



Estudio de Tecnologías Inalámbricas Aplicadas a Riego

Dr. D. Marcos Martínez Peiró

CONTENIDO

1	Resumen Ejecutivo	2
2	Antecedentes y Necesidades	2
3	Estado del arte	5
4	Nuevas Tendencias e Ideas	8
5	Conclusiones	11
6	Bibliografía y Lecturas Recomendadas	11

1 RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe pretende realizar un análisis resumido de las tecnologías inalámbricas aplicadas en la actualidad en España en temas de regadío. Las conclusiones del informe demostrarán una situación de diseminación de infraestructuras y soluciones, de escasa normativa y de soluciones ad-hoc para diversas CC.AA. Fruto de esta situación, se está dictando desde Gobierno y las instituciones públicas asociadas a Ministerio de Medio Ambiente los primeros estudios que pretenden dictar las normas básicas de comunicación inalámbricas entre equipos.

2 ANTECEDENTES Y NECESIDADES

El Agua es el bien máspreciado en la actualidad; las continuas sequías y la importancia del sector agrícola en la economía de nuestro país ha fomentado la inversión en la modernización de regadíos en la última década. Las subvenciones estatales en modernización de regadíos alcanzan hasta el 75% de los millonarios costes de inversión. La distribución de la subvención a partir del 2009 es de un 50% a cargo de la Comunidad Autónoma y un 50% a cargo del Ministerio de Agricultura. El 25% restante es financiado por la banca a préstamos blandos hasta 50 años para los agricultores (asociados en comunidades de regantes).

Las ayudas estatales provenían de Fondos Europeos para el Desarrollo Regional hasta el 2008. Es en este año cuando han debido resolverse los pactos entre Gobierno central y las Administraciones de las Comunidades Autónomas para mantener las inversiones en grandes infraestructuras de riego.

¿En qué consisten las inversiones?

Fundamentalmente en la modernización de los regadíos, para aprovechar el recurso del agua y para incrementar la productividad de los cultivos. De esta forma los cultivos pasan a profesionalizarse en términos de productividad y rendimiento económico. Ya no se trata de un pequeño agricultor trabajando su huerta sino de una organizada infraestructura agrícola en la que los parámetros económicos a gran escala son importantes: cultivo intensivo, coste

de agua, abonos, fertilizantes, reúso del agua, amortización de horas de maquinaria especializada para recogidas, mínimo número de trabajadores, etc.

Hoy en día el reúso del agua es fundamental para el regadío, en las zonas cercanas a la costa se está apostando por el uso de agua proveniente de desaladoras (obras civiles con gran presupuesto de inversión estatal), aunque es conocida la animadversión del agricultor por esta solución y el apoyo que la solución de trasvase tiene entre las diversas comunidades de regantes.

Dejando de lado la inversión en desaladoras, la inversión en regadíos se distribuye en múltiples conceptos:

1. Estudios y planificación
2. Infraestructuras como embalses, canalizaciones.
3. Casetas de estaciones de bombeo, filtrado, hidrantes,...
4. Maquinaria de riego: bombas, electroválvulas, filtros, etc.
5. Sistemas de energía: plantas de producción de energía autónomas asociadas a la comunidad de regantes (hidráulicas, gas, solar,...).
6. Sistemas de Automatización y Control: sensores, programadores de riego, contadores de riego, telemedida y telecontrol, vigilancia remota, GIS.

Como se observa en la lista previa, una vez realizada la instalación completa, se procede a dotarla de "inteligencia", es decir de automatizar y controlar toda la instalación. Para ello la primera fase es la automatización; todo debe ser gestionado por máquinas que permitan programar el riego, accionar válvulas, gestionar horarios de riego y facturar por demanda, etc. asimismo se pueden utilizar los sistemas para telemantenimiento de equipos, lo que permite definir y economizar la revisión de las instalaciones.

Los sistemas de comunicación inalámbrica van asociados a los sistemas de automatización y control y son las empresas de ingeniería de riegos dedicadas a automatización y control las que suelen implantarlos como una nueva herramienta de trabajo. Sin embargo, en la actualidad juegan un escaso

papel, debido al desconocimiento de la tecnología por parte de las instaladoras y a la dificultad de instalación de los mismos. Valga como ejemplo la necesidad de cálculo de radioenlaces (fig.1 y fig.2) que no se realiza de forma correcta en la mayoría de ocasiones ya que las empresas instaladoras no cuentan con ingenieros de telecomunicaciones en su plantilla.



