

# Redes de Sensores Inalámbricos

Agustín J. González

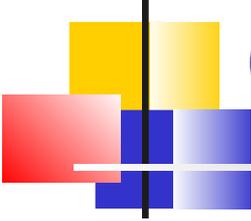
Departamento de Electrónica

Universidad Técnica Federico Santa María



UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA

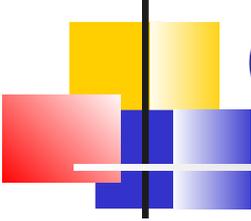




# Contenidos

---

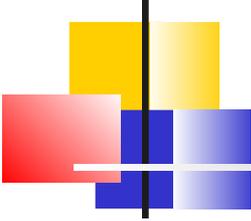
- Características
- Redes móviles y multi-hops
- Redes de Sensores Inalámbricos
  - Hardware y estándares
- Aplicaciones
- Dispositivos Móviles
  - Hardware
- Aplicaciones
  - Agricultura de precisión
  - Monitorización de camiones mineros
  - Monitorización de signos vitales en pacientes



# Características

---

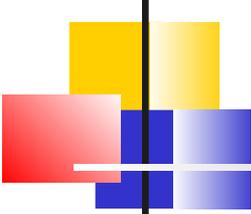
- Bajo consumo de potencia
- Resiliencia ante fallas
- Adaptación a movilidad de nodos
- Heterogeneidad de nodos
- Escalabilidad a gran número de nodos
- Resistencia a ambientes agresivos



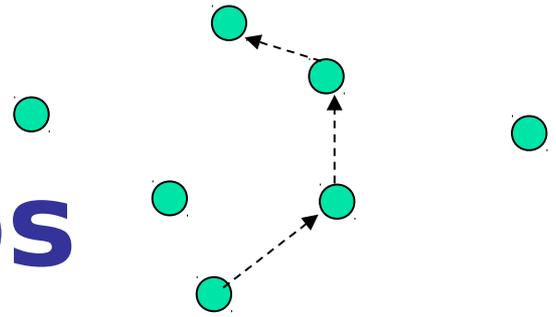
# Redes Móviles

---

- Redes Móviles (Mobile ad hoc networks, MANET): en este modelo, dispositivos móviles se auto organizan para crear una red aprovechando sus interfaces inalámbricas, sin un requerimiento de infraestructura pre-instalada.
- Éstas suponen un gran número de clientes y que los nodos estarán en todas partes (densos y activos)



# Redes Multihops



- Las redes Multihop hacen referencia a un modelo de comunicación extremo a extremo donde los paquetes son re-enviados con ayuda de los mismos nodos intermedios de la red hasta llegar al destino. Ej. Redes ad-hoc.
  - Dispositivos no directamente conectados se pueden **comunicar re-enviando** su tráfico vía una secuencia de **dispositivos intermedios**.
- Esta idea ha sido usada en varias soluciones comerciales.
- Ejemplos: Redes oportunistas, **vehiculares**, y de **sensores**.

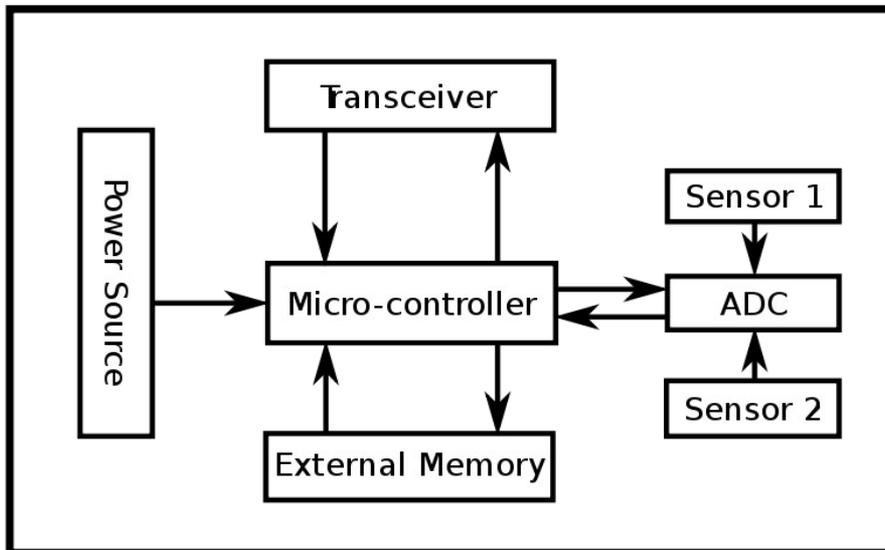
# Redes de Sensores Inalámbricos (WSN)

---

- La idea es monitorizar, estudiar, y controlar eventos y fenómenos.
- Un número de nodos sensores son puestos de manera densa y posiblemente aleatoria dentro de un área.
- **Información recolectada** por sensores es **enviada** a un **nodo sumidero** y a través de éste llevada a Internet.
- Tecnología habilitadora: **MOTE**

