

# PROYECTO CONECTIVIDAD EL TREN EN LA RED

Roberto Pastor Solano

Responsable de Desarrollo Tecnológico e Innovación

euskotren



# Índice

- Introducción
- La Serie 900
- Objetivos
- La Gestión de las Comunicaciones
- Próximos pasos

# Introducción

## ■ Historia de *EuskoTren*

- Fundado en 1982 – Metro Bilbao en 1995 – ET Operador en 2005
- Operador Multimodal (tren, tranvía, autobús y funicular)

## ■ Características del modo ferroviario

- 180 km de vía métrica
- 70% de vía única
- 14% de túneles

## ■ Series de material de viajeros

- 3500 (35 años)
- 200 (28 años)
- 300 (22 años)

# Serie 900

## ■ Alcance

- Contratadas 30 EMUs de 4 coches
- Entregas: de marzo 2011 a febrero 2014
- Ampliación de 12 trenes (en tramitación)

## ■ Claves:

- Seguro
- Sostenible
- Accesible
- Ergonómico
- Tecnológicamente avanzado



## ■ Novedades tecnológicas:

- Red Ethernet sobre fibra óptica (anillo GigabitEthernet)
- Sistemas de posicionamiento complementarios y redundantes (GPS, lazos (balizas), odometría, sistemas inerciales, ...)
- Registrador de variables cinemáticas y alarmas
- Capacidad de autodiagnosis y propuesta de actuaciones al maquinista
- Pupitre digitalizado (cuatro monitores, tres de ellos táctiles)



## ■ **Información generada por el tren:**

- Variables cinemáticas: actuaciones maquinista, consumos, ...
- Posición a nivel de PK, línea y vía (y coordenadas UTM)
- Alarmas y variables de estado asociadas (VEAs)
- Ocupación por servicio (subidas y bajadas por estación y puerta)

## ■ **Esta información puede ser necesaria en:**

- Tiempo real (lo antes posible) para Operación e Información
- Diferido para Análisis y Planificación

## ■ Información necesaria por el tren:

- Planos de Infraestructura y limitaciones de velocidad
- Contenidos de Biblioteca Electrónica Embarcada (planos, documentación de tren, de infraestructura, de servicio, ...)
- Contenidos multimedia (megafonía, páginas web, vídeos, ...)
- Plan de Explotación (de jornada - turno del material)
- Próximos Servicio e Itinerario
- Limitaciones Temporales de Velocidad
- Boletines de Órdenes e Informaciones

# Objetivo

## ■ MISIÓN:

- Aprovechar la inteligencia del tren para incrementar la eficiencia y productividad de los entornos de trabajo de la compañía

## ■ Punto de partida:

- El tren es un «sistema» inteligente con capacidad para generar y consumir gran cantidad de información

## ■ Hándicap:

- El tren es un elemento móvil que no siempre está conectado

## ■ Solución:

- Proyecto específico e integral para la Gestión de las Comunicaciones

# Objetivo

## ■ **ESPECÍFICO, porque:**

- Se licitó independientemente del suministro del nuevo tren un equipamiento específicamente dedicado a las comunicaciones
- Este equipo ha de estar integrado plenamente en el material cumpliendo todo tipo de exigencias de tren y de red de datos

