



# CONSTRUYENDO UNA RED GLOBAL DE INTERNET DE LAS COSAS ENTRE TOD@S

---

Juan Félix Mateos

[juanfelixmateos@gmail.com](mailto:juanfelixmateos@gmail.com)

# AGENDA

---

- 1 The Things Network: una red IoT entre y para tod@s
- 2 Conceptos técnicos
- 3 Aplicaciones ciudadanas
- 4 Construyendo una red global con la ayuda de las comunidades
- 5 Preguntas

# THE THINGS NETWORK

---

UNA RED IOT ENTRE Y PARA TOD@S

# Internet de las Cosas (IoT)

**2018:** 20.000 millones de dispositivos conectados

**2022:** x2

Campos de aplicación

- **Ciudades inteligentes:** control del tráfico, aparcamiento...
- **Industria 4.0:** trazabilidad, control de calidad por visión artificial...
- **Edificios inteligentes:** Eficiencia energética, asistencia en evacuaciones...
- **Movilidad:** vehículo conectado, mantenimiento preventivo...
- **Tiendas inteligentes:** ofertas personalizadas...
- **Salud y cuidados:** hombre-al-suelo...

# The Things Network: Misión

---

Crear una red IoT descentralizada y tecnológicamente independiente, en la que los usuarios son a la vez los propietarios y los operadores del sistema

# The Things Network: Principios

---

Tus datos son tus datos

Neutralidad de la red

Código abierto

# Cómo empezó todo

---

Julio de 2015, Amsterdam



Wienke Giezeman

Johan Stokking







---

Long Range Wide Area Network

# KICKSTARTER

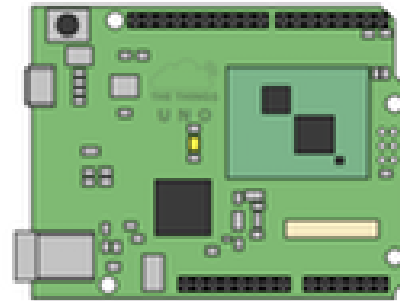
---



TheThings  
GATEWAY



TheThings UNO



**295.331 €**  
de la meta de 150.000 €

**934**  
patrocinadores



TheThings NODE

# AELORA

[www.aelora.nl](http://www.aelora.nl)





# BORBORA – CHILDREN AIR QUALITY

[www.waag.org](http://www.waag.org)