# Motes: Hardware

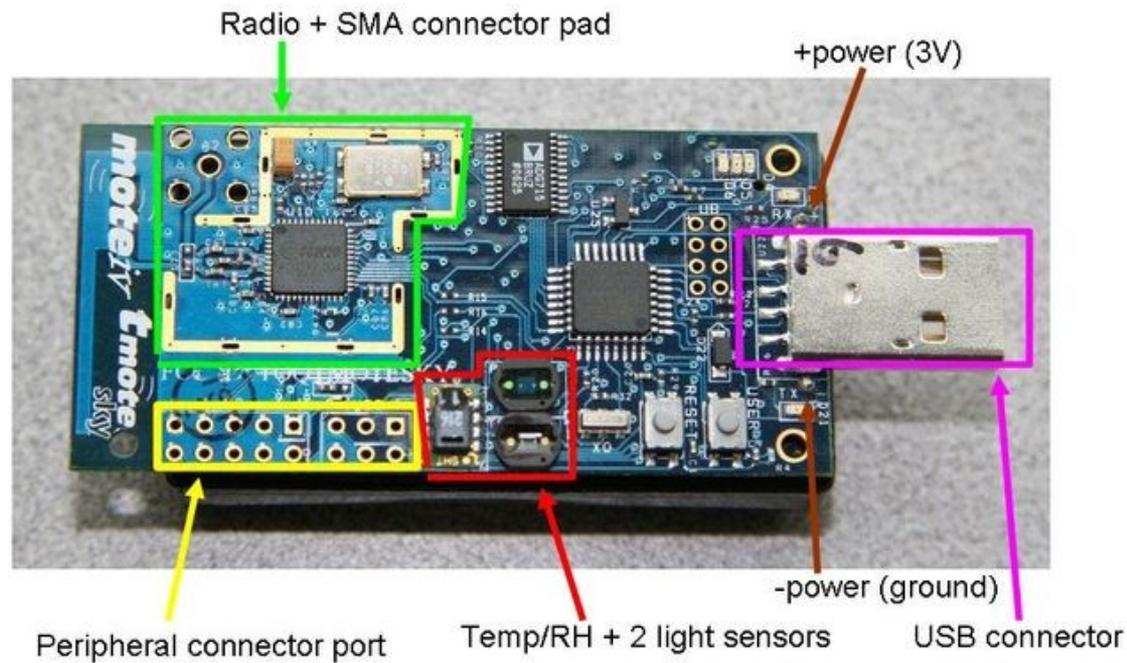
- Muchas arquitecturas y sistemas operativos disponibles, ver [List of wireless sensor nodes](#).
- Arquitectura básica:



# WSN y Motes:

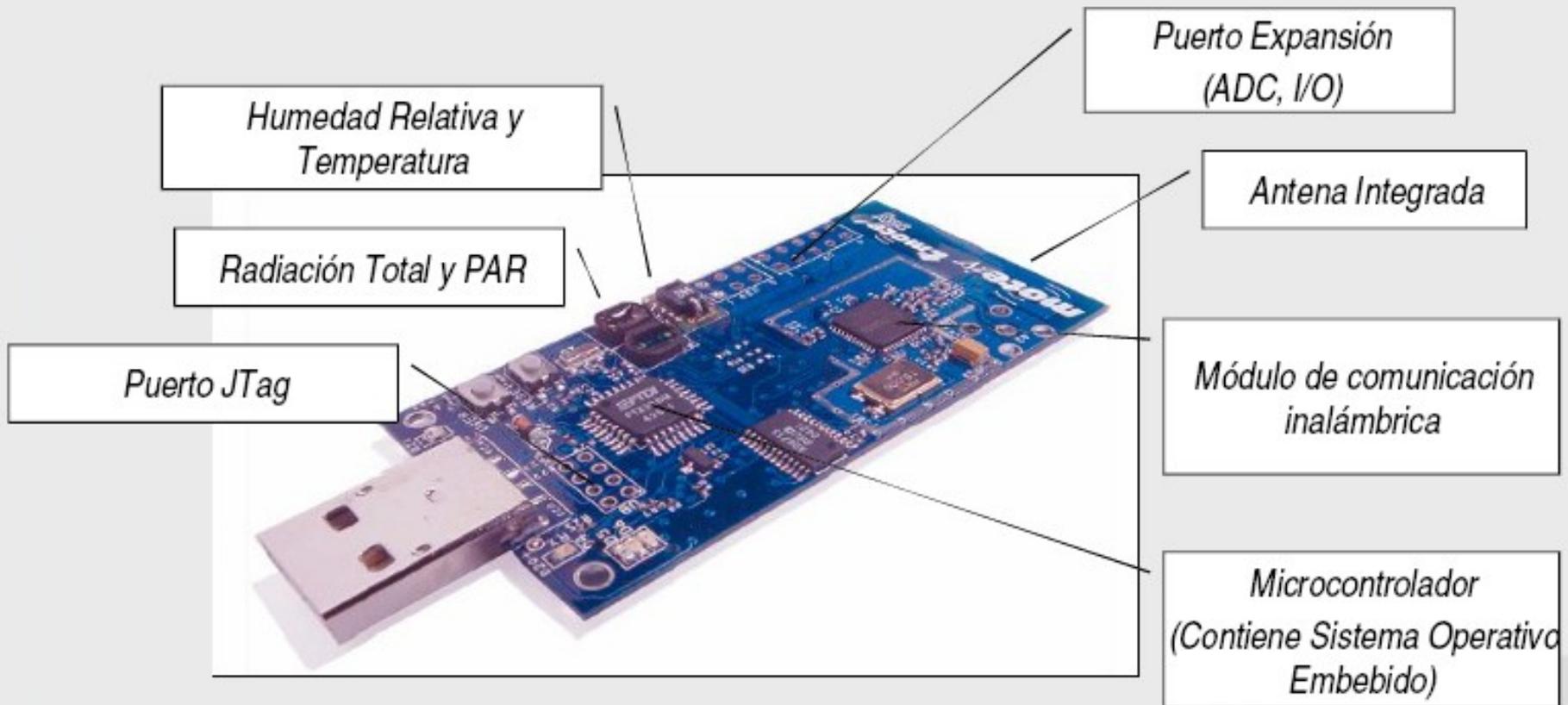
## Hardware (Wikipedia)

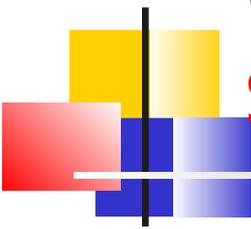
- Avance electrónico pequeño que trabaja con Met año



de la  
S  
:o  
e a  
y  
n USA)  
> un  
idida.

