

Redes de sensores para apoyo a la salud y a la vida independiente

**Workshop on Computational Intelligence
Trends and Methodologies**
Grupo de Inteligencia Artificial del País Vasco
Donostia, 2-9-10-11-december-2009

A. Prieto, F. Gómez, M. Damas, y S. González
Departamento de Arquitectura de Computadores
Universidad de Granada



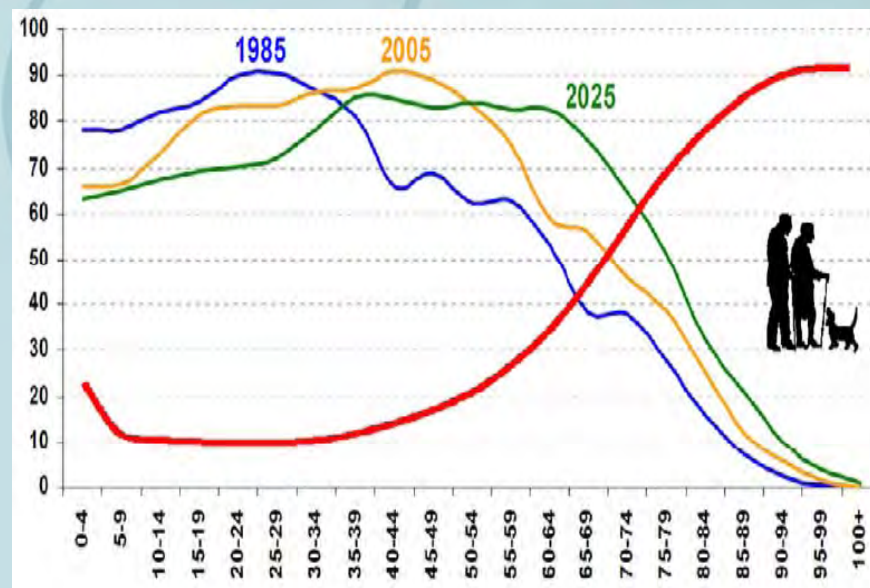
Objetivos

- Perspectivas de la atención socio-sanitaria.
- Las TIC en la atención socio-sanitaria
- Contextos de aplicación
- Sensores
- Redes de sensores
- Servicios



Previsión de necesidades en la atención socio-sanitaria

- Contexto demográfico:
 - Incremento de la población hasta 9.000 millones hacia el 2050
 - Envejecimiento de la población:
 - En el 2026 el 21,6% de la población será mayor de 65 años
 - En 2050: Aumento de la esperanza de vida hasta los 75, la tercera parte de la población tendrá edades comprendidas entre 65 y 79 años; es decir, un 44% más que al principio de este siglo.



–Millones de personas vs rangos de edades



Previsión de necesidades en la atención socio-sanitaria

- Atención socio-sanitaria:
 - En la actualidad entre un 20 y un 25% de ancianos viven solos.
 - En el 2026 el 32% de la población tendrá algún tipo de discapacidad.
 - Avances médicos y técnicos que cronifican la enfermedad grave
 - Hay que facilitar la independencia y luchar contra la soledad.
 - En el año 2020 las patologías crónicas representarán el 60%

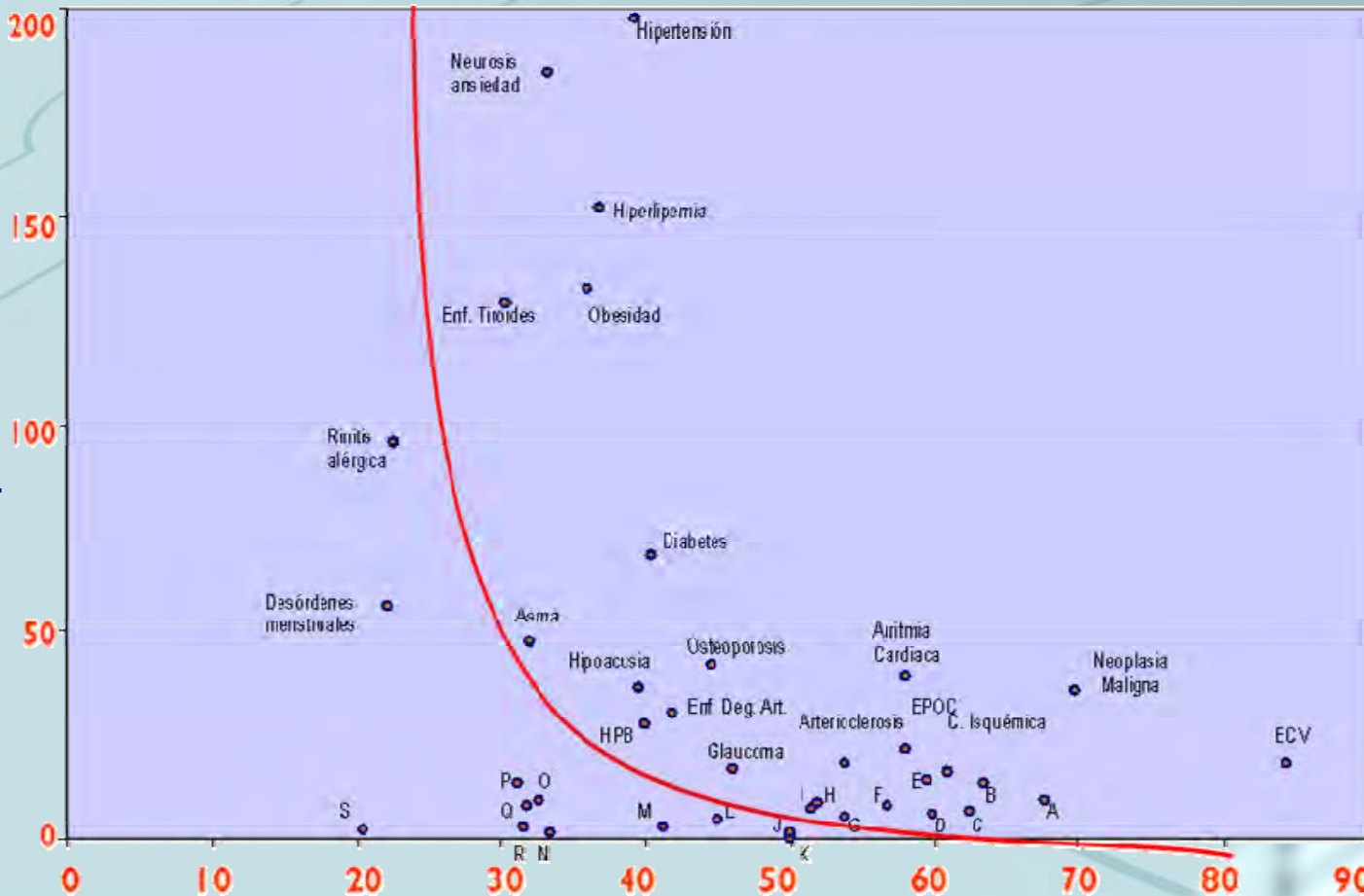
Previsión de necesidades en la atención socio-sanitaria

- Factores socio-económicos:
 - La inclusión de personas con dependencia es un pilar de la Sociedad del bienestar
 - Se están incluyendo en el sistema nuevos grupos demográficos.
 - La autonomía personal se convierte en demanda social
 - Problemas de sostenibilidad: un estudio realizado en Finlandia ha estimado que el coste de los cuidados a las personas mayores aumentará del 8 al 20% del PIB en los próximos 20 años.