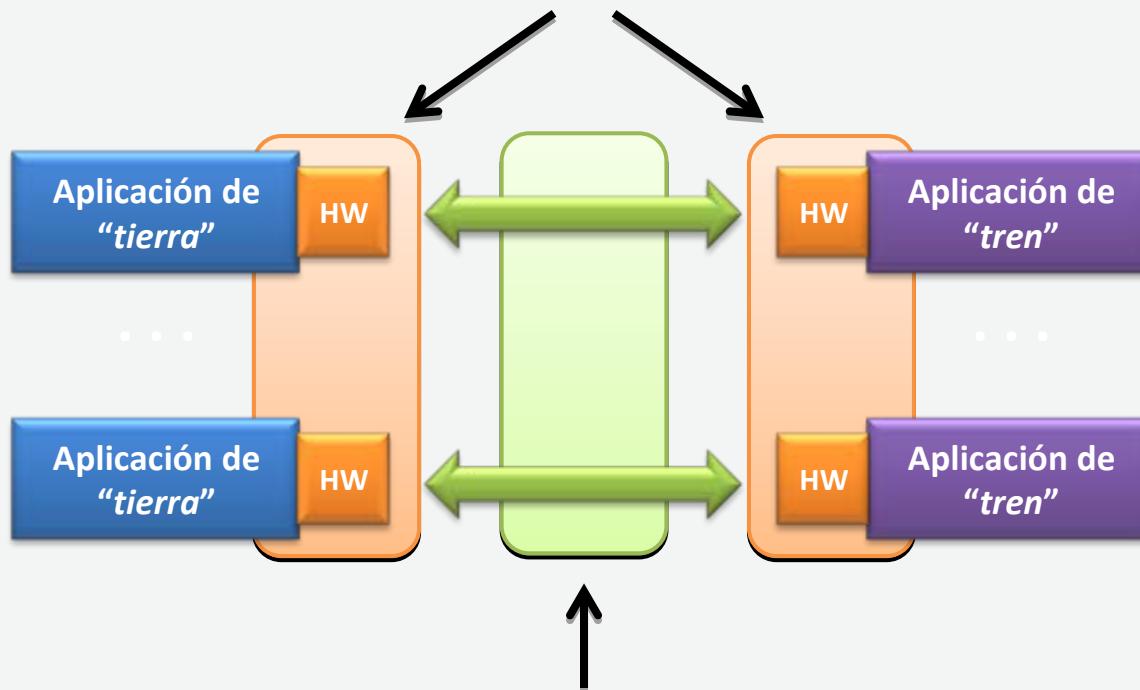
## ■ **INTEGRAL, porque:**

- Ha requerido definir toda una arquitectura que afecta a equipos de tierra (red fija) y tren (red embarcada)
- Precisa de equipos concretos en ambas ubicaciones así como parametrizaciones, definición de protocolos y cumplimiento de requisitos en las aplicaciones finales

