

---

# Fundación EHAS / URJC: Investigación y Desarrollo de Tecnologías de Comunicación Apropriadas para Zonas Rurales

Carlos Rey-Moreno

[crey@ehas.org](mailto:crey@ehas.org)

Investigador Fundación EHAS / URJC





Centro de salud



Puesto de Salud



Para proporcionar servicios de banda ancha con requisitos de Calidad de Servicio (QoS) estricto en estos escenarios tenemos:

xDSL

Fibra Óptica

3G

Satélite



## *Restricciones en zonas rurales*

---

Difícil acceso

Ausencia de electricidad e infraestructura de comunicación

Limitada capacidad técnica local

Extremas condiciones medioambientales

Dispersión de la población y escasos recursos

**Poco interés de operadores: xDSL, Fibra y 3G descartadas**

## ***Requisitos para una tecnología***

---

Robusta y fácil de instalar, operar y mantener

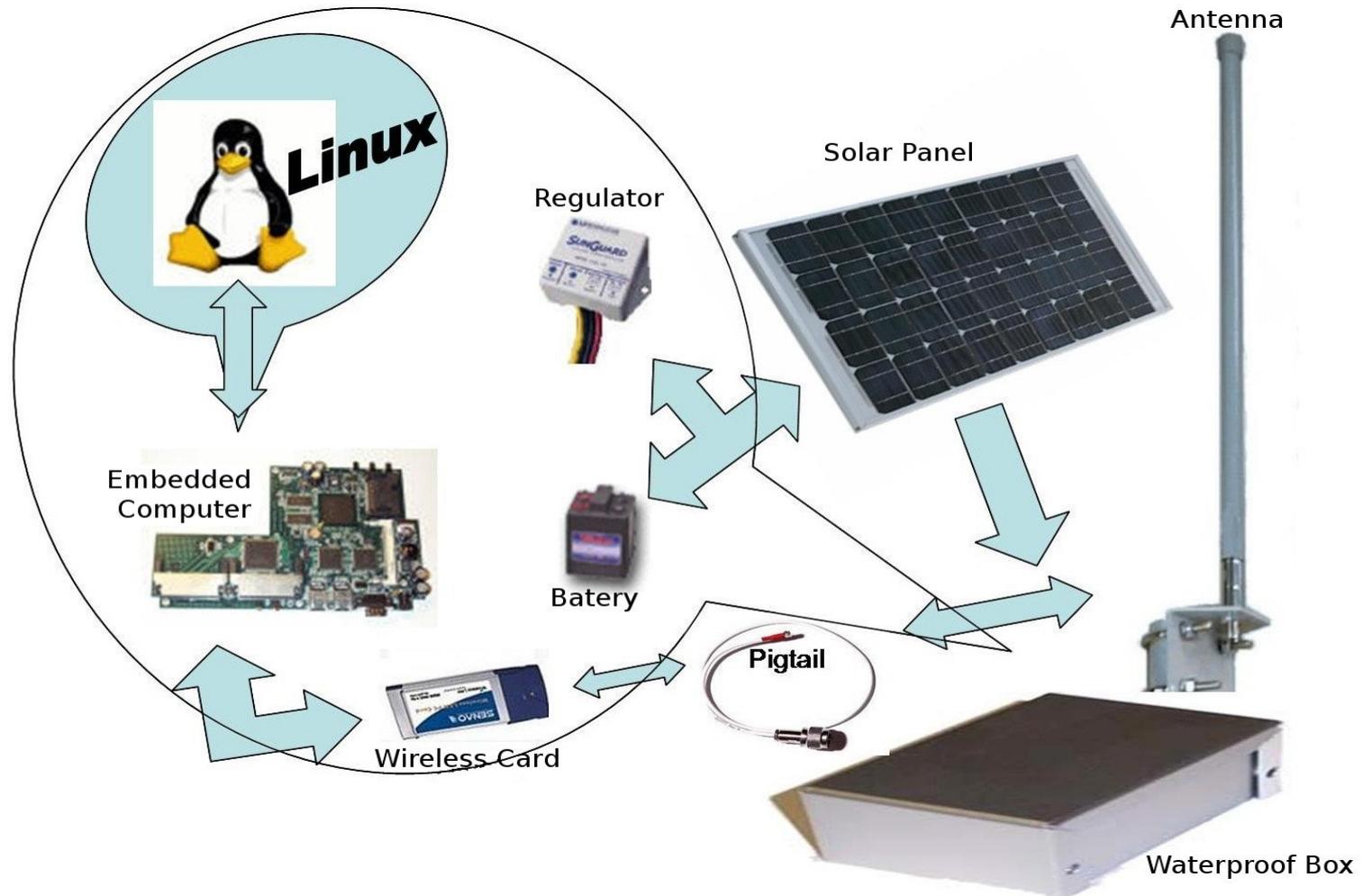
Fácil de gestionar, incluso remotamente

Bajo consumo eléctrico

Bajo coste de instalación y operación

**Satélite descartado**

# Primera solución de banda ancha



*P. Osuna Tesis de Maestría*

### Tecnología muy conocida: IEEE 802.11 (WiFi)

- Fácil de encontrar, y mejoras propuestas desde la investigación

### Tecnología de bajo coste

- Economías de escala, equipamiento barato.

### Bajo consumo e integración completa

- Menos de 10 W y fácilmente integrables en sistemas resistentes al agua

Tecnología diseñada para interiores, qué sucede en el caso de **exteriores y largas distancias?**

# Adaptación deWiFi para largas distancias

---

No hay límites en la capa física:

Radios de Alta Potencia

Antenas de Alta Ganancia

Cumplir la regulación en bandas libres

Hay limitación en el protocolo

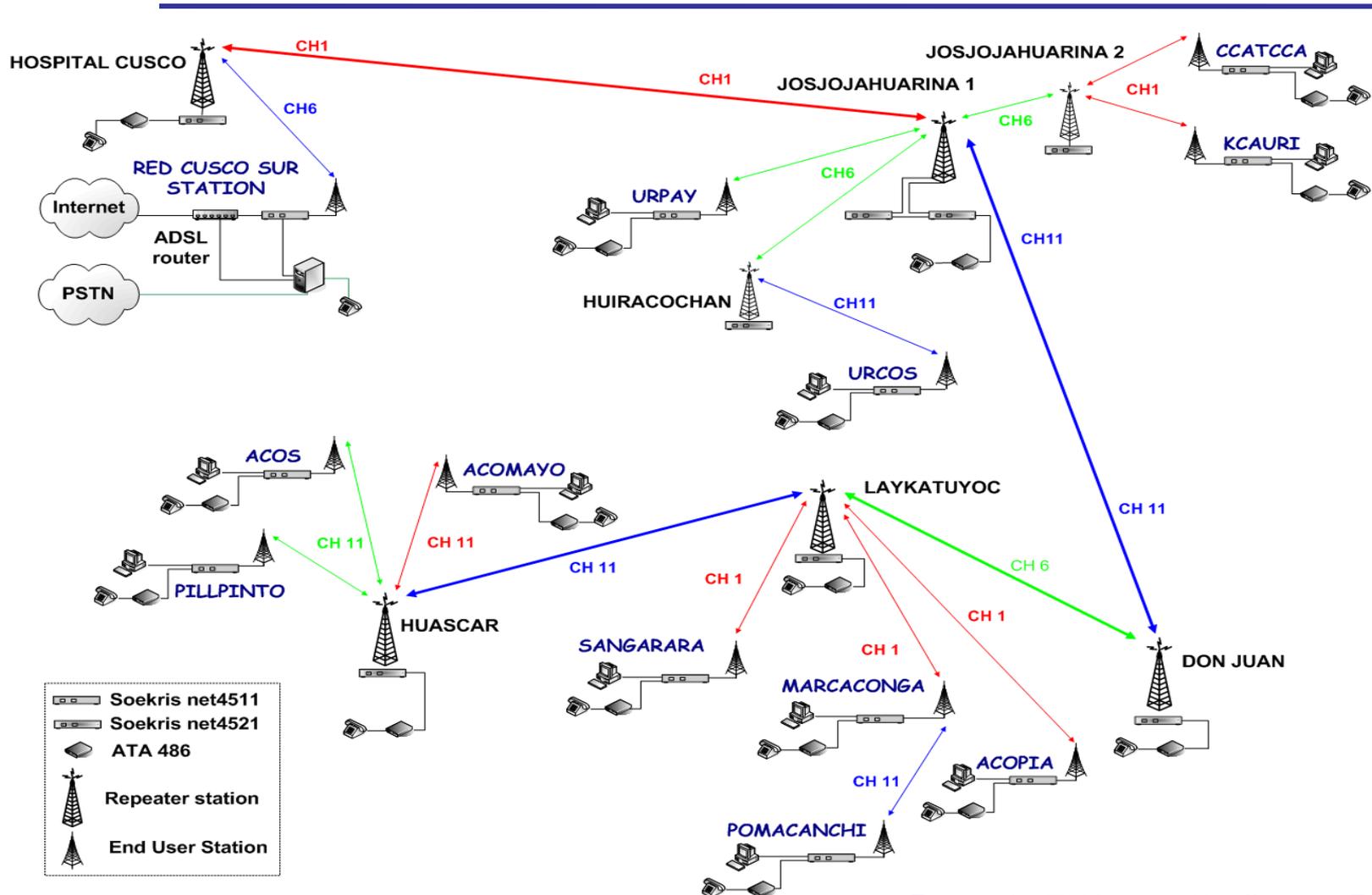
ACKTimeout, aSlotTime



Es posible alcanzar hasta 100 km por enlace

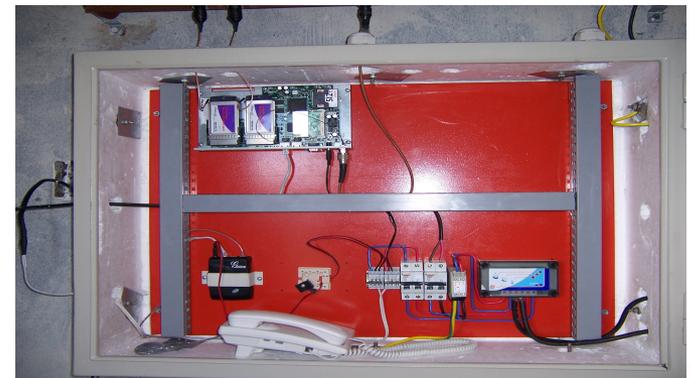
*J. Simó-Reigadas, Tesis doctoral*

# Algunos resultados



Proyecto EHAS-@LIS. Cusco, Perú

## Algunos resultados

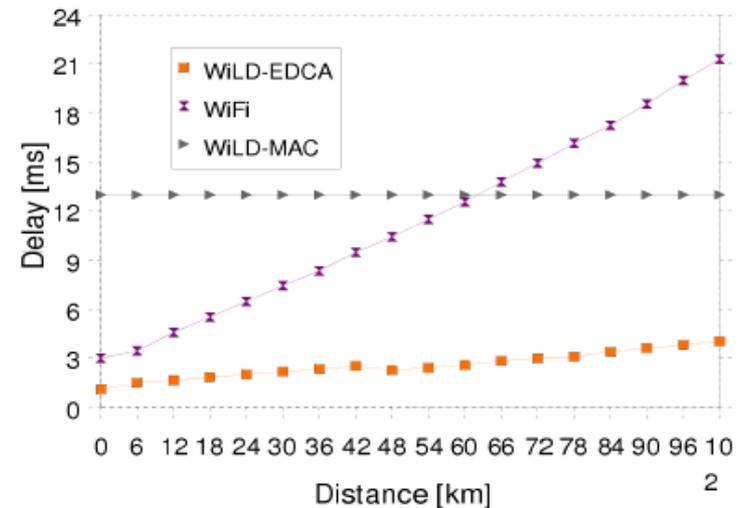