Estudio Enfermedades: Prevalencia vs. Impacto.

Prevalencia: Número de casos de una enfermedad (por mil habitantes).



Impacto: Gasto (farmacéuticos, médicos, etc.)



Previsión de necesidades en la atención socio-sanitaria

- Exigencias:
 - Organización de la sociedad para atender a las demandas del nuevo contexto
 - Calidad de servicio acorde con los avances tecnológicos
 - Necesidades de nuevos servicios





Previsión de necesidades en la atención socio-sanitaria

Contexto demográfico:

- Incremento de la población
- Envejecimiento de la población
- Nuevos grupos demográficos

Factores socio-económicos:

- Inclusión de dependientes
- Nuevos grupos demográficos.
- Autonomía personal
- Sostenibilidad

Atención socio-sanitaria:

- Ancianos viven solos.
- Aumento discapacidad.
- Cronificación de enfermedades
- Independencia y soledad.
- Patologías crónicas

Exigencias:

- Atender al nuevo contexto
- Calidad del servicio.
- Nuevos servicios

¿Puede la tecnología ayudar a dar respuesta a estos retos sociales?



- La introducción de las TIC en el campo de la atención socio-sanitaria, además de lograr mejorar notablemente la calidad de vida de los usuarios, tiene unas implicaciones económicas notables.
 - En Finlandia se ha estimado que el coste de los cuidados a las personas mayores podría mantenerse dentro del 10% del PIB , en lugar de aumentar del 8 al 20% en los próximos 20 años.





Algunas tecnologías que aportan las TIC

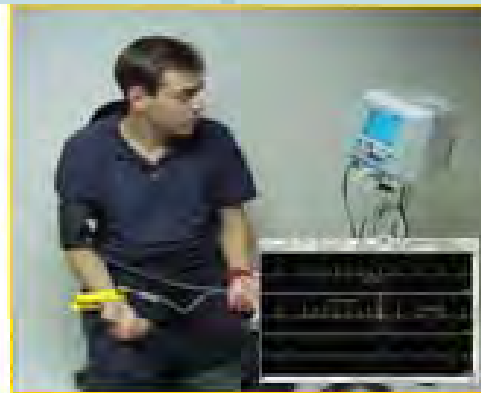
- Sensores biométricos
- Redes de sensores inteligentes,
- Sistemas llevables (integrados en la ropa o propio cuerpo).
- Redes inalámbricas ubicuas y comunicaciones móviles de 4^a y 5^a generación (incluyendo redes de área personal y redes corporales),
- Sistemas basados en contexto y computación ubicua,
- Interfaces multimodales (PCs, PDAs, teléfono, etc.) adaptadas para las personas mayores, discapacitados y personas con movilidad reducida,
- Sistemas de geolocalización.
- Sistemas de monitorización, en general
- Domótica y alarmas del hogar, etc.

Escenarios

- Mayores
- Personas dependientes
- Enfermos crónicos
- Enfermos agudos ambulatorios



**Telepresencia
Teleconsulta**



**Telemedida
Telemonitorización**



**Teleformación
Teleinformación**



SENSORS

Home sensing & control	Weight Scale	
Bed / Chair Sensors	Blood-pressure	
Implant Monitors	Glucose Meter	
Baby Monitors	Pulse Oximeter	
PERS	Spirometer	
Consumer Electronics	Medication Tracking	
	Pedometer	
	Fitness equipment	

CONNECTIVITY



MICS / MEDS

Ethernet



AGGREGATION COMPUTATION



NETWORK (POTS, Cellular, BB)

SERVICES





Sensores: Tipos.

- Personales: miden parámetros relacionados con la persona, ya sean fisiológicos, bioquímicos, o el estado de su actividad física y localización
 - Biométricos: sensores electrónicos que realizan medidas de parámetros biológicos básicos o especializados (fisiológicos, bioquímicos...)
 - No Biométricos: medida de *variables personales no biológicas*.
- Ambientales: miden parámetros relacionados con el ambiente en que se ubican las personas.



Sensores: otras clasificaciones.

- Monoparamétricos/multiparamétricos.
- Vestibles/Portátiles/Fijos.
- Asistidos/Desasistidos
- Invasivos/No invasivos.



Ejemplos de Sensores

- Sensores personales biométricos:

Pulsioximetría



Monitorización Cardíaca



Tensión Arterial



Espirometría





Ejemplos de Sensores

- Sensores personales biométricos: **Monitorización**

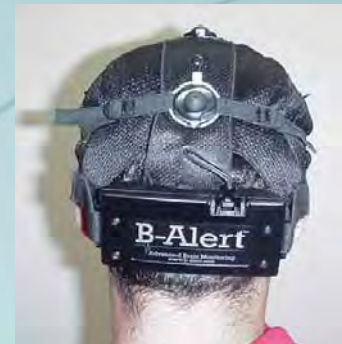
Temperatura



Peso



Sueño



Glucosa en Sangre



Monitorización muscular



EEG



Conductividad Piel





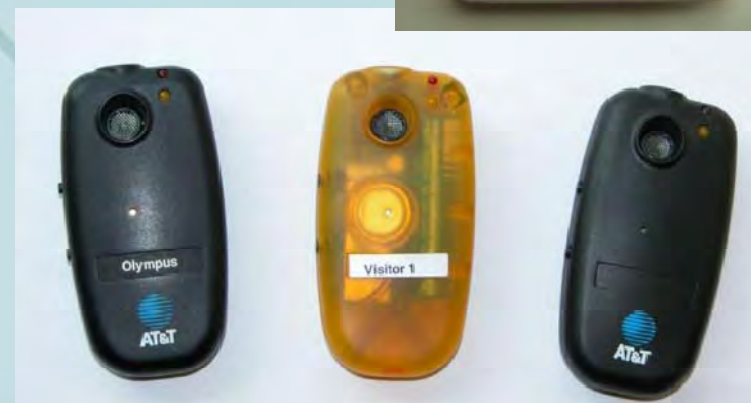
Ejemplos de Sensores

- Sensores personales no biométricos:

Actividad



Localización





Ejemplos de Sensores

- Sensores biométricos multiparamétricos:

Equivital:

ECG+
Temperatura+
Pulsioximetría+
Ritmo Respiratorio+
Actividad+
Posicionamiento...



Pulsera Wearable

BlueTooth:

Frecuencia Cardíaca+
Temperatura+
Conductancia de la piel+
Movimiento...