# Gestión de las Comunicaciones

## ■ Situación actual de las comunicaciones en el ferrocarril:

*Hardware de comunicaciones específico por aplicación*

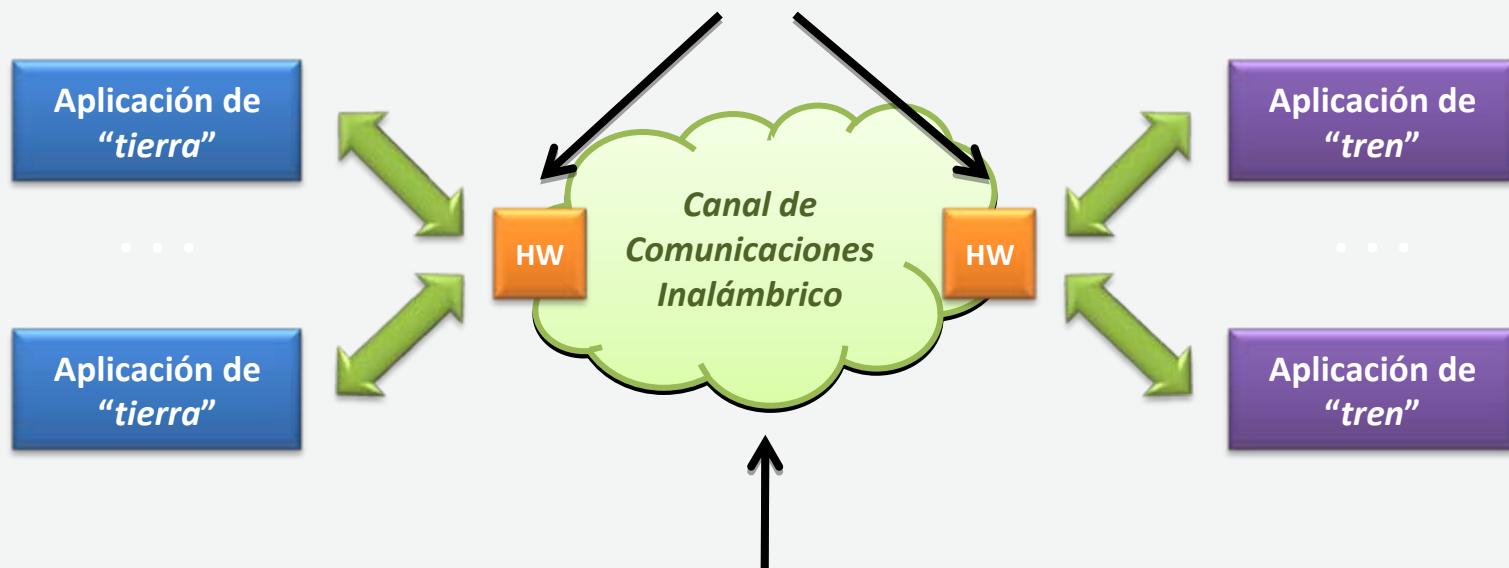


*Cada aplicación define un esquema de comunicación*

# Gestión de las Comunicaciones

## ■ Nueva arquitectura de comunicaciones:

*Hardware de comunicaciones compartido y de propósito general*