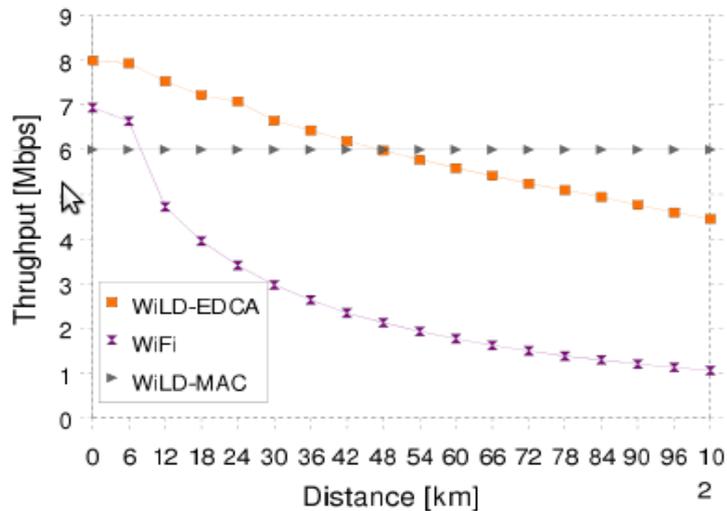


## WiFi no permite proporcionar Calidad de Servicio (QoS)

- Todas las aplicaciones reciben el mismo trato
- Algunas aplicaciones son más importantes (telemedicina)

## La versión WiFi de IEEE 802.11e permite priorizar servicios

- También requiere ser adaptado

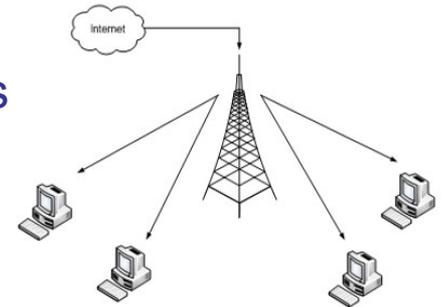


Sandra Salmerón, Tesis doctoral