Figura 1. Estudio de radioenlace.

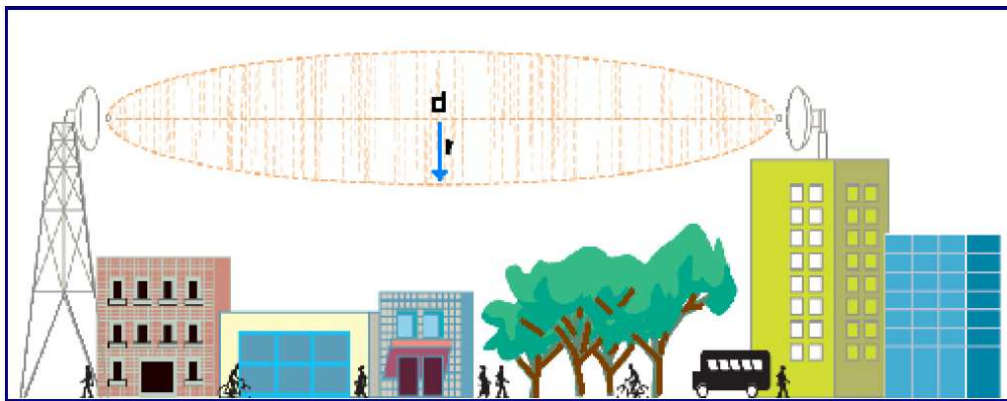


Figura 2. Cumplimiento de la Zona de Fresnel en un radioenlace.

Su necesidad es imperiosa, suelen ser instalaciones alejadas de zonas urbanas, con puntos de control sin energía o con puntos con energía solar y baterías para realizar actuaciones pero alejados de redes de comunicación al uso y con un elevado requerimiento de eliminar o limitar el cableado de datos y control.

¿Cuáles son las soluciones aportadas en las redes inalámbricas?

Cuando se requieren comunicaciones **punto a punto** hacia un gestor central de la información se utilizan distribuciones GSM/GPRS de datos con modem o bien enlaces WiMAX o WiFi como elemento innovador sin coste adicional de

comunicaciones (es importante pues la inversión inicial está subvencionada, no así el funcionamiento posterior).

Cuando se requieren **puntos distribuidos** de monitorización y actuación, existen sistemas vía radio en bandas diversas que consiguen comunicar múltiples nodos sensores-actuadores con un punto central que se comunica de nuevo vía GSM/GPRS, WiMAX o WiFi con el centro de control.

3 ESTADO DEL ARTE

La mayoría de las comunicaciones en campo abierto para regadíos son conexiones punto a punto. Se puede destacar brevemente:

- a) Basadas en modem GSM



Figura 3. Modem GSM comercial.

El único requerimiento es contar con una salida serie RS232 o RS485 en bus desde el programador de riego o estación meteorológica y realizar la transmisión GSM/GPRS usando un modem controlado usualmente mediante comandos AT.