# Gestión de las Comunicaciones

## ■ Distinguimos dos tipos de comunicaciones:

### ■ En tiempo real - Ligeras:

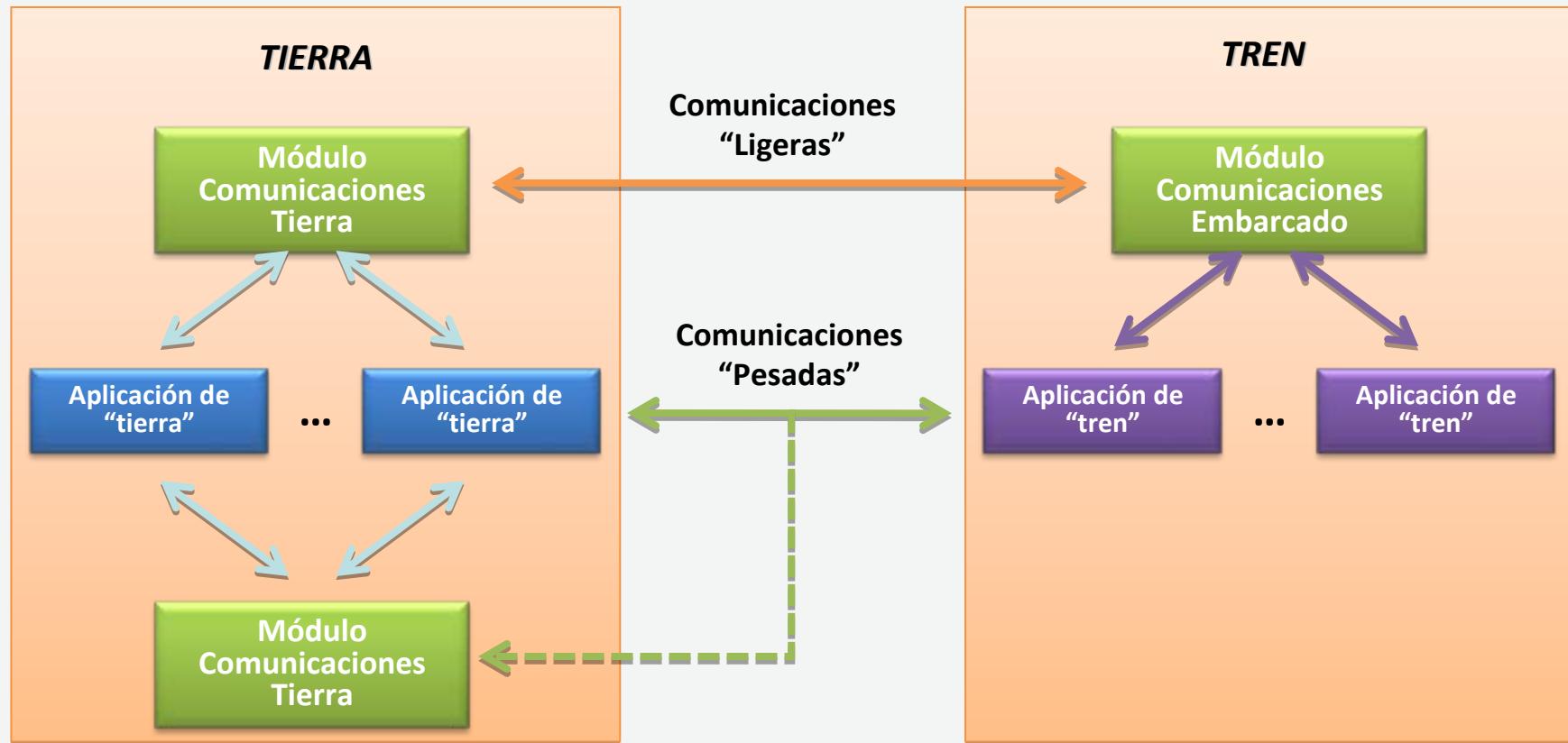
- Cada intercambio de información es de poco volumen (< 5KB)
- Se trata de unos intercambios periódicos frecuentes (cada 15 seg.) y otros aperiódicos (por eventos)
- La iniciativa de la comunicación la puede tener el tren o las aplicaciones de tierra