La QoS de 802.11e está basada en probabilidad y los servicios de telemedicina requiere algo una QoS más estricta.

WiMAX (IEEE 802.16) apareció en 2004 con algunas ventajas:

- Diseñada para largas distancias
- Bajo consumo y uso en bandas no licenciadas
- Gestión estricta de la QoS



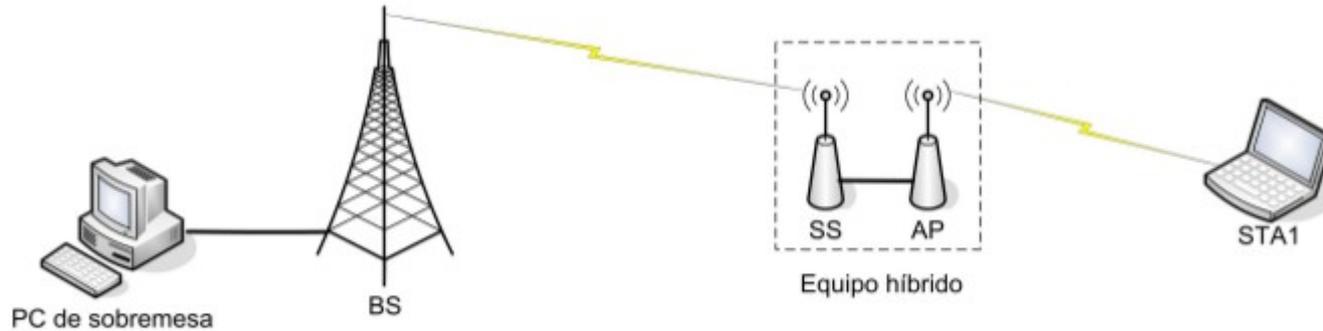
Sin embargo, es un poco más caro y menos flexible

El uso de WiFi o WiMAX dependerá de los requisitos y las características de cada escenario.