# Una plataforma: Tmote Sky (dispongo de varios)





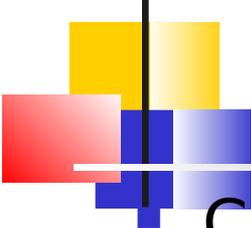
# Otra plataforma: SUN Spot

Small Programmable Object Technology

---

ANATOMY OF A  
SUN SPOT

- Acelerómetro de 2G/6G  
3-ejes (x,y,z)
- 512K RAM, 4M Flash
- Sensores: temperatura y luz
- J2ME
- 2007 Sun Microsystems, luego de su paso a Oracle, se discontinúa



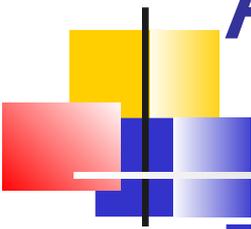
# Estándares

---

Capas física y MAC: **IEEE 802.15.4**, Optimizadas para bajo costo, baja potencia y desempeño inalámbrico robusto.

| <b>250 kb/s</b>     | <b>2.4 GHz</b>  |
|---------------------|-----------------|
| 40 kb/s and 20 kb/s | 900 and 868 MHz |

- **ZigBee** (2004) construido sobre 802.15.4, incluye un stack de protocolo de red completo para WSN orientado a redes de sensores y control.
- **ZigBee Pro** (dic. 2007) mejora algoritmos de direccionamiento y ruteo
- Hay varios más... con prefijo 802.15...



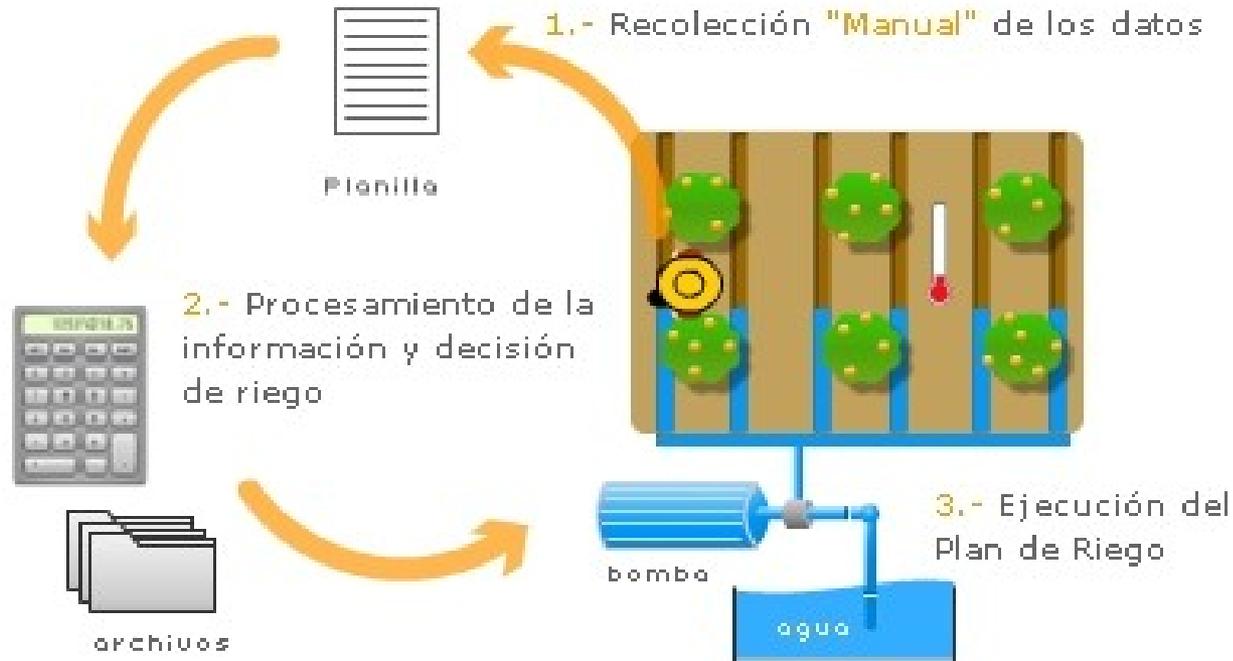
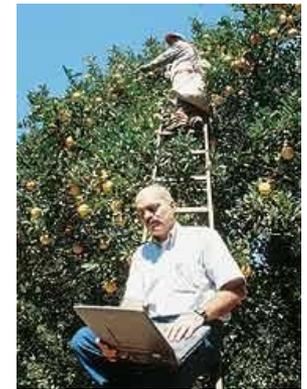
# Aplicaciones