### ■ En diferido - Pesadas:

- Los intercambios de información pueden ser de gran volumen (varios MB)
- La iniciativa de la comunicación siempre la tiene las aplicaciones de tierra

# Gestión de las Comunicaciones

## ■ Descripción conceptual de la arquitectura:



## ■ Comunicaciones ligeras:

### ■ Tecnología de transmisión:

- Tecnología móvil: GPRS (redundancia con doble operador)
- Direccionamiento IP estático y privado (VPN)

### ■ Tecnología de aplicación:

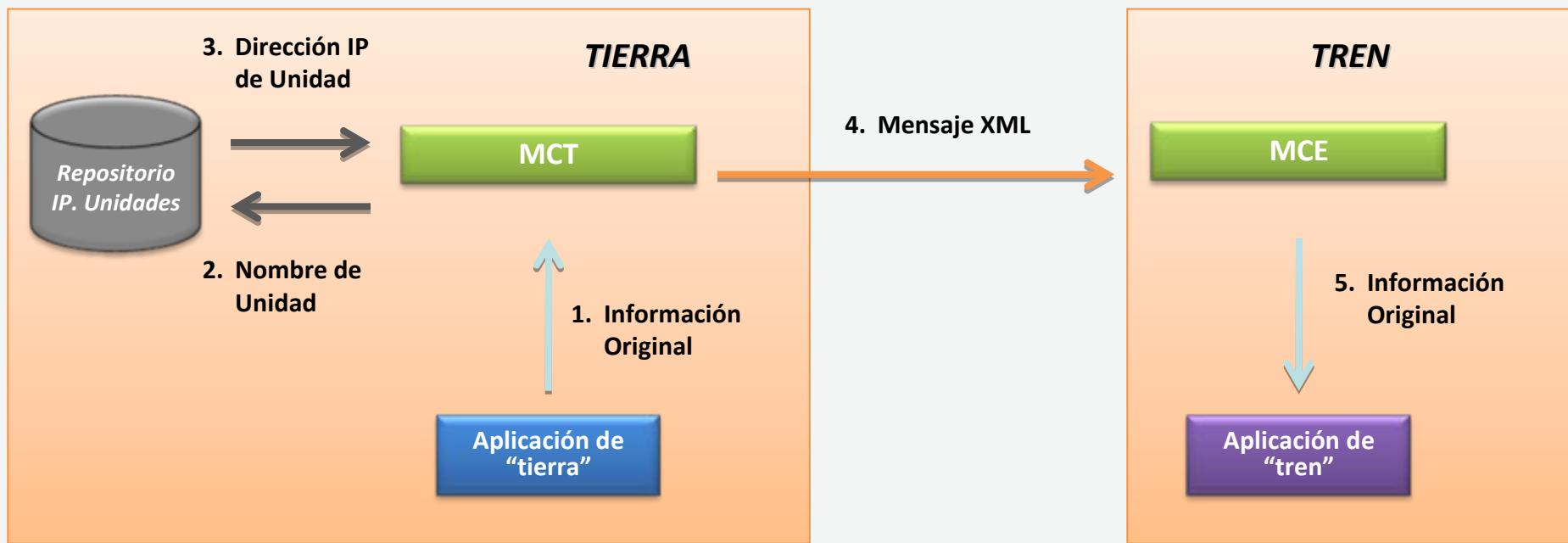
- Comunicaciones síncronas
- Comunicación local: Socket TCP + XML
- Comunicación remota: REST Web Services (XML + HTTP)
- La información se transmite como mensajes XML, comprimida y encriptada