Ejemplos de Sensores

- Sensores vestibles (wearables):





Ejemplos de Sensores

- Sensores ambientales:
Humedad



- **Detector de Gases**



- **Detector de incendios**



- **Oxígeno**



- **Presencia**



- **Lluvia**
- **Radiación Solar**
- **Viento**



- **Temperatura Luminosidad**



- **CO₂**



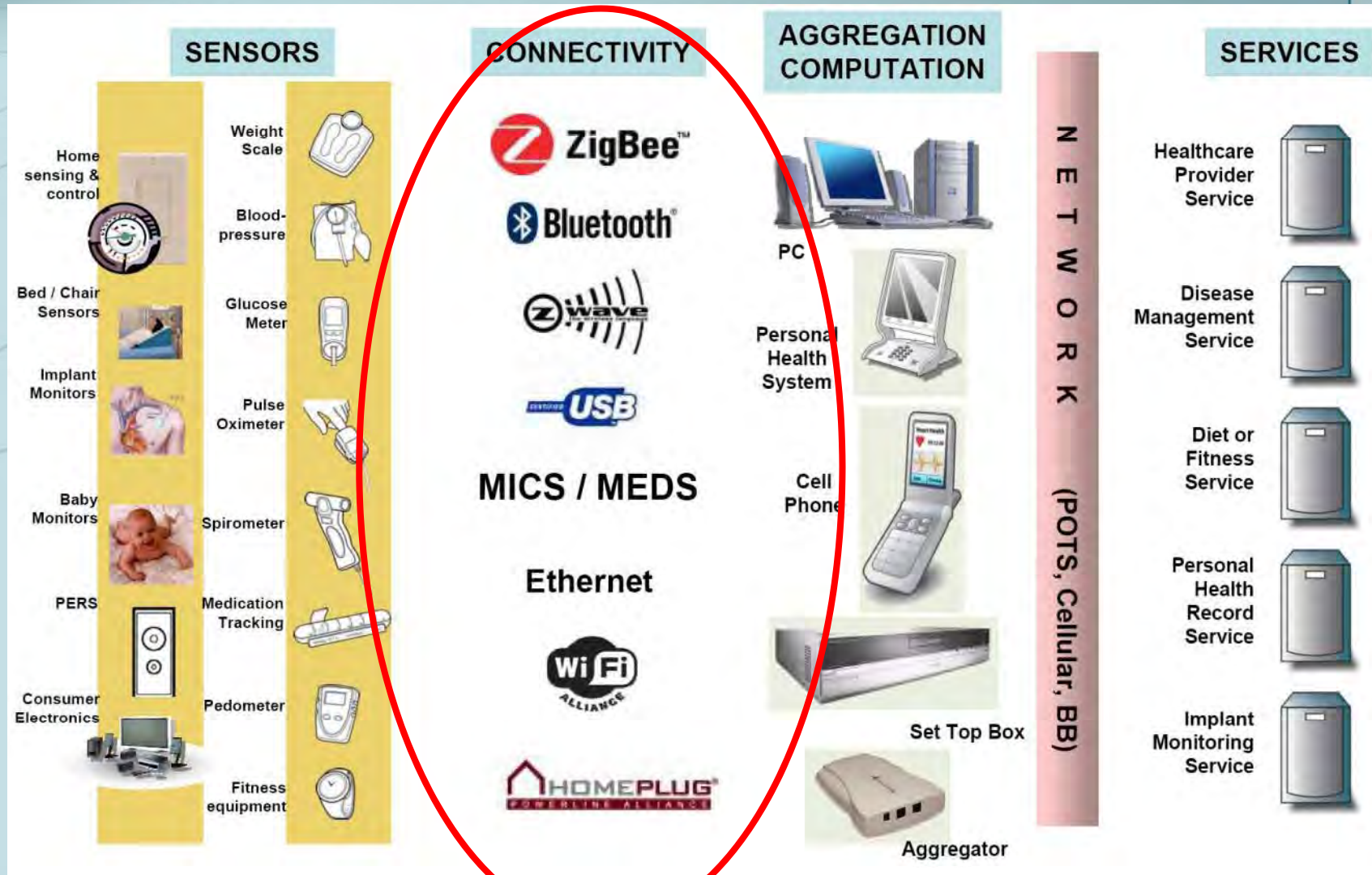
- **Calidad del Aire**





¿Cómo se interconecta todo?





TIPOS DE REDES DE INTERCONEXIÓN

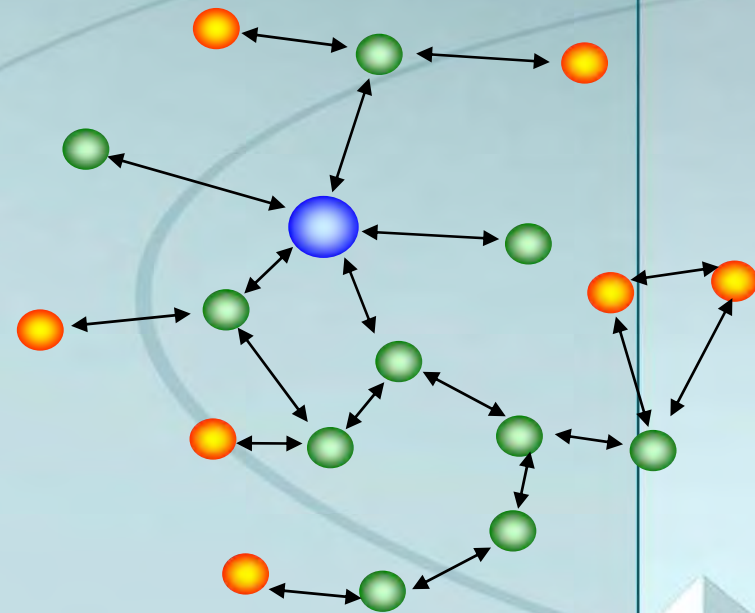
- Redes de área amplia (WAN)
- Redes de área local (LAN)
- Redes de área personal (PAN) (típicamente 10 metros)
- Redes de area corporal, *Body Area Network* (BAN)





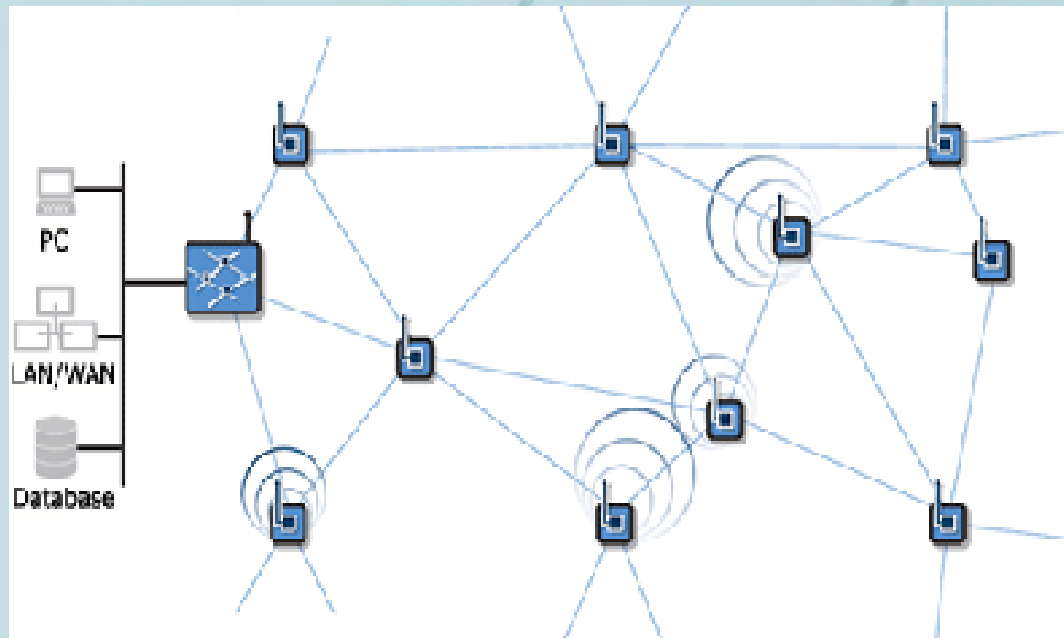
WSN, Red inalámbrica de sensores

- Es un conjunto de elementos autónomos (nodos) interconectados de manera inalámbrica
 - poca capacidad de procesamiento
 - muy bajo consumo energético
 - bajo coste.
 - autoconfigurable
 - sensores que miden variables como luz, temperatura y humedad



