Merging the Internet and the cellular worlds"***. Mayo, 2006. ISBN 978-0-470-01818-7. Ed. John Wiley & Sons. West Sussex, Inglaterra.

*Descripción de IMS, incluyendo los modelos de AAA aplicados, basados en DIAMETER.*

[Camponovo, 02] CAMPONOVO, G.: ***"Mobile Commerce Business Models".*** Univ. Lausanne. Suiza, 2002. [En línea]. Disponible en <http://inforge.unil.ch/aosterwa/Documents/workshop/Camponovo.pdf>. [Consulta: 07.08.03].

*En el artículo se establece un modelo muy completo de los actores que configuran el mercado del comercio móvil.*

[Camponovo et al, 02] CAMPONOVO, G. Y PIGNEUR, Y.: ***"Analyzing the actor game in m-business".*** Univ. Lausanne. First International Conference on Mobile Business. Atenas, 2002. [En línea]. Disponible en <http://inforge.unil.ch/yp/Pub/02-Athens.pdf>. [Consulta: 26.08.02]

*Presenta los actores principales que participan en la configuración del comercio basado en redes móviles, analizando sus relaciones. Se realizan interesantes referencias y reflexiones sobre metodologías de análisis de estos actores.*

[Camponovo et al, 03] CAMPONOVO G., HETMANN M., STANOEVKSA, K., PIGNEUR Y.: ***"Exploring the WISP industry. Swiss Case Study".*** 16th Bled Electronic Commerce Conference. Bled, Eslovenia, Junio 2003. [En línea]. Disponible en <http://inforge.unil.ch/yp/Pub/03-BledWlan.pdf>. [Consulta: 21.07.2003].

*Análisis del mercado suizo actual de operadores WISP. Se identifican actores y relaciones entre ellos, y se cuantifican las variables definidas. Una buena referencia para la identificación de actores, relaciones y análisis cuantitativos sobre el modelo que se defina.*

[Camponovo et al., 05] CAMPONOVO, G., CERUTTI D.: ***"WLAN Communities and Internet Access Sharing: a Regulatory Overview"***. HEC School of Management and Economics, University of Lausanne [En Línea]. Disponible en <http://www.hec.unil.ch/gcampono/Publications/GC2005ICMB2.pdf>.[Consulta: 21.08.2006].

*Descripción de los aspectos regulatorios concernientes a compartir el acceso WiFi en Francia y Suiza, comparándose ambas legislaciones.*

[Campo-Rembado, 03] CAMPO-REMBADO, M.A.: ***"The coffee and the laptop: the strategic decision of Wi-Fi deployment in retail space"***. Leonard N. Stern School of Business. New York. Julio, 2003. [En Línea]. Disponible en < http://pages.stern.nyu.edu/~mcampo/The%20Coffee%20and%20the%20Laptop.pdf>. [Consulta: 27.02.08].

*Análisis de decisiones estratégicas en el despliegue de redes WiFi en comercios de restauración basadas en efectos de externalidad.*

[Cass, 05] CASS S.: "***Viva Mesh Vegas"***. En IEEE Spectrum, Enero 2005. Vol. 42, Tomo 1. ISSN 0018-9235. [En Línea]. Disponible en <www.ieee.org>. [Consulta: 28.01.2005].

*Descripción de la iniciativa Viva Mesh en Las Vegas, basada en backhaul de redes malladas.*

[CE, 06a] COMISIÓN EUROPEA: ***"E-Communications household survey"***. Julio, 2006. [En Línea]. Disponible en <http://ec.europa.eu/information_society/policy/ecomm/doc/info_centre/studies_ext_consult/ecomm_household_study/eb_jul06_main_report_en.pdf>. [Consulta: 12.10.2006].

*Datos estadísticos sobre la extensión y utilización de servicios de telecomunicación y equipamiento en los países de la Comunidad Europea.*

[CE, 06b] COMISIÓN EUROPEA: ***"Broadband growth in the EU"***. European Comission. Information Society and Media, 2006. [En Línea]. Disponible en <

http://ec.europa.eu/information_society/policy/ecomm/doc/implementation_enforcement/annualreports/factsheets/broadband.pdf >. [Consulta: 03.03.2007].

*Datos estadísticos sobre penetración de la banda ancha en los países de la Unión Europea en 2005.*

[CE, 07a] COMISIÓN EUROPEA: ***"Europe in figures. Eurostat yearbook 2006-2007"***. Eurostat Statistical Books, 2007. [En Línea]. Disponible en < http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-CD-06-001/EN/KS-CD-06-001-EN.PDF>. [Consulta: 04.03.2007].

*Datos estadísticos generales sobre la estructura económica y social de los países de la Unión Europea en 2005.*

[CE, 07b] COMISIÓN EUROPEA: ***"Reaping the full benefits of the digital dividend in Europe: A common approach to the use of the spectrum released by the digital switchover"***. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. 2007. [En Línea]. Disponible en < http://ec.europa.eu/information_society/policy/ecomm/doc/library/proposals/com_dd_en.pdf>. [Consulta: 26.01.2008].

*Informe preliminar sobre los posibles usos del espectro que se liberará por la transición de la difusión de señales de TV analógicas a digital en Europa.*

[CE, 07c] COMISIÓN EUROPEA: ***"E-Communications household survey"***. Abril, 2007. [En Línea]. Disponible en <http://ec.europa.eu/information_society/policy/ecomm/doc/library/ext_studies/ecomm_household_study/eb07_finalreport_v4.pdf>. [Consulta: 12.10.2006].

*Datos estadísticos sobre la extensión y utilización de servicios de telecomunicación y equipamiento en los países de la Comunidad Europea.*

[Chevillat et al., 02] CHEVILLAT P., SCHOTT W.: ***"The role of Radio LANS in the wireless Evolution"***. IEEE PIMRC 2002. Ed. IEEE Press.

*Artículo descriptivo de las características técnicas de los distintos estándares de WiFi.*

[Chou et al., 89] CHOU, C., SHY, O.: ***"Network effects without network externalities"***. International Journal of Industrial Organization 8 (1990) 259-270. North-Holland. 1990.

*En el artículo se analiza como las economías de escala en la producción de bienes complementarios pueden tener efectos similares a las externalidades de red.*

[Christensen, 97] CHRISTENSEN, C. M.: ***"The innovator's dilemma".*** Harvard Business School Press. Boston, 1997. ISBN 0-06-052199-1.

*Estudio sobre las características e impacto de las tecnologías disruptivas, así como las estrategias empresariales para abordar su gestión.*

[Christensen et al., 04] CHRISTENSEN C.M.: ***"Seeing what's next. Using the theories of innovation to predict industrial change"***. 2004. Ed. Harvard Business School Press. Boston, 2004. ISBN 1-59139-185-7.

*Profundización en la teoría de las tecnologías disruptivas y en su aplicación para predecir el cambio de estructura de mercado derivado de la innovación.*

[Cinco Días, 05] CINCO DÍAS: ***"El 60% de la población española puede conectarse a una red de WiFi"***. Nota de Prensa. Periódico 5 Días. 13 de Octubre de 2005. [En Línea]. Disponible en <http://www.cincodias.com/articulo/empresas/poblacion/espanola/puede/conectarse/red/Wifi/cdscdi/20051013cdscdiemp_6/Tes/>. [Consulta: 21.08.2006].

*Nota de prensa sobre el estudio realizado por Iber-x (http://www.iwe-x.com/observatorio.html) sobre caracterización de puntos de acceso WiFi en España.*

[Cinco Dias, 06] CINCO DÍAS: ***"Microsoft renueva el concepto de Tablet PC con un ordenador Ultra Portátil"***. Nota de prensa. 9 de Marzo de 2006. [En línea]. Disponible en <http://www.cincodias.com/articulo/empresas/Microsoft/renueva/concepto/Tablet/PC/ordenador/ultra/portatil/cdsemp/20060309cdscdsemp_3/Tes/>. [Consulta: 21.08.2006].

*Descripción del proyecto Origami de Microsoft, centrado en el desarrollo de un tablet PC ligero equipado con conectividad WiFi.*

[Cirt, 05] CIRT: ***"Default wireless configurations"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.cirt.net/cgi-bin/ssids.pl>. [Consulta: 21.08.2006].

*Lista de identificadores de SSID que utiliza por defecto cada uno de los fabricantes de puntos de acceso.*

[Cisco, 01a] CISCO SYSTEMS. ***"Wireless LAN benefits study".*** Elaborado por Nop World para Cisco Systems. Septiembre, 2001. [En línea]. Disponible en <http://newsroom.cisco.com/dlls/tln/WLAN_study.pdf.>. [Consulta: 26.08.2002].

*Estudio de Cisco sobre los beneficios para las empresas de la tecnología WiFi.*

[Cisco, 01b] CISCO: ***"Authentication, authorization and accounting"***. 2001. [En Línea]. Disponible en <http://www.cisco.com/warp/public/cc/pd/iosw/prodlit/aaans_ov.pdf>. [Consulta: 12.10.2006].

*Descripción de los estándares RADIUS y DIAMETER, así como de sus principales aplicaciones.*

[Clements, 04] CLEMENTS, M.T.: ***"Direct and Indirect Network Effects: Are They Equivalent?"***. International Journal of Industrial Organization, Volumen 22, Nº 5, Mayo 2004, Pp. 633-645. [En Línea]. Disponible en < http://ssrn.com/abstract=313928>. [Consulta: 27.02.08].

*Análisis de las diferencias entre los efectos de red directos e indirectos y sus implicaciones sobre la compatibilidad y la estandarización en las industrias en red.*

[Cloud, 03] THE CLOUD: ***"The cloud presentation"*** [En Línea]. Disponible en <http://www.telesoftvc.com/news_resources/presentations/data/ECO2003/2003_ECO_11.ppt>.[ Consulta: 21.08.2006].

*Descripción de la iniciativa británica "The Cloud", que actúa bajo un modelo de operador neutral, tanto en lo que respecta al uso de subredes de terceras partes, como a proporcionar servicios mayoristas a otros WISPs.*

[CMT, 03a] COMISIÓN DEL MERCADO DE LAS TELECOMUNICACIONES: ***"Resolución por la que se da contestación a la consulta formulada por el consorcio local "Localret" (LocalRed) sobre el título necesario para el establecimiento y explotación de una red de telecomunicaciones inalámbrica basadas en el estándar 802.11b del IEEE para posibilitar la cobertura de acceso a Internet de alta velocidad"***. [En línea]. Disponible en <http://www.cmt.es/cmt/document/decisiones/2003/RE-03-06-05-02.pdf>.
[Consulta: 11.08.2003].

*En esta resolución se expresa la postura de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones ante la posibilidad de despliegue y explotación de redes públicas WiFi por parte de las administraciones locales.*

[CMT, 03b] COMISIÓN DEL MERCADO DE LAS TELECOMUNICACIONES: ***"Resolución sobre la solicitud formulada por la Asociación Española de Proveedores de Servicio de Internet (AEPSI) referente a cuestiones relacionadas con la prestación de servicio disponible al público mediante redes locales inalámbricas"***. 20 de Noviembre de 2003. [En

línea]. Disponible en <http://www.cmt.es/busca/Serv/document/decisiones/2003/RE-03-11-20-00.pdf>. [Consulta: 14.07.2004].

*Resolución de la CMT en la que se desestiman las peticiones de AEPSI para limitar la explotación del acceso a Internet mediante redes inalámbricas al operador dominante.*

[CMT, 03c] COMISIÓN DEL MERCADO DE LAS TELECOMUNICACIONES: "***Establecimiento y Explotación de redes o prestación de servicios de comunicaciones electrónicas. Documentación requerida para la notificación a la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones***". Noviembre, 2003. [En línea]. Disponible en <http://www.cmt.es/cmt/centro_info/lic_autoriza/index.htm>. [Consulta: 20.11.2004].

*Descripción de formatos, contenidos, y documentación a presentar, para notificación a la CMT de operación de redes o servicios.*

[CMT, 04a] COMISIÓN DEL MERCADO DE LAS TELECOMUNICACIONES: ***"Resolución de la consulta formulada por el ayuntamiento de Barcelona sobre la necesidad de inscribirse como operador para la prestación de determinados servicios sobre una red Wi-Fi"*** .Mayo, 2004. [En línea]. Disponible en <http://www.cmt.es/cmt/document/decisiones/2004/RE-04-05-27-04.pdf>. [Consulta: 14.07.2004].

*Consideraciones de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones sobre las implicaciones del suministro de servicios y despliegue de redes WiFi por parte de los ayuntamientos.*

[CMT, 04b] COMISIÓN DEL MERCADO DE LAS TELECOMUNICACIONES: ***"Resolución por la que se acuerda la apertura de un procedimiento sancionador contra la entidad proyecto ATARFE, S.A., por el presunto incumplimiento de los requisitos exigibles para la explotación de las redes y la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas"***. Abril, 2004. [En línea]. Disponible en <http://www.cmt.es/busca/Serv/document/decisiones/2004/RE-04-04-15-06.pdf>. [Consulta: 14.07.2004].

*Resolución por la que se acuerda por parte de la CMT la apertura de un procedimiento sancionador contra la entidad proyecto ATARFE, S.A., debido a no haber realizado la notificación de inscripción en el registro de operadores de la explotación de una red WiFi.*

[CMT, 05a] COMISIÓN DEL MERCADO DE LAS TELECOMUNICACIONES: ***"La actividad de las AAPP en el sector de las telecomunicaciones. Catálogo de buenas prácticas".*** 2005. [En línea]. Disponible en <http://www.cmt.es/cmt/centro_info/publicaciones/pdf/manual_AAPP.pdf>. [Consulta: 24.05.2005].

*Recomendaciones de la CMT para el despliegue y operación de redes participadas por la iniciativa pública en España.*

[CMT, 05b] COMISIÓN DEL MERCADO DE TELECOMUNICACIONES: ***"Contestación a la consulta formulada por la sociedad C.T. Bell, S.L. sobre la necesidad de inscribirse como operador para el establecimiento y explotación de redes Wi-Fi en un complejo residencial"***. Octubre, 2005 [En Línea]. Disponible en <www.cmt.es>. [Consulta: 06.11.2006].

*Consideraciones de la Comisión del Mercado de Telecomunicaciones sobre las condiciones para inscripción en el registro de operadores, y definición del término "autoprestación" y condición de red pública o privada de infraestructuras Wifi.*

[CMT, 06a] COMISIÓN DEL MERCADO DE LAS TELECOMUNICACIONES: ***"Informe Anual 2005"***. Julio, 2006. [En línea]. Disponible en <http://www.cmt.es/cmt/centro_info/publicaciones/Ianual_2005/IA2005.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Análisis anual del mercado de las telecomunicaciones en España.*

[CMT, 06b] COMISIÓN DEL MERCADO DE TELECOMUNICACIONES: ***"Consulta pública sobre definición, análisis, identificación de operadores con PSM y propuesta de obligaciones específicas en los mercados de segmentos de terminación de líneas arrendadas al por mayor y segmentos troncales de líneas arrendadas al por mayor"***. Mayo de 2006 [En Línea]. Disponible en <www.cmt.es>. [Consulta: 06.11.2006].

*Análisis del mercado español de líneas alquiladas al por mayor, y propuesta de la CMT de obligaciones para operadores dominantes.*

[CMT, 07a] COMISIÓN DEL MERCADO DE LAS TELECOMUNICACIONES: ***"Informe Anual 2006"***. Julio, 2007. [En línea]. Disponible en <http://www.cmt.es >. [Consulta: 21.08.2007].

*Informe sobre la evolución del mercado de las telecomunicaciones español.*

[CMT, 07b] COMISIÓN DEL MERCADO DE LAS TELECOMUNICACIONES: ***"Resolución por la que se da contestación a la consulta formulada por el Ayuntamiento de Carlet sobre la necesidad de constituirse en operador para la prestación del servicio de acceso a Internet, así como la posible gratuidad del servicio"***. Resolución RO 2007/509. 18 de Octubre de 2007. [En Línea]. Disponible en <www.cmt.es>. [Consulta: 20.01.2008].

*Resolución de la CMT en la cual aclara las obligaciones de los ayuntamientos que prestan servicios al público a través de redes inalámbricas WiFi, siendo destacable los criterios que establece para fijar el precio mínimo que se debe fijar para los servicios.*

[Comesfà, 05] COMESFA.ORG: ***"Sobre la llicència comuns sense fils"***. Enero, 2005. [En línea]. Disponible en <http://www.comesfa.org/ca/ComunsSensefils>. [Consulta: 24.05.2005].

*Descripción del modelo de wireless commons aplicado al contexto catalán y utilizado en la iniciativa Guifi.*

[COIT, 04] COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN: ***"La situación de las Tecnologías WLAN basadas en el estándar IEEE 802.11 y sus variantes ("Wi-Fi")"***. ISBN: 84-931582-8-3. [En Línea]. Disponible en <http://coit.es/pub/ficheros/informewificoit_definitivo_2464518b.pdf >. [Consulta: 18.01.2007].

*Resumen de tecnología y aspectos de regulación de Wi-Fi en España.*

[Cooper, 04] COOPER M.: ***"The public interest in open communication networks"***. White paper of the Consumer Federation of America. [En Línea]. Disponible en <http://www.democraticmedia.org/issues/openaccess/OpenCommunicationsNetwork.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Estudio sobre la importancia de la apertura de redes y servicios para favorecer la diversidad en el mercado y evitar las prácticas monopolistas. Centrado en el mercado y la regulación estadounidense. Incluye datos interesantes sobre la evolución de los ISPs y el impacto de las prácticas monopolistas de los operadores de red.*

[Coopers, 06] COOPERS, M.: ***"From Wifi to Wikis and Open Source: The political economy of collaborative production in the digital information age"***. Journal of Telecommunications & High Technology Law 125 (2006) [En Línea]. Disponible en < http://cyberlaw.stanford.edu/system/files/From+Wifi+to+Wikis+and+Open+Source.pdf>. [Consulta: 27.02.08].

*Analiza las propiedades económicas de los bienes que se producen bajo modelos colaborativos y que muestran características de externalidad positiva, utilizando como ejemplos las redes WiFi malladas, el desarrollo de software libre y las redes P2P.*

[Concourse, 02] CONCOURSE COMMUNICATIONS GROUP: "***Neutral-Host Model with a common-use***".

*Descripción del modelo de comercialización mayorista de redes WiFi en su aplicación para aeropuertos.*

[Cortes Generales, 03a] CORTES GENERALES DE ESPAÑA: "***Ley General de Telecomunicaciones"***. Boletín Oficial del Estado. Ley 32/2003, de 3 de noviembre. [En línea]. Disponible en <http://www.boe.es/boe/dias/2003/11/04/pdfs/A38890-38924.pdf>. [Consulta: 21.07.2003].

*Marco legislativo de las telecomunicaciones en España vigente en la fecha de redacción del documento.*

[Cortes Generales, 03b] CORTES GENERALES: ***"Ley orgánica 15/2003, de 25 de noviembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal"***. Boletín Oficial del Estado Nº 283.26 de Noviembre, 2006. [En Línea]. Disponible en <http://www.boe.es/boe/dias/2003/11/26/pdfs/A41842-41875.pdf>. [Consulta: 06.11.2006].

*Reforma del código penal en la cual se incluyen los delitos relacionados con la facilitación de acceso a servicios de telecomunicaciones sin consentimiento del prestador.*

[COTEC, 05] FUNDACIÓN COTEC PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA: ***"Documentos COTEC sobre oportunidades tecnológicas: Wireless"***. Marzo, 2005. [En línea]. Disponible en <http://www.cotec.es/usuario.jsp?seccion=8&id=200505160017&fichero=01>. [Consulta: 21.08.2006].

*Informe sobre las oportunidades de negocio en España de las tecnologías inalámbricas.*

[Cristóbal, 06] CRISTOBAL V.: ***"Las redes municipales wifi: ¿un laboratorio para nuevos modelos de negocio?"***. Nota Enter Nº 26. [En Línea]. Disponible en <http://www.enter.es/enter/file/espanol/texto/Nota_26.pdf>. [Consulta: 28.09.2006].

*Análisis de Enter sobre los modelos de negocio basados en WiFi. Incide en los modelos basados en publicidad, y en los posibles efectos de distorsión de la competencia cuando existe participación pública.*

[Daggett, 07] DAGGET B.V.: ***"Localizing the Internet: Five Ways Public Ownership Solves the U.S. Broadband Problem"***. Institute for Local Self-Reliance. Enero, 2007. [En Línea]. Disponible en <www.newrules.org/info/5ways.pdf>. [Consulta: 20.04.2007].

*Análisis de las modalidades de titularidad de redes de telecomunicación promocionadas por administraciones locales. Está centrado en el caso estadounidense y describe las diversas ventajas e inconvenientes de la titularidad pública, mixta o privada.*

[Dahle, 04] DAHLE, D.: "***Deploying Public WLAN Hotspots***". Tecnology@Intel Magazine, Marzo 2004. Intel Corporation. [En Línea]. Disponible en <http://www.intel.com/update/departments/wireless/wi02044.pdf>. [Consulta: 19.10.200.

*Describe los mecanismos utilizados en control de acceso y facturación para redes públicas Wifi.*

[Damsgaard et al, 06] DAMSGAARD J., PARIKH A., RAO B.: ***"Perils in the common good"***. Communications of the ACM. Febrero 2006. Vol. 49, Nº 2. [En Línea]. Disponible en <www.acm.org>. [Consulta: 28.09.2006].

*El artículo presenta los problemas y limitaciones potenciales del uso de redes de acceso Wifi bajo el esquema de "wireless commons", así como posibles mecanismos para resolverlos y atenuarlos.*

[Delalonde, 01] DELALONDE, E.:"***European Heritage Promotion through wireless technology"***. 3rd IEEE Workshop on 3rd IEEE Workshop on Wireless Local Area Networks. Newton, Massachusetts, Septiembre 2001. [En línea]. Disponible en <http://www.wireless-world-research.org/BoV1.0/Contributions%2001/01_1_12_Ernst&Young.Delalonde.pdf>. [Consulta: 26.08.2002].

*Describe servicios culturales y orientados al turismo que explotan las capacidades de localización y transmisión de datos de las redes WiFi.*

[Desruelle et al., 96] DESRUELLE, D., GAUDET G., RICHELLE Y..: ***"Complementarity, coordination and compatibility: the role of fixed costs in the economics of systems"***. International Journal of Industrial Organization Nº14 Pp. 747-768. 1996.

*El artículo analiza el papel que juegan las economías de escala en la determinación de las estructuras de equilibrio y los incentivos para la compatibilidad.*

[Deshpande et al., 02] DESHPANDE N., BORRIELLO G.: "***Location aware computing: Creating Innovative and Profitable Applications and Services***". Intel, 2002. [En Línea]. Disponible en <http://www.intel.com/labs/wireless/lac/>. [Consulta: 19.10.2004].

*Resumen de tecnologías que permiten incorporar valor añadido basado en localización sobre redes inalámbricas y su posible explotación para este tipo de servicios.*

[Douglas, 87] DOUGLAS S.J.: "***Inventing American broadcasting (1899-1922)"***. John Hopkins University Press. Baltimore, 1987. ISBN 0-8018-3387-6.

*Análisis sobre la evolución y configuración social de la tecnología inalámbrica en sus primeros estadios. La historia de la evolución inicial de la radio comparte aspectos de configuración social con el estado actual de la tecnología WiFi, por lo que su análisis resulta relevante para facilitar el estudio de la configuración social de la tecnología WiFi.*

[DPAC, 05] DPAC:"***DPAC technologies wireless technology comparison"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.dpactech.com/docs/evaluation_support/Wireless_Technology_Comparison.pdf>. [Consulta: 29.08.2006].

*Diagrama comparativo de características de las principales tecnologías wireless: WiFi, Bluetooth, Wimax, 2G/3G, Zigbee, UWB.*

[Ebcenter, 02] E-BUSINESS CENTER: ***"Uso y actitudes de los jóvenes hacia Internet y la tecnología móvil"***. E-business center PricewaterhouseCoopers e IESE, 2002. [En línea]. Disponible en <http://www.iese.edu/es/files/5_9073.pdf>. [Consulta: 10.01.2005].

*Estudio basado en realización de encuestas sobre la predisposición del segmento del mercado más joven al uso de Internet y tecnologías inalámbricas.*

[ECC, 02] EUROPEAN COMMUNICATIONS COMMITTEE (ECC): ***"Strategic Plans for the future use of the frequency bands 862-870 MHz and 2400-2483,5 MHz for short range devices"***. Helsinki, Mayo 2002. [En línea]. Disponible en <http://www.ero.dk/doc98/Official/Pdf/ECCRep011.pdf>. [Consulta: 26.08.2002].

*Descripción de las líneas futuras de regulación de parte de las bandas libres del espectro que se utilizan en WiFi en Europa.*

[Economides, 96] ECONOMIDES, N.: ***"The Economics of Networks"***. En International Journal of Industrial Organization. Nº 14. Págs. 673-99.

*Análisis de las propiedades económicas de las industrias en red centrado especialmente en las externalidades de red, aspectos de compatibilidad, estandarización, interconexión e interoperabilidad y su impacto sobre la estructura de mercado y precios.*

[Economides et al, 97] ECONOMIDES, N., FLYER, F.: ***"Compatibility and market structure for network goods"***. Leonard N. Stern School of Business. New York University. Department of Economics. 1997. [En Línea]. Disponible en <http://raven.stern.nyu.edu/networks/98-02.pdf>. [Consulta: 27.02.08].

*El artículo analiza las implicaciones de las externalidades de red sobre la compatibilidad de bienes afectados por estas externalidades y la estructura de mercado presente en su producción.*

[Edvardsen et al., 02] EDVARDSEN E., ESKEDAL, T.G., ARNES A.: ***"Open access networks"***. Octubre, 2002. Interworking' 2002. Perth, Australia. [En línea]. Disponible en <http://oban.prz.tu-berlin.de/OpenAccessNetworks.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Propuesta de modelo de negocio de redes públicas Wifi basadas en el uso de los puntos de acceso residenciales por parte del operador fijo que suministra el servicio de banda ancha.*

[Efimov et al., 04] EFIMOV A., WHALLEY J.: "Location and product bundling in the provision of WiFi". En revista "Communications & Strategies". Nº 53. 2004.

*Análisis de la dinámica de mercado y las externalidades presentes en la selección de ubicaciones y estrategia planteada por WISPs y titulares de ubicaciones para el despliegue de hotspots comerciales.*

[El País, 04] DIARIO EL PAÍS: ***"La oferta de "wireless" rápido y barato fracasa en Zamora".*** Nota de prensa. 13 de Mayo de 2004. [En Línea]. Disponible en <www.elpais.es>. [Consulta: 28.09.2006].

*Nota de prensa sobre el fracaso de Zamora Wireless, iniciativa pionera en el despliegue de redes públicas WiFi financiada por Intel.*

[El País, 05] DIARIO EL PAÍS: ***"Microsoft asalta el salón".*** Nota de prensa. 27 de Noviembre de 2005. [En Línea]. Disponible en <www.elpais.es>. [Consulta: 28.09.2006].

*Análisis sobre el mercado de las consolas de videojuegos en España y su evolución.*

[El País, 06a] DIARIO EL PAÍS: ***"Google y Skype apoyan la nueva empresa de Varsavsky"***. Nota de prensa. 7 de Febrero de 2006. [En Línea]. Disponible en <www.elpais.es>. [Consulta: 28.09.2006].

*Nota de prensa explicando la financiación por parte de Google y Skype de la iniciativa FON.*

[El País, 06b] DIARIO EL PAÍS: ***"La penúltima conquista de Varsavsky"***. Nota de prensa. 19 de Febrero de 2006. [En Línea]. Disponible en <www.elpais.es>. [Consulta: 28.09.2006].

*Nota de prensa describiendo el modelo de negocio de FON.*

[El País, 06c] DIARIO EL PAÍS: ***"Noticias de Gurb: Una red inalámbrica libre conecta 23 municipios"***. Nota de prensa. 5 de Octubre de 2006. [En Línea]. Disponible en <www.elpais.es>. [Consulta: 12.10.2006].

*Presenta la comunidad wireless más relevante de Cataluña, que tiene implantado un modelo de uso compartido de recursos al que se adhieren tanto particulares como empresas.*

[El País, 06d] DIARIO EL PAÍS: ***"Enganchados a la Blackberry"***. Nota de prensa. 22 de Octubre de 2006. [En Línea]. Disponible en <www.elpais.es>. [Consulta: 22.10.2006].

*Análisis sobre la extensión de los equipos blackberry de RIM en Europa.*

[El País, 06e] DIARIO EL PAÍS: ***"Desarticulada la red que logró por Internet datos de 20.000 cuentas bancarias"***. Nota de prensa. 22 de Diciembre de 2006. [En Línea]. Disponible en <www.elpais.es>. [Consulta: 23.12.2006].

*Ejemplo de uso fraudulento de redes WiFi abiertas al público sin registro de datos de conexión.*

[El País, 07b] DIARIO EL PAÍS: ***"Boingo, en Fon. Pero no a la inversa"***. Septiembre, 2007. Nota de prensa 25 de Mayo de 2007. [En Línea]. Disponible en <http://www.elpais.com/articulo/internet/Boingo/Fon/inversa/elpeputec/20070525elpepunet_2/Tes>. [Consulta: 08.01.2008].

*Nota de prensa que describe el acuerdo realizado entre FON y Boingo mediante el cual los clientes de Boingo pueden utilizar los puntos de acceso mantenidos por usuarios "Bill" de FON.*

[Efstathiou et al., 03] ESFSTATHIOU G., POLYZOS C.; ***"A Peer-to-Peer Approach to Wireless LAN Roaming"***. WMASH'03, Septiembre, 2003. San Diego, California, EEUU.

*Describe un mecanismo de roaming para WISPs basado en los esquemas que utilizan las aplicaciones P2P.*

[Eltrun, 05] THE EBUSINESS CENTER: ***"Building the next-generation wireless network: Community-based WLANs"***. The Hermes newsletter. Athens University of Economics & Business [En Línea]. Disponible en <http://www.eltrun.gr/newsletters/1/30.pdf>. [Consulta: 21.08.2006]

*Descripción de comunidades wireless. Incluye descripción de NY Wireless (EEUU) y Consume (Reino Unido).*

[ERC, 02b] EUROPEAN RADIOCOMMUNICATIONS COMMITTEE (ERC): ***"Status of ERC Recommendation 70-03 relating to the use of short range devices (SRD)"***. Copenhague, Julio 2002. [En línea]. Disponible en <http://www.ero.dk/doc98/Official/Pdf/Rec7003e.pdf>[Consulta: 15.12.2002].

*Descripción detallada de la regulación en Europa del uso de los dispositivos radioeléctricos de corto alcance, entre los que se encuentran los utilizados para las redes WiFi. Se incluyen análisis comparativos entre regulaciones de diversos países pertenecientes a la Comunidad Europea.*

[ERO, 02b] EUROPEAN RADIO OFFICE (ERO): ***"Frequency Management and standardisation in Europe"***. ISART 2002. Marzo, 2002. [En línea]. Disponible en <http://www.its.bldrdoc.gov/meetings/art/art02/slides02/hes/hes_slides.pdf>.
[Consulta: 15.12.2002].

*Identificación y descripción de funciones de los organismos regulatorios del uso del espectro existentes en Europa.*

[Esteban, 01] ESTEBAN J.: "***4G Health Care Systems"***. En "Book of Visions 2001". WWRF, 2001. [En Línea]. Disponible en <http://www.wireless-world-research.org/BoV1.0/Contributions%2002/02_1_04-210415%20v1.0%20JES%204G_HEALTHCARE_SERVICES.pdf >.[Consulta: 15.12.2002].

*Descripción de servicios de comunicaciones en el campo hospitalario que aprovechan las capacidades específicas de las redes inalámbricas.*

[Europa Press, 06] EUROPA PRESS: ***"La tecnología 3G alcanza una penetración del 23,7% en clientes de contrato"***. Nota de Prensa. Agosto, 2006 [En Línea]. Disponible en <http://www.movilonia.com/noticias/ficha.php?id=451>.[Consulta: 06.12.2006].

*Nota de prensa sobre la extensión de servicios 3G en España en 2006.*

[Eurescom, 03] EURESCOM: ***"The operators' vision on systems beyond 3G. Business modelling for systems B3G"***. Heidelberg, 2003.

*Presenta una metodología de modelado de negocios adaptada a las características específicas de los sistemas y servicios de la tercera generación de comunicaciones inalámbricas (3G), y se aplica a un caso determinado de operador neutral que utiliza distintos tipos de infraestructura, incluyendo accesos WiFi. Se analizan también los actores que participan en este mercado.*

[Ewalt, 05] EWALT D.M.: ***"Orlando kills municipal Wi-Fi Project".*** Mayo, 2005. [En Línea]. Disponible en <http://www.forbes.com/2005/06/23/municipal-wifi-failure-cx_de_0623wifi_print.html>. [Consulta: 19.07.2007].

*Nota de prensa sobre el cierre de la red Wifi municipal de Orlando por la escasez de usuarios que hacen uso del servicio que presta.*

[FCC, 96] FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISION: ***"Understanding the FCC regulations for low-power, non-licensed transmitters".*** Office of Engineering and

Technology Federal Communications Commission. Febrero, 1996. [En línea]. Disponible en <http://www.fcc.gov/Bureaus/Engineering_Technology/Documents/bulletins/oet63/oet63rev.pdf>. [Consulta: 26.08.2002].

*Descripción detallada de la regulación de las redes inalámbricas de datos basadas en uso libre del espectro en EEUU.*

[FFTE, 06] FUNDACIÓN FRANCE TELECOM ESPAÑA : ***"eEspaña 2006. Informe anual sobre el desarrollo de la sociedad de la información en España"***. Madrid, 2006. [En Línea]. Disponible en <http://www.fundacionauna.com/areas/25_publicaciones/eEspana_2006.pdf>. [Consulta: 28.09.2006].

*Datos cuantitativos sobre la extensión de redes y servicios, así como su utilización en España durante el año 2005.*

[Fisher, 92] FISHER C.S.: ***"America calling. A social history of the telephone"***. University of California, Press. ISBN 0-520-08647-3. Londres, 1992.

*Estudio de la evolución del teléfono hasta los años cuarenta en EEUU con un enfoque basado en la construcción social de la tecnología.*

[Fleishman, 07] FLEISHMAN, G.: ***"One Big-City Wi-Fi Success Story in Minneapolis"***. Diciembre, 2007. [En Línea]. Disponible en < http://wifinetnews.com/archives/008097.html>. [Consulta: 08.01.2008].

*Nota de prensa sobre el éxito del modelo de negocio aplicado en la iniciativa de Minneapolis. La clave del éxito según la nota es una mejor planificación de partida con mayor densidad de puntos de acceso y obtención de ingresos por adelantado para servicios municipales. Comenta también el éxito de usuarios en Portland, basado en financiación basada en publicidad y controlado por MetroFi.*

[Foerster et al, 01] FOERSTER J., GREEN E., SOMAYAZULU S., LEEPER D.: ***"Ultra-Wideband Technology for Short-or Medium-Range Wireless Communications"***. Intel Technology Journal, 2nd Quarter, 2001. [En Línea]. Disponible en <http://www.intel.com/technology/itj/q22001/articles/art_4.htm>. [Consulta: 26.08.2002].

*Descripción del estado del arte en la tecnología UWB, futura opción tecnológica alternativa o complementaria a la tecnología WiFi.*

[Fomento de San Sebastián, 06] FOMENTO DE SAN SEBASTIÁN: ***"ICT in the 21st Century. The wireless city"***. Wireless cities conference. Oulu, Junio 2006. [En Línea]. Disponible en <www.wirelesscities.org>. [Consulta: 18.01.2007].

*Descripción del modelo adoptado para el despliegue de una red WiFi municipal en San Sebastián con características de neutralidad.*

[Forge, 03] FORGE S.: ***"Is fourth generation mobile nirvana or ...nothing?"***. Revista Info. Volumen 6 · Número 1 · 2004. pp. 12-23.

*Describe el panorama de la 4G en lo que respecta al uso del espectro desde un enfoque principalmente regulatorio*

[Fritsch, 05] FRITSCH L.: ***"Wifi hotspot superdistribution- A profit scheme for wifi access distribution".*** Working paper. Marzo, 2005. [En Línea]. Disponible en <http://www.wiiw.de/publikationen/WiFihotspotsuperdistributiona1349.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Propuesta de modelo piramidal de comercialización de servicios WiFi*

[Frodigh et al, 00] FRODIGH M., JOHANSSON P., LARSSON, P.: ***"Wireless ad hoc networking – The art of networking without a network"***. Ericsson Review, 4: 248-263**.** [En línea]. Disponible en <http://www.ericsson.com/about/publications/review/2000_04/files/2000046.pdf>. [Consulta: 24.07.2003].

*Descripción del estado del arte en las tecnologías de ad-hoc networking que son alternativas o complementarias a los despliegues de redes WiFi. Centrada en aspectos tecnológicos.*

[FTC, 06] FEDERAL TRADE COMMISSION: ***"Municipal provision of wireless Internet".*** Septiembre, 2006. [En Línea]. Disponible en <http://www.ftc.gov/os/2006/10/V060021municipalprovwirelessinternet.pdf>.[Consulta: 12.10.2006].

*Informe de la Comisión Federal del Mercado de los EEUU sobre las iniciativas WiFi municipales en este país. Analiza la legislación relevante, así como modelos de negocio y puntos a favor y en contra de la participación de las administraciones locales en el contexto estadounidense.*

[Fuentes-Bautista et al., 05] FUENTES-BAUTISTA M., INAGAKI N.: ***"Wi-Fi's Promise and Broadband Divides: Reconfiguring Public Internet Access in Austin, Texas"***. The Telecommunications Policy and Research Conference Arlington, Virginia September 2005. [En Línea]. Disponible en <http://web.si.umich.edu/tprc/papers/2005/445/Fuentes_Inagaki.pdf>.[Consulta: 21.08.2006].

*Estudio muy completo sobre las organizaciones implicadas, modelos de negocio, extensión del mercado, y actitudes hacia las redes públicas WiFi en la ciudad de Austin (Texas).*

[Gabeiras et al., 05] GABEIRAS, J.E., RAMÓN F.J., GARCÍA G.: ***"Ancho de banda y P2P: Análisis del tráfico de la red"***. Boletín de la Sociedad de la Información de Telefónica. Diciembre 2005. [En línea]. Disponible en <http://sociedaddelainformacion.telefonica.es/jsp/articulos/detallehemeroteca.jsp?elem=1773&origen=3>. [Consulta: 21.08.2006].

*Estudio del caudal de tráfico P2P en la red de Telefónica y sus implicaciones técnicas.*

[Gabriel, 04] GABRIEL, C.: ***"WiMax: The Critical wireless standard***". Blueprint Wi-Fi Research Report (Arcchart). Londres, 2004. [En Línea]. Disponible en <http://www.arcchart.com/pr/blueprint/pdf/BluePrint_WiFi_REPORT_I.pdf>. [Consulta: 19.10.2004].

*Visión panorámica de la tecnología WiMax.*

[Galperin, 05] GALPERIN, H: ***"Wireless networks and rural development: opportunities for Latin America"***. The Massachusetts Institute of Technology. Information Technologies and International Development. Volume 2, Number 3, Spring 2005, 47–56. [En Línea]. Disponible en <http://www-rcf.usc.edu/~hernang/lasa04paper.pdf>. [Consulta: 05.02.2006].

*Estudio sobre la aplicación de iniciativas WiFi en Latinoamérica. Incluye análisis regulatorio para esta región.*

[GAPTEL, 04] Grupo de Análisis y Prospectiva del Sector de las Telecomunicaciones: ***"Wi-Fi, análisis, diagnóstico y políticas públicas"***. Red.es, Febrero, 2004. Disponible en <http://www.red.es/archivos/documentos/04_02_20_wifi.pdf>. [Consulta: 14.07.2004].

*Estudio sobre el mercado, modelos de negocio, y regulación de redes públicas WiFi en España.*

[Gaptel, 06] GRUPO DE ANÁLISIS Y PROSPECTIVA DEL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES: ***"Contenidos digitales. Nuevos modelos de distribución on-line"***. Red.es, Julio, 2006. Disponible en <http://observatorio.red.es/gaptel/archivos/pdf/ContenidosDigitales_final.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Análisis de mercado y prospectiva de negocio para la distribución de contenidos digitales on-line.*

[Gaptel, 07] GRUPO DE ANÁLISIS Y PROSPECTIVA DEL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES: ***"Oportunidades y desafíos de la banda ancha"***. Diciembre, 2007. [En Línea]. Disponible en <http://observatorio.red.es/gaptel/archivos/desafios_banda_ancha.pdf>. [Consulta: 16.01.2008].

*Análisis del estado de la banda ancha en Diciembre de 2007 desde la perspectiva regulatoria, de mercado y tecnológica.*

[Garg, 03] GARG, S.: "***Can I add a VoIP call?"***. IEEE International Conference on Communications, Vol. 2. Mayo 2003. Págs. 779-783. [En Línea]. Disponible en <http://www.comsoc.org/tech_focus/pdfs/2005/jan/0779garg.pdf>. [Consulta: 28.01.2005].

*Estudio sobre dimensionado de redes de acceso WiFi para su utilización en servicios de voz sobre IP.*

[Gartner, 05] GARTNER GROUP: ***"Wi-Fi Failing to Attract Business Travellers"***. Nota de Prensa. Gartner Group. 6 de Septiembre de 2005. Disponible en <http://www.gartner.com/press_releases/asset_135214_11.html>. [Consulta: 21.08.2006].

*Nota de prensa sobre estudio realizado por Gartner centrado en uso del servicio WiFi en líneas aéreas que incluye datos sobre utilización de hotspots en aeropuertos.*

[Gast, 05] GAST M.: ***"802.11 protocol"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.oreillynet.com/wireless/2005/05/20/graphics/802.11Poster.pdf>. [Consulta: 29.08.2006].

*Mapa de la familia de protocolos 802.11 y otros relacionados y usados en las redes públicas WLAN.*

[Gesop, 06] GABINET D'ESTUDIS SOCIALS I OPINIÓ PÚBLICA: ***"Enquesta sobre l'ús de les noves tecnologies a Catalunya. Informe de resultats"***. Octubre de 2006 [En Línea]. Disponible en <http://www.idescat.net/cat/idescat/estudisopinio/rpeo/R-364.pdf>. [Consulta: 06.12.2006]

*Resultados de la encuesta realizada por este organismo sobre utilización de nuevas tecnologías en Cataluña realizado en Octubre de 2006. Incluye datos sobre equipos terminales y uso de Internet.*

[Gibbons et al., 06] GIBBONS J., RUTH S.: ***"Municipal Wi-Fi : Big Wave or Wipeout"***. En IEEE Internet Computing, Junio, 2006. Vol. 10, Issue 3. Pp. 66-71

*El artículo analiza la situación de las iniciativas WiFi municipales en Estados Unidos desde la perspectiva de la regulación, competencia, y éxito de los objetivos que persiguen.*

[Gillet, 05] GILLET S.E.: ***"Municipal wireless broadband: Hype or harbinger?".*** Southern California Law Review. Vol.79:561. [En Línea]. Disponible en < http://cfp.mit.edu/groups/broadband/docs/2006/Muni_BB_Hype-Harbinger.pdf >. [Consulta: 19.07.2007].

*Analiza las motivaciones, modelos de participación, beneficios y problemas de competencia en las iniciativas WiFi municipales. Incluye consideraciones sobre las condiciones de uso del mobiliario urbano por parte de operadores privados que desplieguen una red WiFi municipal.*

[Gillet et al., 06a] GILLET S., LEHR W., OSORIO C.A.: ***"Municipal electric utilities' role in telecommunications services"***. Revista Telecommunications Policy, Nº 30, Pp. 464-480. [En Línea]. Disponible en <http://itc.mit.edu/itel/Docs/2004/Municipal_Electric.pdf>. [Consulta: 19.07.2007].

Análisis la participación de operadores eléctricos municpales en el mercado de las telecomunicaciones, que incluye el estudio del impacto que tiene sobre la competencia el despliegue de redes públicas Wifi municipales, concluyendo que es positivo.

[Gil-Loyzaga et al., 01] DIVERSOS AUTORES: "***Ondas electromagnéticas y Salud***". Informes Sanitarios Siglo XXI. Ed. por Pablo Gil-Loyzaga y Alejandro Úbeda. Coord. por Francisco Carricondo. 2001.

*Estudio sobre efectos en la salud de las ondas electromagnéticas y límites legales de exposición a radiaciones de esta naturaleza.*

[Gobierno Vasco, 05] GOBIERNO VASCO: ***"Programa Acceso a Internet y movilidad con WiFi".*** 2005. [En Línea]. Disponible en <https://www.spri.es/wifi/doc_legal/NormativaWIFI_2006_01_cast.pdf>. [Consulta: 26.01.2007].

*Descripción de las bases establecidas por el gobierno vasco para subvencionar pequeños despliegues de redes WiFi con la condición de explotación gratuita durante el primer año.*

[Govern d'Andorra, 06] GOVERN D'ANDORRA: ***"Connect And"***. 2006 [En Línea]. Disponible en <http://www.oie.govern.ad/ca/node/115>. [Consulta: 06.12.2006].

*Descripción del proyecto Connect Andorra, mediante el cual el gobierno de este país pretende desplegar redes públicas WiFi de acceso gratuito en las estaciones de esquí y zonas comerciales.*

[Gunasekaran et al., 05] GUNASEKARAN V., HARMANTZIS F.C..: ***"Towards a Wi-Fi Ecosystem: Technology Integration and Emerging Service Models"***. Stevens Institute of Technology, New Jersey. Working Paper, 2005. [En Línea]. Disponible en <http://howe.stevens.edu/CTMR/WorkingPapers/WP2005/GH%20WiFi%20Ecosystem%20Submitted.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Descripción comparativa de las tecnologías wireless, incluyendo consideraciones sobre complementariedad y sustitución entre ellas.*

[Grajek, 07] GRAJEK, M.: ***"Estimating network effects and compatibility in mobile telecommunication. Network externalities, competition and compability"***. European School of Management and Technology Working Paper, Nº 07-001. Berlín, Alemania. Septiembre, 2007. [En Línea]. Disponible en <http://www.esmt.org/fm/294/ESMT-07-001.pdf >. [Consulta: 27.02.08].

*Identificación y análisis de efectos de red y compatibilidad en el mercado de la telefonía celular, así como su impacto en la estructura de mercado y dinámica de competencia, basado en un análisis de evidencia empírica sobre el mercado de telefonía celular polaco.*

[Grob, 03] GROB, D.: "***A distributed monitoring System for large, heterogeneous WLANs***". Diploma Thesis, 2003. KTH (Royal Institute of Technology, Stockholm) y ETH (Swiss Federal Institute of Technology, Zurich). [En Línea]. Disponible en <http://www.tik.ee.ethz.ch/~lenders/publication/SADA/WLANmonitoring.pdf>. [Consulta: 19.10.2004].

*Análisis de herramientas existentes basadas en software libre para supervisión de redes WiFi*

[Gupta et al, 07] GUPTA, A., MOHAPATRA, P.: ***"Power Consumption and Conservation in WiFi Based Phones: A Measurement-Based Study "***. 4th IEEE Communications Society Conference on Sensor, Mesh and Ad Hoc Communications and Networks. Junio, 2007. Pp. 122-131. ISBN 1-4244-1268-4.

*Análisis sobre el consumo de potencia y optimización de éste en teléfonos WiFi.*

[Hale, 05] HALE R.V.: ***"Wi-Fi liability: potential legal risks in accessing and operating wireless internet"***. Santa Clara Computer and High Technology Law Journal, Vol. 21, p. 543. Julio, 2005. Disponible en <http://ssrn.com/abstract=692881>. [Consulta: 21.08.2006].

*Analiza la problemática legal en Estados Unidos asociada al uso de puntos de acceso por parte de usuarios distintos a sus propietarios.*

[Hammond et al., 06] HAMMOND A., PAUL, J.: ***"A new model for rural connectivity***" . Marzo, 2006. [En Línea]. Disponible en <http://www.usaid.gov/our_work/economic_growth_and_trade/info_technology/tech_series/Rural_Connectivity_508.pdf>. [Consulta: 21.08.2006],

*Propone una arquitectura de acceso a Internet y VoIP para entorno rural basada en combinar VSAT, WiMax y WiFi. Incluye un anexo muy completo del estado del arte de teléfonos para transmitir voz sobre IP.*

[Hauge et al., 06] HAUGE J., JAMISON M.A., JEWELL R.T.: ***"Bureaucrats as Entrepreneurs: Do Municipal Telecommunications Providers Hinder Private Entry?"***. Octubre, 2006. 35th Telecommunications Policy Research Conference. George Mason University School of Law, Arlington, Virginia. [En Línea]. Disponible en < http://bear.cba.ufl.edu/centers/purc/primary/documents/BureaucratsasEntrepreneurs.pdf>. [Consulta: 19.07.2007].

*Analiza el impacto que tienen las redes de banda ancha municipales sobre la estructura de la competencia a partir de la comparación de la situación en un conjunto de iniciativas municipales estadounidenses con la situación de otros municipios sin oferta municipal de banda ancha, concluyendo que el efecto es en general irrelevante y positivo en varios casos.*

[Hazlett, 01] HAZLETT, T.W.: ***"The Wireless Craze, The Unlimited Bandwidth Myth, The Spectrum Auction Faux Pas, and the Punchline to Ronald Coase's "Big Joke". An Essay on Airwave Allocation Policy".*** AEI-Brookings Joint Center for Regulatory Studies Working Paper 01-02. January 2001. Published in the Harvard Journal of Law & Technology, Spring 2001, 335-567.[En línea]. Disponible en <http://www.manhattan-institute.org/hazlett/working_01_02.pdf> [Consulta: 21.08.2005],

*Análisis de la evolución de los modelos de regulación del espectro y sus consecuencias económicas y sociales.*

[Herslow et al, 02] HERSLOW L., NAVARRO C., SCHOLANDER J.: ***"Exploring the WISP Industry".*** The Infocom Research Program. Institute of Economic Research. Lund University. Enero, 2002. [En línea]. Disponible en <http://www.scholander.com/ExploringtheWISPIndustry.pdf>. [Consulta: 26.08.2002].

*Análisis de los modelos de negocio de distintos tipos de proveedores de servicio Internet inalámbricos. Presenta datos interesantes sobre los distintos tipos de modelos de negocio, cadenas de valor, volumen y estructura del mercado.*

[Himanen, 04] HIMANEN, P.: ***"La ética del hacker y el espíritu de la era de la información".*** ISBN 84-233-3637-9. Editorial Destino. Barcelona, 2004.

*Análisis del código de valores y motivaciones del colectivo hacker, activo en el desarrollo de software libre y que guardan similitudes importantes con los participantes en comunidades wireless.*

[Hohl, 01] HOHL, F.: ***"The Role of a Context Service in a System that aims at integrating the Digital with the Real World".*** Dagstuhl Seminar "Ubiquitous Computing" , Septiembre, 2001. [En línea]. Disponible en <http://www.inf.ethz.ch/vs/events/dag2001/slides/hohl.pdf>. [Consulta: 26.08.2002].

*Artículo sobre la importancia y posibilidades de aplicar la información de contexto sobre los servicios. Este aspecto es un factor diferencial los servicios basados en redes inalámbricas para uso en itinerancia o movilidad.*

[Hole et al., 04] HOLE, D. TOBAGUI, F.A.: "**Capacity of an IEEE 802.11b wireless LAN supporting VoIP"**. IEEE Communications Magazine, Nº 196. [En Línea]. Disponible en <http://mmnetworks.stanford.edu/papers/hole_icc04.pdf>. [Consulta: 28.01.2005].

*Análisis de la capacidad de las redes WiFi para gestionar llamadas de Voz sobre IP.*

[Hotspotzz, 04] HOTSPOTZZ NETWORK: "***Wifi Market information and statistics***". Febrero, 2003. [En Línea]. Disponible en <http://www.hotspotzz.com/resource/WiFi_stats.pdf>. [Consulta: 19.10.2004].

*Datos de mercado de redes públicas WiFi a 2003. Incluye también identificación y descripción de modelos de negocio.*

[Hurley, 04] Hurley, Chris.: ***"Wardriving, Drive, detect, defend"***. Ed. Rockland, MA : Syngress, cop. 2004

*Estudio sobre las técnicas de wardriving, utilizado como referencia para el levantamiento del radiomapa del distrito 22@.*

[HTC, 06] HTC: ***"The HTC TyTN"***. Nota de prensa [En Línea]. Disponible en <http://www.europe.htc.com/z/pdf/content/1766_TyTN_PRODSHT_FRNT.PDF>. [Consulta: 21.08.2006].

*Hoja de características del terminal TyTN de HTC, que dispone de conectividad 3G y WiFi.*

[Hudson, 06] HUDSON H.E.: ***"Lessons from the Left Coast: San Francisco's Community Wireless Broadband Initiative"***. Septiembre, 2006. 34th Telecommunications Policy Research Conference. George Mason University School of Law, Arlington, Virginia. [En Línea]. Disponible en <http://web.si.umich.edu/tprc/papers/2006/613/TPRC06SFMunicipalBroadbandHudson.htm> [Consulta: 22.07.2007].

*Análisis crítico de la iniciativa de San Francisco, especialmente en lo relacionado con el objetivo de reducción de la brecha digital.*

[Iblnews, 04] IBLNEWS: ***"Zamora Wireless, el case study de Intel, termina en fracaso"***. Nota de Prensa. 14 de Mayo de 2004. [En Línea]. Disponible en <www.iblnews.com >. [Consulta: 07.03.2007].

*Descripción de los problemas existentes en la operación y mantenimiento de la red Zamora Wireless, que acabaron suponiendo el fracaso de esta iniciativa.*

[IDATE, 06] FUNDACIÓN IDATE: ***"DigiWorld 2005"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.gtic.ssr.upm.es/iing/digiworld_2005.pdf> . [Consulta 23.010.06].

*Datos sobre mercado internacional y español de las TIC.*

[IDC, 05a] IDC: ***"Western European Hotspot User Forecast, 2005-2009"***. Resumen disponible en <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=LM01M>. [Consulta 25.07.05].

*Modelos de negocio para aplicaciones y contenidos wireless.*

[IDC, 05b] IDC: ***"Worldwide WLAN Chip Sales to Surge as Consumer and Mobile Devices Opportunities Emerge, IDC Predicts"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS00153305>. [Consulta: 01.02.2006].

*Datos sobre crecimiento en 2005 de venta de chips WLAN a nivel mundial.*

[Infante et al., 05a] INFANTE, J., PRATS, N.: ***"Posibilidades de negocio para las aplicaciones y contenidos wireless".*** Jornadas "Internet wireless, retos y oportunidades". Fundación I2CAT. Barcelona, Julio, 2004. [En Línea]. Disponible en <http://www.i2cat.net/i2cat/ImgsPortal/Fi_Img_Info_Projecte147.pdf>. [Consulta: 02.02.2006].

*Análisis de demanda de servicios multimedia sobre infraestructuras inalámbricas.*

[Infante et al., 05b] INFANTE J., OLIVER, M., MACIÁN C.: ***"Wi-Fi Neutral Operator: Promoting cooperation for network and service growth"***. ITS Conference on Regional Economic Development. Pontevedra, Julio, 2005. Julio, 2005. Disponible en https://www.oplan.org/documents/articles/articles-pdfs-slides/atct_topic_view?b_start:int=20. [Consulta: 02.02.2006].

*Descripción del modelo de negocio del operador neutral y su aplicación en el proyecto 22@Wi-Fi, Catalunya Oberta sense fils y Universitat Pompeu Fabra.*

[Infante et al., 06] INFANTE J., MACIÁN C., OLIVER, M: ***"Neutral Networks: A real alternative to achieve both effective competition and social benefits"***. 16th Biennial Conference of the International Telecommunications Society: ICT: Opportunities and challenges for Telecommunications (ITS 2006). Beijing, China. Junio 2006. Disponible en < http://www.nets.upf.edu/publications.html>. [Consulta: 31.01.2008].

*Análisis del modelo de operador neutral aplicado a redes inalámbricas, identificándose sus debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades respecto a otros modelos de despliegue.*

[Infante, 07] INFANTE, J.: "***Mapa de iniciativas de redes ciudadanas en Cataluña"***. Jornadas Xarxes Ciudatanes a Catalunya. Localret Julio, 2007. [En Línea]. Disponible en <www.localret.net/jornades/materials/xarxaciut/iniciativesxarxesciudatanes.pdf>. [Consulta: 06.12.2006]

*Extracto del análisis incluido en el anexo I sobre iniciativas WiFi protagonizadas por comunidades ciudadanas en Cataluña.*

[Infante et al., 07] INFANTE J., OLIVER, M., MACIÁN C.: ***"Which way to a (judicious) municipal wireless network? An assessment of the different alternatives for municipal participation in wireless local networks"***. 35th Telecomunications Policy Research Conference. Washington, Estados Unidos. Septiembre, 2007. Disponible en <http://web.si.umich.edu/tprc/papers/2007/671/InfanteOliverMacianTPRC07.pdf>. [Consulta: 31.01.2008].

*Análisis de los modelos de participación de los ayuntamientos en el despliegue y explotación de redes WiFi de ámbito municipal.*

[Infodev, 05] INFODEV: ***"Open Access Models. Options for Improving Backbone Access in Developing Countries (with a Focus on Sub-Saharan Africa)"***. Agosto, 2005. [En Línea]. Disponible en <http://www.infodev.org/en/Publication.10.html>. [Consulta: 12.10.2006].

*Estudio sobre la aplicación de modelos de redes abiertas y neutrales en el África subsahariana. Incluye consideraciones sobre debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de este modelo de interconexión, así como ejemplos significativos de su aplicación en países desarrollados.*

[Intel, 02] INTEL: ***"Case study: Zamora. Spain scores world first with public wireless Internet"*** 2002. [En línea]. Disponible en <http://www.intel.com/ebusiness/pdf/affiliates/Zamora0243.pdf>. [Consulta: 21.07.2003].

*Descripción del despliegue piloto realizado por la empresa Afitel de una red WiFi en el centro de Zamora.*

[Intel, 04a] INTEL: ***"Understanding Wi-Fi and WiMAX as Metro-Access Solutions"***. Intel White Paper. [En Línea]. 2004. Disponible en <http://www.intel.com/netcomms/technologies/wimax/304471.pdf>. [Consulta: 24.05.05]

*Análisis técnico comparativo del uso de WiFi y de WiMax como red de backhaul para la última milla.*

[Intel, 04b] INTEL: ***"Wireless hotspot deployment guide"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.nor-tech.com/solutions/dox/Wi-Fi_Hotspot_Deployment_Guide.pdf>. [Consulta 25.07.05]

*Análisis técnico detallado de los aspectos implicados en el despliegue de hotspots WiFi.*

[Intel, 05a] INTEL: ***"Deploying License-Exempt Wimax solutions"***. Intel White Paper, 2005 [En Línea]. Disponible en <http://www.intel.com/netcomms/technologies/wimax/306013.pdf>. [Consulta: 06.12.2006].

*Descripción de los principales factores técnicos a tener en cuenta en la utilización de WiMax en espectro de uso compartido.*

[Intel, 05b] INTEL: ***"Digital community best practices"***. Intel White Paper. 2005. [En Línea]. Disponible en <http://www.intel.com/business/bss/industry/government/digital-community-best-practices.pdf>. [Consulta: 26.01.2007].

*Análisis de la utilidad de los despliegues WiFi y WiMax municipales, y propuestas de modelos de colaboración entre actores para realizar el despliegue y la explotación de este tipo de redes.*

[Intel, 05c] INTEL: ***"The Wireless City. Enhancing Productivity, Efficiency and Lifestyle"***. Intel White Paper. 2005. [En Línea]. Disponible en <http://www.intel.com/business/bss/industry/government/wireless_city.pdf>. [Consulta: 26.01.2007].

*Descripción de aspectos técnicos implicados en despliegues de redes WiFi municipales, así como de la arquitectura Centrino de Intel.*

[IPTS, 05a] INSTITUTE FOR PROSPECTIVE TECHNOLOGICAL STUDIES: ***"Mapping European wireless trends and drivers. Synthesis Report"***. Noviembre, 2005. [En Línea]. Disponible en <ftp://ftp.jrc.es/pub/EURdoc/eur22250en.pdf>. [Consulta: 28.09.2006].

*Estudio muy completo del IPTS para la Comisión Europea sobre la implantación en Europa de tecnologías inalámbricas alternativas, principalmente WiFi, WiMax y Flash-OFDM.*

[IPTS, 05b] INSTITUTE FOR PROSPECTIVE TECHNOLOGICAL STUDIES: ***"Mapping European wireless trends and drivers. Annex 1: Mapping the existing European wireless landscape and current trends"***. Noviembre, 2005. [En Línea]. Disponible en <ftp://ftp.jrc.es/pub/EURdoc/Annex1.pdf>. [Consulta: 28.09.2006].

*Documento anexo a* [IPTS, 05a] *en el cual se presentan las características de las distintas tecnologías inalámbricas alternativas, así como el grado en que se encuentran implantadas en cada país europeo.*

[IPTS, 05c] INSTITUTE FOR PROSPECTIVE TECHNOLOGICAL STUDIES: ***"Mapping European wireless trends and drivers. Annex 2: Drivers"***. Noviembre, 2005. [En Línea]. Disponible en <ftp://ftp.jrc.es/pub/EURdoc/Annex2.pdf>. [Consulta: 28.09.2006].

*Este estudio es un anexo de [IPTS, 05a] y está centrado en analizar las comunidades wireless, así como varias iniciativas europeas y coreanas, de interés para identificar los factores que afectan al desarrollo de redes y servicios basados en estas tecnologías.*

[IPTS, 05d] INSTITUTE FOR PROSPECTIVE TECHNOLOGICAL STUDIES: "***Mapping European wireless trends and drivers. Annex 3: Implications of Alternative Wireless Technologies for Europe and Policy Recommendations"***. Noviembre, 2005. [En Línea]. Disponible en <ftp://ftp.jrc.es/pub/EURdoc/Annex3.pdf>. [Consulta: 28.09.2006].

*Este estudio es un anexo de [IPTS, 05a] y está centrado en analizar los aspectos regulatorios del uso de tecnologías inalámbricas alternativas, como WiFi o WiMax, especialmente en el ámbito europeo.*

[Iqbal, 04] IQBAL, Z.: ***"Standard war in 5 GHz Wireless LAN"***. En Proceedings of the research seminar on Telecommunications business. Helsinki University of Technology Publications in Telecommunications Software and Multimedia. [En Línea]. Disponible en <http://www.tml.tkk.fi/Studies/T-109.551/2004/Proceedings.pdf>.[Consulta: 21.08.2006].

*Análisis comparativo de aspectos tecnológicos, regulatorios, y de mercado, entre Hiperlan y 802.11a.*

[ITU, 03] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION: ***"Birth of broadband. Executive Summary"***. Septiembre, 2003 [En Línea]. Disponible en <www.itu.int>. [Consulta: 06.12.2006]

*Resumen ejecutivo del informe realizado por ITU sobre la extensión de la banda ancha en el mundo a fecha de 2003.*

[ITU, 06] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION: ***"World Telecommunication ICT development report 2006. Measuring ICT for social and economic development. Executive summary"***. Ginebra, 2006. [En Línea]. Disponible en <http://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-WTDR-2006-SUM-PDF-E.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Índices y estadísticas sobre el desarrollo de las telecomunicaciones en el mundo.*

[Iwex, 06] IWEX: ***"Observatorio de Wireless (VI Informe)"***. Iwex, 2006. [En Línea]. Disponible en <www.iwe-x.com>. [Consulta: 26.01.2007].

*Datos sobre extensión y características de redes públicas WiFi en España a partir de radiomapas y análisis de mercado de hotspots.*

[Iyengar, 02] IYENGAR, D.: ***"Understanding Ultra Wideband Technology: Advantages, Applications and Regulatory Policy".*** Master of Arts in Law and Diplomacy Thesis. The Fletcher School of Law & Diplomacy. Estados Unidos de América, 2002. Disponible en <http://itc.mit.edu/itel/students/papers/iyengar.pdf>[Consulta: 26.08.2002].

*Descripción de los aspectos regulatorios y de mercado para la tecnología de espectro ensanchado, que aunque de menor alcance que WiFi, permite aplicar modelos de uso compartido del espectro e implantar redes bajo un modelo similar a éstas.*

[Jansen et al, 05] JANSEN A., NIELSEN P.: ***"Theorizing convergence: co-evolution of information infrastructures"***. Scandinavian Journal of Information Systems, 2005, 17(1):67–100. Disponible en <http://www.ifi.uio.no/forskning/grupper/is/wp/042005.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*El artículo analiza los factores implicados en la evolución conjunta de tecnologías potencialmente convergentes, aplicándolo al caso de 3G y WiFi.*

[Kakroo, 07] KAKROO, U.: ***"Promise of Connected Communities- The Indian Story"***. [En Línea]. 35th Telecommunications Policy Research Conference, 2007, Arlington, Virginia. Disponible en <http://web.si.umich.edu/tprc/papers/2007/676/F%20Draft%20The%20Promise%20of%20Connected%20Communities.pdf>. [Consulta: 08.01.2008].

*Describe diversas experiencias de aplicación de WiFi y WiMax en regiones de la India, donde es utilizada como un sustituto de las redes de banda ancha fija no disponibles.*

[Kallio, 02] KALLIO, P.: ***"Business Models in wireless Internet Service Engineering"***. 3rd software architecture seminar. Octubre, 2002. Oulu, Finlandia [En línea]. Disponible en <https://softeng.polito.it/WiseWeb/papers/businessmodels_in_wireless_internet_service_engineering.pdf>. [Consulta: 10.01.2005].

*Descripción de modelos de negocio de suministro de servicios sobre infraestructuras inalámbricas.*

[Karlson et al, 02] KARLSON B., BRIA A., LINDT J., LONNQVIST, P, NORLIN C.: ***"Wireless foresight".*** Estocolmo, 2002. [En línea]. Disponible en <http://wireless.kth.se/foresight/index.html>. [Consulta: 26.08.2002].

*Estudio realizado por KTH para Ericsson sobre los escenarios futuros de redes y servicios inalámbricos, identificándose los actores principales involucrados y los parámetros que definen la evolución de este mercado,*

[Kawamoto, 06] KAWAMOTO, D.: ***"Earthlink and Google win San Francisco Wi-Fi bid"***. CNET News. 6 de Abril, 2006. [En línea]. Disponible en <http://news.com.com/EarthLink+and+Google+win+San+Francisco+Wi-Fi+bid/2100-7351_3-6058432.html>. [Consulta: 21.08.2006].

*Nota de prensa sobre la adjudicación del concurso para proveer servicio gratuito sobre red pública WiFi en San Francisco a Google y Earthlink.*

[Karvonen et al, 01] KARVONEN J., KOMU T., PULLI P.: ***"Wireless micro-payment in the Networked Market "***. En "Book of Visions 2001". WWRF, 2001. [En Línea]. Disponible en <http://www.wireless-world-research.org/BoV1.0/Contributions%2002/02_2_02-wwrfhelsinki.pdf>.[Consulta: 15.12.2002].

*Descripción de los aspectos arquitectónicos implicados en la realización de micropagos en redes inalámbricas. Aunque está centrado en GSM y WAP, suministra ideas clave sobre las posibilidades de este tipo de funcionalidades para proponer servicios en redes inalámbricas basadas en WiFi.*

[Kerner, 05] KERNER, S.M.: ***"PDA Shipments still sliding"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.internetnews.com/wireless/article.php/3468361>. [Consulta 25.07.05]

*Nota de prensa sobre estudio realizado por IDC del mercado de PDAs en 2004.*

[Khariff, 06] KHARIFF, O.: ***"Top 10 Municipal Wi-Fi Plans"***. Bussines Week. [En Línea]. Disponible en <http://www.localret.es/localretnews/bandaampla/num5/docs/top10mwp.pdf>. [Consulta: 28.09.2006].