### ■ Otros aspectos:

- Vigencia de la información en tiempo real (perecedera o no perecedera)

# Gestión de las Comunicaciones

## ■ Ejemplo de comunicación ligera:



## ■ Comunicaciones pesadas:

### ■ Tecnología de transmisión:

- Tecnología radio de banda ancha (WiFi)
- Direccionamiento IP dinámico (DHCP)

### ■ Tecnología de aplicación:

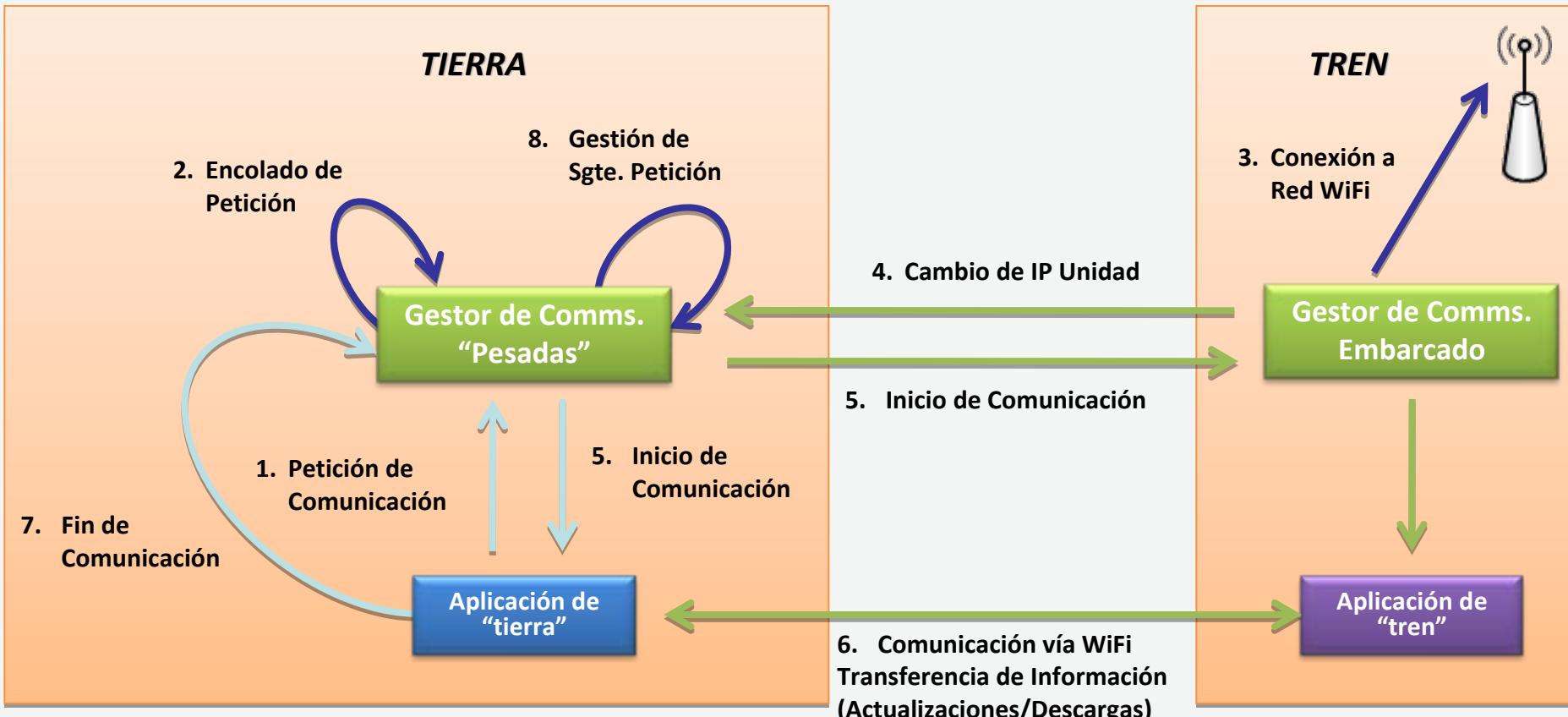
- Comunicaciones asíncronas
- Comunicación local: Socket TCP + XML
- Comunicación remota: No se definen restricciones

