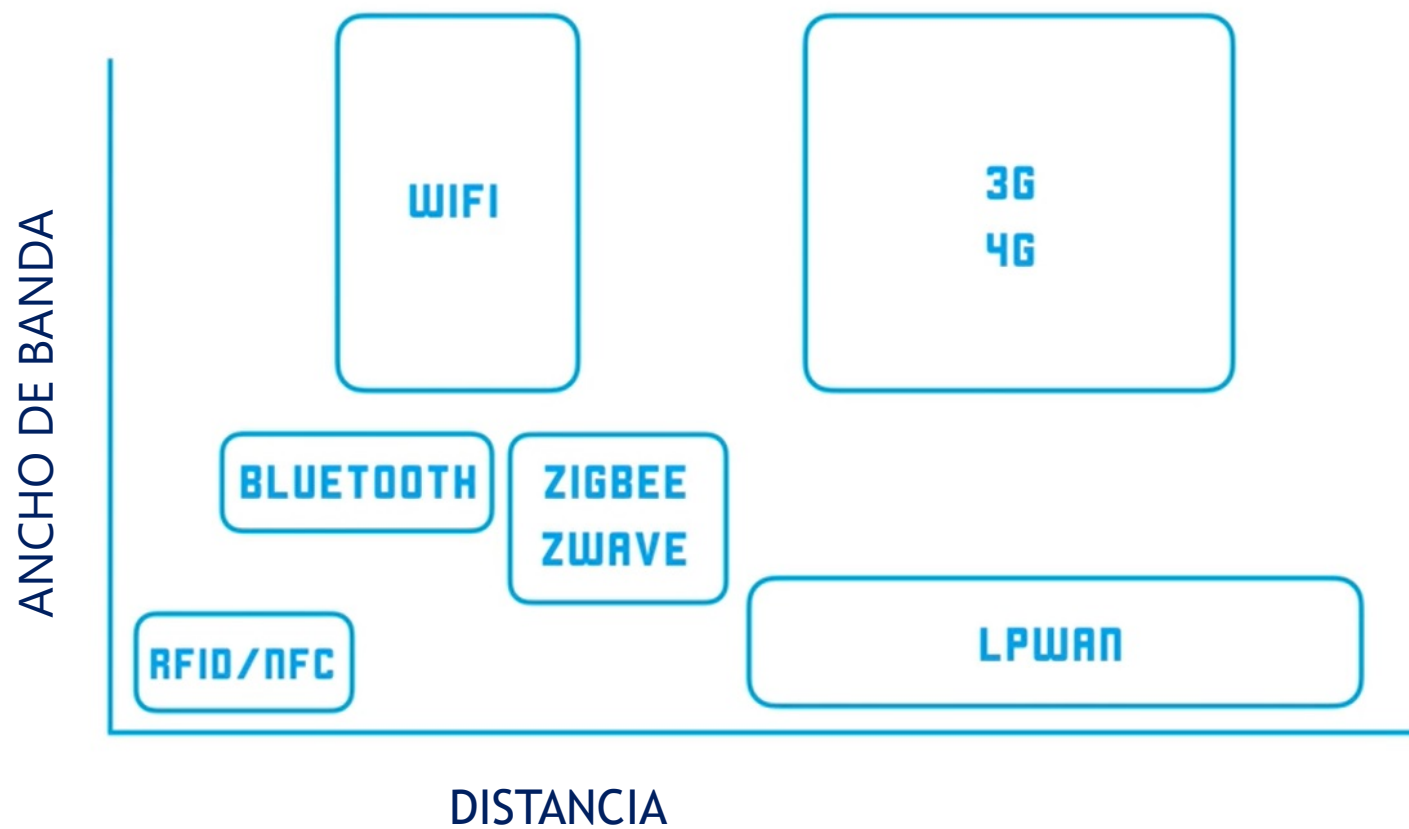


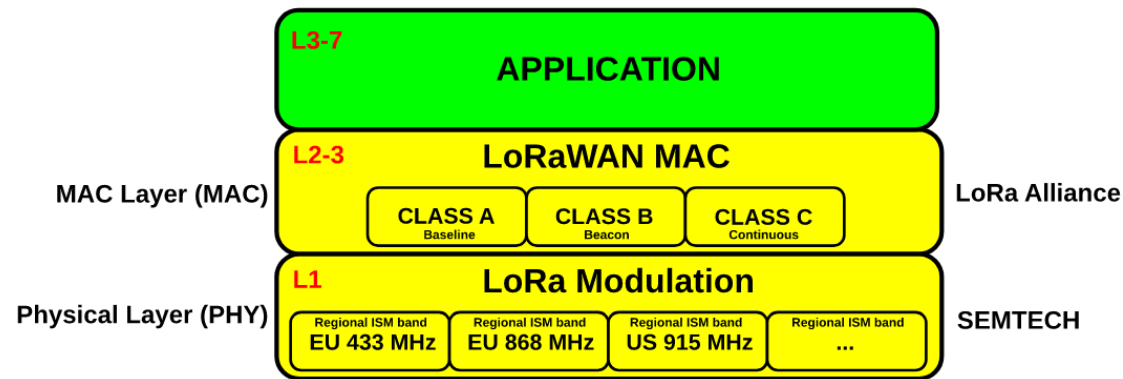
Introducción a LoRa/LoRaWAN



TECNOLOGIAS ACTUALES DE TRANSMISION INALAMBRICA



LoRa vs LoRaWAN



- ▶ LoRa es la modulación (Capa PHY en el modelo OSI)
- ▶ LoRaWAN añade cifrado y gestión del dispositivo (Capa MAC en el modelo OSI)