*Descripción de varias iniciativas municipales estadounidense, indicándose su área de cobertura y plan de facturación previsto (Philadelphia, San Francisco, Houston, Sant Cloud, Chicago, Corpus Christi, Tempe, Atlanta, Portland, Boston).*

[Kivisaari, 04] KIVISAARI E.: ***"UWB Communications. A Standards war".*** En Proceedings of the research seminar on Telecommunications business. Helsinki University of Technology Publications in Telecommunications Software and Multimedia. [En Línea]. Disponible en <http://www.tml.tkk.fi/Studies/T-109.551/2004/Proceedings.pdf>.[Consulta: 21.08.2006].

*Descripción de la tecnología UWB, la guerra de estándares que ha tenido lugar, y su comparación con otras tecnologías inalámbricas de corto alcance.*

[Karrer et al, 07] KARRER, R.P, PESCAPE A.: ***"2nd generation wireless mesh networks: technical, economical and social challenges"***. En IEEE Future Generation Communication and Networking Journal. Diciembre. 2007, Vol. 1. [En Línea]. Disponible en <http://www.deutsche-telekom-laboratories.de/~karrer/papers/FGCN07.pdf>. [Consulta: 16.01.2008].

*Análisis de las principales debilidades actuales de las redes malladas y su evolución futura.*

[Katz et al., 85] KATZ, M.L., SHAPIRO C.: ***"Network externalities, Competition and Compatibility"***. En American Economic Review, Vol. 75, No. 3. Junio, 1985.

*Análisis de tipos de externalidades de red y su interrelación con las dinámicas y estrategias de competición y compatibilidad entre bienes.*

[Katz et al., 94] KATZ, M.L., SHAPIRO C.: ***"Systems Competition and Network Effects"***. En Journal of Economic Perspectives, Vol. 8, No. 2. Pp. 93-115. 1994.

*Análisis de la relación entre las externalidades de red, compatibilidad y estandarización, así como sus implicaciones sobre la estructura del mercado y las empresas que actúan en mercados de bienes que exhiben efectos de red.*

[Korte, 01] Korte, George.: "***The GIS Book"***. How to implement, manage, and assess the value of geographic information systems; Ed. Santa Fe : Onword, 2001.

*Libro sobre sistemas de información geográfica. Utilizado en el levantamiento de radiomapa del distrito 22@ de Barcelona como referencia para la selección de herramientas de representación gráfica de mapas.*

[La Vanguardia, 04] PERIÓDICO LA VANGUARDIA: "***Barcelona cierra su red de servicio Wi-Fi de conexión a Internet***". La Vanguardia Digital, 19/10/2004. Disponible en <www.lavanguardia.es>. [Consulta: 20.10.2004].

*Noticia del cierre de la red WiFi del Ayuntamiento de Barcelona como consecuencia del pronunciamiento de la CMT, respecto a los aspectos de la participación pública de esta iniciativa.*

[Latour, 87] LATOUR, B.:"***Science in action : How to follow scientists and engineers through society "***. Milton Keynes, Open University Press. 1987.

*Descripción de los modelos actor-red que se utilizan en el análisis de la evolución de la ciencia y la tecnología, realizado por el precursor de esta metodología de trabajo.*

[Latour, 89] LATOUR, B.: "***Aramis or the love of technology"***. Harvard University Press, 1989.

*Análisis de un caso de estudio de fracaso de la implantación de una tecnología, y recomendaciones desde la perspectiva actor-red para abordar el análisis de los actores implicados en el desarrollo e implantación de las tecnologías.*

[Lehr et al, 02] LEHR W., MERINO F., EISNER, S.: ***"Software Radio: Implications for Wireless Services, Industry Structure, and Public Policy"***. TPRC, Alexandria, VA, USA. Septiembre, 2002. Massachusetts Institute of Technology Program on Internet and Telecoms Convergence. [En línea]. Disponible en <http://itc.mit.edu/itel/docs/2002/Software_Radio_Lehr_Fuencis.pdf>. [Consulta: 26.08.2002].

*Estudio sobre el entorno de aplicación, aspectos de mercado, y regulación, de las técnicas SDR (Software Defined Radio) que serán complementarias a WiFi para el despliegue del tipo de redes que se analizan, si bien no es de prever que se apliquen comercialmente a medio plazo.*

[Lehr et al., 03] LEHR W., MCKNIGHT, L.W.: ***"Wireless Internet access: 3G vs. WiFi?"***. Telecommunications Policy 27 (2003) 351–370. [En Línea]. Disponible en <itc.mit.edu/itel/Docs/2002/LehrMcKnight_WiFi_vs_3G.pdf>.[Consulta: 21.08.2006].

*Comparación de las tecnologías 3G y WiFi, analizándose su complementariedad, y competencia desde diversos puntos de vista.*

[Lehr et al, 04a] LEHR W., SIRBU, M., GILLETTE S.: ***"Broadband Open Access: Lessons from Municipal Network Case Studies"***. [En Línea]. Disponible en <http://web.si.umich.edu/tprc/papers/2004/375/Sirbu%20Lehr%20Gillett%20Open%20%20Access%202004%20TPRC.pdf>. [Consulta: 28.01.2005].

*Estudio sobre iniciativas de banda ancha municipales en EEUU. Presta especial atención a las características de apertura de la red a proveedores de servicio.*

[Lehr et al, 04b] LEHR W., SIRBU, M., GILLETTE S.: ***"Broadband Open Access: Lessons from Municipal Network Case Studies. Appendix: Case Studies"***. [En Línea]. Disponible en <http://itel.mit.edu/itel/>. [Consulta: 28.01.2005].

*Es un apéndice de [Lehr et al, 04a]. Incluye los datos de los casos de estudio.*

[Lemley et al., 98] LEMLEY, M., MCGOWAN, D.: ***"Legal implications of network economic effects"***. California Law Review 479-611. 1998. [En Línea]. Disponible en <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=32212>. [Consulta: 27.02.08].

*Análisis detallado de las implicaciones legales de las externalidades de red que incluye consideraciones sobre los diversos tipos de externalidades de red, su distinción respecto a otro tipo de externalidades y su impacto y tratamiento en la regulación y decisiones judiciales en el ámbito de la competencia entre empresas.*

[Leon, 06] LEON, N.: ***"The well connected city. A report on municipal networks"***. Noviembre, 2006. Junio, 2005. London Imperial Collage y The Cloud [En Línea]. Disponible en <www.thecloud.com>. [Consulta: 15.02.2007].

*Descripción de diversas iniciativas Wifi y modelos de explotación de éstas. Incluye descripción de 22@WiFi y del despliegue realizado por The Cloud en la City de Londres.*

[Li et al, 02] LI F., WHALLEY J.: ***"Deconstruction of the Telecommunications Industry: from Value Chains to Value Networks"***. Telecommunication Policy, 26: 451-472. [En Línea]. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B6VCC-46XGGN2-2-9&_cdi=5951&_orig=browse&_coverDate=11%2F30%2F2002&_sk=999739990&wchp=dGLbVlb-lSztb&_acct=C000049005&_version=1&_userid=946187&md5=a814c48d47bc08abddbe07f914450f36&ie=f.pdf>. [Consulta: 24.07.2003].

*El artículo se centra en explicar la cadena de valor en el negocio de las telecomunicaciones y cómo actualmente se está "deconstruyendo" esta cadena, a la vez que aparecen nuevos modelos de negocio alternativos al modelo vertical. Presenta una buena clasificación de los modelos de negocio, excelentes referencias, y analiza con cierta profundidad el nuevo papel que están jugando los proveedores de contenidos.*

[Liebowitz et al. 94] LIEBOWITZ S.J., MARGOLIS, S.E.: ***"Network externality: An uncommon tragedy"***. En Journal of Economic Perspectives, Vol. 8, No. 2. 1994.

*En el artículo se analiza y refina el concepto de externalidad de red, limitándose su ámbito de aplicación y realizándose reflexiones sobre los efectos de fallo de mercado derivados.*

[Liu, 03] LIU B.: ***"Joltage calls it quits"***. Internet News, 17 de Febrero de 2003. [En Línea]. Disponible en <http://www.internetnews.com/wireless/article.php/1585331>. [Consulta: 21.08.2006].

*Nota de prensa sobre la salida del mercado de Joltage.*

[Localret, 04] LOCALRET: ***"Tecnologia Wi-Fi. Guies per al desenvolupament dels serveis de telecomunicacions als municipis"***. Ed. Localret, Enero 2004. Disponible en <http://www.localret.es/guies/docs/wifi.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Manual realizado por Localret para guiar a los ayuntamientos en el despliegue de redes y servicios sobre WiFi. Cubre aspectos técnicos, regulatorios, y de negocio.*

[Mah, 03] MAH, D.: ***"Explaining Internet connectivity: voluntary interconnection among commercial Internet Service Provider"***. Stanford Law School. Marzo, 2003. [En Línea]. Disponible en <http://tprc.org/papers/2003/181/Explaining_Internet_Connectivity_Mar26-03.DOC.pdf>. [Consulta: 28.01.2005].

*Realiza un análisis de las razones de los ISPs para interconectarse, partiendo de los casos históricos en telefonía y otros servicios de telecomunicaciones. Destaca el importante papel de la regulación en la interconexión entre ISPs.*

[Maitland et al, 02] MAITLAND, C., BAUER, J. WESTERVELD R.: ***"The European Market for Mobile Data: Evolving Value Chains and Industry Structures".*** En Telecommunication Policy, 26: 485-504. Elsevier Publisher, 2002. [En Línea]. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B6VCC-46XGGN2-4-9&_cdi=5951&_orig=browse&_coverDate=11%2F30%2F2002&_sk=999739990&wchp=dGLbVlz-lSztz&_acct=C000049005&_version=1&_userid=946187&md5=892dffbefbc1cec6abceb649ab0d4681&ie=f.pdf>.[Consulta: 08.08.2003].

*Describe el mercado europeo de móviles centrado en UMTS. Contiene datos interesantes sobre mercado en Europa, datos actuales y tendencias.*

[Marshall, 06] MARSHALL T.: ***"Singaporean operators compelled to provide free public Wi-Fi"***. 12 de Octubre 2006 [En Línea]. Disponible en <http://www.localret.es/localretnews/bandaampla/num9/#h>. [Consulta: 06.12.2006].

*Noticia sobre la condición establecida por el gobierno de Singapur de suministro gratuito de servicio de acceso a Internet durante un periodo inicial de dos años para operadores que despliegan este tipo de redes en zonas urbanas.*

[Martell, 03] MARTELL J.: ***"Deploying the world's largest campus IEEE 802.11b network"***. . IEEE 802.11 November Plenary. Albuquerque, EEUU... [En línea]. Disponible en <http://www.ieee802.org/802_tutorials/nov03/www.wireless.ubc.ca-IEEE-Nov2003.ppt>. [Consulta: 10.01.2005].

*Describe una experiencia de despliegue de red WiFi en un campus universitario, incluyendo datos cuantitativos de uso.*

[Merrill Lynch, 04] MERRILL LYNCH: ***"European wireless. Disruptive Technologies on the horizon?"***. Marzo, 2004. [En Línea]. Disponible en <http://www.sims.berkeley.edu/~bigyale/Disruptive%20Technologies.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Descripción de los mercados para WiFi, Wimax y VoIP con datos cuantitativos relevantes.*

[Michelson, 02] MICHELSON D.: ***"Emerging Business Models for Deployment of IEEE 802.11 Public Access Networks"***. University of the British Columbia. [En Línea]. Disponible en <http://web.ptc.org/library/proceedings/my2002/speakers/presentation/d_michelson.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Descripción de posibles modelos de negocio para redes públicas WLAN. Describe el modelo de negocio de Joltage y Sputnik.*

[Microsoft, 06] MICROSOFT: ***"Zune fact sheet"***. Septiembre de 2006 [En Línea]. Disponible en <www.zune.net>. [Consulta: 06.11.2006].

*Hoja de características del equipo terminal Zune para audición de música y equipado con conexión Wifi, entre equipos del mismo suministrador.*

[Middleton, 07] MIDDLETON, C.A.: ***"A Framework for Investigating the Value of Public Wireless Networks"***. [En Línea]. 35th Telecommunications Policy Research Conference, 2007, Arlington, Virginia. Disponible en <http://web.si.umich.edu/tprc/papers/2007/784/middleton_TPRC_2007.pdf>. [Consulta: 30.10.2007].

*Evaluación de iniciativas públicas de redes WiFi. Se analizan las debilidades más relevantes y datos de utilización y tipologías de despliegue.*

[Minoli, 03] MINOLI D.: ***"Hotspot networks. Wi-Fi for public access Locations"***. ISBN 0-07-140978-5. Mc.Graw-Hill, 2003.

*Estudio técnico sobre el despliegue de hotspots.*

[MITC, 06a] MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO: ***"Métrica de la sociedad de la información Edición 2005"***. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. [En Línea]. Disponible en < http://www.mityc.es/NR/rdonlyres/00003821/frctbclbqbwcepvjzxmubrqpekdpmkrn/METRICA_SI_06.pdf>. [Consulta: 28.09.2006].

*Índices y estadísticas sobre intensidad en el uso de servicios de telecomunicación, disponibilidad de equipos terminales, y utilización de Internet en España (2005).*

[MITC, 06b] MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO: ***"Orden ITC/1998/2005 de 22 de Junio, por la que se aprueba el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF)"***. Boletín Oficial del Estado, 9 de Junio de 2006. [En línea]. Disponible en

<http://www.mityc.es/NR/rdonlyres/5652A94D-F144-4510-940B-9BF656AAAF4A/0/3Oitc179106.pdf>. [Consulta: 26.08.2002].

*Atribución de frecuencias vigente en España*. Incluye la regulación de bandas de uso compartido del espectro utilizadas en WiFi.

[MITC, 06c] MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO: ***"Borrador de la nueva versión del Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias"***. [En línea]. Disponible en <http://www.mityc.es/Telecomunicaciones/Secciones/Espectro/cnaf/Borrador/>. [Consulta: 26.08.2002].

*Borrador del cuadro nacional de frecuencias en España para 2007.*

[Mobilian, 01] MOBILIAN CORP.: ***"2.4 GHz and 5 GHz WLAN: Competing or Complementary?"***. Enero, 2001. [En línea]. Disponible en <http://12.108.1.181/images/2.4GHz_and_5GHz_WLAN.pdf>. [Consulta: 26.08.2002].

*Análisis de las características técnicas de las alternativas de protocolos y equipos para el despliegue de redes WiFi.*

[Morales, 06] MORALES M.: ***"Crecen los puntos Wi-Fi de Internet en todo el mundo"***. Revista electrónica Tendencias21. Noviembre, 2006 [En Línea]. Disponible en <http://www.tendencias21.net/Crecen-los-puntos-Wi-Fi-de-Internet-en-todo-el-mundo_a1243.html>. [Consulta: 06.12.2006].

*Datos estadísticos sobre el crecimiento de los puntos de acceso públicos de WiFi en diversas zonas geográficas.*

[Morgan&Stanley, 05] MORGAN&STANLEY: ***"Global Technology. Internet trends"***. Noviembre, 2005. [En Línea]. Disponible en <http://www.morganstanley.com/institutional/techresearch/pdfs/Trends040106.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Suministra datos actualizados sobre el mercado e infraestructuras de Internet y movilidad en EEUU.*

[Muniwireless, 04a] MUNIWIRELESS: "***Muniwireless.com Anniversary report***". Junio, 2004. [En línea]. Disponible en <http://www.muniwireless.com/reports/docs/June2004Report.pdf>. [Consulta: 10.01.2005].

*Informe de muniwireless sobre iniciativas de redes públicas WiFi municipales en EEUU.*

[Muniwireless, 04b] MUNIWIRELESS: ***"RFP Heaven. A compilation of municipal RFPs"***. Noviembre, 2004. [En línea]. Disponible en <http://www.muniwireless.com/reports/docs/rfpheaven-pdf.pdf>. [Consulta: 10.01.2005].

*Colección de peticiones de ofertas de municipios de EEUU para desplegar redes inalámbricas municipales.*

[Muniwireless, 05a] MUNIWIRELESS: ***"March 2005 Report"***. Marzo, 2005. [En línea]. Disponible en <http://www.muniwireless.com/reports/docs /March2005Report.pdf>. [Consulta: 24.05.2005].

*Resumen de iniciativas WiFi municipales en Estados Unidos. Incluye estadísticas sobre cuantas redes son abiertas al público, y cuantas son de uso interno de los ayuntamientos en autoprestación.*

[Muniwireless, 05b] MUNIWIRELESS: "***Second Anniversary Report"***. Julio, 2005. [En línea]. Disponible en <http://muniwireless.com/reports/docs/July2005report.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Informe de Muniwireless sobre iniciativas Wifi municipales tanto en Estados Unidos como en el resto del mundo a fecha de Julio de 2005. Incluye información sobre coberturas y modelos de negocio.*

[Muniwireless, 05c] MUNIWIRELESS: ***"State of the market report"***. Septiembre, 2005. [En línea]. Disponible en <http://muniwireless.com/ downloads/778> [Consulta:11.11.2005]

*Análisis sobre iniciativas wireless municipales en el mundo a lo largo del año 2005.*

[Muniwireless, 06a] MUNIWIRELESS: ***"List of US cities and regions"***. Septiembre 2006. [En Línea]. Disponible en <http://www.muniwireless.com/reports/docs/Sept-10-2006summary.pdf>. [Consulta: 28.09.2006].

*Listado de iniciativas WiFi en Estados Unidos y estadísticas sobre crecimiento de cada tipo de iniciativas WiFi municipales.*
[Muniwireless, 06b] MUNIWIRELESS: ***"State of the market report. 2006"***. Octubre, 2006. [En Línea]. Disponible en <www.muniwireless.com>. [Consulta: 13.12.2006].

*Análisis del mercado norteamericano de redes municipales WiFi.*

[Muniwireless, 06c] MUNIWIRELESS: ***"Mesh networks. 2006 market report"***. Octubre, 2006. [En Línea]. Disponible en <www.muniwireless.com>. [Consulta: 13.12.2006].

*Análisis del estado y mercado de iniciativas basadas en redes malladas en EEUU.*

[Muniwireless, 07] MUNIWIRELESS: "***Geneva, Switzerland partners with FON to provide Wi-Fi "***. 2007. [En Línea]. Disponible en <http://www.muniwireless.com/article/articleview/6578/1/23>. [Consulta: 08.01.2008].

*Describe el acuerdo entre el ayuntamiento de Ginebra y FON, similar al alcanzado con Lleida y otras administraciones locales europeas.*

[Naughton, 06] NAUGHTON J.: ***"In the wireless network age, we need a bit of joined-up thinking".*** Nota de prensa en "The Observer". 12 de Febrero de 2006. [En Línea]. Disponible en <http://observer.guardian.co.uk/business/story/0,,1707638,00.html>. [Consulta: 29.08.2006].

*Nota de prensa sobre el lanzamiento internacional de FON.*

[Negroponte, 02] NEGROPONTE N.: ***"Being Wireless"***. Revista Wired, Octubre 2002. [En Línea]. Disponible en <http://www.portnetworks.com/news/Being%20Wireless%20(Wired).pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Visión de Nicholas Negroponte, director del Media Lab del MIT, sobre las potencialidades de las redes públicas wifi y su modelo de crecimiento bottom-up.*

[Neto et al., 04] NETO I., BEST, M., GILLETT S..: "***License-exempt wireless policy: Results of an Africa survey?"***. Massachussets Institute of Technology. Communications Futures Program... [En Línea]. Disponible en <http://itel.mit.edu/itel/>. [Consulta: 28.01.2005].

*Estudio sobre cómo está regulada la banda ISM en los países africanos y cuales son las implicaciones.*

[NMRC, 05] NEW MILLENIUM RESEARCH COUNCIL: ***"Not In The Public Interest . The Myth of Municipal Wi-Fi Networks"***. [En Línea]. Febrero, 2005. Disponible en <http://www.newmillenniumresearch.org/archive/wifireport2305.pdf>. [Consulta: 01.02.2006].

*Crítica a las iniciativas WiFi municipales, centrada en su supuesta escasa viabilidad económica.*

[Noam, 01] NOAM, E.: ***"The next frontier for Openness: Wireless Communications"***. Telecommunications Policy Research Conference. Alexandria, Virginia. Octubre, 2001. [En línea]. Disponible en <http://arxiv.org/ftp/cs/papers/0109/0109102.pdf>. [Consulta: 21.07.2003].

*Artículo sobre las implicaciones de la aplicación de modelos de red abierta en el despliegue y explotación de redes inalámbricas. Se comparan las cadenas de valor y actores implicados respecto a los modelos tradicionales de mercados verticales gobernados por los operadores de telecomunicación.*

[Observer, 06] OBSERVER, THE: ***"TeliaSonera launches the voice solution of the future"***. Nota de prensa. 28 de Agosto de 2006... [En Línea]. Disponible en <http://wpy.observer.se/wpyfs/00/00/00/00/00/08/29/F9/wkr0001.pdf>.[Consulta: 29.08.2006].

*Nota de prensa sobre el lanzamiento por parte de TeliaSonera del servicio de voz sobre IP en redes WiFi combinadas con 2G y basado en UMA.*

[OCDE, 02] ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT: ***"OECD Information Technology Outlook 2002"***. París, Francia. 2002 [En línea]. Disponible en <http://www.oecd.org/pdf/M00030000/M00030907.pdf>. [Consulta: 26.08.2002].

*Datos cuantitativos y reflexiones sobre la implantación de las TIC en los países de la OCDE, así como de sus implicaciones y consecuencias.*

[OCDE, 03] ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y DESARROLLO: ***"Development of wireless local area networks in OECD countries".*** [En Línea]. Disponible en <http://www.oecd.org/dataoecd/44/42/2506976.pdf>. [Consulta: 28.09.2006].

*Descripción del panorama técnico, regulatorio, y de mercado de las redes locales inalámbricas. Detalla las diferencias regulatorias entre los países más relevantes de la OCDE.*

[Odlyzko, 00] ODLYZKO, A.: ***"The history of communications and its implications for the Internet".*** Junio, 2000 [En línea]. Disponible en <http://www.dtc.umn.edu/~odlyzko/doc/history.communications0.pdf>. [Consulta: 14.12.2002]

*Explica y justifica la tendencia a las tarifas planas en Internet y otros servicios cuando su uso se extiende.*

[Odlyzko, 01] ODLYZKO, A.: ***"Content is not the king"***. En First Monday, Febrero 2001. [En Línea]. Disponible en <http://www.firstmonday.org/issues/issue6_2/odlyzko/>.[Consulta: 21.08.2006].

*Analiza la importancia del volumen de negocio de la voz, y en general la comunicación interpersonal, respecto al mercado de los contenidos.*

[Odlyzko, 03] ODLYZKO, A.: ***"The case against micropayments"***. Financial Cryptography: 7th International Conference, FC 2003, R. N. Wright, ed., Lecture Notes in Computer Science #2742, Springer, 2003, pp. 77-83. [En Línea]. Disponible en <http://www.dtc.umn.edu/~odlyzko/doc/case.against.micropayments.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*El artículo se centra en las razones por las cuales los modelos de facturación basados en micropagos son poco adecuados para los servicios de telecomunicaciones.*

[Ofcom, 06] OFFICE OF COMMUNICATIONS: ***"The International Communications Market 2006"***. Research document. Noviembre, 2006 [En Línea]. Disponible en <http://www.ofcom.org.uk/research/cm/icmr06/>. [Consulta: 06.12.2006]

*Análisis del mercado global de comunicaciones realizado por la Autoridad Nacional de Regulación del Reino Unido (Ofcom)*

[Ofcom, 07a] OFFICE OF COMMUNICATIONS: ***"The International Communications Market 2006"***. Research document. Agosto, 2007 [En Línea]. Disponible en <http://www.ofcom.org.uk/research/cm/cmr07/>. [Consulta: 01.09.2007]

*Actualización del análisis del mercado global de comunicaciones realizado por la Autoridad Nacional de Regulación del Reino Unido (Ofcom) para el año 2006.*

[Ofcom, 07b] OFCOM: ***"Research Report: Voice over Internet Protocol"***. Julio, 2007. [En Línea]. Disponible en < http://www.ofcom.org.uk/research/telecoms/reports/voip/>. [Consulta: 08.01.2008].

*Análisis de la demanda de VoIP en el Reino Unido basado en un conjunto de encuestas realizadas a usuarios finales.*

[Ohrtman, 05] OHRTMAN F.: ***"WiMax handbook building 802.16 wireless networks"***. New York. McGraw-Hill cop. 2005.

*Análisis técnicos de las capacidades y evolución de la tecnología WiMax.*

[Oliver et al., 05a] OLIVER M., INFANTE, J., MACIÁN, C.: ***"Operador Neutro Wi-Fi en Catalunya"***. Internet Global Congress. Barcelona, Junio 2005. [En Línea]. Disponible en <http://www.nets.upf.edu/publications.html>. [Consulta: 06.12.2006]

*Descripción del modelo de operador neutral aplicado por la Universitat Pompeu Fabra en su propia red y en la iniciativa 22@Wifi de Barcelona.*

[Oliver et al., 05b] OLIVER M., MOBASERI, M.: ***"Evaluación de la Calidad de Servicio en enlaces WDS con IEEE802.11b"***. XV Jornadas de Telecom I+D. Noviembre, 2005. Madrid, España. [En Línea]. Disponible en <http://www.nets.upf.edu/publications.html>. [Consulta: 01.03.2007]

*Análisis del impacto sobre el ancho de banda, y parámetros que caracterizan la calidad de servicio del tránsito, a través de puntos de acceso WiFi utilizados en redes malladas como nodos de transporte.*

[Oliver et al., 06] OLIVER M., MIRANDA M., NAVARRO, J. SANTIAGO F.: ***"IWE-X: Plataforma de roaming entre operadores WiFi/WiMax"***. Jornadas de Telecom I+D. Diciembre, 2006. Madrid, España. [En Línea]. Disponible en <http://www.nets.upf.edu/publications.html>. [Consulta: 01.03.2007]

*Descripción de la plataforma de clearinghouse de GoWex, que permite gestionar roaming multilateral entre WISPs.*

[Ostrom, 90] OSTROM, E.: ***"Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action"***. New York: Cambridge University Press, 1990.

*Análisis de las propiedades económicas de los bienes comunales, la dinámica de la acción colectiva y sus implicaciones regulatorias y de estructura del mercado.*

[Ostrom et al., 07] OSTROM, E. HESS, C, BOLLIER D., KRANICH, N., BOYLE J. Y OTROS: ***"Understanding knowledge as a commons"***. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts. 2007.

*Colección de artículos que analizan la economía de bienes relacionados con el conocimiento a partir de sus propiedades como bienes comunales*

[Olla et al, 02] OLLA, P., PATEL, N.: ***"A Value Chain Model for Mobile Data Service Providers"***. Telecommunication Policy, 26: 551-571. [En Línea]. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B6VCC-46XGGN2-7-H&_cdi=5951&_orig=browse&_coverDate=11%2F30%2F2002&_sk=999739990&wchp=dGLbVlz-lSztz&_acct=C000049005&_version=1&_userid=946187&md5=86c685c226a6c3bab03a2812d09a6c37&ie=f.pdf>.[Consulta: 08.08.2003].

*Artículo detallado y completo sobre la cadena de valor actual para proveedores de servicios de datos sobre redes celulares. Se realiza una identificación y análisis detallado de los actores y sus relaciones, centrándose en los proveedores de servicio.*

[OLPC, 06] OLPC: ***"2B1: The children's machine"***. [En línea]. Disponible en <http://www.cincodias.com/articulo/empresas/Microsoft/renueva/concepto/Tablet/PC/ordenador/ultra/portatil/cdsemp/20060309cdscdsemp_3/Tes/>. [Consulta: 21.08.2006].

*Descripción del ordenador personal de bajo coste, en desarrollo por parte del MIT para la infancia en los países pobres, que incluye conexión WiFi.*

[OMC, 06] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL COMERCIO: ***"Informe sobre el comercio mundial 2006. Análisis de los vínculos entre las subvenciones, el comercio y la OMC"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/anrep_s/world_trade_report06_s.pdf>. [Consulta: 27.11.2006].

*Análisis de la Organización Mundial del Comercio sobre relación entre subvenciones y libre competencia en 2006. Incluye apartados específicos de telecomunicaciones.*

[Orava et al, 03] ORAVA F., WALL. M., LIBERAL D., LUNDSTRÖM, O. RAUTIAINEN T. SAMLIN P. SETTERBERG M: ***"SwedenOpen.net Final Report"***. Communications System Design 2003. KTH, Suecia. Mayo, 2003.

*Describe en profundidad la iniciativa SwedenOpen, continuación del proyecto StocklhomOpen. En el documento se incluye descripción del modelo de negocio aplicado y análisis económicos sobre la viabilidad de implantación de red abierta basada en WiFi en Suecia.*

[Paolini et al., 02] PAOLINI M., FARRAR T., POW R.: ***"The WLAN opportunity for service providers"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.analysys.com/pdfs/wlan.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Analiza el interés de las redes públicas WiFi para los operadores de telefonía celular, haciendo hincapié en la complementariedad entre WiFi y 3G*

[Peguera, 04] PEGUERA M.: "***Liability of Internet Intermediaries. Spanish National Report***" ALAI Study Days Oaxaca 2004. [En Línea]. Disponible en <www.uoc.edu/dt/eng/peguera0904.pdf>. [Consulta: 15.11.2004]

*Estudio sobre los aspectos contemplados en la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico (LSSICE) para los proveedores de servicio Internet.*

[Peha et al, 07] PEHA, J.M., GILDEN B.E., SAVAGE, R.J., SHENG S., YANKIVER, B.L.: ***"Finding an Effective Sustainable Model for a Wireless Metropolitan-Area Network: Analyzing the Case of Pittsburgh"***. 35th Telecommunications Policy Research Conference, 2007, Arlington, Virginia [En Línea]. Disponible en < http://web.si.umich.edu/tprc/papers/2007/802/Peha_wireless_metropolitan_net_TPRC2007.pdf >. [Consulta: 30.10.2007].

*Análisis del modelo de negocio para una red pública WiFi en Pittsburgh, bajo diversos supuestos: operación vertical o neutral y con o sin competencia. Los datos de costes e hipotéticos ingresos están muy trabajados y el análisis de las distintas hipótesis muestra un margen de rentabilidad muy ajustado en el caso más favorable.*

[Peretz, 02] PERETZ, M.: ***"Coastal Companies Launch WiFi access business"***. Internet News, 26 de Marzo de 2002. [En Línea]. Disponible en <http://www.internetnews.com/wireless/article.php/998441>. [Consulta: 21.08.2006].

*Nota de prensa sobre el lanzamiento de Joltage en colaboración con Sputnik.*

[Perez, 04] PEREZ E.: ***"802.11i (How we got here and where are we headed)"***. SANS Institute, Agosto, 2004 [En Línea]. Disponible en <http://www.sans.org/reading_room/whitepapers/wireless/1467.php?portal=69ff3d5b77d519efaf74c88647955395>. [Consulta: 06.12.2006].

*Descripción de los aspectos técnicos del estándar 802.11i (extensiones de seguridad para redes WiFi)*

[Pérez, 06] PÉREZ S.: ***"Metro Wifi: La evolución de los modelos de negocio"***. En Revista electrónica *"Telefónica. Sociedad de la Información"*. Octubre, 2006. [En Línea]. Disponible en <http://sociedaddelainformacion.telefonica.es/documentos/articulos/B_A%20FONDO_WiFi(II).pdf>. [Consulta: 12.10.2006].

*Análisis crítico de los modelos de negocio basados en redes públicas WiFi municipales, realizándose hincapié en sus principales debilidades.*

[Piconet, 02] PICONET: "***Pico Peering Agreement 1.0***". 2002. [En línea]. Disponible en <http://www.picopeer.net/PPA-en.html>. [Consulta: 19.10.2004].

*Cláusulas de acuerdo de organización de uso compartido de infraestructuras de red para comunidades wireless.*

[Poongovan et al., 04] POONGOVAN P., RAJAGOPALAN S., TUNGGAL G..: ***"Will security and billing issues pull wi-fi down?***". Univ. of Colorado, USA. Diciembre, 2002. [En Línea]. Disponible en <http://www.mobilein.com/WiFi_Security_Billing.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Estudio sobre los aspectos de seguridad, control de acceso, y facturación de redes públicas WiFi.*

[Portland, 05] PORTLAND COUNCIL: ***"Request for proposals for unwire Portland: A citywide broadband wireless system"***. [En Línea]. Septiembre, 2005.
Disponible en <http://www.pdc.us/unwire/rfp.asp>. [Consulta: 025.09.2005].

*Petición de ofertas de la iniciativa municipal de Portland. Se basa en una red pública de propiedad privada, abierta a proveedores de servicio, cuyo despliegue se realiza sobre mobiliario urbano y sedes de organismos oficiales.*

[Priest, 04] PRIEST J.: ***"The state of wireless London"***. Marzo, 2004. [En Línea]. Disponible en <http://informal.org.uk/people/julian/publications/the_state_of_wireless_london/the-state-of-wireless-london-10.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Analiza la disponibilidad de redes públicas WiFi en Londres en la fecha de la realización del estudio. Incluye datos sobre hotspots, comunidades wireless, y un trabajo de campo de localización de puntos de acceso.*

[Ralli, 06] TIMO R.: ***"National strategies for public WLAN roaming"***. Master of Science in Technology thesis. Helsinki, Febrero 2006. [En Línea]. Disponible en <http://www.netlab.tkk.fi/tutkimus/lead/leaddocs/Ralli_Thesis_final.pdf>. [Consulta: 29.08.2006].

*Análisis de modelos de negocio basados en roaming en Finlandia, y del mercado de redes públicas WLAN en este país.*

[Raman et al., 07] RAMAN, B., CHEBROLU K.: ***"Experiences in Using WiFi for Rural Internet in India"*.** En IEEE Communications Magazine. Enero, 2006. [En Línea]. Disponible en <http://home.iitk.ac.in/~chebrolu/docs/2007-exp-dgp.pdf>. [Consulta: 20.04.2007].

*Descripción de aspectos técnicos de despliegue y operación de redes WiFi en zonas rurales de India.*

[Rao et al., 03] RAO B., PARIKH M.A.: ***"Wireless broadband drivers and their social implications".*** Technology in Society 25 (2003) 477–489. [En Línea]. Disponible en <http://www.ite.poly.edu/people/brao/wbn1.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Analiza los distintos modelos de desarrollo de redes wifi, con énfasis en los modelos basados en comunidades wireless.*

[Reardon, 07] REARDON M.: ***"FON strikes deal with Time Warner Cable".*** Abril, 2007. [En Línea]. Disponible en <http://news.com.com>. [Consulta: 19.07.2007].

*Describe el acuerdo entre FON y Time-Warner para que los usuarios de banda ancha de cable de Time-Warner puedan compartir el uso privado del acceso de banda ancha contratado con esta compañía con uso público basado en asociarse a FON.*

[Ruiz, 05] Ruiz Padilla, J.M.: "***Informe de planificación de radiofrecuencia y seguridad de redes WIFI en España"***. [En Línea] Disponible en <http://www.aui.es/biblio/bolet/bole029/ponencias/informe%20de%20planificacion%20de%20radiofrecuencia.pdf>. [Consulta 25.07.05]

*Estudio no sistemático de extensión, mecanismos de seguridad, y canales utilizados en puntos de acceso en España, basado en un barrido de hotspots en diversas ciudades de España.*

[Ruiz, 06] RUIZ R.: ***"Políticas públicas de sociedad de la información en Cataluña".*** Tesis Doctoral. Universitat Oberta de Catalunya. 2006.

*Conclusiones de tesis de Ricard Ruiz de Querol sobre la dinámica de actuaciones públicas en Cataluña en telecomunicaciones, y en general políticas relativas a la promoción de la sociedad de la información por parte de la Generalitat y las administraciones locales.*

[San Francisco, 07] AYUNTAMIENTO DE SAN FRANCISCO: ***"Wireless broadband Internet access network agreement between the city and county of San Francisco and Earthlink Inc."***. Enero 2007. [En Línea].
Disponible en <www.thecloud.com>. [Consulta: 15.02.2007].

*Descripción del acuerdo entre el ayuntamiento y el condado de San Francisco y Earthlink para desplegar red pública WiFi en la ciudad, y suministrar servicio -gratuito y de pago- de acceso a Internet.*

[Sandvig, 04] SANDVIG, C.: "***An initial assessment of cooperative action in Wi-Fi networking***". Telecommunications Policy Journal, Nº 28 Pp. 579-602. Mayo, 2004. [En Línea] Disponible en <http://www.spcomm.uiuc.edu/csandvig/research/Initial_Assessment_of_Coop.pdf>. [Consulta 16.01.06].

*Caracterización de los intereses y dinámica de las comunidades wireless. Analiza tres ejemplos de iniciativas WiFi indicando sus intereses y motivaciones (entre ellos NocatAuth).*

[Sandvig et al., 04] SANDVIG C., YOUNG D., MENIRATH S.: ***"Hidden interfaces to ownerless networks"***. 32nd Conference on Communication, Information, and Internet Policy Washington, DC, USA – September 2004. [En Línea]. Disponible en <http://www.spcomm.uiuc.edu/csandvig/research/>. [Consulta: 28.09.2006].

*En el artículo se abordan los problemas para configurar redes malladas basándose en equipos de distintos suministradores, debido al secretismo y opacidad de la definición de interfaces en los puntos de acceso por parte de los fabricantes.*

[Sandvig, 05] SANDVIG C.: ***"The Return of the Broadcast War"***. 33rd Research Conference on Communication, Information and Internet. Virginia, 2005. [En Línea]. Disponible en <http://www.spcomm.uiuc.edu/csandvig/research/>. [Consulta: 28.09.2006].

*A través de la presentación de dos casos de problemas de interferencia entre WISPs se presentan los conflictos existentes en el uso compartido del espectro entre iniciativas WiFi localizadas en la misma zona de cobertura.*

[Sandvig, 06] SANDVIG C.: ***"Disorderly Infrastructure and the Role of Government"***. En Government Information Quaterly, 2006. [En Línea]. Disponible en <http://www.spcomm.uiuc.edu/csandvig/research/>. [Consulta: 28.09.2006].

*En el artículo se compara la evolución inicial de las redes telefónicas, que estuvo basada en modelos de interconexión mallados, con los modelos de extensión e interconexión de redes para WiFi, basados en muchos casos también en este modelo.*

[Sandvig, 07] SANDVIG, C..: ***"Bad Neighborhoods of the Electromagnetic Spectrum: A Method for Predicting the Deployment of Unlicensed Devices"".*** [En Línea]. 35th Telecommunications Policy Research Conference, 2007, Arlington, Virginia. Disponible en <http://web.si.umich.edu/tprc/papers/2007/762/Bad_Neighborhoods_of_the_Spectrum.pdf >. [Consulta: 08.01.2008].

A partir de un radiomapa realizado en varias localidades de EEUU, el artículo describe las conclusiones obtenidas sobre la distribución de redes Wifi, relacionando la alta densidad de éstas con el nivel educativo y de ingresos de la población.

[Selna, 07] SELNA, R.: ***"S.F. citywide Wi-Fi plan fizzles as provider backs off"***. Agosto, 2007. Nota de prensa en San Francisco Chronicle. 30 de Agosto de 2007 [En Línea]. Disponible en <http://www.sfgate.com/cgi-bin/article.cgi?f=/c/a/2007/08/30/MNEJRRO70.DTL>. [Consulta: 08.01.2008].

*Suministra datos sobre la retirada de Earthlink de la propuesta de WiFi gratuito en San Francisco.*

[SETSI, 02] SECRETARÍA DE ESTADO DE TELECOMUNICACIONES Y SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN: "***Ley 34/2002, de 11 de julio, de servicios de la sociedad de la información y de comercio electrónico.***". Boletín Oficial de las Cortes Generales. Congreso de los Diputados. Julio, 2002. [En línea]. Disponible en <http://www.setsi.mcyt.es/legisla/internet/ley34_02/tit1.htm#a1>. [Consulta: 22.11.2004].

*Regulación de las obligaciones de los proveedores de servicios electrónicos en España.*

[SETSI, 07] SECRETARÍA DE ESTADO DE TELECOMUNICACIONES Y SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN: ***"Memoria descriptiva del programa nacional de extensión del acceso a la banda ancha en zonas rurales y aisladas"***. Enero, 2007. [En línea]. Disponible en <www.bandaancha.es/NR/rdonlyres/031FF68D-D152-4CD6-8F9D-8567DF6DE51B/0/ArticuloPEBA.pdf >. [Consulta: 25.03.2007].

*Descripción del plan de banda ancha rural del Ministerio de Industria para diversas comunidades autónomas del estado español.*

[Settles, 06] SETTLES C. "***Fighting the good fight for Municipal Wireless.***". Ed. Hudson House Publishing. Nueva York, 2006. ISBN 978-1-58776-836-1.

*Análisis de los aspectos clave de la iniciativa Wireless Philadelphia, incluyendo consideraciones sobre modelo de organización y motivaciones.*

[Shamp, 04] SHAMP S.: ***"Wifi clouds and zones: A Survey of Municipal Wireless Initiatives "***. New Media Institute and the Mobile Media Consortium. University of Georgia. [En Línea]. Disponible en <http://www.nmi.uga.edu/research/WiFiCloudsZones--8-10-04.pdf>. [Consulta: 19.10.2004].

*Estudio estadístico sobre uso y extensión de hotspots WiFi en el ámbito estadounidense.*

[Shapiro et al., 99] SHAPIRO, C., VARIAN, H.R.: ***"El dominio de la información"***. Ed. Antoni Bosch. ISBN 84-85855-97-3. Barcelona, 1999.

*Análisis de las propiedades económicas y particularidades de gestión de las industrias y servicios basados en la información.*

[Shubar et al., 04] SHUBAR, A., LECHNER U.: ***"The public WLAN market and its business Models- An empirical study"***. 17th Bled eCommerce Conference eGlobal. Eslovenia, Junio, 2004 [En Línea]. Disponible en <http://ecom.fov.uni-mb.si/proceedings.nsf/Proceedings/6DC03C5C7F8774FBC1256EE00027547A/$File/05Shubar.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Propuesta de taxonomía y ejemplos para modelos de negocio de redes públicas WLAN. Incluye una descripción bastante exhaustiva de actores y cadenas de valor, así como un análisis de un*

*conjunto amplio de iniciativas indicando qué porcentaje de ellas se encuadran en cada modelo de negocio.*

[Shy, 01] SHY, O.: ***"The economics of network industries"***. Ed. Cambridge University Press. Nueva York, 2001.

*Marco de análisis de las industrias en red. Estudia y formaliza las características de este tipo de industrias, entre ellas las de las telecomunicaciones, en lo que respecta a sus propiedades económicas.*

[Smura, 04] SMURA, T.: ***"Roaming considerations for the finnish public WLAN market"***. En Proceedings of the research seminar on Telecommunications business. Helsinki University of Technology Publications in Telecommunications Software and Multimedia. [En Línea]. Disponible en <http://www.tml.tkk.fi/Studies/T-109.551/2004/Proceedings.pdf>.[Consulta: 21.08.2006].

*Descripción de modelos de roaming entre operadores WiFi. Incluye datos de mercado y características de los diversos WISP en el mercado finlandés.*

[St Clair, 03] ST. CLAIR R.: ***"Creating a wireless nation: Niue's.nu"*** . Internet User's Society white paper. Julio, 2003. [En línea]. Disponible en <http://www.nunames.nu/about/Niuepaper2.pdf>. [Consulta: 21.07.2003].

*Descripción de la experiencia de despliegue de red inalámbrica WiFi en una isla del Pacífico.*

[Stone, 04a] STONE, M.: ***"Wireless broadband. The foundation for digital cities. A cookbook for communities"***. Civitium LLC. Noviembre, 2004. [En línea]. Disponible en <http://www.muniwireless.com/archives/000465.html>. [Consulta: 10.01.2005].

*Es un estudio sistematizado de los pasos a dar para crear redes abiertas inalámbricas, así como de los distintos modelos que se pueden adoptar.*

[Stone, 04b] STONE, M.: ***"Wireless broadband. A silver bullet for poverty"***. Civitium LLC. Diciembre, 2004. [En línea]. Disponible en <http://www.phila.gov/wireless/pdfs/CivitiumPECCSIntro.pdf>. [Consulta: 10.01.2005].

*Descripción de la experiencia de despliegue de una red inalámbrica en un barrio de bajos ingresos en EEUU. Aunque los datos no están sistematizados, se incluye información cualitativa del impacto y cuantitativa respecto a precios y despliegue.*

[Straathof et al., 05] STRAATHOF B., SADOWSKI B.: ***"Hotspot aggregators"*** . Center for Tele Infrastructure (CTIF) workshop on beyond 3G/4G International workshop. Aalborg University. Dinamarca, 2005. [En Línea]. Disponible en <https://www.business.aau.dk/~md/seit/workshop/Straathof.pdf>.[Consulta: 21.08.2006].

*Analiza la oportunidad de agregar hotspots o desplegarlos en función de su coste de implementación, compra, y agregación.*

[Sweet, 01] SWEET, P.: "***The logics of wireless business model & service offering design: identifying techno-logics, market-logics, business-logics & value-logics for wireless consumer services"***. Stockhöm School of Economics. Agosto, 2001.[En línea]. Disponible en <http://web.hhs.se/cic/seamless/sweet.pdf>. [Consulta: 14.04.2001].

*Presentación y análisis de modelos de negocio basados en tecnologías inalámbricas, centrado en la relación entre los aspectos tecnológicos y los aspectos de mercado.*

[Tapia et al., 05] TAPIA A., STONE M., MAITLAND C.: ***"Public-private partnership and the role of state and federal legislation in wireless municipal networks"***. Telecommunications Policy Research 2005 Conference, Arlington, VA... [En Línea]. Disponible en <http://web.si.umich.edu/tprc/papers/2005/431/TPRC_Tapia_Stone_Maitland.pdf>.[Consulta: 21.08.2006].

*Describe el marco legislativo vigente para las iniciativas WiFi municipales en EEUU, estableciendo una taxonomía para este tipo de iniciativas en función de su modelo de negocio.*

[Telefónica, 03] TELEFÓNICA S.A.U.: ***"Las telecomunicaciones de nueva generación"***. Telefónica I+D. [En Línea]. Disponible en <http://www.telefonica.es/sociedaddelainformacionok/pdf/publicaciones/telecomunicacionesng/teleco_n_g.pdf>. [Consulta: 28.01.2005].

*Estudio sobre las nuevas tecnologías de red y los modelos de negocio mediante los que se puede articular su explotación.*

[Telefónica, 06a] TELEFÓNICA S.A.U.: ***"La sociedad de la información en España. 2005"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.telefonica.es/sociedaddelainformacion/>. [Consulta: 21.08.2006].

*Estudio de Telefónica sobre la implantación de la sociedad de la información en España, que diversos aspectos, como las aplicaciones o las infraestructuras y caracterización de los usuarios.*

[Telefónica, 06b] TELEFÓNICA S.A.U.: ***"Descripción técnica del servicio ADSL IP"***. Mayo de 2006 [En Línea]. Disponible en <www.telefonica.es>. [Consulta: 06.11.2006].

*Descripción del servicio mayorista de conectividad IP basado en ADSL y con terminación física en cuatro posibles puntos de acceso indirecto de Telefónica.*

[Telefónica, 06c] TELEFÓNICA S.A.U.: ***"Descripción técnica del servicio Avanza IP Total"***. Mayo de 2006 [En Línea]. Disponible en <www.telefonica.es>. [Consulta: 06.11.2006].

*Descripción del servicio mayorista de acceso a Internet basado en ADSL con terminación en Internet y conexión al operador para control de acceso.*

[Telefónica, 06d] TELEFÓNICA S.A.U.: ***"Servicio mayorista ADSL rural con terminación ATM por demarcación"***. Mayo de 2006 [En Línea]. Disponible en <www.telefonica.es>. [Consulta: 06.11.2006].

*Descripción del servicio mayorista de conectividad IP basado en ADSL con terminación centralizada o en un punto de interconexión correspondiente a una demarcación ADSL de Telefónica.*

[Telefónica, 06e] TELEFÓNICA S.A.U.: ***"Servicio mayorista LMDS Rural con terminación IP centralizada. Descripción técnica del servicio"***. Mayo de 2006 [En Línea]. Disponible en <www.telefonica.es>. [Consulta: 06.11.2006].

*Descripción del servicio mayorista de conectividad IP basado en radioenlaces fijos LMDS con terminación en un único punto ofrecido por Telefónica.*

[Telefónica, 06f] TELEFÓNICA S.A.U.: ***"Servicio mayorista de acceso a Internet vía satélite para entornos rurales y aislados. Descripción del servicio"***. Mayo de 2006 [En Línea]. Disponible en <www.telefonica.es>. [Consulta: 06.11.2006].

*Descripción del servicio mayorista basado en el uso de multiplexores de satélite.*

[Telefónica, 06g] TELEFÓNICA S.A.U.: ***"El uso del correo electrónico móvil se dispara"***. En Revista Electrónica Telefónica - Sociedad de la información tecnología e innovación. 20 de Noviembre de 2006 [En Línea]. Disponible en <http://sociedaddelainformacion.telefonica.es/jsp/articulos/detalle.jsp?elem=3565>. [Consulta: 06.11.2006].

*Nota sobre informe de IDC que presenta el crecimiento elevado del uso del correo electrónico sobre redes móviles a lo largo de 2006.*

[Telefónica, 07b] TELEFÓNICA: ***"La sociedad de la información en España. 2007"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.telefonica.es/sociedaddelainformacion/>. [Consulta: 08.01.2008].

*Estadísticas e información sobre iniciativas y estado de la implantación de la sociedad de la información en España, recopiladas o elaboradas por Telefónica.*

[Thierer, 05] THIERER A.D.: "***Risky Business: Philadelphia's Plan for Providing Wi-Fi Service"***. The Progress & Freedom Foundation. Abril, 2005 [En Línea]. Disponible en <www.pff.org/issues-pubs/pops/pop12.4thiererwifi.pdf>. [Consulta: 22.09.2007].

*Análisis crítico del plan de negocio de la iniciativa Wireless Philadelphia*

[Thorngren, 02] THORNGREN, B.: *"**Public WLAN. The interaction between venues and WISPs"***. Institute of Economic Research. Lund University. Febrero, 2002. [En línea]. Disponible en <http://www.brainheart.com/wisp-opportunity/presentationer/WLAN_Masters_Thesis.pdf>. [Consulta: 26.08.2002].

*Este documento se centra en la relación entre los ISPs inalámbricos y los propietarios de localizaciones, explorándose la problemática de obtención de localizaciones para el despliegue de redes WiFi.*

[Tilson et al., 04] TILSON D., LYYTINEN K.: ***"The 3G Transition: Changes in the U.S Wireless Industry"***. Sprouts working papers on Information environments, systems and organization. Volumen 4 Nº 3. ISSN 1535-6078. [En Línea]. Disponible en <http://sprouts.case.edu/2004/040308.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Analiza los cambios en la cadena de valor del mercado estadounidense al realizarse la transición de la segunda generación de móviles a la tercera, con énfasis en las cuestiones de estandarización y su impacto en los modelos de negocio.*

[Tongia et al, 07] TONGIA, R., WILSON, E.J..: ***"Turning Meltcafe on his head: The multiple costs of network exclusion".*** [En Línea]. 35th Telecommunications Policy Research Conference, 2007, Arlington, Virginia. Disponible en <http://web.si.umich.edu/tprc/papers/2007/772/TPRC-07-Exclusion-Tongia&Wilson.pdf>. [Consulta: 08.01.2008].

*Análisis sobre los costes de exclusión en las redes, partiendo del análisis de utilidad y externalidad de red para la inclusión.*

[Tropos, 05] TROPOS NETWORKS: ***"Pioneering multi-use metro-scale Wi-Fi city of Corpus Christi, Texas"***. Junio, 2005. [En Línea]. Disponible en <http://www.tropos.com/pdf/corpus_casestudy.pdf>. [Consulta: 12.10.2006].

*Descripción comercial de la red de autoprestación municipal y servicio al público en Corpus Christi, EEUU.*

[Tuerck et al., 04] TUERCK, D.G., BARRET J.: ***"Municipal broadband in Concord: An In-Depth Analysis"***. Beacon Hill Institute Policy Study. Marzo, 2004. [En Línea]. Disponible en <http://www.beaconhill.org/BHIStudies/ConcordCable.pdf>. [Consulta: 28.01.2005].

*Estudio sobre un caso de implantación de red municipal de banda ancha bajo un modelo de negocio deficiente. La tesis de los autores es que la explotación de redes municipales de banda ancha no está ajustada a derecho ni es económicamente rentable.*

[TWC, 06] TIME WARNER CABLE: ***"Time Warner Cable Business Class and Cincinnati: A model for municipal WiFi Services"***. 2006. [En Línea]. ]. Disponible en < http://www.twcbc.com/corporate/news/case_studies.html>. [Consulta: 10.08.2007].

*Presenta el modelo de colaboración entre Time-Warner Cable y una iniciativa ciudadana estadounidense para desplegar hotspots gratuitos basados en el cable proporcionado por Time-Warner, que concede el permiso para su utilización y asistencia técnica.*

[Uma Technology, 06] UMA TECHNOLOGY: ***"UMA Overview"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.umatechnology.org/overview/index.htm>.[Consulta: 29.08.2006].

*Descripción de alto nivel de la tecnología UMA, que permite el uso transparente de GSM y VoIP sobre Wifi.*

[UMTS Forum, 00a] UMTS FORUM: ***"The UMTS Third Generation Market- Structuring the service Revenues Opportunities"***. Informe Nº 9. Septiembre, 2000. [En línea]. Disponible en <http://www.umts-forum.org/reports/report9.pdf>. [Consulta: 14.04.2001].

*Presenta y analiza datos cuantitativos de la estructura de mercado para la tercera generación de redes celulares que en parte son aplicables a las redes basadas en Wifi.*

[UPF, 01] UNIVERSITAT POMPEU FABRA: ***"Prospects for i-mode in Spain and Southern Europe"***. Report commissioned by Nortel Networks and prepared by Universitat Pompeu Fabra. Barcelona, 2001. [En línea]. Disponible en <http://www.iua.upf.es/~jblat/material/i-report.pdf>. [Consulta: 15.11.2003].

*Análisis cualitativo del mercado de i-mode en España y el sur de Europa, que aborda aspectos sociales y actitudes de los usuarios. Se utilizará en el marco de la identificación de relaciones entre actores sociales y la tecn*ología.

[Van Audenhove et al, 07] VAN AUDENHOVE L., BALLON, P., STAELENS, T.: ***"Wireless City Networks. A comparative analysis of US-EU initiatives on goals, motivations, services and their relation to network structure"***. [En Línea]. 35th Telecommunications Policy Research Conference, 2007, Arlington, Virginia. Disponible en < http://web.si.umich.edu/tprc/papers/2007/659/Van%20Audenhove_TPRC2007.pdf>. [Consulta: 30.10.2007].

*Análisis comparativo de las características de iniciativas WiFi públicas en EEUU y Europa a partir del estudio de un conjunto de iniciativas representativas en varios entornos geográficos.*

[Varian, 92] VARIAN, H.R.***: "Micreconomic Analysis"***. 3º Edición. W. W. Norton and Company, 1992, ISBN: 0-393-95735-7.

*Manual de teoría de análisis microeconómico.*

[Vaugban-Nichols, 03] VAUGBAN-NICHOLS, S.J.: ***"The challenge of WiFi roaming"***. IEEE Computer, 36:7, 2003. Pp. 17-19. [En Línea]. Disponible en <http://www.labredes.unb.br/material/TopicosTelecom/papers/parte1/paper4.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Introducción a la importancia del roaming para el crecimiento de las redes públicas basadas en WiFi.*

[Vázquez et al., 06] VÁZQUEZ J.M., BERBERANA, I., WARZANSKYJ W., BECERRA A.: ***"Perspectiva de evolución de los sistemas radio"***. En Comunicaciones de Telefónica I+D, Nº 38, pp.21-42. Abril, 20006. [En Línea]. Disponible en <http://www.tid.es/documentos/revista_comunicaciones_i%2Bd/numero38.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Descripción de las principales tendencias evolutivas de las tecnologías wireless, centrada en las técnicas de modulación y su impacto en los nuevos estándares y modelos.*

[Verma et al., 02a] VERMA, BECKMAN, NICKERSON: ***"Identification of issues and business models for wireless Internet service providers and neighbourhood area networks"***. En Wireless Strategy in the Enterprise: An International Research Perspective in 2002, Berkeley, California. [En Línea]. Disponible en <verma.sfsu.edu/users/wireless/itsforum2002_no_distro.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Comparación de los modelos de negocio de los WISP con las comunidades wireless vecinales, basada en una serie de entrevistas para abordar las diferencias técnicas, financieras, legales y sociales.*

[Verma et al., 02b] VERMA S., BECKMAN P.: ***"Framework for comparing wireless Internet service providers with neighbourhood area networks"***. America Conference of Information Systems. Dallas, Agosto 2002. [En Línea]. Disponible en <http://verma.sfsu.edu/users/wireless/amcis2002_no_distro.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Comparación de los WISP con las comunidades wireless en lo relativo a aspectos técnicos, legales, sociales, y de ubicación.*

[Verhoosel et al., 03] VERHOOSEL J., STAP R., SALDEN A.: ***"A Generic Business Model for WLAN Hotspots-A Roaming Business Case in the Netherlands"***. Proceedings of WMASH '03 (Workshop on Wireless Mobile Applications and Services on WLAN Hotspots. San Diego, California. 2003. [En Línea]. Disponible en <http://portal.acm.org>. [Consulta: 16.01.2007].

*Presenta un modelo completo de cadena de valor, actores, e ingresos para el servicio de acceso a Internet a través de hotspots públicos. El modelo propuesto se formaliza en UML y se aplica al caso del servicio de acceso WiFi en los ferrocarriles holandeses.*

[Villaba, 03] VILLALBA M.: ***"La falta de portátiles, principal traba para el triunfo de las redes Wi-fi en lugares públicos o «hotspots»"***. Publicado en periódico ABC. 16 de Julio de 2003. [En línea]. Disponible en <http://www.abc.es/teknologica/noticia.asp?id=195147>. [Consulta: 21.07.2003].

*Noticia en la que se presenta la escasa extensión de los ordenadores portátiles como un factor limitador del desarrollo de redes públicas WiFi. Incluye estimaciones de Forrester sobre número de terminales actuales y previstos en 2003, que ya han sido superadas en el momento de completar la presente tesis.*

[Vnunet, 05] VNUNET: "***Europa, líder en el número de puntos de acceso Wi-Fi"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.vnunet.es/Actualidad/Noticias/Inform%C3%A1tica_profesional/Infomercado/20050113036>. [Consulta: 28.01.2005].

*Referencia a un estudio realizado por IDC sobre el crecimiento de hotspots y portátiles en Europa.*

[Wanichkorn et al., 04] WANICHKORN, K., SIRBU M.: "***The role of fixed wireless access networks in the deployment of broadband services and competition in local telecommunications markets***". [En Línea]. Disponible en <http://itc.mit.edu/itel/docs/2002/wanichkorn_sirbu.pdf>. [Consulta: 19.10.2004].

*Análisis tecno económico de despliegue de redes de acceso fijo inalámbrico (LMDS/MMDS) respecto a ADSL.*

[Weiss et al, 07] WEISS, M.B.H., HUANG K.: ***"To Be or Not to Be: A Comparative Study of City-wide Municipal WiFi in the US"***. [En Línea]. 35th Telecommunications Policy Research Conference, 2007, Arlington, Virginia. Disponible en < http://web.si.umich.edu/tprc/papers/2007/734/Weiss%20Huang%202007.pdf >. [Consulta: 30.10.2007].

Análisis de las 27 iniciativas WiFi municipales estadounidenses operativas en el momento de realizarse el estudio. Datos estadísticos interesantes sobre modalidades de participación municipal y densidades de los despliegues.

[Wentworth, 05] WENTWORTH WIRELESS GROUP: ***"Wireless Operation Plan"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.wit.edu/clp/force.php?Type=Attachment&file=1145494559.pdf.>. [Consulta: 21.08.2006].

*Plan de operación para una zona residencial de Estados Unidos que incluye referencias y descripciones de varias de las iniciativas WiFi más relevantes.*

[WiFi Alliance, 04] WIFI ALLIANCE: ***"Enabling the Future of Wi-Fi® Public Access"***. Febrero, 2004. [En Línea]. Disponible en <http://www.wi-

fi.org/files/uploaded_files/wp_2_Future%20of%20Wi-Fi%20Public%20Access_1-2-04.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Informe de la WiFi Alliance sobre aspectos clave de las redes públicas inalámbricas basadas en WiFi, con especial énfasis en el papel del roaming como factor fundamental en la extensión de estas redes.*

[WirelessCommons, 03] WIRELESS COMMONS: "***The wireless commons manifesto"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.sarai.net/journal/03pdf/366_367_wirelessmanifesto.pdf>. [Consulta: 28.01.2005].

*Manifiesto de Wireless Commons que promociona el uso compartido y abierto del espectro y las redes WiFi.*

[Wireless Philadelphia, 05] WIRELESS PHILADELPHIA EXECUTIVE COMMITEE: ***"Wireless Philadelphia Business Plan"***. Febrero, 2005. [En línea]. Disponible en <http://www.phila.gov/wireless/pdfs/Wireless-Phila-Business-Plan-040305-1245pm.pdf>. [Consulta: 24.05.2005].

*Descripción del plan de negocio de Wireless Philadelphia.*

[Wu, 03] WU, T.: ***"Network neutrality, broadband discrimination"***. Journal on Telecommunications High Technology Law, 2:1, 2003. [En Línea]. Disponible en <http://www.freepress.net/docs/timwu.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Artículo sobre neutralidad en las redes y servicios y sus implicaciones. Incluye datos empíricos sobre las prácticas monopolísticas aplicadas por los operadores de telecomunicación.*

[WWRF, 01] WIRELESS WORLD RESEARCH FORUM: ***"Book of Visions 2001".*** [En línea]. Disponible en <http://www.wireless-world-research.org/ >. [Consulta: 26.08.2002].

*Describe líneas de investigación, tanto en los aspectos técnicos como en aspectos sociales y económicos, para las nuevas tecnologías de móviles. Incluye reflexiones interesantes por parte de los principales fabricantes y operadores de este tipo de tecnologías.*

[W2i, 03] WIRELESS INTERNET INSTITUTE: ***"The wireless Internet Opportunity for Developing Nations. Case Study Abstracts".*** [En línea]. Disponible en <http://www.w2i.org/pages/wificonf0603/Case_Study_Abstracts/text_abstracts.html>. [Consulta: 15.19.2003].

*Resume esfuerzos e iniciativas de aplicación de tecnologías WiFi en países en vías de desarrollo.*

[W2i, 05] WIRELESS INTERNET INSTITUTE: ***"The promise of broadband wireless communities".*** [En línea]. Ed. World Times. ISBN 0-9747607-3-0. Boston, Octubre 2005. Disponible en <http://www.worldtimes.com/w2i_publications.html>. [Consulta: 15.19.2003].

*Conjunto de artículos y de casos de estudio sobre iniciativas WiFi en el mundo.*

[Yang, 04] YANG S.C***.: "Wireless Communications: Myths and reality"***. Communications of the Association for Information Systems (Volume 13, 2004). Págs. 682-696. [En Línea]. Disponible en <http://cais.isworld.org/articles/13-39/default.asp?View=Journal&x=43&y=16>. [Consulta: 21.08.2006].

*Analiza algunas de las afirmaciones y lugares comunes más habituales en comunicaciones inalámbricas. En concreto, en lo relativo a Wifi discrepa sobre el volumen de negocio potencial de este tipo de redes, indicando que el tamaño del mercado es menor que el habitualmente estimado por las empresas que realizan estudios de mercado en este sector.*

# 13 GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

**AAA:** Authentication, Authorization and Accounting
**ADSL:** Asymmetric Digital Subscriber Line
**AEPSI:** Asociación Española de Proveedores de Servicios de Internet
**CDMA:** Code Division Multiple Access
**CENELEC:** Comité Europeo de Normalización Electrotécnica
**CEPT:** Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones
**CMT:** Comisión del Mercado de Telecomunicaciones
**CNAF:** Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencia
**DHCP:** Dynamic Host Configuration Protocol
**DSSS:** Direct Sequence Spread Spectrum
**EDGE:** Enhanced Data for Global Evolution
**ERO:** European Radio Office
**ETSI:** European Telecommunications Standards Institute
**FHSS**: Frequency Hopping Spread Spectrum
**GPRS**: General Packet Radio Service
**GPS:** Ground Position System
**GSM**: Global System for Mobile Communications
**ICT**: Infraestructuras Comunes de Telecomunicación
**IEEE:** Institute of Electrical and Electronics Engineers
**IETF:** Internet Engineering Task Force
**IMS**: IP Multimedia Subsystem
**ISM**: Industrial, Scientific & Medical
**ISP**: Internet Service Provider
**ITU:** International Telecomunications Union
**LAN**: Local Area Network
**LGT:** Ley General de telecomunicaciones
**LMDS:** Local Multipoint Distribution System
**LSSICE:** Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico
**MAC:** Medium Access Control
**MIMO:** Multiple Input Multiple Output
**MIT:** Massachussets Institute of Technology
**MMDS:** Multichannel Multipoint Distribution System
**NGN:** New Generation Networks
**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
**OFDM:** Orthogonal Frequency Division Multiplexing
**OMC:** Organización Mundial del Comercio
**P2P:** Par a Par
**PCMCIA:** Personal Computer Memory Card International Association
**PDA:** Personal Device Assistance
**PIRE:** Potencia Isótropa Radiada Equivalente
**RADIUS:** Remote Authentication Dial In User Service
**RFC:** Request For Comments
**SETSI:** Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información
**SMS:** Short Message Service
**SNMP:** Simple Network Management Protocol
**SSL:** Secure Socket Layer
**TACACS:** Terminal Access Controller Access-Control
**TMA:** Telefonía Móvil analógica
**UHF:** Ultra High Frequency
**UMA:** Unlicensed Mobile Access
**UMTS:** Universal Mobile Telecommunications System
**UWB:** Ultra Wide Band
**VOIP:** Voice Over IP
**WIFI:** Wireless Fidelity
**WIMAX:** Worldwide Interoperability for Microwave Access

**WISP:** Wireless Internet Service Provider
**WLAN:** Wireless Local Area Network
**WLL:** Wireless Local Loop

# Anexo I

## *Situación de iniciativas Wi-Fi en Cataluña*

# Índice de contenidos

**1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS ..... 1**

**2 METODOLOGÍA DE TRABAJO Y FUENTES ..... 1**

**3 HOTSPOTS PRIVADOS EN CATALUÑA ..... 3**

3.1 ANÁLISIS DE FUENTES ..... 3
3.2 ANÁLISIS DE PROVEEDORES ..... 5
3.3 ANÁLISIS DE UBICACIONES ..... 7
3.4 ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA ..... 8
3.5 ANÁLISIS DEL CASO DE FON ..... 11
3.6 ANÁLISIS DE ACUERDOS DE ROAMING ..... 13
3.7 CONCLUSIONES SOBRE HOTSPOTS PRIVADOS ..... 16

**4 INICIATIVAS PÚBLICAS ..... 19**

4.1 INICIATIVAS DE PROMOCIÓN ESTATAL ..... 19
4.2 INICIATIVAS DE PROMOCIÓN AUTONÓMICA ..... 20
4.3 INICIATIVAS DE PROMOCIÓN MUNICIPAL ..... 21
4.4 UNIVERSIDADES ..... 24
4.5 BIBLIOTECAS ..... 25
4.6 CONCLUSIONES SOBRE INICIATIVAS PÚBLICAS ..... 25

**5 INICIATIVAS CIUDADANAS ..... 27**

5.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE INICIATIVAS ..... 27
5.2 COBERTURA DE LAS INICIATIVAS CIUDADANAS ..... 28
5.3 ANÁLISIS DE SEDES WEB ..... 30
5.4 SERVICIOS, GRATUIDAD Y LEGALIZACIÓN ..... 30
5.5 CONCLUSIONES SOBRE INICIATIVAS CIUDADANAS ..... 31

**6 CONCLUSIONES SOBRE EL CONTEXTO CATALÁN ..... 33**

**7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 35**

**8 LISTADO DE INICIATIVAS CIUDADANAS ..... 37**

# Índice de figuras

Figura 3-1: Hotspots obtenidos según la fuente ..... 4
Figura 3-2: Tipos de ubicaciones de hotspots en Cataluña ..... 7
Figura 3-3: Ubicaciones de hotspots para cada proveedor ..... 8
Figura 3-4: Relación entre densidad de hotspots y peso de sector hostelería.. 10
Figura 3-5: Desglose de ubicaciones en Barcelona, Calella y Granollers ..... 11
Figura 3-6: Acuerdos de roaming entre operadores ..... 13
Figura 3-7: Desglose de hotspots agregados por Boingo ..... 15
Figura 4-1: Tecnologías Plan Banda Ancha Rural 2007 ..... 19
Figura 4-2: Demarcaciones para concurso Banda Ampla Rural ..... 20

# Índice de tablas

Tabla 3-1: Resultados obtenidos en directorios de hotspots ..... 3
Tabla 3-2: Operadores de hotspots y servicio (Jiwire) ..... 5
Tabla 3-3: Concentración de hotspots por poblaciones ..... 8
Tabla 3-4: Hotspots en las poblaciones con mayor densidad ..... 9
Tabla 3-5: Correlación de densidad de hotspots con otros indicadores ..... 10
Tabla 3-6: Cobertura de FON en 20 ciudades ..... 12
Tabla 3-7: Correlación de densidad de APs FON con otros indicadores ..... 12
Tabla 3-8: Índices de roaming para operadores locales e internacionales ..... 15
Tabla 4-1: Listado de iniciativas de promoción municipal ..... 23
Tabla 4-2: Redes Wifi en universidades catalana ..... 24
Tabla 4-3: Acceso Wifi en bibliotecas catalanas ..... 25
Tabla 5-1: Distribución provincial de comunidades wireless ..... 27
Tabla 5-2: Distribución de comunidades wireless por número de habitantes ... 28
Tabla 5-3: Distribución de comunidades wireless por nº de APs ..... 28
Tabla 5-4: Actualización de sedes web de iniciativas ciudadanas ..... 30
Tabla 8-1: Listado de iniciativas ciudadanas ..... 39

# 1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente anexo tiene como objetivo analizar cual es la situación en lo que respecta a iniciativas WiFi en Cataluña, tanto de promoción pública como impulsadas por empresas privadas y ciudadanos.