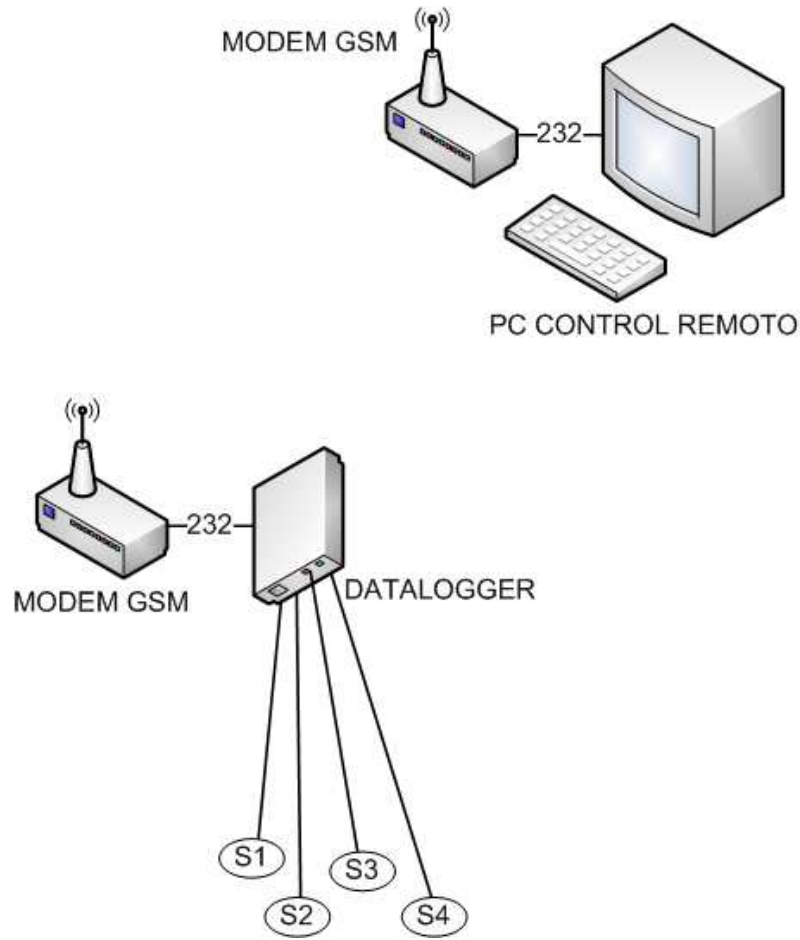


Figura 4. Estructura de sistema de enlace punto-punto desde datalogger a control remoto mediante tecnología GSM.

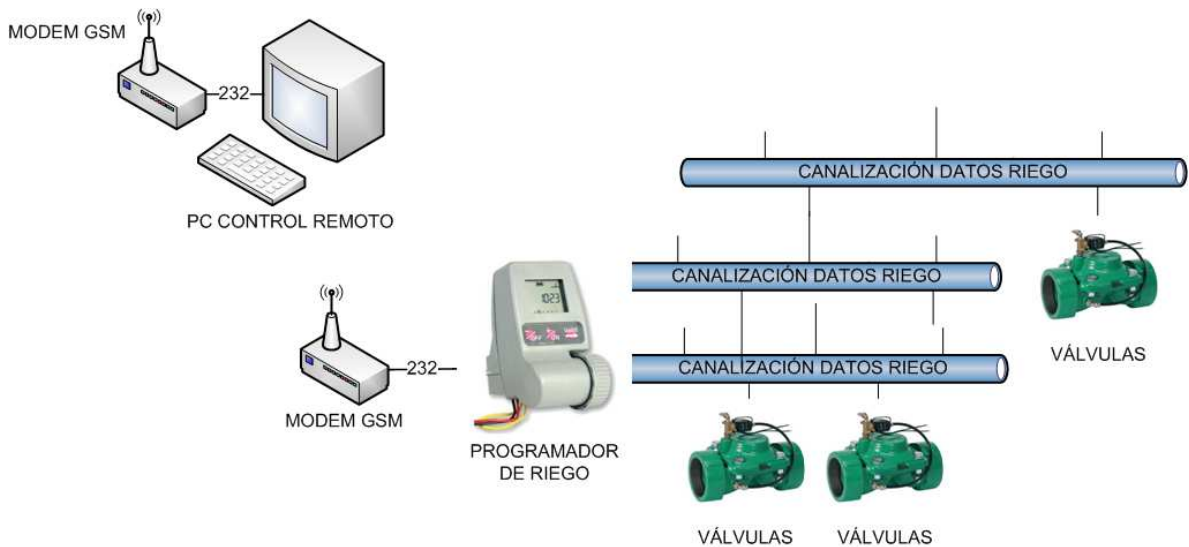


Figura 5. Programador de riego y control vía GSM punto-punto.

b) Basadas en comunicadores radio en diversas bandas de frecuencia. Se presentan las diversas normas de aplicación en las siguientes tablas. Los equipos de comunicaciones presentan una estructura similar a las

revisadas en los esquemas de los comunicadores GSM previos. Las potencias de transmisión PIRE no deben superar los 100mW según normativa europea.

UN – 30 Aplicaciones de baja potencia en banda ICM de 433 MHz

Conforme a la Decisión de la CEPT ECC/DEC/(04)02, se destina la banda 433,050-434,790 MHz para su uso por dispositivos no específicos de corto alcance (SRD), excepto para aplicaciones de audio y voz.