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES LoRa/LoRaWAN

Larga distancia (2-3 km urbano, >5 km suburbano, >50 km con línea de visión)

Larga duración de batería (>1 año)

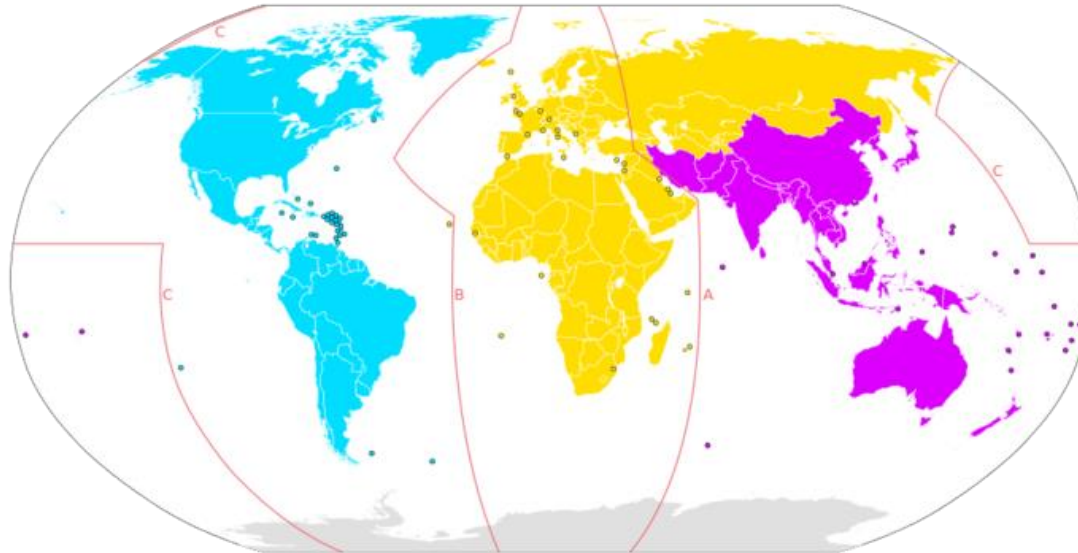
Baja velocidad de transmisión (0,3 - 50 kbps)

Opera en bandas sin licencia (ISM)