---

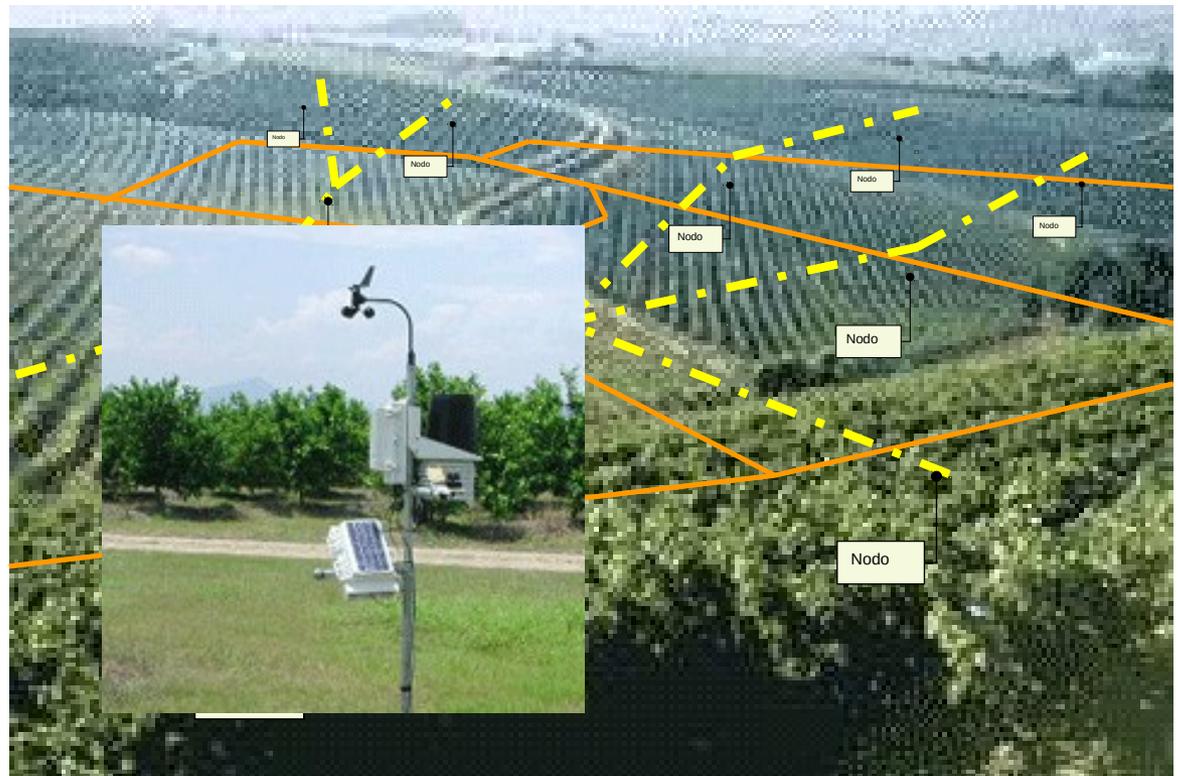
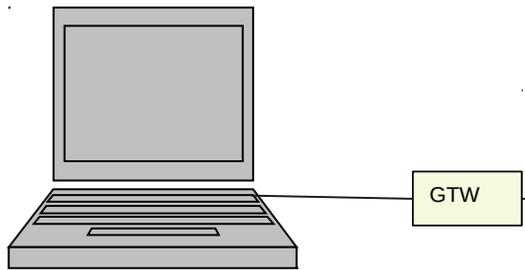
- Monitoreo de ambientes (domótica, agricultura, puentes, sismos, incendios, nivel de aguas, etc)
- Automatización Industrial
- Aplicaciones médicas (voz, estado de salud, accidentes)
- Seguimiento de inventarios (trazabilidad)
- Operaciones militares
- Ver links en página del curso

# Agricultura de Precisión: El problema

## Recolección manual de datos



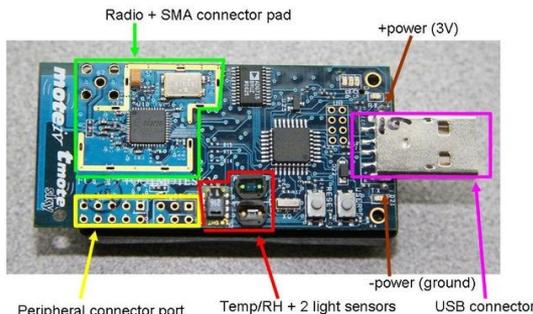
# Agricultura de Precisión: Soluciones



Estación meteorológica

# Dificultades abordadas

- Aplicación debe responder a las variaciones de su entorno.
- Recursos limitados (memoria, energía)
- Confiabilidad (nodos desatendida)
- Requerimientos de tiempo real
- Propagación e interferencia de señales de RF