A partir del análisis que se presenta en este anexo se pretende averiguar el grado de implantación de las redes públicas basadas en WiFi en esta región, su caracterización respecto al tipo de ubicaciones cubiertas y las tendencias existentes en cada uno de los tipos de iniciativas analizadas.

El análisis realizado está desglosado de acuerdo a los actores que promocionan el despliegue en los siguientes tipos:

- ***Hotspots privados:*** Se analiza el número y ubicación de zonas dotadas con puntos de acceso WiFi abiertos para uso público y cuyo despliegue está financiado o promovido por empresas privadas, bien de forma individual o bien en colaboración entre los titulares de la ubicación y proveedores de servicios inalámbricos.

- ***Iniciativas públicas:*** Se presentan y analizan los datos recogidos sobre zonas con cobertura WiFi abierta al uso público que son financiadas (al menos en parte) o promovidas por alguna de las administraciones o entidades públicas presentes en Cataluña.

- ***Iniciativas ciudadanas:*** Se muestran y analizan las iniciativas protagonizadas directamente por grupos de ciudadanos que comparten redes y servicios de conexión a Internet y suministran servicio abierto al público.

# 2 METODOLOGÍA DE TRABAJO Y FUENTES

En la obtención de información relativa a hotspots privados se han utilizado las siguientes fuentes:

- Información obtenida de diversos directorios de hotspots, utilizándose como directorios de referencia los seleccionados por el IPTS para obtener información de zonas dotadas con servicio público WiFi en Europa [IPTS, 05]. En la Tabla 3-1 puede observarse que Jiwire es el directorio de hotspots más completo, siendo la información proporcionada por el resto de directorios referenciados en este estudio redundante con la obtenida en jiwire. Sólo una pequeña parte de los hotspots privados que ofrecen servicio gratuito no están incluidos en el directorio Jiwire y han sido obtenidos a partir de otro directorio (Free-Hospot).

- Para complementar la información proporcionada por Jiwire se ha accedido a las sedes web de los proveedores que disponen de hotspots desplegados en Cataluña, obteniéndose un conjunto adicional de hotspots e información sobre acuerdos de roaming con otros operadores que no figuran en Jiwire.

Para identificar y documentar las iniciativas promocionadas por comunidades ciudadanas se han utilizado las siguientes fuentes:

- Como referencia de partida, se ha tomado el estudio realizado por la fundación I2CAT sobre la implantación de este tipo de iniciativas dentro del proyecto *"Catalunya Oberta sense fils*" realizado en 2005 por la fundación I2CAT para la Generalitat de Catalunya [I2CAT, 05].

- La información incluida en este estudio ha sido complementada con una búsqueda en Internet por los nombres clave habitualmente utilizados en este tipo de iniciativas ("sense fils", "wireless", etc.) y un seguimiento de referencias cruzadas en sus respectivas sedes web.

• Por último, se ha acudido a una reunión de comunidades catalanas (SAX 2005), donde se ha recogido información de las presentes en dicho encuentro.

Para completar los datos se ha accedido a las sedes web correspondientes para comprobar su estado de actualización y detalles incluidos y se ha complementado la información obtenida con datos disponibles en la sede web de la CMT (registro de operadores de telecomunicación) e información de población y otros indicadores obtenidas del Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT).

La infomación sobre iniciativas promocionadas por la administración se ha tomado de diversas fuentes:

1. Sedes web y conversaciones con responsables de las diversas administraciones públicas (nacional, autonómica y municipales).

2. Para las iniciativas municipales se han complementado los datos disponibles en [I2CAT, 05] con búsquedas en Internet utilizando palabras clave relacionadas (principalmente aparición de los términos "Ajuntament" y "wireless" o "sense fils" de forma simultánea).

3. En el caso particular de la dotación de redes Wifi en bibliotecas y universidades, se ha realizado una búsqueda sistemática para todas las universidades catalanas, así como para las bibliotecas en las sedes web de las diputaciones provinciales de Cataluña.

4. Al igual que en el caso de las comunidades wireless, se han complementado los datos obtenidos con consultas sobre el registro de operadores disponible en la sede web de la CMT, así como con datos estadísticos de renta y población disponibles en IDESCAT.

# 3 HOTSPOTS PRIVADOS EN CATALUÑA

## 3.1 ANÁLISIS DE FUENTES

Tal como se muestra en la Tabla 3-1 la fuente de información más completa y fiable para los hotspots privados es el directorio Jiwire, si bien los hotspots de acceso gratuito no están reflejados en dicho directorio. El resto de directorios citados en el estudio [IPTS, 05] están especializados en la búsqueda en otros países de la Comunidad Europea y no son relevantes para identificar hotspots en Cataluña. Los datos presentados en la Tabla 3-1 han sido obtenidos en Marzo de 2007.

| | ***Sede web*** | ***Resultados obtenidos*** | ***Comentarios*** |
|---|---|---|---|
| **jiwire** | *www.jiwire.com* | *322 hotspots* | *Es el directorio más completo* |
| **Wifinder** | *www.wifinder.com* | *71 hotspots* | *La mayor parte de ellos se encuentra incluidos en los resultados obtenidos en jiwire* |
| **Wifi411** | *www.wifi411.com* | *98 hotspots* | *La búsqueda sólo se puede realizar por ciudades y la mayor parte de resultados coincide con los obtenidos en jiwire* |
| **Hotspots Locations** | *www.hotspot-locations.com* | *83* | *La búsqueda solo se puede realizar por ciudades y solo presenta los datos de Swisscom y Kubiwireless (incluidos en jiwire)* |
| **Free Hotspots** | *www.free-hotspot.com* | *34* | *Directorio de hotspots con acceso gratuito en hoteles y comercios. Sólo parte de ellos están reflejados en Jiwire.* |

**Tabla 3-1: Resultados obtenidos en directorios de hotspots**

***Fuente: Elaboración propia***

A partir de esta información se han descartado el resto de directorios, a excepción de Free Hotspots, y se han agregado los datos suministrados por Jiwire con los datos de Free Hostspots al ser los más representativos y comprender la inmensa mayoría de hotspots mostrados en el resto de directorios. Al normalizar los datos de Jiwire se ha detectado que alrededor de un 20% de ellos se correspondían con hotspots listados más de una vez en este directorio por errores de los proveedores al dar de alta, o desgloses de una ubicación en varias zonas (por ejemplo, distintas salas de un aeropuerto). Una vez normalizados los datos, en Jiwire se listan un total de 262 ubicaciones distintas sobre las que proporcionan servicio los siguientes operadores de hotspots WiFi: Telefónica, Kubiwireless, Boingo, iPass, Swiscomm, NTT Docomo, Delfynet, iBahn, y proveedores especializados en el sector hotelero o directamente el titular de la ubicación (Mirai, Hotel e-Business y Hesperia).

Al objeto de completar los datos y contrastar la veracidad del listado proporcionado por Jiwire, se ha realizado la búsqueda de hotspots ubicados en Cataluña en las sedes web de cada uno de los proveedores indicados, habiéndose obtenido los resultados que se muestran el la Figura 3-1 (ni NTT DoCoMo ni iBahn mostraban esta información).

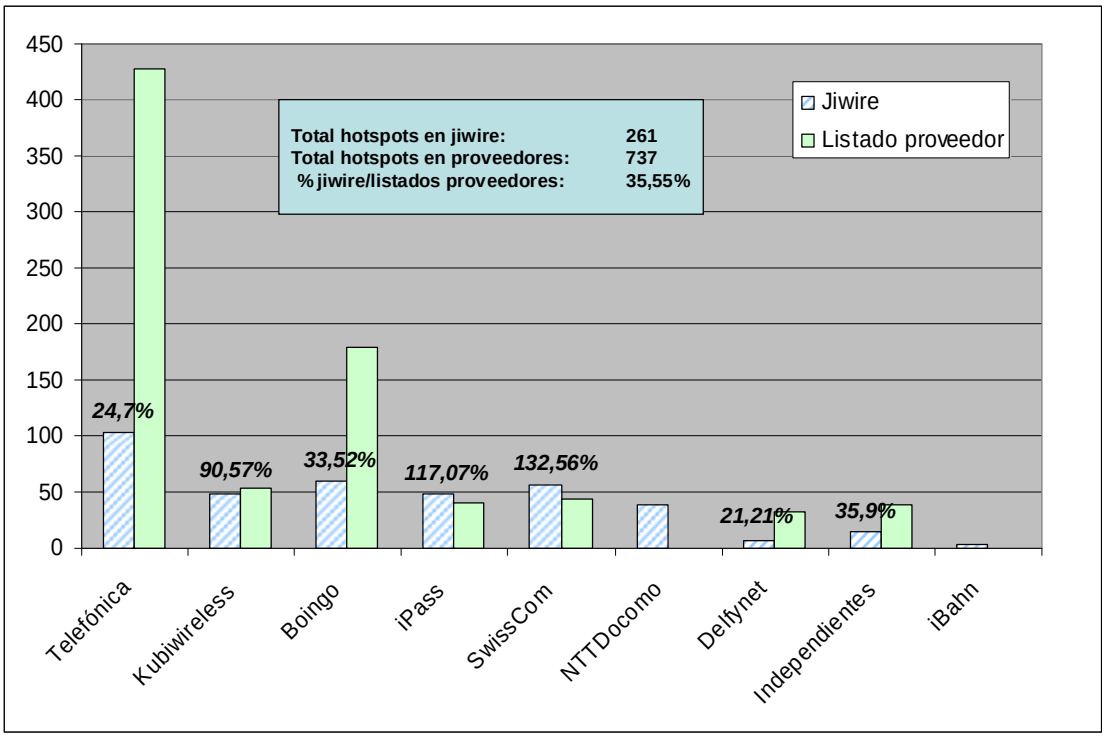



**Figura 3-1: Hotspots obtenidos según la fuente**

***Fuente: Elaboración propia***

Tal como puede observarse, existen discrepancias importantes entre los resultados obtenidos en Jiwire y los listados de hotspots proporcionados por los proveedores, ya que Jiwire sólo informa de algo más de una tercera parte (35%) de los hotspots de que indican los operadores disponer. Las principales conclusiones son las siguientes:

• Telefónica sólo tiene reportados en Jiwire una cuarta parte de los hotspots de los que dispone. No existe una regla clara sobre las características comunes a los hotspots listados en Jiwire. Esta discrepancia probablemente es indicativa de que Telefónica realiza actualizaciones con una periodicidad baja en Jiwire y está instalando una gran cantidad de hotspots actualmente.

• Boingo también presenta unas discrepancias importantes en el número de hotspots listados, que en este caso vienen dadas por hotspots ubicados en la red de gasolineras de CAMPSA, Repsol, Petrocat, y Petronor, que han sido instalados por AWA (www.awacenter.com) en Junio de 2006, y son explotados tanto por AWA como bajo modelo de roaming por Boingo y Sprint, si bien en ninguno de los casos figuran aún en el listado de jiwire. Es probable que el acuerdo con Boingo sea reciente y esta compañía aún no haya actualizado la información en jiwire.

• iPass y Swisscom mantienen actualizados sus datos en jiwire y tal como puede observarse, incluso figuran más ubicaciones en jiwire que en las propias páginas de los proveedores, si bien la discrepancia es pequeña en comparación con las anteriores.

• Aunque Kubiwireless mantiene bastante actualizada la lista de hotspots en jiwire (un 90% de coincidencias), Delfynet y otros proveedores locales y centrados en la instalación de hotspots en hoteles sólo reflejan una pequeña fracción de sus hotspots en jiwire.

Así pues, se observa que el número de hotspots desplegados en Catalunya según Jiwire está infradimensionado, siendo Telefónica y Boingo las principales fuentes de discrepancia.

## 3.2 ANÁLISIS DE PROVEEDORES

A partir de la información obtenida agregando al listado proporcionado por jiwire la información suministrada por cada uno de los proveedores, se dispone de un total de 737 hotspots distribuidos por Cataluña que son explotados en unos casos en exclusiva por el proveedor que los despliega, y en otros casos de forma simultánea por varios proveedores mediante acuerdos de roaming. En la tabla siguiente se incluyen los resultados obtenidos, mostrándose en la columna "hotspots desplegados" aquellos que han sido instalados por los diversos operadores, y en la columna "Servicio" todos aquellos hotspots en que cada operador presta servicio de acuerdo a Jiwire, independientemente de si es el titular del hotspot o el servicio se suministra mediante un acuerdo de roaming.

| | ***Hotspots desplegados*** | | ***Servicio (jiwire)*** | |
|---|---|---|---|---|
| | ***Total*** | ***% / Total hotspots*** | ***Total*** | ***% / Total hotspots*** |
| ***Telefónica*** | 428 | 58,07% | 428 | 58,07% |
| ***AWA*** | 116 | 15,74% | 0 | 0,00% |
| ***SwissCom*** | 59 | 8,01% | 60 | 8,14% |
| ***Kubiwireless*** | 53 | 7,19% | 53 | 7,19% |
| ***Independientes*** | 39 | 5,29% | 39 | 5,29% |
| ***Delfynet*** | 33 | 4,48% | 33 | 4,48% |
| ***Boingo*** | 5 | 0,68% | 182 | 24,69% |
| ***iBahn*** | 4 | 0,54% | 4 | 0,54% |
| ***iPass*** | 0 | 0,00% | 49 | 6,65% |
| ***NTT Docomo*** | 0 | 0,00% | 38 | 5,16% |
| ***TOTAL*** | **737** | 100,00% | **886** | 120,22% |

**Tabla 3-2: Operadores de hotspots y servicio (Jiwire)**

***Fuente: Elaboración propia***

Tal como puede observarse en la Tabla 3-2, alrededor del 20% de los hotspots están explotados por más de un proveedor de acuerdo con de la información suministrada por Jiwire. En realidad la aplicación de mecanismos de roaming es bastante más frecuente de lo que figura en este listado, ya que gran parte de los operadores que disponen de acuerdos de roaming con operadores de hotspots no publican esta información a través de jiwire, sino en su propia página web indicando los operadores con los que disponen de acuerdo de roaming. Este aspecto es analizado en detalle en el apartado 3.6.

En lo que respecta a operadores de hotspots, se obtiene la siguiente distribución:

• **Telefónica**: El operador de redes fijas y celulares de mayor tamaño en España, y uno de los más grandes del mundo, es con diferencia el operador que gestiona un número más elevado de hotspots en Cataluña (cerca de un 60%), no figurando en Jiwire que otros operadores presten servicio sobre sus hotspots, si bien como se verá en el apartado 3.6 esta compañía sí realiza acuerdos de roaming con otros operadores, que están disponibles en [Telefónica, 06].

• **AWA**: Empresa catalana centrada en la aplicación de tecnología WiFi para redes públicas y privadas, cubre el 15,76% del mercado, estando ubicados todos sus hotspots en estaciones de servicio de carreteras y autopistas. Este operador no tiene dados de alta sus hotspots en jiwire, figurando todos ellos también como puntos operados por Boingo, compañía con la cual tiene acuerdos de roaming.

• **SwissCom Eurospot:** Es una empresa filial del operador suizo SwissCom que despliega hotspots en toda Europa. En concreto en Cataluña, controla el 8% de los hotspots.

• **Kubiwireless:** Es otra empresa catalana que está centrada en el despliegue de hotspots en toda España y gestiona el 7,19% de hotspots en Cataluña. Dispone de acuerdos de roaming con otros operadores, de los cuales NTT Docomo e iPass figuran en Jiwire.

• **Delfynet:** Es también empresa catalana cuyo negocio se centra en el despliegue de hotspots y dispone de una cuota de mercado cercana al 5%. Al contrario que Kubiwireless, no realiza acuerdos de roaming con otros operadores.

• **iBahn:** Es un operador internacional especializado en despliegue y gestión de hotspots en hoteles que cubre un número muy bajo de hoteles en Cataluña.

• **Boingo**: Actúa habitualmente de agregador de hotspots, figura únicamente con cinco puntos como operador principal, que probablemente se corresponden con titulares de ubicación que no publican el servicio que suministran en los directorios de hotspots y realizan acuerdos con Boingo.

• **NTT** e **iPass:** NTT es el principal operador de telecomunicación japonés e iPass es un agregador de ámbito internacional. Ambos prestan el servicio sobre puntos de otros proveedores mediante acuerdos de roaming, en su gran mayoría aportados por Kubiwireless.

• El resto de hotspots (39) están desplegados directamente por los titulares de la ubicación (como es el caso de la cadena de hoteles Hesperia) o por pequeñas empresas que suministran servicios diversos al sector hotelero y a restaurantes y cafeterías, como Hotel e-Business y Mirai. La mayor parte de ellos figura en el directorio hotspots-free (69%) y también en su mayoría ofrecen servicio gratuito a sus clientes (84%).

Tal como puede observarse, el mercado de hotspots en Cataluña está dominado por el operador tradicional (Telefónica) y el resto de hotspots se reparte principalmente entre cuatro operadores especializados (Kubiwireless, AWA, Swisscom Eurospot y Delfynet), de los cuales solo uno de ellos (Swisscom Eurospot) despliega puntos de acceso fuera de España. La gran mayoría ofrecen servicios de pago (95%), frente a un 5% que ofrece servicio gratuito a los clientes de la ubicación proporcionado por otros operadores centrados en servicios para hotelería y restauración.

## 3.3 ANÁLISIS DE UBICACIONES

A partir de la información suministrada por Jiwire y los propios proveedores se ha realizado una clasificación de las ubicaciones en donde se localizan los hotspots que se muestra en la Figura 3-2.

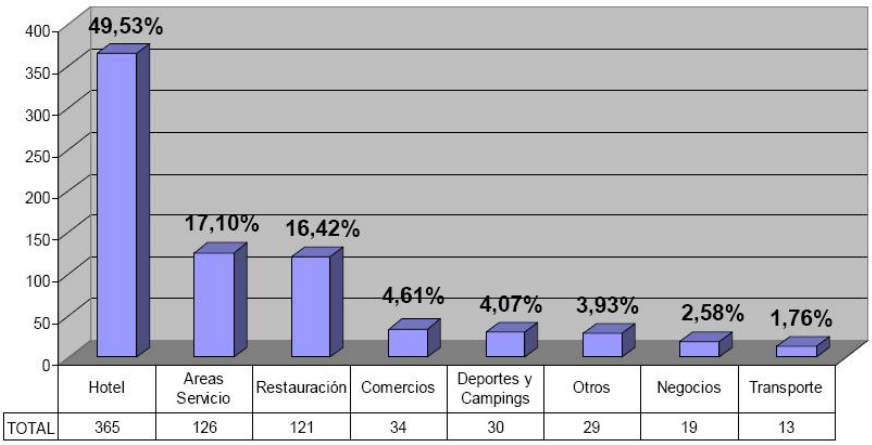



**Figura 3-2: Tipos de ubicaciones de hotspots en Cataluña**

***Fuente: Elaboración propia***

Como se puede observar en esta figura, prácticamente la mitad de los hotspots se corresponden con hoteles, siendo la restauración (cafés y restaurantes de comida rápida principalmente), y las áreas de servicio de autopistas y carreteras, las otras ubicaciones más habituales de hotspots privados. Aunque los hotspots ubicados en zonas de acceso público relacionadas con transportes (aeropuertos, puertos y estaciones de tren) son un porcentaje bajo de los hotspots, acaparan una parte importante del tráfico debido a su privilegiada localización.

Respecto a otras zonas, es interesante destacar que los recintos feriales presentes en las distintas ciudades (Barcelona, Girona, Lleida, Reus) disponen de cobertura. La mitad de los comercios (17) se corresponden con tiendas de Telefónica en las cuales este operador despliega hotspots. Una parte importante del resto (9) está ubicada en centros comerciales de la cadena El Corte Inglés que están cubiertos también por Telefónica.

Si se comparan los resultados obtenidos para Cataluña con los resultados disponibles en Jiwire para las ubicaciones en todo el planeta (véase figura 6-8 del cuerpo de la tesis), se detecta que en Cataluña es especialmente elevada la proporción de hotspots en hoteles (casi un 50% frente al 28% en el contexto mundial) y en áreas de servicio (un 17,10% frente a un 1% en el contexto mundial). El dato relativo a las áreas de servicio es quizá más anecdótico, puesto que en el caso catalán se corresponde mayoritariamente con un único operador (AWA) que además no figura en Jiwire. La intensidad de despliegue en hoteles por parte de los distintos operadores sí es relevante, pues se repite en la mayor parte de operadores, y tal como se muestra más adelante, las poblaciones con mayor densidad de hotspots en Cataluña se corresponden claramente con zonas turísticas donde los hoteles dan cuenta de la mayoría de hotspots.

En la Figura 3-3 se muestra el análisis relativo a las ubicaciones preferidas por cada operador para realizar el despliegue de hotspots.

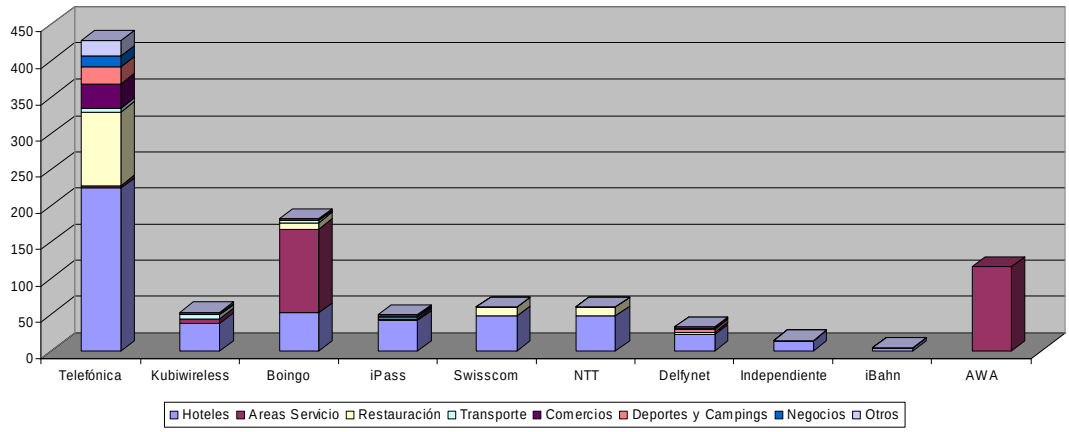



**Figura 3-3: Ubicaciones de hotspots para cada proveedor**

***Fuente: Elaboración propia***

Tal como se puede observar, Telefónica es el operador que presenta mayor diversidad en las ubicaciones de hotspots, siendo menor sobre el total de ubicaciones el porcentaje de hoteles, y mucho más elevado que en el resto el de otro tipo de ubicaciones, especialmente en lo relativo a cafés y restaurantes.

En el caso de Boingo, existe un elevado porcentaje de áreas de servicio que se corresponden con los hotspots operados por AWA (todos ellos áreas de servicio), y sobre los cuales Boingo suministra servicio. Es interesante destacar que los operadores no locales, como iPass, Swisscom, iBahn, y NTT, centran su servicio de forma casi exclusiva en hoteles y cadenas de restauración o cafeterías, siendo los operadores radicados en el territorio, como Telefónica, los que despliegan hotspots en otras localizaciones como comercios, centros deportivos, campings, o edificios de negocios, acercándose más al segmento de usuarios catalanes.

## 3.4 ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Los hotspots ubicados en Cataluña se reparten en un total de 130 poblaciones, y en 20 de ellas donde se concentra el 70% de los hotspots tal como se muestra en la Tabla 3-3. Barcelona, como era de esperar, es la ciudad que dispone de un número mayor de hotspots (cerca de un 42%). Las 20 poblaciones que agrupan el 70% de los hotspots disponen de cinco o más de éstos.

| | ***Nº Poblaciones*** | ***Nº Hotspots*** | ***Porcentaje*** |
|---|---|---|---|
| ***Más de 15 hotspots*** | 1 | 260 | 41,87% |
| ***Entre 15 y 11 hotspots*** | 5 | 74 | 11,92% |
| ***Entre 10 y 5 hotspots*** | 14 | 100 | 16,10% |
| ***Entre 3 y 4 hotspots*** | 21 | 72 | 11,59% |
| ***Entre 1 y 2 hotspots*** | 89 | 115 | 18,52% |
| ***TOTAL*** | 130 | 621 | 100,00% |

**Tabla 3-3: Concentración de hotspots por poblaciones**

***Fuente: Elaboración propia***

En la Tabla 3-4 se muestran los datos recogidos para estas 20 ciudades, ordenados de acuerdo a la densidad de hotspots por número de habitantes, así como los datos para Cataluña de forma agregada (al final de la tabla). Se puede observar que la mayor parte de las poblaciones que disponen de una elevada densidad de hotspots se corresponden con zonas turísticas, si bien en algunas poblaciones como Granollers o Sant Cugat del Vallès se corresponden con

zonas de elevada actividad económica. Barcelona, a pesar de disponer de cerca del 42 % de hotspots, ocupa el noveno puesto en densidad por número de habitantes, siendo ésta elevada respecto al global de Cataluña pero bastante inferior a las de los primeros puestos en densidad de hotspots.

| *Población* | *Hotspots/ 100.000 habs* | *Nº Hotspots* | *% s/Total* | *Comarca* | *Población (2006)* | *% Hostelería (2002)* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tossa de Mar** | 147,77 | 8 | 1,29% | Selva | 5.414 | 50,00% |
| **Platja d'Aro** | 102,38 | 10 | 1,61% | Baix Empordà | 9.768 | 36,00% |
| **Calella** | 73,56 | 13 | 2,09% | Maresme | 17.673 | 36,10% |
| **Roses** | 69,88 | 12 | 1,93% | Alt Empordà | 17.173 | 35,40% |
| **Sitges** | 58,50 | 15 | 2,42% | Garraf | 25.642 | 31,60% |
| **Salou** | 31,59 | 7 | 1,13% | Tarragonès | 22.162 | 38,30% |
| **Cambrils** | 25,14 | 7 | 1,13% | Baix Camp | 27.848 | 29,00% |
| **Granollers** | 16,97 | 10 | 1,61% | Vallès Oriental | 58.940 | 13,30% |
| **Barcelona** | 16,19 | 260 | 41,87% | Barcelonès | 1.605.602 | 13,60% |
| **Castelldefels** | 15,34 | 9 | 1,45% | Baix Llobregat | 58.663 | 22,30% |
| **Lloret de Mar** | 15,28 | 5 | 0,81% | Selva | 32.728 | 40,50% |
| **Figueres** | 12,61 | 5 | 0,81% | Alt Empordà | 39.641 | 17,00% |
| **Sant Cugat del Vallès** | 10,84 | 8 | 1,29% | Vallès Occidental | 73.774 | 11,10% |
| **Girona** | 10,01 | 9 | 1,45% | Gironès | 89.890 | 13,40% |
| **Lleida** | 9,55 | 12 | 1,93% | Segrià | 125.677 | 16,30% |
| **Tarragona** | 9,15 | 12 | 1,93% | Tarragonès | 131.158 | 21,20% |
| **Reus** | 6,88 | 7 | 1,13% | Baix Camp | 101.767 | 16,60% |
| **Sabadell** | 3,99 | 8 | 1,29% | Vallès Occidental | 200.545 | 14,20% |
| **L'Hospitalet de Llobregat** | 3,22 | 8 | 1,29% | Barcelonès | 248.150 | 17,80% |
| **Terrassa** | 2,50 | 5 | 0,81% | Vallès Occidental | 199.817 | 14,30% |
| **CATALUÑA** | **8,88** | **621** | **100,00%** | **N/A** | **6.995.006** | **17,30%** |

**Tabla 3-4: Hotspots en las poblaciones con mayor densidad**

***Fuente: IDESCAT y Elaboración propia***

Para confirmar la elevada correlación entre la intensidad del sector turístico y la densidad de hotspots e identificar otros posibles factores, se ha accedido para estas 20 poblaciones a los datos disponibles en Idescat sobre estructura económica y social de las poblaciones catalanas, habiéndose realizado un análisis de del coeficiente de correlación lineal[1] entre densidad de hotspots y varios de los factores candidatos a estar relacionados con ésta. Claramente, tal como se muestra en la Tabla 3-5, el factor que presenta una correlación significativa más elevada es la intensidad del sector de hostelería sobre el total del sector servicios.

[1] *Obtenido a partir de la covarianza y las desviaciones estándar mediante la expresión* $r_{x,y} = \frac{Cov(X,Y)}{s_x s_y}$

| Coeficientes de correlación con densidad de hotspots | |
|---|---|
| % Servicios sobre valor añadido bruto | 0,34 |
| % Sector Hostelería sobre servicios | 0,80 |
| % Titulados superiores | -0,17 |
| Renta bruta disponible | -0,01 |
| % Penetración Banda ancha | -0,22 |

**Tabla 3-5: Correlación de densidad de hotspots con otros indicadores**

***Fuente: Elaboración propia***

En la Figura 3-4 se muestra de forma gráfica la relación entre el porcentaje de la hostelería respecto al sector servicios en cada una de estas poblaciones, observándose de forma clara esta correlación.

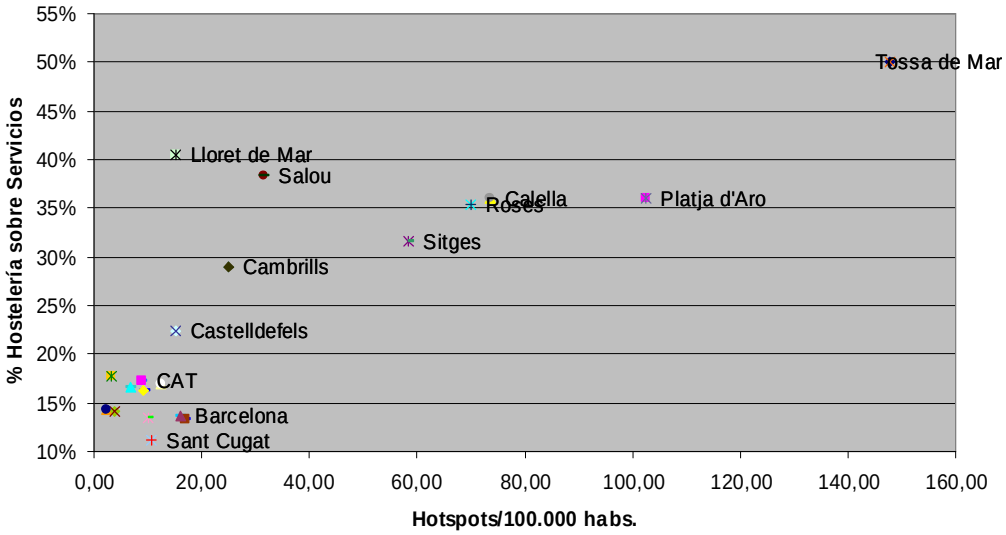



**Figura 3-4: Relación entre densidad de hotspots y peso de sector hostelería**

***Fuente: Elaboración propia***

Para identificar las diferencias entre la diversidad de tipos de ubicación y el carácter turístico de la población, se ha analizado el caso Calella (con 13 hotspots y más del doble de peso del sector turístico que la media catalana) y Granollers (10 hotspots y un peso del turismo cuatro puntos inferior a la media catalana). En la Figura 3-5 se muestra la distribución de ubicaciones, junto con el caso de Barcelona.

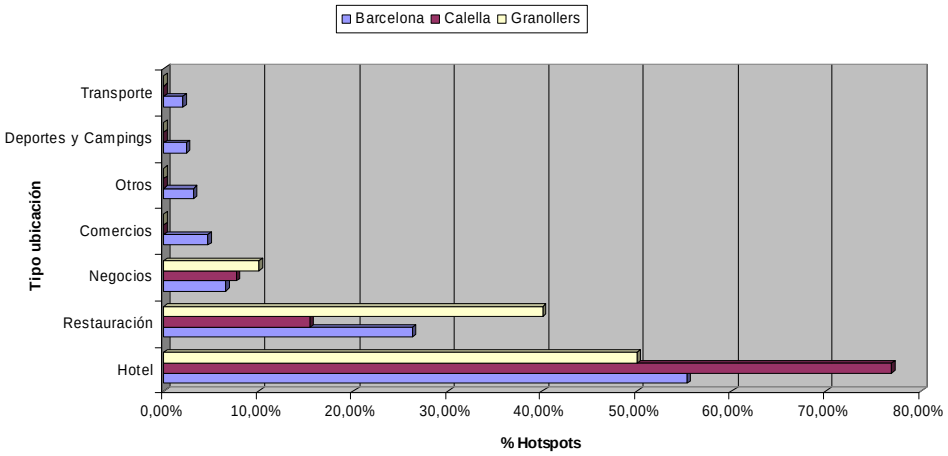



**Figura 3-5: Desglose de ubicaciones en Barcelona, Calella y Granollers**

***Fuente: Elaboración propia***

Tal como se esperaba, en Calella es especialmente elevado el peso de los hotspots ubicados en hoteles (un 77%), mientras que en Granollers, los hoteles aportan cerca de un 50% de las ubicaciones, repartiéndose el resto entre restauración y negocios con una proporción mayor de estas últimas ubicaciones que en Calella. En Barcelona se detecta una mayor variedad de ubicaciones, ya que dispone de hotspots en comercios, establecimientos y zonas deportivas, estaciones de tren, y otros tipos de ubicaciones, que no están presentes en Calella ni en Granollers.

Así pues, se observa que en Cataluña la oferta hotspots está muy ligada a la oferta turística y en concreto a la hotelera, no siendo Barcelona ni las ciudades más residenciales las que disponen de mayor densidad de hotspots sino los municipios turísticos con una elevada oferta hotelera.

## 3.5 ANÁLISIS DEL CASO DE FON

El caso de FON merece un tratamiento aparte, ya que aunque puede considerarse en parte una iniciativa ciudadana, al ser los actores que aportan los hotspots en esta iniciativa empresarial habitualmente los usuarios residenciales, que acuerdan con FON el uso de sus puntos de acceso por parte del resto de usuarios adheridos. No obstante, al contrario que las iniciativas ciudadanas, esta compañía ofrece servicio de pago al público sobre la cobertura agregada aportada por los usuarios participantes, y realiza un control de acceso centralizado, compartiendo los ingresos obtenidos al prestar el servicio con los usuarios adheridos, por lo cual, en este sentido, su modelo de negocio es similar al de los hotspots privados.

Tal como se ha indicado, los hotspots de FON están formados por puntos de acceso aportados en su práctica totalidad por usuarios residenciales (generalmente un único punto de acceso) por lo que la ubicación de éstos se corresponde con domicilios particulares, que ofrecen cobertura de servicio en sus cercanías (generalmente entre 30 y 200 metros de distancia, dependiendo de los obstáculos).

FON no ofrece información agregada de número de hotspots por zona geográfica, ni listados de puntos de acceso en provincias ni para la mayoría de las poblaciones, sino que es necesario navegar por una interfaz de usuario basada en Google Maps para acceder a la información sobre ubicaciones de estos puntos de acceso. Al objeto de poder comparar y caracterizar mínimamente el despliegue de FON, se ha accedido a la sede web de esta compañía (www.fon.com) y se han contabilizado visualmente los puntos de acceso disponibles en las 20 poblaciones con mayor número de hotspots privados, datos que se muestran en la Tabla 3-6.

| Población | Hotspots FON/ 100.000 habs | Nº Hotspots FON | % Titulados superiores (2001) | Renta bruta disponible (CAT=100) (Comarca, 2002) | Penetración banda ancha (%)(2005) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tossa de Mar** | 18,47 | 1 | 9,50% | 101,20% | 23,10% |
| **Platja d'Aro** | 10,24 | 1 | 13,40% | 104,70% | 25,60% |
| **Calella** | 16,98 | 3 | 10,40% | 98,80% | 22,30% |
| **Roses** | 40,76 | 7 | 6,20% | 104,50% | 15,50% |
| **Sitges** | 54,60 | 14 | 23,50% | 94,30% | 21,50% |
| **Salou** | 9,02 | 2 | 12,60% | 106,80% | 26,50% |
| **Cambrils** | 17,95 | 5 | 12,50% | 104,40% | 21,70% |
| **Granollers** | 40,72 | 24 | 11,50% | 94,60% | 24,20% |
| **Barcelona** | 13,08 | 210 | 20,20% | 102,80% | 26,20% |
| **Castelldefels** | 64,78 | 38 | 16,90% | 88,10% | 30,40% |
| **Lloret de Mar** | 24,44 | 8 | 9,50% | 101,20% | 23,10% |
| **Figueres** | 20,18 | 8 | 9,80% | 104,50% | 15,50% |
| **Sant Cugat del Vallès** | 42,02 | 31 | 33,60% | 94,20% | 30,40% |
| **Girona** | 90,11 | 81 | 18,60% | 115,60% | 19,40% |
| **Lleida** | 62,86 | 79 | 16,00% | 114,90% | 19,00% |
| **Tarragona** | 44,98 | 59 | 14,40% | 106,80% | 26,50% |
| **Reus** | 48,15 | 49 | 10,30% | 104,40% | 21,70% |
| **Sabadell** | 39,89 | 80 | 10,60% | 94,20% | 30,40% |
| **L'Hospitalet de Llobregat** | 12,49 | 31 | 8,00% | 102,80% | 26,20% |
| **Terrassa** | 44,04 | 88 | 10,30% | 94,20% | 30,40% |

**Tabla 3-6: Cobertura de FON en 20 ciudades**

***Fuente: [IDESCAT, 06], www.idescat.cat, y elaboración propia***

Si se computan los coeficientes de correlación entre la densidad de puntos de acceso de FON y los diversos índices seleccionados como posibles candidatos para identificar correlaciones en los hotspots desplegados por empresas privadas, se obtienen los datos mostrados en la Tabla 3-7.

| *Coeficientes de correlación con densidad de APs asociados a FON* | |
|---|---|
| *% Servicios sobre valor añadido bruto* | *-0,27* |
| *% Sector Hostelería sobre servicios* | *-0,45* |
| *% Titulados superiores* | *0,34* |
| *Renta bruta disponible* | *0,07* |
| *% Penetración Banda ancha* | *-0,08* |

**Tabla 3-7: Correlación de densidad de APs FON con otros indicadores**

*Fuente: Elaboración propia*

Tal como puede observase, en este caso las correlaciones que pueden considerarse significativas son más débiles que en el caso de los hotspots desplegados por empresas, siendo sólo relevante la correlación negativa con el sector de hostelería, con un nivel de significancia estadística cercano al 5%, y la correlación positiva con el porcentaje de titulados superiores, aunque con menor significancia.

Esto nos indica que en este caso, al contrario que en los hotspots del resto de compañías, la densidad de puntos de acceso es mayor en poblaciones más residenciales, como es el caso de Sabadell, Terrasa o Lleida. En también probable que los ciudadanos con estudios superiores en informática y telecomunicaciones y disciplinas afines sean más proclives a participar en FON (al igual que sucede con las iniciativas ciudadanas), al ser necesario realizar la instalación de un router comercializado por FON para proporcionar el servicio, lo que podría explicar la correlación moderada con el porcentaje de titulados superiores y -solo parcialmente- la nula

correlación con la penetración de la banda ancha, pues estos profesionales suelen ser los primeros en contratar este tipo de servicios.

FON no realiza actualmente acuerdos de roaming con otros proveedores, y por tanto no será incluido en el análisis del capítulo siguiente.

## 3.6 ANÁLISIS DE ACUERDOS DE ROAMING

La combinación del listado de Jiwire para Cataluña con la información proporcionada por los operadores sobre los acuerdos de roaming que establecen, permite realizar un análisis de los acuerdos de roaming establecidos por estos operadores. En la Figura 3-6 se muestra el resultado obtenido al cruzar estos datos.

Los operadores que despliegan hotspots en Cataluña se han marcado con un círculo, mientras que aquellos que disponen de acuerdos de roaming pero no despliegan hotspots se han marcado con elipses. Para cada uno de ellos se muestra el número de hotspots sobre los que ofrecen servicio en la zona geográfica analizada. Por último, las flechas sólidas indican que un operador ofrece todos sus hotspots en roaming a otro operador, mientras que las flechas a trazos indican que sólo parte de la planta de hotspots del operador es ofrecida en roaming al otro operador. El rectángulo azul muestra los datos disponibles en jiwire, no apareciendo en este directorio como operadores que ofrecen servicio en Cataluña todos aquellos que se encuentran en la parte exterior a este rectángulo.

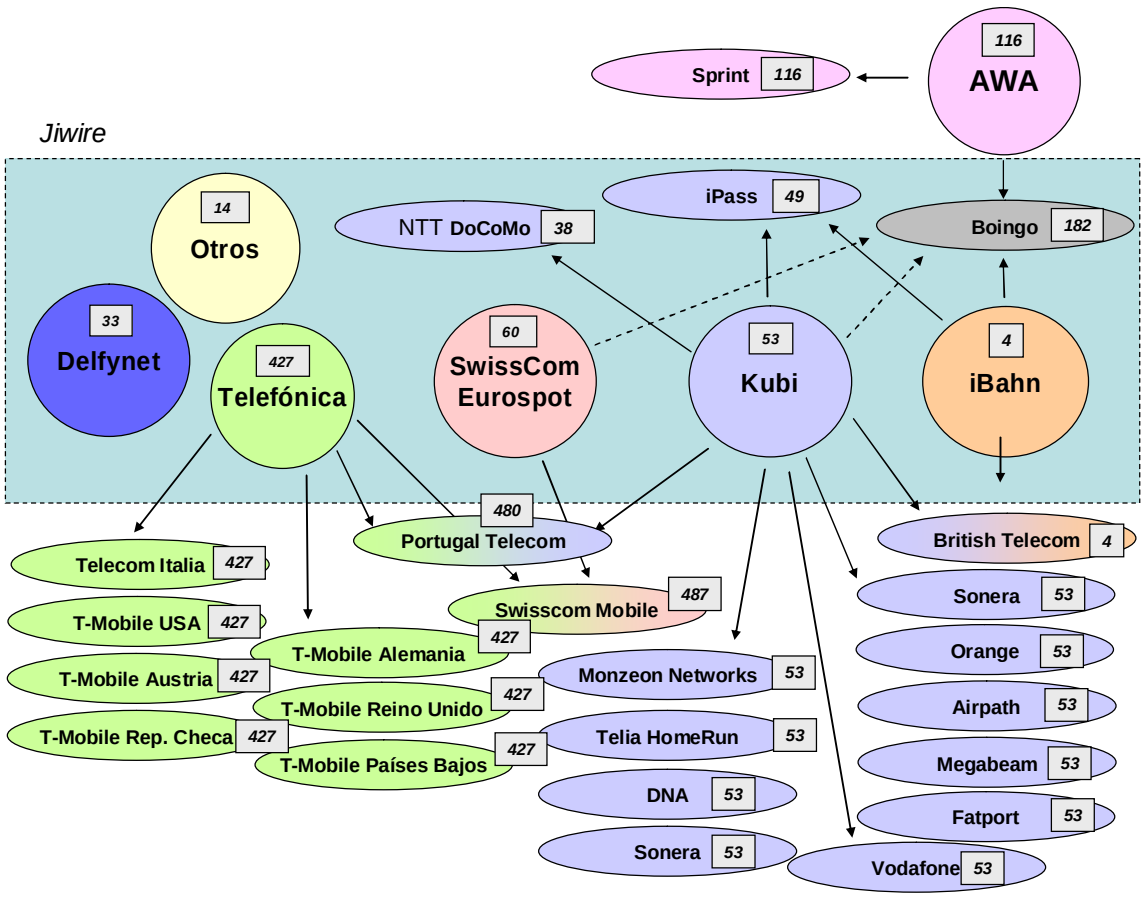



**Figura 3-6: Acuerdos de roaming entre operadores**

***Fuente: Elaboración propia***

La primera conclusión que se obtiene de este diagrama es que la mayor parte de los acuerdos de roaming no están reflejados en Jiwire, siendo solo NTT, iPass y Boingo los que publican en este directorio el servicio que suministran a través de terceros operadores. El resto de acuerdos de roaming aparecen en las sedes web de los diversos operadores, que indican con qué otros operadores suscriben este tipo de acuerdos.

Así mismo, puede observarse también que los operadores que disponen de hotspots desplegados por ellos mismos en Cataluña, no realizan acuerdos de roaming con otros operadores locales, sino con aquellos que suministran servicio en otros países o son de ámbito internacional con el objetivo de evitar la canibalización de su mercado natural.

En el caso concreto de **Telefónica** los acuerdos de roaming se establecen con operadores de telecomunicación que operan en otros países occidentales, principalmente europeos, como son T-Mobile, Telecom Italia, Swisscom Mobile, y Portugal Telecom. Telefónica no ha alcanzado acuerdos con Boingo, ni con otros agregadores internacionales.

**Swisscom Eurospot** que basa su negocio en el despliegue y explotación de hotspots en Europa, deja disponible su red a Swisscom Mobile, operador del mismo grupo radicado en Suiza y dispone también de acuerdos de roaming con Boingo aunque sólo para parte de la planta de hotspots. Aunque Swisscom Mobile dispone de acuerdos con una gran cantidad de operadores (entre ellos, Telefónica), la red de SwissCom Eurospot no está incluida en estos acuerdos.

***Kubiwireless***, al igual que Telefónica, ha establecido bastantes acuerdos de roaming sobre su red, tanto en lo que respecta a operadores de telecomunicación europeos como de otros países, como Japón (NTT DoCoMo), o Estados Unidos (por ejemplo, Airpath), y agregadores como Boingo. En general, establece acuerdos de roaming con operadores distintos que Telefónica (la excepción es Portugal Telecom, que junto con SwissCom Telecom son los operadores que ofrecen servicios en más ubicaciones, si bien apoyándose en las redes de otros operadores). El operador celular Vodafone se apoya en Kubiwireless para suministrar servicio a sus clientes, que es facturado de forma integral con el resto de servicios proporcionados a sus clientes.

**AWA**, tal como se ha indicado previamente solo está presente en áreas de servicio de autopistas y carreteras, aunque en un número elevado de éstas, y no ha dado de alta estas ubicaciones en jiwire. Su red es explotada también bajo acuerdos de roaming por Boingo y Sprint.

***iBahn***, operador especializado en el despliegue en hoteles, cubre muy pocas ubicaciones en Cataluña, y ofrece éstas en roaming a dos agregadores: Boingo e iPass.

***Delfynet*** y ***otros*** operadores de pequeño volumen (como Mirai o Hotel e-Business y la cadena hotelera Hesperia) que no realizan acuerdos de roaming con otros operadores, sino que se limitan a su explotación local in situ.

El caso de ***Boingo*** merece un análisis aparte, ya que este operador no despliega hotspots propios, sino que su modelo de negocio consiste en explotar de forma compartida con otros operadores los hotspots desplegados por éstos. Si se analizan los acuerdos de roaming establecidos por Boingo, se obtiene el desglose mostrado en la Figura 3-7.

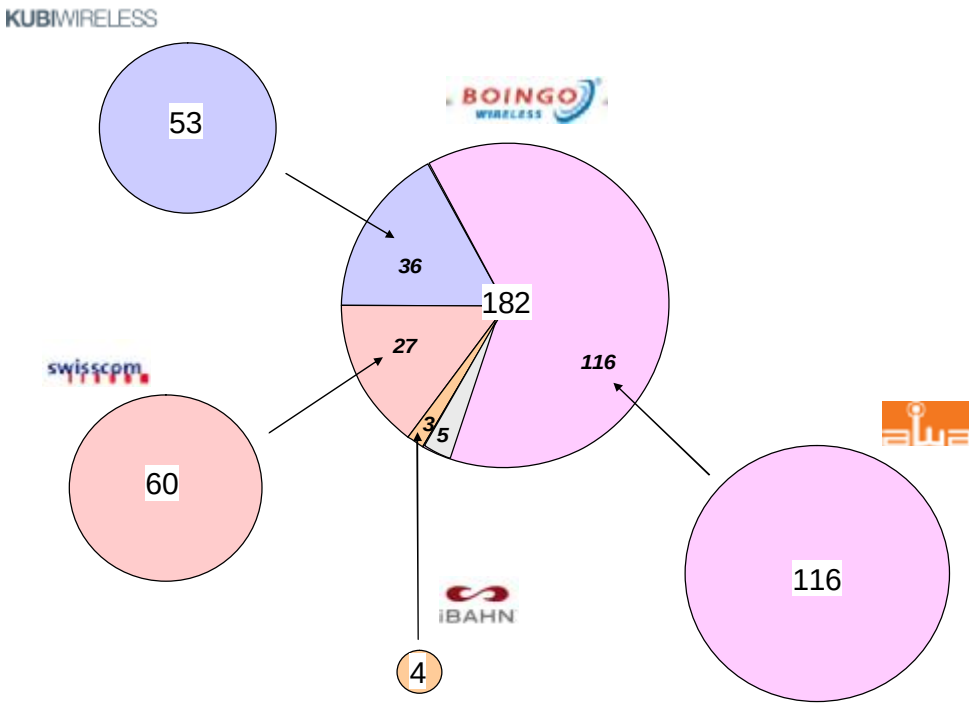



**Figura 3-7: Desglose de hotspots agregados por Boingo**

*Fuente: Elaboración propia*

Tal como puede observarse, la práctica totalidad de los hotspots en áreas de servicio ofrecidos por Boingo están desplegados por AWA. El resto de hotspots de Boingo se corresponden principalmente con hoteles, y en mucha menor medida con restaurantes y cafeterías (véase la Figura 3-3), que son aportados por Kubiwireless y Swisscom Eurospot. Boingo realiza con estos operadores roaming selectivo centrado sólo en ubicaciones de estas características. iBahn proporciona la mayor parte de sus ubicaciones en roaming a Boingo (probablemente todas, ya ya que Boingo es socio de iBahn) y cinco de las ubicaciones listadas por Boingo no han podido ser rastreadas para identificar a su titular.

En la Tabla 3-6 puede observarse que una vez que se tienen en cuenta los acuerdos de roaming que figuran en las sedes web de los distintos operadores, el índice de operadores que ofrecen servicio sobre un determinado hotspot (cerca de 9 de media) se eleva enormemente sobre el que se obtiene con la información disponible en jiwire (que es de un 120%), al no figurar la mayor parte del servicio ofrecido bajo acuerdos de roaming en este directorio.

| | *Nº Operadores* | *Nº Hotspots* | *% Sobre desplegados* |
|---|---|---|---|
| ***Hotspots desplegados*** | 6 | 621 | 100% |
| ***Servicio ofrecido en el mundo*** | 29 | 5582 | 899% |

**Tabla 3-8: Índices de roaming para operadores locales e internacionales**

*Fuente: Elaboración propia*

## 3.7 CONCLUSIONES SOBRE HOTSPOTS PRIVADOS

Las conclusiones que se obtienen del análisis realizado son las siguientes:

- El listado de Jiwire solo registra una fracción de los hotspots disponibles en Cataluña (35%), ya que los operadores que disponen de un mayor número de hotspots no mantienen actualizada la información en Jiwire. Esto indica que los datos presentados sobre los hotspots presentes en Europa en [IPTS, 05] probablemente estén infravalorados en volumen, ya que la información presentada por este organismo se ha obtenido principalmente a partir de Jiwire y no de los listados de los propios proveedores.

- Telefónica es, con diferencia, el operador que dispone de más hotspots en Cataluña, ya que casi un 60% de los hotspots están desplegados por este operador. Esta situación coincide con los datos presentados en la tesis para el contexto internacional, donde los operadores dominantes de redes fijas y celulares son los principales actores que despliegan estas redes. Telefónica además realiza despliegues en ubicaciones más diversas que el resto de operadores, no centrándose en exclusiva (aunque sí mayoritariamente) en hoteles. En lo que respecta a operadores celulares sin red fija, se observa que Vodafone se apoya en la red despliegada por Kubiwireless, un operador especializado en hotspots, para suministrar servicio a sus clientes integrado en factura con los servicios celulares.

- La mayor parte de hotspots son desplegados por operadores que actúan en otros segmentos del mercado de telecomunicaciones de red fija (como Telefónica o Swisscom) u operadores especializados en redes públicas Wifi (como Kubiwireless, AWA o Delfynet). El mercado se encuentra muy concentrado, y son muy pocos los hotspots que han sido desplegados por el titular de la ubicación o empresas no especializadas en este segmento de las redes WiFi.

- La gran mayoría de hotspots ofrecen servicio de pago proporcionado por un operador de telecomunicación, siendo sólo una pequeña fracción los que ofrecen servicio gratuito (un 5%, concentrada principalmente en hoteles). Aunque probablemente este dato está infravalorado al no figurar los comercios que ofrecen servicio gratuito al mercado local en Jiwire ni en los listados de operadores, este dato indica que en Cataluña se aplica poco el empaquetamiento de acceso a Internet a través de WiFi con otros servicios, al contrario que en otras naciones, como es el caso de Estados Unidos, en que se encuentra más extendido este modelo de comercialización de servicios de redes públicas WiFi.

- En Cataluña existe una mayor concentración de hotspots en hoteles (alrededor un 50% respecto al 28% en el mundo) y áreas de servicio (este último tipo de ubicación protagonizado por un único operador especializado) respecto a la distribución mundial de ubicaciones.

- En lo que respecta a las poblaciones donde existe una mayor densidad de hotspots, hay una correlación muy elevada entre esta densidad y el tamaño del sector turístico, confirmándose que en Cataluña el mercado de las redes públicas WiFi está especialmente orientado al turismo. En las poblaciones con menor preponderancia del sector turístico, las proporciones de distintos tipos de ubicaciones se mantienen en una proporción similar a la mostrada en la distribución mundial.

- Aunque FON dispone de un elevado número de puntos de acceso que ofrecen servicio público, éstos se encuentran ubicados en domicilios particulares localizados habitualmente en zonas residenciales, lo cual hace que el atractivo del servicio ofrecido por esta compañía sea menor que en el caso de los hotspots desplegados por empresas privadas, que seleccionan ubicaciones ajustadas a las necesidades de usuarios itinerantes.

- No existen acuerdos de roaming entre operadores que despliegan redes dentro del territorio español, a pesar de ser mínimas las coincidencias de localización de hotspots (se reducen al aeropuerto, una estación de ferrocarril y dos hoteles). Esta situación indica que los operadores prefieren explotar de forma exclusiva el mercado de los clientes nacionales, encontrándose en una situación de competencia que probablemente dará lugar a acuerdos de cooperación cuando

madure el mercado y la mayor parte de ubicaciones privilegiadas se encuentren ocupadas por algún operador.

- Sí existen en cambio acuerdos de roaming con operadores extranjeros se dividen en dos grupos: los que realizan acuerdos con Telefónica, y los que realizan acuerdos con Kubi. A excepción de Portugal Telecom que figura en ambos grupos, éstos son disjuntos, siendo de prever que aumenten los acuerdos de roaming con el tiempo, ya que resulta ventajoso para todas las partes facilitar el uso de hotspots ya desplegados por el mayor número posible de clientes.

# 4 INICIATIVAS PÚBLICAS

En este apartado se analizan las iniciativas relativas a redes públicas WiFi en las cuales existe una participación activa por parte de las administraciones, bien mediante subvención o participación de iniciativas privadas, o bien como titulares de éstas.

## 4.1 INICIATIVAS DE PROMOCIÓN ESTATAL

El Estado central canaliza sus actuaciones en materia de telecomunicaciones a través de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (SETSI), dependiente del Ministerio de Industria.

La SETSI dispone de planes de implantación de banda ancha rural mediante los cuales canaliza subvenciones a operadores de telecomunicación para desplegar infraestructuras y suministrar servicios en zonas donde no existe oferta de banda ancha [SETSI, 07]. Hasta el momento estos planes no han sido aplicados en Cataluña, centrándose las actuaciones en otras comunidades autónomas, ya que esta comunidad (al igual que otras seis y las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla) dispone de sus propios planes autonómicos. No obstante, en un futuro inmediato está previsto por parte del Ministerio de Industria extender estas actuaciones a Cataluña de forma coordinada con las actuaciones de la Generalitat.

En cualquier caso, el mecanismo que aplica el estado central se basa en aplicar subvenciones parciales (basadas en fondos FEDER comunitarios) y/o créditos blandos a operadores para el despliegue de banda ancha en zonas rurales sin oferta de ésta, siempre bajo principios de neutralidad tecnológica (no determina la tecnología en que se basarán estas infraestructuras). Hasta el momento, la mayor parte de la infraestructura de banda ancha rural desplegada bajo este modelo ha consistido en extensión de ADSL por parte de Telefónica (entre el 80% y el 90%), estando el resto basado en preWiMax que opera en espectro licenciado, desplegado por Iberbanda (empresa participada por Telefónica), y sólo en casos de difícil acceso se ha utilizado el satélite como medio de transmisión, con acceso a los domicilios de los clientes mediante un equipo terminal equipado para la comunicación directa con el propio satélite. Las razones alegadas por los operadores para no aplicar WiFi en la implementación de banda ancha rural se centran en la falta de calidad de servicio y problemas de cobertura que plantea esta tecnología. En la Figura 4-1 se puede observar la previsión de tecnologías de acceso realizada por el Ministerio de Industria para el programa de 2007, en la cual no se contempla el uso de WiFi, sino extensiones de ADSL, uso de WiMax y satélite.

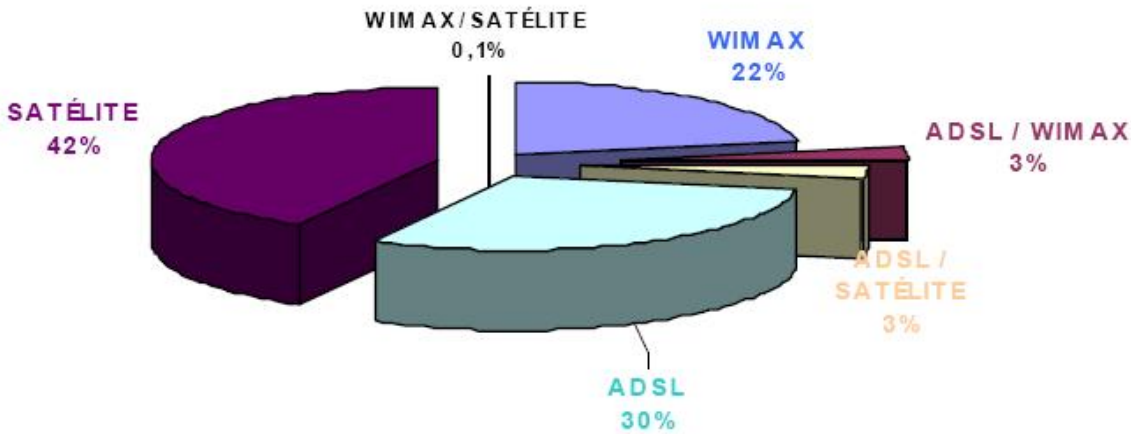



**Figura 4-1: Tecnologías Plan Banda Ancha Rural 2007**

*Fuente: [SETSI, 07]*

No existen otros tipos de actuaciones por parte del estado central que sean de aplicación en Cataluña, y por tanto no se dispone de iniciativas públicas Wifi promocionadas por la administración central española en Cataluña.

## 4.2 INICIATIVAS DE PROMOCIÓN AUTONÓMICA

Tal como se ha indicado, la Generalitat de Cataluña dispone de su propio plan de extensión de la banda ancha a zonas rurales que carecen de infraestructura para suministrar este tipo de servicios.

El plan inicial sacado a concurso en Julio de 2003 y adjudicado en Octubre de este mismo año, denominado "Banda Ampla Rural", contemplaba suministrar servicio de banda ancha en poblaciones catalanas sin cobertura de ADSL cuya población fuese de 100 habitantes o más (incluyéndose algunos pueblos con población menor) [Gencat, 06a]. El concurso dejaba libertad a los operadores sobre la tecnología a utilizar, y establecía las dos demarcaciones mostradas en la Figura 4-2. La demarcación oriental fue adjudicada a Iberbanda, que basaba su despliegue en preWiMax en espectro licenciado para cubrir 328 poblaciones con un total de 109.433 habitantes y 125 poblaciones de menos de 100 habitantes, mientras que la zona oriental fue adjudicada a una unión temporal de empresas formada por Flash10 e Isolux, que había optado por WiFi como tecnología de acceso combinada con transporte mediante satélite como con el objetivo de cubrir otras 317 poblaciones (con un total de 104.330 habitantes) y otras 125 poblaciones de menos de 100 habitantes. El modelo de establecido contemplaba que la red fuese de titularidad pública (Centre de Telecomunicacions i Tecnologies de la Informació) bajo concesión para la explotación por cinco años prorrogables, así como la obligación de ofrecer servicio mayorista a otros operadores.

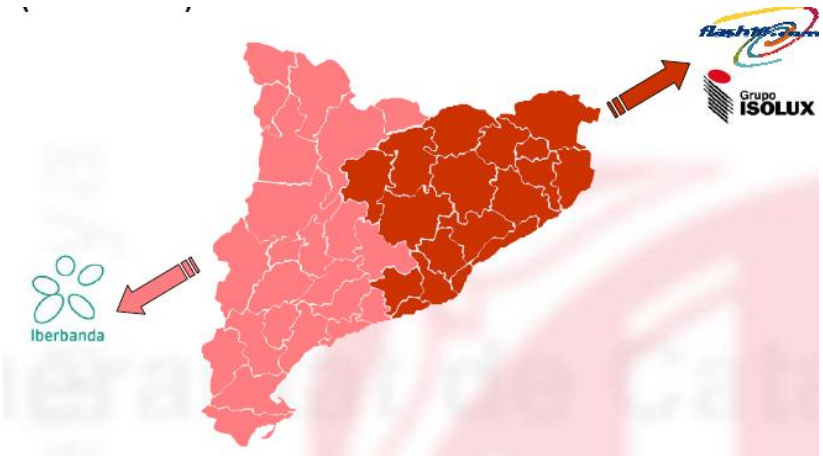



**Figura 4-2: Demarcaciones para concurso Banda Ampla Rural**

*Fuente: [Gencat, 06a]*

En Marzo de 2004 comienza la instalación de la red desplegada por Flash 10 e Isolux en las comarcas del Bages, Berguedà, Osona y Solsonès, detectando la Generalitat las siguientes deficiencias en otoño de 2004 en las instalaciones ya realizadas [Gencat, 06a]:

- Distancia limitada de cobertura de la tecnología WiFi con numerosos usuarios aislados de los núcleos de población que quedan sin servicio, siendo la cobertura sólo parcial en poblaciones diseminadas.

- Dificultad de encontrar emplazamientos adecuados y viables para las antenas WiFi.

- Vulnerabilidad y falta de seguridad de la red.

- Elevada latencia debido al transporte basado en satélite y bajos niveles de calidad de servicio.

- Escalabilidad del sistema mucho más reducida que con otras tecnologías.

Como consecuencia de estas deficiencias la Generalitat de Cataluña decide en Enero de 2005 resolver el contrato con Flash10 e Isolux, llevándose a cabo esta resolución en Julio de 2005 y lanzándose un nuevo concurso para suministrar servicio mediante WiMax en banda licenciada para la demarcación oriental de Cataluña. La instalación ya realizada por Flash10 e Isolux sigue siendo explotada a partir de este momento por esta UTE en unos 44 pueblos aunque con un número muy bajo de clientes (alrededor de 100), y en Diciembre de 2006 cesa la operación por parte de estas compañías, habiendo indicado la Generalitat de Cataluña que emprenderá medidas legales para que estas compañías restablezcan el servicio [Gencat, 06b].

Este caso ilustra bien las debilidades de WiFi como tecnología de acceso residencial ya indicadas en el cuerpo de la tesis. Actualmente, como se deduce de lo anterior, y como ha indicado en el anexo III Josuè Sallent (responsable de ITCat en el momento de realizar la entrevista extractada en este anexo), la Generalitat de Cataluña no dispone de planes de financiación o promoción de redes públicas WiFi para banda ancha rural, basando su estrategia en este área en despliegues preWiMax y en la construcción de una red fija de fibra óptica de carácter público (ITCat), que ofrecerá servicio mayorista a los operadores de telecomunicación minoristas que deseen suministrar servicio en zonas sin oferta de banda ancha o con ausencia de competencia en ésta.

Como actuación adicional, la Generalitat de Cataluña financió el proyecto realizado por la fundación I2CAT "Catalunya Oberta sense fils" (COSF), que tenía como objetivo desarrollar el modelo de operador neutral descrito en el cuerpo de la tesis adaptado al contexto catalán, y desarrollar un kit de software para implantar dicho modelo en los municipios de Cataluña que desplegasen redes públicas WiFi. Actualmente sólo se está aplicando este modelo en la iniciativa municipal 22@WiFi.

Por tanto, la actuación principal realizada por la Generalitat de Catalunya en redes públicas basadas en WiFi no ha tenido éxito debido principalmente a las limitaciones de esta tecnología para suministrar servicio residencial. La otra línea de actuación, consistente en la formalización de un modelo de explotación neutral de este tipo de redes, aunque ha permitido consolidar el modelo y las herramientas a utilizar, sólo ha tenido hasta el momento un éxito limitado de implantación, si bien su aplicación está basada en la actuación municipal, que se tratará en el siguiente apartado.