Soporte para geolocalización

Bandas ISM

- ▶ EU-UK 863-870 MHz
- ▶ US 902-928
- ▶ Otros: CN 779-787, EU433, AU 915-928, CN 470-510, AS 923, KR 920-923

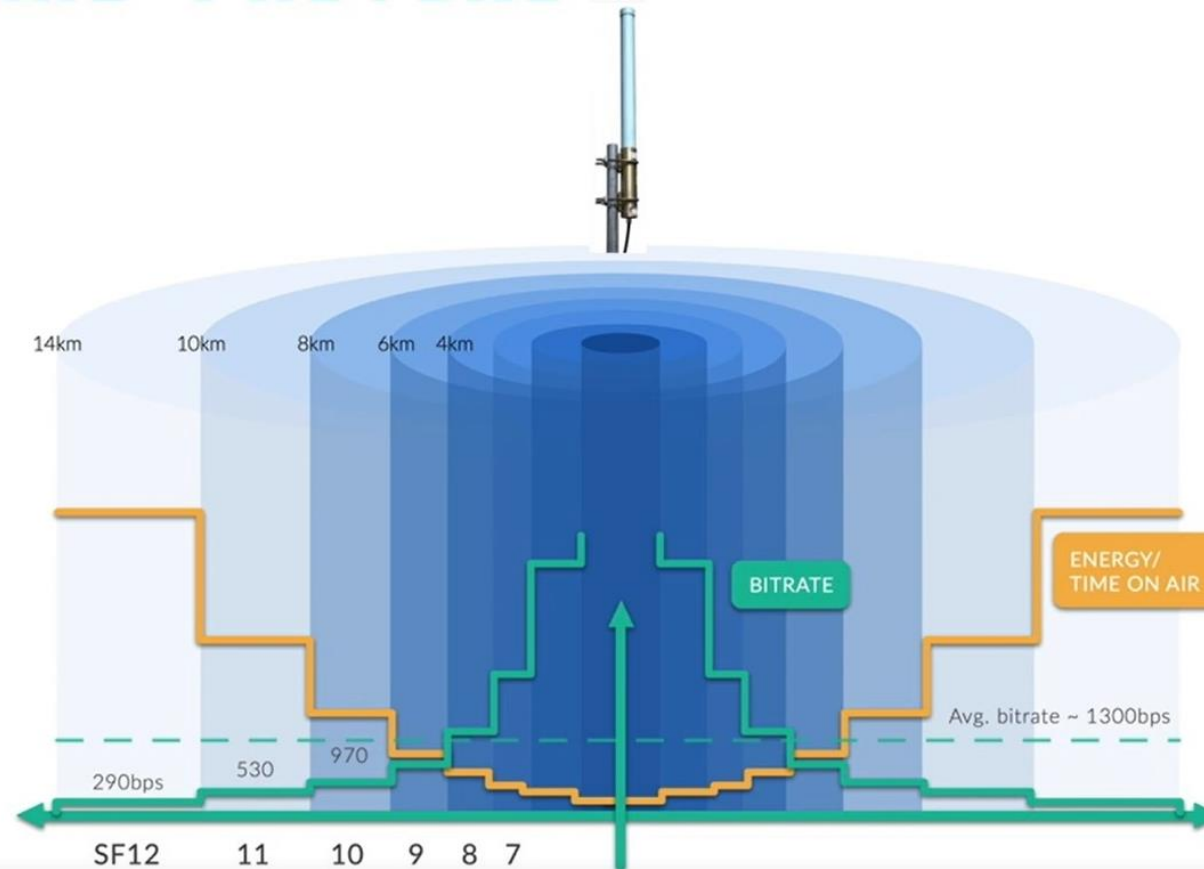


Modulación LoRa

- ▶ Técnica patentada por Semtech a partir de Chirp Spread Spectrum (CSS)
- ▶ Implementa la capa PHY del modelo OSI
- ▶ Consigue mayor alcance incrementando la energía por cada bit:
 - ▶ Potencia de transmisión
 - ▶ Ratio de modulación
- ▶ Potencia de transmisión limitada a 16 dBm (EU) y 30 dBm (US)
- ▶ LoRa utiliza Factores de Dispersión (Spreading Factors) para ajustar el ratio de modulación (SF7 a SF12)
- ▶ Modulación muy robusta frente a interferencias, multipath y fading



Factores de Dispersión (Spreading Factors)



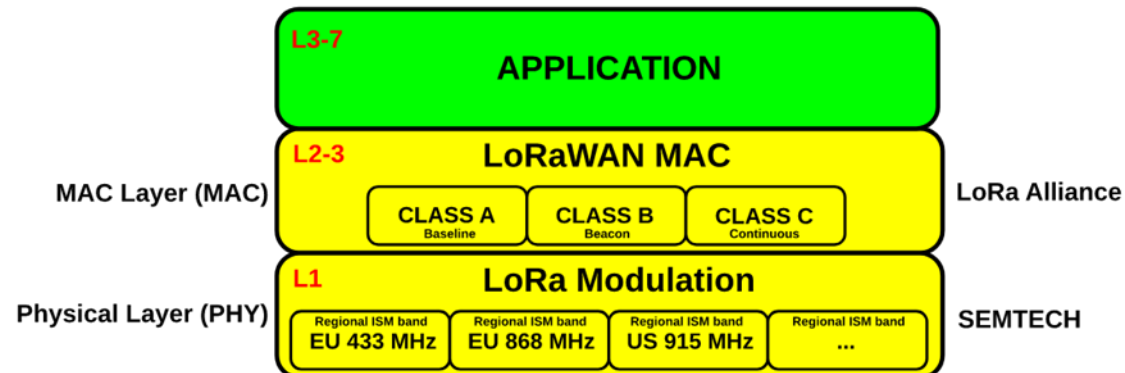
Factores de Dispersión (Spreading Factors)