Plataforma Mote

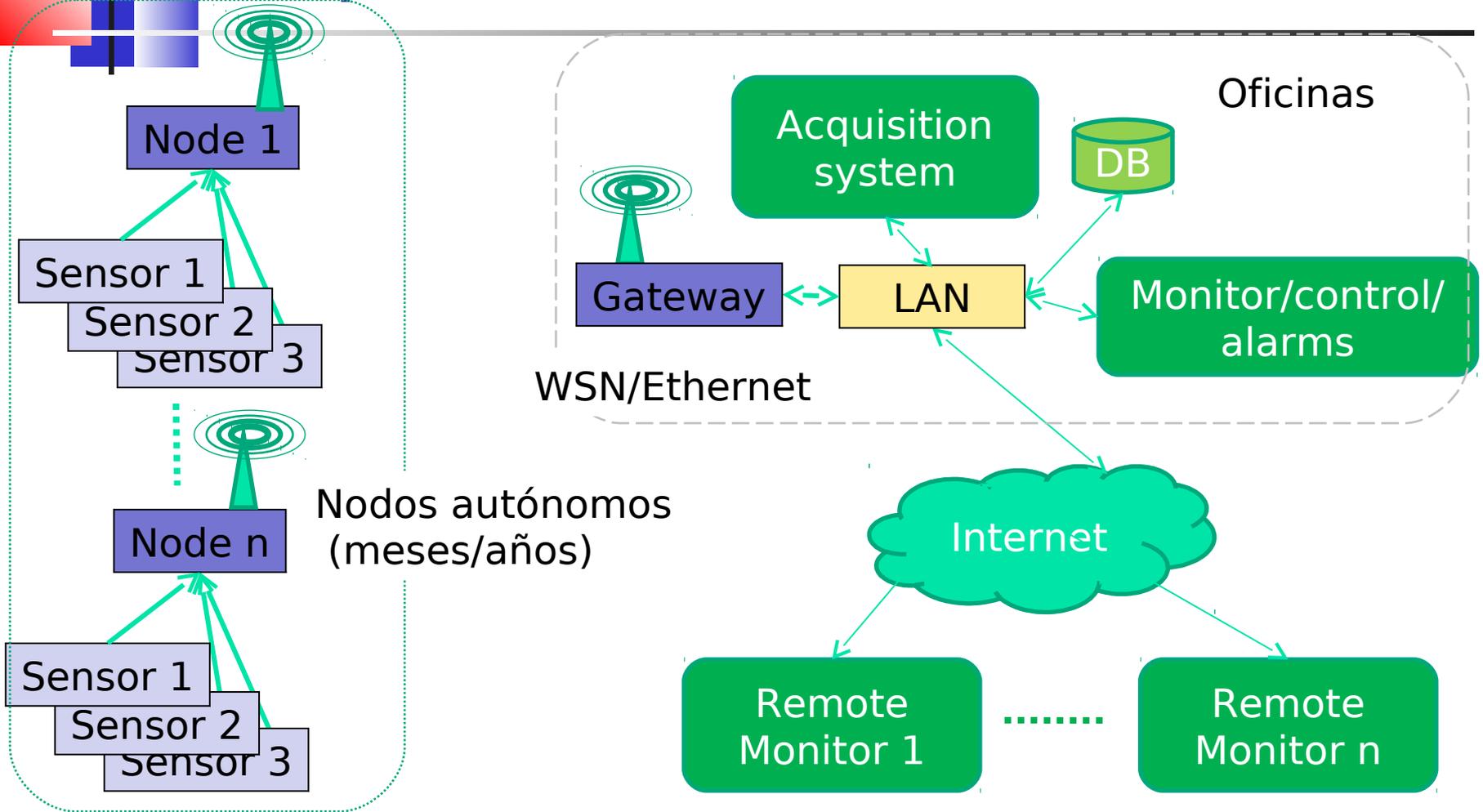
$$\begin{matrix} + & \text{Tiny OS} & + & \text{NesC} \\ = & & & \text{Aplicación} \end{matrix}$$

# Resultado

- Memoria de José Ulloa (2006)
- Aplicación adquisidora de datos
- En colaboración con Wiseconn
- Producto: **WiseField**