Al contrario que en otras comunidades como el País Vasco, en Cataluña no se contempla la subvención al despliegue de hotspots abiertos al público, y por tanto no existen actualmente actuaciones de promoción de este tipo de redes.

## 4.3 INICIATIVAS DE PROMOCIÓN MUNICIPAL

Las actuaciones municipales encaminadas a promover el despliegue de redes públicas WiFi son limitadas, y aunque existe interés y planes de diversos ayuntamientos y del consorcio Localret para el despliegue de estas redes WiFi municipales, distan bastante del grado de desarrollo e implantación que se ha alcanzado en las zonas más activas del mundo, como Estados Unidos o el Reino Unido.

En lo que respecta a redes promocionadas por los municipios para acceso itinerante a ciudadanos y visitantes y uso en autoprestación para servicios municipales, la única iniciativa que se pueda considerar relevante por los planes de cobertura y utilización previstos es 22@WiFi, que cubre diversas zonas del distrito 22@ de Barcelona y se encuentra en fase experimental. En el Anexo IV, dedicado a iniciativas relevantes, se describe esta iniciativa que

se basa en la aplicación del modelo neutral desarrollado en el proyecto COSF financiado por la Generalitat de Catalunya y descrito en el cuerpo de la tesis.

Las iniciativas municipales orientadas a suministrar servicio residencial de banda ancha son también escasas, y se realizan en colaboración con pequeñas empresas especializadas en este tipo de despliegues. En la Tabla 4-1 se pueden observar los resultados obtenidos en la búsqueda realizada en la web por las palabras clave “sense fils”, “WiFi”, “Wi-Fi”, “wireless” combinadas con “ajuntament”, así como en las sedes web de empresas especializadas en este sector. Es de destacar que, a excepción de las iniciativas en las que participa Aeris Navigo, la información en las sedes web de los ayuntamientos respecto al servicio prestado es escaso o nulo.

Tal como puede observarse en la Tabla 4-1 son tres las empresas que colaboran con ayuntamientos en el despliegue de este tipo de redes, todas ellas especializadas en este tipo de despliegues: Aeris Navigo, Eurona, e Innova Local, siendo un total de 43 municipios los que disponen de este tipo de servicios. El modelo de colaboración entre el municipio y estas empresas es muy variable, consistiendo en general en dotar con una cierta subvención el despliegue, con titularidad de la red por parte de la empresa que instala y opera la red, que además suministra el servicio, aunque no siempre es así, y a veces es el propio municipio el titular de la red y realiza además directamente la explotación comercial.

| *Municipio* | *Comarca* | *Proveedor* | *Población 2006* |
|---|---|---|---|
| **Vila-sacra** | Alt Empordà | Aeris Navigo | 485 |
| **El Pont de Suert** | Alta Ribagorça | Eurona | 2317 |
| **L'Hospitalet del Infant** | Baix Camp | Eurona | 5134 |
| **La Selva del Camp** | Baix Camp | Eurona | 4983 |
| **Selva del Camp** | Baix Camp | Eurona | 4983 |
| **Torroella de Montgrí** | Baix Empordà | Aeris Navigo | 10588 |
| **Begur** | Baix Empordà | Aeris Navigo | 4076 |
| **Verges** | Baix Empordà | Aeris Navigo | 1179 |
| **Castedelldefels** | Baix Llobregat | Eurona | 58663 |
| **Esplugues de Llobregat** | Baix Llobregat | Eurona | 46808 |
| **Sant Feliu de Llobregat** | Baix Llobregat | Eurona | 42486 |
| **Sant Andreu de la Barca** | Baix Llobregat | Eurona | 25383 |
| **Bagà** | El Berguedà | Innova Local | 2178 |
| **La Pobla de Lillet** | El Berguedà | Innova Local | 1327 |
| **Guardiola** | El Berguedà | Innova Local | 931 |
| **Vallcebre** | El Berguedà | Innova Local | 276 |
| **Sant Julià de Cerdanyola** | El Berguedà | Innova Local | 259 |
| **Castellar de n'Hug** | El Berguedà | Innova Local | 198 |
| **Sant Joan Les Fonts** | Garrotxa | Aeris Navigo | 2652 |
| **Cassà de la Selva** | Gironès | Aeris Navigo | 8780 |
| **Flaçà** | Gironès | Aeris Navigo | 997 |
| **Sant Jordi Desvalls** | Gironès | Aeris Navigo | 632 |
| **Canet d'Adri** | Gironès | Aeris Navigo | 576 |
| **Amposta** | Montsià | Eurona | 19142 |
| **Seva** | Osona | Eurona | 3099 |
| **Sort** | Pallars Sobirà | Eurona | 2238 |
| **Banyoles** | Plà de L'Estany | Eurona | 17309 |
| **Porqueres** | Plà de L'Estany | Eurona | 4154 |
| **Cornellà de Terri** | Plà de L'Estany | Eurona | 2079 |
| **Fontcoberta** | Plà de L'Estany | Eurona | 1118 |
| **Serinyà** | Plà de L'Estany | Eurona | 1045 |
| **Vilademuls** | Plà de L'Estany | Eurona | 786 |
| **Esponellà** | Plà de L'Estany | Eurona | 437 |
| **Sant Miquel de Campmajor** | Plà de L'Estany | Eurona | 218 |
| **Garcia** | Ribera d'Ebre | Eurona | 534 |
| **Sant Hilari Sacalm** | Selva | Aeris Navigo | 5838 |
| **Anglès** | Selva | Aeris Navigo | 5221 |
| **Sils** | Selva | Aeris Navigo | 4126 |
| **Terrassa** | Vallès Occidental | Eurona | 199817 |
| **les Franqueses del Vallès** | Vallès Oriental | Eurona | 15817 |
| **Lliça d'Amunt** | Vallès Oriental | Eurona | 12938 |
| **Montmeló** | Vallès Oriental | Aeris Navigo | 8921 |
| **L'Ametlla del Vallès** | Vallès Oriental | Aeris Navigo | 7517 |

**Tabla 4-1: Listado de iniciativas de promoción municipal**

***Fuente: Sedes web de proveedores, datos aportados por éstos e IDESCAT***

Los municipios en donde están radicadas estas redes disponen todos ellos de servicio de banda ancha proporcionado por Telefónica a través de ADSL[2], si bien no siempre con cobertura total en el municipio, por lo que una parte de estas iniciativas están orientados a obtener coberturas en zonas donde no se ofrece servicio ADSL, alcanzándose estas zonas mediante radioenlaces basados en 802.11a, y suministrándose el acceso mediante 802.11g. En el caso particular de Eurona se hace uso en algunos casos de equipos con el estándar preWiMax en espectro libre para suministrar el servicio. La experiencia de Eurona al respecto indica que aunque los

[2] *Información obtenida mediante consultas en la sede web de Telefónica (www.telefonicaonline.com) y complementada para líneas RDSI en el servicio proporcionado por Interbusca (http://adsl.interbusca.com) que permite obtener información sobre la cobertura ADSL a partir del número de teléfono. Se ha utilizado el número de teléfono del ayuntamiento del municipio como referencia, así como otros números de zonas cercanas a éste.*

alcances son similares a los obtenidos mediante WiFi, las capacidades de WiMax para gestionar el servicio, permiten aumentar la calidad de éste.

La mayor parte de estos municipios están ubicados en la demarcación en la que debían desplegar el servicio de banda ancha Flash10 e Isolux, lo que indica que en muchos casos estas iniciativas son una respuesta municipal a la ausencia de oferta de banda ancha. Los precios aplicados por Innova Local, disponibles en su sede web (60€ de cuota mensual por servicio de 1 Mbps/256Kbps), revelan la inexistencia de oferta basada en ADSL por parte de Telefónica. No obstante, en los municipios cubiertos por Aeris Navigo, esta compañía se ha centrado en competir con la banda ancha fija, ya que los despliegues se realizan en ubicaciones con cobertura de ADSL. El servicio se cobra a precios inferiores al de la banda ancha fija, aunque también se suministran menores anchos de banda (en Torroella de Montgrí, por ejemplo, recientemente instalado, se abonan 6€ al mes por un caudal de bajada de 256 Kbps).

El tamaño de los municipios donde están presentes estas iniciativas es variable, aunque sólo en cinco municipios (todos ellos del cinturón de Barcelona) se superan los 20.000 habitantes y la mitad de ellos son pueblos pequeños de menos de 3.000 habitantes, que son los que presentan mayores problemas de cobertura completa de ADSL debido a la elevada longitud de los bucles al concentrarse usuarios dispersos en una única central. Ninguno de los ayuntamientos declara hacer uso en autoprestación y en general, salvo en algún caso particular como el despliegue de Castelldefels en la playa, el servicio no está orientado a los accesos puntuales en itinerancia característicos de los hotspots.

Como resumen, las iniciativas municipales se han centrado en financiar el despliegue de redes alternativas para cubrir zonas sin servicio de banda ancha o complementar la oferta de ésta a precios menores que los establecidos por el operador dominante, y hasta el momento no se hace uso de ellas para servicios municipales ni en general para accesos itinerantes.

## 4.4 UNIVERSIDADES

Las universidades catalanas están en general dotadas de redes WiFi en los edificios y zonas abiertas de los campus en que se encuentran localizadas, según puede observarse en la Tabla 4-2 basada en datos recopilados en Febrero de 2006.

| Universidades | Disponibilidad Wifi |
|---|---|
| **Universitat de Barcelona** | En despliegue |
| **Universitat Autònoma de Barcelona** | Operativa |
| **Universitat Politècnica de Cataluña** | Operativa |
| **Universitat Pompeu Fabra** | Operativa |
| **Universitat de Lleida** | Operativa |
| **Universitat de Girona** | Operativa |
| **Universitat Rovira i Virgil** | Operativa |
| **Universitat Ramon Llull** | Operativa |
| **Universitat Oberta de Cataluña (Centros de Soporte)** | En despliegue |
| **Universitat de Vic** | Planificado |
| **Universitat Abat Oliba CEU** | Planificado |

**Tabla 4-2: Redes Wifi en universidades catalana**

***Fuente: Elaboración propia***

Todas las universidades que disponen de estas redes proporcionan servicio gratuito a la comunidad docente (profesores y alumnos), y son excepcionales los casos en que el servicio está abierto al público en general. Se corresponden con el centro Blanquerna de la Universitat Ramon Llull que permite el acceso bajo pago al público en general, y con la Universitat Pompeu Fabra, que participa en la iniciativa 22@WiFi y ofrece su red para el uso por proveedores de servicios acogidos a esta iniciativa.

Todas ellas están conectadas al servicio Eduroam (www.eduroam.es) en el que participan la mayor parte de las universidades europeas, de Australia y de Taiwán, y que permite realizar roaming mediante autenticación delegada entre estas universidades, de manera que todos los estudiantes y profesores pueden acceder al servicio desde cualquiera de los campus de las universidades participantes en Eduroam.

Así pues, las redes WiFi se encuentran extendidas entre las universidades catalanas y existen acuerdos de roaming entre ellas y otras universidades europeas y del mundo, pero por regla general no se encuentran abiertas al uso público ni están incorporadas en iniciativas municipales.

## 4.5 BIBLIOTECAS

Aunque las bibliotecas universitarias están en general dotadas de redes WiFi, la mayor parte de las bibliotecas catalanas no disponen de servicio de acceso a Internet basado en WiFi, tal como se muestra en la Tabla 4-3 obtenida a partir de la información disponible en las diputaciones provinciales catalanas, realizado en Febrero de 2006. Destaca, tal como puede observarse, el caso de Barcelona, donde más de la mitad de las bibliotecas disponen de este servicio, y el de Lleida donde prácticamente ninguna disponía de servicio WiFi.

Aunque el servicio está dirigido a los ciudadanos que son socios de cada una de las bibliotecas, en muchos casos éste se presta en abierto por simplicidad en el suministro del servicio. Al contrario que en el caso de las universidades, las bibliotecas públicas no disponen de acuerdos de roaming entre ellas ni con otras organizaciones.

| *Provincia* | *Total bibliotecas* | *Disponen de WiFi* | *Porcentaje* |
|---|---|---|---|
| **Barcelona** | 170 | 96 | 56,47% |
| **Tarragona** | 39 | 5 | 12,82% |
| **Girona** | 51 | 6 | 11,76% |
| **Lleida** | 36 | 1 | 2,78% |
| **TOTAL** | 296 | 108 | 36,49% |

**Tabla 4-3: Acceso Wifi en bibliotecas catalanas**

***Fuente: Elaboración propia***

Por tanto, el servicio de acceso a Internet para los socios de bibliotecas públicas no se encuentra tan extendido como en las universidades, y al igual que éstas, está orientado al uso de los socios y personal laboral de la institución y no del público en general, si bien en muchas bibliotecas no se implanta mecanismos de control de acceso de los usuarios.

## 4.6 CONCLUSIONES SOBRE INICIATIVAS PÚBLICAS

La administración central no participa en la promoción de redes públicas WiFi en Cataluña. La Generalitat de Cataluña ha basado en parte su estrategia de implantación de banda ancha rural en Wifi con un resultado insatisfactorio, que le ha conducido a centrar su estrategia en redes de acceso inalámbrica basadas en preWiMax en banda licenciada.

La participación municipal en Cataluña es escasa, y con la excepción de la iniciativa 22@WiFi, está orientada a suministrar servicio residencial en zonas con coberturas deficientes de ADSL, o con escasez de competencia.

Las universidades disponen en general de redes WiFi para uso en autoprestación que en general no están abiertas al uso público, mientras que en las bibliotecas están menos extendidas, y aunque están abiertas al uso ciudadano, las redes no están coordinadas con otras iniciativas públicas, ya que están orientadas directamente a los socios de las propias bibliotecas.

# 5 INICIATIVAS CIUDADANAS

En lo que respecta a iniciativas impulsadas por ciudadanos particulares y asociaciones cívicas, se han localizado un total de 49 redes que se encuentran listadas junto con diversos datos obtenidos de IDESCAT, del registro de operadores de la CMT, y de la sede web de Telefónica, al final del presente documento.

Tal como se ha indicado en el apartado 2, los datos que se presentan han sido obtenidos a partir de listados suministrados en las sedes de las propias comunidades wireless, referencias entre ellas, y búsquedas en Internet, así como en la información presentada en las sedes de las propias iniciativas. El estudio fue realizado entre Diciembre y Enero de 2006.

Del total de 49 iniciativas, alrededor de la cuarta parte (13 de ellas, un 26,53%) se correspondían con iniciativas planificadas, es decir, que se disponían de sede web en la mayor parte de los casos, pero no de puntos de acceso operativos prestando servicio.

## 5.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE INICIATIVAS

En la Tabla 5-1 puede observarse como tres cuartas partes de las iniciativas están ubicadas en la provincia de Barcelona, siendo escaso el número de ellas ubicadas en Girona (un 16,33 %) y muy escasa su implantación en Lleida y Tarragona.

| | ***Total*** | ***%*** |
|---|---|---|
| ***Barcelona*** | 37 | 75,51% |
| ***Girona*** | 8 | 16,33% |
| ***Lleida*** | 2 | 4,08% |
| ***Tarragona*** | 1 | 2,04% |
| ***Interprovincial*** | 1 | 2,04% |
| ***TOTAL*** | 49 | 100,00% |

**Tabla 5-1: Distribución provincial de comunidades wireless**

***Fuente: Elaboración propia***

Aunque en un principio pudiera parecer que esto es indicativo de una elevada implantación en Barcelona ciudad, en la Tabla 5-2 se puede observar que dos tercios de ellas están radicadas en ciudades de mediano tamaño (de entre 10.000 y 200.000 habitantes), siendo Barcelona la provincia con más poblaciones de este tamaño. Es interesante destacar que en la práctica totalidad están muy ligadas al territorio ocupado por una ciudad o pueblo, aunque dos de ellas se extienden en comarcas que abarcan varias poblaciones, y una de ellas se extiende a varias comarcas (guifi). Parte de las iniciativas radicadas en Barcelona limitan su ámbito exclusivamente a un distrito municipal o incluso a un barrio (Gràcia Wireless, Xarxa Sant Antoni y Raval Wireless).

| | Total | % |
|---|---|---|
| Habs. <2500 | 6 | 12,24% |
| Habs. <10000 | 5 | 10,20% |
| Habs. <50000 | 16 | 32,65% |
| Habs. <200000 | 17 | 34,69% |
| Habs. >200000 | 5 | 10,20% |
| TOTAL | 49 | 100,00% |

**Tabla 5-2: Distribución de comunidades wireless por número de habitantes**

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.2 COBERTURA DE LAS INICIATIVAS CIUDADANAS

Del total de 49 iniciativas identificadas, 32 de ellas (un 65,31%), alrededor de dos tercios de las iniciativas operativas, incluyen en su sede web información sobre los puntos de acceso operativos de que disponen, y sobre los que tienen en construcción o planificados para su puesta en servicio. En el resto no se dispone información sobre los puntos de acceso operativos ni planificados gestionados por la comunidad.

Siendo éste un dato clave para los usuarios potenciales, resulta llamativo que prácticamente un tercio de las iniciativas ciudadanas no proporcionen esta información, así como un indicativo de falta de articulación y debilidad de muchas de ellas.

El número de puntos de acceso adheridos a la comunidad wireless suministra una estimación de la cota máxima de participantes en cada una, ya que si se asume un mínimo de un punto de acceso aportado por cada uno de ellos, el número de éstos no podrá ser superior al de puntos de acceso existentes. Aunque en teoría pueden existir participantes que no aporten puntos, en la práctica de las comunidades wireless, prácticamente todos los participantes incorporan puntos de acceso a la comunidad.

En la Tabla 5-3 se muestra el resultado de agrupar las iniciativas en función del número de puntos de acceso de que disponen, así como el número total de puntos de acceso que están adheridos a cada grupo de iniciativas definido.

| Nº Puntos Acceso | Número de Iniciativas | % s/Total iniciativas | Total Puntos de acceso | % s/Total Puntos Acceso |
|---|---|---|---|---|
| Entre 1 y 2 | 11 | 34,38% | 14 | 2,72% |
| Entre 3 y 9 | 10 | 31,25% | 81 | 15,76% |
| De 10 a 31 | 5 | 15,63% | 86 | 16,73% |
| 339 Aps | 1 | 3,13% | 339 | 65,95% |

**Tabla 5-3: Distribución de comunidades wireless por nº de APs**

*Fuente: Elaboración propia*

Si se considera como *"comunidad"* a aquellas que agrupan al menos tres puntos de acceso (es decir, descartamos a los individuos y parejas *"wireless"*), se tiene que sólo 16 comunidades cumplen este criterio. Este dato indica una vez más la debilidad de la mayoría de las comunidades wireless que en realidad no son tales, sino que en muchos casos se trata de individuos o grupos muy pequeños interesados en esta tecnología.

Tal como puede observarse en la tabla anterior, una única comunidad wireless gestiona dos tercios de los puntos de acceso, mientras que el tercio restante es gestionado en su casi totalidad por iniciativas que disponen de entre 3 y 31 puntos de acceso.

La comunidad que agrupa la gran mayoría de puntos de acceso es Guifi [El País, 06], que además se extiende en varias comarcas catalanas. Guifi presenta características diferenciales al resto de iniciativas presentes en el territorio y es una organización de referencia en comunidades wireless, tanto en Cataluña como a nivel mundial. Las características diferenciales de guifi respecto a otras comunidades son las siguientes:

- Los impulsores de la iniciativa son personas fuertemente involucradas en su evolución y configuración, mantienen un contacto estrecho con otras iniciativas ciudadanas internacionales de gran tamaño, y con las empresas y organizaciones radicadas en el territorio donde despliegan su red, lo que es más importante aún.

- Esta iniciativa presenta una formalización del modelo de cooperación mayor que el resto entre participantes, así como un grado de actividad elevado en sus foros de discusión, que abarcan aspectos técnicos, legales, y otros como la organización de jornadas presenciales[3] de comunidades wireless catalanas e internacionales.

- Guifi cubre necesidades reales de conexión para ciudadanos y empresas, extendiendo a través de radioenlaces basados en 802.11a el servicio de banda ancha a zonas que no están cubiertas por redes de banda ancha fija proporcionadas por operadores tradicionales.

- El propio tamaño de Guifi le permite crecer incorporando más participantes, al resultar más atractiva su cobertura y los servicios prestados que en las comunidades de pequeño tamaño.

En el anexo III se incluye el resumen de la entrevista mantenida con Ramon Roca, principal impulsor de esta iniciativa, y en el anexo IV se ha incluido una descripción de la misma.

No se ha detectado una correlación fuerte entre el producto interior bruto per cápita y la presencia de estas comunidades wireless, si bien un 59,18% de las comunidades están ubicadas en zonas geográficas que presentan un PIB per cápita superior a la media catalana, no siendo suficiente este factor para explicar de forma clara la ubicación de estas iniciativas. En cualquier caso, este hecho indica que la motivación de gran parte de las comunidades wireless no se basa en dotar de acceso a Internet zonas carentes de oferta de banda ancha, ya que en este caso sería elevado el número de iniciativas que se encuentran en áreas con un PIB per cápita inferior a la media catalana, en donde es menos probable que exista cobertura de banda ancha. Todas las iniciativas se encuentran además ubicadas en zonas que disponen de ADSL, siendo en parte de ellas la cobertura integral (por ejemplo, las ubicadas en Barcelona ciudad) y existiendo en otras una cobertura solo parcial. Guifi se corresponde con este último caso, y aunque se extiende por zonas con cobertura de ADSL en muchas ubicaciones específicas dentro de estas zonas no existe tal oferta, al tener el bucle de abonado una longitud elevada que impide el suministro de banda ancha.

[3] *Los participantes más activos de guifi organizan desde 2005 las jornadas anuales de reunión de comunidades wireless catalanas, SAX (Sexe, Amor i Xarxa), así como numerosos talleres técnicos.*

## 5.3 ANÁLISIS DE SEDES WEB

La gran mayoría de iniciativas wireless disponen de sedes web, lo cual de esperar como requisito mínimo, al ser la sede web el principal punto de encuentro entre participantes y de información a los usuarios potenciales. No obstante, en cinco de ellas no se ha podido acceder a la sede web pese a haberlo intentado en repetidas ocasiones.

En lo que respecta a la actualización de las sedes web, en la Tabla 5-4 se muestran los resultados obtenidos al respecto. Cerca de la mitad de ellas se actualizan con una periodicidad inferior a los dos meses (entre ellas se cuentan todas las que presentan un número relevante de puntos de acceso operativos). En el resto se detecta una actividad baja, que en algunos casos indica una creación de la sede web que posteriormente no tiene mantenimiento (en seis de ellas la última actualización está realizada más un año antes de la consulta, efectuada a principios de Enero de 2006).

| *Última actualización* | *Nº iniciativas* | *Porcentaje* |
|---|---|---|
| ***Dos últimos meses*** | 23 | 46,94% |
| ***Seis últimos meses*** | 12 | 24,49% |
| ***Anterior*** | 14 | 28,57% |

**Tabla 5-4: Actualización de sedes web de iniciativas ciudadanas**

***Fuente: Elaboración propia***

En la mayor parte de las comunidades (61,22%) se incluye un correo de contacto para consultas y soporte, siendo muy bajo el porcentaje de iniciativas que incluyen nombre de persona de contacto (4 de ellas) y número de teléfono (sólo una de ellas). Dado que el punto de articulación de estas iniciativas es la sede web y el esfuerzo es colaborativo sin que exista una separación clara de responsabilidades, es lógico que la comunicación con la iniciativa se articule de esta manera. Una vez más, aquellas que no disponen de correo de contacto, son también las iniciativas más pequeñas y de menor actividad.

## 5.4 SERVICIOS, GRATUIDAD Y LEGALIZACIÓN

La gran mayoría de iniciativas suministran servicio de acceso Internet gratuito (indicado explícitamente en la página de la iniciativa, o en otros casos sobreentendido), siendo solo cuatro las que no ofrecen este servicio, centrándose en este caso en ofrecer acceso a servicios de ftp, chats, otros servicios, o sencillamente foro de discusión (en este último caso puede considerarse dudosa la calificación como iniciativa wireless ciudadana, si bien es anecdótico).

Una parte de las iniciativas más activas (cinco de ellas) ofrecen también servicio de Voz sobre IP basado en numeración privada y el software libre Asterisk, lo cual indica un camino de evolución hacia suministrar servicios de voz por parte de este tipo de iniciativas. Este servicio no contempla la salida a las redes conmutadas públicas de voz, aunque sí conexión telefónica sobre IP entre distintas comunidades.

Los servicios son prestados en su casi totalidad bajo esquemas de provisión gratuita y abierta a todos los ciudadanos, sin que se exija ningún tipo de contraprestación monetaria o condición de adhesión a la comunidad para acceder al servicio. En el caso particular de Guifi, dentro de las reglas de adhesión y funcionamiento de la comunidad se indica que cada participante podrá proporcionar o no servicio al público según desee, si bien el hecho de estar adherido a la comunidad obliga a permitir el uso gratuito de los recursos aportados al resto de participantes adheridos. En el resto de comunidades, al no estar formalizadas las condiciones de participación en general, no se establecen condiciones explícitas para la participación.

Solo una de las iniciativas (Hortons sense fils) aplica un modelo de pago por uso del servicio, basado en tarifa plana, si bien no se indica el coste de ésta.

Respecto al estado legal de estas, ninguna de ellas figura en el registro de operadores de la CMT a excepción de xarxa Campins, lo cual confirma para el caso catalán la situación ya descrita para las comunidades wireless a este respecto en el cuerpo de la tesis.

## 5.5 CONCLUSIONES SOBRE INICIATIVAS CIUDADANAS

Las conclusiones que se obtienen respecto a las iniciativas ciudadanas en Cataluña son las siguientes:

- Aunque el número de ellas que figura en Internet y en las listas recopiladas por las propias iniciativas y otros organismos es alto, muchas de ellas presentan un número muy bajo de participantes y puntos de acceso operativos, presentando sólo 16 un número de puntos de acceso mínimo para poder ser consideradas como tales. Este hecho se confirma mediante el análisis de las sedes web, donde las más relevantes presentan un grado de actualización e información bastante mejor que las de menor entidad.

- Guifi es, con diferencia, la iniciativa más relevante, agrupando dos tercios de los puntos de acceso operativos. Presenta características diferenciales del resto, con una fuerte implicación de los participantes, y orientación al uso compartido de redes para proporcionar servicio en zonas sin oferta de banda ancha.

- La mayoría se encuentran ubicadas en ciudades tamaño intermedio y están limitadas a un territorio determinado, siendo muy escasa la extensión a través de varias comarcas, si bien una vez más Guifi forma parte de la excepción y se extiende por varias.

- El servicio prestado consiste en general en acceso a Internet bajo un modelo gratuito abierto a todos los ciudadanos, existiendo entre las más activas experiencias de configuración de redes privadas de voz sobre IP entre participantes. Prácticamente ninguna de ellas se encuentra dada de alta en el registro de operadores de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones.

# 6 CONCLUSIONES SOBRE EL CONTEXTO CATALÁN

Tal y como se ha expuesto, en el territorio catalán los hotspots privados están muy centrados en el sector turístico y concretamente en los hoteles, por lo cual la mayor parte de los hotspots privados están orientados al mercado turístico, y no a los ciudadanos. Telefónica es el operador que despliega la mayor parte de hotspots presentes en Cataluña, y el operador que presenta una mayor diversidad en el tipo de ubicaciones donde despliega el servicio, aunque al igual que el resto, despliega mayoría de hotspots en hoteles y en una proporción más elevada que la mostrada en Jiwire para todo el conjunto de países.

Aunque FON ha conseguido que un número elevado de usuarios residenciales colaboren con la compañía para ofrecer servicio al público, sus ubicaciones se corresponden con domicilios privados cuya zona de cobertura sólo en determinados casos coincide con zonas transitadas o de interés para usuarios itinerantes.

Los acuerdos de roaming, tal como se ha visto, se realizan con operadores situados fuera del territorio español, no existiendo acuerdos de uso compartido de hotspots entre operadores ubicados en Cataluña.

En lo relativo a iniciativas con participación de la administración, ni la administración central ni la autonómica participan actualmente en iniciativas WiFi, si bien existen experiencias previas de participación por parte de la Generalitat en despliegue de servicio de banda ancha rural basado en WiFi, que ha mostrado una debilidad técnica importante de esta tecnología como alternativa a la banda ancha basada en ADSL. Las administraciones locales que participan en el despliegue de redes Wifi han dirigido en general sus actuaciones a facilitar la disponibilidad o la competencia en servicios de banda ancha en el municipio, aunque por el momento son escasas y asociadas a ciudades pequeñas. El uso en autoprestación y para acceso itinerante de ciudadanos sólo se detecta en la experiencia piloto 22@WiFi de Barcelona. En consecuencia, este tipo de iniciativas se encuentran actualmente menos desarrolladas que en los países más avanzados en este campo como Estados Unidos.

El panorama de las iniciativas ciudadanas está dominado claramente por Guifi, comunidad wireless radicada en diversas comarcas de Cataluña, con una formulación estructurada y bien definida y un número elevado de puntos de acceso operativos. El resto de iniciativas son en general muy pequeñas, con una articulación y participación escasas. Al igual que en el resto del mundo, el cumplimiento de requisitos legales es prácticamente inexistente, lo cual supone una debilidad importante de cara a su crecimiento e incorporación de nuevos participantes.

# 7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Gencat, 06a] GENERALITAT DE CATALUNYA: ***"Projecte Banda Ampla Catalunya Central"***. Jornada Connectivitat a les Zones Rurals. La Nou de Berguedà. 27 de Mayo de 2006. [En línea]. Disponible en <http://www.localret.es/jornades/materials/czr/presentacio.pdf>. [Consulta: 21.03.2007]

*Descripción del proyecto de banda ancha rural de la Generalitat de Cataluña, problemas detectados y actuaciones de la Generalitat en banda ancha rural basao en acceso WiFi.*

[Gencat, 06b] GENERALITAT DE CATALUNYA: ***"La Generalitat requereix a l'empresa Flash10 que restableixi el servei d'Internet".*** Nota de Prensa Generalitat de Catalunya. [En línea]. Disponible en <www10.gencat.net/dursi/AppJava/noticies_fitxa.jsp?idnoticia=25395&area=3&idioma=0>. [Consulta: 21.03.2007]

*Nota de prensa de la Generalitat de Cataluña sobre el cierre del servicio de Flash10.*

[El País, 06] DIARIO EL PAÍS: ***"Noticias de Gurb: Una red inalámbrica libre conecta 23 municipios"***. Nota de prensa. 5 de Octubre de 2006. [En Línea]. Disponible en <www.elpais.es>. [Consulta: 12.10.2006].

*Presenta la comunidad wireless más relevante de Catalunya: guifi.*

[IPTS, 05] INSTITUTE FOR PROSPECTIVE TECHNOLOGICAL STUDIES: ***"Mapping European wireless trends and drivers. Annex 1: Mapping the existing European wireless landscape and current trends"***. Noviembre, 2005. [En Línea]. Disponible en < ftp://ftp.jrc.es/pub/EURdoc/Annex1.pdf >. [Consulta: 28.09.2006].

*Análisis realizado por el Institute For Prospective Technological Studies en el cual se presentan las características de las distintas tecnologías inalámbricas alternativas y el grado en que se encuentran implantadas en cada país europeo.*

[I2CAT, 05] FUNDACIÓ I2CAT: ***"Estat de les xarxes basades en l'estàndard IEEE 802.11 (WLAN) a Catalunya"***. Enero, 2006. [En línea]. Disponible en <www.i2cat.cat>. [Consulta: 21.08.2006].

*Análisis de iniciativas WiFi en Cataluña con especial énfasis en el caso de las comunidades wireless.*

[IDESCAT, 06] INSTITUT D'ESTADÍSTICA DE CATALUNYA: ***"Estimació comarcal d'indicadors d'equipament i ús TIC mitjançant estimadors compostos sense informació complementària"***. Junio, 2006. [En Línea]. Disponible en <www.idescat.net/cat/idescat/formaciorecerca/formacio/dia/de06-arees3.pdf>. [Consulta: 04.03.2007].

*Datos estadísticos desglosados por comarcas de extensión de banda ancha y ordenadores en Cataluña.*

[SETSI, 07] SECRETARÍA DE ESTADO DE TELECOMUNICACIONES Y SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN: ***"Memoria descriptiva del programa nacional de extensión del acceso a la banda ancha en zonas rurales y aisladas"***. Enero, 2007. [En línea]. Disponible en <www.bandaancha.es/NR/rdonlyres/031FF68D-D152-4CD6-8F9D-8567DF6DE51B/0/ArticuloPEBA.pdf >. [Consulta: 25.03.2007].

*Descripción del plan de banda ancha rural del Ministerio de Industria para diversas comunidades autónomas del estado español.*

[Telefónica, 06] TELEFÓNICA: ***"Guía de roaming Wi-Fi"***. [En Línea]. Disponible en < www.telefonicaonline.com/qx/manual/roamingwifi.pdf >. [Consulta: 18.01.2007].

*Manual de Telefónica del uso de las redes WiFi de operadores con los cuales dispone de acuerdos de roaming bilateral.*

# 8 LISTADO DE INICIATIVAS CIUDADANAS

*Clave:*
*(1) Provincia (B: Barcelona, G: Girona, Ll: Lleida, T: Tarragona, I: Interprovincial)*
*(2) Nº Habitantes (IDESCAT, 2005)*
*(3) PIB per cápita, K€ (IDESCAT, 2005)*
*(4) Figura en Registro Operadores CMT (N=No, S=Sí)*
*(5) Fecha última actualización (tomado en Enero de 2006)*
*(6) Persona de Contacto*
*(7) Teléfono de contacto*

*Las celdas vacías indican que la información no es suministrada por la comunidad.*

| Nombre iniciativa | Población o Comarca | (1) | (2) | (3) | Estado | Gratuito | (4) | Nº APs | Nº Aps Operativos | Internet | VoIP | Otros servicios | Página web | (5) | (6) | Correo de contacto | (7) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Anoia.Guifi.net** | **Anoia** | **B** | 101.748 | 11,90 | Operativa | Sí | No | 15 | 5 | - | - | - | http://anoia.guifi.net | 04/12/2006 | | anoia@guifi.net | No |
| **Badalona Wireless** | **Badalona** | **B** | 214.874 | 7,90 | Operativa | Sí | No | 6 | 4 | No | - | - | - | 09/11/2005 | Sí | sgaleano@badalonawireless.net | No |
| **Calella Wireless** | **Calella** | **B** | 11.687 | 24,80 | Operativa | Sí | No | 1 | 1 | Si | No | | http://www.calellawireless.net | 11/08/2004 | Sí | francesc@bargasolinera.com | No |
| **Canet Wireless** | **Canet de mar** | **B** | 9.194 | 13,30 | Operativa | Sí | No | 2 | 2 | Si | No | FTP | http://canetwireless.net | 21/09/2005 | | llista@canetwireless.net. | No |
| **Castelldefels Wireless** | **Castelldefels** | **B** | 53.964 | 7,70 | Operativa | Sí | No | 1 | 1 | Si | No | | http://www.castelldefels.net/wireless/ | 05/09/2002 | | Formulario Web | No |
| **Cornella Wireless** | **Cornella** | **B** | 83.892 | 10,10 | Operativa | No figura | No | 31 | 31 | No | No | chat, forum, info tiempo, tráfico | http://www.cornellawireless.info | 31/10/2005 | Sí | franciscocobacho@cornella.net | No |
| **Dali Wireless** | **Figueres** | **G** | 37.032 | 13,80 | Operativa | Sí | No | 1 | 1 | Si | No | - | http://www.daliwireless.net/ | 29/09/2005 | | | No |
| **El Prat Wireless** | **El Prat de Llobregat** | **B** | 63.148 | 15,90 | Operativa | Sí | No | 6 | 4 | Si | | - | http://www.wireless-station.com/ | 19/11/2005 | | sysadmin@wireless-station.com | No |
| **Emporda Wireless** | **Figueres** | **G** | 37.032 | 13,80 | Operativa | Sí | No | 1 | 1 | Si | No | - | http://www.empordawireless.net/ | 25/10/2005 | | | No |
| **Garraf Wireless** | **Garraf** | **B** | 122.229 | 12,20 | Operativa | Sí | No | | - | - | - | - | http://147.83.156.34/ | No accesible | | | No |
| **Girona Wireless** | **Girona** | **G** | 636.198 | 20,90 | Operativa | Sí | No | 6 | 4 | Si | | - | http://217.126.52.45/ | 11/07/2004 | | info@gironawireless.com | No |
| **Gracia sense fils** | **Gràcia** | **B** | 87.125 | 15,10 | Operativa | Sí | No | 4 | 4 | No | | - | http://www.graciasensefils.net/ | 05/10/2005 | | | No |
| **Gualba sense fils** | **Gualba** | **B** | 934 | 15,10 | Operativa | Sí | No | 1 | 1 | | | - | http://sensefils.gualba.tk/ | 14/10/2003 | | gualba.sensefils@gmail.com | No |
| **Guifi (Osona sense fils)** | **Catalunya** | **I** | 6.813.000 | 14,60 | Operativa | Sí | No | 64 | 339 | Si | Si | - | http://www.comesfa.org/guifi.net | 19/11/2005 | | Forum web | No |
| **GuifiBages** | **Manresa** | **B** | 70.343 | 13,70 | Operativa | Sí | No | 6 | 6 | - | - | - | http://guifi.catux.org/ | 17/12/2005 | | | No |
| **Hortons sense fils - Hortons Wireless** | **Sant Llorenç d'Hortons** | **B** | 1.939 | 15,80 | Operativa | No, tarifa plana | No | - | - | - | - | Ftp, juegos en red, chat | http://www.hortonssensefils.net/ | 28/10/2005 | | info@hortonssensefils.net | Sí |
| **Hospitalet sense fils (hospitalet Wireless)** | **Hospitalet** | **B** | 250.536 | 8,10 | Planificada | No figura | No | - | - | - | - | - | www.hospitaletwireless.org | 15/11/2005 | | http://groups.yahoo.com/group/hospitaletwireless | No |

| Nombre iniciativa | Población o Comarca | (1) | (2) | (3) | Estado | Gratuito | (4) | Nº APs | Nº Aps Operativos | Internet | VoIP | Otros servicios | Página web | (5) | (6) | Correo de contacto | (7) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| l'ebosc de l'Avit | Torrelavit | B | 1.176 | 15,80 | Operativa | Sí | No | 2 | 2 | Si | - | - | http://oriol.joor.net/blog/?catid=19 | 19/11/2005 | Sí | oriol@joor.net | No |
| Lleida Wireless | Lleida | LL | 119.935 | 15,10 | Planificada | No figura | No | - | - | - | - | - | http://www.lleidawireless.com | No accesible | | llista@lleidawireless.net. | No |
| Malgrat sense fils | Malgrat | B | 20.487 | 15,30 | Planificada | No figura | No | 2 | 0 | - | - | - | http://www.malgratsensefils.net/ | 14/02/2005 | | | No |
| Masquefa sense fils | Masquefa | B | 6.680 | 11,90 | Planificada | No figura | No | - | - | - | - | - | http://sensefils.masquefa.net/ | 10/04/2003 | | | No |
| Matarowireless+Iliure Wireless+Mataro sense fils | Mataró | B | 114.114 | 10,40 | Operativa | Sí | No | 7 | 3 | Si | Si | Ftp, juegos en red, chat | http://www.matarosensefils.net/ | 19/11/2005 | | contacte@matarosensefils.net | No |
| Mollet Wireless | Mollet del Valles | B | 50.691 | 11,20 | Operativa | Sí | No | 5 | 5 | Si | No | FTP, DNS, DHCP, Jabber | http://www.molletwireless.net/ | 20/11/2005 | | webmaster@molletwireless.net | No |
| Navàs WiFi | Navàs | B | 5.435 | 8,40 | Operativa | Sí | No | - | - | - | - | - | http://www.noticx.org/ | 03/01/2006 | | | No |
| OlotWireless | Olot | G | 30.306 | 13,40 | Operativa | Sí | No | 18 | 17 | Si | No | FTP, Correo, chat | http://www.olotwireless.net/ | 08/08/2005 | | Forum pagina web | No |
| Palafolls Wireless | Palafolls | B | 5.917 | 10,80 | Operativa | Sí | No | 15 | 13 | Si | Si | - | http://www.palafollswireless.org | 22/10/2005 | | palafollswireless@palafollswireless.org | No |
| Pals Sense Fils | Pals | G | 2.000 | 15,10 | Planificada | No figura | No | - | - | - | - | - | http://www.palsweb.net/ | 10/01/2005 | | | No |
| Penedes sense fils | Vilafranca del Penedès | B | 36.104 | 16,00 | Operativa | Sí | No | 4 | 3 | - | - | - | http://www.penedessensefils.net | 24/12/2005 | | | No |
| Pineda Wireless | Pineda de mar | B | 23.539 | 12,00 | Operativa | Sí | No | 18 | 15 | Si | Si | - | http://www.pinedawireless.net/ | 20/11/2005 | | Forum pagina web | No |
| Raval Wireless | Raval | B | 44.983 | 15,10 | Operativa | Sí | No | 1 | 1 | - | - | - | http://php.ravalnet.org | 02/01/2006 | | A través de la web | No |
| Ribes Wireless | Sant Pere de Ribes | B | 26.108 | 7,10 | Operativa | Sí | No | 3 | 3 | - | - | - | http://www.ribeswireless.net | No accesible | | | No |
| Rubí Wireless | Rubí | B | 66.425 | 14,20 | Planificada | No figura | No | 1 | 0 | - | - | - | http://www.rubiwireless.net/ | 11/12/2005 | | Foro web | No |
| Sabadell wireless | Sabadell | B | 193.338 | 11,70 | Planificada | No figura | No | | - | - | - | - | http://www.sabadellwireless.net/ | 19/09/2005 | | | No |
| SaltWireless | Salt | G | 25.912 | 7,30 | Operativa | Sí | No | 2 | 1 | Si | | - | http://wireless.saltencs.net | 22/11/2005 | | Forum web | No |
| Sant Andreu de la Barca | Sant Andreu de la Barca | B | 23.675 | 16,00 | Planificada | No figura | No | | - | - | - | - | Web no disponible | No accesible | | | No |
| Sant Boi Wifi | Sant Boi | B | 80.636 | 8,40 | Operativa | Sí | No | 5 | 2 | Si | - | - | http://www.santboiwifi.org/ | 28/09/2005 | | contacto@santboiwifi.net | No |
| Sant Pere Wireless | Sant Pere Pescador | G | 1.020 | 15,90 | Operativa | Sí | No | 6 | 6 | Sí | - | - | http://www.santperewireless.net/wifi/ | 14/10/2005 | | | No |
| Sant Pol Wireless | Sant Pol | B | 4.464 | 10,80 | Operativa | Sí | No | 8 | 8 | Si | - | correo, chat, juegos en red | http://www.santpolwireless.net/ | 15/11/2005 | | llistaspw@polnetwork.net , forum web | No |
| Tarraco Wireless | Tarragona | T | 123.584 | 17,50 | Operativa | Sí | No | 9 | 7 | Si | - | Correo, chats | www.tarracowireless.net | 07/11/2005 | | Foro web | No |
| Terrassa Wireless | Terrassa | B | 189.212 | 11,90 | Planificada | Sí | No | | | | - | - | - | - | | info@terrassawireless.net | No |
| Tordera Wireless | Tordera | B | 11.719 | 10,30 | Operativa | Sí | No | 4 | 4 | Si | - | Juegos en red, FTP | http://www.sorgonet.com/torderawireless | 24/11/2005 | | maresmewireless@pinedawireless.net | No |
| Valles Oriental Wireless (VORW) | Valles oriental | B | 350.566 | 15,10 | Operativa | Sí | No | - | - | - | - | - | - | - | | | |

| *Nombre iniciativa* | *Población o Comarca* | *(1)* | *(2)* | *(3)* | *Estado* | *Gratuito* | *(4)* | *Nº APs* | *Nº Aps Operativos* | *Internet* | *VoIP* | *Otros servicios* | *Página web* | *(5)* | *(6)* | *Correo de contacto* | *(7)* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Viladecans Wifi** | **Viladecans** | **B** | 60.033 | 7,60 | Planificada | Sí | No | - | - | - | - | - | http://www.lacorporacion.org/ | 08/01/2006 | | | No |
| **Wifi Blanes** | **Blanes** | **G** | 35.577 | 12,80 | Operativa | Sí | No | 1 | 1 | Si | - | - | http://www.wifiblanes.com | 24/11/2005 | | | No |
| **Wireless Manresa** | **Manresa** | **B** | 68.505 | 13,70 | Planificada | Sí | No | - | - | - | - | - | http://es.groups.yahoo.com/group/ManresaWifi/ | 29/10/2004 | | ManresaWifi-owner@yahoogroups.com | No |
| **Wireless Sant Just Desvern** | **Sant Just Desvern** | **B** | 14.910 | 16,80 | Operativa | Sí | No | 18 | 10 | - | - | Mensajería instantánea, P2P | http://wifisj.no-ip.org/ | 08/12/2005 | | | No |
| **Xarxa Antoni** | **Sant Antoni** | **B** | 35.944 | 15,10 | Planificada | No figura | No | - | - | - | - | - | http://www.xarxantoni.net/ | 18/11/2005 | | Formulario web | No |
| **Xarxa Campins** | **Campins** | **B** | 334 | 15,50 | Planificada | Sí | Si | 2 | 0 | - | - | - | http://www.campins.org/ | 17/05/2005 | | campinautes@campins.org | No |
| **XiNTCAT** | **La Seu d'Urgell** | **LL** | 11.744 | 12,40 | Operativa | Sí | No | 11 | 9 | Si | - | - | - | 16/10/2005 | | | No |

**Tabla 8-1: Listado de iniciativas ciudadanas**

***Fuente: Elaboración propia***

# Anexo II

## *Estudio de campo: levantamiento de radiomapa en el distrito 22@BCN*

# Índice de contenidos

**1 CONTENIDO DEL DOCUMENTO ..... 1**

**2 OBJETIVOS ..... 1**

**3 ANTECEDENTES ..... 2**

**4 METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS ..... 3**

4.1 EQUIPAMIENTO HARDWARE UTILIZADO ..... 5
4.2 SOFTWARE DE DETECCIÓN DE REDES ..... 5
4.3 BASE DE DATOS, GIS Y OBTENCIÓN DE ESTADÍSTICAS ..... 6
4.4 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO ..... 7

**5 CARACTERIZACIÓN DEL DISTRITO 22@ ..... 7**

**6 DATOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO ..... 9**

**7 ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS ..... 11**

7.1 ANÁLISIS DE IDENTIFICADORES DE RED ..... 11
7.2 ESTÁNDARES Y VELOCIDADES SOPORTADOS ..... 12
7.3 SUMINISTRADORES DE PUNTOS DE ACCESO ..... 14
7.4 USO DE CANALES ..... 14
7.5 USO DE MECANISMOS DE SEGURIDAD ..... 16
7.6 USUARIOS CONECTADOS ..... 19

**8 CONCLUSIONES ..... 20**

**9 REFERENCIAS ..... 21**

# Índice de figuras

Figura 3-1: Radiomapa de Barcelona en Wigle. ..... 3
Figura 4-1: Método de levantamiento de radiomapa ..... 4
Figura 5-1: Ubicación del distrito 22@ en Barcelona. ..... 8
Figura 5-2: Detalle del distrito 22@ ..... 8
Figura 6-1: Ubicación de puntos de acceso detectados en 22@ ..... 10
Figura 6-2: Edificabilidad del distrito 22@ ..... 10
Figura 7-1: Clasificación de identificadores de red ..... 12
Figura 7-2: Comparación de estándares y velocidades soportadas ..... 13
Figura 7-3: Comparación de velocidades residencial/empresa ..... 13
Figura 7-4: Fabricantes de los APs detectados en cada segmento ..... 14
Figura 7-5: Canales utilizados en WiFi en diversos países ..... 15
Figura 7-6: Uso de canales en los puntos detectados ..... 15
Figura 7-7: Comparación de uso de canales en residencial y empresa ..... 16
Figura 7-8: Encriptación de APs ..... 17
Figura 7-9: Encriptación y ubicación ..... 18
Figura 7-10: Desglose de mecanismos de encriptación aplicados ..... 19
Figura 7-11: Utilización de los puntos de acceso ..... 20

# Índice de tablas

Tabla 5-1: Distribución de actividades económicas en Poblenou ..... 9

# 1 CONTENIDO DEL DOCUMENTO

El presente anexo incluye un análisis del despliegue de puntos de acceso en el distrito 22@ de Barcelona. Este estudio está orientado a obtener información sobre el número y la densidad existente de puntos de acceso basados en tecnología WiFi, que puedan ser utilizada para la construcción de redes públicas bajo modelos de negocio basados en agregar subredes de acceso existentes. El radiomapa obtenido incluye información sobre posicionamiento, características técnicas, y utilización de los puntos de acceso detectados.

En el apartado 1 se concretan y detallan los objetivos del estudio presentado, analizándose en el apartado 2 los estudios previos similares y sus deficiencias de cara a su utilización para cubrir los objetivos perseguidos.

Para obtener los datos sobre ubicación y características de los puntos de acceso, se han aplicado las técnicas de wardriving descritas en [Berghel, 04a], [Berghel, 04b] y [Hurley, 04], realizando un recorrido sistemático por el área a cubrir y recogiendo información sobre ubicación y características de estos puntos. El procedimiento aplicado y herramientas utilizadas se describen en el apartado 4.

El apartado 5 se dedica a describir las características de la zona sobre la que se ha realizado el levantamiento, el distrito 22@ de Barcelona, al objeto de contextualizar los datos obtenidos y que se analizan en los siguientes apartados.

En el apartado 6 se muestra la distribución geográfica y características principales de los puntos de acceso detectados, suministrándose una visión global del despliegue de puntos de acceso WiFi en este distrito. En el apartado 7 se analizan con mayor detalle los resultados obtenidos, centrándose en el análisis de la información específica que se ha obtenido sobre los puntos de acceso detectados, al objeto de caracterizar la tipología y propiedades de estos equipos.

El apartado 8 extracta las conclusiones relevantes obtenidas en el estudio. Por último, en el apartado 9 se incluye la bibliografía referenciada y utilizada como punto de partida para la selección de herramientas y definición de la metodología a aplicar para realizar el levantamiento.

# 2 OBJETIVOS

Los objetivos que se pretende cubrir son los siguientes:

- *Conocer el grado de implantación de Wi-Fi en el distrito 22@.* El levantamiento del radiomapa permite averiguar la intensidad con la que se despliegan estos equipos, así como su distribución espacial para identificar zonas con distintos grados de cobertura y densidad de puntos de acceso.

- *Identificar los tipos de actores que despliegan estos puntos de acceso*. Parte de los puntos de acceso son desplegados por usuarios residenciales como extensiones de la red fija de banda ancha (principalmente ADSL) que tienen contratada con los operadores de telecomunicación, mientras que otra parte se corresponden con redes desplegadas por empresas.

- *Realizar una caracterización técnica de los equipos* utilizados para identificar los estándares utilizados, velocidades soportadas, mecanismos de seguridad implantados, canales utilizados, etc.).

- *Averiguar el grado de personalización y adaptación aplicado sobre los equipos de acceso*, diferenciando los puntos desplegados por usuarios residenciales y por usuarios de empresa, así como su grado de uso y congestión.

- Identificar factores, aspectos, y características que permitan *confirmar o refutar la información obtenida en otras fuentes* sobre extensión y características de las redes WiFi.

# 3 ANTECEDENTES

Las técnicas aplicadas para obtener el radiomapa y la información analizadas han sido aplicadas por otros autores y organizaciones previamente, existiendo información pública disponible sobre extensas zonas con los siguientes objetivos:

- *Listados de puntos de acceso abiertos* promocionados por comunidades wireless o colectivos relacionados. Se han llevado a cabo gran cantidad de *"wardrivings"* orientados a obtener información sobre qué puntos de acceso pueden ser utilizados para conexión a Internet gratuita con o sin el consentimiento de los propietarios de estos puntos. Esta información figura en directorios públicos con distinto ámbito geográfico y detalle, destacando el directorio Wigle (www.wigle.net) por la elevada cuantía puntos de acceso identificados a nivel mundial.

- *Estudios de seguridad* promocionados por empresas consultoras especializadas en aspectos de seguridad que tienen como objetivo concienciar a las empresas sobre la importancia de aplicar mecanismos de control de acceso y encriptado de las redes privadas basadas en WiFi.

Los estudios realizados en este sentido hasta el momento adolecen de las siguientes deficiencias para cubrir los objetivos planteados en el presente trabajo:

1.- Los radiomapas realizados en ambos contextos presentan una información escasa sobre las características de los puntos de acceso detectados, centrada especialmente en los aspectos de seguridad.

2.- Los métodos utilizados para el levantamiento de radiomapas por parte de colectivos se basan en la colaboración de un número elevado de aficionados que utilizan equipamiento y métodos de recorrido heterogéneos, por lo que la información sobre la densidad de puntos detectados está sesgada por el método utilizado por cada uno de ellos, no pudiendo compararse las densidades reales de puntos en distintas zonas a partir de los radiomapas obtenidos al ser variable la sensibilidad de los equipos utilizados.

3.- La distribución geográfica de los puntos de acceso detectados en estos estudios está centrada en calles principales que habitualmente se recorren en automóvil, sin cubrirse zonas completas para averiguar la distribución y densidad reales de los despliegues. En la Figura 3-1 se muestra como ejemplo el radiomapa obtenido en wigle para Barcelona, donde se puede observar a simple vista que está centrado en las grandes arterias de la ciudad.

4.- Los estudios de consultores centrados en aspectos de seguridad muestran datos agregados basados en recorridos sobre zonas de implantación empresarial, como es el caso de [Ruiz, 05] o del estudio realizado por Iber-X referenciado en [Cinco Días, 05], correspondientes a calles emblemáticas, como son la Diagonal o el Paseo de Gràcia en Barcelona.

En consecuencia, las referencias existentes no permiten analizar la distribución geográfica de puntos de acceso en una zona determinada, debido a la metodología utilizada en los *wardrivings* realizados por aficionados, y a que la mayor parte de ellos se realizan en localizaciones dispersas y limitadas a las grandes arterias, tanto en el caso de radiomapas realizados por aficionados como en el de los realizados por empresas consultoras de seguridad.

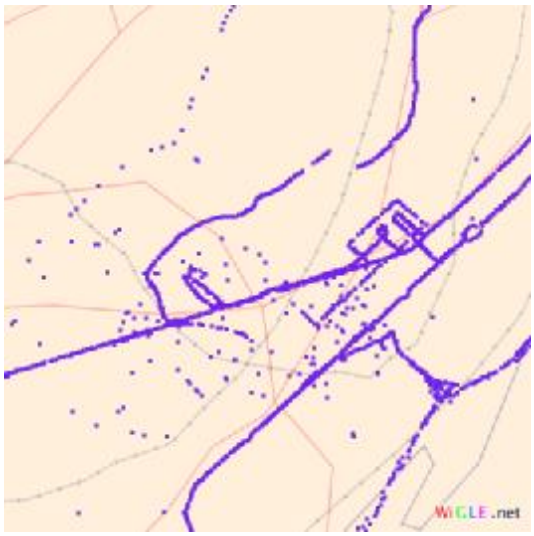



**Figura 3-1: Radiomapa de Barcelona en Wigle.**

***Fuente: www.wigle.net***

# 4 METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Para realizar el levantamiento del radiomapa se han seguido los siguientes pasos que se ilustran en la Figura 4-1:

1.- Recorrido en vehículo del territorio (y a pie en algunas zonas peatonales) y recogida de información mediante la utilización de equipos portátiles (laptops y PDA) y GPS para su referenciación geográfica, utilizando para ello de forma simultánea varios programas de detección de puntos de acceso descritos más adelante. Sobre las calles principales del distrito se han repetido los recorridos varias veces para asegurar la fiabilidad de la información.

2.- Integración de la información obtenida (logs) por los distintos programas de detección utilizados de forma simultánea para obtener registros únicos de cada punto de acceso. Dado que cada programa recoge un tipo de información, la integración de los logs obtenidos ha permitido disponer de mayor riqueza de datos.

3.- Eliminación de puntos de acceso que no están ubicados en el distrito 22@. Parte de los puntos de acceso detectados están localizados externamente a la zona de estudio, por lo que se han aplicado algoritmos de comparación de la georreferencia de cada punto con la de las zonas incluidas en 22@ para eliminar aquellos que no se corresponden con la zona de estudio.

4.- Análisis estadístico de los datos obtenidos y representación gráfica georreferenciada. Se ha realizado un procesado de la información con Excel para obtener datos agregados y relaciones, así como la representación geográfica de los puntos de acceso detectados sobre el territorio analizado.

5.- Interpretación de datos y conclusiones. A partir del análisis sobre los datos obtenidos se obtienen las conclusiones más relevantes sobre la extensión y características de los puntos de accesos detectados en el distrito 22@.

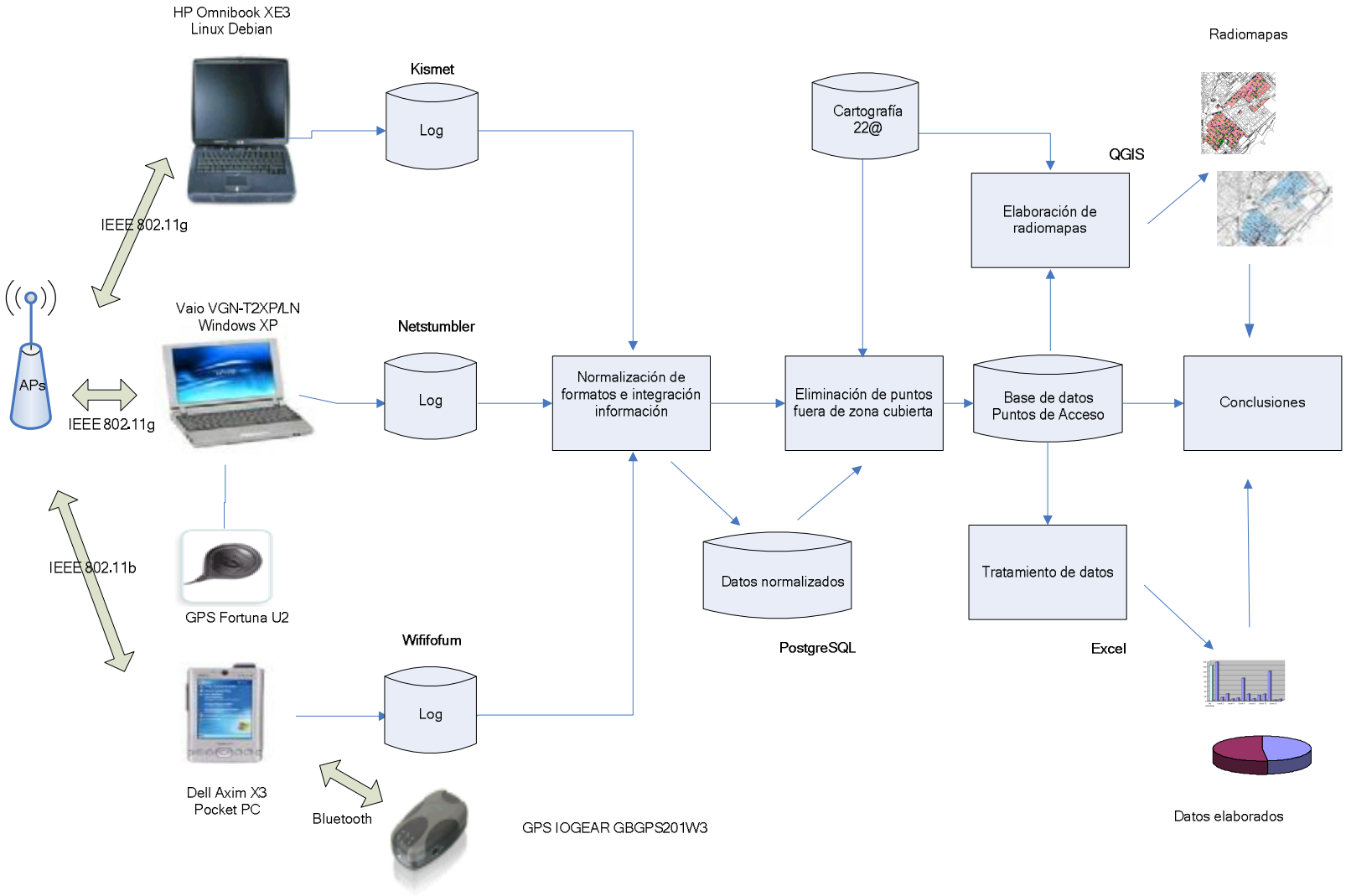



**Figura 4-1: Método de levantamiento de radiomapa**

***Fuente: Elaboración propia***

## 4.1 EQUIPAMIENTO HARDWARE UTILIZADO

Tal como se muestra en la Figura 4-1, para detectar los puntos de acceso presentes en el territorio estudiado se han utilizado tres equipos portátiles escaneando de forma simultánea, dotados con conexión WiFi, y dos de ellos se han conectado con sendos GPS para georreferenciar los puntos de acceso detectados.

Los motivos de utilizar tres equipos de forma simultánea son los siguientes:

- Aumento de la sensibilidad global en varias direcciones. Este esquema permite aumentar la zona de detección cubierta, ubicando en distintas zonas del vehículo cada equipo.

- Posibilidad de utilizar de forma simultánea varios programas de detección, pudiendo obtener información de varias fuentes, y por tanto más rica y fiable.

Los equipos utilizados son dos ordenadores portátiles HP Omnibook, Sony Vaio (éste conectado por USB con un GPS Fortuna U2) y una PDA Axim X3 conectada mediante bluetooth con un segundo GPS (IOGEAR GBGPS201W3).

Tal como se muestra en la Figura 4-1, al no disponerse de equipos GPS suficientes, uno de los equipos no permitía georreferenciar la información de los puntos de acceso. Como la dirección MAC (recogida en todas las aplicaciones) es única para cada punto de acceso, con obtener la georreferencia en una de las aplicaciones, resulta suficiente, pues sirve de clave para identificar de forma unívoca los puntos de acceso. Dado que al encontrarnos en un entorno urbano denso a veces se perdía la señal de los satélites, ha sido útil en cualquier caso disponer de dos GPS para aumentar la disponibilidad de señal de posicionamiento.

Cada uno de los equipos se encontraba dotado con un sistema operativo distinto: un portátil estaba equipado con Linux, el otro con Windows XP, y la PDA con Pocket PC, de acuerdo con las necesidades establecidas por el software de detección utilizado en cada caso.

Si bien la PDA y el equipo portátil Vaio tenían conexión WiFi de serie, el portátil HP Omnibook se dotó con una tarjeta Proxim Silver Orinoco 11b/g 8471-WD, que en las pruebas preliminares realizadas mostraba un mejor comportamiento en la detección de puntos de acceso que otras tarjetas disponibles de marcas alternativas.

## 4.2 SOFTWARE DE DETECCIÓN DE REDES

Para seleccionar el software de detección de redes se tomó como criterio principal la riqueza de la información obtenida de los programas disponibles con distribución gratuita. En concreto, se compararon Kismet, Netstumbler, Ministumbler y Wififofum (estos dos últimos, para PDA).

Todos los productos probados ofrecían integración con GPS para georreferenciar los puntos, siendo la mayor parte de la información recopilada en los registros común a todas las aplicaciones, aunque con formatos distintos.

Kismet planteaba la ventaja de realizar un escaneado pasivo frente al resto de programas analizados, lo cual supone poder detectar más redes ya que permite detectar los puntos de acceso que están configurados para no responder a los mensajes de prueba remitidos por los detectores activos [Berghel, 04b]. Aunque esto no permite detectar dispositivos bajo modelos de comunicación ad-hoc, para el propósito del estudio no es relevante, ya que este caso suele corresponderse con equipos terminales equipados con Wifi y no con puntos de acceso. Así mismo, esta aplicación proporciona una información más rica que el resto, como por ejemplo los usuarios activos en el momento de realizar la detección.

Wififofum, Netstumbler y MiniStumbler ofrecían los tres la misma información y utilizaban el mismo método de detección, por lo que se pueden considerar intercambiables a efectos del estudio. Ante esta situación se optó por utilizar Kismet en un portátil bajo Linux (el sistema operativo que utiliza esta aplicación), Wififofum en la PDA y NetStumbler bajo Windows en el otro portátil. Dado que los logs generados por cada programa eran son distintos, se desarrolló una aplicación de normalización y agregación de logs para obtener registros únicos basando el criterio de agregación en la dirección MAC detectada por las aplicaciones en cada AP que identifica unívocamente a éstos.

## 4.3 BASE DE DATOS, GIS Y OBTENCIÓN DE ESTADÍSTICAS

Una vez normalizados y agregados los registros obtenidos en cada aplicación, se almacenó la información en una base de datos basada en un gestor SQL de distribución libre, PostgreSQL. En la siguiente figura se muestra el modelo de datos soportado en esta aplicación para el conjunto de datos obtenidos mediante la agregación de logs obtenidos de Kismet, Netstumbler y Wififofum.

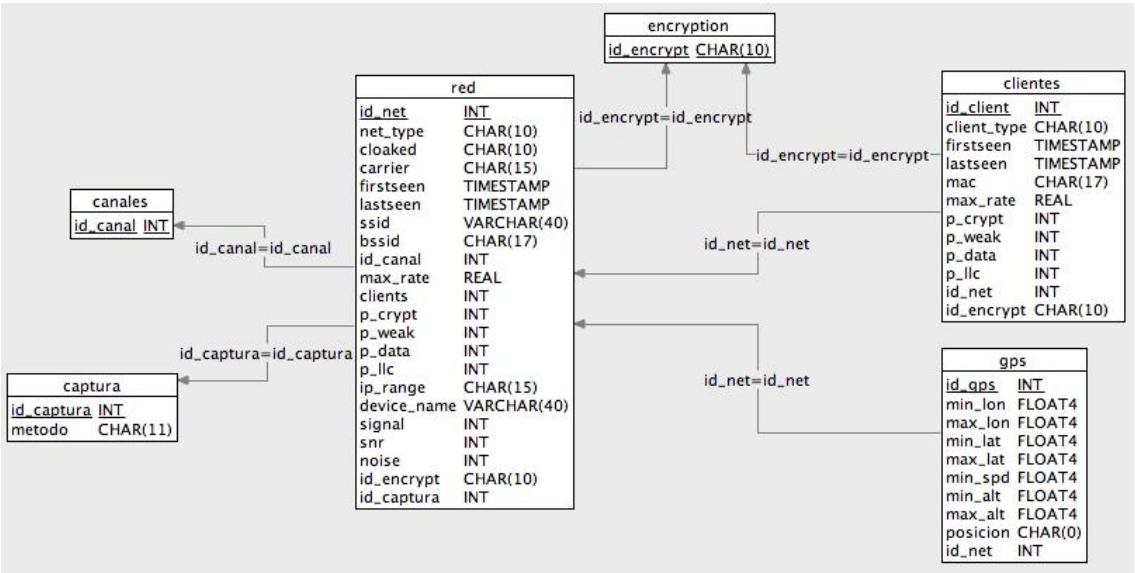



**Figura 4-2: Modelo de datos de información sobre APs detectados**

***Fuente: Elaboración propia***

Dado que se pretendía representar gráficamente la ubicación de los puntos de acceso, se analizaron dos aplicaciones de información geográfica de distribución libre (Grass GIS y Quantum GIS) y una licenciada de bajo coste (GeoMedia), resultando especialmente adecuado Quantum GIS por su distribución gratuita, facilidad de uso, capacidades, y soporte a los formatos de cartografía del distrito 22@ utilizada (mmz), obtenida de la sede web de la Asociación Española de Sistemas de Información Geográfica, AESIG (www.aesig.org/infosig/cartografia/bcn/cartografia_bcn.htm).