| Spreading Factor | Símbolos/segundo | Limite SNR | Tiempo en Aire (Paquete 10 bytes) | Bitrate |
|------------------|------------------|------------|-----------------------------------|----------|
| 7 | 976 | -7.5 | 56 ms | 5469 bps |
| 8 | 488 | -10 | 103 ms | 3125 bps |
| 9 | 244 | -12.5 | 205 ms | 1758 bps |
| 10 | 122 | -15 | 371 ms | 977 bps |
| 11 | 61 | -17.5 | 741 ms | 537 bps |
| 12 | 30 | -20 | 1483 ms | 293 bps |

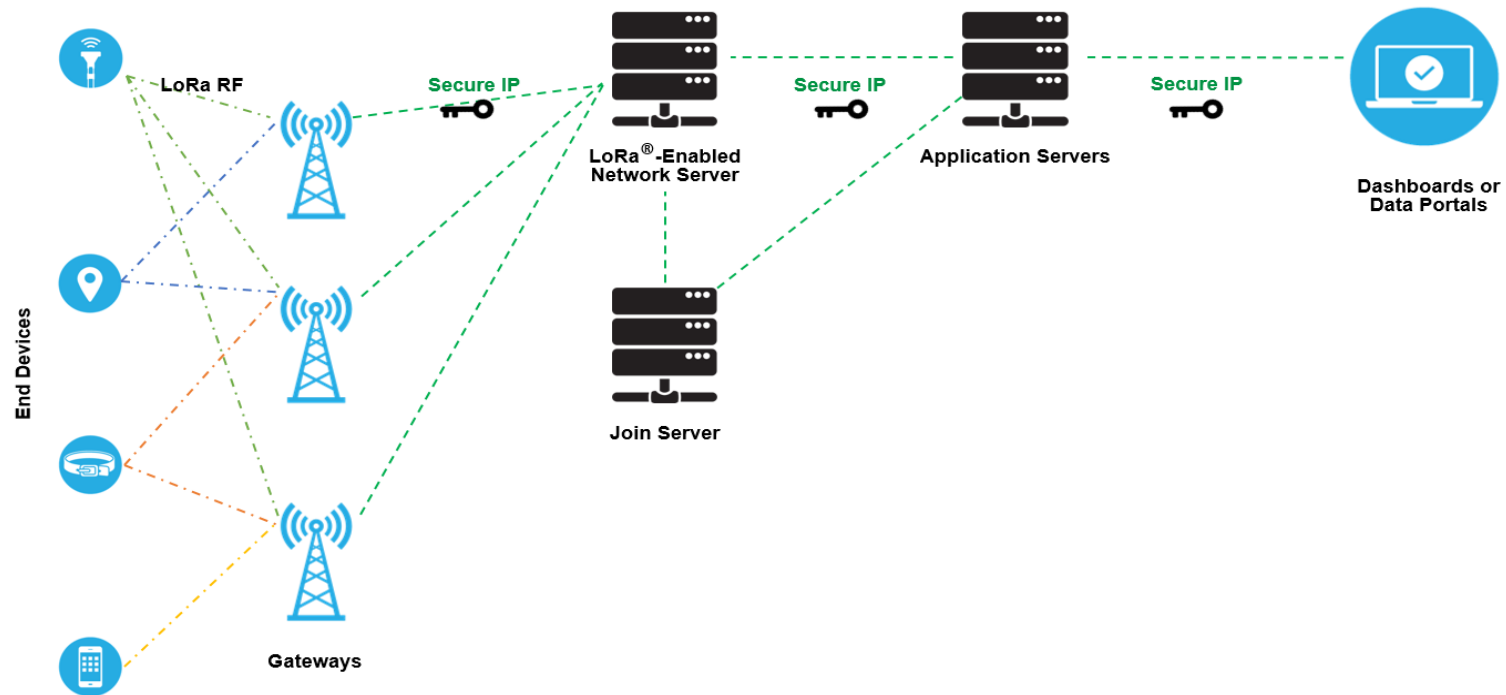


LoRaWAN - Fundamentos

- Implementa la capa MAC del modelo OSI
- Gobernada por la LoRa Alliance (elaboran las revisiones del estándar)
- Proporciona servicios de cifrado, autenticación, envío de parámetros de transmisión entre dispositivos
- Clasifica los dispositivos en tres clases según su acceso a la red y consumo energético (Clases A, B y C)