### ■ Otros aspectos a tener en cuenta:

- No siempre hay disponibilidad de tren (bajo cobertura)
- No todas las comunicaciones son igual de urgentes

# Gestión de las Comunicaciones

## ■ Ejemplo de comunicación pesada:



# Gestión de las Comunicaciones

## ■ Módulo de Comunicaciones de Tierra

- Monitoriza el estado de aplicaciones y trenes
- Gestiona la comunicación entre aplicaciones y trenes
  - Recibe y encola las peticiones de las aplicaciones
  - Concede el inicio de la comunicación a la aplicación (peticionaria) y al tren (apertura del puerto correspondiente)
  - Recibe las notificaciones de fin de comunicación y solicita cierre de puerto
- Cursa las peticiones en función de parametrizaciones
  - Prioridad de la tarea (solicitada por la aplicación)
  - Localización del tren objetivo (en función del área WiFi – dirección IP)
  - Resultados de comunicaciones (o intentos de comunicación) previas

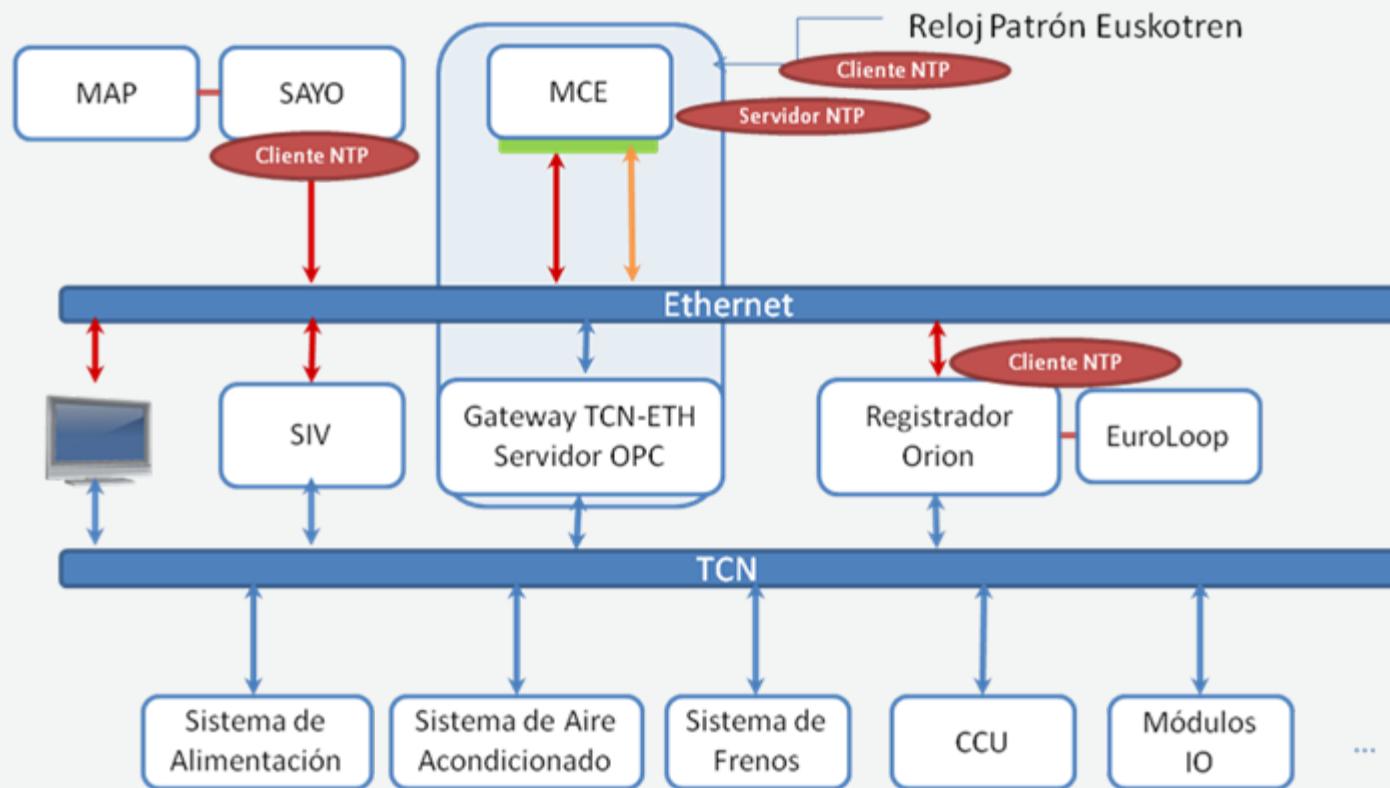
## ■ Módulo de Comunicaciones Embarcado (1/2)

- Dos (2) MCEs por cada tren
  - El de cabina delantera actúa de principal
  - El de cabina de cola actúa de back-up – monitoriza al principal
- Cada MCE dispone de:
  - Dos (2) tarjetas SIMs (de operadores distintos)
  - Dos (2) interfaces WiFi
  - Conexión a Ethernet
  - Firewall integrado (por defecto con todos los puertos cerrados)