La comparación de la georreferencia de los puntos de acceso detectados con las coordenadas del territorio comprendido en 22@, permitió eliminar de la base de datos todos aquellos puntos de acceso ubicados fuera de la zona contemplada, siguiendo las técnicas planteadas en [Korte, 01].

## 4.4 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

La recogida de información se efectuó mediante recorridos sistemáticos en automóvil sobre todas las calles del territorio, accediéndose a pie en las zonas peatonales. La mayoría de los recorridos se realizaron en horario comercial de tarde (de 16:00 a 19:00).

**Figura 4-3: Recorrido del territorio 22@ para recogida de datos**

*Fuente: Elaboración propia*

El trabajo de recogida de puntos se desarrolló a lo largo de una semana durante el mes de Julio de 2005, y no se produjeron problemas importantes excepto la pérdida de señal GPS en calles estrechas, que fue solventada utilizando puntualmente un tercer GPS de mayor sensibilidad para apoyar la recogida en estas zonas.

Para realizar el levantamiento y tratar los datos obtenidos se contó con la colaboración de dos alumnos de la escuela de ingeniería de telecomunicación de la Universitat Pompeu Fabra, Unai Ávila y Alba Batllé.

# 5 CARACTERIZACIÓN DEL DISTRITO 22@

La zona sobre la que se ha realizado el levantamiento del radiomapa se corresponde con el distrito 22@ de Barcelona, que cubre 198 hectáreas de la parte industrial del Poblenou, y sobre la cual el ayuntamiento de Barcelona está realizando actuaciones sobre la infraestructura y la calificación de los terrenos para favorecer la implantación de empresas que trabajen en el ámbito de la sociedad de la información y el conocimiento. En la siguiente figura se muestra su ubicación.

**Figura 5-1: Ubicación del distrito 22@ en Barcelona.**

***Fuente: Ayuntamiento de Barcelona***

Tal como se muestra en el plano de detalle de la Figura 5-2, la zona analizada es una parte del barrio del Poblenou, que forma parte a su vez del distrito municipal de Sant Martí.

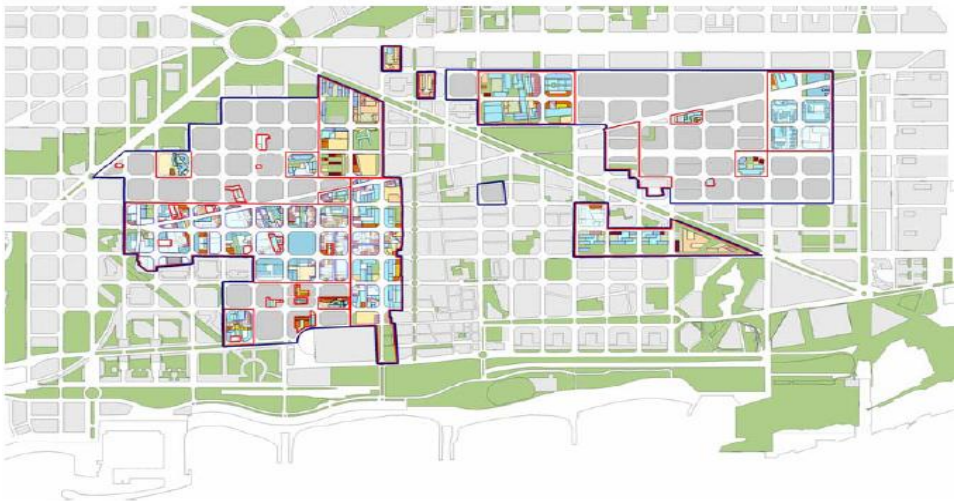


**Figura 5-2: Detalle del distrito 22@**

***Fuente: Ayuntamiento de Barcelona***

De acuerdo con la información suministrada en la modificación del plan general metropolitano, que describe las actuaciones previstas por el ayuntamiento en este distrito ([BCN, 00] y [BCN, 05]), los datos más relevantes para el análisis realizado en el presente documento sobre este distrito son los siguientes:

- En 2000 la población residente en el distrito 22@ era de 7936 personas, destacando en cuanto a las características de la población un porcentaje menor de titulados superiores que en el conjunto de Barcelona (12,8%, frente a un 16,5 % en el total de la población). Dado que los datos disponibles son de cinco años antes de realizarse el presente estudio, es previsible que la renovación parcial de población que se ha producido por las actuaciones inmobiliarias ya realizadas en parte, haya aumentado la población, al contemplar el plan 22@ una mayor edificabilidad por parcela, y que el

nivel adquisitivo y de estudios de la población residente se haya acercado bastante a la media barcelonesa.

- El distrito 22@ comprende 115 manzanas, siendo el total de viviendas existentes de 4.614 en 2000, aunque un 26% de ellas se encontraban desocupadas, siendo 3.360 las viviendas habitadas.

- Respecto a la estructura empresarial, el distrito 22@ se ha caracterizado históricamente por la ubicación de empresas del sector industrial, si bien desde la puesta en marcha del plan hasta la fecha de realización del estudio se implantaron alrededor de 100 nuevas empresas e instituciones, de las cuales cerca del 90% se corresponden con actividades intensivas en conocimiento [BCN, 05]. En la Tabla 5-1 se muestra la distribución de actividades en el Poblenou en 2000 y su comparación con el global de Barcelona. Como puede observarse, existe un peso importante de la actividad industrial (22 % respecto a un 7% en Barcelona), si bien los sectores de servicios, comercio, y actividades profesionales mantiene porcentajes similares al conjunto de la ciudad. Así pues, se puede hablar de una estructura mixta en el momento de realizar el estudio, con una participación importante del sector servicios y actividades profesionales, que progresivamente se va decantando más hacia las actividades centradas en las tecnologías de información, uno de los principales objetivos de la reconversión del Poblenou. En 2005, según el IAE, existían 3.533 actividades económicas presentes en el distrito 22@.

| | ***Barcelona*** | ***Poblenou*** |
|---|---|---|
| ***ACTIVIDADES EMPRESARIALES*** | 78% | 89% |
| ***Sector primario*** | 0% | 0 % |
| ***Industria*** | 7% | 22% |
| ***Construcción*** | 6% | 1% |
| ***Comercio*** | 27% | 29% |
| ***Servicios*** | 37% | 34% |
| ***ACTIVIDADES PROFESIONALES*** | 2% | 12% |
| ***TOTAL ACTIVIDADES*** | 197001 | 7223 |

**Tabla 5-1: Distribución de actividades económicas en Poblenou**

***Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento de estadística del ayuntamiento de Barcelona***

Por último, hay que destacar que el ayuntamiento de Barcelona está promocionando y participando activamente en la iniciativa 22@WiFi, descrita en el anexo IV, que pretende dotar al distrito de una red WiFi distribuida a lo largo de todo el territorio, desplegada por diversos actores y con vocación de ser utilizada por diversidad de proveedores de servicio e instituciones. En el momento de realizarse el levantamiento, no se encontraba aún activa.

# 6 DATOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO

En la siguiente figura se puede observar la ubicación de los puntos de acceso detectados en la zona correspondiente al distrito 22@ en el mes de Julio de 2005. En total, se detectaron 667 puntos de acceso en la zona de estudio presentándose muchos de ellos en la misma localización, ya que los GPS tienen una resolución de 20 o 30 metros, y las aplicaciones indican el punto donde ha sido detectado y no donde está ubicado realmente, por lo que existe un error de varias decenas de metros en la presentación, que no puede ser subsanado en el procesado de los datos.

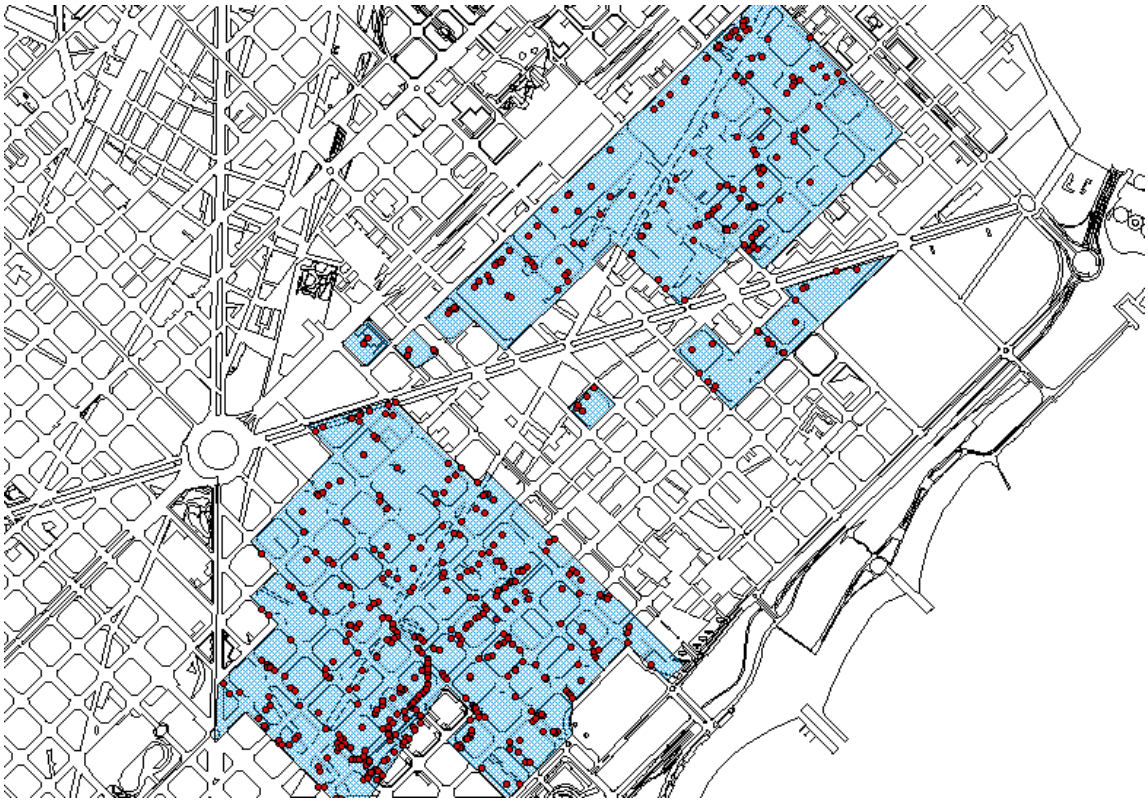


**Figura 6-1: Ubicación de puntos de acceso detectados en 22@**

***Fuente: Elaboración propia***

Como puede observarse en el plano, la densidad de puntos de acceso es mayor en la zona del distrito cercana al mar. Esto se debe a que gran parte de los puntos de acceso son particulares, y esta zona presenta una mayor edificabilidad residencial, y en consecuencia una mayor densidad de población por metro cuadrado, como se muestra en el diagrama de edificabilidad siguiente (Figura 6-2) en 2000.

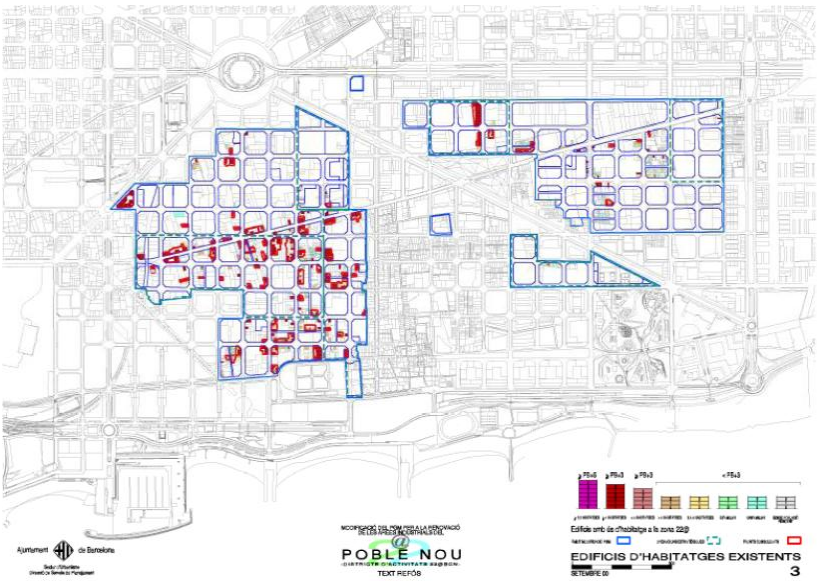



**Figura 6-2: Edificabilidad del distrito 22@**

***Fuente: [BCN, 00]***

Habida cuenta de que el número de puntos de acceso obtenido no es el total de todos los presentes, ya que muchos de ellos se encuentran en domicilios o empresas fuera del alcance del software de detección desde la vía pública, no se puede inferir la penetración total en la población del distrito de este tipo de dispositivos, aunque sí se puede interpretar como una cota mínima.

# 7 ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS

En este apartado se analizan los datos obtenidos para los puntos de acceso detectados al objeto de caracterizar los despliegues existentes y poder obtener conclusiones relevantes.

## 7.1 ANÁLISIS DE IDENTIFICADORES DE RED

Cada conjunto de puntos de acceso WiFi que forman parte de la misma red utilizan un identificador formado por 32 caracteres alfanuméricos que permite diferenciar ésta de otras redes detectadas en la misma ubicación, denominado SSID (Service Set Identifier).

Los fabricantes configuran los equipos con un SSID por defecto conocido para cada uno de ellos [Cirt, 05] que puede ser cambiado por el administrador de los equipos de acceso, aunque no es estrictamente necesario para su operación. En cualquier caso, resulta muy recomendable y es sencillo personalizar el SSID para distinguir la red de otras que puedan estar también presentes en su área de cobertura. Cuando los puntos de acceso no disponen de SSID personalizado, es indicativo de ausencia de una actuación mínima de configuración de la red, propia de usuarios residenciales y pequeñas empresas con baja motivación y capacitación técnica en la gestión de puntos de acceso.

El análisis de SSIDs sirve también en el marco del estudio para identificar puntos de acceso claramente asociados a entorno residencial (por ejemplo “Vecinos3A” o “AnnaiLluis”) o a entorno empresarial (“TSystems”).

En la Figura 7-1 se muestra el resultado obtenido a este respecto en el territorio de estudio. Los SSID clasificados como *“Empresa”* se corresponden con identificadores que han sido contrastados como nombres de empresas presentes en el territorio 22@ mediante búsqueda en la web. Los SSID identificados como *”Residencial”* se corresponden con aquellos que claramente se pueden asociar a usuarios particulares, por la baja probabilidad de que sean utilizados como identificativos de empresa.

Tal como puede observarse, existe un elevado porcentaje de puntos de acceso que se corresponden con los SSIDs utilizados por defecto en los equipos o preconfigurados por el suministrador (25%), lo cual indica una tasa importante de APs que se utilizan tal cual se entregan, sin una gestión mínima de su configuración[1]. Más de la mitad de puntos de acceso utilizan identificativos ambiguos que no es sencillo de asignar a empresa ni residencial por su denominación, y que no se corresponden con nombres de empresa radicadas en el distrito 22@.

[1] *Para identificar estos APs, se ha tenido en cuenta el SSID utilizado por defecto por cada fabricante y la información obtenida del fabricante de cada punto de acceso detectado según los datos suministrados en [Cirt, 05].*

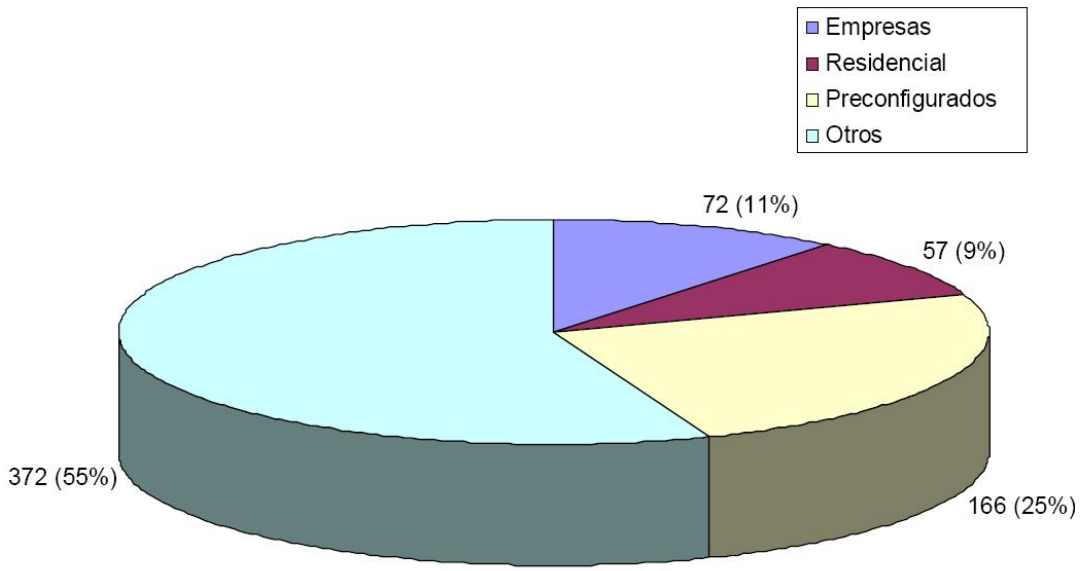



**Figura 7-1: Clasificación de identificadores de red**

***Fuente: Elaboración propia***

Por tanto, aunque no es posible identificar el porcentaje total de puntos de acceso de empresa y residencial, el análisis realizado permite obtener subconjuntos de APs que están claramente asignados al segmento residencial (57) o al segmento de empresa (72). Estos dos subconjuntos se utilizarán como referencia para discriminar las características diferenciales de los puntos de acceso utilizados por ambos colectivos, mientras que el conjunto total de APs detectado (667), será utilizado como universo para los análisis conjuntos.

## 7.2 ESTÁNDARES Y VELOCIDADES SOPORTADOS

Los puntos de acceso que detectados soportan el estándar 802.11b (hasta 11 Mbps) o el 802.11g (hasta 54 Mbps). El estándar 802.11b fue el utilizado por los primeros equipos, y en los tres años anteriores al estudio ha sido sustituido en el mercado por el estándar 802.11g, de mejores prestaciones, que es el que soporta la práctica totalidad de los puntos de acceso comercializados en la fecha de levantamiento de radiomapa.

Tal como se muestra en la siguiente figura, tres cuartas partes de la planta total de APs detectados utilizaban ya el estándar 802.11g, de lo cual se deduce que fueron instalados en los últimos años.

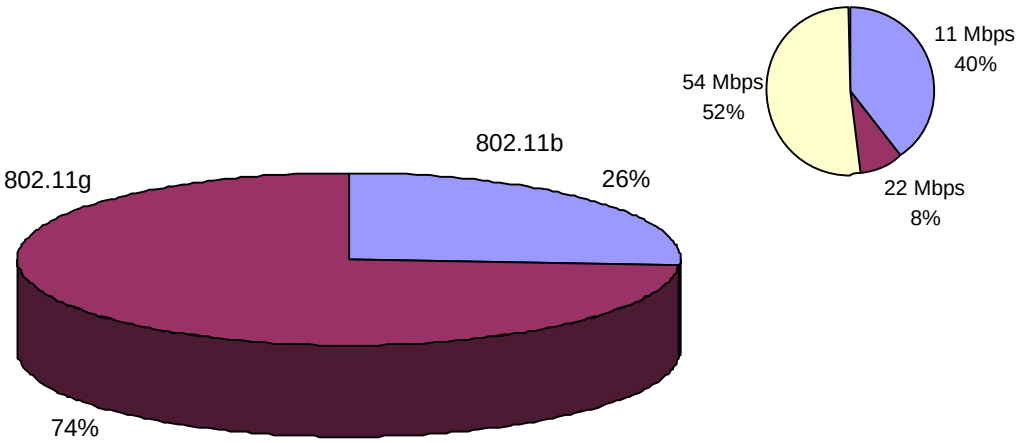



**Figura 7-2: Comparación de estándares y velocidades soportadas**

***Fuente: Elaboración propia***

Respecto a las velocidades soportadas, los datos obtenidos muestran que no todos los APs se configuran para la velocidad teórica máxima soportada en el estándar, ya que sobre un 22% de los APs basados en 802.11g la velocidad soportada es inferior a los 54 Mbps. Esto puede deberse a que parte de los equipos 802.11g de primera generación mostraban limitaciones en el ancho de banda en el que operaban.

Si se analizan de forma separada los APs clasificados como empresa y los clasificados como residencial, se puede observar que la planta de APs residenciales soporta mayores velocidades en general que la planta de APs de empresa, siendo incluso mayor la densidad de puntos de velocidades bajas que la de velocidades elevadas en empresa. Aunque en un principio puede parecer contrario a lo esperado, ésto se debe a que una proporción mayor de los puntos de acceso de empresa es de más antigüedad, soportando el estándar 802.11b y aún no han sido sustituidos por nuevos equipamientos.

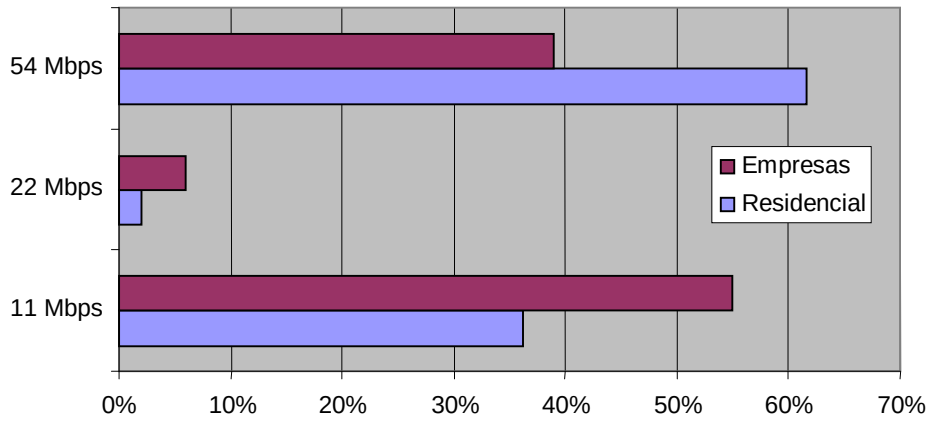



**Figura 7-3: Comparación de velocidades residencial/empresa**

***Fuente: Elaboración propia***

Tal y como se mostrará más adelante, la escasa utilización de los puntos detectados indica que no existe un incentivo importante para sustituir estos equipos.

## 7.3 SUMINISTRADORES DE PUNTOS DE ACCESO

Aún soportándose el mismo estándar IEEE 802.11, no todos los puntos de acceso tienen las mismas características, ya que los puntos de gama alta, además de presentar mayor robustez, disponen de mejores mecanismos de gestión y soporte para la gestión remota vía SNMP.

Tal como se muestra en la Figura 7-4, existen diferencias relevantes entre los puntos de acceso residenciales y de empresa. Por un lado, las empresas despliegan en mayor medida puntos de acceso de fabricantes que trabajan en la gama alta, dotada con mayores capacidades de gestión pero también de precio más elevado (como 3Com), y por otro lado se detecta también una menor diversidad de fabricantes en el segmento residencial.

La primera de las diferencias indica una necesidad mayor por parte de las empresas de integrar la gestión de los APs con el resto de informática corporativa, mientras que la menor diversidad de fabricantes en el caso residencial viene originada porque muchos de los puntos de acceso se obtienen como parte de las ofertas comerciales de banda ancha fija que incluyen un punto de acceso. Los operadores de banda ancha alcanzan acuerdos con un número limitado de proveedores de APs para aumentar el tamaño de los pedidos, disminuyendo el precio y simplificando el soporte a los clientes.

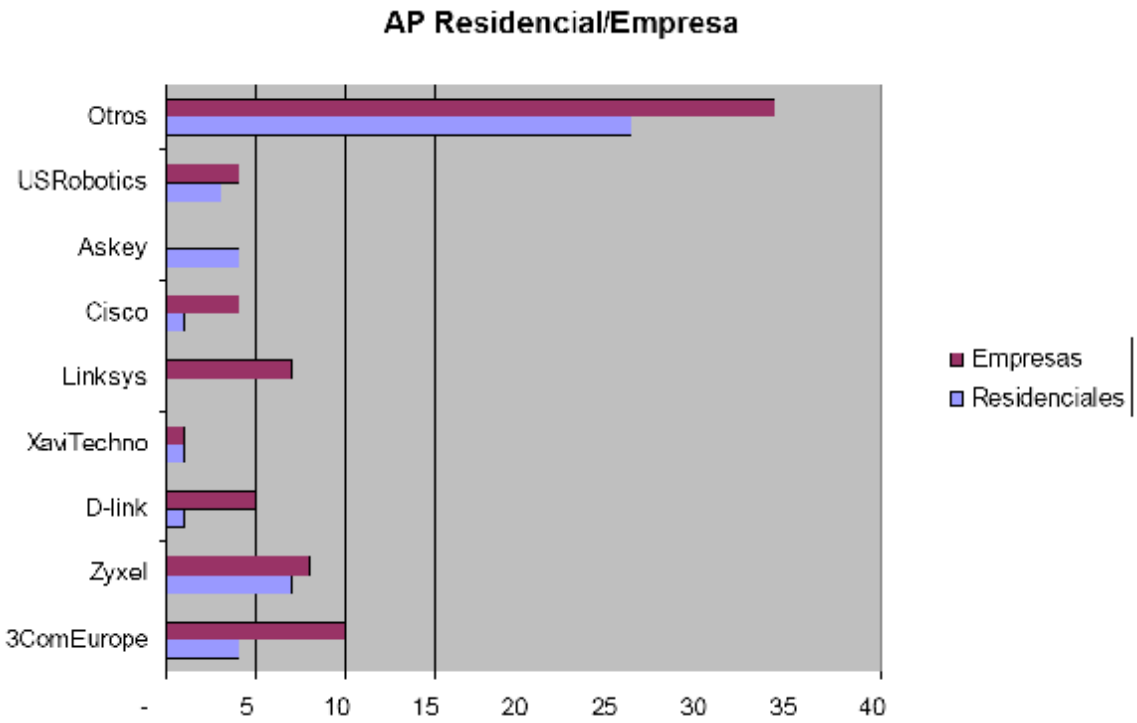



**Figura 7-4: Fabricantes de los APs detectados en cada segmento**

***Fuente: Elaboración propia***

## 7.4 USO DE CANALES

El uso que realizan las redes WiFi del espectro radioeléctrico combinado con la regulación propia de cada país, contempla la separación del espectro asignado en un conjunto de canales solapados en parte, como se muestra en la siguiente figura. En el caso de Europa se pueden utilizar trece canales distintos en los puntos de acceso en la banda de 2,4 GHz. Cada AP puede ser configurado para funcionar en un canal determinado, evitando de esta manera la interferencia con otros puntos. Tal y como se deduce de la figura, pueden coexistir hasta un total de 3 APs dentro la misma zona de cobertura sin que exista solapamiento alguno de canales. Cuando dos puntos de acceso coinciden en el uso de una banda de frecuencias (por

utilizar el mismo canal o canales solapados), se producen interferencias que derivan en mermas de la velocidad de transmisión.

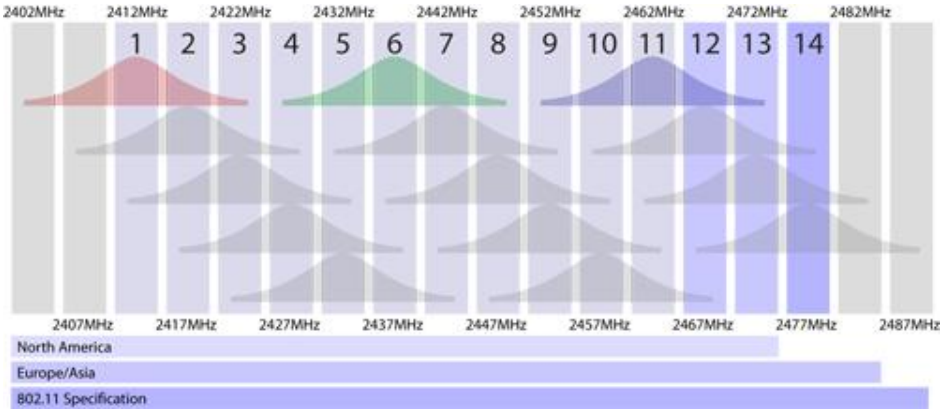



**Figura 7-5: Canales utilizados en WiFi en diversos países**

*Fuente: http://www.photographicworkflow.com*

En el caso del distrito 22@ se observa que hay muchas zonas donde coexisten un número elevado de puntos de acceso, por lo que una gestión óptima de éstos debería mostrar variedad en los canales utilizados.

Por defecto, los suministradores configuran los puntos de acceso en el primero de los canales (denominado 1 o 0, según el convenio utilizado por cada uno de ellos). La detección de redes operando en las mismas frecuencias y la configuración para cambio de canal son operaciones sencillas que no exigen un dominio avanzado de la tecnología.

Como puede observarse en la Figura 7-6, casi la mitad de los puntos de acceso utilizan el primer canal, esto es, el que está configurado por defecto, lo cual es síntoma, al igual que el uso de SSID por defecto (un 25% de ellos), de ausencia de una gestión mínima de la configuración de los APs detectados.

El resto de canales más usados, los centrales (6 y 7) y los más cercanos al límite superior del espectro utilizado (el canal 11) son los canales alternativos más utilizados por su separación con el primer canal, que facilita reducir o anular las interferencias.

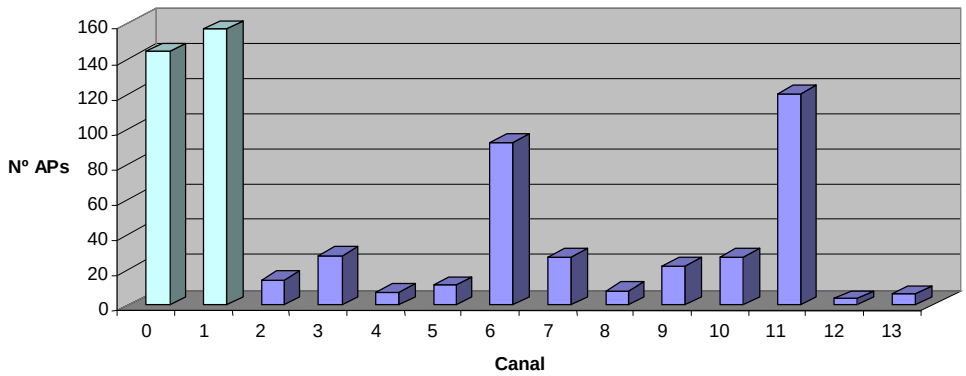



**Figura 7-6: Uso de canales en los puntos detectados**

*Fuente: Elaboración propia*

Si se analizan comparativamente atendiendo al uso de canales los subconjuntos de puntos claramente residenciales y puntos asociados también claramente con empresas, se obtiene el gráfico mostrado en la Figura 7-7. Tal como se puede observar, existe una clara diferencia entre los puntos de acceso de empresa y los residenciales, presentando una diversidad mayor de uso de canales la planta de puntos de acceso de empresa. Dado que estos dos subconjuntos de datos han sido seleccionados en base al identificador de SSID utilizado, ambos presentan mayor diversidad de canales, respecto al conjunto completo de puntos detectados, ya que en los clasificados como "empresa" o "residencial" se ha accedido al AP para configurar el SSID, lo que aumenta la probabilidad de que también el canal haya sido configurado.

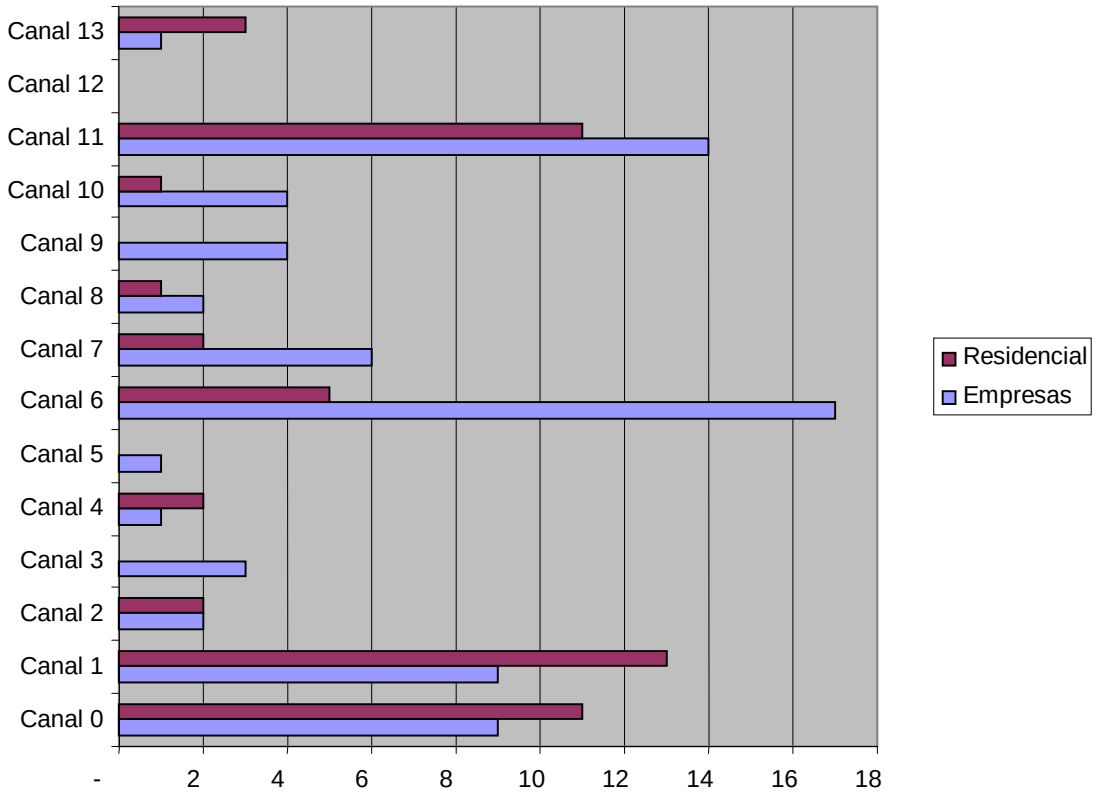



**Figura 7-7: Comparación de uso de canales en residencial y empresa**

*Fuente: Elaboración propia*

## 7.5 USO DE MECANISMOS DE SEGURIDAD

La seguridad es un aspecto importante de la configuración de los puntos de acceso por dos razones: en un primer lugar, cualquier tecnología inalámbrica es a priori más vulnerable al utilizarse un medio de transmisión compartido. En segundo lugar, una de las debilidades más citadas de esta tecnología como inhibidor de su utilización es la percepción por parte de los usuarios potenciales de su escasa seguridad.

Los mecanismos utilizados para realizar una correcta gestión de la seguridad son dos:

- *Protección mediante uso de palabra de paso:* Las redes protegidas requieren la introducción de una palabra de paso para facilitar el acceso a los usuarios. De esta manera se evita la utilización de la red por parte de terceras personas no autorizadas. En las redes privadas es claramente conveniente proteger el acceso mediante este mecanismo al objeto de evitar la intrusión, tanto por seguridad como para impedir el

consumo no autorizado de recursos. En determinados modelos de uso de redes públicas como las comunidades wireless o el acceso gratuito en comercios, no se implantan estos mecanismos de forma intencionada para facilitar la utilización por parte de aquellas personas que lo deseen.

- *Encriptación:* La utilización de mecanismos de encriptación dificulta la intercepción de las comunicaciones por terceras partes, aspecto que es especialmente importante en las comunicaciones de empresa y en los usos para comercio electrónico. Los puntos de acceso habitualmente utilizados implantan dos mecanismos de encriptación: WPA y WEP. El primero de ellos es más robusto y difícil de quebrar, mientras que el segundo es bastante básico y fue el primero que se implantó en los puntos de acceso.

En el momento de realizar el estudio, todos los puntos de acceso eran entregados configurados de fábrica con acceso abierto (sin palabra de paso) y sin encriptación, por lo que la ausencia de configuración por parte del usuario o administrador conducía a una utilización sin aplicar mecanismos de seguridad. Si bien este sigue siendo el caso para los equipos adquiridos en tienda o distribuidor, los puntos de acceso suministrados de forma conjunta con el acceso fijo de banda ancha por parte de los operadores de telecomunicación, han sido configurados por éstos con protección mediante palabra de acceso, tanto para aumentar la seguridad del usuario no versado en la tecnología como para dificultar la utilización de la infraestructura de banda ancha por terceras partes de forma inadvertida por el cliente.

El uso de palabra de paso no se puede detectar con los sniffers, y en cualquier caso, aunque el sistema operativo detecte que la red no necesita palabra de paso para acceder, ésta se puede requerir posteriormente mediante otros mecanismos de autenticación basados en portal cautivo analizados en el cuerpo de la tesis.

El análisis de los datos obtenidos se centrará en consecuencia, en el uso de mecanismos de encriptación. Dado que no es habitual implantar mecanismos de encriptación en usos abiertos de los puntos de acceso, es razonable suponer que todos los puntos de acceso con encriptación disponen de palabra de paso de acceso, aunque no todos los puntos de acceso no encriptados son de uso libre.

Habida cuenta de la evidencia sobre el elevado número de APs cuyo SSID y canal utilizado no han sido configurados, no resultarán sorprendentes los datos encontrados respecto a la baja implantación de mecanismos de cifrado, que han de ser configurados por el administrador de la red.

Un poco más de la mitad del total de puntos de acceso detectados no disponen de mecanismo de encriptación. Este hecho se corresponde con los datos encontrados respecto al uso de canales (la mitad utilizan el canal por defecto), y es aproximadamente el doble de los SSIDs por defecto (25%). Esto es, la mitad de los APs son utilizados tal cual se reciben, y de los que se configuran, en la mitad de ellos únicamente se personaliza el SSID.

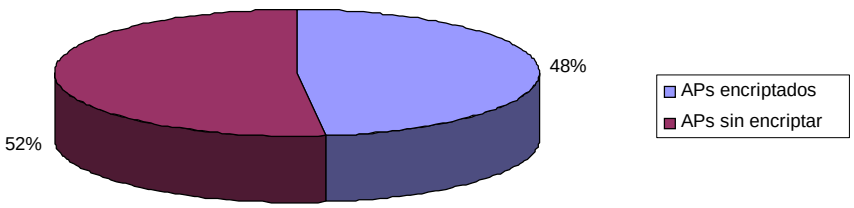



**Figura 7-8: Encriptación de APs**

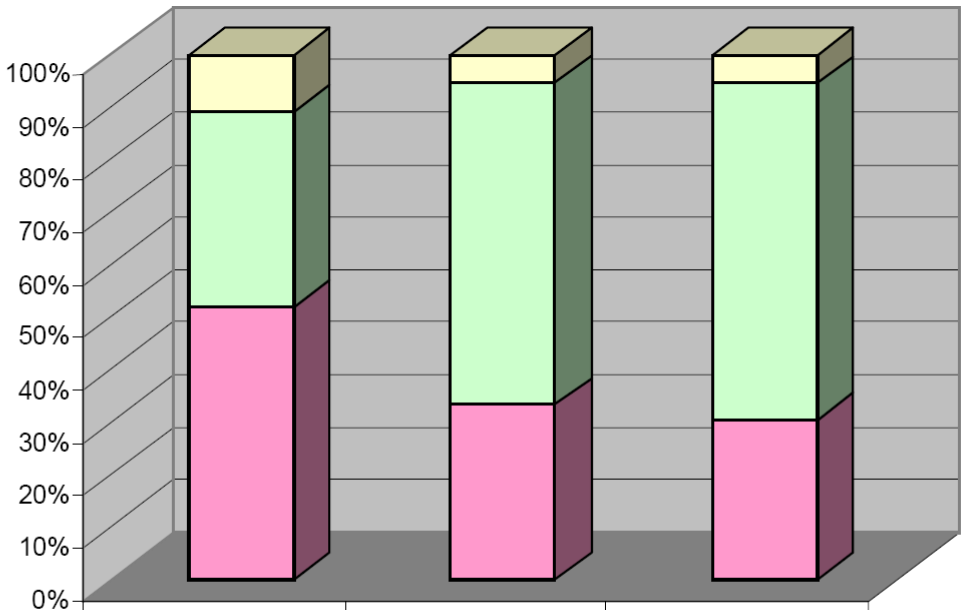
*Fuente: Elaboración propia*

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los puntos, discriminando entre aquellos que se encuentran protegidos (mostrados en verde) y los que no (mostrados en azul).

**Figura 7-9: Encriptación y ubicación**

*Fuente: Elaboración propia*

Tal y como se muestra en la Figura 7-10, en los subconjuntos de puntos de acceso denominados “residencial” y “empresa” clasificados así por la denominación escogida para el SSID, el número de redes encriptadas es más elevado, ya que en ambos el administrador ha realizado una configuración de los puntos de acceso, por lo que existe una probabilidad elevada de que a la vez que configura el nombre de la red, la dote de algún mecanismo de encriptación. Los puntos de acceso de empresa muestran una proporción ligeramente mayor de encriptado, aunque la diferencia no es significativa.




| | Total Aps | Residencial | Empresas |
|---|---|---|---|
| WPA | 11,04% | 5,26% | 5,56% |
| WEP | 36,96% | 61,40% | 63,89% |
| Sin encripación | 52,00% | 33,33% | 30,56% |

**Figura 7-10: Desglose de mecanismos de encriptación aplicados**

*Fuente: Elaboración propia*

La proporción de uso de WEP y WPA es similar en ambos casos, siendo predominante el uso de WEP, al estar más extendido por ser el primero de los estándares de encriptación que se implantó (92% frente al 8% de WPA). El escaso uso de WPA se debe también a posibles problemas de compatibilidad con equipos terminales de cierta antigüedad que no soporten este mecanismo. En el universo total de APs, la proporción de uso de WPA frente a WEP es más elevada (23% de todos los APs encriptados), lo cual es indicativo probablemente de menores restricciones de compatibilidad con diversidad de equipos terminales, combinado con una menor antigüedad de la planta instalada. Aún así, no queda completamente explicada la diferencia en el uso de WPA entre el sector residencial (5,26%) y el conjunto total (11,04%). Una posible explicación es que en los equipos más nuevos la configuración por defecto incluya encriptación WPA, si bien no existe evidencia empírica al respecto.

## 7.6 USUARIOS CONECTADOS

Uno de los aplicativos utilizados en la detección, Kismet, recoge información sobre los usuarios conectados al punto de acceso en el momento de realizarse la detección. Los datos obtenidos y mostrados en la Figura 7-11 indican un uso escaso de las redes detectadas, ya que la mayor parte no estaban siendo utilizadas en el momento de la detección[2].

[2] *Todos los recorridos se realizaron entre las 16:00 y las 19:00 en días laborables.*

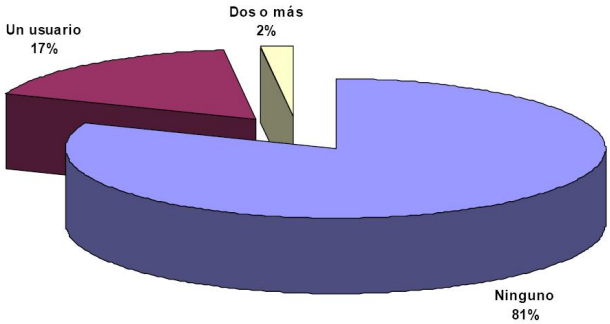



**Figura 7-11: Utilización de los puntos de acceso**

*Fuente: Elaboración propia*

Así mismo, los puntos de acceso que tenían usuarios activos eran utilizados en una abrumadora mayoría por un único usuario, estando limitados los casos de uso simultáneo por varios usuarios a un máximo de 3. Esto indica que existe una elevada capacidad excedente en las redes que podría ser utilizada de forma compartida con otros usuarios mediante contraprestación o de manera filantrópica.

# 8 CONCLUSIONES

A partir de los datos obtenidos se pueden alcanzar las siguientes conclusiones:

- La densidad de puntos de acceso detectados en el distrito 22@, que en el momento de realizar el estudio no se correspondía con un entorno especialmente intensivo en empresas tecnológicas, es elevado y cubre todo el territorio contemplado.

- La mayor parte de la tecnología desplegada se corresponde con el estándar comercial de mayor velocidad (802.11g), con lo que el ancho de banda disponible es elevado. La planta de 802.11b se corresponde con instalaciones de más de tres años de antigüedad que aún no han sido renovadas.

- Una proporción muy alta de puntos de acceso no han sido configurados por el usuario o administrador, siendo utilizados “out-of-the-box”, es decir, tal y como se reciben. Este dato, junto con la elevada densidad de puntos, indica que la tecnología ha salido de los círculos de “tecnólogos” para extenderse por segmentos más amplios de la población, tanto residenciales como de empresa, lo cual es un síntoma de madurez del mercado. Por otro lado, este hecho indica también que raramente se ha contemplado el acceso controlado por parte de otras personas distintas al titular, que también requiere una cierta configuración, al menos para facilitar la identificación de la red al usuario potencial. En definitiva, las características de la planta instalada se corresponden con un uso extendido, pero centrado en la utilización privada por parte de usuarios no expertos en tecnología de comunicaciones.

- El elevado número de APs que utilizan el canal por defecto indica además que no existen problemas graves de interferencias entre redes, ya que en caso contrario un número mayor de usuarios cambiaría la configuración para utilizar canales alternativos para evitar la merma de ancho de banda derivada de las interferencias. Observando la baja utilización de las redes y teniendo en cuenta que actualmente WiFi soporta anchos de banda mayores que los proporcionados por las redes a las que se conecta, queda explicada esta situación.

- El bajo número de usuarios conectados permite inferir que existe bastante capacidad vacante que puede ser utilizada para suministrar servicios a terceros, así como un uso eminentemente residencial, y en el caso de empresas, la utilización de las redes WiFi como alternativa de uso complementario a la red de área local fija, que soporta la mayor parte del tráfico.

# 9 REFERENCIAS

[BCN, 00] AYUNTAMIENTO DE BARCELONA: ***"Modificació del PGM per a la renovació de les zones industrials del Poblenou. Districte d'Activitats 22@"***. Septiembre, 2000. [En Línea]. Disponible en <http://www.bcn.es/22@bcn/cata/planesyproyectos/plan22@/bajar_pdf/22@cata.pdf>. [Consulta: 06.11.2006].

*Descripción detallada de las actuaciones previstas en el distrito 22@ por parte del ayuntamiento de Barcelona, así como la situación del distrito en el momento de realización del estudio.*

[BCN, 05] AYUNTAMIENTO DE BARCELONA: ***"El proyecto 22@ Barcelona"***. Septiembre, 2005. [En Línea]. Disponible en <http://www.bcn.es/22@bcn/pdf/22@_estat_execucio.pdf>. [Consulta: 06.11.2006].

*Descripción general del plan 22@, así como de las actuaciones realizadas en 2005.*

[Berghel, 04a] BERGHEL H.: ***"Wireless Infidelity I: War Driving"***. Communications of the ACM, 47:9, 2004. Pp. 21-26.[En Línea]. Disponible en <http://www.berghel.net/col-edit/digital_village/sep-04/dv_9-04.php >.[Consulta: 21.08.2006].

*Introducción a las técnicas de wardriving y sus orígenes.*

[Berghel, 04b] BERGHEL H.: ***"Wireless Infidelity II: Airjacking"***. Communications of the ACM, 47:12, 2004. Pp. 15-20. [En Línea]. Disponible en < http://www.berghel.net/col-edit/digital_village/dec-04/dv_12-04.php >.[Consulta: 21.08.2006].

*Continuación del artículo anterior centrado en la interpretación de datos obtenidos en wardriving.*

[Cinco Días, 05] 5 DÍAS: ***"El 60% de la población española puede conectarse a una red de WiFi".*** Nota de Prensa. Periódico 5 Días. 13 de Octubre de 2005. [En Línea]. Disponible en <http://www.cincodias.com/articulo/empresas/poblacion/espanola/puede/conectarse/red/Wifi/cdscdi/20051013cdscdiemp_6/Tes/ >. [Consulta: 21.08.2006].

*Nota de prensa sobre el estudio realizado por Iber-x (http://www.iwe-x.com/observatorio.html) sobre puntos de acceso Wi-Fi en España.*

[Cirt, 05] CIRT: ***"Default wireless configurations"***. [En Línea]. Disponible en <http://www.cirt.net/cgi-bin/ssids.pl>. [Consulta: 21.08.2006].

*Lista de identificadores de SSID que utiliza por defecto cada uno de los fabricantes de puntos de acceso.*

[Hurley, 04] HURLEY, C.: ***"Wardriving, Drive, detect, defend"***. Ed. Rockland, MA: Syngress, cop. 2004

*Estudio sobre las técnicas de wardriving, utilizado como referencia para el levantamiento del radiomapa del distrito 22@*

[Korte, 01] KORTE, G.: "***The GIS Book"***. How to implement, manage, and assess the value of geographic information systems; Ed. Santa Fe: Onword, 2001

*Libro sobre sistemas de información geográfica. Utilizado en el levantamiento de radiomapa del distrito 22@ como referencia para la selección de herramientas de representación gráfica de mapas.*

[Ruiz, 05] RUIZ, J. M.: "***Informe de planificación de radiofrecuencia y seguridad de redes WIFI en España"***. [En Línea] Disponible en http://www.aui.es/biblio/bolet/bole029/ponencias/informe%20de%20planificacion%20de%20radiofrecuencia.pdf>. [Consulta 25.07.05]

*Estudio de seguridad y canales utilizados en puntos de acceso en España, basado en un barrido de hotspots en diversas ciudades de España.*

# Anexo III

## *Extracto de entrevistas realizadas a actores relevantes*

# Índice de contenidos

**1 INTRODUCCIÓN ..... 1**

**2 ESTRUCTURA DEL ANEXO ..... 1**

**3 ACTORES ENTREVISTADOS ..... 2**

**4 METODOLOGÍA UTILIZADA ..... 3**

**5 ENTREVISTA A JORDI LÓPEZ (LOCALRET) ..... 5**

5.1 FICHA ..... 5
5.2 CONTENIDO DE LA ENTREVISTA ..... 5
5.3 CONCLUSIONES ..... 11

**6 ENTREVISTA A RAMON SAGARRA (22@) ..... 13**

6.1 FICHA ..... 13
6.2 CONTENIDO DE LA ENTREVISTA ..... 13
6.3 CONCLUSIONES ..... 18

**7 ENTREVISTA A RICARD RUIZ DE QUEROL (TELEFÓNICA) ..... 19**

7.1 FICHA ..... 19
7.2 CONTENIDO DE LA ENTREVISTA ..... 19
7.3 CONCLUSIONES ..... 25

**8 ENTREVISTA A JOSUÈ SALLENT (ITCAT) ..... 27**

8.1 FICHA ..... 27
8.2 CONTENIDO DE LA ENTREVISTA ..... 27
8.3 CONCLUSIONES ..... 33

**9 ENTREVISTA A JAUME SANPERA (EURONA) ..... 35**

9.1 FICHA ..... 35
9.2 CONTENIDO DE LA ENTREVISTA ..... 35
9.3 CONCLUSIONES ..... 40

**10 ENTREVISTA A RAMON ROCA (GUIFI) ..... 41**

10.1 FICHA ..... 41
10.2 CONTENIDO DE LA ENTREVISTA ..... 41
10.3 CONCLUSIONES ..... 46

**11 ANÁLISIS DE RESULTADOS ..... 47**

11.1 VISIÓN DE LA TECNOLOGÍA ..... 47
11.2 VISIÓN DE SERVICIOS ..... 47
11.3 ARQUITECTURA DE INTERCONEXIÓN ..... 47
11.4 MADUREZ DEL MERCADO ..... 48
11.5 COMPETENCIA/SINERGIA CON OTRAS REDES ..... 48
11.6 REGULACIÓN ..... 49
11.7 VIABILIDAD ECONÓMICA ..... 49
11.8 PAPEL DE ADMINISTRACIONES PÚBLICAS ..... 50
11.9 INTERÉS PARA OPERADORES DE TELECOMUNICACIÓN ..... 50
11.10 ANÁLISIS DAFO ..... 51
11.11 ACTORES RELEVANTES ..... 52

**12 CONCLUSIONES ..... 55**

**13 REFERENCIAS ..... 57**

**14 GUIÓN DE ENTREVISTA UTILIZADO ..... 59**

# Índice de figuras

Figura 11-1: Análisis DAFO agregado ..... 51

# Índice de tablas

Tabla 3-1: Actores entrevistados ..... 3
Tabla 5-1: Impacto de actores según J. López (Localret) ..... 10
Tabla 6-1: Impacto de actores según R. Sagarra (Ayuntamiento Barcelona) ... 17
Tabla 7-1: Impacto de actores según R. Ruiz de Querol (Telefónica) ..... 24
Tabla 8-1: Impacto de actores según J. Sallent (ITCat) ..... 32
Tabla 9-1: Impacto de actores según J. Sanpera (Eurona) ..... 39
Tabla 10-1: Impacto de actores según R. Roca (Guifi) ..... 45
Tabla 11-1: Visión global del impacto de actores ..... 53

# 1 INTRODUCCIÓN

En este anexo se incluyen las entrevistas realizadas a varios actores relevantes en el despliegue de redes públicas WiFi en Cataluña, así como las conclusiones y análisis comparativos realizados a partir de ellas.

El objetivo es disponer de información de primera mano acerca de la visión que tienen los actores más relevantes en la configuración del despliegue y operación de estas redes, y en concreto sobre las capacidades, debilidades y situación actual y futura de estas tecnologías.

El análisis de la visión de profesionales que participan en la estrategia de estos actores permite comprender mejor el proceso de configuración del uso de estas tecnologías por los distintos tipos de organizaciones, ya que cada uno de ellos utiliza las capacidades que ofrece este tipo de redes bajo una serie de supuestos y con objetivos que dependen de sus intereses, capacidades, y limitaciones, adaptando las posibilidades de uso de la tecnología al contexto en el que se desenvuelve.

Tal como se indica en la bibliografía existente sobre el análisis de la relación entre tecnología y sociedad como [Latour, 89] y [Mckenzie et al., 85], existe una interrelación entre la tecnología y los actores sociales mediante la cual la ésta se configura y utiliza de acuerdo a la visión que tiene de ésta cada uno de los actores, alcanzándose configuraciones de uso y aplicación que muchas veces no están previstas inicialmente por los actores que proponen las nuevas tecnologías. La influencia de los actores sociales sobre la configuración de la tecnología y de ésta sobre los actores sociales es un proceso complejo y en evolución continua, en el que no se puede aislar ninguno de los factores ignorando el resto si se pretende realizar un correcto análisis de su evolución.

Las conclusiones obtenidas en el presente anexo se han utilizado en la tesis principalmente en el capítulo dedicado al análisis de actores participantes, si bien también se han tenido en cuenta en el resto de apartados por las razones ya indicadas.

Tal como era de prever y se mostrará en el documento, las visiones de los distintos actores sobre la tecnologías inalámbricas de uso libre del espectro en la construcción de redes públicas divergen en muchos aspectos, y plantean formas de utilización, diagnósticos sobre factores clave, y propuestas de uso dependientes de sus intereses, capacidades, y limitaciones.

# 2 ESTRUCTURA DEL ANEXO

El presente anexo está organizado de acuerdo a la siguiente estructura:

En el primer apartado se describen los objetivos que se pretenden conseguir, y se enmarca el trabajo de investigación realizado dentro del contexto general de la tesis. El segundo apartado describe la organización del documento.

En el apartado 3 se razona la selección de actores entrevistados, dedicándose el apartado 4 a describir los aspectos metodológicos relevantes en la realización de las entrevistas.

Los apartados del 5 al 10 incluyen los contenidos de las entrevistas realizadas, organizadas de acuerdo al guión seguido para recoger la visión de los actores, incluyéndose información sobre la situación de los actores dentro del panorama del despliegue de redes públicas, así como una conclusión de cada entrevista que extracta los principales aspectos que definen la posición y visión del entrevistado.

El apartado 11 está dedicado al estudio de los resultados obtenidos en las entrevistas, realizándose un análisis comparativo de la posición y visión de las personas entrevistadas para cada uno de los aspectos tratados.

En el apartado 12 se muestran las principales conclusiones obtenidas. Por último, los apartados 13 y 14 incluyen la bibliografía y el guión seguido en la realización de la entrevista.

# 3 ACTORES ENTREVISTADOS

Las personas que han sido entrevistadas se corresponden con protagonistas directos en el despliegue y operación de este redes WiFi en Cataluña, en el sector público, la empresa privada, e iniciativas ciudadanas.

Dentro del sector público, se ha tomado como administraciones de referencia a la Generalitat y las administraciones locales, ya que son las organizaciones son las que juegan un papel más activo en este campo en el ámbito catalán.

En la Generalitat se ha entrevistado a Josuè Sallent, que a la sazón era el Director de ITCAT, el operador neutral de infraestructura financiado por la Generalitat de Cataluña, y en el momento de completar el documento es el Director General de la Sociedad de la Información en este organismo.

Dado que las administraciones locales se han mostrado en el contexto internacional como los actores institucionales más activos en el despliegue de redes públicas WiFi, se ha realizado entrevista a dos personas que participan en este tipo de organizaciones en distintas posiciones. Ramon Sagarra es el responsable de infraestructuras de telecomunicaciones del distrito 22@ de Barcelona, y aporta la visión de estas tecnologías desde un ayuntamiento grande en cuyo territorio existe competencia entre operadores de telecomunicación. Para completar la visión desde las administraciones locales se ha entrevistado también a Jordi López, el Director General de Localret, consorcio formado por la mayor parte de ayuntamientos de Cataluña con la misión de coordinar las políticas de telecomunicaciones de los ayuntamientos, y que por tanto aporta una visión global que incluye escenarios para ayuntamientos de menor tamaño y con carencia o escasez de oferta de redes de telecomunicación privadas.

Para recoger la visión de las iniciativas ciudadanas se ha tomado como referencia a la iniciativa de mayor implantación en Cataluña, tanto en lo que respecta a extensión en el despliegue como a diversidad de actores involucrados: Guifi. Para ello se entrevistó a Ramon Roca, uno de los prinicipales impulsores de esta iniciativa desde sus inicios, que continúa participando activamente en su despliegue actual.

Para recoger la visión de la iniciativa privada empresarial, se ha entrevistado a Ricard Ruiz de Querol, Director de Relaciones Institucionales de Telefónica en Cataluña, y a Jaume Sanpera que es el Director General de Eurona, empresa de ámbito local especializada en el despliegue de este tipo de redes. La visión de Ricard Ruiz de Querol es representativa de la concepción de la utilidad y aplicación de WiFi desde la óptica de los grandes operadores de ámbito nacional y global, mientras que la entrevista a Jaume Sanpera proporciona la visión alternativa de empresas locales en las que esta tecnología forman parte del núcleo de su negocio.

Tal como se muestra en la Tabla 3-1, las entrevistas fueron realizadas entre Febrero de 2006 y Diciembre de 2006, según la disponibilidad de agendas de los entrevistados.

| Persona | Organización | Cargo | Fecha |
|---|---|---|---|
| ***Jordi López*** | Localret | Director General | 6/11/2006 |
| ***Ramon Sagarra*** | Ayuntamiento Barcelona | Director infraestructuras 22@ | 20/02/2006 |
| ***Ricard Ruiz de Querol*** | Telefónica | Director Relaciones Institucionales | 19/12/2006 |
| ***Josuè Sallent*** | ITCAT | Director General | 31/08/2006 |
| ***Jaume Sanpera*** | Eurona | Director General | 09/10/2006 |
| ***Ramon Roca*** | Guifi | Promotor y participante activo | 21/11/2006 |

**Tabla 3-1: Actores entrevistados**

*Fuente: Elaboración propia*

El plan inicial de entrevistas incluía a dos actores adicionales que complementaban la visión desde las iniciativas privadas: Kubiwireless y FON. Kubiwireless es una empresa especializada en desplegar hotspots en ubicaciones como hoteles y comercios, y en gestionar acuerdos de roaming con otros operadores de telecomunicación (véase el análisis del mercado de hotspots en Cataluña incluido en el anexo I). FON intenta articular la explotación agregada de redes WiFi desplegadas por actores residenciales que ofrecen su capacidad excedente para uso público, planteando un modelo de negocio novedoso en tanto en cuanto pretende articular bajo un único servicio comercial redes de acceso proporcionadas por usuarios residenciales.

No ha sido posible realizar estas entrevistas por las siguientes razones:

- En el caso de Kubiwireless, el responsable de comercialización de esta empresa ha indicado que los datos que se pretendía recoger en la entrevista eran de carácter estratégico y confidencial para la empresa, lo cual impidió recoger e incluir su visión en la tesis.

- En el caso de FON, aunque inicialmente se accedió a realizar la entrevista con el Director General, Martin Varsavski la persona entrevistada, después de varios intentos para concertar la entrevista, bien personal o telefónicamente, no fue posible realizarla debido a la apretada agenda de esta persona.

# 4 METODOLOGÍA UTILIZADA

Las entrevistas se efectuaron en sesiones de dos horas aproximadamente, tomando como referencia un guión preestablecido incluido al final del anexo que contemplaba los aspectos de mayor interés para establecer la posición del actor entrevistado. Antes de llevarla a cabo, en el momento de concertar la entrevista, este guión era enviado al entrevistado para ayudar a centrar el ámbito de ésta.

El guión fue diseñado partiendo de los aspectos tratados en el cuerpo de la tesis para los que resultaba más relevante la visión de cada tipo de actor sobre el uso y configuración de la tecnología y actitudes del resto de actores, de cara a la utilización de la información recogida en el análisis de articulación de modelos de explotación. Adicionalmente, se tuvieron en cuenta trabajos similares realizados en otros contextos geográficos, como el estudio realizado sobre redes públicas WiFi en Austin (Texas) por Fuentes-Bautista e Inagaki ([Fuentes-Bautista et al., 05]) o el estudio comparativo entre proveedores de servicio inalámbricos comerciales y comunidades wireless vecinales presentado en [Verma et al., 02a], ya que ambos también apoyaban su investigación en entrevistas a actores relevantes.

Al comenzar la entrevista se informaba al entrevistado sobre el objetivo de ésta, y de los objetivos que se pretendía cubrir, indicándose también el procedimiento previsto para recoger, transcribir, y revisar los contenidos, así como de la política de difusión de los resultados obtenidos.

Para llevar a cabo la entrevista se siguió el guión indicado de manera flexible, ya que en muchos casos, al hilo de un apartado el entrevistado abordaba la temática contemplada en otro y se consideró que preferible recoger las precisiones en el momento para recoger el máximo de información a seguir una estructura más rígida que dificultase el discurso de la persona que exponía su posición. El registro de la entrevista se realizó mediante notas tomadas por el investigador, en lugar de realizar una grabación, para facilitar una mayor fluidez, que en parte de los casos podía verse comprometida por la preocupación del entrevistado en dejar registro de expresiones que no reflejasen de forma fiel su intención al responder.

Finalmente, el entrevistado debía rellenar una tabla en la que figuraban los actores sociales más relevantes bajo su punto de vista, indicando aquellos que a su juicio favorecían o promocionaban el despliegue y uso de redes públicas basadas en uso libre del espectro, y aquellos que lo inhibían, calificando cualitativamente el grado en que se producía (de forma moderada o fuerte). La comparación de estas tablas, junto con las propias respuestas ha permitido identificar coincidencias y divergencias entre la visión de cada actor.

Una vez completada la entrevista, se transcribió el contenido a partir de las notas tomadas, ordenando los resultados según el esquema inicialmente previsto, y se realizó adicionalmente un resumen de las conclusiones obtenidas que refleja la posición del entrevistado a partir de la respuesta a las preguntas planteadas en cada apartado. Esta transcripción, junto con dicho resumen, fue entregada a cada entrevistado para confirmar su fidelidad respecto a la posición del actor, dándosele la opción de corregir aquello que hubiese sido malinterpretado. Cuando el entrevistado introducía directamente los cambios, éstos fueron respetados de forma íntegra, y en los casos en que los comentarios no eran correcciones directamente sobre el documento, se remitió al entrevistado una versión corregida para su revisión. Aún así, puede existir algún aspecto incorrectamente reflejado motivado por una incorrecta comprensión por parte del autor de la presente tesis, pues las personas entrevistadas tenían agendas apretadas que en muchos casos dificultaban una revisión detallada del resumen de la entrevista.

En los siguientes apartados (del 5 al 10) se muestran los contenidos de las entrevistas realizadas (transcripciones ordenadas), junto con el análisis de resultados obtenidos y la comparación entre las distintas visiones de cada actor entrevistado.

Cada apartado se ha organizado introduciendo primero a la persona entrevistada y el papel que juega en el despliegue y operación de este tipo de redes, incluyéndose a continuación el contenido de la entrevista y mostrándose en último lugar un extracto de la posición de la persona entrevistada respecto a estas tecnologías.

A partir de los datos obtenidos y una vez completadas todas las entrevistas, se ha realizado un análisis de los resultados y una comparativa de la visión de cada entrevistado que se incluye también en los apartados 11 y 12.

# 5 ENTREVISTA A JORDI LÓPEZ (LOCALRET)

## 5.1 FICHA

NOMBRE: Jordi López Benassat
ORGANIZACIÓN: Localret
CARGO: Director General

FECHA: 6/Noviembre/2006

PAPEL QUE JUEGA LOCALRET EN EL DESARROLLO DE REDES PÙBLICAS BASADAS EN ESPECTRO DE USO LIBRE

El consorcio Localret fue creado en 1997 por un conjunto de municipios catalanes y actualmente agrupa a 782 ayuntamientos, el 99% de la población de Cataluña. Tiene como objetivo desarrollar iniciativas públicas y dinámicas de relación entre la administración y los operadores de telecomunicaciones a fin de conseguir un despliegue equilibrado, social y territorialmente, de las redes de telecomunicaciones y de la sociedad de la información en Cataluña. En el contexto de las redes públicas WiFi, Localret asesora a los municipios asociados sobre el despliegue de redes municipales, tanto en la vertiente tecnológica como acerca de esquemas de promoción, legislación aplicable, modelos de explotación, y utilidad para la administración local.

## 5.2 CONTENIDO DE LA ENTREVISTA

### 1.- ADECUACIÓN DE TECNOLOGÍA

J. López considera que la mayor parte de las tecnologías utilizadas en este tipo de redes se encuentran en un grado de madurez suficiente para su aplicación práctica en la construcción de dichas redes y la provisión de servicios.

En el caso de las redes malladas (mesh), sí identifica una cierta falta de madurez en lo que respecta a la tecnología, existiendo deficiencias en el soporte ofrecido por los fabricantes de equipos (interoperación, control de QoS, etc.) y en las arquitecturas que facilitan el despliegue de redes interconectadas bajo este modelo.

### 2.- SERVICIOS SOBRE ESTE TIPO DE REDES

Respecto a los servicios, J. López identifica como motor actual de este tipo de redes a los servicios de acceso a Internet centrados en consulta de páginas y acceso al correo electrónico. Considera también que a corto y a medio plazo, los siguientes servicios pueden actuar como un incentivador importante de la demanda:

- *Servicios de información local:* Al estar los despliegues WiFi muy ligados al territorio, al contrario que otras tecnologías de cobertura integral como la telefonía celular, la provisión de contenidos ligados a la ubicación de la red (como por ejemplo la información turística o de comercios locales) puede actuar de forma diferencial como impulsor de estas redes, las cuales suponen un soporte muy adecuado para estos servicios. Indica que si bien se empieza a disponer de experiencias en este sentido, aún es necesario un desarrollo mayor de propuestas que planteen interés para los usuarios.

- *Redes de sensores:* El uso de redes públicas Wifi para utilizarlo como infraestructura que permita transmitir información M2M (máquina a máquina) supondrá, también bajo la visión

de J. López, un incentivo relevante de aplicación. El bajo coste de despliegue en entornos reducidos, así como el también bajo y decreciente coste de los equipos terminales WiFi, permitirá su utilización en este contexto. La información a transmitir desde sensores o conjuntos de sensores asociados a un equipo terminal equipado con WiFi puede ser muy variada y asociada a control de inventario de equipos, información clínica de ganado, climatología, etc.

Respecto a servicios de comercio electrónico y e-government, así como los servicios basados en información sobre la localización del propio usuario, no considera relevante su papel como incentivador de la demanda actual ni futura.

Los servicios de Voz sobre IP y multimedia son vistos por J. López como posibles incentivadores futuros de demanda, en el contexto de utilización de terminales con capacidades de comunicación WiFi y 3G, que aumentarán la utilización de estas redes gracias a sus capacidades específicas y a la utilización de WiFi de forma complementaria a 3G (tratado más adelante).

## 3.- ARQUITECTURA INTERCONEXIÓN

Respecto a las arquitecturas de interconexión, J. López considera que todos los modelos existentes tienen su aplicación, cada uno en un contexto específico, no decantándose por un claro "ganador" respecto a los demás, sino por un uso complementario de cada uno de ellos, adaptado a cada situación específica.

## 4.- MADUREZ DEL MERCADO

Respecto al mercado, J. López considera que actualmente el mercado más maduro es el residencial en ubicaciones donde no existe oferta de banda ancha (típicamente localidades sin oferta de ADSL), en el que WiFi realiza propuestas de valor, con un mercado potencial suficientemente maduro.

En el segmento del mercado itinerante considera que no existe masa crítica de usuarios suficiente que justifique la viabilidad económica en la mayoría de las ubicaciones, si bien considera que éste es un mercado creciente que en un futuro irá sustituyendo al mercado residencial según vaya desplegándose banda ancha en estos municipios y aumentando el uso itinerante de los servicios de transmisión de datos por parte del público en general. El uso itinerante hasta el momento ha estado centrado en el mercado de profesionales de empresa, considerando el entrevistado que irá extendiéndose al mercado residencial.

## 5.- COMPETENCIA /SINERGIA DE OTRAS REDES

El entrevistado apuesta por una coexistencia entre 3G y WiFi basada en la utilización de terminales duales que permitan utilizar una u otra tecnología para servicios equivalentes de acuerdo a la disponibilidad de redes WiFi en cada ubicación, que en principio plantearán ventajas de coste para el usuario final, ya que los modelos de negocio viables se basarán en uso gratuito o de bajo coste financiado por otros ingresos de estas redes.

Así pues, Jordi López considera que el escenario será de complementariedad entre 3G y WiFi, si bien en el segmento de usuarios de empresa, 3G planteará una competencia importante, "descremando" el mercado al capturar a los usuarios de mayor valor como fuente de ingresos.

Respecto a la utilización de WiFi por parte de los operadores celulares, considera que es probable que estos actores utilicen las redes WiFi como un complemento de sus redes 3G para canalizar la comunicación a través de ellas cuando estén disponibles. Esta estrategia se articulará mediante la promoción de terminales duales WiFi/3G que permitan esta utilización de forma controlada por el propio operador 3G.

## 6.- ADECUACIÓN DE REGULACIÓN

En la regulación del espectro J. López indica que la regulación actual es ineficiente al ser rígida y muy orientada al uso exclusivo del espectro por grandes actores. Pone como ejemplo el éxito que ha supuesto en el desarrollo del mercado de equipos y servicios la concesión de una pequeña parte del espectro en uso compartido sin licencia y aboga por que los reguladores promocionen estos modelos de utilización del espectro.

Así mismo, considera que se debería facilitarse el suo de bandas licenciadas a administraciones públicas en aquellos usos donde no sea posible ir a esquemas de uso compartido, de manera que la disponibilidad de espectro no sea una barrera para el despliegue de iniciativas públicas.

En lo que respecta a la regulación de la competencia, J. López es crítico con el papel ejercido por las entidades reguladoras. Sobre el marco de regulación comunitario, su crítica es que el modelo actual está centrado en exceso en la competencia entre empresas privadas en el despliegue de redes y explotación de servicios, sin que esté contemplada en este modelo de forma clara la participación activa de las administraciones públicas.

Respecto la regulación de ámbito español, indica que no existe una apuesta por el despliegue de redes y servicios por parte de la administración pública. Preguntado sobre las actuaciones de la Comisión del Mercado de Telecomunicaciones, J. López indica que podría ser más proactiva en este ámbito de participación de administraciones públicas en iniciativas de promoción de redes y servicios.

En lo que respecta a la regulación de derechos de paso y uso de infraestructuras públicas, J. López indica que es importante facilitar todo cuanto sea posible el uso de las infraestructuras públicas por todo tipo de actores para aumentar la oferta y diversidad de redes y servicios, siendo la institución que él dirige, Localret, la responsable de ayudar a los municipios catalanes en esta tarea, facilitando información en este sentido a los ayuntamientos y promoviendo el establecimiento de reglas comunes que simplifiquen los trámites y el uso efectivo de estas infraestructuras por parte de los operadores.

Preguntado sobre si es conveniente imponer regulación adicional o relajar la existente para las iniciativas basadas en comunidades ciudadanas, J. López considera que no ve necesario introducir cambios sobre en el marco regulatorio existente a este respecto.

## 7.- VIABILIDAD ECONÓMICA

Respecto a la viabilidad económica de este tipo de iniciativas, la considera muy dependiente de la existencia de competencia real para este tipo de redes, siendo la situación muy distinta en los territorios donde no existe despliegue de banda ancha, que en aquellos en que existe oferta de este tipo suministrada por un único operador, o en los que existe una diversidad real de oferta.

Tal como indicó al analizar la madurez del mercado, en aquellas ubicaciones donde no exista oferta alternativa, la viabilidad económica sí es posible en muchos casos, mientras que en aquellas ubicaciones sin oferta de banda ancha donde no es factible equilibrar los gastos con los ingresos, se debe tener en cuenta el cumplimiento de objetivos de servicio universal como una justificación clave de los despliegues.

En lo que respecta a despliegues orientadas al uso itinerante, en donde en general no existe una viabilidad económica clara actualmente de forma aislada, J. López indica que el modelo de viabilidad vendrá dado por el uso de estas redes para otro tipo de utilidades de forma simultánea, como los servicios en autoprestación por parte de administraciones municipales que permitan justificar una parte importante de los costes de despliegue y plantear la provisión de servicio de acceso Internet itinerante a bajo coste o gratuito para los usuarios potenciales, cubriéndose otro tipo de objetivos no relacionados con los ingresos directos en la prestación del servicio.

## 8.- PAPEL QUE DEBEN JUGAR ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

- *Financiación de redes WiFi:* J. López considera que las administraciones públicas deben actuar principalmente invirtiendo en infraestructura pasiva (por ejemplo, obra civil o fibra oscura) que pongan a disposición de operadores bajo modelos de neutralidad para éstos suministren servicios, más que en la financiación de prestación de servicios por parte de otros operadores. Esto es, la inversión debe ir orientada a desplegar infraestructura pública pasiva en la que puedan apoyarse los actores que operan los servicios.

- *Operación:* Considera que las administraciones públicas no deben en general participar directamente en la operación de redes. Cuando estas administraciones dispongan de infraestructura con necesidades de gestión (generalmente despliegue de redes de nivel 2 o 3), el esquema más adecuado es la encomienda de estas actividades bajo modelos de subcontratación a agentes del mercado especializados, cuya eficiencia y experiencia es mayor que la disponible en las propias administraciones, no especializadas en actividades de gestión de redes.

- *Utilización:* Considera que las administraciones públicas pueden jugar un papel importante como usuarios de estas redes, sea en autoprestación o actuando como clientes de los que desplieguen las redes para ahorrar costes y facilitar su viabilidad económica que permita proporcionar servicios gratuitos o de bajo coste a los ciudadanos.

- *Promoción:* Las administraciones sí deben participar de forma activa como catalizadores y punto de encuentro de los diversos actores que se pueden movilizar para facilitar el despliegue de este tipo de redes, que se consideran beneficiosas para conseguir los objetivos de las administraciones públicas en la promoción de la competencia y de la incorporación de los ciudadanos a la sociedad de la información.

- *Despliegue de aplicaciones:* J. López considera que también existe un papel relevante de las administraciones, especialmente las más ligadas al territorio, en el desarrollo de aplicaciones y contenidos que aprovechen la característica de especial ligazón a la ubicación de estas tecnologías, como los servicios indicados en el apartado correspondiente.

En resumen, J. López considera que las administraciones públicas deben jugar un papel activo en la promoción, utilización y construcción de aplicaciones, así como en la inversión en infraestructuras que faciliten el despliegue de este tipo de redes por diversidad de actores que compartan el uso de la infraestructura proporcionada por la administración y que sean gestionadas por empresas especializadas y no por la propia administración.

## 9.- INTERÉS PARA OPERADORES DE TELECOMUNICACIÓN

Jordi López centra el interés actual de estas tecnologías para ámbitos municipales y ubicaciones específicas, no siendo relevante el interés actual de los operadores de ámbitos geográficos más amplios. Considera que a medio plazo sí será una tecnología de interés para operadores con mayor ámbito territorial, especialmente para los operadores no integrales, esto es, operadores fijos que no dispongan de infraestructura de redes celulares 3G y operadores 3G que no dispongan de infraestructura fija, ya que en estos casos WiFi puede actuar como infraestructura complementaria para mejorar la oferta comercial.

## 10.- ANÁLISIS DAFO

### Principales debilidades

- Los modelos de negocio no están consolidados ni existe una base de experiencia suficiente, y la tecnología evoluciona con demasiada rapidez, por lo que no se ha generado una estabilidad suficiente para atraer a los actores que son inversores potenciales en este tipo de tecnología.

### Principales amenazas

- La tecnología 3G y su evolución hacia 4G suponen tanto una amenaza al poder proporcionar parte de los servicios de estas redes como una oportunidad al existir la posibilidad de actuar de tecnología complementaria.

### Principales fortalezas

- La elevada base instalada de equipos terminales con conectividad Wifi, así como la evolución hacia incluir de serie esta tecnología en gran variedad de equipos terminales.

- El bajo y decreciente coste de despliegue de las redes de acceso que permite la participación de organizaciones más pequeñas que los operadores tradicionales, así como la escalabilidad de la tecnología que permite abordar despliegues de ámbito territorial reducido que se pueden ir extendiendo paulatinamente.

- Esta tecnología está integrada de forma natural con Internet y en general la tecnología IP, por lo que el suministro de servicios relacionados se puede realizar de forma natural y con costes marginales modestos.

### Principales oportunidades

- Demanda creciente de servicios IP.

- La aplicación de estas redes para el suministro de servicios y contenidos de ámbito local ligados a la ubicación donde se encuentre desplegada la red.

- El carácter complementario con otras tecnologías mediante la utilización de terminales duales que cada vez estarán más extendidos.

## 11.- RELACIONES MÁS SIGNIFICATIVAS ENTRE ACTORES

| ACTORES SOCIALES | Actual | Medio Plazo |
|---|---|---|
| Fabricantes de equipos de terminales | | |
| **Portátiles** | + | ++ |
| **PDAs** | + | ++ |
| **Telefonía celular** | -- | + |
| **Otros (especificar)** | | |
| Fabricantes de equipos de acceso | | |
| **Puntos de acceso y equipos 802.11** | | |
| **Wi-Max** | | + |
| **Otras tecnologías inalámbricas (bluetooth, UWB, etc.) Cognitive, SDR** | | |
| **Otros: Cognitive Radios, Software Defined Radios** | | + |
| Proveedores de servicio | | |
| **ISPs de ámbito nacional** | | |
| **ISPs de ámbito local** | + | ++ |
| **Comunidades wireless** | ++ | ++ |
| **SPs VoIP** | | + |
| **SPs e-government** | | + |
| Propietarios ubicaciones | | |
| **Dominio público con titularidad pública** | | + |
| **Dominio público con titularidad privada** | | + |
| **Dominio privado con titularidad pública** | | |
| **Dominio privado con titularidad privada** | | |
| Usuarios finales | | |
| **Profesionales itinerantes** | | ++ |
| **Público en general itinerante** | | ++ |
| **Público en general en ubicación fija** | + | ++ |
| **Pequeñas empresas** | | |
| **Empresas medianas** | | |
| **Grandes empresas** | | |
| **Administración pública: Ayuntamientos** | | + |
| **Administración pública: Otras administraciones** | | + |
| **Centros educativos** | | ++ |
| **Hospitales** | | ++ |
| Operadores de red | | |
| **Operadores PSM** | | |
| **Operadores comerciales alternativos nacionales/autonómicos** | | ++ |
| **Operadores comerciales alternativos con ámbito local** | | + |
| **Operadores comerciales alternativos con ámbito menor** | | ++ |
| **Iniciativas privadas sin ánimo de lucro** | | |
| **Iniciativas públicas sin ánimo de lucro** | | + |
| **Otros (especificar): Operadores celulares** | | + |
| Reguladores | | |
| **Comunidad europea** | | |
| **Ministerio de Industria** | | |
| **Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones** | | |
| **Comunidades autónomas** | | + |
| **Ayuntamientos** | | ++ |

**Tabla 5-1: Impacto de actores según J. López (Localret)**

***Fuente: Elaboración propia***

## 5.3 CONCLUSIONES

Jordi López considera que existe una madurez tecnológica suficiente en estas tecnologías (a excepción de las arquitecturas malladas), siendo los servicios de acceso a Internet y correo electrónico los incentivadores actuales de la demanda de estas redes, y en un futuro la provisión de contenidos ligados a la ubicación, la utilización para aplicaciones de recogida de datos, y en general, la comunicación entre máquinas.

Según la visión de Jordi López, el mercado actual está centrado en suministro de banda ancha en donde no existe oferta de ésta basada en infraestructura fija, y en determinadas localizaciones privilegiadas para el acceso itinerante, sin que exista actualmente un mercado maduro para el acceso desde otro tipo de ubicaciones. Considera no obstante que a medio plazo se invertirá la situación y crecerá la importancia del acceso itinerante que se extenderá a segmentos más amplios de población, reduciéndose la demanda para acceso residencial, al extenderse la oferta de banda ancha sobre infraestructura fija.

Sobre la sinergia o competencia con 3G, Jordi López considera que se darán ambas circunstancias de forma simultánea. 3G cubrirá la demanda profesional itinerante, y el mercado residencial utilizará Wifi y 3G de forma complementaria, aprovechando el bajo coste de WiFi respecto a 3G cuando este primero se encuentre disponible. Respecto a los operadores, considera que los no integrales, centrados en infraestructura fija o celular exclusivamente, utilizarán WiFi como infraestructura de acceso complementaria para mejorar su oferta de servicio.

En lo que respecta a la regulación, Jordi López es crítico con la regulación del espectro, que considera inflexible, poco eficiente, y orientada a favorecer a actores fuertes, y con el marco legal y su aplicación en lo relativo a la participación activa de las administraciones públicas, que no está, en su opinión, contemplado de forma clara, ni se ha realizado una apuesta en este sentido por parte de los reguladores.

La viabilidad económica del despliegue de este tipo de redes pasa, según la visión de Jordi López, por un uso por parte de las administraciones públicas para servicios internos de comunicaciones y uso de personal itinerante, lo cual permitirá reducir las necesidades de ingresos de la explotación de estas redes de cara al público y ofrecer servicios gratuitos o de bajo coste.

En lo que respecta a la participación de las administraciones públicas, Jordi López aboga por una participación activa en la promoción y utilización de estas redes tanto para uso interno como para suministrar servicios a los ciudadanos, no recomendando la participación directa en la operación de redes ni subvención de servicios, aunque sí la inversión pública en infraestructuras que se utilicen en forma compartida por actores que desplieguen redes en competencia.

# 6 ENTREVISTA A RAMON SAGARRA (22@)

## 6.1 FICHA

NOMBRE: Ramon Sagarra
ORGANIZACIÓN: Ayuntamiento de Barcelona (22@)
CARGO: Director de Infraestructuras de 22@

FECHA: 20/2/2006

PAPEL QUE JUEGA 22@ EN EL DESARROLLO DE REDES PÙBLICAS BASADAS EN ESPECTRO DE USO LIBRE

Promotor de la iniciativa 22@WiFi que tiene como objetivo el despliegue de un operador neutral WiFi en este distrito de Barcelona.

## 6.2 CONTENIDO DE LA ENTREVISTA

### 1.- ADECUACIÓN DE TECNOLOGÍA

El entrevistado considera que los ordenadores portátiles son los equipos que actúan y actuarán preferentemente como equipo terminal de conexión con este tipo de redes, siendo ahora mismo claramente el equipo terminal a través del cual se accede a ellas. Respecto a las PDAs, ahora mismo no las considera impulsores de la demanda, si bien la utilización de Voz sobre IP en mercado principalmente de empresa, puede actuar como activador secundario de la demanda en un futuro próximo.

Considera suficientemente madura la tecnología de redes de acceso basadas en 802.11 para el tipo de servicios que en su opinión actuarán como potenciador de la demanda, y piensa que su evolución prevista acompañará a la demanda de nuevos servicios. Respecto a la utilización de WiMax en equipos terminales portátiles y redes de acceso, considera que es muy dependiente de la estrategia que plantee Intel respecto a la inclusión de esta tecnología en la electrónica integrada en los equipos terminales, si bien la planta instalada de equipos con WiFi es cada vez mayor, y a medio plazo es de suponer que WiFi siga siendo la tecnología dominante en la conexión entre equipos terminales y el primer punto de la red de acceso.

Respecto a las tecnologías que permitan conectar las redes WiFi a redes troncales, puntos neutros o salidas directas a Internet a través de las que se acceda a los servicios (puntos de acceso al servicio), considera que XDSL es una tecnología adecuada para soportar este tipo de necesidades. El papel de WiMax como red de backhaul, según Ramon Sagarra, estará reducido a zonas en dónde no existan puntos de presencia de XDSL o cable, es decir, áreas rurales donde WiMax puede desempeñar un papel clave para conectar “islas WiFi” a los puntos de acceso al servicio.

En resumen, considera que tanto actualmente como a corto y medio plazo el escenario tecnológico se basa en el uso de ordenadores portátiles conectados a redes WiFi que a su vez se conecten a los puntos de acceso al servicio a través de XDSL en zonas de cobertura de esta tecnología, y mediante redes de área extendida WiMax en zonas de baja densidad de población sin cobertura XDSL, que coinciden con las zonas rurales.

## 2.- SERVICIOS SOBRE ESTE TIPO DE REDES

En principio los servicios que actúan como potenciadores de la demanda son la consulta de páginas web y acceso al correo electrónico desde ubicaciones que no son las habituales de los usuarios y, en un futuro lo pueden también ser los juegos.

El desarrollo de servicios de e-administración, esto es, servicios ofrecidos por administraciones públicas a través de Internet, deben ser potenciados por parte los ayuntamientos, de acuerdo a la opinión de Ramon Sagarra, sobre todas las tecnologías de acceso, incluyendo WiFi, pudiendo actuar parte de ellos, los más adecuados para un uso ocasional desde ubicaciones distintas de la habitual, como incentivadores de la demanda de redes WiFi. En cualquier caso, considera que la administración debe aprovechar las capacidades que ofrece esta tecnología con el objetivo de ofrecer servicios útiles a los ciudadanos, siendo el posible efecto de aumento de la demanda de utilización de estas redes un efecto saludable, pero secundario.

Respecto a los servicios basados en localización que se pueden ofrecer sobre WiFi, considera que no actúan ni actuarán a corto y medio plazo como incentivador de la demanda, ya que en exteriores cada vez está más extendida la tecnología GPS que permite suministrar este tipo de servicios directamente y en interiores sin cobertura GPS, aún no se encuentran maduros servicios que planteen un interés real de los usuarios que puedan potenciar la demanda.

## 3.- ARQUITECTURA INTERCONEXIÓN

Ramon Sagarra considera que las arquitecturas más prometedoras para el despliegue de redes de amplia cobertura son aquellas en que existe una entidad única de coordinación que permita aglutinar esfuerzos de despliegue de redes y de provisión de servicios, sin que por ello necesariamente sea esta entidad la que sea propietaria y operadora de las redes y servicios.

La principal ventaja que observa Ramon Sagarra en este modelo es la posibilidad de aprovechar economías de escala en la gestión de las distintas subredes y facilitar de forma sencilla la interconexión de distintos actores. Los modelos de extensión de redes basados en acuerdos de roaming entre diversos actores resultan en la opinión del entrevistado más difíciles de escalar y gestionar al no existir un punto único de coordinación que permita homogeneizar la calidad de servicio ofrecida desde las redes a los servicios.

## 4.- OPINIÓN SOBRE MADUREZ DEL MERCADO

Ramon Sagarra considera que no existe actualmente suficiente demanda por parte de los usuarios potenciales de los servicios sobre este tipo de redes, que permita hacer viable económicamente su despliegue.

Respecto al segmento del mercado más proclive al uso de los servicios que se suministran sobre estas redes, apuesta por los usuarios residenciales más que empresariales, considerando que este último segmento es más conservador en la adopción de tecnologías y menos sensible al precio (existiendo tecnologías alternativas como 3G que aunque tienen un mayor coste para el usuario permiten el uso de servicios similares).

En definitiva, el mercado está formado por usuarios residenciales que utilizan estas redes para acceder al servicio en exteriores y ubicaciones distintas a las habituales, siendo a día de hoy, de pequeño tamaño.

## 5.- COMPETENCIA /SINERGIA DE OTRAS REDES

Las redes fijas como XDSL o cable no se consideran relevantes como competencia de las redes WiFi, ya que, tal como se ha indicado, de acuerdo a su visión, WiFi está orientado al mercado de conexión ocasional fuera de las ubicaciones habituales del usuario como el domicilio o el lugar de trabajo. Así, la mayor calidad de servicio y ancho de banda de las redes fijas, no

suponen una competencia sobre las redes Wi-Fi, al estar previsto el uso de redes WiFi en ubicaciones donde no exista posibilidad de conectarse a la red fija.

En lo que respecta a 3G, Ramon Sagarra considera que si es una posible competencia para las redes WiFi, si bien se ve debilitada por el elevado precio del servicio 3G. Aunque en un futuro una bajada del precio de los servicios basados en 3G puede actuar como un inhibidor de la demanda sobre redes Wi-Fi.

## 6.- ADECUACIÓN DE REGULACIÓN

Respecto a la regulación del espectro, Ramon Sagarra considera que es un factor clave que actúa de "deformador de la realidad" sobre oferta de servicios, que ha configurado mercados en monopolio y oligopolio introduciendo una escasez artificial del espectro. Gran parte de las ventajas de WiFi vienen dadas porque el uso que hace del espectro está regulado con una mayor flexibilidad que en otros casos.

El entrevistado considera que la regulación actual del espectro compartido en la banda que opera WiFi es adecuado, no planteándose actualmente "escasez" en espectro, si bien en un futuro puede ser un factor limitativo según se desplieguen más redes y el espectro se convierta en un recurso escaso que limite el despliegue de puntos de acceso.

Respecto a la regulación de la competencia y de la participación pública, la considera adecuada, compartiendo la visión con las entidades reguladoras de que la participación pública debe realizarse dentro del marco de competencia sin subvenciones a fondo perdido, y que ésta no plantea exigencias que supongan la imposibilidad de la participación de las administraciones públicas.

En lo que respecta a las iniciativas ciudadanas, considera que el marco legal y su aplicación actual es adecuado, esto es, si bien se mueven en la alegalidad, y en teoría no cumplen los requisitos exigibles por la legislación como la notificación a la CMT de su actuación como operador, la administración, de facto, no actúa contra ellas, a la espera de observar su futura evolución.

En resumen, considera el marco legal adecuado, actuando la regulación del espectro en las bandas que opera WiFi como un factor clave habilitador del despliegue de este tipo de redes.

## 7.- VIABILIDAD ECONÓMICA

El entrevistado considera que debido a la falta de madurez del mercado, la viabilidad vendrá dada por el uso de las redes que se desplieguen para servicios en autoprestación, citando para ello el caso del Ayuntamiento de Barcelona, en dónde considera que el despliegue de red Wi-Fi será viable económicamente si a la vez que se suministran servicios a los ciudadanos y se abre el uso de la red a otros proveedores de servicio, el propio ayuntamiento utiliza la red para servicios en autoprestación.

Así pues, Ramon Sagarra considera que la viabilidad económica sólo es posible actualmente si se plantea un uso simultáneo en autoprestación de la red.

## 8.- PAPEL QUE DEBEN JUGAR ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

Respecto a la financiación de este tipo de iniciativas, el entrevistado considera que en aquellas zonas en que no exista oferta comercial, tiene sentido la financiación sin contraprestación económica por parte de los usuarios para potenciar la incorporación de ciudadanos a la sociedad de la información. En entornos donde sí exista oferta comercial equivalente, la administración puede participar en la financiación de iniciativas siguiendo las reglas del mercado, que marcan la necesidad de buscar a medio plazo la viabilidad económica no basada en subvenciones.

Respecto a la operación de las redes, considera que la administración no es el tipo de organización que puede realizar la operación más eficiente de la red, por lo que es más adecuado que ejerzan este papel empresas privadas especializadas en este tipo de actividades.

En lo tocante a la utilización de estas redes, remarca que el uso para servicios de soporte interno al ayuntamiento puede reportar ventajas importantes al propio ayuntamiento y facilitar la viabilidad económica del despliegue para uso público.

La promoción de iniciativas actuando como factor catalizador de los diversos actores que pueden participar y el desarrollo de servicios de e-administración sobre estas redes son, según Ramon Sagarra, las actuaciones claves en las que debe participar la administración.

## 9.- INTERÉS PARA OPERADORES DE TELECOMUNICACIÓN

- *Operadores dominantes:* Escaso, centrado en el despliegue de redes WiFi en ubicaciones de alta densidad de uso donde existe una demanda más amplia, como son los aeropuertos.

- *Operadores alternativos:* Puede resultar interesante como complemento de la oferta de servicios que realizan a sus clientes, al plantear ésta más debilidades que en el caso de los operadores dominantes.

## 10.- ANÁLISIS DAFO

- *Principales debilidades:* No se identifican para el uso prescrito de estas redes por el entrevistado.

- *Principales amenazas:* Reducción de precios en 3G que redujesen el atractivo económico para servicios similares prestados sobre WiFi (de acuerdo al entrevistado, sería una "buena noticia" para la administración, ya que se podría disponer del servicio de forma ubicua y si esta reducción de precio viniera obligada por la competencia de WiFi, el esfuerzo de promoción de despliegue habría merecido la pena)

- *Principales fortalezas:* Coste bajo de despliegue y rapidez en la realización de éste. Disponibilidad de WiFi en ordenadores portátiles.

- *Principales oportunidades:* Desde el punto de vista del ayuntamiento, enriquecer la oferta de servicios en el distrito 22@ para el ciudadano y reducir costes de comunicaciones al hacer uso en autoprestación.

## 11.- RELACIONES MÁS SIGNIFICATIVAS ENTRE ACTORES

- Situación actual:
    - Principales actores que facilitan la viabilidad y extensión de las redes públicas basadas en uso libre del espectro: Proveedores de servicio de acceso a Internet (ISPs) independientes.
    - Principales actores que inhiben la viabilidad y extensión de las redes públicas basadas en uso libre del espectro: Operadores de telefonía celular y operadores dominantes que presentan a la administración una visión negativa de este tipo de redes.
- Situación futura (3 a 5 años):
    - Principales actores que facilitarán la viabilidad y extensión de las redes públicas basadas en uso libre del espectro: Proveedores de servicios y contenidos especializados para redes inalámbricas, que aprovechen las capacidades de este tipo de redes para ofrecer servicios atractivos al público.
    - Principales actores que inhibirán la viabilidad y extensión de las redes públicas basadas en uso libre del espectro. Operadores celulares apoyados en 3G.

| ACTORES SOCIALES | Actual | Medio Plazo |
|---|---|---|
| Fabricantes de equipos de terminales | | |
| **Portátiles** | ++ | ++ |
| **PDAs** | | + |
| **Telefonía celular** | | - |
| **Otros (especificar)** | | |
| Fabricantes de equipos de acceso | | |
| **Puntos de acceso y equipos 802.11** | ++ | ++ |
| **Wi-Max** | | + |
| **Otras tecnologías inalámbricas (bluetooth, UWB, etc.)** | | |
| **Otros (especificar)** | | |
| Proveedores de servicio | | |
| **ISPs de ámbito nacional** | ++ | ++ |
| **ISPs de ámbito local** | ++ | ++ |
| **Comunidades wireless** | + | + |
| **SPs VoIP** | | + |
| **SPs e-administracion** | ++ | ++ |
| **Otros SPs (especificar)** | | |
| Propietarios ubicaciones | | |
| **Dominio público con titularidad pública** | + | ++ |
| **Dominio público con titularidad privada** | + | ++ |
| **Dominio privado con titularidad pública** | + | + |
| **Dominio privado con titularidad privada** | | |
| Usuarios finales | | |
| **Profesionales itinerantes** | | + |
| **Público en general itinerante** | + | ++ |
| **Público en general en ubicación fija** | | |
| **Pequeñas empresas** | | + |
| **Empresas medianas** | | + |
| **Grandes empresas** | | + |
| **Administración pública: Ayuntamientos** | ++ | ++ |
| **Administración pública: Otras administraciones** | + | + |
| **Centros educativos** | ++ | ++ |
| **Hospitales** | + | + |
| Operadores de red | | |
| **Operadores PSM** | - | - |
| **Operadores comerciales alternativos nacionales/autonómicos** | | + |
| **Operadores comerciales alternativos con ámbito local** | ++ | ++ |
| **Operadores comerciales alternativos con ámbito menor** | + | + |
| **Iniciativas privadas sin ánimo de lucro** | | |
| **Iniciativas públicas sin ánimo de lucro** | + | + |
| Reguladores | | |
| **Comunidad europea** | + | |
| **Ministerio de Industria** | + | |
| **Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones** | + | |
| **Comunidades autónomas** | | |
| **Ayuntamientos** | | |

**Tabla 6-1: Impacto de actores según R. Sagarra (Ayuntamiento Barcelona)**

***Fuente: Elaboración propia***

## 6.3 CONCLUSIONES

Ramon Sagarra es favorable al despliegue de redes públicas Wi-Fi promocionadas por el ayuntamiento que sean utilizadas de forma simultánea para suministrar servicios a los ciudadanos y en autoprestación, lo cual posibilita la viabilidad económica del despliegue, que no es posible conseguir en uso exclusivo como red pública de telecomunicaciones.

La demanda vendrá de la mano de la extensa implantación de Wi-Fi en ordenadores portátiles para usuarios residenciales que hagan uso de los servicios en ubicaciones donde no exista infraestructura fija. El elevado coste actual de los servicios basados en 3G hace que no sea una amenaza importante para Wi-Fi, si bien más adelante puede llegar a serlo. En un futuro, el papel de las PDAs utilizadas para soportar telefonía IP para clientes empresariales puede ser relevante para potenciar la demanda de estas redes.

Sobre los servicios, considera que el acceso a Internet y correo electrónico pueden ser un impulsor importante, siendo relevante el desarrollo de servicios de e-administración para los ciudadanos por parte de ayuntamientos y otras administraciones.

Considera adecuado el marco legal y el estado y evolución de la tecnología Wi-Fi. Sobre la tecnología Wi-Max, no considera que vaya a tener un papel relevante a priori (dependiendo de la estrategia de Intel) en el despliegue de estas redes, excepto como tecnología de backhaul en entorno rural. Respecto a la arquitectura de interconexión, opina que los modelos adecuados son los basados en entes coordinadores que aglutinen oferta de red a diversos proveedores de servicio y aprovechen las economías de escala que se plantean en su gestión.

A los proveedores de servicio de acceso a Internet que se especialicen en servicios sobre redes inalámbricas, los ve como son actores clave para articular la oferta de servicios sobre estas redes.

# 7 ENTREVISTA A RICARD RUIZ DE QUEROL (TELEFÓNICA)

## 7.1 FICHA

NOMBRE: Ricard Ruiz de Querol
ORGANIZACIÓN: Telefónica
CARGO: Director de Relaciones Institucionales en Cataluña

FECHA: 19/12/2006

PAPEL QUE JUEGA TELEFÓNICA EN EL DESARROLLO DE REDES PÙBLICAS BASADAS EN ESPECTRO DE USO LIBRE

Operador de telecomunicación con poder significativo de mercado en España. Dispone de servicio WiFi para acceso itinerante (Zona ADSL Wi-Fi), siendo el operador comercial que dispone de más puntos de acceso abiertos al público. Telefónica utiliza WiFi además como tecnología complementaria a su red fija para construir su oferta de servicios.

COMENTARIOS

La posición expresada por el entrevistado no refleja necesariamente la posición oficial de Telefónica, habiendo sido realizada a nivel personal y no institucional.

## 7.2 CONTENIDO DE LA ENTREVISTA

### 1.- ADECUACIÓN DE TECNOLOGÍA

El entrevistado considera que la tecnología WiFi se encuentra suficientemente estable para su utilización en entorno privado y para la explotación de hotspots públicos para acceso itinerante.

Telefónica en cualquier caso, según a la opinión del entrevistado, contempla esta tecnología como un complemento/extensión de las tecnologías de banda ancha fija en las que basa su oferta comercial de acceso. La red IP fija configurada con una elevada capacidad y capilaridad es la apuesta actual de Telefónica, canalizándose sobre ésta el 95% del tráfico actual en España. WiFi actúa en este contexto como extensión de corto alcance del acceso fijo.

Respecto al uso de WiFi y WiMax como tecnologías de acceso alternativas a la red fija, únicamente se contempla en aquellos casos en que no es posible alcanzar el domicilio del cliente con infraestructura fija, como es el caso de los concursos de provisión de banda ancha en entornos rurales, o la prestación de servicio universal para la cual se está comenzando a trabajar en transmitir Voz sobre IP mediante este tipo de tecnologías inalámbricas, si bien aún no se encuentra en un estado de estabilidad tecnológica suficiente para proporcionar servicios comerciales.

En definitiva, en Telefónica se utiliza WiFi como extensión de la oferta principal de banda ancha basada en tecnologías fijas, hotspots para acceso itinerante, y como tecnología alternativa de acceso cuando resulta técnica y económicamente más adecuada que la fija. WiMax se utiliza en bandas licenciadas en este último contexto, para suministro de banda ancha rural a través del operador Iberbanda, del que Telefónica ha adquirido recientemente una participación mayoritaria, pasando a controlar su gestión.

## 2.- SERVICIOS SOBRE ESTE TIPO DE REDES

Los servicios sobre los que Telefónica centra su oferta y considera más adecuada la tecnología son el acceso de banda ancha, con todos los servicios de valor añadido que lleva aparejados y Voz sobre IP. En general, las aplicaciones sobre las cuales utilizar estas tecnologías no difieren de las planteadas por las tecnologías fijas.

En lo que respecta a servicios de localización, Telefónica centra su oferta sobre las tecnologías celulares 3G que considera más maduras y sobre las cuales dispone de una cobertura mucho más amplia.

## 3.- ARQUITECTURA INTERCONEXIÓN

Telefónica basa su estrategia de conexión con otros operadores en el roaming. En las zonas de cobertura de los hotspots desplegados por Telefónica se hace uso del roaming con otros operadores de telecomunicación que disponen de hotspots en zonas complementarias a las cubiertas por Telefónica (por ejemplo, operadores que actúan en otros países).

No se contempla la participación en iniciativas basadas en despliegues por parte de usuarios finales, como las comunidades wireless e iniciativas ciudadanas, al encontrarse fuera del núcleo de negocio de Telefónica y considerarse marginal y sin estrategia clara estos modelos de negocio o despliegue. En cualquier caso, sí se contempla facilitar a las empresas cliente la federación de islas Wifi basadas en infraestructura proporcionada por Telefónica, aunque como facilidad adicional proporcionada a las empresas y no como estrategia de crecimiento de la red. Tampoco se hace uso de Wifi bajo esquemas de comercialización mayorista de ancho de banda hacia otros proveedores de servicio, al utilizarse esta tecnología de manera complementaria a la tecnología fija, sobre la cual sí se aplica este modelo de interconexión.

Así pues, la arquitectura de interconexión con otros actores para estas tecnologías se basa en roaming para hotspots con operadores que presenten coberturas complementarias a las de Telefónica.

## 4.- MADUREZ DEL MERCADO

El entrevistado considera que el mercado de acceso itinerante es escaso y muy centrado en los usuarios itinerantes de empresa en ubicaciones privilegiadas como hoteles, zonas comerciales o estaciones de transporte, por lo que la estrategia se basa en desplegar en este tipo de ubicaciones, sin abordarse despliegues WiFi de amplia cobertura, cuya viabilidad económica se considera dudosa.

Ricard Ruiz de Querol presenta como una de las razones para esta escasez de mercado en España, la falta de madurez en el uso de la banda ancha: una proporción elevada de usuarios han comenzado a utilizar recientemente los servicios de banda ancha y no realizan una aplicación intensiva de ésta, situación que irá evolucionando con el tiempo, pero que actualmente limita las necesidades de uso itinerante de los usuarios.

Respecto a la demanda de uso residencial, sí la considera suficientemente madura, si bien, tal como se ha indicado en el apartado anterior, Telefónica satisface esta demanda primordialmente con tecnología fija, utilizando WiFi y WiMax sólo en aquellos casos en que la tecnología fija no puede cubrir adecuadamente las necesidades planteadas por los clientes y como una mejora añadida a la red fija para uso en el domicilio del servicio de banda ancha prestado a través de red fija.

## 5.- COMPETENCIA /SINERGIA DE OTRAS REDES

Tal como se ha indicado, respecto a la tecnología fija (ADSL y fibra óptica), WiFi se contempla como una extensión de ésta que permite incrementar la intensidad y comodidad del uso por parte de los clientes. Tanto WiFi como WiMax sirven también como tecnología alternativa a la fija en determinadas situaciones. Así pues, respecto a las tecnologías fijas existe una relación de sinergia, si bien la tecnología clave y principal es la fija.

Respecto a la telefonía celular 3G, la estrategia de Telefónica se basa en aplicar sinergias entre 3G y la red IP fija basada en fibra óptica y ADSL para el acceso. No se detecta en este contexto una ubicación clara de WiFi más allá de la enunciada como extensión y sustitución en determinados casos de la infraestructura fija.

Según indica el entrevistado, la sinergia que ofrece WiFI para complementar a la infraestructura fija, basándose en añadir movilidad, es muy limitada en el caso de los hotspots debido a que no ofrecen una cobertura integral en el territorio, como sí lo hace 3G.

En definitiva, Telefónica basa las sinergias con la red fija en proporcionar movilidad mediante 3G, no contemplándose actualmente un papel importante para WiFi ni WiMax en proporcionar itinerancia, ni tampoco como complemento independiente de la infraestructura fija de 3G.

## 6.- ADECUACIÓN DE REGULACIÓN

En lo que respecta a la regulación del espectro, Telefónica hace uso principalmente de espectro de uso privativo licenciado, por lo que no está afectada por la regulación existente sobre el uso libre del espectro, sobre el que se realiza un uso marginal. No entra por tanto, en la valoración de la regulación en este aspecto y considera que en el uso privativo, la regulación permite una entrada de operadores a ritmo adecuado a las necesidades de los usuarios.

Respecto a la regulación de competencia, el entrevistado la considera coherente con el marco político y el marco general regulatorio establecido en la comunidad europea y considera que evolucionar esta regulación para favorecer más las iniciativas de operadores públicos podría suponer establecer inconsistencias con otros aspectos regulatorios y distorsiones del mercado que afectasen de manera negativa a los usuarios.

En lo que respecta a la regulación de iniciativas ciudadanas, no considera que existan deficiencias, no considerando a éstas posibles competidores debido a su debilidad.

## 7.- VIABILIDAD ECONÓMICA

La viabilidad económica viene marcada por la falta de mercado maduro específico para este tipo de tecnologías, como es el mercado de acceso itinerante, que es viable económicamente únicamente en ubicaciones privilegiadas, siendo además mayores las capacidades técnicas de la tecnología fija y la mayor cobertura de 3G.

## 8.- PAPEL QUE DEBEN JUGAR ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

El entrevistado considera que las administraciones tienen un rol importante tanto como usuarios finales, como en el despliegue de aplicaciones y servicios para los ciudadanos que hagan uso de las diversas tecnologías de banda ancha e incentiven la intensidad en el uso de ésta.

Respecto a la operación de este tipo de tecnologías por parte de las administraciones, el entrevistado considera que este tipo de organizaciones dispone de capacidades y experiencia inferiores a las de los operadores de telecomunicación en este ámbito, al no estar especializados en estas actividades y por tanto, los resultados que obtengan serán peores, tanto en calidad como en costes.

En este sentido, el planteamiento de San Francisco es considerado interesante por el entrevistado. El Ayuntamiento manifiesta interés en que los ciudadanos dispongan de un servicio, pero éste se presta desde empresas privadas, con el añadido de la publicidad (a través de Google) para financiarlo.

En lo que respecta a la financiación de este tipo de redes, considera que siempre que se sigan las reglas establecidas en la regulación para facilitar la competencia como la libre concurrencia y la neutralidad tecnológica, sí tienen sentido cuando están orientadas a solventar fallos de mercado.

Respecto a la participación de las administraciones públicas en la promoción de iniciativas y constitución de éstas como operadores, Ricard Ruiz de Querol es crítico al respecto, citando para razonar su postura, las barreras legales que impiden que las administraciones hagan uso de sus atribuciones para actuar en el mercado apoyándose en ventajas derivadas de estas atribuciones, por lo que han de actuar bajo las mismas condiciones en el mercado que los operadores privados, siendo menor la disponibilidad de capacidades especializadas para actuar como operador de telecomunicación. Así pues, en la opinión del entrevistado, los operadores promocionados por las distintas administraciones se encontrarán en realidad en inferioridad de condiciones para alcanzar los objetivos propuestos, existiendo mecanismos alternativos que se apoyan en la especialización de los operadores privados para alcanzar los objetivos propios de las administraciones públicas.

El entrevistado añade que bajo su punto de vista, una parte importante del interés mostrado por las administraciones públicas por las redes públicas WiFi y WiMax usado en espectro libre viene determinado por una disconformidad de fondo con el marco regulatorio actual en el cual la iniciativa pública no tiene un papel preponderante en el despliegue de redes y servicios, como era antes de que se produjesen los cambios regulatorios en los países occidentales para configurar un mercado de telecomunicaciones en competencia. En este sentido, parte de los actores públicos que participan especialmente en el entorno autonómico y municipal, ven en WiFi y WiMax una oportunidad no tanto tecnológica, como política que puede facilitar la actuación pública como agente activo en el despliegue de infraestructura en competencia con la iniciativa privada, que en el actual marco regulatorio y económico es la designada como principal responsable de dinamizar este mercado. Esta posición dificulta, en la opinión del entrevistado, la realización de un análisis ponderado y sosegado de las capacidades técnicas reales de estas tecnologías, así como de las posibilidades de utilización de las redes y servicios de iniciativa privada para conseguir de manera más eficiente los objetivos de las administraciones públicas en la promoción de incorporación de ciudadanos y empresas a la sociedad de la información.

## 9.- INTERÉS PARA OPERADORES DE TELECOMUNICACIÓN

- Operadores dominantes: Tecnología complementaria de la red fija. En ningún caso como estrategia principal de despliegue.

- Operadores alternativos: Puede plantear interés en un futuro para operadores que no dispongan de infraestructuras celulares, como complemento de itinerancia para la red fija, si bien con mayores limitaciones que las sinergias que pueden plantear los operadores integrales. Es posible también que proveedores de servicios de valor añadido como Google consigan encontrar nichos de mercado con planteamientos disruptivos orientados a mercados no cubiertos actualmente.

## 10.- ANÁLISIS DAFO

Principales debilidades: La inferior seguridad, ancho de banda y fiabilidad respecto a la tecnología fija dificulta su uso como alternativa a ésta en aquellas ubicaciones donde se puede desplegar de forma razonable la red fija de banda ancha.

Principales amenazas: En el uso para servicios residenciales, las mejores características técnicas de la tecnología fija y en el uso itinerante, la mayor cobertura de las redes 3G.

Principales fortalezas: Coste bajo de despliegue y rapidez en la realización de éste para su uso como tecnología complementaria de tecnología fija y 3G. Disponibilidad de WiFi en ordenadores portátiles.

Principales oportunidades: Complementar el uso de la red fija en entorno residencial, actuar como sustitutivo en zonas de difícil despliegue de red fija y complemento de 3G en ubicaciones específicas por su elevado ancho de banda en comparación con esta tecnología celular

## 11.- RELACIONES MÁS SIGNIFICATIVAS ENTRE ACTORES

Situación actual:

- Principales actores que promueven la viabilidad y extensión de las redes públicas basadas en uso libre del espectro: Minoría ilustrada en TIC con componente ideológico de actuación pública en despliegue de infraestructuras para incentivar la demanda.

- Principales actores que inhiben la viabilidad y extensión de las redes públicas basadas en uso libre del espectro: La regulación existente en los países occidentales, que no incentiva la actuación pública en el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones, así como la realidad del mercado en donde otro tipo de ofertas no basadas en este tipo de redes presentan mayores fortalezas.

Situación futura (3 a 5 años):

- La realidad del mercado situará en una perspectiva más realista a los enfoques basados en despliegues WiFi públicos y el uso de esta tecnología se centrará en actuar de forma complementaria a la tecnología fija y celular en despliegues protagonizados por operadores de telecomunicación privados.

Nota: El entrevistado ha utilizado el siguiente convenio para rellenar la tabla que se muestra a continuación:

- (++): Promueven el uso de estas redes.
- (+): Promueven el uso de estas redes
- (-): Dificultan el uso de estas redes
- (--): Dificultan en gran medida el uso de estas redes

| ACTORES SOCIALES | Actual | Medio Plazo |
|---|---|---|
| Fabricantes de equipos de terminales | | |
| **Portátiles** | + | + |
| **PDAs** | | |
| **Telefonía celular** | - | + |
| Fabricantes de equipos de acceso | | |
| **Puntos de acceso y equipos 802.11** | + | + |
| **Wi-Max** | + | + |
| **Otras tecnologías inalámbricas (bluetooth, UWB, etc.)** | + | + |
| Proveedores de servicio | | |
| **ISPs de ámbito nacional** | -- | - |
| **ISPs de ámbito local** | ++ | + |
| **Comunidades wireless** | ++ | |
| **SPs VoIP** | | |
| **SPs e-administracion** | + | |
| Propietarios ubicaciones | | |
| **Dominio público con titularidad pública** | + | - |
| **Dominio público con titularidad privada** | + | ++ |
| **Dominio privado con titularidad pública** | | + |
| **Dominio privado con titularidad privada** | | |
| Usuarios finales | | |
| **Profesionales itinerantes** | + | ++ |
| **Público en general itinerante** | | + |
| **Público en general en ubicación fija** | | - |
| **Pequeñas empresas** | - | -- |
| **Empresas medianas** | - | -- |
| **Grandes empresas** | - | -- |
| **Administración pública: Ayuntamientos** | | |
| **Administración pública: Otras administraciones** | | |
| **Centros educativos** | | |
| **Hospitales** | | |
| Operadores de red | | |
| **Operadores PSM** | - | + |
| **Operadores comerciales alternativos nacionales/autonómicos** | | |
| **Operadores comerciales alternativos con ámbito local** | ++ | + |
| **Operadores comerciales alternativos con ámbito menor** | ++ | + |
| **Iniciativas privadas sin ánimo de lucro** | + | |
| **Iniciativas públicas sin ánimo de lucro** | | |
| Reguladores | | |
| **Comunidad europea** | -- | - |
| **Ministerio de Industria** | | |
| **Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones** | -- | - |
| **Comunidades autónomas** | | |
| **Ayuntamientos** | + | |

**Tabla 7-1: Impacto de actores según R. Ruiz de Querol (Telefónica)**

***Fuente: Elaboración propia***

## 7.3 CONCLUSIONES

Las tecnologías WiFi y WiMax en banda libre son vistas por el entrevistado como un complemento de las tecnologías fijas para su uso por parte de operadores integrales con poder significativo de mercado. Es decir, permiten potenciar el uso de las redes fijas e incrementar el tráfico en la red IP, y actúan como tecnologías alternativas sólo en escenarios limitados como la provisión de banda ancha rural, pero no son una pieza clave del núcleo del negocio, que está basado en ADSL y fibra óptica para clientes residenciales y de empresa, y en 3G para itinerancia y movilidad. En cualquier caso, sí se utiliza en ubicaciones especialmente adecuadas para desplegar oferta de hotspot, pero no como estrategia principal.

Esta utilización marginal de este tipo de tecnologías, junto con la estrategia y capacidades de los operadores con poder significativo de mercado, condiciona los modelos de interconexión, basada en roaming con otros operadores de telecomunicación, así como la oferta de servicios, que es similar a la ofrecida con otras tecnologías.

El entrevistado considera que no existe suficiente madurez en el mercado de uso itinerante para justificar despliegues amplios, debido a la baja intensidad de uso de Internet en España, siendo amplios los mercados de banda ancha residencial y de empresa, aunque cubierto con mayor eficacia por otras tecnologías. La oferta actual de operadores alternativos que utilizan Wifi para el despliegue de su red de acceso y las iniciativas ciudadanas no constituyen una amenaza en este sentido para los operadores tradicionales según la visión del entrevistado.

En su opinión, WiFi y WiMax no juegan un papel relevante en la sinergia con 3G y la red fija. WiFi actúa de complemento de la red fija, si bien la estrategia de Telefónica se basa en el uso complementario entre la red fija y 3G, que presenta unas coberturas más amplias que WiFi, y por tanto soporta mejor el complemento de movilidad del usuario en espacios amplios que WiFi.

En lo que respecta al papel que deben jugar las administraciones públicas, considera que debe centrarse tanto en el uso interno como en proporcionar servicios al ciudadano, así como en la financiación de despliegues realizados por operadores en aquellos casos en que existan carencias no cubiertas por el mercado. Así mismo, considera que las administraciones públicas actuando como operadores de telecomunicación obtendrán resultados inferiores en beneficios/coste que los operadores comerciales, debido a su menor especialización y a la obligación de actuar como un agente más del mercado, sin poder apoyarse en su condición de administración pública para facilitar el despliegue, condición consistente con el marco actual de regulación de las redes y servicios de telecomunicaciones en España, y en la Comunidad Europea.

# 8 ENTREVISTA A JOSUÈ SALLENT (ITCAT)

## 8.1 FICHA

NOMBRE: Josuè Sallent Ribes
ORGANIZACIÓN: ITCat (Infraestructures de Telecomunicació a Catalunya)
CARGO: Director General

FECHA: 31/Agosto/2006

PAPEL QUE JUEGA ITCAT EN EL DESARROLLO DE REDES PÙBLICAS BASADAS EN ESPECTRO DE USO LIBRE

Esta entidad fue creada por la Generalitat de Catalunya con el objetivo de gestionar de forma integrada las infraestructuras públicas de telecomunicaciones en Cataluña, poner en valor las actualmente existentes constituyendo una ventanilla única de cara a los operadores de servicios, y poner a disposición de los operadores de telecomunicaciones una red de alta capacidad en condiciones de infraestructura abierta. Aunque en una primera fase (centrada en infraestructura de fibra) no se contempla el despliegue de redes WiFi, sí está prevista su utilización futura. Así mismo, esta entidad puede actuar como proveedor de redes de backhaul para la conexión de redes de acceso WiFi a redes troncales o proveedores de servicio.

## 8.2 CONTENIDO DE LA ENTREVISTA

### 1.- ADECUACIÓN DE TECNOLOGÍA

El entrevistado considera que los equipos utilizados en el despliegue de redes de acceso se encuentran en un estado de madurez tecnológica suficiente para soportar servicios comerciales. En lo que respecta a los equipos terminales detecta una inmadurez actual en el mercado de terminales que soporten Voz sobre IP a través de las redes WiFi, que puede incidir en su desarrollo a corto plazo, independientemente de otros factores de debilidad de estas redes para suministrar estos servicios, que se menciona más abajo. Respecto al software de gestión y operación de este tipo de redes, considera que el grado de madurez es adecuado.

Respecto a las redes de backhaul y troncales, J. Sallent indica que existe una carencia importante de puntos de presencia de redes de alta capacidad que permitan conectar redes de acceso Wifi a los proveedores de servicio, lo que supone una falta de cobertura integral que debilita en gran medida a esta tecnología de acceso respecto a su futura competidora, la telefonía celular 3G.

J. Sallent identifica una carencia de aplicaciones que hagan uso de las características específicas de este tipo de redes para potenciar servicios que aprovechen sus aspectos diferenciales respecto a otro tipo de redes, aunque tal como se presenta más adelante, no es éste uno de los aspectos de mayor debilidad.

### 2.- SERVICIOS SOBRE ESTE TIPO DE REDES

J. Sallent identifica dos tipos de servicios con potencialidad para justificar el despliegue de redes de este tipo:

- Servicios en autoprestación para la administración pública.
- Acceso a Internet itinerante por parte del público en general.

Respecto a la utilización como sustituto de las infraestructuras fijas en el entorno residencial, J. Sallent considera que si bien hace unos años podía tener su sentido, actualmente con el aumento del ancho de banda sobre infraestructura fija, las redes de acceso WiFi se encuentran en franca desventaja que hace poco atractivo su utilización para el usuario residencial que a corto plazo se encontrará con ofertas basadas en infraestructura fija en el margen de 10 a 20 Mbps, difícil de soportar tecnológicamente por parte de las redes inalámbricas.

Respecto al uso itinerante de las redes, el entrevistado considera que están centradas en el acceso a Internet y al correo electrónico y en un futuro al uso en contextos de servicios corporativos en grupo cerrado de usuarios como las redes de vigilancia a través de cámaras, sobre las que encuentra potencial de crecimiento.

J. Sallent tiene poca confianza en que la telefonía de voz sobre IP pueda actuar como incentivador de la demanda de estos servicios, por la naturaleza dispersa de este tipo de redes, que no están orientadas hacia una cobertura integral, aspecto clave según la visión del entrevistado, en donde la telefonía celular 2G y 3G superan a las redes WiFi. Así mismo, las aplicaciones de comercio electrónico plantean problemas de falta de confianza por la poca seguridad de las redes, debidas, no tanto a problemas tecnológicos, como a la escasa profesionalidad de muchos de los actores que despliegan este tipo de redes.

Así mismo, considera que los servicios de de e-government sobre este tipo de redes no incrementarán tampoco la demanda específica de estas redes, al ser comunes a todas las redes de acceso y ser actualmente un incentivador débil de la demanda. Cita además, como ejemplo de desarrollo de escaso éxito el despliegue de puntos de acceso en oficinas municipales para realizar trámites administrativos, cuando el ciudadano no se desplazaría si puede realizarlo desde su domicilio, y una vez en la ubicación, prefiere la atención personalizada.

En consecuencia, para J. Sallent, la demanda de servicios está centrada en acceso a Internet y correo electrónico itinerante, complementado a medio plazo por servicios corporativos en red privada virtual o en autoprestación.

## 3.- ARQUITECTURA INTERCONEXIÓN

J. Sallent apuesta por el despliegue de redes públicas abiertas a su utilización por todo tipo de operadores de servicios bajo esquemas neutrales, especialmente en aquellos entornos donde no exista un incentivo de mercado para el despliegue de redes de operadores privados, incidiendo en la condición de monopolio natural de las infraestructuras, como factor clave que motiva su despliegue por parte de las administraciones.

Respecto al caso particular de las redes públicas Wifi, identifica la escasez de acuerdos de roaming entre proveedores de servicios Wifi como una debilidad de arquitectura que impacta en la demanda de los servicios, considerando imprescindible para plantear una oferta atractiva la existencia de acuerdos de roaming extendidos entre estas redes.

Los problemas de carencia de interconexión entre redes y proveedores de servicio no son achacables según el entrevistado a carencias tecnológicas, sino a la dificultad de llegar a acuerdos entre actores que son pequeños, muy locales y con diversidad de intereses.

J. Sallent no confía en el éxito de modelos de interconexión basados en el aprovechamiento de capacidad excedente en puntos de acceso residenciales, como FON debido a la falta de garantía de calidad de servicio, así como la dispersión de su ubicación y poca adecuación para ser utilizada en los entornos propicios para su uso en itinerancia, al ser la ubicación típica los domicilios particulares.

Por el contrario, y en consistencia con las afirmaciones generales sobre arquitecturas de red, considera que los modelos de propiedad pública de infraestructura WiFi y venta de capacidad a

proveedores de servicio son los más adecuados para los despliegues allí donde no se encuentre ya operando una red WiFi comercial.

## 4.- MADUREZ DEL MERCADO

J. Sallent considera que el mercado de acceso itinerante sí se encuentra maduro y en crecimiento, como demuestra el éxito de las redes WiFi en aeropuertos. No obstante, en base su propia experiencia previa al paso por ITCat en el diseño de planes de negocio Wifi para locales de restauración, considera que en este tipo de ubicaciones no es adecuado su despliegue al reducir la rotación de puestos de restauración, aspecto clave en este tipo de negocios, por lo que las características de las ubicaciones son muy relevantes para su atraer a esta demanda de acceso itinerante bajo esquemas de negocio compatibles con la actividad principal que se desarrolle en la ubicación.

En lo que respecta al mercado de conexiones residenciales en despliegues rurales, considera que estas iniciativas no han tenido éxito, no tanto por la falta de madurez del mercado como por los siguientes factores:

- Problemas técnicos para cubrir interiores, al no estar diseñada originalmente Wifi como una tecnología de acceso sino como una extensión a las redes de área locales, de aplicación especialmente dificultosa en el entorno rural, con muros más anchos, que presentan una atenuación mayor de señal.

- En general, no se ha realizado labores de comercialización individualizada, habiéndose centrado las actuaciones en despliegues de red sin contemplarse las labores de marketing y comercialización necesarias para asegurarse la existencia de una demanda mínima que permita la viabilidad económica.

En lo que respecta a los equipos terminales, considera que existe suficiente madurez en los laptops, así como un importante crecimiento de éstos respecto a los ordenadores fijos, no considerando que las PDAs hayan tenido éxito como terminales de acceso a estas redes, ni que lo vayan a tener a medio plazo en que serán sustituidas por los teléfonos inteligentes 3G, en dónde se plantea de forma clara la competencia con 3G como red de acceso, analizada en el apartado siguiente.

## 5.- COMPETENCIA /SINERGIA DE OTRAS REDES

El entrevistado considera que las redes celulares 3G plantearán una competencia importante a las redes WiFi insistiendo, tal como había comentado previamente en la ventaja de estas redes en lo que respecta a disponer de una cobertura integral a lo largo de todo el territorio, así como en la característica de “always-on”, esto es, la no necesidad de conectarse para recibir correo electrónico.

De acuerdo a lo que indica J. Sallent, actualmente las redes 3G plantean la desventaja del elevado coste respecto a las redes WiFi (diferencia existente, pero según la visión de J. Sallent, no tan amplia como se publicita desde los actores que despliegan Wifi, al ser el precio de éste también elevado para conexiones itinerantes). No obstante, el entrevistado asegura que a corto-medio plazo, esta ventaja inicial de WiFi se verá disminuida por las bajadas de precio que se producirán en los servicios competidores basados en 3G.

Así pues, J. Sallent ve en 3G una importante competencia a medio plazo para las redes públicas Wifi. Aún a pesar de esto, J. Sallent sí ve nichos de mercado para WiFi en ubicaciones específicas, suministrando el ejemplo de las viviendas para jóvenes dotadas de accesos WiFi en el edificio.

## 6.- ADECUACIÓN DE REGULACIÓN

J. Sallent no identifica problemas específicos en la regulación del espectro, centrando su crítica en la regulación de la competencia en lo que respecta a iniciativas públicas.

En este aspecto, J. Sallent se extiende en el caso particular de WiMax, que es visto por el entrevistado como una tecnología prometedora para el despliegue de redes de backhaul para accesos basados en WiFi, más que en acceso final, dada la carencia de equipos terminales equipados con esta tecnología. J. Sallent considera que el uso efectivo de WiMax para estas redes de backhaul debe realizarse en bandas licenciadas al objeto de ampliar la cobertura de cada estación base, para las cuales es necesario disponer de licencia de utilización del espectro, controlado actualmente por operadores de telecomunicación. Indica que si bien el marco legislativo contempla el uso por parte de las administraciones públicas de espectro para despliegues regionales y locales, los municipios no han hecho uso de esta capacidad, tanto por desconocimiento como por los factores indicados más abajo relativos a las deficiencias en la interpretación de la regulación de la competencia, que han desincentivado la participación municipal en estos despliegues.

El entrevistado indica que WiFi ha perdido una importante oportunidad de actuar de dinamizador de mercado cuando existía un escaso despliegue de ADSL, al no haber identificado correctamente ni los operadores ni el regulador su potencialidad en este sentido.

Si bien los ayuntamientos sí identificaron en su momento esta posibilidad, la regulación de competencia en el marco europeo, y especialmente la interpretación del regulador español, cargada hacia los intereses de los operadores según el entrevistado, se ha centrado en proteger a la oferta ya existente y no en incentivar la demanda. Esta interpretación ha adolecido de una falta de visión por parte del regulador sobre el papel de la participación pública en las iniciativas WiFi, que ha derivado en una cierta inseguridad jurídica y la desincentivación de la participación activa de los municipios en estos despliegues.

En lo que respecta a la utilización de infraestructuras públicas para el despliegue de las redes, J. Sallent considera muy importante este aspecto para realizar coberturas amplias de redes WiFi (ya destacada previamente la importancia de las coberturas densas e integrales), ya que para conseguir este objetivo es necesaria la utilización del mobiliario urbano, como farolas, semáforos, marquesinas u otras infraestructuras controladas por los ayuntamientos. Respecto a la regulación de su utilización, J. Sallent identifica problemas derivados de que no existe un marco común y cada municipio aplica sus propias normas, lo cual deriva en dificultades de utilización de la obra civil y mobiliario urbanos para estos fines. Más que centrar la solución en desarrollos legislativos, aboga por el papel que puede jugar Localret en Cataluña en el establecimiento de un marco común de actuación municipal facilitador del uso de infraestructuras para el despliegue de estas redes.

## 7.- VIABILIDAD ECONÓMICA

De acuerdo a lo comentado previamente por J. Sallent, el escaso atractivo de los modelos que compiten con las redes fijas para servicio residencial y la creciente competencia de 3G, hacen que la viabilidad económica de los servicios soportados sobre estas redes sea problemática.

J. Sallent ve difícilmente viables económicamente estas redes por sus ingresos directos relacionados con pagos por parte de los usuarios, centrando la viabilidad económica en aquellas iniciativas que plantean otros objetivos complementarios que justifiquen la inversión.

Así, por ejemplo, cita como modelo viable el despliegue de infraestructura para acceso a servicios para el turismo (visitas guiadas e información adicional sobre edificios singulares de interés turístico) bajo esquemas gratuitos no basados en publicidad, sino en los beneficios indirectos para la comunidad de incremento del turismo.

En este punto, el entrevistado insiste en la percepción de una pobre seguridad de estas redes debida, entre otras cosas, a la diversidad de actores no profesionales que actúan en su despliegue, así como en la carencia de cobertura integral, que limita su atractivo para incrementar la demanda de utilización.

## 8.- PAPEL QUE DEBEN JUGAR ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

El entrevistado indica que las administraciones públicas en general no deben participar directamente en la operación de las redes, dejando estas actividades en manos de empresas especializadas, para asegurar una correcta calidad de servicio.

En lo que respecta a la financiación, J. Sallent es crítico con la subvención por parte de las administraciones de proyectos privados de despliegue o provisión de servicios finales, por el escaso beneficio que obtienen los ciudadanos, frente a los claros beneficios de las empresas subvencionadas. Sí apuesta, en cambio, por la inversión en despliegue de infraestructuras públicas que sean ofrecidas para su explotación por empresas a cambio de contraprestaciones económicas a las administraciones y que se consoliden como un patrimonio clave y estratégico de la administración pública y no de entidades privadas.

Respecto a la utilización de este tipo de infraestructuras como cliente para servicios internos de la administración, J. Sallent es un firme partidario de ellas, no sólo por el ahorro que pueda suponer en la contratación de servicios suministrados por los operadores comerciales, sino también por permitir la viabilidad económica al poderse suministrar servicio a los ciudadanos de manera marginal, autofinanciándose las propias infraestructuras por el servicio en autoprestación.

Respecto al despliegue de aplicaciones, sí es partidario de iniciativas con foco específico y bien planificadas, como la ya indicada de soporte de información para el turismo. Así mismo, considera que las administraciones públicas deben participar activamente en la promoción y catálisis de iniciativas, debiendo jugar un papel más activo que el actual en el marco español, poniendo como ejemplo municipios y regiones europeas en Suecia, Francia y Holanda que sí juegan este rol.

## 9.- INTERÉS PARA OPERADORES DE TELECOMUNICACIÓN

J. Sallent considera que el operador dominante no tiene ningún interés en el despliegue de estas infraestructuras, aumentando el interés de los operadores según disminuye su ámbito geográfico, siendo máximo en el nivel local.

## 10.- ANÁLISIS DAFO

Principales debilidades:

- Falta de capilaridad y de cobertura integral.
- Falta de seguridad en las comunicaciones.
- Escaso interés por parte de los operadores relevantes que dominan el mercado.

Principales amenazas:

- Despliegue de servicios 3G con prestaciones similares y coste decreciente.
- Posible obsolescencia tecnológica respecto a despliegues en red fija.

Principales fortalezas:

- Coste bajo de despliegue
- Diversidad y elevado número de actores interesados en su utilización.
- No necesidad de disponer de licencia para uso del espectro.

Principales oportunidades:

- Mientras se mantengan elevados los precios de 3G, oportunidad de cubrir determinados nichos.
- Posibilidad de desplegar más aplicaciones que en 3G, por el mayor ancho de banda y versatilidad de los equipos terminales empleados (Laptops).

## 11.- RELACIONES MÁS SIGNIFICATIVAS ENTRE ACTORES

| ACTORES SOCIALES | Actual | Medio Plazo |
|---|---|---|
| Fabricantes de equipos de terminales | | |
| **Portátiles** | ++ | ++ |
| **PDAs** | + | |
| **Telefonía celular** | | + |
| Fabricantes de equipos de acceso | | |
| **Puntos de acceso y equipos 802.11** | ++ | ++ |
| **Wi-Max** | ++ | ++ |
| **Otras tecnologías inalámbricas (bluetooth, UWB, etc.)** | | + |
| Proveedores de servicio | | |
| **ISPs de ámbito nacional** | -- | -- |
| **ISPs de ámbito local** | + | + |
| **Comunidades wireless** | + | + |
| **SPs VoIP** | | |
| **SPs e-government** | | |
| Propietarios ubicaciones | | |
| **Dominio público con titularidad pública** | + | ++ |
| **Dominio público con titularidad privada** | ++ | ++ |
| **Dominio privado con titularidad pública** | | |
| **Dominio privado con titularidad privada** | | + |
| Usuarios finales | | |
| **Profesionales itinerantes** | ++ | ++ |
| **Público en general itinerante** | | + |
| **Público en general en ubicación fija** | | |
| **Pequeñas empresas** | + | + |
| **Empresas medianas** | + | + |
| **Grandes empresas** | ++ | ++ |
| **Administración pública: Ayuntamientos** | | + |
| **Administración pública: Otras administraciones** | | |
| **Centros educativos** | | |
| **Hospitales** | | |
| Operadores de red | | |
| **Operadores PSM** | -- | -- |
| **Operadores comerciales alternativos nacionales/autonómicos** | | + |
| **Operadores comerciales alternativos con ámbito local** | | + |
| **Operadores comerciales alternativos con ámbito menor** | | + |
| **Iniciativas privadas sin ánimo de lucro** | | + |
| **Iniciativas públicas sin ánimo de lucro** | | ++ |
| Reguladores | | |
| **Comunidad europea** | - | ++ |
| **Ministerio de Industria** | -- | -- |
| **Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones** | -- | **--** |
| **Comunidades autónomas** | + | ++ |
| **Ayuntamientos** | ++ | ++ |

**Tabla 8-1: Impacto de actores según J. Sallent (ITCat)**

***Fuente: Elaboración propia***

## 8.3 CONCLUSIONES

J. Sallent ve un panorama de amenaza de 3G a este tipo de redes, no materializado aún, pero probable a medio plazo. En lo que respecta al mercado actual, lo centra en usuarios itinerantes en ubicaciones determinadas, así como en despliegues públicos con coberturas integrales también en zonas determinadas.