Las características técnicas son las siguientes:

Banda de frecuencias	Potencia	Canalización	Ciclo de trabajo
433,050-434,790 MHz	10 mW pra	No se define	< 10%
433,050-434,790 MHz	1 mW pra	No se define	Hasta 100%
434,040-434,790 MHz	10 mW pra	=< 25 kHz	Hasta 100%

UN - 51 Aplicaciones ICM por encima de 2,4 GHz

Bandas de frecuencias designadas para aplicaciones industriales, científicas, y médicas (Aplicaciones ICM, no servicios de radiocomunicaciones).

- 2400 a 2500 MHz (frecuencia central 2450 MHz)
- 5725 a 5875 MHz (frecuencia central 5800 MHz)
- 24,00 a 24,25 GHz (frecuencia central 24,125 GHz)

Descripción: Dispositivos de corto alcance (SRD) no específicos en 868,0-868,6 MHz

IR: 77

	PARÁMETRO	DATOS TÉCNICOS
1	Frecuencia/ Banda de frecuencias	868,0-868,6 MHz
2	Canalización/ Anchura de banda	Sin canalización
3	Modulación	No se especifica
4	Separación dúplex	No se aplica
5	Nivel de potencia	25 mW (pra)
6	Servicio radioeléctrico/ tipo de dispositivo	Servicio móvil terrestre Dispositivos SRD/SRD no específicos

Aplicaciones:

- Control de riego.
- Control de contadores.
- Estaciones meteorológicas.
- Control de caudales de ríos.
- Control de niveles de agua, aperturas de válvulas y otros accionamientos (telebombeo, mantenimiento preventivo, etc...)

4 NUEVAS TENDENCIAS E IDEAS

Desde la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) ha surgido un producto diferenciador respecto a las soluciones clásicas WiFi y WiMAX para aplicaciones medioambientales. Una estructura de nodos sensores de radiofrecuencia (denominados en literatura científica MOTEs) en la banda libre de 2,4GHz que permite realizar redes mesh de sensorización se ha denominado RFreeNET comercialmente y se comercializa y desarrolla por una spin-off de la UPV. Este producto ya ha sido implantado con éxito en centros de experimentación en Huelva, Lleida y Córdoba (Junta de Andalucía) así como en montes de la Comunidad Valenciana con apoyo de la Consellería de Medi Ambient, Territori i Habitatge de Generalitat Valenciana. Los siguientes párrafos describen la configuración del sistema cuyos catálogos se pueden localizar en la web de dicha spin-off (www.balmart.es).

4.1 INTRODUCCIÓN AL SISTEMA RFREENET.

La mayor red de sensorización piloto europea cumple su primer año de vida. Desde que el pasado año, la *Consellería de Medi Ambient, Aigüa, Urbanisme i Habitatge* de la Comunidad Valenciana firmara un acuerdo con la empresa tecnológica BALMART, se ha implantado una red de 150 sensores inalámbricos de ultra bajo consumo en las inmediaciones del paraje natural del Pico del Remedio en la localidad de Chelva. BALMART ha realizado el proyecto mediante convenios de I+D con la Universidad Politécnica de Valencia, y ha contado con la colaboración de expertos en sensorización agronómica de DECAGON (USA), en concreto del laboratorio LAB-FERRER en Cervera. Como resultado, BALMART ha depositado una patente de su sistema en USA, denominado comercialmente RFreeNET.

Las premisas del desarrollo era conseguir una red que permitiera, sin coste de comunicaciones y con bajo coste de mantenimiento e instalación, realizar una caracterización edafológica del terreno, describiendo la humedad y temperatura de los diversos tipos de vegetación del entorno para implantar un novedoso sistema de reforestación y prevención de incendios forestales. Adicionalmente a las expectativas de la Consellería, la empresa ha definido un producto comercial de amplia aplicación en riegos de todo tipo de cultivos y en sensorización de todo tipo de parámetros medioambientales.

Este artículo pretende describir los resultados de la implantación del sistema RFreeNET; inicialmente describirá la red y los equipos de comunicaciones que la conforman, posteriormente indicará los tipos de sensores que está aplicando y finalizará con el análisis de resultados vía web por parte de los usuarios (desde particulares a grandes corporaciones). El artículo se acompaña de fotografías y gráficos obtenidos de la aplicación instalada en Chelva y en cultivos de la provincia de Lleida.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA RED RFreeNET.