# Gestión de las Comunicaciones

## ■ Módulo de Comunicaciones Embarcado (2/2)

- Garantizar que la hora del tren es la misma que la de los Centros de Control



# Próximos pasos

## ■ Ampliar la red de puntos WiFi



xxxxxx Ubicación ya equipada

# Próximos pasos

## ■ Mejorar la cobertura de las comunicaciones ligeras

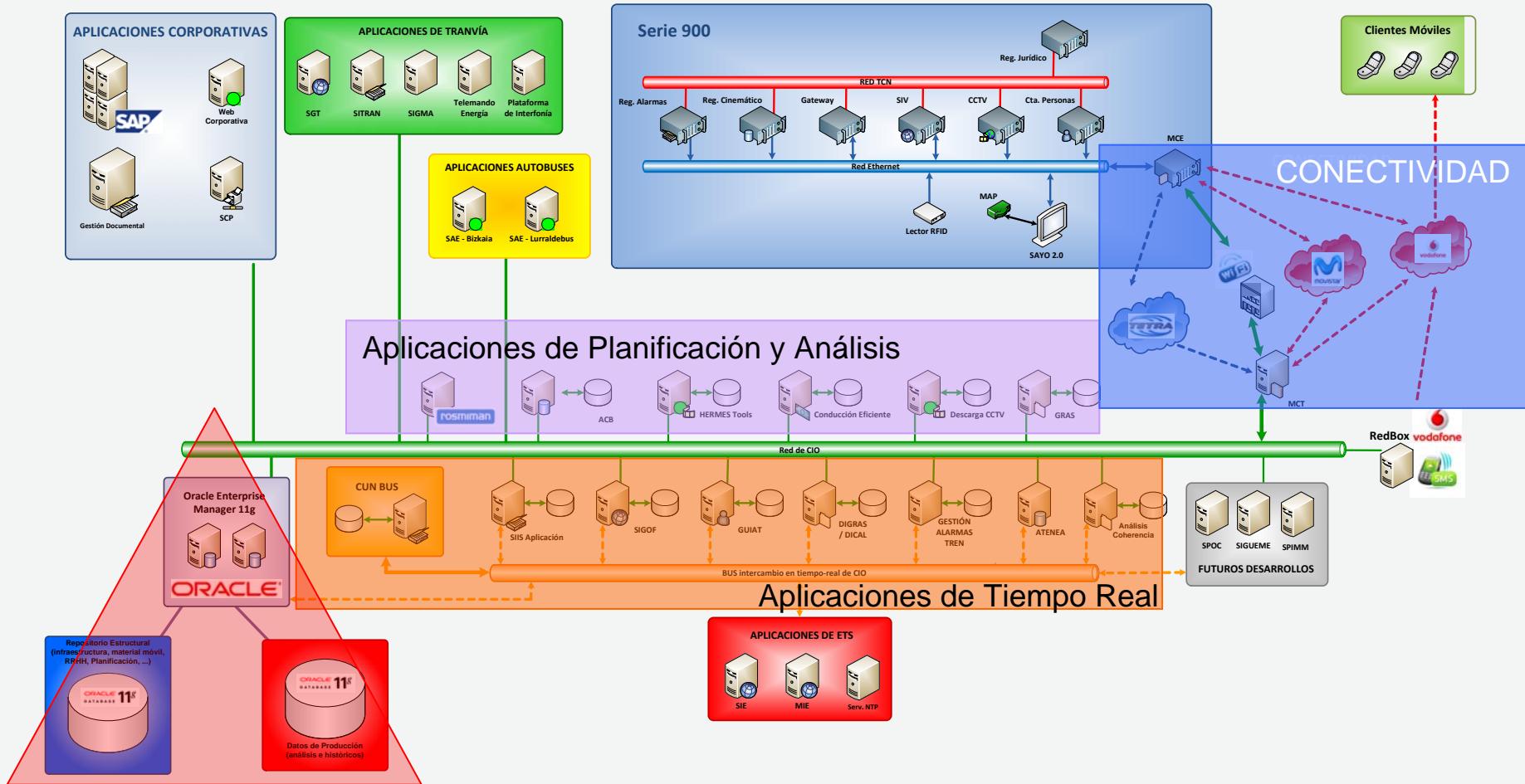
### ■ Ampliar la cobertura GSM, con ventajas de valor añadido:

- Segundo medio de comunicación de voz para el maquinista
- Permite comunicaciones al cliente (voz, internet, ...)
- Posible actualización de contenidos en tiempo real

### ■ Implementar el sistema de comunicación de TETRA

- En plena fase de implantación en la línea de ETS
- Pendiente de recibir los equipamientos para los trenes, que ya incorporan la funcionalidad para el envío de datos
- Sin embargo, las tasas de transferencia de datos son inferiores al GPRS →
- Evolucionar el protocolo??

# Próximos pasos



# ■ Este proyecto no hubiera sido posible sin

## ■ En fase de definición

- Universidad el País Vasco (UPV-EHU)
- Idom, Ingeniería y Consultoría, S.A.

## ■ En fase de prototipo

- Universidad de Deusto
- Innovate & Transport
- Ingeteam

## ■ En fase de industrialización

- CAF
- Traintic
- Datik

# Gracias por su atención Obrigado

Roberto Pastor

[rpastor@euskotren.es](mailto:rpastor@euskotren.es)