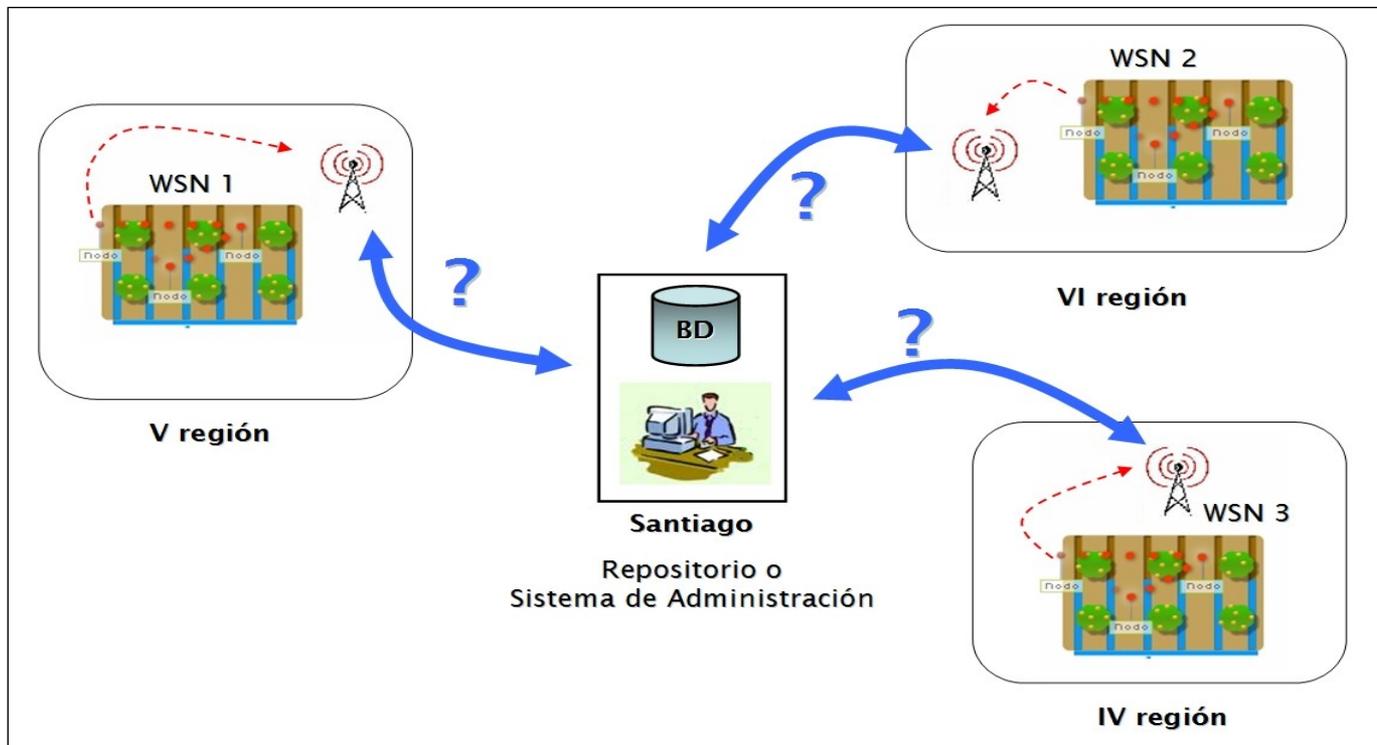


# Arquitectura General



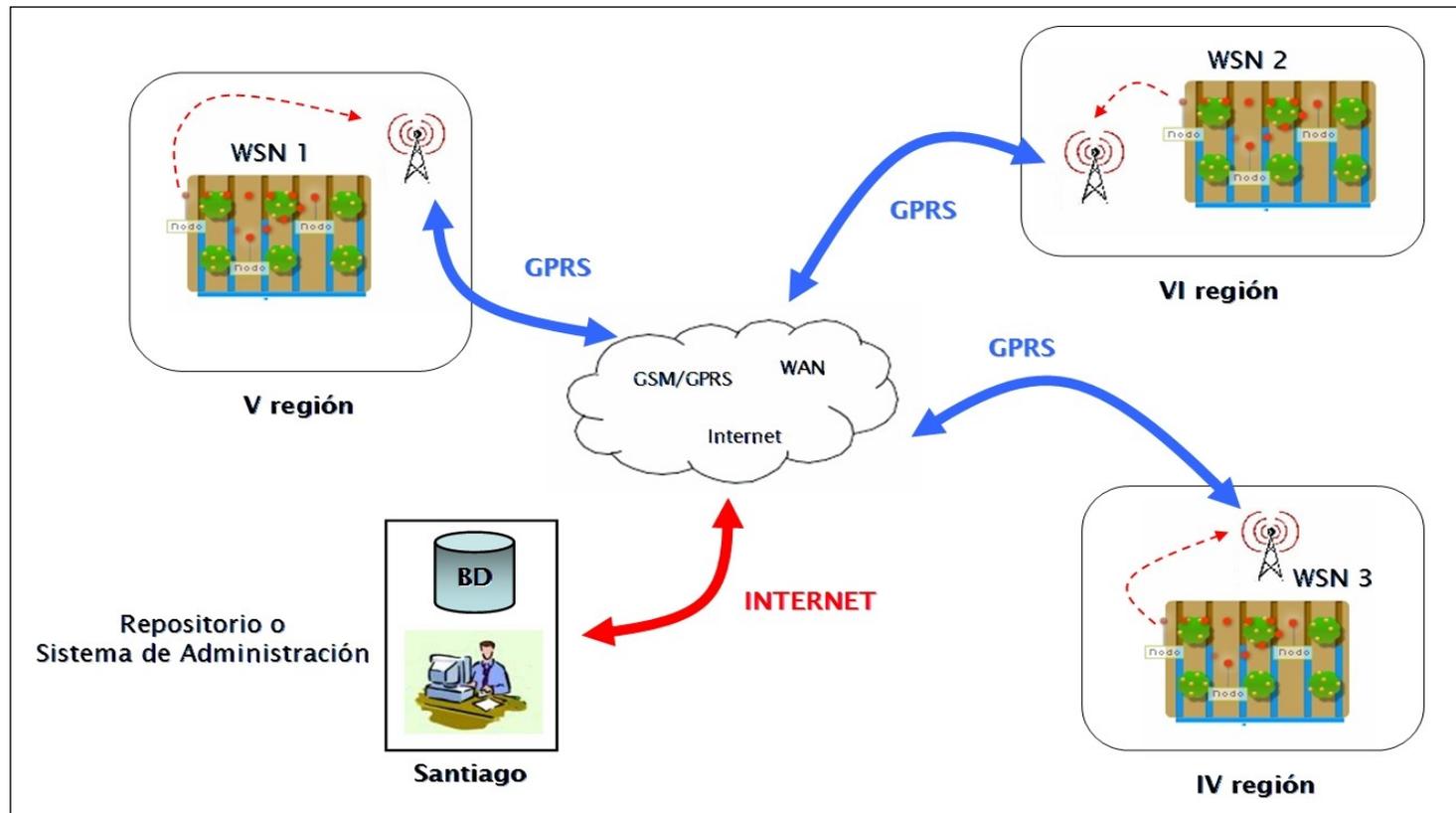
# Nuevo requerimiento de clientes

¿Qué pasa si un cliente tiene varios campos disjuntos?



# Agricultura de Precisión: Extensión

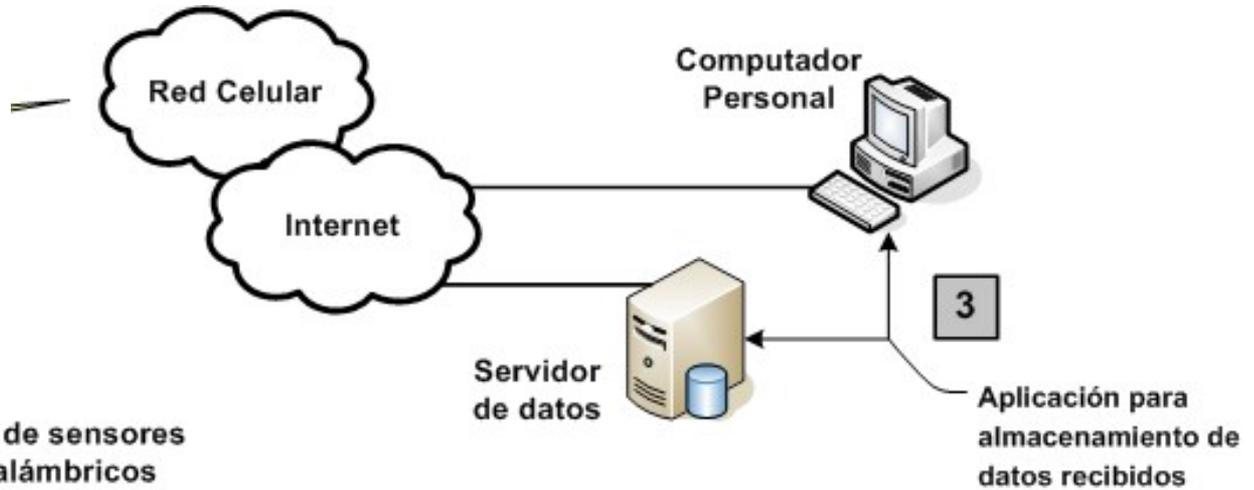
Usamos un gateway WSN-GPRS (hoy sería módem 4G)