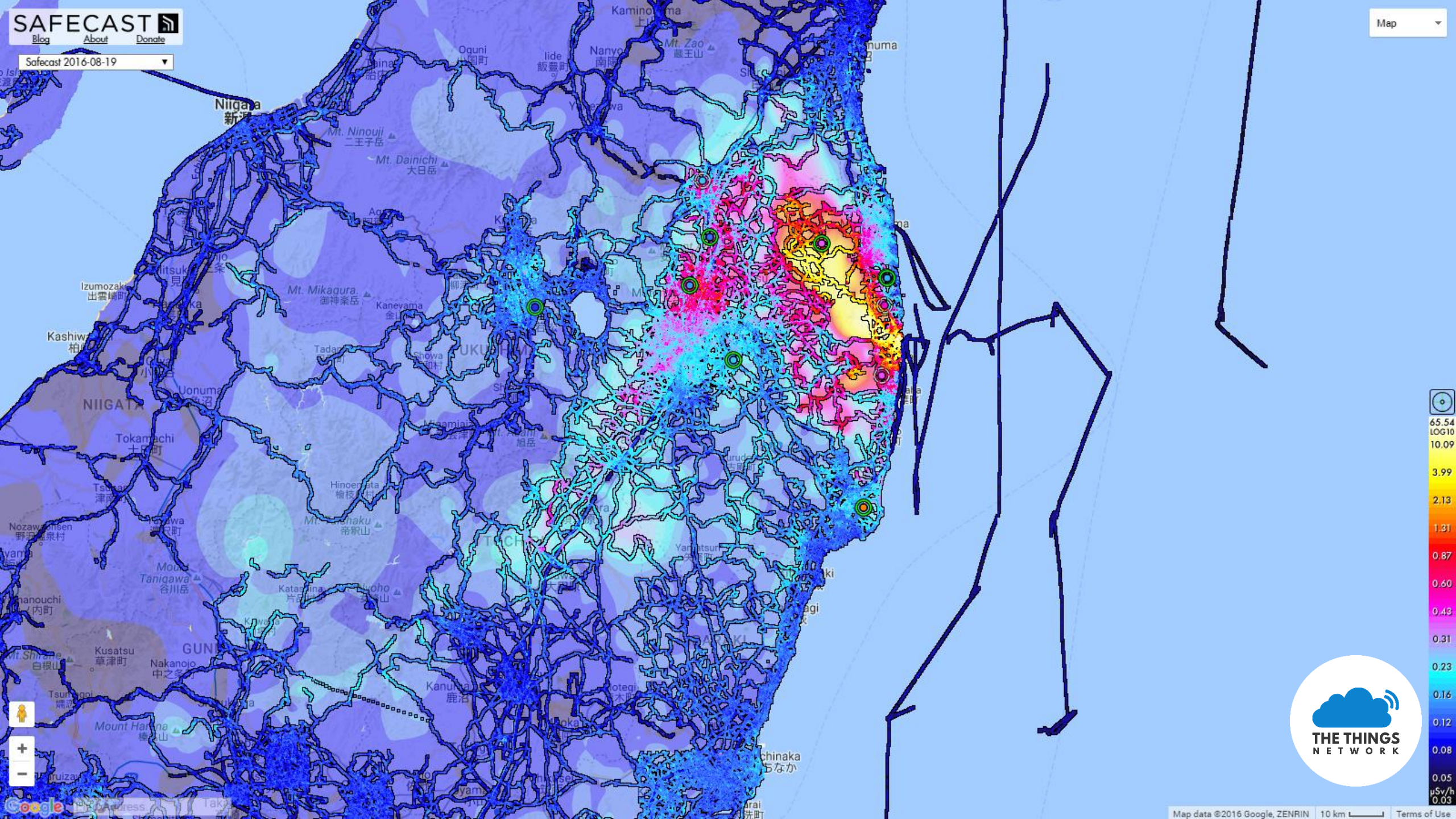
SAFECAST

[www.blog.safecast.org/](http://www.blog.safecast.org/)



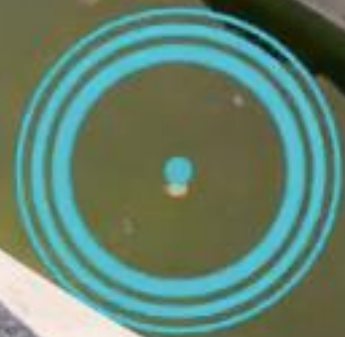


Safecast 2016-08-19 





# HOOSJE BOOTJE



FLOOD.NETWORK

[www.flood.network/](http://www.flood.network/)