Para J. Sallent la viabilidad de este tipo de redes más allá de localizaciones privilegiadas como aeropuertos u hoteles donde sí está garantizada, pasa por una utilización en autoprestación por parte de los ayuntamientos que posibilite la viabilidad económica para suministrar servicios públicos a ciudadanos y visitantes.

La falta de cobertura integral de estas redes, los problemas de seguridad, y el escaso mercado potencial, son sus principales debilidades, si bien el bajo coste de despliegue y la diversidad de actores implicados actúan como fortalezas que permiten desarrollar modelos alternativos de utilización. La diversidad de actores y de sus intereses dificulta por el contrario el establecimiento de acuerdos de roaming entre ellos, aspecto clave para su atractivo de cara al usuario final.

Respecto a WiMax, considera que puede ser de utilidad a medio plazo como infraestructura de backhaul para este tipo de redes, pero empleado en bandas licenciadas, que pueden ser también utilizadas por las administraciones, aunque no se ha hecho uso de esta posibilidad hasta el momento.

J. Sallent es crítico con el papel jugado por los reguladores, centrándolo en la interpretación de la regulación de la competencia por parte del regulador español que ha sembrado inseguridad jurídica, actuando de desincentivador de iniciativas WiFi públicas. Lamenta este hecho, ya que en su opinión, WiFi podría haber jugado un papel relevante como dinamizador del mercado de banda ancha.

# 9 ENTREVISTA A JAUME SANPERA (EURONA)

## 9.1 FICHA

NOMBRE: Jaume Sanpera
ORGANIZACIÓN: Eurona
CARGO: Director General

FECHA: 9/10/2006

PAPEL QUE JUEGA EURONA EN EL DESARROLLO DE REDES PÙBLICAS BASADAS EN ESPECTRO DE USO LIBRE

Eurona despliega y explota redes inalámbricas WiFi, pre-WiMax y por satélite, tanto públicas como privadas centradas principalmente en el territorio catalán. Es uno de los operadores alternativos locales que realiza despliegues en zonas geográficas limitadas utilizando en su mayor parte tecnología WiFi y pre-WiMax, actuando también como proveedor de servicio sobre redes propiedad de terceras partes. Así mismo, realiza estudios de evaluación de costes y desarrolla modelos de negocio para despliegues de Internet rural inalámbrico.

## 9.2 CONTENIDO DE LA ENTREVISTA

### 1.- ADECUACIÓN DE TECNOLOGÍA

J. Sanpera considera que la tecnología de acceso WiFi, así como los equipos terminales más utilizados actualmente, pueden considerarse suficientemente maduros para la prestación de servicios comerciales sobre ella.

Centra el uso práctico comercial de redes de acceso en la tecnología WiFi, no considerando a WiMax como un sustituto de WiFi a corto y medio plazo, sino como un complemento para redes de backhaul, y soporte a acceso residencial y servicios para empresa a corto plazo. Así mismo, no considera que otras tecnologías de acceso en la banda ISM sean viables comercialmente en la actualidad.

En lo que respecta a equipos terminales de reciente aparición, considera con poco grado de madurez los teléfonos WiFi, sobre los que aún no es posible desarrollar los modelos de negocio de Voz sobre IP.

Sobre el software de gestión y operación de estas redes, J. Sanpera indica que los productos existentes han de adaptarse a la medida para cada contexto, lo cual supone un esfuerzo importante, ya que su funcionalidad es en general poco satisfactoria y su coste elevado.

Así pues, las principales deficiencias en su opinión se relacionan con en el software de gestión y operación, junto con los dispositivos de uso específico para VoIP sobre WiFi, que aún no han alcanzado un grado de madurez suficiente.

### 2.- SERVICIOS SOBRE ESTE TIPO DE REDES

En lo que respecta a los servicios, la explotación de las redes por parte de Eurona está centrada en los servicios tradicionales de acceso a Internet y correo electrónico.

J. Sanpera identifica el crecimiento a corto plazo en servicios de televigilancia y seguridad basados en cámaras conectadas a través de este tipo de redes. En cualquier caso, indica que

este tipo de servicios se basan en general más en redes privadas WiFi, que en desplegar redes privadas virtuales sobre redes públicas.

Sobre los servicios de voz sobre redes WiFi, J. Sanpera considera que es un servicio que aún no se encuentra maduro, existiendo dificultades para garantizar su calidad en explotación comercial. El crecimiento futuro lo localiza en redes internas de empresa más que en el uso de redes públicas WiFi, al igual que sucedía con los servicios de televigilancia.

Los servicios de e-government sí son adecuados para este tipo de redes de acuerdo a la visión de Jaume Sanpera, no resultando adecuados, por el contrario, los servicios de comercio electrónico debido a la percepción de los clientes potenciales de falta de seguridad.

Respecto a servicios basados en capacidades específicas de WiFi, como la localización utilizando información de potencias recibidas desde puntos de acceso, el entrevistado considera que se encuentran en estado de laboratorio y no puede considerarse relevante para la oferta comercial.

En consecuencia, J. Sanpera considera que los servicios de estas redes se centran actualmente y a corto plazo en los servicios tradicionales de acceso a Internet y correo electrónico, con una demanda actual creciente en televigilancia y quizás futura de voz sobre IP (aunque con problemas técnicos en este último caso), más centrados en redes privadas que en redes públicas.

## 3.- ARQUITECTURA INTERCONEXIÓN

Para Jaume Sanpera la arquitectura de interconexión más madura y sencilla de implementar para facilitar la extensión del uso de este tipo de redes es el roaming, cifrando el crecimiento real actual de estas redes y la extensión de servicio en los acuerdos de roaming.

Respecto a otros posibles modelos de interconexión indica lo siguiente:

Los modelos basados en enfoques de operador neutral con diversidad de actores de despliegue de red y de provisión se servicios son considerados por J. Sanpera como complejos de poner en marcha por la diversidad de intereses de los distintos actores implicados.

Respecto a los modelos basados en la aglutinación de puntos de acceso residenciales ya desplegados para suministrar al servicio al público, J. Sanpera indica que las comunidades wireless e iniciativas ciudadanas aplican un modelo poco adecuado para garantizar el servicio, por lo cual carecen de solidez en el panorama de servicios al público, y respecto a modelos comerciales como FON, centra la crítica en la ubicación de estos puntos de acceso, que no permite suministrar una cobertura adecuada para las necesidades de acceso itinerante.

Así, J. Sanpera considera que actualmente y a corto plazo el modelo de interconexión más razonable por su simplicidad es el del roaming entre proveedores de servicio.

## 4.- MADUREZ DEL MERCADO

J. Sanpera considera que el mercado está centrado principalmente en los usuarios itinerantes más que en los residenciales para redes públicas basadas en WiFi, si bien en las redes públicas basadas en sistemas pre-Wimax en banda libre existe mercado para entornos rurales y empresa.

Respecto a los usuarios itinerantes considera que no existe masa crítica de usuarios actuales suficiente para soportar económicamente la mayoría de estos despliegues, si bien cifra la escasez de usuarios en los elevados precios que se aplican habitualmente a estos servicios y no en la inexistencia de demanda potencial, por lo que una política adecuada de precios podría aumentar los usuarios de forma importante.

En consecuencia, J. Sanpera considera que sí existe un mercado potencial relevante que no se ha sabido aprovechar por parte de los actores que despliegan estas redes, al fijar unos precios elevados que desincentivan su utilización.

## 5.- COMPETENCIA /SINERGIA DE OTRAS REDES

Respecto a la hipotética competencia de las redes 3G para suministrar los servicios que prestan estas redes, J. Sanpera considera que si bien son redes en competencia que impactarán en el mercado WiFi itinerante, Wifi juega con la ventaja de plantear un coste de despliegue más bajo que 3G al estar centrado en zonas limitadas y no en amplias coberturas nacionales, por lo que, en principio, el precio del servicio será siempre más bajo en aquellas ubicaciones donde exista red pública WiFi, lo cual permitirá su diferenciación y supervivencia frente a 3G.

Respecto a las infraestructuras fijas, J. Sanpera considera que allí donde se encuentran desplegadas, no es posible competir para suministrar acceso residencial y de empresa desde las redes públicas inalámbricas por las mejores características de servicio soportadas por las infraestructuras fijas.

Así, J. Sanpera considera que la competencia de 3G impactará negativamente en el mercado de redes públicas WiFi, pero no implicará la desaparición de las redes públicas inalámbricas basadas en uso libre del espectro debido a los menores costes de éstas, mientras que en las ubicaciones donde se encuentre desplegada la red fija, no es posible plantear modelos de negocio para acceso residencial o de empresa basados en estas tecnologías por sus características inferiores.

## 6.- ADECUACIÓN DE REGULACIÓN

Respecto a la regulación del espectro, J. Sanpera considera que sí existe un problema de escasez de espectro en las bandas libres, que supone asumir unas ciertas limitaciones tanto de ancha de banda como de posibles interferencias. Considera que existen suficientes actores actuando en estas bandas para que las extensiones que se realicen en el espectro que se puede utilizar legalmente sean aprovechadas ventajosamente y dinamicen el mercado.

Respecto a la regulación de la competencia, J. Sanpera es crítico con el papel jugado por los reguladores respecto a la participación de las administraciones locales en este tipo de iniciativas. Indica que muchos ayuntamientos desplegarían redes y suministrarían WiFi gratuitamente a sus ciudadanos si no fuese por las restricciones introducidas por los reguladores a este respecto. Cita el ejemplo de un ayuntamiento concreto con red desplegada que no la ponía a disposición del público por estas limitaciones legales.

En lo que respecta a los derechos de paso y uso de infraestructura de obra civil, J. Sanpera no ha detectado problemas en el uso de la infraestructura controlada por los ayuntamientos, especialmente los municipios pequeños, donde la experiencia ha sido de colaboración plena. En este aspecto, sí hace mención al monopolio de facto ostentado por Tradia en Catalunya sobre las ubicaciones para equipos de red, sobre cuyo uso, según indica el entrevistado, aplica precios abusivos apoyándose en la situación de monopolio que dificultan la viabilidad económica de los despliegues de este tipo de redes.

## 7.- VIABILIDAD ECONÓMICA

Respecto a la viabilidad económica, J. Sanpera identifica problemas distintos para la viabilidad de este tipo de iniciativas según el enfoque que tengan:

- En los despliegues de hotspots basados en uso itinerante, centra el problema de la viabilidad económica en un bajo uso (por las razones mencionadas más arriba de elevado precio), considerando que la viabilidad económica viene marcada por una adecuada selección de la ubicación, así como por una adecuada política de precios.

- En lo que respecta a los despliegues para uso residencial, remarca el relativamente elevado coste de operación, que suele ser minusvalorado a priori.

## 8.- PAPEL QUE DEBEN JUGAR ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

J. Sanpera considera que las administraciones públicas no deben involucrarse en los aspectos técnicos de despliegue y operación de estas redes, al existir actores centrados en estas actividades que pueden suministrar el servicio de forma más adecuada para los despliegues promocionados por la administración pública.

En lo que respecta a la promoción en sus distintas facetas de este tipo de redes, J. Sanpera considera que sí es un papel que debe llevar a cabo la administración por sus positivos efectos para los ciudadanos. Así mismo, considera que las administraciones pueden obtener importantes ventajas de utilizar estas redes para soportar los servicios de telecomunicación que utilizan.

Respecto al desarrollo de aplicaciones de e-government específicas para este tipo de redes, J. Sanpera considera que su poca madurez actual no justifica el esfuerzo de las administraciones en este sentido.

## 9.- INTERÉS PARA OPERADORES DE TELECOMUNICACIÓN

J. Sanpera considera que los operadores de ámbito estatal no están interesados en esta tecnología, más allá del despliegue en ubicaciones de elevado número de clientes potenciales itinerantes como aeropuertos u hoteles.

En el caso concreto de los operadores con mayor peso de mercado y herederos del monopolio público, como Telefónica en el caso español, J. Sanpera considera que la actitud negativa se ha centrado no sólo en su no utilización, sino en influir para eliminar las iniciativas alternativas antes de que tuvieran éxito para evitar competencia futura.

En lo que respecta a operadores de ámbito regional y local, sí que considera que es un nicho dónde existe interés por la utilización de este tipo de tecnologías. Las entidades públicas o privadas basadas en edificios o pequeñas zonas, son de acuerdo a la visión de J. Sanpera, las más interesadas en estas tecnologías por su especial ligazón con la ubicación, al tratarse de tecnologías de corto alcance.

## 10.- ANÁLISIS DAFO

Principales debilidades:

- Garantía de calidad de servicio.
- Escasa rentabilidad económica.

Principales amenazas:

- 3G

Principales fortalezas:

- Coste bajo de despliegue

Principales oportunidades:

- Crecimiento de servicios de televigilancia
- Adecuación de WiMax para despliegues rurales sin oferta de banda ancha.

## 11.- RELACIONES MÁS SIGNIFICATIVAS ENTRE ACTORES

| ACTORES SOCIALES | Actual | Medio Plazo |
|---|---|---|
| Fabricantes de equipos de terminales | | |
| **Portátiles** | ++ | ++ |
| **PDAs** | + | ++ |
| **Telefonía celular** | | |
| Fabricantes de equipos de acceso | | |
| **Puntos de acceso y equipos 802.11** | ++ | ++ |
| **Wi-Max** | + | ++ |
| **Otras tecnologías inalámbricas (bluetooth, UWB, etc.)** | | |
| Proveedores de servicio | | |
| **ISPs de ámbito nacional** | | |
| **ISPs de ámbito local** | ++ | + |
| **Comunidades wireless** | + | |
| **SPs VoIP** | | |
| **SPs e-administracion** | | + |
| **Otros SPs (especificar): TVs Locales** | + | ++ |
| Propietarios ubicaciones | | |
| **Dominio público con titularidad pública** | + | ++ |
| **Dominio público con titularidad privada** | + | ++ |
| **Dominio privado con titularidad pública** | | |
| **Dominio privado con titularidad privada** | | |
| Usuarios finales | | |
| **Profesionales itinerantes** | ++ | ++ |
| **Público en general itinerante** | | + |
| **Público en general en ubicación fija**[1] | + | + |
| **Pequeñas empresas** | + | |
| **Empresas medianas** | + | |
| **Grandes empresas** | + | |
| **Administración pública: Ayuntamientos** | | ++ |
| **Administración pública: Otras administraciones** | | |
| **Centros educativos** | + | ++ |
| **Hospitales** | | ++ |
| Operadores de red | | |
| **Operadores PSM** | - | -- |
| **Operadores comerciales alternativos nacionales/autonómicos** | | |
| **Operadores comerciales alternativos con ámbito local** | ++ | + |
| **Operadores comerciales alternativos con ámbito menor** | + | ++ |
| **Iniciativas privadas sin ánimo de lucro** | + | |
| **Iniciativas públicas sin ánimo de lucro** | + | ?[2] |
| Reguladores | | |
| **Comunidad europea** | -- | -- |
| **Ministerio de Industria** | -- | -- |
| **Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones** | -- | -- |
| **Comunidades autónomas** | | |
| **Ayuntamientos** | | |

**Tabla 9-1: Impacto de actores según J. Sanpera (Eurona)**

***Fuente: Elaboración propia***

[1] *(PreWimax en entorno rural)*
[2] Pueden tener un impacto relevante, pero es difícil de evaluar actualmente

## 9.3 CONCLUSIONES

Jaume Sanpera considera que la tecnología de acceso WiFi se encuentra suficientemente madura para su uso comercial, no considerando que WiMax pueda actuar como sustitutivo de esta tecnología a corto plazo para el acceso itinerante, sino principalmente como complemento utilizado en redes de backhaul. Como deficiencias tecnológicas actuales identifica la escasa madurez del software de gestión y operación de redes y la escasa disponibilidad de terminales de mano de VoIP.

De acuerdo a su visión, la demanda de servicios está centrada en acceso a Internet y correo electrónico itinerante, complementado a medio plazo por servicios corporativos en red privada virtual o en autoprestación. Aunque según su visión WiFi será aplicado a corto plazo para servicios de televigilancia, considera que este uso se realizará especialmente en uso privado y no sobre redes públicas.

Sobre los modelos de interconexión, considera como el más sencillo de implantar el basado en roaming y llama la atención sobre la complejidad de los modelos neutrales por la necesidad de coordinación entre actores. En lo que respecta a los modelos de uso compartido aplicado en comunidades wireless, es escéptico respecto a la demanda en las ubicaciones residenciales que caracterizan a este tipo de iniciativas.

Respecto al mercado para esta tecnología, lo centra en acceso residencial en zonas sin cobertura de red fija (si bien remarca la importancia para la viabilidad económica de la correcta estimación de los elevados costes de mantenimiento frecuentemente minusvalorados) apoyándose tanto en WiFi como en WiMax y en acceso itinerante, sobre el cual remarca la escasez de la demanda, que cifra -entre otros factores- en los elevados precios aplicados por los operadores de hotspots privados.

J. Sanpera considera que WiFi podrá competir con la tecnología 3G apoyándose en su inferior coste de despliegue, que permitirá aún a medio plazo –aunque se reduzcan las tarifas de 3G- fijar tarifas de uso inferiores que las que establezcan para 3G los operadores celulares.

El entrevistado aboga por que se extiendan las bandas de uso libre del espectro para evitar interferencias y favorecer el despliegue de modelos de negocio alternativos a los planteados por los operadores de mayor volumen. Es crítico con la regulación de competencia, que considera que inhibe en gran medida la actividad de las administraciones locales para facilitar la incorporación de ciudadanos a la sociedad de la información. J. Sanpera no detecta problemas en el uso del dominio público municipal, aunque sí en las elevadas tarifas los operadores de red (en concreto Tradia) en los que se apoyan las redes de transporte utilizadas los proveedores de servicio inalámbrico para conectar las redes de acceso WiFi que despliegan.

Sobre el papel de las administraciones públicas, considera que deben actuar de promotores de este tipo de iniciativas, dejando en manos de operadores especializados el despliegue y operación de las redes, que disponen de una mayor experiencia y conocimientos en este campo. No considera suficientemente maduras las aplicaciones basadas en localización para el desarrollo de servicios municipales.

Para Jaume Sanpera, los ayuntamientos y los operadores locales cercanos al territorio son los actores con mayor interés en esta tecnología, considerando el entrevistado que los operadores tradicionales de ámbito nacional, no sólo no tienen interés en su aplicación, sino que han influido negativamente para abortar iniciativas alternativas a los despliegues por ellos protagonizados.

# 10 ENTREVISTA A RAMON ROCA (GUIFI)

## 10.1 FICHA

NOMBRE: Ramon Roca
ORGANIZACIÓN: Guifi (www.guifi.net)
CARGO: Miembro fundador y colaborador activo

FECHA: 21/Noviembre/2006

PAPEL QUE JUEGA GUIFI EN EL DESARROLLO DE REDES PÙBLICAS BASADAS EN ESPECTRO DE USO LIBRE

Guifi es una de las comunidades más activas y que cuenta con más puntos de acceso (1.118 operativos en el momento de realizar la entrevista) y participantes en España. Esta comunidad se basa en el uso compartido abierto y neutral de infraestructuras entre sus miembros, para que éstos la utilicen en autoprestación o para suministrar servicio a terceros. Hace uso de Wifi en la infraestructura de acceso y backhaul, y utiliza software libre en la gestión y operación de la red. Los participantes están distribuidos en más de treinta municipios abarcando varias comarcas (Osona, Alt Penedés, Maresme, Baix Llobregat), y los participantes son usuarios residenciales y empresas que aportan su infraestructura WiFi y hacen uso de la red aportada por el resto de participantes.

## 10.2 CONTENIDO DE LA ENTREVISTA

### 1.- ADECUACIÓN DE TECNOLOGÍA

En relación con los equipos terminales, Ramon Roca considera que los ordenadores portátiles y las PDAs dotadas con WiFi son los equipos adecuados para utilizar este tipo de redes, matizando de que en el caso de las PDAs, 3G también se utilizará de manera complementaria a WiFi. Indica que el escaso alcance de los equipos terminales supone que es necesario realizar los despliegues de puntos de acceso en exteriores utilizando el mobiliario público, y cita como ejemplo los desarrollos que está realizando la empresa Fundición Dúctil Benito, una de las empresas asociadas a guifi, para instalar puntos de acceso en farolas.

Respecto a las tecnologías WiFi señala el problema existente con 802.11g, cuyo uso en zonas urbanas supone problemas contrastados de interferencias debido a que no está inicialmente pensada para uso en exteriores. Respecto a 802.11a, la ve como una tecnología adecuada para implantar redes de backhaul, utilizándose en Guifi para desplegar radioenlaces aprovechando la menor probabilidad de interferencias que presenta la banda del espectro asignada a esta tecnología, que está menos congestionada.

Sobre WiMax indica que actualmente no se encuentra madura, sino en estado de piloto y no es de esperar que sustituya a WiFi como tecnología de acceso o de backhaul en el corto plazo.

En cuanto al software de gestión y operación, considera que el software libre existente utilizado en Guifi se encuentra suficientemente maduro para su aplicación, aunque aún debe evolucionar más para completar la funcionalidad y hacer su utilización más efectiva y sencilla.

## 2.- SERVICIOS SOBRE ESTE TIPO DE REDES

Ramon Roca identifica el acceso a Internet con todos los servicios que conlleva (correo electrónico, acceso a páginas web, etc.) como la principal aplicación actual de este tipo de redes.

Respecto a la Voz sobre IP, indica que a corto plazo puede ser un servicio de interés, si bien para su implantación es necesario realizar un despliegue cuidadoso considerando los aspectos de calidad de servicio y utilizando redes de backhaul y troncales con una adecuada calidad.

Los servicios basados en localización a través de triangulación de puntos de acceso no son en la opinión del entrevistado factibles debido al bajo nivel de cobertura integral de estas redes, por lo que la información de ubicación utilizable es fragmentada y en general, poco útil.

Los servicios que Ramon Roca considera que tienen un futuro importante y observa que serán un motor de la demanda de este tipo de redes se basan en la comunicación entre equipos (sensores de temperatura, detectores fuga de agua, telemetría, etc.), conexión de cámaras web y facilidades de gestión remota municipal o de empresa como el control de acceso a calles mediante bolardos abatibles. Cita varios ejemplos de utilización en este sentido en Guifi por parte de empresas.

## 3.- ARQUITECTURA INTERCONEXIÓN

La arquitectura basada en uso compartido de recursos de conexión entre participantes es la utilizada por Guifi con éxito, y de especial aplicación para ubicaciones exteriores, tal como indica Ramon Roca. Dado que esta arquitectura se basa en uso compartido abierto y neutral de equipos, enlaces y redes de acceso, otras arquitecturas de conexión basadas en acuerdos de servicio (como roaming) no son excluyentes y sí considera que son de aplicación, especialmente en zonas cerradas donde la infraestructura es desplegada por un único actor.

## 4.- MADUREZ DEL MERCADO

Ramon Roca considera que existe una masa crítica suficiente de terminales y de aplicaciones que pueden ser utilizadas para suministrar servicios útiles (indica que los servicios citados en el apartado 2 se basan en aplicaciones ya existentes en muchos casos y no necesariamente desarrolladas ad-hoc para las redes WiFi).

Sobre los usuarios, considera que sí existe una demanda importante en el segmento residencial, alcanzable en muchos casos desde redes WiFi instaladas en ubicaciones exteriores, si bien en muchos casos se cubre con ventaja con infraestructuras fijas como ADSL y Cable, que proporcionan una mayor calidad de servicio.

Sobre los usuarios itinerantes, percibe un problema de percepción por parte de los usuarios no expertos de dificultad de uso de esta tecnología respecto a otras, que supone una debilidad.

En ambos casos, y centrándose en el caso particular de Guifi, indica que existe también una debilidad derivada de que los usuarios potenciales no perciben este tipo de iniciativas como una alternativa real a los servicios comerciales, lo cual dificulta su extensión.

## 5.- COMPETENCIA /SINERGIA DE OTRAS REDES

Respecto a las tecnologías de acceso fijo, como ADSL o el cable indica que presentan un mayor ancho de banda y calidad de servicio y actúan como competencia con ventaja, si bien en determinados contextos puede resultar ventajosa la aplicación de modelos similares a WiFi para compartir recursos.

Las redes celulares basadas en GPRS considera que no han tenido éxito como sustituto de WiFi y están en "vía muerta" al ser sustituidas a su vez por las redes 3G, que en la opinión de Ramon Roca, interactuaran con las redes Wifi de forma complementaria en muchos casos.

## 6.- ADECUACIÓN DE REGULACIÓN

La regulación actual del uso del espectro para este tipo de redes está desactualizada, de acuerdo a la opinión de Ramon Roca, y debería aumentarse el uso de espectro libre (indica como ejemplo el estudio que está realizando el FCC para extender las frecuencias asignadas a uso libre en las bandas inferiores a 1 GHz).

Para Ramon Roca las interferencias existentes entre distintas redes en zonas urbanas son un problema importante que sucede actualmente y al cual es necesario encontrar una solución manteniendo el uso libre del espectro. Si bien en muchos de los casos la solución pasa por la aplicación del "sentido común" y establecimiento de acuerdos entre actores para el uso de los canales, sería deseable algún tipo de regulación que favoreciese el uso neutral de las redes y la culminación de dichos acuerdos, aunque reconoce que es complicado de articular legalmente.

Respecto a las potencias permitidas, indica que las considera adecuadas y que la experiencia en Guifi señala que es posible desplegar radioenlaces de backhaul de vanos suficientemente amplios para sus necesidades respetando las limitaciones legales.

En la regulación del suministro de servicio, indica que es importante que las entidades regulatorias dejen clara la legalidad de iniciativas de uso compartido de infraestructuras y servicios, como es el caso de guifi, así como el uso de servicios en autoprestación, al objeto de evitar la inhibición de empresas e instituciones en su participación.

Sobre los derechos de paso en dominio público, considera que debería facilitarse en mayor medida la utilización de éste para el despliegue de redes, siendo conveniente que la regulación de distintos niveles incentivase más el uso compartido de redes y el uso neutral de la infraestructura pública para el despliegue de redes wifi.

## 8.- VIABILIDAD ECONÓMICA

El entrevistado considera que actualmente no es viable el esquema tradicional de explotación bajo pago por un único actor de este tipo de redes para despliegues en entorno exteriores, habida cuenta de la escasa demanda de servicios que permitan cubrir los costes. Para este tipo de despliegues aboga por el modelo aplicado en WiFi de uso compartido de infraestructuras bajo modelos neutrales y abiertos que permite amortizar su coste mediante el uso compartido por parte de los participantes, que actúan tanto de proveedores de red y servicio, como de usuarios.

## 9.- PAPEL QUE DEBEN JUGAR ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

Ramon Roca considera que las administraciones públicas deberían jugar un papel más activo en este tipo de iniciativas, especialmente en lo que respecta a utilización de las redes para servicios internos y al ciudadano, así como actuar de catalizadores para la coordinación de actores en el despliegue y utilización de redes.

Si bien considera adecuado que la administración pública financie iniciativas que realmente puedan incentivar el uso por parte de los ciudadanos de estas redes, considera que no es eficiente que actúen como titulares y/o gestores de las redes, si bien en aquellas iniciativas que participen, bien mediante financiación, bien mediante aportación de recursos de red, es clave que respeten y promocionen el uso compartido de la red bajo esquemas de apertura y neutralidad.

## 10.- INTERÉS PARA OPERADORES DE TELECOMUNICACIÓN

Ramon Roca considera que para los grandes operadores de ámbito nacional no es de interés este tipo de tecnología ni el uso compartido de infraestructura, al centrar sus esfuerzos en mercados más amplios y con mayores márgenes de beneficios y ser la red que despliegan su principal activo. En el ámbito de los pequeños operadores de ámbito municipal sí considera que es de interés el uso de redes WiFi para la construcción de redes públicas inalámbricas.

## 11.- ANÁLISIS DAFO

Al realizar el análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades, Ramon Roca distingue entre el contexto general para todo tipo de redes públicas inalámbricas y el caso particular de Guifi, aplicable en parte al resto de comunidades wireless, a las cuales en general, sin perjuicio de la situación de determinados casos específicos, considera débiles en organización, variedad de participantes y ámbito.

Principales debilidades:
- General: Muchos de los modelos de negocio aplicados no son viables a medio plazo por carecer de viabilidad económica.
- Guifi: La viabilidad económica no es un problema, pero sí la dificultad de comprender el concepto de uso compartido abierto de infraestructuras, que inhibe la participación de determinadas empresas e instituciones.

Principales amenazas:
- General: Para las iniciativas basadas en acceso itinerante desde ubicaciones como aeropuertos o cafeterías, las redes 3G pueden cubrir el mercado potencial de estas redes basándose en un uso más sencillo.
- Guifi: Las interpretaciones de la regulación contrarias a este tipo de modelo actúan como un inhibidor que puede entenderse como debilidad o amenaza.

Principales fortalezas:
- General: Elevada implantación de la tecnología en equipos terminales.
- Guifi: La actual extensión de la red implantada garantiza la existencia de una masa crítica que permite atraer a más actores para que compartan su infraestructura beneficiándose del uso de la existente.

Principales oportunidades:
- Ambos: Crecimiento de la demanda de servicios de comunicación entre aplicaciones y uso de webcams.

## 12.- RELACIONES MÁS SIGNIFICATIVAS ENTRE ACTORES

- Situación actual:
    - Principales actores que facilitan la viabilidad y extensión de las redes públicas basadas en uso libre del espectro: En interiores, empresas como Kubiwireless especializadas en el despliegue de este tipo de redes y en exteriores, iniciativas basadas en el uso compartido de infraestructuras, como el propio Guifi.
    - Principales actores que inhiben la viabilidad y extensión de las redes públicas basadas en uso libre del espectro: Operadores grandes de telecomunicación no interesados en este tipo de despliegues, que basan su oferta en infraestructura fija con mayores prestaciones e ISPs locales que despliegan bajo modelos de exclusividad y redes cerradas en municipios, lo cual impide su crecimiento natural.

- Situación futura (3 a 5 años):
    - Principales actores que facilitarán la viabilidad y extensión de las redes públicas basadas en uso libre del espectro: Empresas y administraciones públicas locales

que hagan uso de las redes para aplicaciones en red como conexión de sensores y cámaras web.

- Principales actores que inhibirán la viabilidad y extensión de las redes públicas basadas en uso libre del espectro. Operadores de 3G en zonas habituales de uso por parte de clientes itinerantes, como aeropuertos.

| ACTORES SOCIALES | Actual | Medio Plazo |
|---|---|---|
| Fabricantes de equipos de terminales | | |
| **Portátiles** | + | ++ |
| **PDAs** | + | ++ |
| **Telefonía celular** | | |
| Fabricantes de equipos de acceso | | |
| **Puntos de acceso y equipos 802.11** | + | + |
| **Wi-Max** | | ++ |
| **Otras tecnologías inalámbricas (bluetooth, UWB, etc.)** | | |
| Proveedores de servicio | | |
| **ISPs de ámbito nacional** | | |
| **ISPs de ámbito local** | -- | + |
| **Comunidades wireless** | + | ++ |
| **SPs VoIP** | | ++ |
| **SPs e-administracion** | | + |
| **Otros SPs (especificar): Servicios en autoprestación** | ++ | ++ |
| Propietarios ubicaciones | | |
| **Dominio público con titularidad pública** | - | ++ |
| **Dominio público con titularidad privada** | | + |
| **Dominio privado con titularidad pública** | | |
| **Dominio privado con titularidad privada** | ++ | + |
| Usuarios finales | | |
| **Profesionales itinerantes** | | |
| **Público en general itinerante** | | |
| **Público en general en ubicación fija** | ++ | ++ |
| **Pequeñas empresas** | + | ++ |
| **Empresas medianas** | + | ++ |
| **Grandes empresas** | + | ++ |
| **Administración pública: Ayuntamientos** | | ++ |
| **Administración pública: Otras administraciones** | -- | ++ |
| **Centros educativos** | | ++ |
| **Hospitales** | | |
| Operadores de red | | |
| **Operadores PSM** | | |
| **Operadores comerciales alternativos nacionales/autonómicos** | -- | ++ |
| **Operadores comerciales alternativos con ámbito local** | -- | ++ |
| **Operadores comerciales alternativos con ámbito menor** | -- | ++ |
| **Iniciativas privadas sin ánimo de lucro** | + | ++ |
| **Iniciativas públicas sin ánimo de lucro** | + | ++ |
| Reguladores | | |
| **Comunidad europea** | + | ++ |
| **Ministerio de Industria** | | + |
| **Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones** | | + |
| **Comunidades autónomas** | - | + |
| **Ayuntamientos** | + | ++ |

**Tabla 10-1: Impacto de actores según R. Roca (Guifi)**

***Fuente: Elaboración propia***

## 10.3 CONCLUSIONES

Ramon Roca considera que los modelos de uso compartido abierto de infraestructura de red se adaptan bien a la problemática planteada por el despliegue de este tipo de infraestructuras en zonas abiertas, donde la demanda bajo esquemas de pago es escasa.

En relación con la tecnología y equipos terminales, considera que WiFi se encuentra suficientemente madura, aunque no sucede lo mismo con WiMax, que a corto plazo no sustituirá a WiFi. Incide en la conveniencia de utilizar el mobiliario urbano para su despliegue en exteriores.

Respecto a los servicios, considera que existe un importante campo de crecimiento en el uso de estas redes para la comunicación de aplicaciones en uso interno por parte de empresas e instituciones, contemplando este campo como uno de los que derivarán en un crecimiento importante de estas iniciativas.

En cuanto a la madurez del mercado y la viabilidad económica, considera que existe suficiente madurez en terminales, aplicaciones, y usuarios, aunque la viabilidad económica para despliegues en exteriores es complicada bajo esquemas tradicionales de financiación basada en pago por parte de los clientes, debido a la competencia de otras tecnologías y no ser elevado aún el uso itinerante, por lo cual los modelos de uso compartido abierto de infraestructuras pueden ser los más viables en su opinión.

En relación con el marco legal, considera que deberían extenderse las bandas de frecuencia utilizables bajo esquemas compartidos, si bien la regulación de potencias le parece adecuada, incidiendo en la importancia de favorecer acuerdos de uso compartido del espectro en la banda de 2,4 GHz para evitar interferencias. Los reguladores, según Ramon Roca, deberían definir un marco más claro de legalidad para las comunidades wireless que favorezca su extensión, y los ayuntamientos, bajo la visión de Ramon Roca, deberían a su facilitar en mayor medida el uso compartido de la infraestructura pública.

Ramon Roca considera que los grandes operadores no están interesados en esta tecnología, siendo de mayor interés para operadores locales. Las administraciones públicas deberían promocionar y participar en este tipo de iniciativas, aunque no considera adecuado que sean los titulares y explotadores de las redes.

# 11 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En los siguientes apartados se analizará de forma conjunta la visión de cada uno de los aspectos tratados en las entrevistas realizadas, identificándose coincidencias y divergencias en la visión de los distintos actores entrevistados.

## 11.1 VISIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Todos los entrevistados coinciden en considerar a las tecnologías WiFi con un grado de madurez suficiente como tecnología de acceso para redes públicas, habiéndose alcanzado una estabilidad adecuada para su utilización en suministrar servicios al público, si bien no todos coinciden en las posibles aplicaciones de esta tecnología, siendo Ricard Ruiz de Querol el que plantea un uso más restrictivo, centrado en la aplicación complementaria con otro tipo de redes.

Como carencias o aspectos en los que no se ha alcanzado la madurez suficiente, se cita su utilización para servicios de voz (Josuè Sallent y Jaume Sanpera), la tecnología de redes malladas (Jordi López) y la disponibilidad de aplicaciones software para su gestión (Jaume Sanpera).

Respecto a WiMax, la mayor parte de los entrevistados indican que no ha alcanzado un grado de estabilidad tecnológica suficiente para su uso como infraestructura de red pública asentada. No obstante, en el caso de Telefónica sí se están utilizando equipos preWiMax a través de la empresa participada Iberbanda para desplegar redes como alternativa a la red fija, en ubicaciones donde resulta ventajoso respecto ésta, pero utilizando espectro licenciado.

Así pues, respecto a la tecnología, la visión compartida es de cierta madurez tecnológica y estabilidad en WiFi para aplicaciones de transmisión de datos, aunque insuficiente para la transmisión de voz. En lo que respecta al uso de WiMax en espectro libre, se considera que aún no se encuentra suficientemente desarrollado.

## 11.2 VISIÓN DE SERVICIOS

La mayor parte de entrevistados coinciden en que los servicios actuales de aplicación se centran en el acceso a Internet y los servicios de valor añadido asociados (consulta de páginas Web, acceso a correo electrónico, etc.) en un contexto de acceso itinerante.

Todos los actores coinciden en la debilidad de WiFi para ser utilizado en competencia con redes fijas en uso residencial debido a las características superiores de ésta, si bien se contempla su uso en aquellas ubicaciones donde no existe oferta de banda ancha fija, que cada vez son menos, aunque aún existen zonas con estas características.

Como servicios que en el futuro activarán la demanda de este tipo de redes se citan las aplicaciones de televigilancia, recogida de información de sensores y servicios municipales, y de información a los ciudadanos y visitantes asociadas al territorio donde se despliega la red.

Los servicios basados en la localización no son citados en general como una línea de crecimiento relevante, ni tampoco lo es el uso en competencia con la red fija para suministrar banda ancha residencial. La transmisión de Voz sobre IP puede ser para algunos de los entrevistados un futuro incentivador del uso de estas redes, en complemento con las redes 3G debido a la falta de cobertura global de las redes WiFi, por lo que no son sustitutivas de 3G de forma completa.

## 11.3 ARQUITECTURA DE INTERCONEXIÓN

No existe un consenso para los modelos más adecuados de interconexión entre redes desplegadas por distintos actores, decantándose cada actor como modelo adecuado de crecimiento y colaboración, por aquel que presentan una aplicación más adaptada a las organizaciones en las que desarrollan su actividad.

En cualquier caso, el roaming es citado en la mayoría de los casos por su sencillez de aplicación en las iniciativas orientadas a la obtención de beneficios económicos, como es el caso de los hotspots en ubicaciones privilegiadas. Ramon Sagarra y Josuè Sallent abogan por modelos de interconexión basados en la colaboración entre diversos actores, en los que la administración pública promociona o participa activamente en la construcción de infraestructuras de telecomunicación públicas. Estos modelos de neutralidad y colaboración entre distintos actores son vistas como complejos y difíciles de articular por los actores privados. Ramon Roca considera que para despliegue en zonas exteriores, los modelos de uso compartido de infraestructuras más abiertos, como el propio Guifi, plantean un modelo de crecimiento e interconexión adecuado.

## 11.4 MADUREZ DEL MERCADO

Todos los entrevistados coinciden en que el mercado de acceso itinerante es actualmente escaso y centrado en ubicaciones privilegiadas, no siendo viable económicamente la explotación de estas redes en zonas amplias sin complementar los ingresos con el uso simultáneo de otro tipo de servicios u objetivos que faciliten su viabilidad económica o la rentabilidad social.

El motivo de este pequeño tamaño de mercado es visto por cada actor de forma distinta. En unos casos se cita la falta de intensidad en el uso de la banda ancha por parte de los usuarios, mientras que en otros se cita la competencia de 3G por su mayor cobertura, o la aplicación de modelos de negocio en redes WiFi con tarifas de uso muy elevadas que no plantean ventajas significativas respecto a 3G.

En el mercado de la banda ancha residencial, aunque los entrevistados consideran que la demanda sí es elevada, se cubre en general de forma ventajosa con las redes fijas, pudiendo actuar de forma subsidiaria estas tecnologías de acceso en situaciones donde no resulta económico el despliegue de red fija. Los problemas para obtener coberturas en interiores y los deficientes modelos de comercialización aplicados son también considerados una debilidad que ha existido en la aplicación de estas tecnologías para suministrar banda ancha residencial. Por último, en el caso de las comunidades wireless, Ramon Roca (Guifi), cita la falta de confianza y el desconocimiento de los usuarios como motivos que impiden que se extienda el uso de este tipo de redes promocionadas por comunidades de usuarios.

En definitiva, el mercado se centra en la demanda de usuarios itinerantes principalmente (por otra parte, escasa de acuerdo a las opiniones de los entrevistados) y de forma subsidiaria o complementaria a la red fija para usuarios residenciales de banda ancha.

## 11.5 COMPETENCIA/SINERGIA CON OTRAS REDES

Respecto a las infraestructuras fijas existe un cierto consenso sobre el uso de WiFi y WiMax como alternativa cuando no se dispone de capilaridad fija suficiente o resulta excesivamente costoso su despliegue, aunque en entornos donde sí existe red fija desplegada estas tecnologías no plantean capacidades técnicas ni viabilidad económica suficiente para competir con dichos despliegues de red fija. Así pues, se plantea en todo caso como un sustituto de la red fija, pero no como una competencia efectiva. WiMax en banda licenciada es citado por parte de los entrevistados como una alternativa tecnológica más adecuada que WiFi o WiMax en banda libre cuando no es posible desplegar red fija.

En lo que respecta a 3G, existe una divergencia importante de opiniones sobre si Wifi podrá actuar como competencia en la provisión de servicios (parte de los entrevistados indican que sí para ubicaciones localizadas, por el elevado precio de los servicios 3G y su inferior ancho de

banda, mientras que otra parte indica que una vez estabilizado 3G, los precios de servicios similares sobre esta tecnología serán competitivos con WiFi). En cualquier caso, todos los entrevistados coinciden en que si se produce dicha competencia, 3G siempre dispondrá a su favor de la cobertura integral, que no es alcanzable mediante los despliegues de WiFi. Parte de los entrevistados plantean un uso complementario de ambas tecnologías, en un caso basado en su utilización conjunta por parte de los operadores de celulares (Ricard Ruiz de Querol) y en otros casos basado en integración en terminal dual que hace uso de ambas tecnologías, que no tienen porqué ser articuladas por el mismo actor (Jordi López).

En todos los casos, se identifican los despliegues de 3G como una amenaza potencial a las redes en uso libre del espectro, si bien parte de los entrevistados identifican posibles ámbitos de complementariedad entre 3G y estas tecnologías.

## 11.6 REGULACIÓN

Respecto al uso del espectro, los entrevistados que participan activamente en las actividades de instalación y explotación de estas redes indican que sí es necesario ampliar el uso del espectro libre en lo que respecta a las frecuencias (Jaume Sanpera) y que la regulación facilite la resolución de problemas de interferencia (Ramon Roca), proponiendo modalidades de uso simultáneo en la gestión de canales. Los entrevistados relacionados con administraciones públicas dirigen sus comentarios al respecto hacia la conveniencia de disponer de espectro licenciado reservado para uso de las administraciones en la construcción de redes inalámbricas públicas, que si bien no es el objeto de análisis (centrado en el espectro de uso libre), indica una actitud positiva hacia la promoción y participación pública activa en el despliegue de redes inalámbricas.

Todos los entrevistados, incluidos los directamente relacionados con la administración local, señalan la importancia del papel de los ayuntamientos en cuanto a facilitar el uso de infraestructura de obra civil pública y mobiliario urbano para el despliegue de este tipo de redes en exteriores, así como la necesidad de que unifiquen los criterios de uso del espacio público para el despliegue de redes.

La regulación de la competencia es vista de forma crítica por parte de los entrevistados, que consideran que favorece al sector privado y en concreto a los grandes operadores, sin que exista un marco legal cómodo para la promoción por parte de las administraciones de este tipo de redes. En el caso de Ricard Ruiz de Querol (Telefónica), la adecuación del marco de competencia establecido se considera justifica en base a la consistencia con el resto de marco político y social existente, y no plantea que existan problemas para que las administraciones públicas participen en el papel que considera que les corresponde, que no incluye la actuación como operadores de telecomunicación.

En definitiva, se detecta que los entrevistados que ejercen su labor profesional en el contexto de la administración pública consideran que existen limitaciones legales no justificadas para actuar activamente en el despliegue de redes de telecomunicación, mientras que en el lado de los grandes operadores de telecomunicación se considera que el marco legal sí es consistente y adecuado, y no es necesario que las administraciones actúen en este campo.

Sobre el uso del espectro, algunos entrevistados (Ramon Roca y Jaume Sanpera) indican que sí detectan problemas de interferencias que se pueden solventar mediante ampliación de las bandas asignadas o mediante la propiciación de acuerdos entre actores que despliegan redes en la misma zona.

## 11.7 VIABILIDAD ECONÓMICA

Todos los actores coinciden en la escasa viabilidad económica de los despliegues extensos realizados por un único actor que basan su modelo de negocio en los ingresos directos

obtenidos por el uso del servicio itinerante. Para facilitar esta viabilidad económica, se apuntan las siguientes soluciones:

- Aplicación de modelos de cooperación en el uso compartido de infraestructuras que permitan utilizar la red para diversos propósitos y por parte de diversos actores de forma simultánea (Ramon Roca, desde la visión de las iniciativas ciudadanas).

- Uso simultáneo de redes públicas con autoprestación por parte de administraciones locales (Jordi López y Ramon Sagarra, ambos en el contexto municipal).

- Limitar los despliegues a localizaciones con características especialmente adecuadas para el uso itinerante (Ricard Ruiz de Querol y Jaume Sanpera ambos involucrados en operadores de telecomunicación).

- Evaluar el impacto por ingresos no directos, sino asociado a objetivos complementarios como incrementar el atractivo para la ubicación (Josuè Sallent desde el ámbito de la administración autonómica y con experiencia en consultoría para implantación de redes WiFi).

## 11.8 PAPEL DE ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

Todos los entrevistados, incluyendo aquellos que se encuentran en el ámbito de la administración, coinciden en que las administraciones deben dejar en manos de actores especializados las labores técnicas de despliegue y operación de las redes. Hay también coincidencia en que la administración debe participar en la construcción y puesta a disposición de servicios de e-administración para los ciudadanos, no estableciéndose en general diferencias con el desarrollo de servicios sobre otras tecnologías y en la información e incentivo de la demanda de servicios por parte de los ciudadanos.

Respecto al papel de las administraciones públicas en la financiación y explotación comercial de este tipo de redes, existe divergencia entre las opiniones. Ricard Ruiz de Querol considera que la actuación de las administraciones públicas debe centrarse en el desarrollo de aplicaciones y corrección de fallos de mercado apoyándose en operadores especializados, considerando que no es eficiente la actuación de las administraciones públicas como operadores de telecomunicación ni adecuado para sus objetivos. Los entrevistados que desarrollan su actividad en el marco de las administraciones públicas (Jordi López, Ramon Sagarra y Josuè Sallent), consideran que éstas pueden y deben llevar a cabo actuaciones de inversión en infraestructura de red (pasiva bajo la opinión de J. López). En la opinión de estos entrevistados, estas actuaciones públicas, deben conllevar la titularidad de la administración de las infraestructuras sobre las que se invierte, utilizarse para autoprestación y, bajo esquemas de neutralidad, facilitar su uso por parte de operadores de telecomunicación para suministrar servicio minorista, contemplando también la posibilidad de realizar la explotación minorista en competencia con la iniciativa privada (sin realizar actuaciones de distorsión de esta competencia en base a su situación de administración pública).

Así mismo, los entrevistados del ámbito de la administración citan el positivo papel que pueden ejercer las administraciones locales como catalizadores y promotores en la configuración de iniciativas en las que participen varios actores. El modelo de uso neutral por parte de terceros, es también citado por Ramon Roca (guifi) como aspecto importante del despliegue de infraestructura pública. Los entrevistados involucrados en operadores de telecomunicación son más escépticos en este sentido.

## 11.9 INTERÉS PARA OPERADORES DE TELECOMUNICACIÓN

Todos los entrevistados coinciden en que este tipo de tecnologías no plantean interés para los operadores de telecomunicación de ámbito nacional, más allá de aplicarse como complemento de las tecnologías fijas y celulares, que son la base fundamental de su negocio.

Los entrevistados sitúan el interés por estas tecnologías como núcleo de la oferta de servicios al público en actores de carácter municipal y de ámbito menor, como comercios, hoteles y ubicaciones específicas, especialmente en el caso de WiFi, siendo estos ámbitos locales donde estas tecnologías pueden jugar un papel más relevante para habilitar la provisión de servicios públicos.

## 11.10 ANÁLISIS DAFO

En la siguiente figura se ha agregado los análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) identificados por todos los entrevistados.

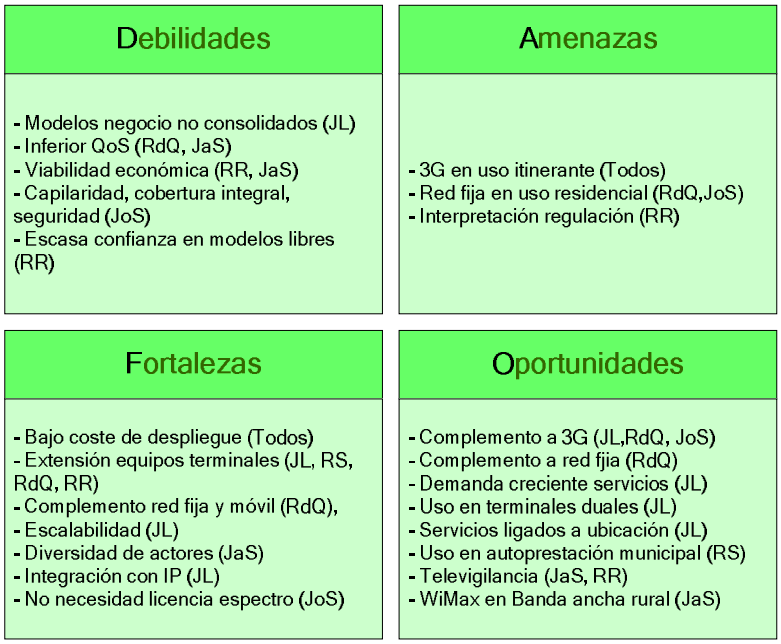



**Figura 11-1: Análisis DAFO agregado**

*Fuente: Elaboración propia*

Tal como puede observarse en la Figura 11-1, entre las debilidades se citan no sólo aquellas relacionadas directamente con aspectos técnicos de la tecnología (como la inferior calidad de servicio respecto a la red fija o la seguridad), sino también las relacionadas con debilidades en la articulación de modelos de negocio alternativos a los promocionados por los operadores de telecomunicación tradicionales, que aplican modelos de explotación consolidados y orientados a suministrar coberturas integrales.

Las debilidades derivadas de la participación de diversos actores alternativos actúan también como fortaleza para plantear nuevos modelos de explotación, que se apoyan en que no es necesario disponer de licencia de uso del espectro para operar y en el bajo coste de despliegue y escalabilidad. En todos los casos se cita como fortaleza la elevada planta de equipos terminales equipados con WiFi existente.

La amenaza clara, tal como se ha visto en los apartados anteriores, para todos los entrevistados son las redes 3G desplegadas por los operadores celulares que, dependiendo de la evolución que se produzca en este campo, puede actuar también como oportunidad para proporcionar servicios de forma complementaria. Aunque la red fija figura como una amenaza, en realidad todos los entrevistados coinciden en que los modelos de explotación de WiFi no pueden basarse en competencia con la red fija, sino que esta tecnología debe utilizarse de forma complementaria o subsidiaria al cobre y la fibra óptica cuando no se dispone de dicha infraestructura fija.

En lo que respecta a oportunidades, figura el uso complementario con otros tipos de redes, así como la autoprestación por parte de los ayuntamientos, servicios de televigilancia y recogida de información de sensores, y los servicios más ligados a la ubicación como la información turística o comercial relacionada con la zona donde se despliega la red.

## 11.11 ACTORES RELEVANTES

En la Tabla 11-1 se han agregado las valoraciones realizadas por cada entrevistado sobre el papel que juegan los diversos actores sociales en la promoción y viabilidad de los despliegues de redes públicas basadas en estas tecnologías, así como en su inhibición. Para cada casilla, se han sumado las valoraciones positivas (+: Facilitan, ++, Facilitan en gran medida) y negativas (-inhiben, --, inhiben en gran medida)[3], reflejándose la suma obtenida para cada actor social. Sobre las casillas se han marcado de color verde los aspectos en que se produce una mayor coincidencia en valoración positiva (facilitar o promocionar) y en color rojo, los que acumulan más valoraciones negativas, relacionadas con impedir o inhibir el desarrollo de redes públicas basadas en estas tecnologías.

El análisis de los resultados obtenidos no busca identificar "valores absolutos" del papel que juega cada actor social en el despliegue de este tipo de redes, ya que no existen tales valores objetivos, independientes de la visión de cada actor, sino que coexisten las diversas visiones, sin que necesariamente una sea más cierta que otra. Al concebirse el uso de la tecnología de manera distinta por cada entrevistado, con distintos objetivos, limitaciones, y capacidades, sucede de forma natural que la visión del resto de actores como potenciadores o limitadores sea distinta.

Si resulta en cambio de interés, la detección de coincidencias o divergencias significativas para identificar puntos comunes de acuerdo sobre el papel ejercido por cada actor social, así como áreas donde existe una divergencia importante, lo cual indica la existencia de motivaciones y situaciones distintas que da lugar a posicionamientos de distinta naturaleza.

En lo que respecta a los actores que actualmente promocionan o facilitan este tipo de despliegues en la actualidad, la mayor parte de los entrevistados coinciden en el protagonismo actual de los siguientes:

- Proveedores de ordenadores portátiles, y en menor medida PDAs, para los equipos terminales y de los proveedores de equipos WiFi y, en bastante menor medida, WiMax para la tecnología de acceso.

- Los usuarios itinerantes profesionales como destinatario finales principales de los servicios proporcionados por estas redes. En menor medida se identifica a los usuarios residenciales, si bien se matiza por la mayor parte de los entrevistados la existencia de debilidades importantes respecto a la red fija, siendo el contexto de aplicación para este tipo de usuarios como tecnología complementaria o subsidiaria de la red fija, como ya se ha indicado anteriormente.

- Las comunidades wireless y los proveedores de servicio de ámbito local son identificados en general como los actores que utilizan principalmente esta tecnología para suministrar servicios al público, no siendo significativa la coincidencia respecto al papel que juegan actualmente las administraciones en la promoción real de este tipo de tecnologías.

- Respecto a los actores que participan en el marco regulatorio, actualmente sólo se identifica a los ayuntamientos como facilitadores del despliegue de este tipo de redes.

[3] *Ricard Ruiz de Querol ha respondido a este cuestionario interpretando "Facilitan" por "Promocionan" e "Inhiben" por "Dificultan". Aunque el significado no es el mismo, a efectos del análisis que se realiza, es agregable con la información suministrada por el resto de entrevistados.*

| ACTORES SOCIALES | Actual | Medio Plazo |
|---|---|---|
| Fabricantes de equipos de terminales | | |
| **Portátiles** | +:9 | +:11 |
| **PDAs** | +:4 | +:7 |
| **Telefonía celular** | -:3 | +:2/-:1 |
| **Otros (especificar)** | | |
| Fabricantes de equipos de acceso | | |
| **Puntos de acceso y equipos 802.11** | +:8 | +:8 |
| **Wi-Max** | +:4 | +:8 |
| **Otras tecnologías inalámbricas (bluetooth, UWB, etc.)** | +:1 | +:2 |
| **Otros: SDR, cognitive radios** | | +:1 |
| Proveedores de servicio | | |
| **ISPs de ámbito nacional** | +:2/-:4 | +:2/-:3 |
| **ISPs de ámbito local** | +:8/-:2 | +:8 |
| **Comunidades wireless** | +:7 | +:6 |
| **SPs VoIP** | | +:4 |
| **SPs e-administracion** | +:3 | +:5 |
| **Otros SPs: TV Locales** | +:1 | +:2 |
| **Otros SPs: Autoprestación** | +2 | +2 |
| Propietarios ubicaciones | | |
| **Dominio público con titularidad pública** | +:3/-:1 | +:9/-:1 |
| **Dominio público con titularidad privada** | +:2 | +:9 |
| **Dominio privado con titularidad pública** | +:1 | +:3 |
| **Dominio privado con titularidad privada** | +:2 | +:2 |
| **Otros (especificar)** | | |
| Usuarios finales | | |
| **Profesionales itinerantes** | +:5 | +:9 |
| **Público en general itinerante** | +:1 | +:7 |
| **Público en general en ubicación fija** | +:4 | +:5/-:1 |
| **Pequeñas empresas** | +:3/-:1 | +:4/-:2 |
| **Empresas medianas** | +:3/-:1 | +:4/-:2 |
| **Grandes empresas** | +:4 | +:4 |
| **Administración pública: Ayuntamientos** | +:2 | +:8 |
| **Administración pública: Otras administraciones** | +:1/-:2 | +:5 |
| **Centros educativos** | +:3 | +:6 |
| **Hospitales** | +:1 | +:5 |
| **Otros (especificar)** | | |
| Operadores de red | | |
| **Operadores PSM** | -:5 | +:1/-:5 |
| **Operadores comerciales alternativos nacionales/autonómicos** | -:2 | +:6 |
| **Operadores comerciales alternativos con ámbito local** | +:6/-:2 | +:8 |
| **Operadores comerciales alternativos con ámbito menor** | +:4/-:2 | +:9 |
| **Iniciativas privadas sin ánimo de lucro** | +:3 | +:3 |
| **Iniciativas públicas sin ánimo de lucro** | +:3 | +:5 |
| **Otros: Operadores celulares** | | +:1 |
| Reguladores | | |
| **Comunidad europea** | +:2/-:5 | +4/-:3 |
| **Ministerio de Industria** | +:1/-:4 | +:1/-:4 |
| **Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones** | +:1/-:6 | +:1/-:5 |
| **Comunidades autónomas** | +:1/-:1 | +:3/+:1 |
| **Ayuntamientos** | +:4 | +:6 |

**Tabla 11-1: Visión global del impacto de actores**

***Fuente: Elaboración propia***

Respecto a la evolución a medio plazo (de tres a cinco años), el panorama de actores que facilitan o promocionan este tipo de despliegue queda de la siguiente manera:

- Los entrevistados consideran que el protagonismo de los equipos terminales será similar, aumentando el de los fabricantes de equipos WiMax (tecnología considerada actualmente no madura por la mayoría de los entrevistados) en lo que respecta a redes de acceso, y manteniéndose el de los fabricantes de equipos WiFi.

- En relación con los usuarios finales, se estima que los usuarios itinerantes se añadirá el público en general, extendiéndose este segmento, y los ayuntamientos serán un usuario bastante más intensivo que hará además uso de los servicios proporcionados en estas redes en autoprestación.

- Sobre los actores que facilitarán este despliegue, los entrevistados coinciden en identificar a los propietarios de ubicaciones de acceso público (sean éstos privados o administraciones) como actores activos en el despliegue de este tipo de redes, así como los operadores de ámbito local, comunidades wireless, y operadores alternativos que utilicen estas tecnologías para complementar sus redes (por ejemplo, operadores celulares que carecen de red fija u operadores de cable que no disponen de redes celulares).

Entre los actores que inhiben o dificultan la extensión de este tipo de redes, gran parte de los entrevistados identifican a las diversas entidades de regulación de ámbito nacional y comunitario (Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, Ministerio de Industria y Comisión Europea) como inhibidores, indicando que la normativa relacionada con la competencia no facilita los despliegues públicos ni alternativos. En cualquier caso, parte de los entrevistados consideran que la Comisión Europea incentivará el uso de estas redes.

Así mismo, los operadores de telecomunicación de ámbito nacional o multinacional son identificados también como actores que no facilitan el desarrollo de estas redes, en unos casos por la influencia que ejercen sobre el regulador para dificultar modelos de negocio alternativos, y en todos los casos por su preferencia por construir su oferta de mercado en base a tecnologías alternativas que compiten de forma ventajosa con los despliegues promocionados por los actores que utilizan WiFi como base tecnológica. La situación en lo que respecta a actores que dificultan la extensión de este tipo de redes a medio plazo es similar a la descrita para la actualidad, según la opinión de los entrevistados, salvo en lo que respecta a la Comisión Europea, a la que ven en un futuro más como facilitador que como inhibidor de este tipo de redes.

# 12 CONCLUSIONES

La visión de cada entrevistado sobre este tipo de tecnologías está interrelacionada con las capacidades, intereses, y limitaciones de las organizaciones en las que ejercen la actividad relacionada con el despliegue y explotación de redes públicas.

Así, en el caso de Ricard Ruiz de Querol, Director de Relaciones Institucionales en Telefónica, las tecnologías de uso libre del espectro son vistas como un complemento de las redes fijas IP y las redes de telefonía celular 3G, tecnologías sobre las cuales se articula la inversión, despliegue, y soporte de servicios de los operadores integrales de ámbito nacional o internacional, como es el caso de Telefónica. Este uso complementario se centra en potenciar las redes fijas y 3G utilizando WiFi y WiMax para mejorar la oferta de servicios, y sustituirlas en aquellas localizaciones donde resulta ventajosa su utilización. El modelo de cooperación con otros actores no difiere del aplicado en otras tecnologías, basándose principalmente en modelos de negocios verticales, bajo los cuales Telefónica despliega la red y explota también el servicio, contemplándose la cooperación con otros operadores sólo bajo esquemas de roaming de la misma manera que se aplica en la telefonía celular.

Por el contrario, el resto de actores entrevistados ve en estas tecnologías una palanca para desarrollar modelos alternativos de despliegue de redes, basados en el uso compartido de infraestructuras, y diversos modelos de financiación de redes y explotación de servicios, planteando una mayor utilidad potencial para los que actúan en zonas de pequeño ámbito geográfico, como sucede con las administraciones locales.

En el caso de Josuè Sallent (ligado a la Generalitat), Wifi no es visto como una tecnología para aplicar en el marco autonómico, sino en ámbito local. Tal como indica, en su aplicación para los objetivos prioritarios de la administración autonómica (la extensión de la banda ancha e incentivar la competencia), WiFi tuvo una ventana de oportunidad cuando las infraestructuras fijas estaban menos extendidas, pero en el momento actual no articula la estrategia de despliegue de infraestructuras públicas. Así J. Sallent no detecta mercados relevantes ni articulaciones fuertes del uso de WiFi ni WiMax en banda libre en las que participe la administración autonómica, y centra su posible aplicación en entornos locales. Este entrevistado sitúa las actuaciones públicas de participación en el despliegue de redes más orientadas al despliegue de infraestructura fija y uso de espectro licenciado, que en tecnologías inalámbricas de uso libre del espectro.

Jordi López y Ramon Sagarra (ligados ambos al ámbito de actuación local), sí identifican ámbitos claros de utilización de WiFi en el contexto local, más allá de las ubicaciones especialmente privilegiadas como aeropuertos u hoteles. Según la visión de estos dos actores, las redes inalámbricas en espectro libre pueden jugar un papel significativo como herramienta para el desarrollo local, promocionada por las administraciones locales. La utilización en este contexto se basa en prestar servicios de acceso a Internet itinerante en zonas públicas, combinados con el uso para los servicios internos municipales (autoprestación) que faciliten la viabilidad económica y mejoren la eficacia de los servicios municipales. Ambos entrevistados abogan por modelos de cooperación entre la iniciativa pública y privada, donde la administración local aporta infraestructura de transporte (que puede ser exclusivamente pasiva), y ésta es utilizada de forma neutral por los proveedores de servicio privados.

Jaume Sanpera, director general de Eurona, empresa que como parte de su actividad despliega este tipo de redes para uso público o privado, coincide con Jordi López y Ramon Sagarra en la utilidad de este tipo de tecnologías en el entorno local, incidiendo en el uso simultáneo en autoprestación municipal y aportando ejemplos de aplicaciones en este sentido. Jaume Sanpera, sin embargo, aventura problemas de articulación de iniciativas basadas en uso compartido de recursos bajo esquemas de neutralidad, debido a su complejidad organizativa y a la dificultad de alcanzar acuerdos entre actores. Considera que los modelos más simples

basados en despliegues verticales por parte de un único actor local y acuerdos de roaming, son los más factibles de llevar a la práctica y con más probabilidades de éxito.

Por último, Ramon Roca, colaborador activo en la iniciativa WiFi más relevante de Cataluña, plantea una visión de este tipo de tecnología como habilitadora de despliegues colaborativos entre diversos actores que se apoyan en el uso compartido de infraestructura, modelo bajo el cual considera viable la participación tanto de usuarios residenciales como de empresas e instituciones, si bien identifica como inhibidor del crecimiento de este modelo la percepción negativa de los actores institucionales y empresariales respecto a su legalidad, y la capacidad de soportar servicios con una calidad aceptables. Esta percepción la achaca a falta de claridad por parte de los reguladores y desconocimiento por parte de empresas e instituciones a la hora de plantearse su participación en este tipo de iniciativas.

# 13 REFERENCIAS

[Latour, 89] LATOUR, B.: "***Aramis or the love of technology "***. Harvard University Press, 1989.

*Análisis de un caso de estudio de fracaso de la implantación de una tecnología y recomendaciones desde la perspectiva actor-red para abordar el análisis de los actores implicados en el desarrollo e implantación de la tecnología.*

[Fuentes-Bautista et al., 05] FUENTES-BAUTISTA M., INAGAKI N.: ***"Wi-Fi's Promise and Broadband Divides: Reconfiguring Public Internet Access in Austin, Texas"***. The Telecommunications Policy and Research Conference Arlington, Virginia September 2005. [En Linea]. Disponible en < http://web.si.umich.edu/tprc/papers/2005/445/Fuentes_Inagaki.pdf >. [Consulta: 21.08.2006].

*Estudio muy completo sobre las organizaciones implicadas, modelos de negocio, extensión del mercado, y actitudes hacia las redes públicas WiFi en la ciudad de Austin (Texas).*

[Mckenzie et al., 85] MCKENZIE D., WAJCMAN, J.: ***"The social shaping of technology"***. Open University Press. ISBN 0-335-19914-3. Filadelfia, 1985.

*Conjunto de artículos sobre tecnología y sociedad con un enfoque basado en la teoría actor-red en bastantes de ellos.*

[Verma et al., 02a] VERMA, BECKMAN, NICKERSON: ***"Identification of issues and business models for wireless Internet service providers and neighborhood area networks"***. En Wireless Strategy in the Enterprise: An International Research Perspective in 2002. Berkeley, California. [En Línea]. Disponible en <verma.sfsu.edu/users/wireless/itsforum2002_no_distro.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Comparación de los modelos de negocio de los WISP con las comunidades wireless vecinales, basándose en una serie de entrevistas para abordar las diferencias técnicas, financieras, legales y sociales.*

## 14 GUIÓN DE ENTREVISTA UTILIZADO

# ENTREVISTA SOBRE VIABILIDAD Y DINÁMICA DESPLIEGUE REDES INALÁMBRICAS BASADA EN USO LIBRE DE ESPECTRO

## INTRODUCCIÓN

En la Universitat Pompeu Fabra se está realizando una serie de estudios sobre la dinámica y viabilidad de las iniciativas de despliegue y operación de redes públicas inalámbricas basadas en el uso libre del espectro.

En el marco de este estudio, se ha previsto llevar a cabo una serie de entrevistas con personas involucradas en las distintas organizaciones para obtener diversos puntos de vista sobre la viabilidad y utilidad de este tipo de iniciativas, así como de los principales factores que inhiben o facilitan su despliegue y explotación.

A continuación se incluye una guía de la entrevista que permite estructurar la recogida de información, si bien no es necesario cubrir todos los aspectos mencionados, pudiendo centrarse en aquellos más relacionados con la organización en la que ejerce su actividad el entrevistado.

La duración de la entrevista es de aproximadamente una hora y se pretende centrar en aquellos aspectos en que sean más relevante el papel ejercitado por la organización en la que presta sus servicios el entrevistado, por lo que no es necesario abordar todos los aspectos contemplados en el guión.

Los resultados que se obtengan en el estudio se harán llegar al entrevistado en el momento en que estén disponibles. Así mismo, una vez procesada la información de la entrevista realizada, se hará llegar al entrevistado para corregir posibles mal interpretaciones o sesgos involuntarios.

NOMBRE_____
_____

ORGANIZACIÓN
_____

CARGO
_____

FECHA _____

OBSERVACIONES

_____
_____
_____
_____
_____
_____

PAPEL QUE JUEGA LA ORGANIZACIÓN EN EL DESARROLLO DE REDES PÙBLICAS BASADAS EN ESPECTRO DE USO LIBRE

_____
_____
_____
_____

**1.- OPINIÓN SOBRE ADECUACIÓN DE TECNOLOGÍA**

1.1.- Equipos terminales.
1.2.- Equipos de acceso.
1.3.- Redes de backhaul.
1.4.- Redes backbone.
1.5.- Software de gestión y operación.
1.6.- Aplicaciones para servicios.

**2.- OPINIÓN SOBRE SERVICIOS SOBRE ESTE TIPO DE REDES**

2.1- Acceso a Internet.
2.2- Voz sobre IP.
2.3- Servicios basados en localización.
2.4- Comercio electrónico.
2.5- E-Government.
2.6- Otros servicios especialmente adecuados para este tipo de redes.

**3.- OPINIÓN SOBRE ARQUITECTURA INTERCONEXIÓN**

3.1- Apertura a SPs y uso compartido de redes (modelos neutrales y similares)

3.2- Roaming
3.3.- Otros modelos

**4.- OPINIÓN SOBRE MADUREZ DEL MERCADO**

4.1.- Masa crítica de usuarios
- Usuarios itinerantes
- Usuarios fijos.
- Usuarios residenciales
- Usuarios de empresa

4.2.- Masa crítica de terminales

4.3.- Utilidad y madurez de aplicaciones

**5.- OPINIÓN SOBRE COMPETENCIA /SINERGIA DE OTRAS REDES**

5.1.- GPRS
5.2.- UMTS
5.3.- Infraestructuras fijas

**6.- OPINIÓN SOBRE ADECUACIÓN DE REGULACIÓN**

6.1- Por ámbitos temáticos

6.1.1.- Regulación de espectro.
6.1.2.- Regulación de competencia.
6.1.3.- Regulación de participación pública.
6.1.4.- Regulación de iniciativas ciudadanas.
6.1.5.- Regulación de derechos de paso y uso de infraestructuras públicas/privadas.
6.1.6 - Regulación de iniciativas ciudadanas.

6.2- Por organismo regulador

6.2.1.- Comunidad Europea
6.2.2.- Ministerio de Industria.
6.2.3.- Comisión del Mercado de las telecomunicaciones.
6.2.4.- Comunidades autónomas
6.2.5- Ayuntamientos

**7.- OPINIÓN SOBRE VIABILIDAD TÉCNICA**

7.1.- Evolución de 802.11
7.2.- Wi-Max
7.3.- Otras tecnologías de acceso inalámbrico en bandas ISM (UWB, etc.)

**8.- OPINIÓN SOBRE VIABILIDAD ECONÓMICA**

8.1.- Estructura ingresos/inversión y gastos.
8.2.- Principales problemas para viabilidad económica.
8.3.- Principales soluciones para viabilidad económica.

**9.- OPINIÓN SOBRE PAPEL QUE DEBEN JUGAR ADMINISTRACIONES PÚBLICAS**

9.1.- Financiación.
9.2.- Operación
9.3.- Utilización
9.4.- Promoción
9.5.- Despliegue de aplicaciones

**10.- INTERÉS PARA OPERADORES DE TELECOMUNICACIÓN**

10.1. Operador dominante
10.2. Operadores alternativos de ámbito estatal
10.3. Operadores alternativos de ámbito regional
10.4. Operadores alternativos de ámbito municipal
10.5. Operadores de hotspots locales

**11.- ANÁLISIS DAFO**

11.1. Principales debilidades
11.2. Principales amenazas
11.3. Principales fortalezas
11.4. Principales oportunidades

**12.- RELACIONES MÁS SIGNIFICATIVAS ENTRE ACTORES**

A modo de resumen, indicar a partir de la lista siguiente cuales son los actores tanto sociales como técnicos que se considera que ejercen o pueden ejercer en un futuro mayor influencia en la viabilidad y desarrollo de este tipo de redes bajo las siguientes circunstancias:

- Situación actual:
  - Principales actores que facilitan la viabilidad y extensión de las redes públicas basadas en uso libre del espectro.
  - Principales actores que inhiben la viabilidad y extensión de las redes públicas basadas en uso libre del espectro.
- Situación futura (3 a 5 años):
  - Principales actores que facilitarán la viabilidad y extensión de las redes públicas basadas en uso libre del espectro.
  - Principales actores que inhibirán la viabilidad y extensión de las redes públicas basadas en uso libre del espectro.

**Indíquese con la siguiente graduación el impacto considerado:**

| Graduación | Significado |
|---|---|
| ++ | Facilitan o pueden facilitar en gran medida. |
| + | Facilitan o pueden facilitar de manera moderada. |
| | Sin impacto relevante |
| - | Inhiben o pueden inhibir en gran medida. |
| -- | Inhiben o inhibir facilitar de manera moderada. |

| ACTORES SOCIALES | Actual | Medio Plazo |
|---|---|---|
| Fabricantes de equipos de terminales | | |
| **Portátiles** | | |
| **PDAs** | | |
| **Telefonía celular** | | |
| **Otros (especificar)** | | |
| Fabricantes de equipos de acceso | | |
| **Puntos de acceso y equipos 802.11** | | |
| **Wi-Max** | | |
| **Otras tecnologías inalámbricas (bluetooth, UWB, etc.)** | | |
| **Otros (especificar)** | | |
| Proveedores de servicio | | |
| **ISPs de ámbito nacional** | | |
| **ISPs de ámbito local** | | |
| **Comunidades wireless** | | |
| **SPs VoIP** | | |
| **SPs e-government** | | |
| **Otros SPs (especificar)** | | |
| Propietarios ubicaciones | | |
| **Dominio público con titularidad pública** | | |
| **Dominio público con titularidad privada** | | |
| **Dominio privado con titularidad pública** | | |
| **Dominio privado con titularidad privada** | | |
| **Otros (especificar)** | | |
| Usuarios finales | | |
| **Profesionales itinerantes** | | |
| **Público en general itinerante** | | |
| **Público en general en ubicación fija** | | |
| **Pequeñas empresas** | | |
| **Empresas medianas** | | |
| **Grandes empresas** | | |
| **Administración pública: Ayuntamientos** | | |
| **Administración pública: Otras administraciones** | | |
| **Centros educativos** | | |
| **Hospitales** | | |
| **Otros (especificar)** | | |
| Operadores de red | | |
| **Operadores PSM** | | |
| **Operadores comerciales alternativos nacionales/autonómicos** | | |
| **Operadores comerciales alternativos con ámbito local** | | |
| **Operadores comerciales alternativos con ámbito menor** | | |
| **Iniciativas privadas sin ánimo de lucro** | | |
| **Iniciativas públicas sin ánimo de lucro** | | |
| **Otros (especificar)** | | |
| Reguladores | | |
| **Comunidad europea** | | |
| **Ministerio de Industria** | | |
| **Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones** | | |
| **Comunidades autónomas** | | |
| **Ayuntamientos** | | |
| **Otros (especificar)** | | |
| Otros actores sociales (especificar) | | |
| | | |

# Anexo IV

## *Descripción de iniciativas WiFi relevantes*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

1 INTRODUCCIÓN ..... 1

2 DESCRIPCIÓN DE INICIATIVAS RELEVANTES ..... 2

2.1 BOINGO ..... 3

2.2 ZONA ADSL WIFI ..... 4

2.3 KUBIWIRELESS ..... 5

2.4 THE CLOUD ..... 6

2.5 FON ..... 7

2.6 TORROELLA DE MONTGRÍ ..... 8

2.7 CORPUS CHRISTI ..... 9

2.8 CITY OF LONDON ..... 10

2.9 PHILADELPHIA ..... 11

2.10 SAN FRANCISCO ..... 12

2.11 AVILÉS ..... 13

2.12 BOSTON ..... 14

2.13 22@WIFI ..... 15

2.14 REDES LIBRES ..... 16

2.15 GUIFI ..... 17

3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 19

# 1 INTRODUCCIÓN

En este anexo se incluyen datos significativos de algunas de las iniciativas más relevantes de despliegue y explotación de redes públicas WiFi. El anexo no pretende ser exhaustivo, sino motrar ejemplos representativos de la aplicación de los modelos de negocio presentados en la tesis.

En un primer bloque se han incluído iniciativas de despliegue y explotación de hotspots impulsadas por empresas privadas sin participación de la administración. ***Boingo***, la primera iniciativa presentada, es el ejemplo paradigmático de agregador de puntos de acceso que ofrece el servicio apoyándose en acuerdos de roaming con WISPs locales. ***Zona ADSL WiFi***, protagonizado por Telefónica, ejemplifica los despliegues y el modelo de comercialización que aplican los operadores de redes fijas que actúan en este negocio. ***Kubiwireless*** es un buen ejemplo de WISP especializado en el sector de redes públicas WiFi que colabora con los titulares de ubicaciones y con otros WISPs para ofrecer servicio con coberturas amplias. Kubiwireless además dispone de acuerdos de utilización de su servicio por parte de Vodafone, que se apoya en este proveedor para suministrar el servicio itinerante de acceso a Internet a través de WiFi, sirviendo de ejemplo una de las opciones elegidas por operadores de redes celulares para integrar WiFi en su oferta de servicio.

***The Cloud*** es también un operador WISP especializado en redes públicas WiFi, que presenta especial interés, ya que aplica un modelo de negocio de venta mayorista para otros proveedores de servicio, dispone de una red extensa (la mayor del Reino Unido), y es de temprana implantación, por lo que se puede decir que su modelo de negocio está consolidado en el momento de realizar el presente documento.

El último de los ejemplos de iniciativas privadas es ***FON***, que aplica un modelo de negocio basado en la participación de usuarios residenciales que disponen de servicio de banda ancha proporcionado por operadores fijos, y usan la capacidad marginal para proporcionar servicios públicos gestionados por FON. Aunque el modelo no es novedoso, al ser una combinación del modelo propuesto por Joltage (contraprestación económica para los participantes que aportan redes) y Sputnik (uso gratuito del resto de la red por parte de los participantes) descritos en [Michelson, 02], su extensión es amplia, y la combinación de ambos modelos puede facilitar la viabilidad económica que no fue posible en Joltage [Liu, 03].

Dentro de las iniciativas municipales, se han seleccionado ocho de ellas como ejemplos de participación de la administración local en el despliegue de este tipo de redes. La iniciativa de ***Torroella de Montgrí*** muestra el caso de un pequeño municipio que acuerda con un WISP de ámbito local (Aeris Navigo) el despliegue de una red con el objetivo de disponer de acceso a Internet residencial basado en este tipo de tecnología, sin que existan otros objetivos adicionales. El caso de ***Corpus Christi*** es el más representativo de despliegue municipal orientado a la mejora de servicios municipales y ahorro de costes de telecomunicaciones, ya que en esta ciudad la administración local usa intensivamente la red para una gran variedad de servicios en autoprestación.

El caso de la ***City de Londres*** muestra un modelo de colaboración entre la administración local y un WISP (en este caso, The Cloud, empresa presentada

previamente como iniciativa privada), para dotar a un distrito comercial (el distrito de negocios por excelencia, la City de Londres) de acceso itinerante para ciudadanos y visitantes.

En una selección de iniciativas promocionadas por administraciones locales es obligado incluir los casos de Philadelphia y y San Francisco, que se utilizan como ejemplos de referencia en gran parte de los despliegues municipales planificados. ***Philadelphia*** es un buen ejemplo de despliegue extenso e integral, con objetivos de reducción de la brecha digital, y obligación de suministrar servicios mayoristas a terceras empresas a las cuales se abre el uso de la red que despliega un operador especializado (Earthlink). ***San Francisco*** ilustra la aplicación de servicio gratuito de baja velocidad financiado por publicidad y con participación de un proveedor de contenidos (Google).

Como ejemplos adicionales de aplicación de modelos de operadores neutrales en los cuales el operador que gestiona la red está obligado a suministrar servicios a terceros, se han incluido el caso de Boston, Avilés y 22@WiFi en Barcelona. El caso de ***Boston***, partiendo del modelo de negocio de Philadelphia, se extiende en la constitución de una fundación sin ánimo de lucro con participación pública y privada, que es la titular de la red neutral, y cuya explotación se realiza también bajo un modelo mayorista. El caso de ***Avilés***, siendo similar también al de Philadelphia, hace hincapié en la neutralidad de la red, no permitiendo al operador que despliega y explota la red la comercialización de servicios minoristas, que son suministrados por terceras empresas. Ninguna de las dos se encuentra operando en la fecha de redacción del presente documento, y por tanto pueden evolucionar en otro sentido, al igual que pasó con Philadelphia, que originalmente estaba diseñada como una red de titularidad municipal, y finalmente se ha configurado como una red cuyo propietario es el proveedor que la despliega y opera.

Como último caso de iniciativa con participación municipal se analiza el ejemplo de ***22@WiFi***, que aplica un modelo similar al propuesto por Boston, pero añade la posibilidad de que diversas organizaciones públicas o privadas aporten subredes a la cobertura del operador neutral bajo diversos modelos de participación.

Para ilustrar las iniciativas de comunidades wireless se presentan dos ejemplos. El primero de ellos se corresponde con la agrupación de comunidades wireless a nivel español (***red libre***), que representa bien el modelo de despliegue y explotación de servicios aplicado en la mayor parte de las comunidades wireless del mundo. Como segundo ejemplo, se muestra la iniciativa ***guifi***, de ámbito catalán especialmente centrado en la comarca de Osona, que es uno de los pocos casos maduros con amplia variedad de participantes, con miembros activos, proyectos en curso, y participación de empresas radicadas en la zona de cobertura de la red.

En el último capítulo se han incluido las referencias citadas en cada una de las descripciones de iniciativas.

# 2 DESCRIPCIÓN DE INICIATIVAS RELEVANTES

# > Boingo

## DATOS GENERALES

| | |
|---|---|
| País: | Cobertura global (76 países) |
| Titular de la red: | Diversos WISPs |
| Sede web: | www.boingo.com |
| Estado: | Operativa |
| Tipo de iniciativa: | Privada |
| Titularidad de la red: | Privada |
| Modelo Explotación: | Minorista |

## COBERTURA Y TECNOLOGÍAS

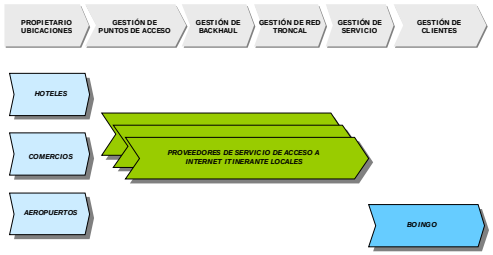
Nº Puntos de Acceso
- Operativos: 60.800
- Planificados: 3.550

Superficie: No definida
Población: 76 países
Tecnología acceso: 802.11g/802.11b
Tecnología backhaul: Aportada por cada proveedor de servicio.

## SERVICIOS

- Acceso a Internet

## MODELO DE NEGOCIO



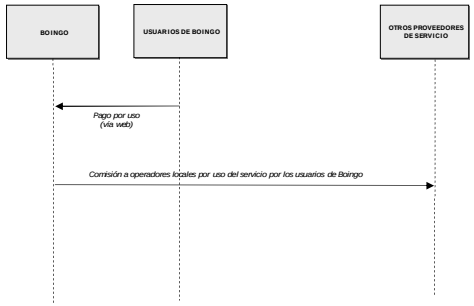

Boingo es un proveedor de servicio que basa su modelo de negocio en la agregación de redes aportadas por otros proveedores de servicio bajo modelos de roaming. Mediante esta estrategia, la compañía puede proporcionar servicio sobre una red muy extensa que es desplegada por actores locales.

Las actividades en las que se centra Boingo son el control de acceso, comercialización del servicio, y gestión de acuerdos de roaming con un número elevado de actores locales.

Las ubicaciones donde presta servicio son principalmente comercios de restauración, aeropuertos y estaciones de transporte.

Los proveedores de servicio que alcanzan acuerdos de roaming con Boingo explotan las redes WiFi que aportan localmente la red bajo su propia marca de forma simultánea a Boingo.

## MODELO DE COMERCIALIZACIÓN




Los usuarios itinerantes abonan pagos por uso puntual de la red global a Boingo contratando el servicio a través de su página Web.

A su vez, Boingo paga comisiones por el uso de la red a los WISP con los que suscribe acuerdos de roaming.

## OBJETIVOS

-Contraprestación económica.

## USUARIOS

- Usuarios itinerantes

## REFERENCIAS

www.boingo.com [Boingo, 03]

# > Telefónica - Zona ADSL Wifi

## DATOS GENERALES

País: España (roaming en otros países)
Ciudad: Grandes ciudades
Titular de la red: Telefónica S.A.U.
Sede web: www.telefonicaonline.com
Estado: Operativa

| | |
|---|---|
| Tipo de iniciativa: | Privada |
| Titularidad de la red: | Privada |
| Modelo Explotación: | Minorista |

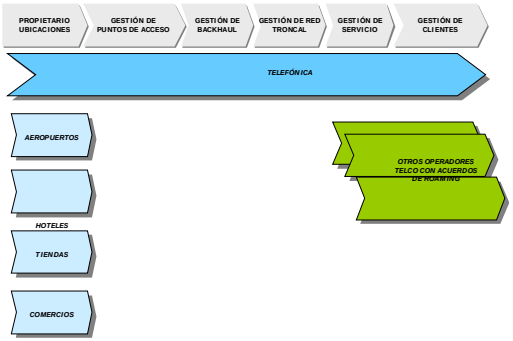
## COBERTURA Y TECNOLOGÍAS

Nº Puntos de Acceso
• Operativos: 130 edificios con varios puntos de acceso cada uno.
• Planificados: No disponible
Superficie: 90 km2
Población: No disponible
Tecnología acceso: 802.11g
Tecnología backhaul: Red fija IP suministrada por el propio operador que despliega y explota la red de acceso.

## SERVICIOS

- Acceso a Internet

## MODELO DE NEGOCIO

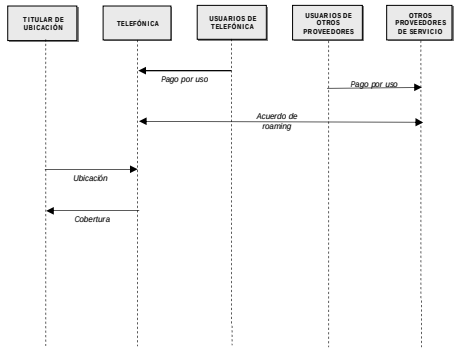



Modelo de negocio vertical en el cual el operador de red fija (Telefónica) despliega la red y suministra el servicio.

Las ubicaciones son aportadas por actores interesados en disponer del servicio en su ubicación para uso de los clientes de otros servicios (hoteles, palacios de congresos, etc.) y Telefónica utiliza sus propias tiendas también como ubicaciones de la red.

La red no está abierta a otros operadores de servicio, aunque sí se contempla el roaming con operadores que disponen de redes WiFi similares en otros países, habiéndose alcanzado acuerdos con operadores de telecomunicación tradicionales (como Telecom Italia) instalados en otros países, para que los clientes de ambas compañías puedan utilizar las redes indistintamente. Los acuerdos de roaming incluyen ocho países europeos y EEUU.

## MODELO DE COMERCIALIZACIÓN




Los usuarios itinerantes abonan pagos por uso puntual de la red a Telefónica, utilizándose estos ingresos para financiar el despliegue.

Telefónica mantiene acuerdos de roaming con operadores de otros países para prestación de servicio mutua.

## OBJETIVOS

-Contraprestación económica.
-Operadores con los que se realiza roaming: incremento de coberturas de red para sus clientes.

## USUARIOS

- Usuarios itinerantes

## REFERENCIAS

www.telefonicaonline.com

# > Kubiwireless

## DATOS GENERALES

**País: España (roaming con operadores de otros países)**
**Titular de la red: Kubiwireless**
**Sede web: www.kubiwireless.com**
**Estado: Operativa**
**Tipo de iniciativa: Privada**
**Titularidad de la red: Privada**
**Modelo Explotación: Minorista**

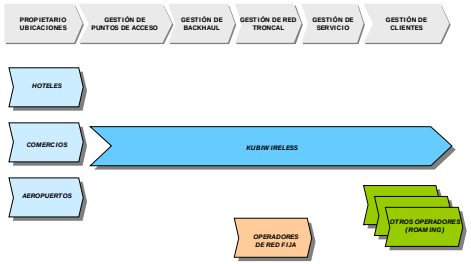
## COBERTURA Y TECNOLOGÍAS

**Nº Puntos de Acceso**
**• Operativos: 100 (España)**
**• Planificados: 50**
**Superficie: 90 km2**
**Población: No disponible**
**Tecnología acceso: 802.11g**
**Tecnología backhaul:**
**• Servicios de acceso a Internet con operador de red fija.**

## SERVICIOS

**- Acceso a Internet**

## MODELO DE NEGOCIO

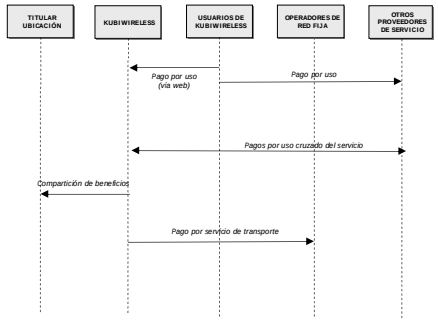



**Kubiwireless basa su modelo de negocio en el despliegue de redes de acceso Wifi en hoteles, comercios de restauración, aeropuertos y otros establecimientos cofinanciadas con el titular de la ubicación y explotadas de forma conjunta.**

**Las actividades en las que se centra Kubiwireless cubren el despliegue de la red, soporte a la provisión de servicio y comercialización del servicio, basado en contratación por parte del cliente a través de web y roaming con otros operadores.**

**Los proveedores de servicio que alcanzan acuerdos de roaming con Kubiwireless explotan también localmente las redes WiFi de que disponen bajo su propia marca. Kubiwireless mantiene acuerdos con 10 WISPs que operan en 18 países.**

## MODELO DE COMERCIALIZACIÓN




**Los usuarios itinerantes abonan pagos por uso puntual de la red a Kubiwireless y a otros WISPs que realizan acuerdos de roaming. Kubiwireless abona el uso de la red de transporte a operadores de red fija y comparte beneficios con el titular de cada ubicación en función del tráfico.**
**Kubiwireless y los operadores con los que realiza roaming se abonan mutuamente contraprestaciones por uso cruzado de la red.**

## OBJETIVOS

**-Contraprestación económica.**

## USUARIOS

**- Usuarios itinerantes**

## REFERENCIAS

**www.kubiwireless.com**

# > The Cloud

## DATOS GENERALES

País: Reino Unido, Alemania, Suecia
Titular de la red: Diversos proveedores
Sede web: www.thecloud.net
Estado: Operativa
Tipo de iniciativa: Privada
Titularidad de la red: Privada
Modelo Explotación: Minorista

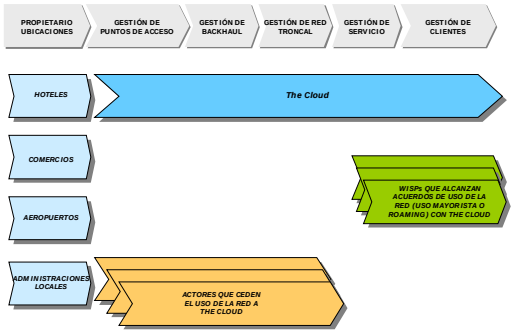
## COBERTURA Y TECNOLOGÍAS

Nº Puntos de Acceso
• Operativos: 7.000
• Planificados: no disponible
Superficie: No disponible
Población: no definida
Tecnología acceso: 802.11g/802.11b
Tecnología backhaul:
• Aportada por WISPs adheridos en unos casos y desplegada por The Cloud en otros.

## SERVICIOS

- Acceso a Internet

## MODELO DE NEGOCIO

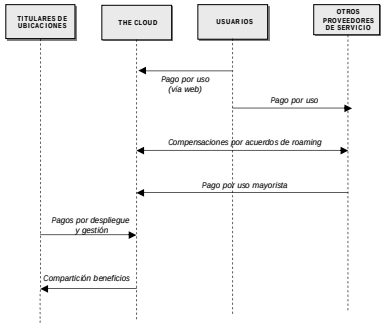



The Cloud dispone de una amplia red formada por hotspots desplegados por la propia compañía y otros aportados por titulares de ubicaciones o WISPs bajo modelos de roaming, o de suministro de red para que The Cloud gestione el suministro de servicio. Así mismo, The Cloud realiza despliegues de red y gestión de ésta para titulares de ubicaciones.

Esta compañía comercializa servicio itinerante minorista, suministra servicios mayoristas a otros proveedores, y mantiene acuerdos de roaming con los principales agregadores de servicio, como Boingo.

The Cloud aplica, pues, una variedad de modelos de cooperación, tanto a nivel de red como a nivel de servicio. En el Reino Unido participa también en iniciativas municipales.

## MODELO DE COMERCIALIZACIÓN




The Cloud trabaja con diversos modelos de comercialización, dependiendo del contexto y modelo de colaboración que aplique. Los ingresos se obtienen del uso del servicio por parte de usuarios finales, uso mayorista por parte de WISPs, y acuerdos de roaming con otros WISPs. Así mismo, obtiene ingresos de despliegues y gestión de red para titulares de ubicaciones. The Cloud paga por el uso de infraestructura fija de transporte para conectar su red de acceso a operadores fijos y a actores que aportan la red de acceso por su utilización.

## OBJETIVOS

-Contraprestación económica.

## USUARIOS

- Usuarios itinerantes y residenciales

## REFERENCIAS

www.thecloud.net

# > FON

## DATOS GENERALES

**País: Operación global en 144 países**
**Titularidad de la red: Participantes en FON**
**Sede web: www.fon.es**
**Estado: Operativa**

| | |
|---|---|
| **Tipo de iniciativa:** | **Privada** |
| **Titularidad de la red:** | **Privada** |
| **Modelo Explotación:** | **Minorista** |

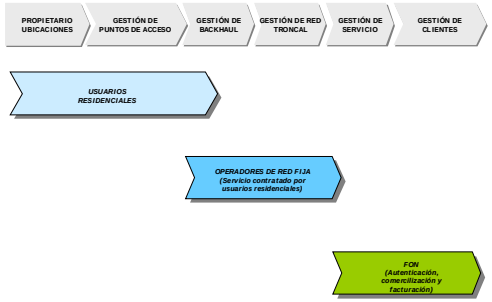
## COBERTURA Y TECNOLOGÍAS

**Nº Puntos de Acceso**
**• Operativos: 100.000**
**• Planificados: no disponible**
**Superficie: no definida**
**Población: no definida**
**Tecnología acceso: 802.11g y 802.11b**
**Tecnología backhaul:**
**• Uso de servicios de banda ancha proporcionados por operadores de telecomunicación a los usuarios residenciales que aportan puntos de acceso y conexión a Internet.**

## SERVICIOS

**- Acceso a Internet**

## MODELO DE NEGOCIO

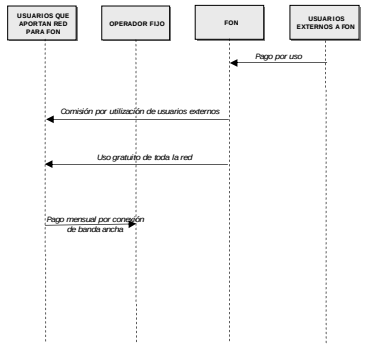



**FON basa su modelo de negocio en hacer uso de conexiones y puntos de acceso de usuarios residenciales que aportan capacidad excedente para que los usuarios adheridos a FON y el público en general puedan hacer uso del servicio de acceso a Internet desde las ubicaciones adheridas.**

**FON realiza un control de acceso a través de las subredes aportadas por los usuarios adheridos, y comercializa el servicio global a usuarios externos. Esta compañía suministra a los usuarios residenciales que aportan sus redes de acceso y conectividad Internet un equipamiento adicional para separar el uso del acceso privado del uso por parte del público.**

**La red fija utilizada para suministrar acceso a Internet es proporcionada por operadores de telecomunicación a los usuarios residenciales que hacen uso de ella para suministrar servicios al público.**

## MODELO DE COMERCIALIZACIÓN




**Los usuarios finales que están adheridos a FON pueden hacer uso gratuito de toda la red, y los usuarios externos pagan tiempos de conexión a FON. La compañía comparte los ingresos con aquellos participantes sobre cuyas redes se producen conexiones de pago.**
**Cada usuario residencial adherido a FON abona la conexión fija a operadores de telecomunicación.**

## OBJETIVOS

**-Usuarios residenciales: Obtención de ingresos y utilización de la red global de forma gratuita.**
**-FON: Obtención de ingresos y aumento de volumen**

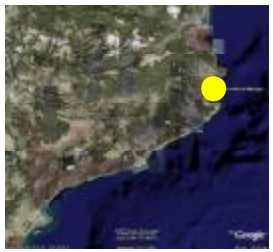
## USUARIOS

**- Usuarios particulares itinerantes.**

## REFERENCIAS

**www.fon.es**

# > Torroella de Montgrí



## DATOS GENERALES

| | |
|---|---|
| País: | España |
| Ciudad: | Torroella de Montgrí (Girona) |
| Promotor: | Ayuntamiento |
| Sede web: | www.torroella.org |
| Estado: | Operativa |
| Tipo de iniciativa: | Municipal |
| Titularidad: | Municipal |
| Modelo Explotación: | Minorista |

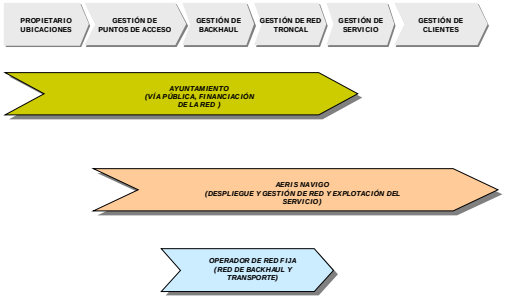
## COBERTURA Y TECNOLOGÍAS

Nº Puntos de Acceso
• Operativos: No disponible
• Planificados: No disponible
Superficie: 0,23 Km$^2$
(cobertura en 90% del casco urbano)
Población: 10.000
Tecnología acceso: 802.11g
Tecnología backhaul:
• Uso de red fija proporcionada por operadores de telecomunicación.

## SERVICIOS

- Acceso a Internet
-Acceso gratuito restringido a sede web ayuntamiento
-Abierto a incorporación nuevos servicios aportado por proveedores

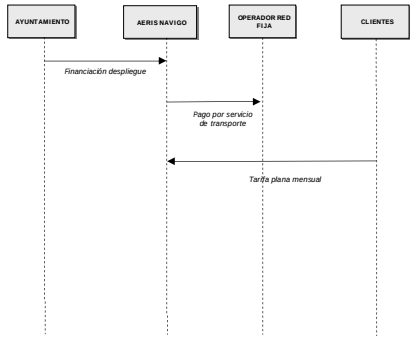
## MODELO DE NEGOCIO




El ayuntamiento de Torroella ha financiado el despliegue de una red de ámbito municipal que cubre el 90% de la población, orientada a suministrar servicio de acceso a Internet residencial bajo esquemas de pago.

Aeris Navigo ha realizado el despliegue y realiza también la operación del servicio. Dado que existe disponibilidad de banda ancha fija, para el backhaul y transporte se utilizan servicios suministrados por un operador de red fija.

## MODELO DE COMERCIALIZACIÓN




El ayuntamiento financia el despliegue de la red, realizado por Aeris Navigo, al cual pagan los usuarios residenciales cuotas mensuales por el uso del servicio.
Aeris Navigo utiliza estos ingresos para sufragar la gestión y los servicios de transporte que contrata con el operador de red fija.

## OBJETIVOS

- Incrementar la oferta de servicios de banda ancha en la ciudad.

## USUARIOS

- Usuarios residenciales

## REFERENCIAS

[Ayto Torroella Montgrí, 06]

# > Corpus Christi

## DATOS GENERALES

**País:** Estados Unidos
**Ciudad:** Corpus Christi (Texas)
**Promotor:** Ayuntamiento
**Sede web:** www.cctexas.com/wifi/
**Estado:** Operativa
**Tipo de iniciativa:** Municipal
**Titularidad:** Municipal
**Modelo Explotación:** Autoprestación y minorista

## COBERTURA Y TECNOLOGÍAS

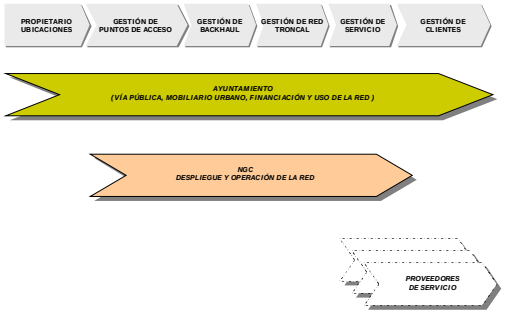
**Nº Puntos de Acceso**
- **Operativos: 300**
- **Planificados: No disponible**

**Superficie: 381 Km²**
**Población: 247.000**
**Tecnología acceso: 802.11b**
**Tecnología backhaul:**
- **Red mallada basada en 802.11g combinado con fibra óptica municipal**

## SERVICIOS

- **Medición de consumos de gas y aguas**
- **Acceso a Internet**
- **Acceso a aplicaciones corporativas municipales**

## MODELO DE NEGOCIO

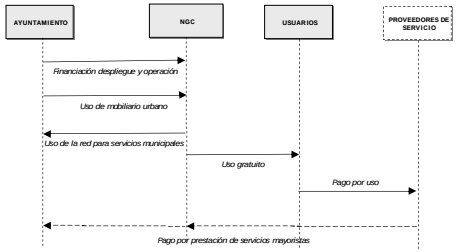



**La iniciativa promocionada por el ayuntamiento de Corpus Christi tiene como objetivo principal el ahorro de costes y la mejora de servicios municipales, facilitando también acceso a Internet a ciudadanos y visitantes.**

**El ayuntamiento financia el despliegue y gestión de la red, que es realizado por la empresa NGC utilizando equipos de Tropos. Así mismo, el ayuntamiento facilita el uso de los semáforos para la instalación y alimentación de los equipos de acceso y backhaul, y el uso de la red de fibra óptica municipal para completar dicha red de backhaul.**

**Esta iniciativa es el ejemplo más maduro de uso de la red para mejora en servicios municipales y uso en autoprestación.**

## MODELO DE COMERCIALIZACIÓN




**La red está financiada por el ayuntamiento que es el principal usuario. Actualmente se suministra servicio de acceso a Internet en pruebas gratuito para los ciudadanos, si bien el municipio está negociando con diversos proveedores para comercializar el servicio mediante diversos modelos de explotación.**

## OBJETIVOS

**-Ahorro en servicios municipales y mejora de éstos.**
**- Servicio a ciudadanos y visitantes**

## USUARIOS

- **Empleados municipales**
- **Ciudadanos y visitantes en acceso itinerante**
- **Ciudadanos en uso residencial**
- **Colegios y hospitales**

## REFERENCIAS

**[Tropos, 05]**

# > City of London

## DATOS GENERALES

**País:** Reino Unido
**Ciudad:** Londres
**Sede web:** www.cityoflondon.gov.uk
**Estado:** Planificada (1Q/2007)
**Tipo de iniciativa:** Mixta
**Titularidad de la red:** Privada
**Modelo Explotación:** Mayorista y minorista.

## COBERTURA Y TECNOLOGÍAS

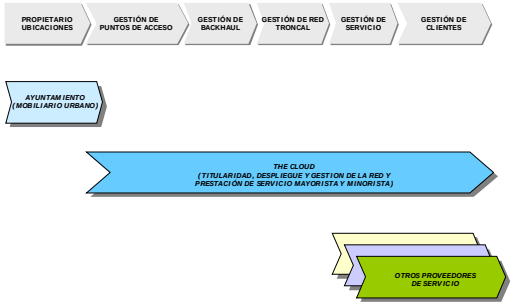
**Nº Puntos de Acceso**
- **Operativos: -**
- **Planificados: 800**

**Superficie: 3,15 Km²**
**Población: Distrito de negocios**
**Tecnología acceso: 802.11g**
**Tecnología backhaul: Red gestionada por The Cloud basada en tecnología mallada proporcionada por Belair.**

## SERVICIOS

**-Acceso a Internet itinerante**

## MODELO DE NEGOCIO

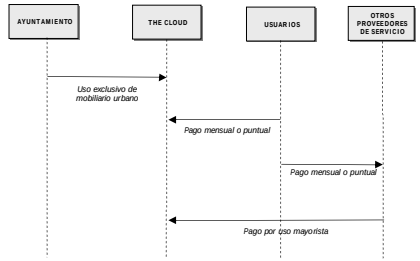



**El ayuntamiento de Londres facilita el uso del mobiliario urbano en las ubicaciones previstas para la red bajo un modelo de uso exclusivo por cinco años a The Cloud.**

**El titular de la red es la compañía The Cloud, que despliega y opera la red bajo un modelo neutral que facilita también su uso a diversos proveedores de servicio minorista dirigido a los posibles clientes itinerantes o residenciales. The Cloud proporcionará también servicio minorista de pago.**

**El ayuntamiento tiene previsto el uso futuro de la red para la mejora de servicios municipales y ahorro de costes de telecomunicaciones itinerantes.**

## MODELO DE COMERCIALIZACIÓN




**The Cloud financia el despliegue y operación de la red y comercializa servicio mayorista para otros operadores, suministrando también servicio minorista de pago a los usuarios potenciales.**

**No está definido aún el modelo de contraprestaciones para el uso municipal.**

## OBJETIVOS

**- Otorgar un valor añadido a la zona de negocios de Londres**

## USUARIOS

**- Trabajadores de la zona y visitantes.**
**- Uso futuro para servicios municipales**

## REFERENCIAS

**[Leon, 06]**

# > Philadelphia Wireless

## DATOS GENERALES

País: Estados Unidos
Ciudad: Philadelphia
Sede web: www.wirelessphiladelphia.org
Estado: En construcción (2Q/2007)
Tipo de iniciativa: Pública
Titularidad de la red: Privada
Modelo Explotación: Mayorista y minorista.

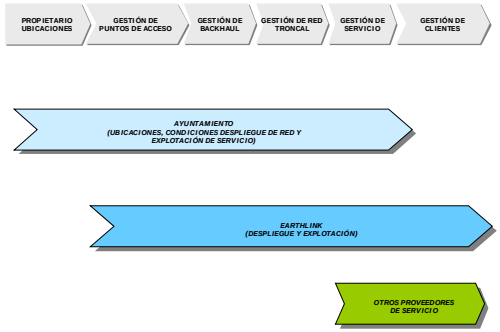
## COBERTURA Y TECNOLOGÍAS

Nº Puntos de Acceso
• Operativos: No disponible
• Planificados: No disponible
Superficie: 350 km²
Población: 1,46 millones de personas
Tecnología acceso: 802.11b
Tecnología backhaul: red gestionada por Earthlink donde la conexión a la red troncal es implementada por Earthlink

## SERVICIOS

-Acceso a Internet (itinerante y residencial)
- Servicios en autoprestación

## MODELO DE NEGOCIO

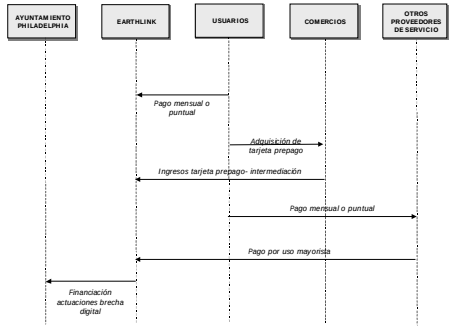



Philadelphia Wireless es un ejemplo de comercialización mayorista de la red promocionada por un municipio, que incluye uso en autoprestación.

La red es desplegada y gestionada por una empresa especializada (Earthlink), y el ayuntamiento cede el uso del mobiliario urbano fijando condiciones de apertura que permiten su utilización por parte de otros proveedores de servicio bajo modelos de neutralidad. Aunque originalmente estaba prevista la titularidad y financiación por parte del ayuntamiento, finalmente es Earthlink quien financia y es propietaria de la red.

El ayuntamiento tiene previsto utilizar la red para la mejora de servicios municipales y reducción de costes de telecomunicaciones, así como financiar actuaciones sobre colectivos desfavorecidos para reducir la brecha digital a partir de los beneficios obtenidos de la explotación comercial.

## MODELO DE COMERCIALIZACIÓN




Earthlink gestiona la red completa y facilita servicios mayoristas a otros proveedores, así como servicio minorista a usuarios finales y al ayuntamiento. Los ingresos que se obtienen revierten en parte al ayuntamiento que financia actuaciones de reducción de brecha digital. En determinadas zonas el servicio será gratuito

## OBJETIVOS

- Banda Ancha universal y accesible
- Reducción de la brecha digital
- Mejora de servicios municipales y ahorro costes telecomunicaciones

## USUARIOS

- Usuarios residenciales
- Uso municipal
- Usuarios itinerantes

## REFERENCIAS

[Wireless Philadelphia, 05]

# > San Francisco Wireless

## DATOS GENERALES

**País:** Estados Unidos
**Ciudad:** San Francisco
**Sede web:** www.sfgov.org/techconnect
**Estado:** En construcción (07/2007)
**Tipo de iniciativa:** Mixta
**Titularidad de la red:** Privada
**Modelo Explotación:** Mayorista y Minorista.

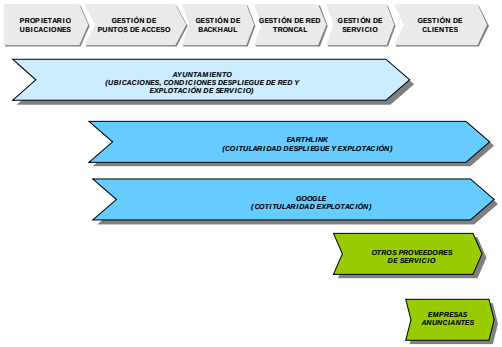
## COBERTURA Y TECNOLOGÍAS

**Nº Puntos de Acceso**
**• Operativos: Ninguno**
**• Planificados: 1500**
**Superficie: 122 Km²**
**Población: 800.000 habitantes**
**Tecnología acceso: 802.11g**
**Tecnología backhaul: red gestionada por Earthlink donde la conexión a la red troncal es implementada por Earthlink**

## SERVICIOS

**-Acceso a Internet (itinerante y residencial)**

## MODELO DE NEGOCIO

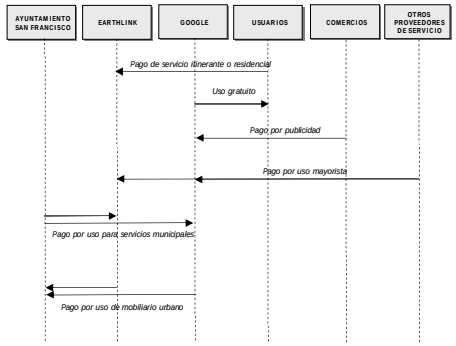



**La red es desplegada y gestionada por una empresa especializada (Earthlink), y el ayuntamiento cede el uso del mobiliario urbano fijando condiciones de apertura que permiten su utilización por parte de otros proveedores de servicio bajo un modelo de neutralidad.**

**Google cofinancia junto a Earthlink el despliegue y operación de la red, estando previsto que ambas empresas exploten el mercado minorista. Google suministrará servicio gratuito de baja velocidad financiado con publicidad, y Earthlink servicio pago con mayor velocidad.**

**El ayuntamiento de San Francisco utilizará también la red para servicios municipales.**

## MODELO DE COMERCIALIZACIÓN




**Los ingresos se obtienen por el servicio de pago proporcionado por Earthlink y los ingresos por publicidad de Google, así como por el alquiler mayorista a otros proveedores. El ayuntamiento recibe una contraprestación monetaria por el uso del mobiliario urbano para el despliegue de la red, y es también usuario para sus servicios municipales.**

## OBJETIVOS

**- Incremento del atractivo ciudad.**
**- Servicio a ciudadanos.**

## USUARIOS

**- Usuarios residenciales**
**- Usuarios itinerantes**
**- Uso municipal**

## REFERENCIAS

**[San Francisco, 07]**

# > Avilés

## DATOS GENERALES

| | |
|---|---|
| País: | España |
| Ciudad: | Avilés (Asturias) |
| Promotor: | Ayuntamiento |
| Sede web: | www.ayto-aviles.es |
| Estado: | Planificada (2Q2007) |
| Tipo de iniciativa: | Municipal |
| Titularidad: | Municipal |
| Modelo Explotación: | Mayorista |

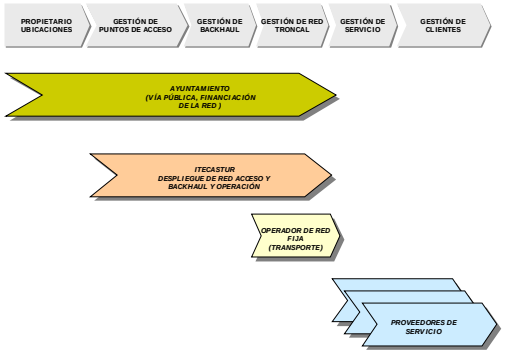
## COBERTURA Y TECNOLOGÍAS

Nº Puntos de Acceso
• Operativos: No disponible
• Planificados: No disponible
Superficie: 26,8 Km$^2$
(cobertura en centro urbano y paseo marítimo)
Población: 85.000
Tecnología acceso: 802.11g/802.11b
Tecnología backhaul:
• Red mallada combinado con fibra óptica

## SERVICIOS

-Acceso a Internet itinerante
- Conexión de cámaras de videovigilancia
- Información para visitantes
-Abierto a incorporación nuevos servicios aportado por proveedores

## MODELO DE NEGOCIO

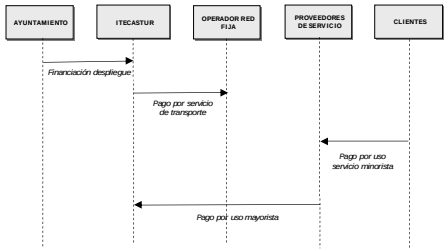



El ayuntamiento de Avilés financia el despliegue de la red (presupuestada en 238.000 €) y la empresa Itecastur realiza dicho despliegue, asumiendo también la gestión de dicha red durante tres años.

El pliego de condiciones establece la obligación de suministrar servicio mayorista a otros proveedores que deseen hacer uso de la red para proporcionar sus propios servicios.

La red de backhaul es también desplegada por Itecastur, utilizándose para ello modelos de conexión basados en tecnología mesh y fibra óptica (7 Km. de fibra y 138 nodos mesh de concentración de tráfico). Para el transporte se utilizarán servicios de red fija proporcionados por un operador de este sector.

## MODELO DE COMERCIALIZACIÓN




El modelo de comercialización no está aún definido, si bien en el pliego se indica que existirán varias modalidades de suministro de servicio, que incluirán servicios municipales y para visitantes.

## OBJETIVOS

-Incrementar la oferta de servicios de banda ancha en la ciudad.
- Ahorro en servicios municipales y mejora de éstos.

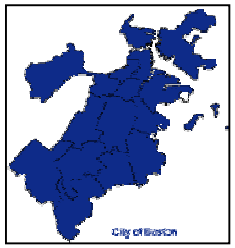
## USUARIOS

- Municipio de Avilés
- Acceso itinerante visitantes y ciudadanos
-- Por definir acceso residencial y de empresa

## REFERENCIAS

[Ayto Avilés, 06a] [Ayto Avilés, 06b]

# > Boston




## DATOS GENERALES

**País:** Estados Unidos
**Ciudad:** Boston (Massachusetts)
**Sede web:** www.cityofboston.gov/wireless/
**Estado:** Planificada (2008)
**Tipo de iniciativa:** Pública
**Titularidad de la red:** Mixta
**Modelo Explotación:** Mayorista

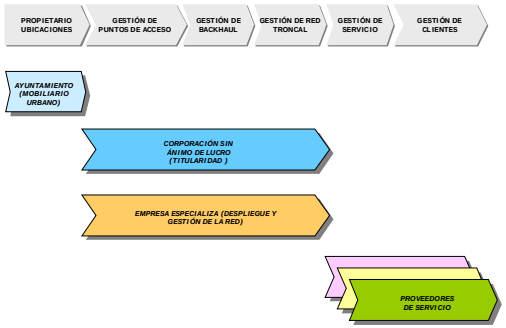
## COBERTURA Y TECNOLOGÍAS

**Nº Puntos de Acceso**
- Operativos: -
- Planificados: 2.250
- Superficie: 124 Km$^2$
- Población: 600.000 habitantes
- Tecnología acceso: 802.11g
- Tecnología backhaul: Redes malladas basadas en 802.11a y uso de fibra oscura alquilada.

## SERVICIOS

-Acceso a Internet (itinerante y residencial)
- Servicios en autoprestación

## MODELO DE NEGOCIO



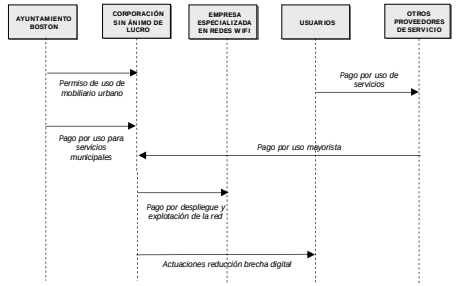

El modelo de negocio está basado en constituir una fundación sin ánimo de lucro con participación municipal y privada que financie el despliegue de la red y suministre servicio mayorista a todos aquellos proveedores que estén interesados en proporcionar servicio al público.

El ayuntamiento cede el uso del mobiliario urbano para el despliegue y actúa como uno de los principales clientes para utilizar la red en la mejora de servicios municipales.

La fundación sin ánimo de lucro contratará a una empresa especializada en despliegue y operación de este tipo de redes para efectuar su instalación y explotación mayorista bajo un modelo neutral.

Cualquier proveedor de servicio podrá hacer uso mayorista de la red para suministrar servicios al público.

## MODELO DE COMERCIALIZACIÓN




La fundación sin ánimo de lucro es titular, financia, y explota la red. El ayuntamiento paga por el uso de los servicios municipales, así como los usuarios y proveedores de servicio (uso mayorista).
Los beneficios de la fundación sin ánimo de lucro se invierten en actuaciones de reducción de la brecha digital.

## OBJETIVOS

- Promover desarrollo económico y estimular la innovación.
- Disminuir la brecha digital
- Mejorar la calidad y eficacia de servicios municipales

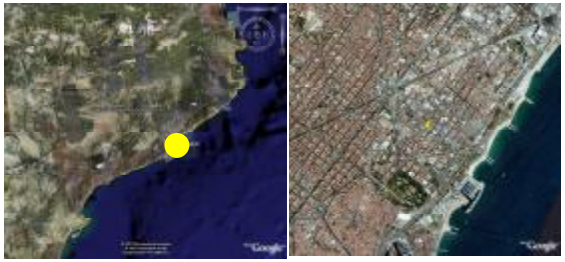
## USUARIOS

- Usuarios residenciales
- Uso municipal
- Usuarios itinerantes

## REFERENCIAS

[Boston, 06]

# > 22@Wifi



## DATOS GENERALES

**País:** España
**Ciudad:** Barcelona
**Promotor:** Ayuntamiento Barcelona
**Sede web:** No disponible
**Estado:** Operativa
**Tipo de iniciativa:** Municipal
**Titularidad:** Mixta
**Modelo Explotación:** Mayorista

## COBERTURA Y TECNOLOGÍAS

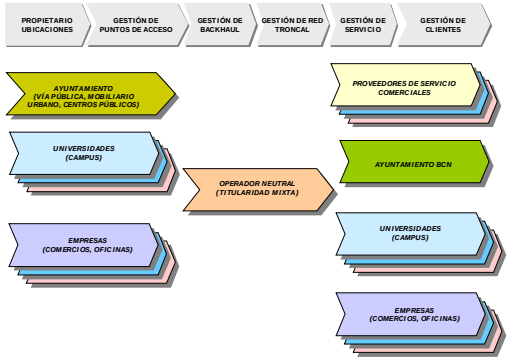
**Nº Puntos de Acceso**
- **Operativos: 15**
- **Planificados: 200**

**Superficie: 1,98 Km²**
**Población: 8.000 personas**
**Tecnología acceso: 802.11g**
**Tecnología backhaul:**
- **Fibra óptica municipal**
- **En estudio el uso de redes malladas WiFi y WiMax**

## SERVICIOS

- **Acceso a Internet**
- **Acceso restringido a sede web ayuntamiento**
- **Abierto a incorporación nuevos servicios aportado por proveedores**

## MODELO DE NEGOCIO



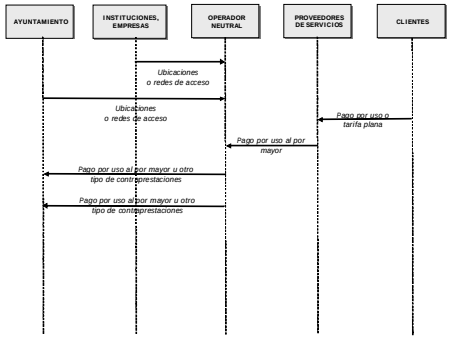

**El modelo se basa en agregar redes de acceso aportadas por diversos actores, que son conectadas a través de una red de transporte gestionada por un actor denominado Operador Neutral que utiliza la fibra óptica municipal como red de transporte.**

**El operador neutral está gobernado por los actores participantes y comercializa servicios mayoristas de acceso a los proveedores de servicio, que hacen uso de la cobertura global de redes de acceso agregada.**

**Cada proveedor de servicio utiliza su propio modelo de comercialización, suministro gratuito de servicio, o suministro restringido a un colectivo de usuarios.**

**Está abierto a la incorporación de actores que aporten redes y nuevos proveedores de servicio.**

## MODELO DE COMERCIALIZACIÓN




**Los usuarios finales mantienen la relación comercial con los proveedores de servicio. Éstos abonan al operador neutral pagos por el uso de la red agregada, que a su vez revierte parte de estos pagos a los actores que aportan las coberturas.**

## OBJETIVOS

- **Incrementar la oferta de servicios de banda ancha en la ciudad.**
- **Apertura a nuevos actores en el despliegue de red y la provisión de servicio.**

## USUARIOS

- **Usuarios itinerantes**
- **Empleados municipales**
- **Colectivos cerrados de usuarios**

## REFERENCIAS

**[Infante et al, 05]**

# > Red Libre

## DATOS GENERALES

País: España
Titular de la red: Usuarios residenciales
Sede web: www.redlibre.net
Estado: Operativa
Tipo de iniciativa: Ciudadana
Titularidad de la red: Privada
Modelo Explotación: Servicio gratuito

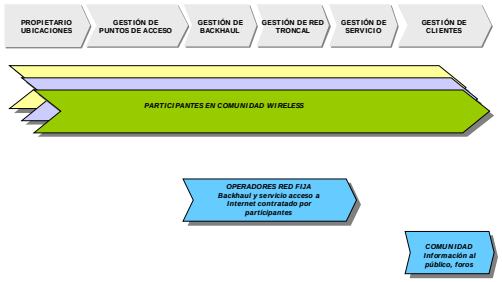
## COBERTURA Y TECNOLOGÍAS

Nº Puntos de Acceso
• Operativos: 110
• Planificados: 50
Superficie: No disponible
Población: No disponible
Tecnología acceso: 802.11b/g
Tecnología backhaul:
Aportada por cada participante mediante la contratación de servicio fijo (ADSL o cable) con operadores de telecomunicación.

## SERVICIOS

- Acceso a Internet

## MODELO DE NEGOCIO

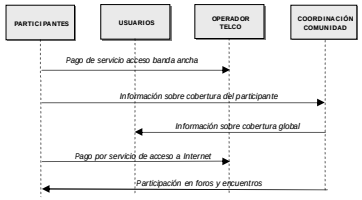



Red Libre está formado por la mayoría de comunidades wireless ubicadas en España. Los participantes de estas iniciativas son usuarios residenciales de banda ancha fija que se comprometen a facilitar el uso gratuito de la capacidad excedente de su acceso fijo a cualquier usuario que intente acceder a la red (esté asociado o no a la comunidad). No disponen de mecanismos de control de acceso de usuarios.

La pertenencia a la comunidad wireless permite participar en foros de experimentación de la tecnología inalámbrica y aumentar la difusión de información sobre la ubicación y disponibilidad de la red de acceso aportada por el usuario.

La articulación de la colaboración entre los participantes se realiza mediante una sede web de la iniciativa, donde se informa a los usuario potenciales de la cobertura existente, y se agrupa el conocimiento compartido entre los usuarios asociados.

## MODELO DE COMERCIALIZACIÓN




El servicio se suministra de forma gratuita sin garantías de calidad de servicio a cualquier usuario, sin que exista ninguna contraprestación.

Los usuarios que no forman parte de la comunidad pueden utilizar también el servicio de acceso a Internet.

La sede web de la comunidad proporciona información sobre el servicio global y un punto de encuentro de los participantes

## OBJETIVOS

-Compartir experiencia sobre tecnologías WiFi
- Servicios a la comunidad

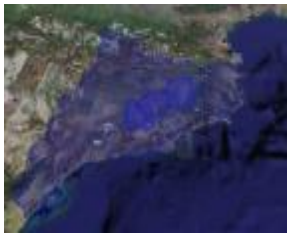
## USUARIOS

- Los propios participantes
- Usuarios residenciales e itinerantes

## REFERENCIAS

www.redlibre.net

# > Guifi



## DATOS GENERALES

País: España (Cataluña)
Comarca: Osona (extendido también en otras)
Titular de la red: Usuarios que aportan redes de acceso e infraestructura de transporte
Sede web: www.guifi.net
Estado: Operativa
Tipo de iniciativa: Iniciativa ciudadana
Titularidad de la red: Mixta
Modelo Explotación: Gratuito

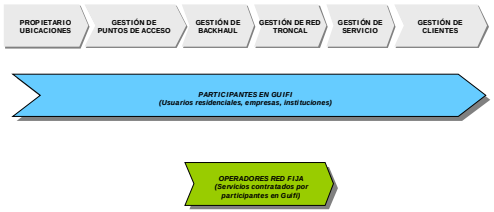
## COBERTURA Y TECNOLOGÍAS

Nº Puntos de Acceso
• Operativos: 1.430
• Planificados: 800
Superficie: 1.000 km² (24 pueblos)
Población: 3.000 personas
Tecnología acceso: 802.11b/802.11g
Tecnología backhaul:
Redes malladas basadas en los puntos de acceso aportados por los participantes.

## SERVICIOS

- Acceso a Internet
- Acceso a contenidos
- Servicios en autoprestación.

## MODELO DE NEGOCIO

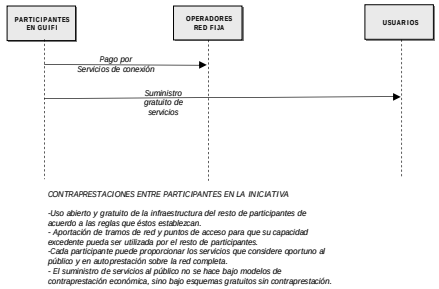



Guifi se basa en el modelo de uso compartido de recursos Wireless Commons, en el que todos los participantes aportan redes de acceso y/o infraestructura de transporte, facilitando un uso abierto y gratuito de cada segmento de red aportado por el resto de participantes en la iniciativa.

Cada participante gestiona el tramo de red que aporta, sin que exista control de acceso centralizado, siendo los propios participantes los que establecen el modelo de explotación de los servicios finales que construyen sobre la red.

Los participantes incluyen usuarios residenciales, empresas, e instituciones que aportan redes de acceso, backhaul y transporte. Las conexiones a Internet son contratadas por estos participantes con operadores fijos, y compartidas con el resto de participantes.

## MODELO DE COMERCIALIZACIÓN




No se establecen contraprestaciones económicas por la utilización de los recursos de red, y los servicios en general no se comercializan, sino que se suministran de forma gratuita (acceso a Internet) o en autoprestación por los participantes.

## OBJETIVOS

-Uso compartido de recursos de red para aumentar la eficiencia en su utilización.
- Prestación de servicios de forma altruista.
- Experimentación con tecnologías inalámbricas.

## USUARIOS

- Usuarios residenciales
- Usuarios itinerantes
- Empresas

## REFERENCIAS

[El Pais, 06c]
www.guifi.net

# 3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Ayto. Avilés, 06a] AYUNTAMIENTO DE AVILÉS: ***"Proyecto Avilés, ciudad digital. Proyecto Piloto de red inalámbrica libre. Pliego de prescripciones Técnicas"***. 2006 [En Línea]. Disponible en < http://www.ayto-aviles.es/contratacion/Pliegos%20tecnicos%20wi-fi%20aviles.pdf>. [Consulta: 06.11.2006].

*Pliego de prescripciones técnicas para la contratación del diseño, desarrollo, despliegue, mantenimiento, y gestión de una red inalámbrica WIFI metropolitana pública de servicios electrónicos de banda ancha en el municipio de Avilés (Asturias), caracterizada por su neutralidad y apertura a la explotación de terceros en régimen de coubicación.*

[Ayto. Avilés, 06b] AYUNTAMIENTO DE AVILÉS: ***"Proyecto Avilés, ciudad digital. Proyecto Piloto de red inalámbrica libre. Pliego de cláusulas administrativas"***. 2006 [En Línea]. Disponible en < http://www.ayto-aviles.es/contratacion/Pliegos%20administrativos%20wi-fi%20aviles.pdf>. [Consulta: 06.11.2006].

*Pliego de prescripciones administrativas para la contratación del diseño, desarrollo, despliegue, mantenimiento, y gestión de una red inalámbrica WIFI metropolitana pública de servicios electrónicos de banda ancha en el municipio de Avilés (Asturias), caracterizada por su neutralidad y apertura a la explotación de terceros en régimen de coubicación.*

[Ayto Torroella de Montgrí, 06] AYUNTAMIENTO DE TORROELLA DE MONTGRÍ: ***"Link'at. xarxa inalámbrica municipal"***. 2006. [En Línea]. Disponible en <http://www.torroella.org/Siteresources/data/files/WIFI_documentacio.pdf>. [Consulta: 13.12.2006].

*Descripción de condiciones de utilización de la red inalámbrica municipal del ayuntamiento de Torroella de Montgrí.*

[Boingo, 03] BOINGO WIRELESS: ***"Towards ubiquitous Wireless Broadband. The Hot Spot Business Model, Challenges to Adoption and Boingo's Role in the Industry"***. Boingo Wi-Fi Industry White Paper. September, 2003. [En línea]. Disponible en <http://www.boingo.com/wi-fi_industry_basics.pdf>. [Consulta: 21.07.2003].

*Presentación del modelo de negocio de Boingo, otros posibles modelos comerciales y expectativas de crecimiento de las redes WiFi.*

[Boston, 06] CITY OF BOSTON WIRELESS TASK FORCE: ***"Wireless in Boston"***. Julio, 2006. [En Línea]. Disponible en <http://boston.gov/wireless/Boston%20Wireless%20Task%20Force%20Report%20-%20Final.pdf>. [Consulta: 12.10.2006].

*Descripción de alto nivel del modelo de negocio de Boston Wireless, basado en el despliegue de un operador neutral WiFi.*

[El País, 06] DIARIO EL PAÍS: ***"Noticias de Gurb: Una red inalámbrica libre conecta 23 municipios"***. Nota de prensa. 5 de Octubre de 2006. [En Línea]. Disponible en <www.elpais.es>. [Consulta: 12.10.2006].

*Presenta la comunidad wireless más relevante de Cataluña, que tiene implantado un modelo de uso compartido de recursos al que se adhieren tanto particulares como empresas.*

[Infante et al., 05] INFANTE J., OLIVER, M., MACIÁN C.: ***"Wi-Fi Neutral Operator: Promoting cooperation for network and service growth"***. ITS Conference on Regional Economic Development. Pontevedra, Julio, 2005. Julio, 2005. Disponible en https://www.oplan.org/documents/articles/articles-pdfs-slides/atct_topic_view?b_start:int=20. [Consulta: 02.02.2006].

*Descripción del modelo de negocio del operador neutral y su aplicación en el proyecto 22@Wi-Fi, Catalunya Oberta sense fils y Universitat Pompeu Fabra.*

[Liu, 03] LIU B.: ***"Joltage calls it quits"***. Internet News, 17 de Febrero de 2003. [En Línea]. Disponible en <http://www.internetnews.com/wireless/article.php/1585331>. [Consulta: 21.08.2006].

*Nota de prensa sobre la salida del mercado de Joltage.*

[Michelson, 02] MICHELSON D.: ***"Emerging Business Models for Deployment of IEEE 802.11 Public Access Networks"***. University of the British Columbia. [En Línea]. Disponible en <http://web.ptc.org/library/proceedings/my2002/speakers/presentation/d_michelson.pdf>. [Consulta: 21.08.2006].

*Descripción de posibles modelos de negocio para redes públicas WLAN. Describe el modelo de negocio de Joltage y Sputnik.*

[Leon, 06] LEON, N.: ***"The well connected city. A report on municipal networks"***. Noviembre, 2006. Junio, 2005. London Imperial Collage y The Cloud [En Línea].
Disponible en <www.thecloud.com>. [Consulta: 15.02.2007].

*Descripción de diversas iniciativas Wifi y modelos de explotación de éstas. Incluye descripción de 22@WiFi y del despliegue realizado por The Cloud en la City de Londres.*

[San Francisco, 07] AYUNTAMIENTO DE SAN FRANCISCO: ***"Wireless broadband Internet access network agreement between the city and county of San Francisco and Earthlink Inc."***. Enero 2007. [En Línea].
Disponible en <www.thecloud.com>. [Consulta: 15.02.2007].

*Descripción del acuerdo entre el ayuntamiento y el condado de San Francisco y Earthlink para desplegar red pública WiFi en la ciudad y suministrar servicio -gratuito y de pago- de acceso a Internet.*

[Tropos, 05] TROPOS NETWORKS: ***"Pionnering multi-use metro-scale Wi-Fi city of Corpus Christi, Texas"***. Junio, 2005. [En Línea].
Disponible en <http://www.tropos.com/pdf/corpus_casestudy.pdf>. [Consulta: 12.10.2006].

*Descripción comercial de la red de autoprestación municipal y servicio al público en Corpus Christi, EEUU.*

[Wireless Philadelphia, 05] WIRELESS PHILADELPHIA EXECUTIVE COMMITEE: ***"Wireless Philadelphia Business Plan"***. Febrero, 2005. [En línea]. Disponible en <http://www.phila.gov/wireless/pdfs/Wireless-Phila-Business-Plan-040305-1245pm.pdf>. [Consulta: 24.05.2005].

*Descripción del plan de negocio de Wireless Philadelphia.*