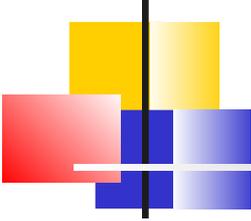
# Arquitectura



RS-232



Usamos un módem GSM/GPRS  
Hoy sería módem 4G



# Resultado

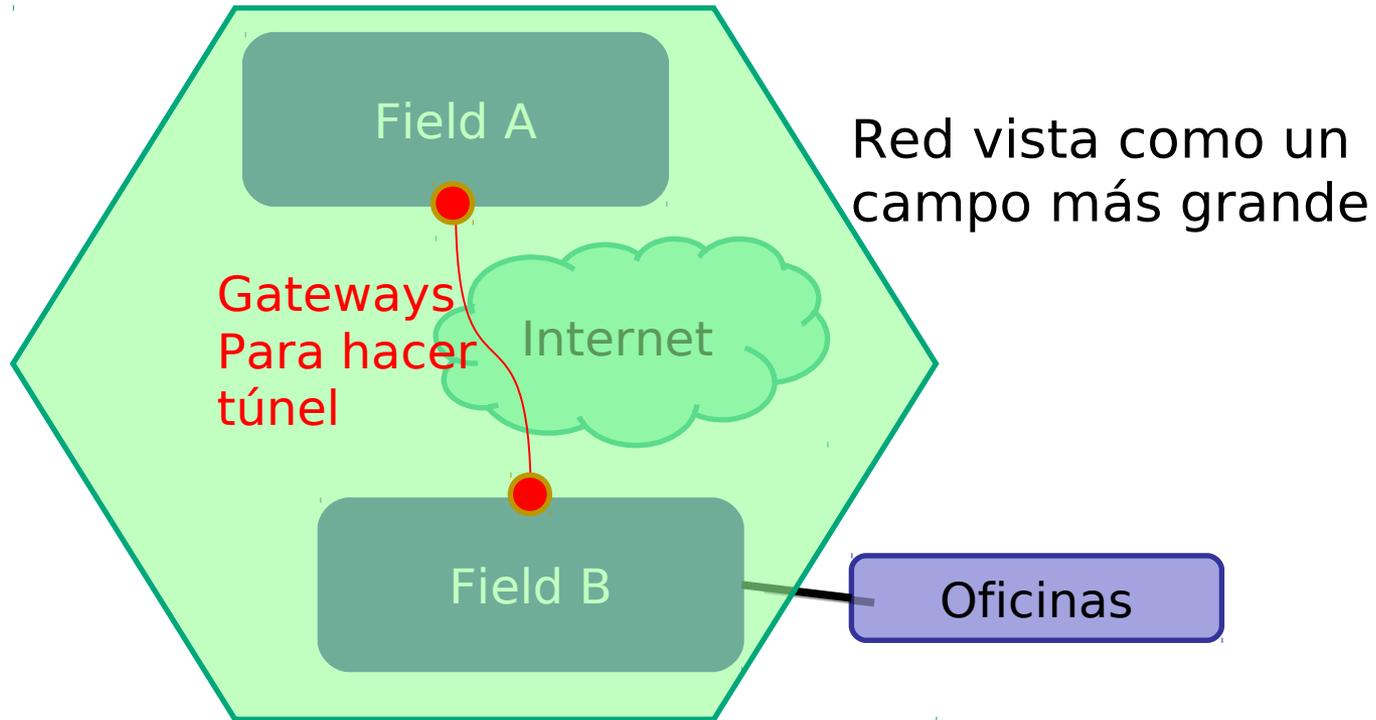
---

- Memoria de César León (2007)
- **Versión mejorada de WiseField**
- Principales problemas: confiabilidad del enlace GPRS  
=> Tuvo de superar el rechazo de conexiones y límites en tamaños de paquetes.
- **En colaboración con Wiseconn**



# Necesidad de Gateway WSN/Ethernet

- Escenario 2:

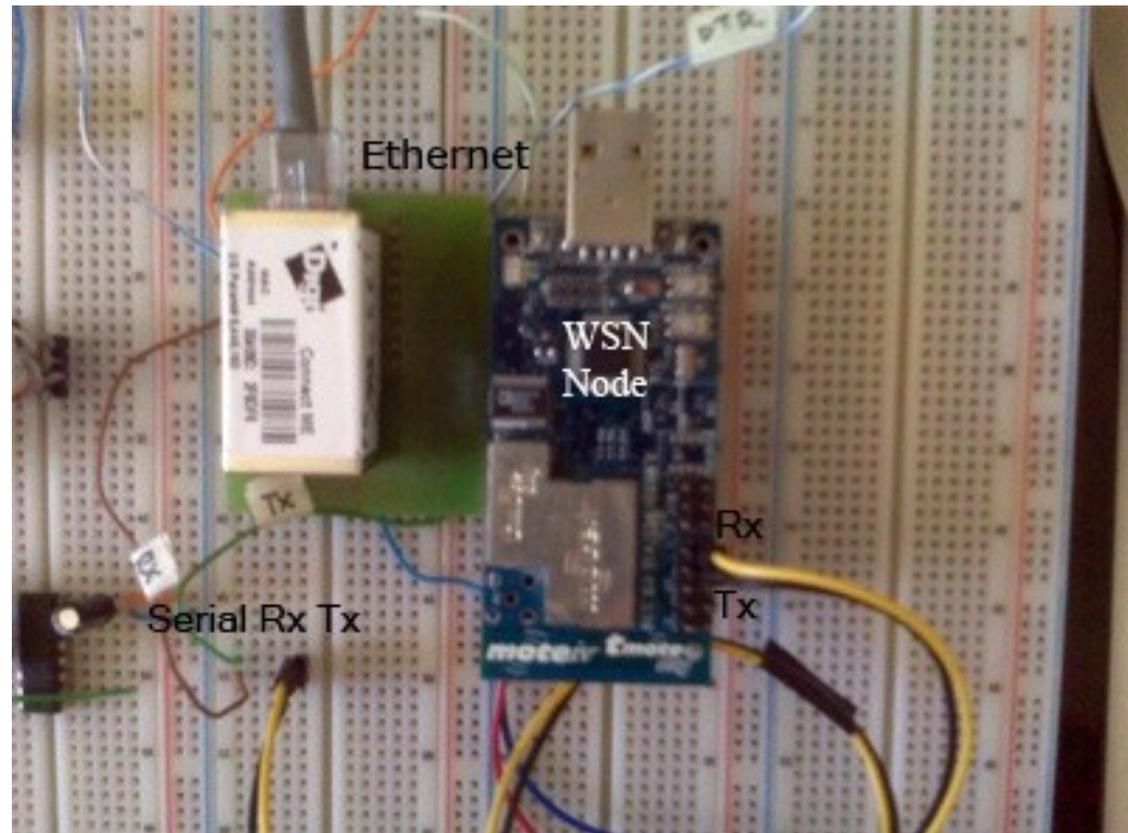


# Solución: Gateway WSN/Ethernet:

- Memoria de Guillermo Bustos (2010)



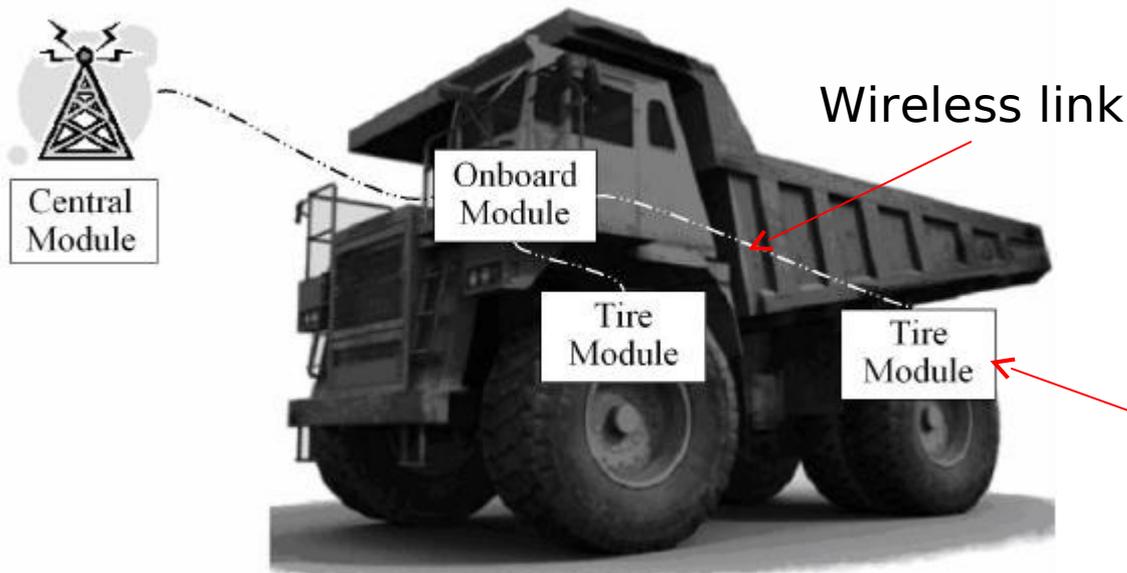
Gateway Ethernet/Serial  
Sistema OEM implementa  
modelo cliente servidor  
Original Equipment Manufacturer



# Monitoreo de Temperatura y Presión de Neumáticos de Camiones Mineros

Memoria de Alejandro Alviña (2008)

- Neumáticos entre los suministros más caros.
- Él integró hardware e implementó protocolo



**También es una Red de Sensores Inalámbricos**

- Sensores: OEM de Freescale
- Microcontrolador TI
- RF Module OEM de Aerocomm

# ERPHA

Emergency Remote Pre-Hospital Assistance



*“La primera hora después del accidente puede hacer la diferencia entre la vida y la muerte.”*



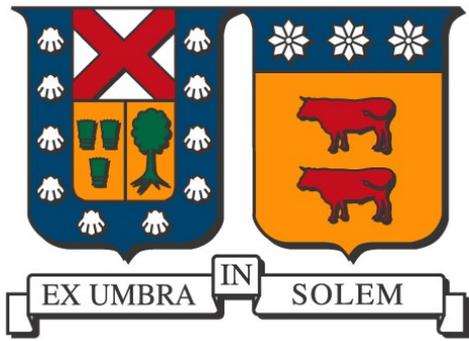
3G



ERPHA propone un sistema íntegro de información instantánea disponible en el centro hospitalario **desde el primer momento**, utilizando tecnologías de punta.

# Resultado: Sensado, comunicación, almacenamiento y monitoreo





# Redes de Sensores Inalámbricos

Agustín J. González

Departamento de Electrónica

Universidad Técnica Federico Santa María



UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA