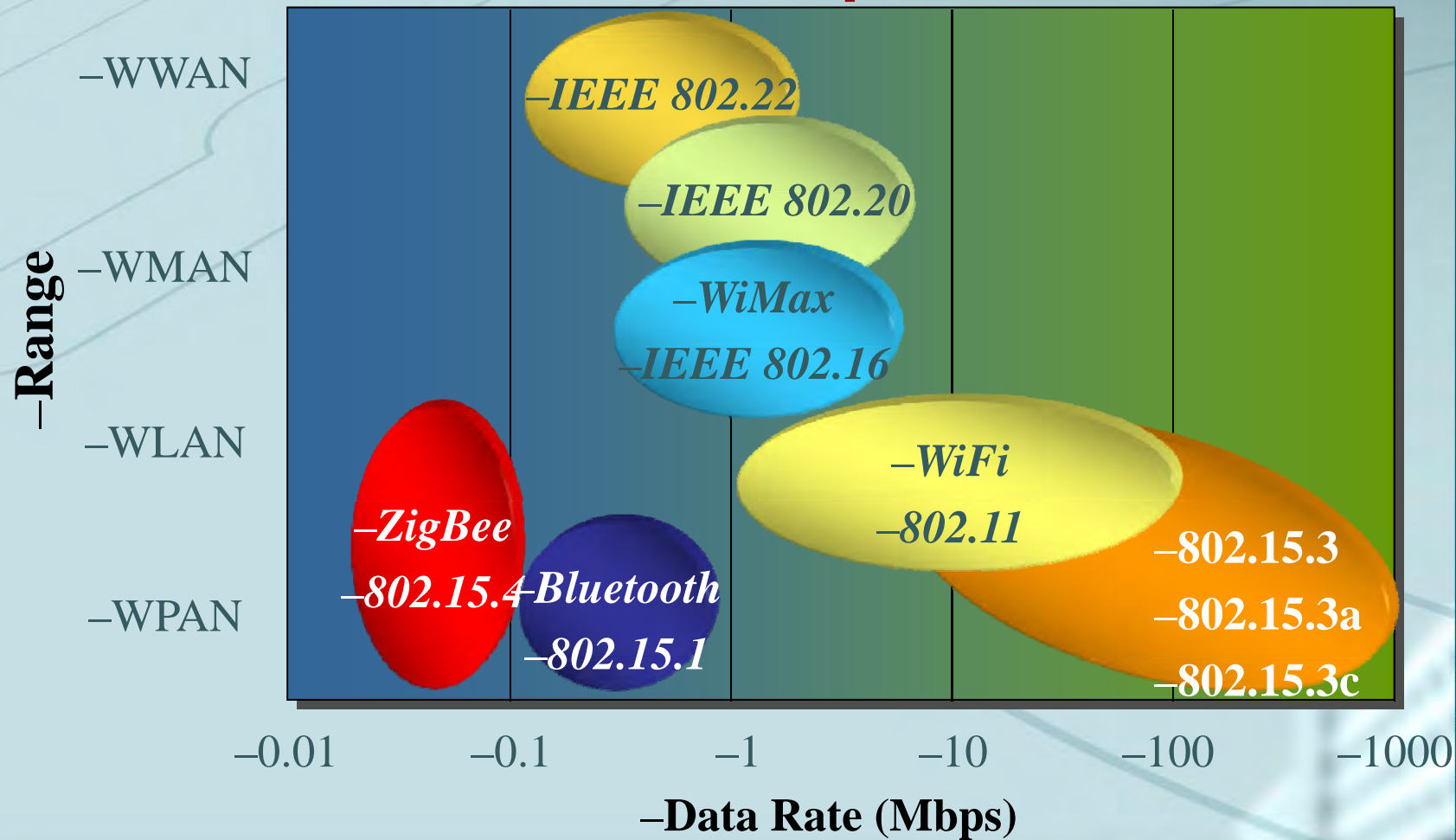


- **SENSORES:**
- **NODOS (Motas)**
- **PASARELA (Gateway)**
- **ESTACIÓN BASE:**





Alcance Vs. capacidad



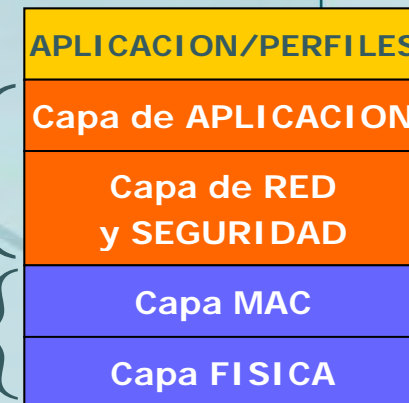


ZigBee

- ¿Que es ZigBee?
 - Tecnología dirigida a las necesidades de mercado de redes inalámbricas de bajo coste basadas en la norma IEEE 802.15.4. Capas de red y aplicación sobre 802.15.4
- ZigBee Alliance
 - Consorcio industrial para definir especificaciones globales de aplicaciones inalámbricas basadas en la norma IEEE 802.15.4.

ZigBee

IEEE 802.15.4





- Conectividad inalámbrica entre dispositivos económicos de ultra baja complejidad, ultra bajo coste, fiabilidad, ultra baja potencia, y baja velocidad
 - Menor potencia y menor coste que otras WPANs (como Bluetooth)
 - Potencia transmisión 1mW (hasta 10mW en CE, hasta 100 mW en EEUU)
 - Los nodos están gran parte del tiempo “dormidos”. Larga duración: 2 años
 - Rango alcance: 10-100 m, hasta 400 m con 10 mW)
 - Bit-rate entre los 20kB/s y 250kB/s
 - Se permiten hasta un total de 65534 nodos/red
 - 3 bandas comunicación: 868MHz, 915MHz, 2.4GHz

BAND	COVERAGE	DATA RATE	# OF CHANNEL(S)	
2.4 GHz	ISM	Worldwide	250 kbps	16
868 MHz	ISM	Europe	20 kbps	1
915 MHz	ISM	Americas	40 kbps	10