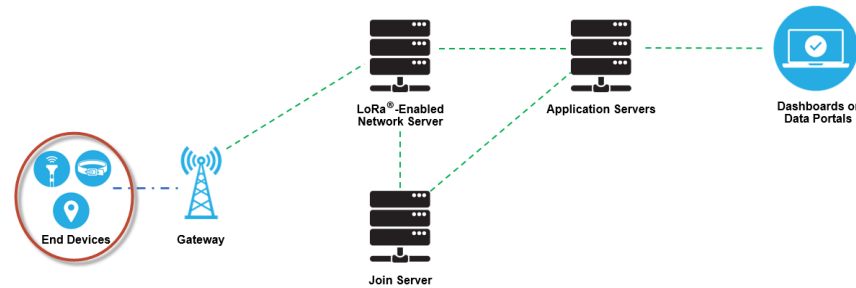


Implementación común LoRaWAN



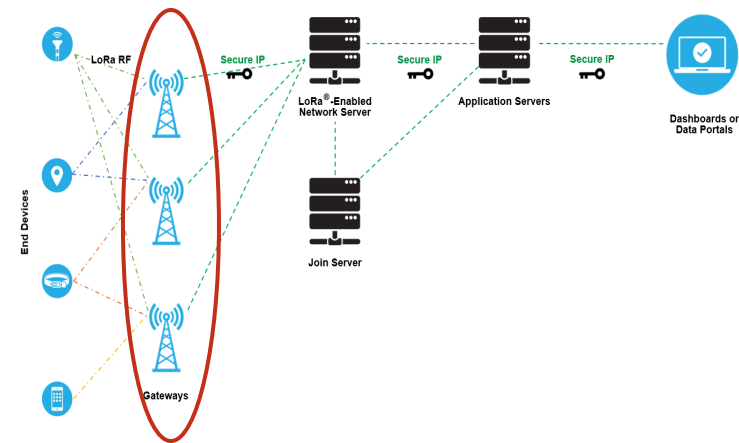
Dispositivos finales

- ▶ 3 clases según su consumo energético
 - ▶ Clase A: Normalmente en sleep, inician la transmisión (uplink) y reservan 2 ventanas de recepción (downlink). Si no hay recepción, vuelven a dormir hasta que necesitan transmitir de nuevo
 - ▶ Clase B: Pueden iniciar la transmisión en cualquier momento y tienen ventanas periódicas de recepción
 - ▶ Clase C: Siempre activos (no dependen de batería). Siempre a la escucha de una recepción excepto cuando transmiten



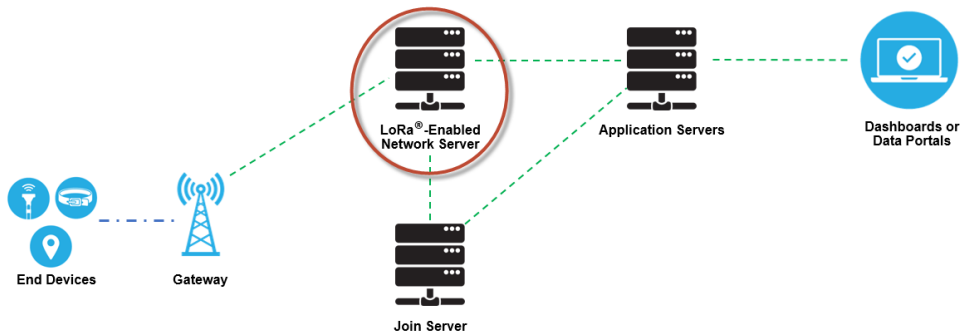
Gateways

- ▶ Reciben los paquetes modulados LoRa de cualquier dispositivo al que puedan escuchar y los retransmiten al Servidor de Red LoRaWAN (Network Server) por IP (LTE, WLAN, LAN..)
- ▶ No hay asociación entre dispositivo y gateway. Un dispositivo puede ser escuchado por varios gateways
- ▶ Operan en la capa física y son transparentes para el dispositivo final
- ▶ Envían los paquetes de configuración (downlinks) a los dispositivos finales
- ▶ Varios GW para la misma zona proporcionan geolocalización y optimización de los valores de transmisión