*C.Rey-Moreno Tesis de Maestría*

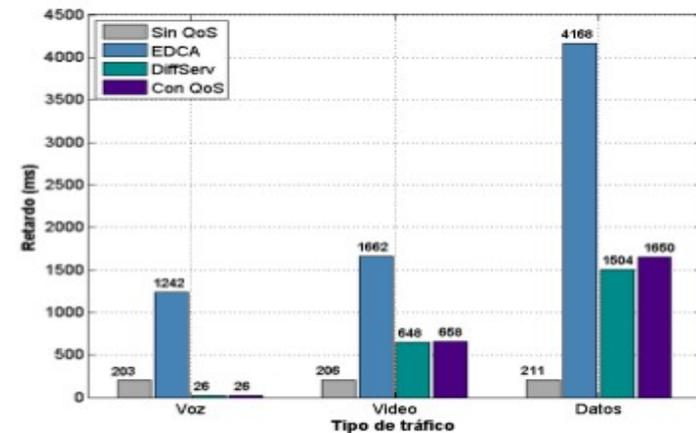
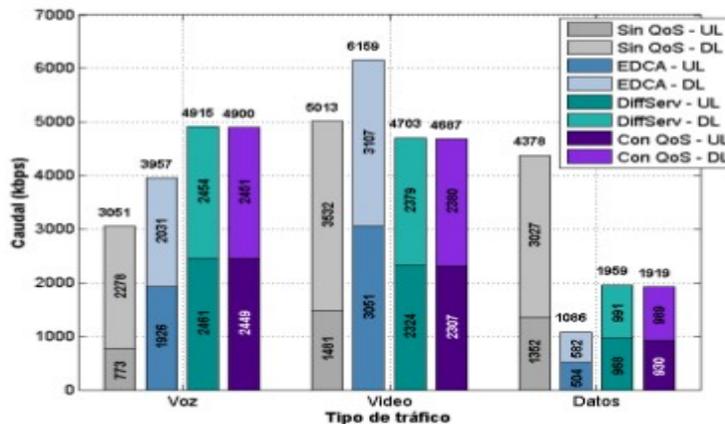
# Otras mejoras propuestas

## Red troncal con WiMAX y distribución con WiFi (802.11e)



**Pros:** Los equipos de usuario tienen WiFi y no WiMAX

**Contras:** Necesidad de integrar la QoS en ambas



## Otras mejoras propuestas

---

Adaptar los beneficios de 802.11n (MiMO, mayor capacidad, etc) a largas distancias

*Patricia Ludeña, Tesis de Maestría*

Estudiar los beneficios de las radios cognitivas descritas en 802.22 para resolver el problema de interferencias en bandas libres

*Jennifer Machín, Tesis de Maestría*

Añadir un canal redundante 802.15.4 (Zigbee (sensores) para:

- Encendido y apagado de la red → Reducción del consumo a 1/3
- Contar con un canal de gestión adicional
- Posibilidad de sensado mediambiental

*Ignacio Foche, Tesis de Maestría*

Gran conocimiento de soluciones de comunicaciones con protocolos estándar y tecnologías de bajo consumo y operadas en bandas libres:

- 802.11 (WiFi)
- 802.16 (WiMAX)
- 802.15.4 (Zigbee)
- 802.22 (WRAN)

Soluciones de banda ancha adaptadas a los condicionamientos indicados

Soluciones complicadas y costosas de mantener

Posibilidad de continuar investigando pero usar soluciones propietarias robustas (Mikrotik, Ubiquiti, ...) en proyectos reales