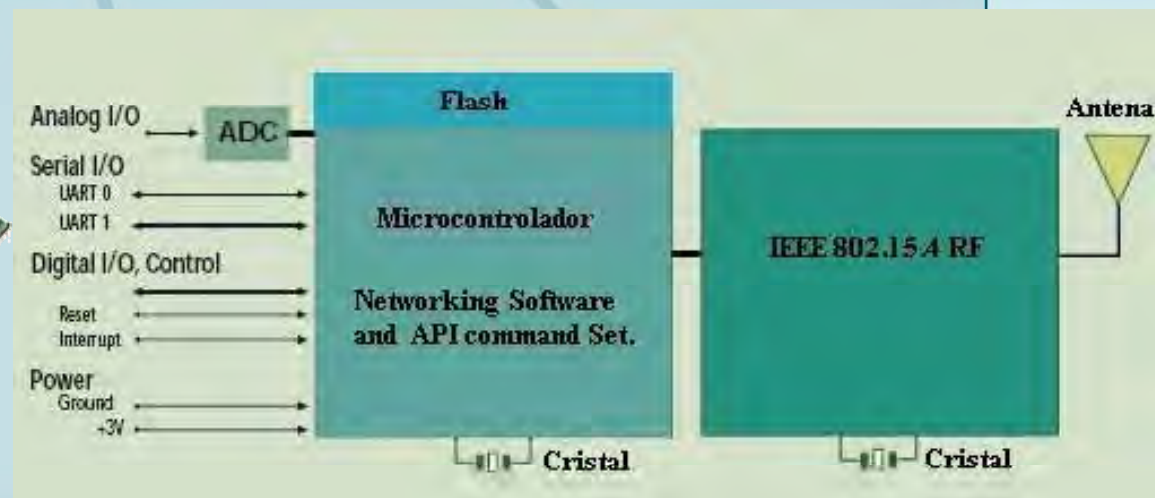
Características de las motas

- Optimización del consumo de energía:
 - La comunicación. Y que no estén lejos.
 - Motas dormidas
 - Programación eficiente
- Ancho de banda y cobertura de la red limitados
- Recursos de computación limitados:
 - Memoria
 - CPU
- Soluciones ad-hoc para redes ad-hoc
- Topología muy dinámica de la red:
 - Elementos móviles
 - Nodos con alta probabilidad de fallo
 - Nodos que entran en el sistema (y salen)
 - Cuantos más nodos mejor rendimiento!!!



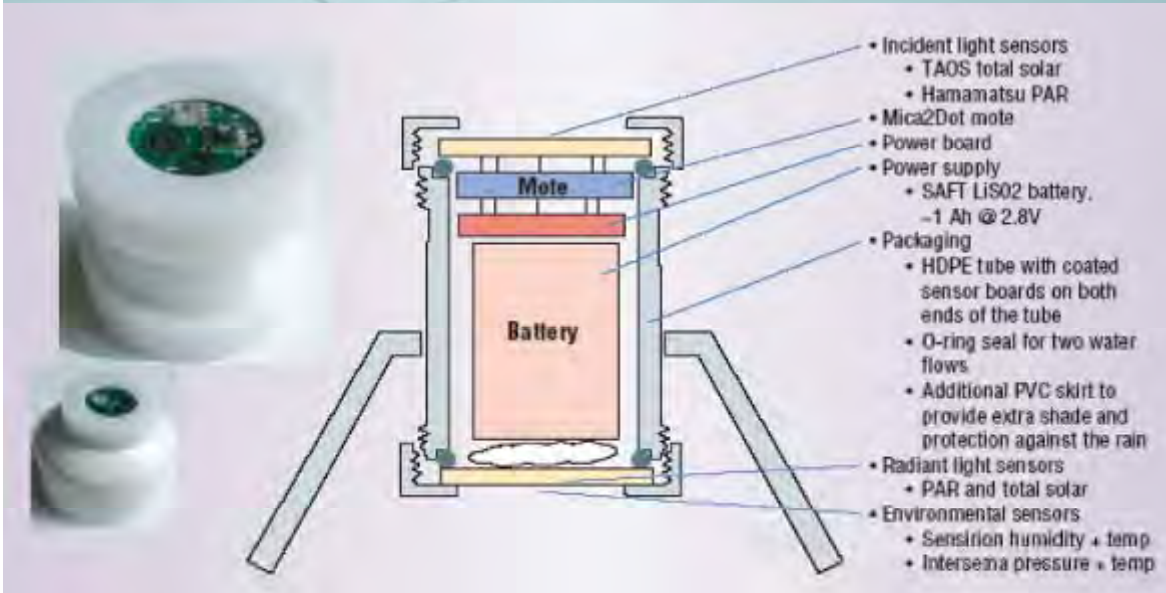
Nodos: motas

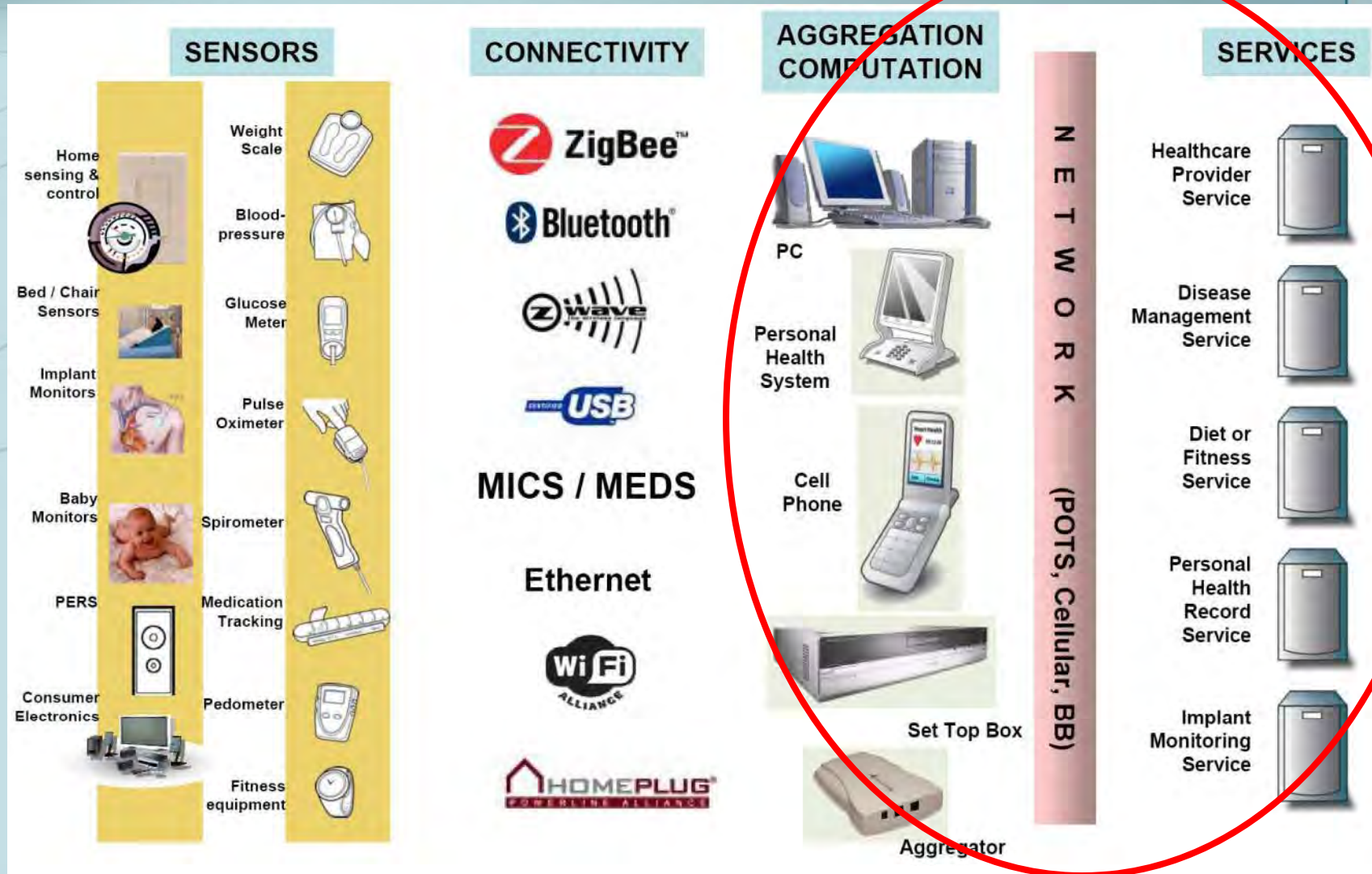
- Los nodos son pequeñas unidades del tamaño de una caja de cerillas (motas) que tienen solamente...
 - unos pocos KB de memoria
 - un procesador de unos cuantos MHz
 - Una radio de pocos metros de alcance
 - Una o dos pilas (tipo AA, AAA o tipo botón)