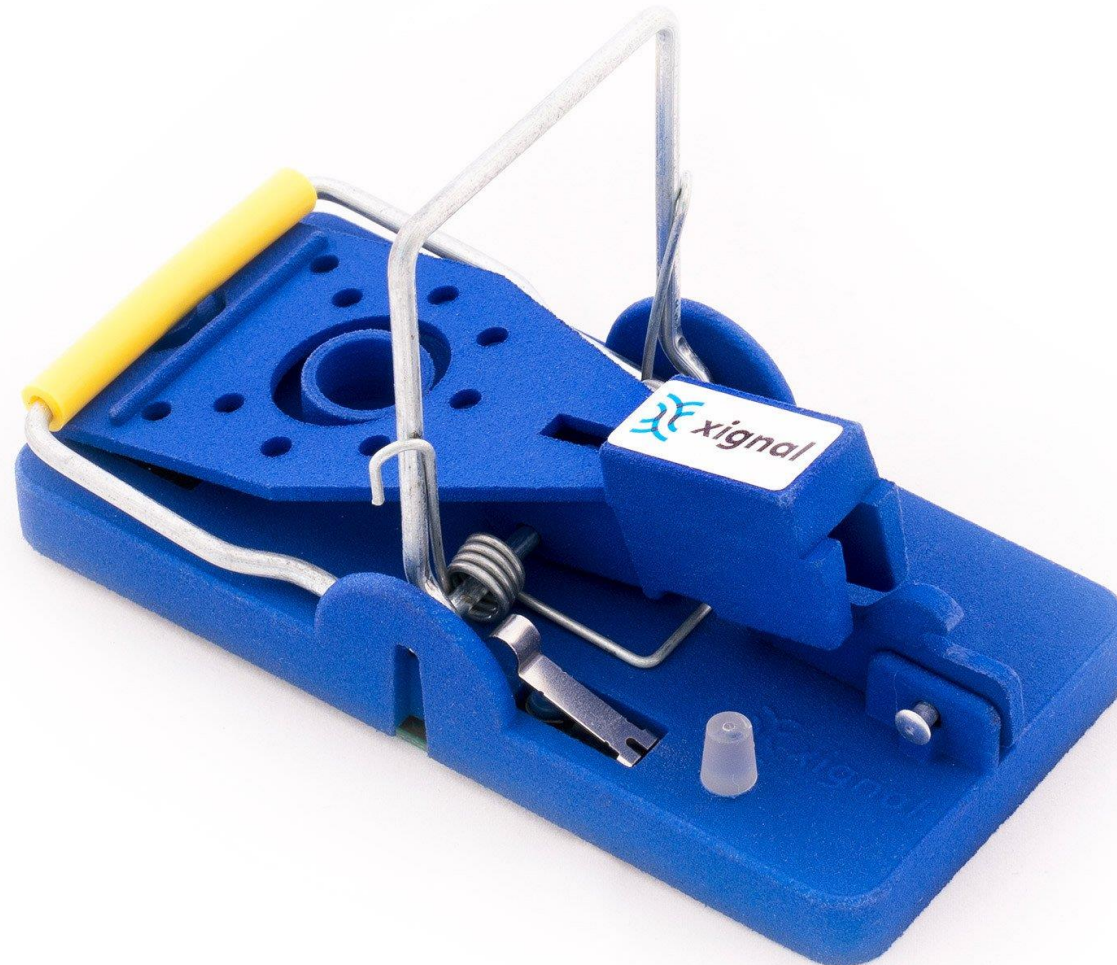


FLOOD.NETWORK



# SMART MOUSE TRAP

[www.signal.com](http://www.signal.com)





# THE THINGS NETWORK

---

## CONCEPTOS TÉCNICOS



Conexiones punto a punto

Largo alcance

Bajo consumo de energía

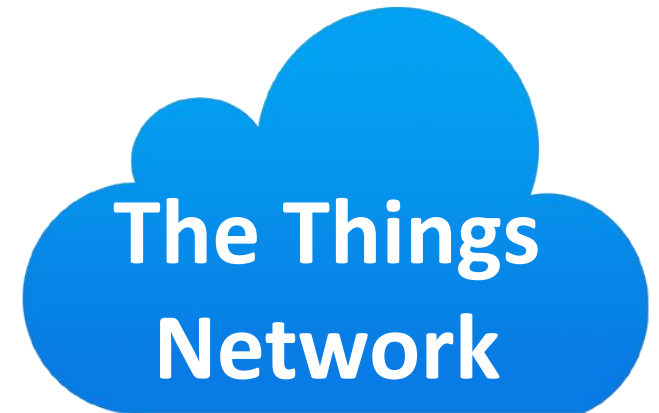
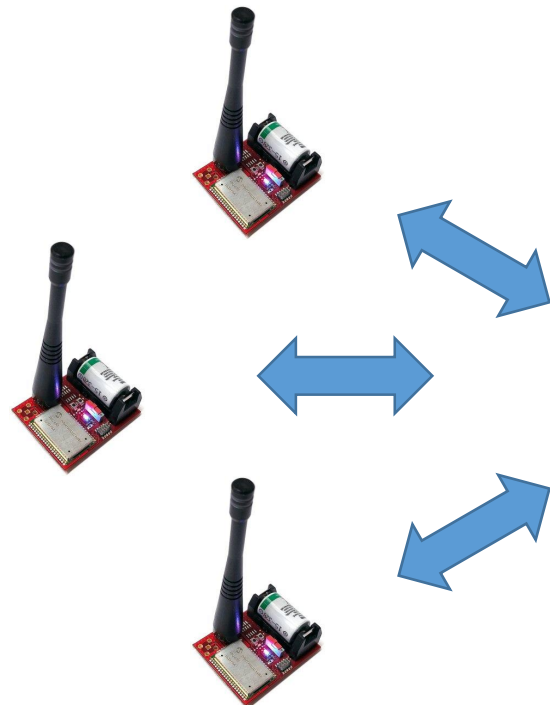
Bajo ancho de banda