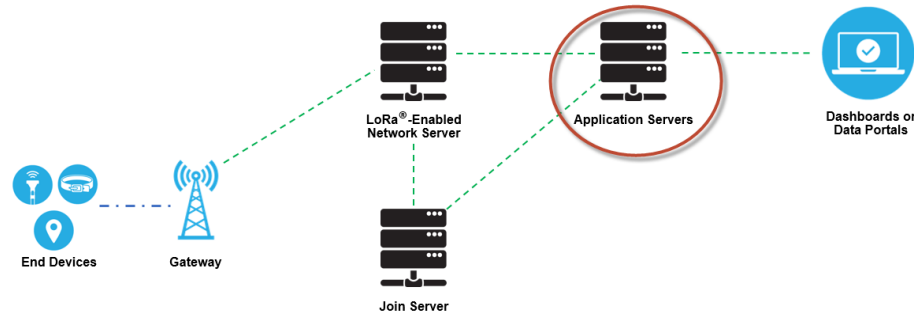
Network Server

- ▶ Desduplica los paquetes recibidos por los gateways de un mismo dispositivo final
- ▶ Coordina los DR (data rates) de cada dispositivo según el número de gateways y el RSSI recibido por cada uno de ellos
- ▶ Reenvía el payload (mensaje) recibido al servidor de aplicación (MQTT/HTTP)
- ▶ Encola los mensajes hacia los dispositivos (downlinks) enviados por el servidor de aplicación (Application Server)
- ▶ Reenvía las peticiones y confirmaciones de unión (Join Requests - Join Accept) de los dispositivos al servidor de unión (Join Server)



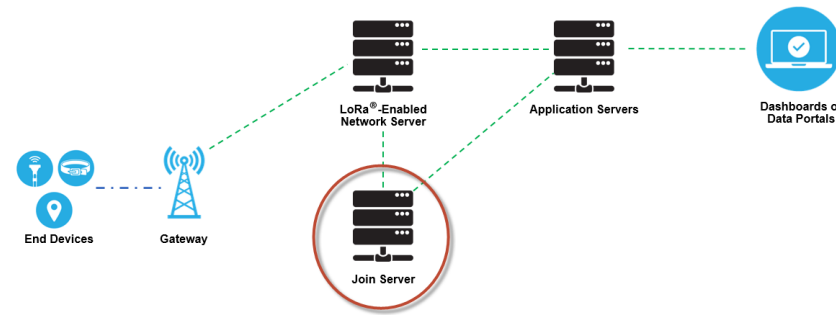
Application Server

- ▶ Se encargan de gestionar, dirigir e interpretar de manera segura los datos de aplicación (payloads) enviados por los dispositivos finales
- ▶ Generan también los parámetros de configuración de aplicación que se envían a los dispositivos finales



Join Server

- ▶ Gestionan la activación over-the-air (OTA) para añadir dispositivos finales a la red
- ▶ El join server contiene la información requerida para procesar los paquetes join-request por parte de los dispositivos y generar los paquetes join-accept. Le indica al network server qué application server debería asignarse al dispositivo final y genera las claves de seguridad para cifrar las comunicaciones entre dispositivos.



Redes LoRaWAN: Privadas/Públicas

- ▶ En una red privada, todos los elementos (sensores, antenas, network server, app server, join server, etc) están bajo nuestro control.
- ▶ En una red pública, algunos puntos pueden estar bajo nuestro control (sensores, antenas) pero otros corresponden al proveedor, que puede ser de pago o gratuito
- ▶ Software para redes privadas: ChirpStack.
- ▶ Redes públicas: The Things Network - TTN (gratuita), Helium, KPN, Senet



Campos de aplicación



Agricultura
de precisión



Smart Cities



Logística



Control
Industrial



Ejemplo real: Control de Calidad de Aire

- ▶ Sensores de calidad ambiental (CO², temperatura, humedad, TVOC)
- ▶ Gateways Mikrotik LtAP LR8-LTE + Antena 6.5 dBi
- ▶ Chirpstack
- ▶ Stack Visualización (Node-RED, InfluxDB, Grafana, Nginx)



¡ DEMO TIME !



¡ Gracias por llegar hasta aquí !