Ejemplos de encapsulado de motas³¹



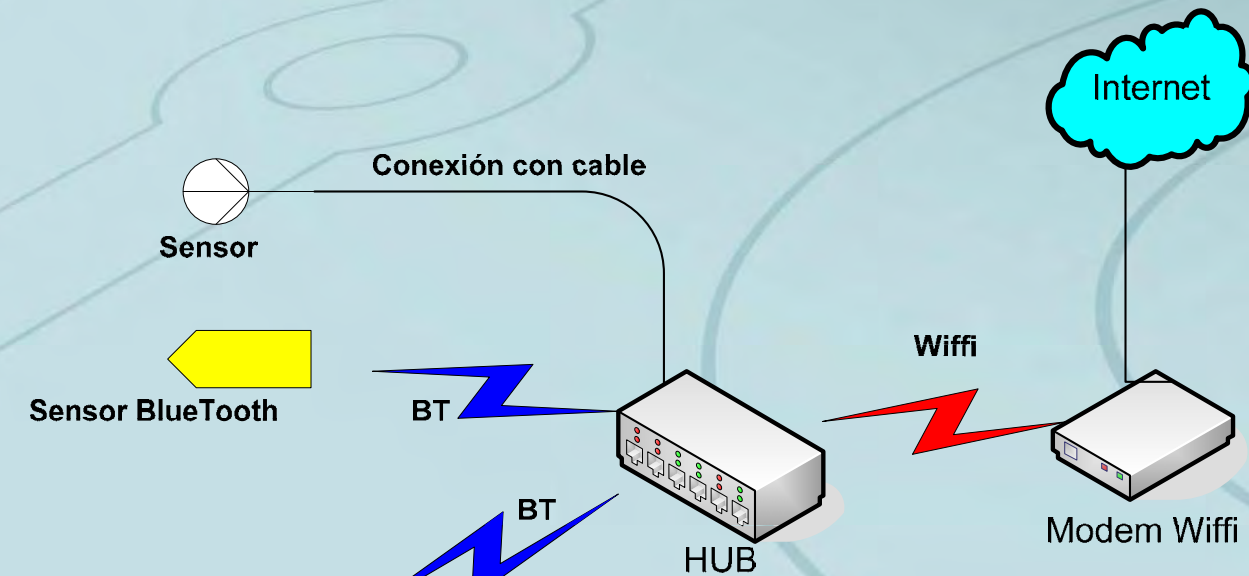


Servicios





Monitorización indoor / outdoor



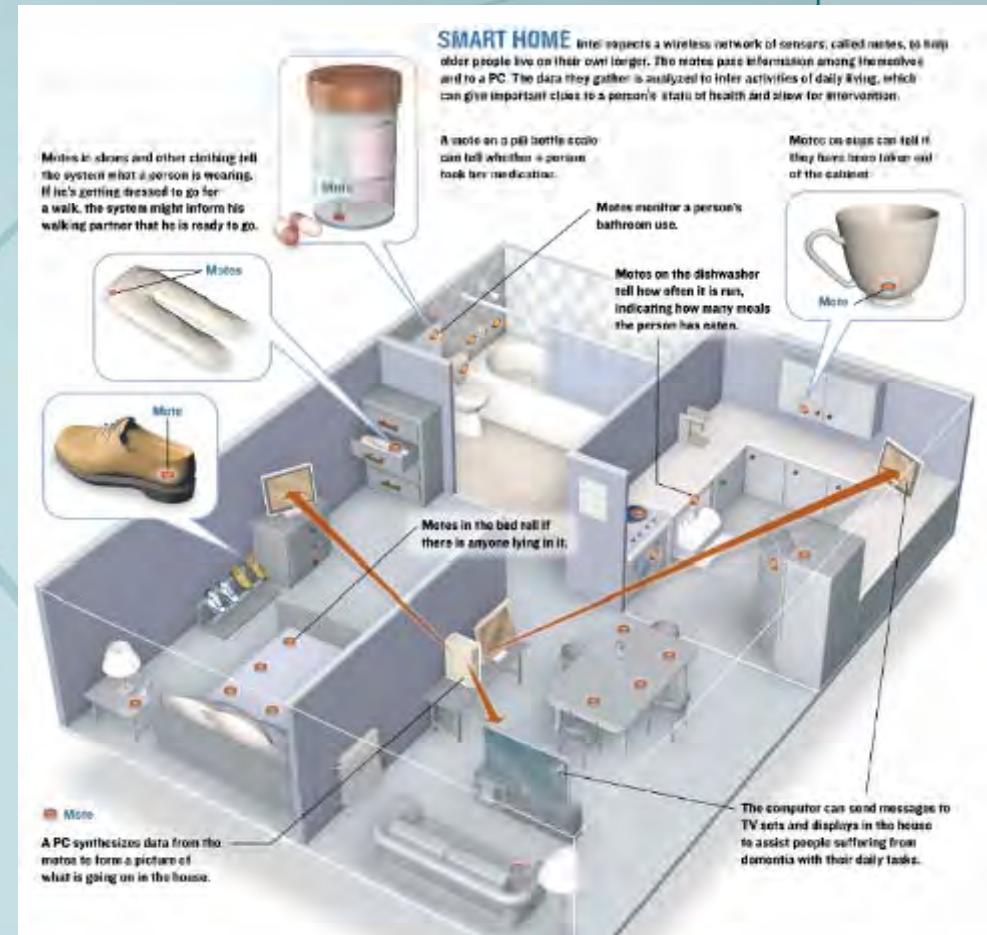
Concentrador con las siguientes características:
 Bluetooth multicanal
 Wiffi
 Servidor Web para consulta y configuración
 Capacidad para almacenar lógica de programas