# LoRaWAN™



Nodo ↔ **Mis** gateways ↔ Internet

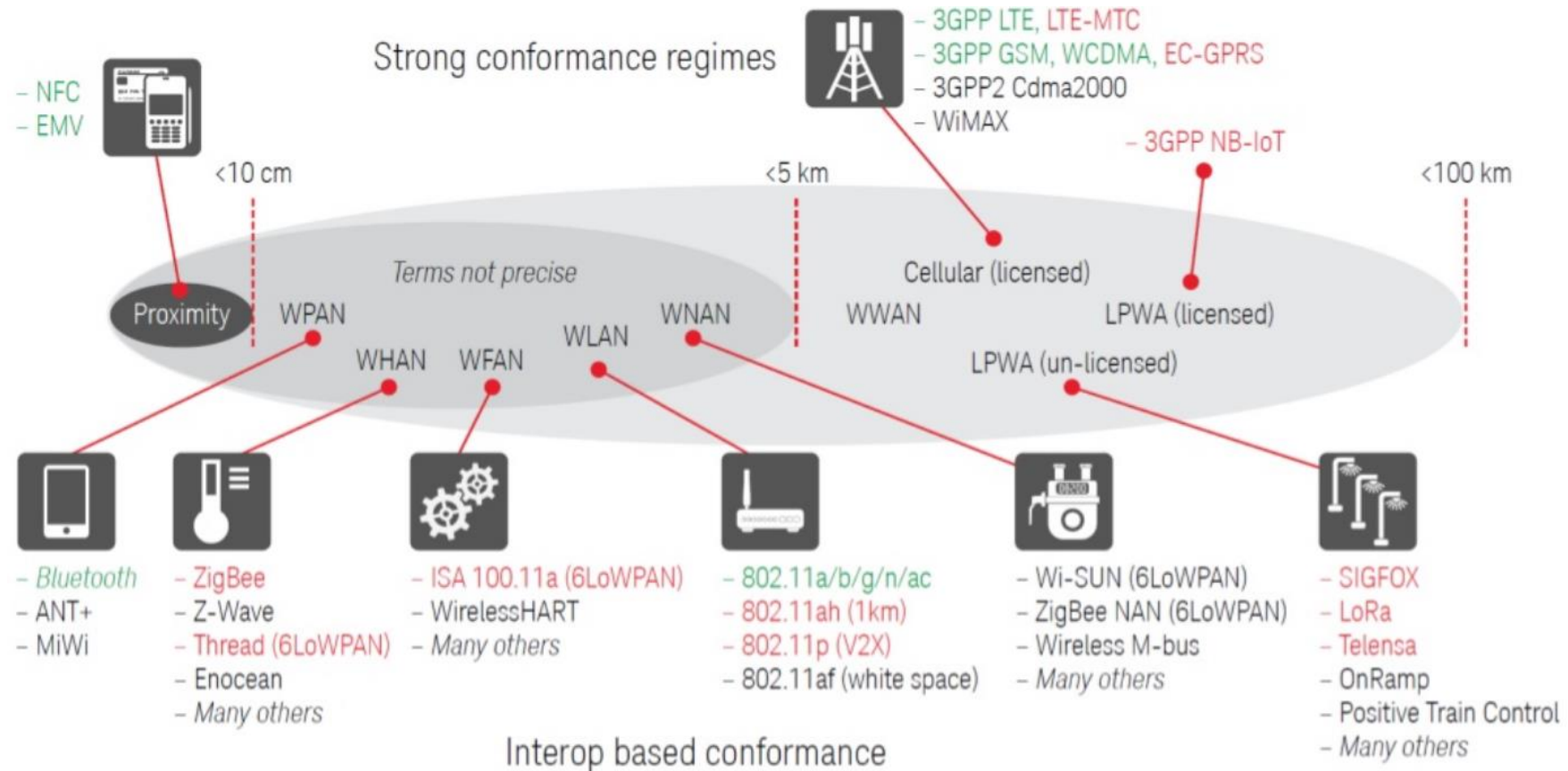
Solución local



Nodo ↔ **Cualquier** Gateway TTN ↔ The Things Network

Solución global

# TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD INALÁMBRICA



■ : > Billion units/year now  
 ■ : Emerging

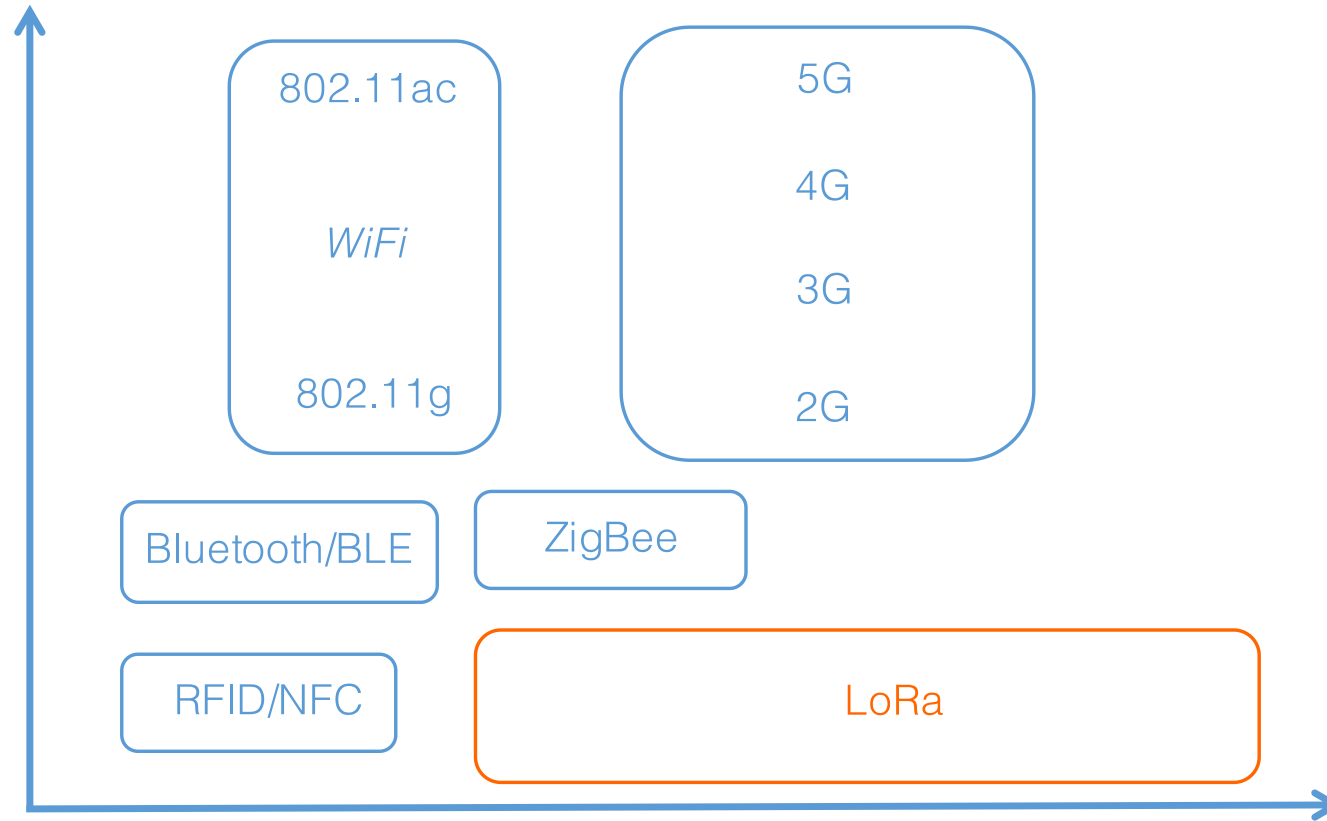
WPAN: Wireless Personal Area Network  
 WHAN: Wireless Home Area Network  
 WFAN: Wireless Field (or Factory) Area Network  
 WLAN: Wireless Local Area Network

WNAN: Wireless Neighborhood Area Network  
 WWAN: Wireless Wide Area Network  
 LPWA: Low Power Wide Area



# LORA

Bandwidth



Range

# LoRa

## COMPARISON – main LPWAN technologies



Feature	LORAWAN	SIGFOX	LTE Cat 1	LTE M	NB - LTE
Modulation	SS chip	UNB / GFSK / BPSK	OFDMA	OFDMA	OFDMA
Rx Bandwidth	500 – 125 KHz	100 Hz	20 MHz	20 – 1.4 MHz	200 KHz
Data Rate	290bps – 50Kbps	100 bit / sec 12 / 8 bytes Max	10 Mbit /sec	200 kbps – 1 Mbps	Average 20K bit / sec
Max. # Msgs/day	Unlimited	UL: 140 msgs / day	Unlimited	Unlimited	Unlimited
Max Output Power	20 dBm	20 dBm	23 – 46 dBm	23/30 dBm	20 dBm
Link Budget	154 dB	151 dB	130 dB+	146 dB	150 dB
Battery lifetime – 2000 mAh	105 months	90 months		18 months	
Power Efficiency	Very High	Very High	Low	Medium	Med high
Interference immunity	Very High	Low	Medium	Medium	Low
Coexistence	Yes	No	Yes	Yes	No
Security	Yes	No	Yes Oui	Yes	Yes
Mobility / localization	Yes	Limited mobility, No localization	Mobility	Mobility	Limited mobility, No localization