4.2.1 FUNCIONALIDAD HÍDRICA Y ESTRUCTURA FÍSICA.

La red recibe datos cuatro veces al día de los 150 nodos instalados en monte. Cada sensor muestrea T^a y H^a ambiente y T^a y H^a enterradas cada tres segundos, almacenando valores máximos, mínimos y medios de cada hora, así como los gradientes programados en remoto por el usuario. La información es enviada a la web para su actualización 4 veces al día en el caso de la aplicación masiva realizada con Consellería. Para el caso de ahorro hídrico en riegos, la actualización de la información se realiza cada 5 minutos, para controlar al máximo las necesidades de riego de los cultivos en tiempo real. En ambas aplicaciones el sistema envía alarmas inmediatas por gradiente de T^a y/o H^a sin esperar al tiempo de transmisión. Estas alarmas son mostradas en la aplicación web y pueden ser enviadas con mensaje SMS o correo electrónico a las direcciones y teléfonos de emergencias preprogramados. En el caso de prevención y detección de incendios forestales, la aplicación remota en servidor se encarga de comparar las temperaturas recibidos por cada nodo y generar un mapa térmico del terreno, enviando alertas si se superan los gradientes máximos establecidos. Asimismo se estudia la adaptación del período de reforestación al punto óptimo de T^a y H^a enterradas y ambiente, en función del tipo de matorral existente.

La figura 6 muestra los equipos que conforman la red de sensorización inalámbrica.

Estudio de Tecnologías Inalámbricas Asociadas al Riego

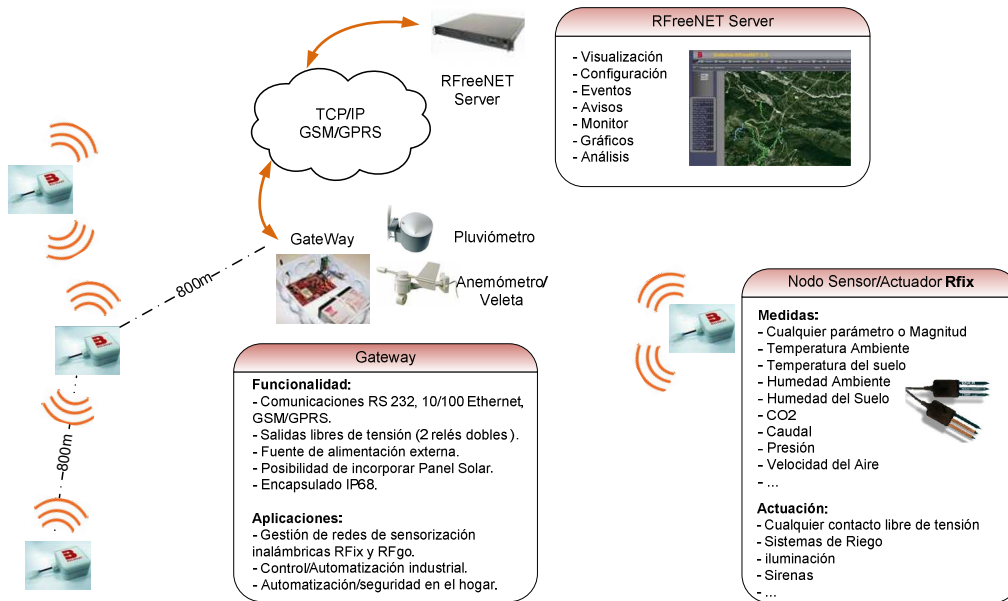


Figura 6. Esquema simplificado de la red de sensorización.

4.3 RESULTADOS OBTENIDOS. CONCLUSIONES.

La figura 7 muestra una captura de pantalla de la aplicación en un navegador web. Hoy en día se están instalando nodos con panel solar para realizar mínimos mantenimientos cada 3 o 5 años. Asimismo se dotan de actuadores y comunicaciones con programadores de riego para potenciar las capacidades del sistema.