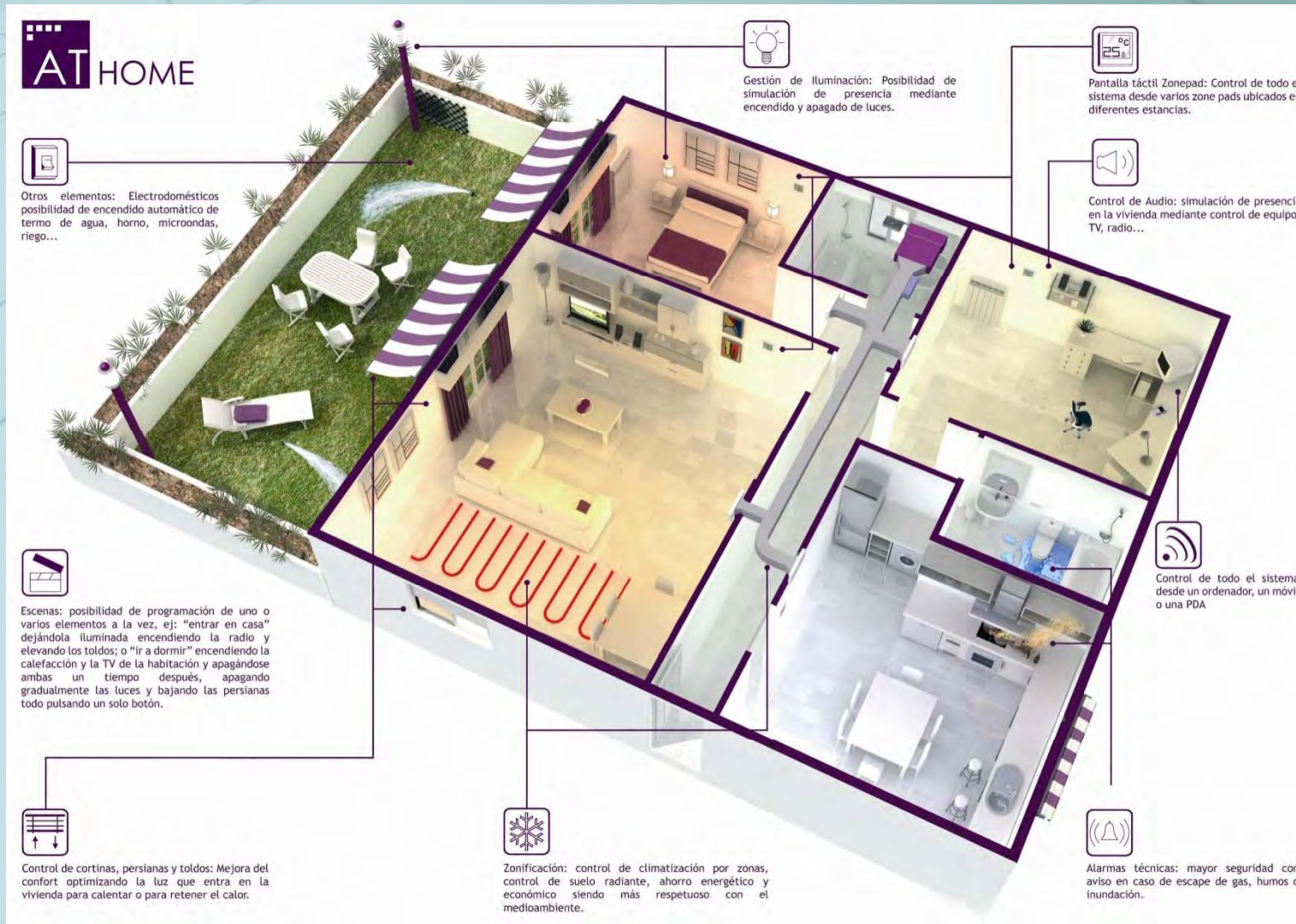
Supervisión domiciliaria en TR (*Indoor*)

- Pacientes:
 - Ancianos
 - Enfermedades crónicas
 - Post-operatorios
 - Discapacitados, ...
- Señales:
 - ECG, peso, pulso, diabetes, colesterol, nivel actividad, localización, ...
- Permite:
 - Descongestión hospitalares
 - Coordinación
 - Almacenar datos clínicos del paciente
 - Localización
 - Control medicación, ...





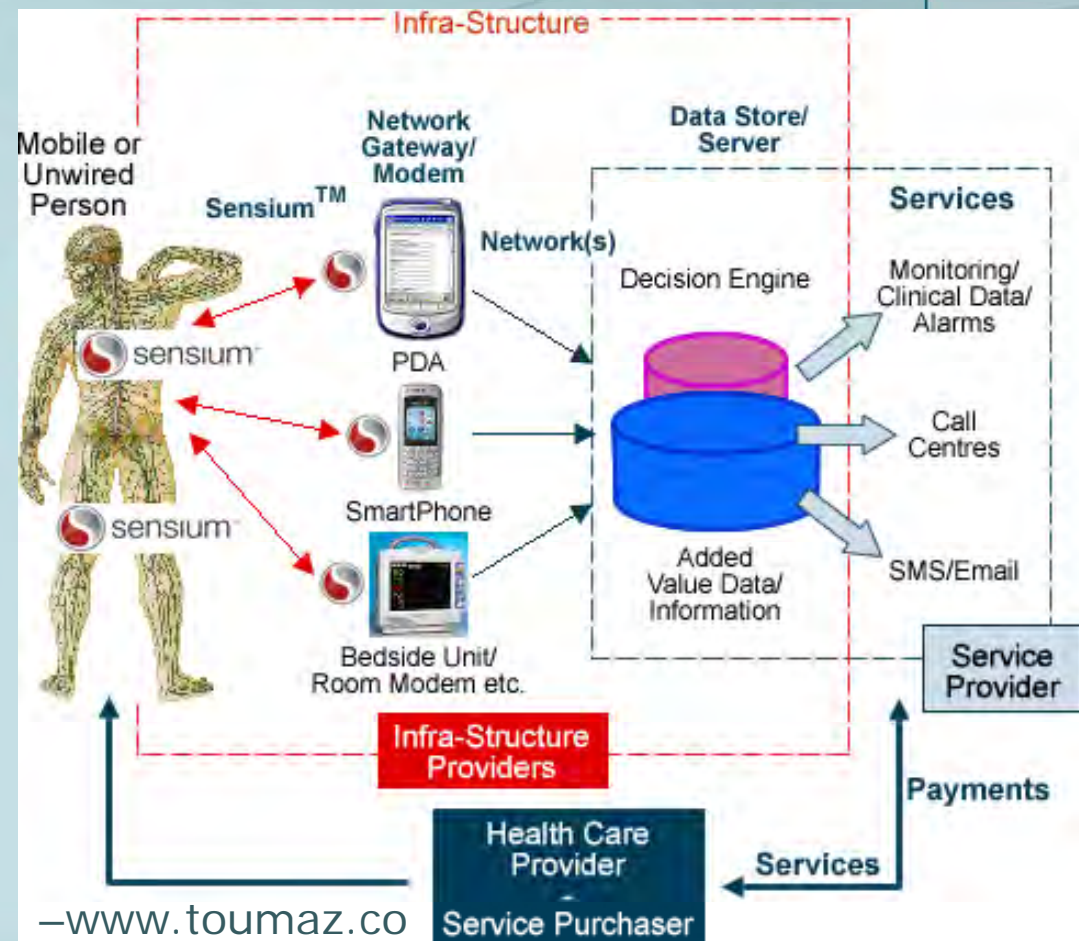
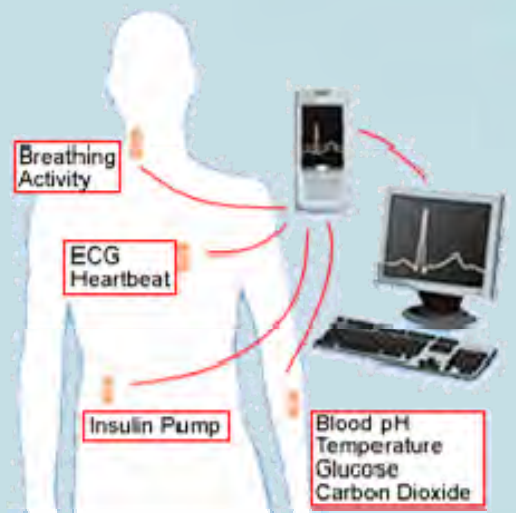
Red Domótica





Supervisión remota (*Outdoor*)

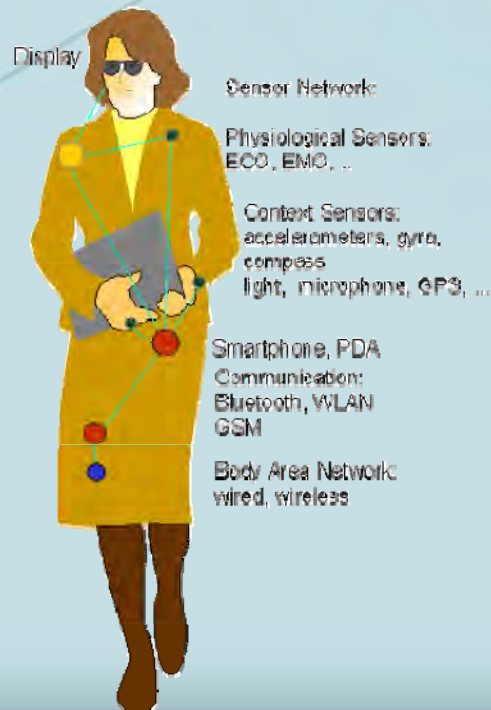
- Elementos del sistema:
 - PAN o BAN
 - Gateway
 - Central de datos





Supervisión remota (*Outdoor*)

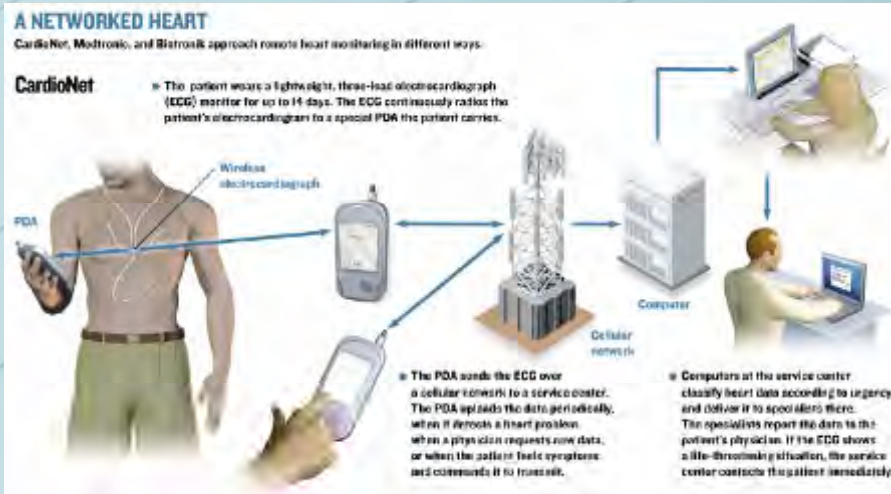
- Sensores para detectar parámetros vitales y del entorno



Sensors	Observation
Sensing of vital parameters	
ECG	Heart rate, heart rate variability (HRV)
EMG	Muscle activities and fatigue
Galvanic Skin Response	Skin perspiration
Temperature	Skin temperature, health state (fever)
Respiration	Breathing rate, physical activity
Blood oxygen	Status of the cardiovascular system, heart rate
Blood pressure	Status of the cardiovascular system, hypertension
Sensing of the user's context	
Accelerometer	Motion patterns of the body and limbs
Microphone	Speaker recognition, localization by ambient sounds, activity detection, speech features
Visible light sensor	Localization of light sources
Rotation (gyroscope)	Body movements
Compass	Orientation of the body and the head
Air Pressure	Vertical motion in elevator or staircase
IR light sensor	Sunshine, localization of lamps
UV light sensor	Localization of fluorescent light tubes
Environment temperature	Outdoor, indoor
Humidity	Location, weather conditions
WLAN / GSM / CDMA	Location, user environment
Bluetooth, ZigBee	Services and devices nearby

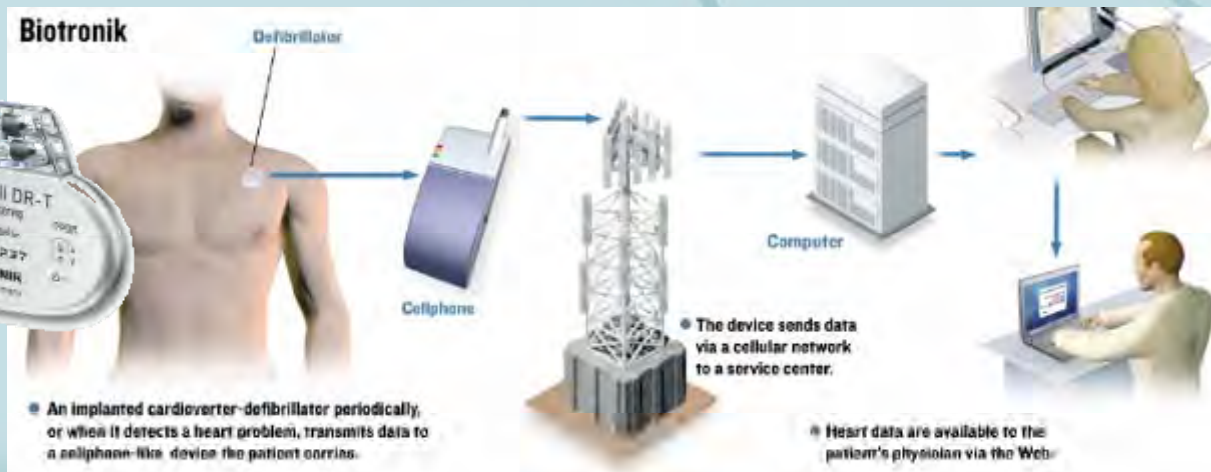


Ejemplo: pacientes con problemas cardiovasculares



–www.cardionet.com

–www.biotronik.com





Concepto de Inteligencia Ambiental

- Trata del desarrollo de entornos que interactúen con los usuarios de forma natural, ayudándoles en sus tareas cotidianas.
 - En estos entornos los ordenadores y dispositivos computacionales están ocultos a los usuarios (*computación ubicua*), que obtienen los servicios que ofrece el sistema por medio de interfaces adaptadas al usuario. Esto hace posible que sea extremadamente sencillo y natural interactuar y gestionar habitaciones, sistemas de comunicación, electrodomésticos, etc.
 - Nueva forma en que las personas van a interactuar con los sistemas electrónicos.



Ambiente de ayuda vital (AAL)

- **"Ambient Assisted Living" (AAL).** Programa europeo sobre tecnología e innovación.
 - El objetivo es utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para permitir una más eficiente asistencia social y sanitaria y aumentar las oportunidades para la comunicación y la innovación de la auto-asistencia.





- En el contexto de la eSalud y eBienestar, mediante la aplicación del concepto de Ambiente de Ayuda Vital, se pretende hacer posible la continuidad espacio-temporal de la prevención y el cuidado de la salud, del apoyo a la vida independiente, a la autonomía personal y a la integración social de las personas, logros que redundaran en la mejora de la calidad de vida de los usuarios.
- Proyecto Cenit AmiVital
 - Entorno personal digital para la salud y el bienestar
 - 8 empresas y 9 OPIs
 - 20 M€. Dto. ATC 780.000 €





- Muchas gracias