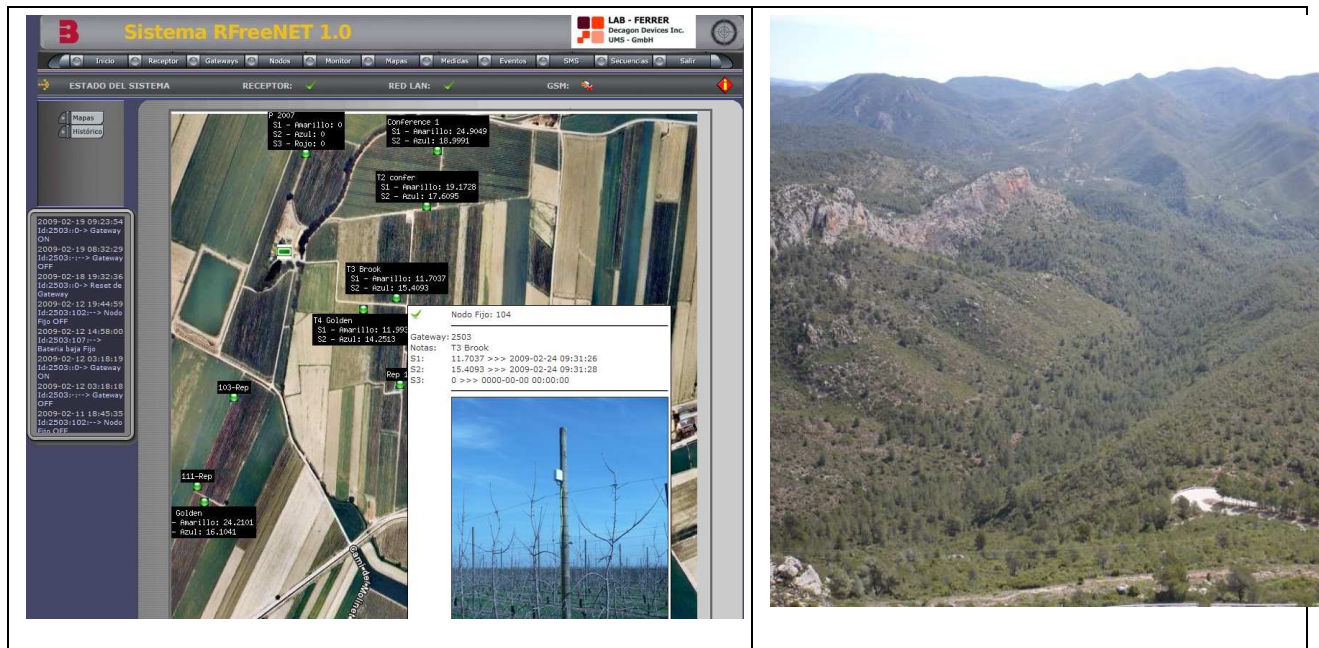


Figura 7. Navegación web de cliente final. Menú visualización de mapa de instalación. Medidas de 3 sensores enterrados de Hº y Tº por nodo sensor. Área de trabajo en Chelva con 150 nodos instalados.

5 CONCLUSIONES

Desde sistemas de transmisión de radio como soluciones particulares en las bandas de 400MHz, 800MHz, y 900MHz a los sistemas de comunicaciones de datos basados en estándares WiFi, WiMAX y GPRS; todos tienen cabida en equipos de automatización y teledirigida en campo abierto. Asimismo, la integración de varios equipos y sistemas como soluciones únicas o como sistemas redundantes ante contingencias o cortes de línea también están siendo aplicadas con éxito.

Las novedades más recientes son las redes de sensores inalámbricas por mostrar soluciones de sensorización multipunto económicas frente a los sistemas previamente citados, con utilidad mayor en sistemas de automatización y control más que en aplicaciones exclusivas de sensado.

El sensado es el último eslabón, la última milla de comunicaciones y de inversión; mientras que los sistemas de control y automatización de regadíos han sido implantados con éxito en los últimos años, los sistemas de sensado escasean. Ello viene a indicar que los sistemas de automatización no generan el ahorro hídrico ni optimizan su uso ya que no disponen de la información necesaria para un funcionamiento pleno con el máximo ahorro.

6 BIBLIOGRAFÍA Y LECTURAS RECOMENDADAS.

1. Soluciones de sensorización inalámbrica (www.balmart.es).
2. Soluciones WiMAX o WiFi rural de larga distancia (www.alvarion.com).
3. Soluciones radio en 400MHz y 800MHz (www.macraut.com).