Source: LoRAWAN Alliance, 2015

[www.vertical-m2m.com](http://www.vertical-m2m.com)



# LORA

---

**ALCANCE**



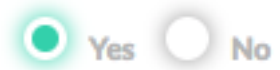
~1Km (urbano) / ~10Km (rural)

**BAJO CONSUMO**



La baterías duran años

**MILES DE DISPOSITIVOS**



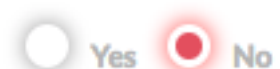
Conectados a un mismo gateway

**BANDA SIN LICENCIAS**



868MHz (EU) 915MHz (US)

**ANCHO DE BANDA**

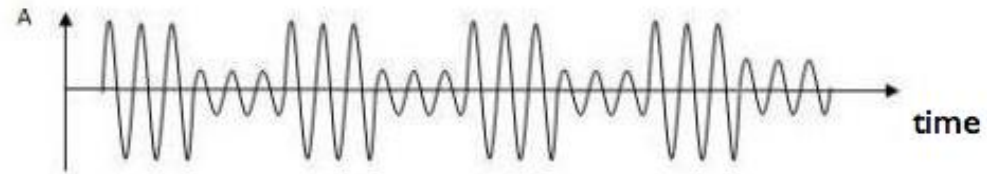


Max 50kb/s

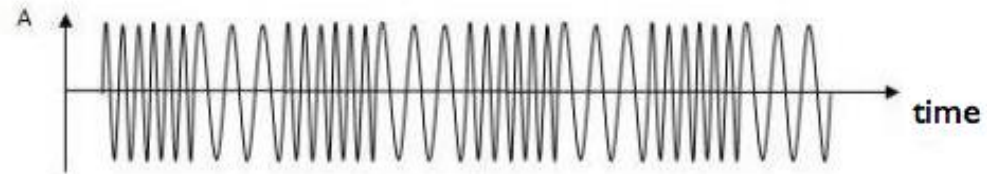
# Modulación de radio

1 0 1 0 1 0 1 0

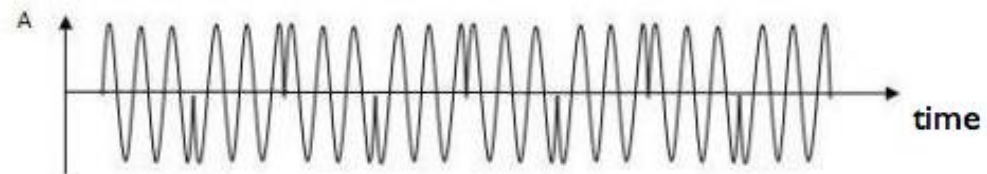
You want to transmit this binary code



Amplitude modulation



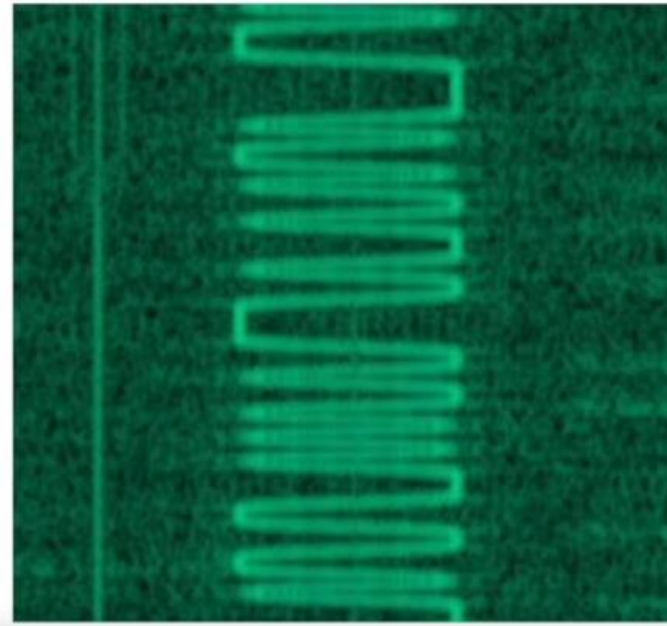
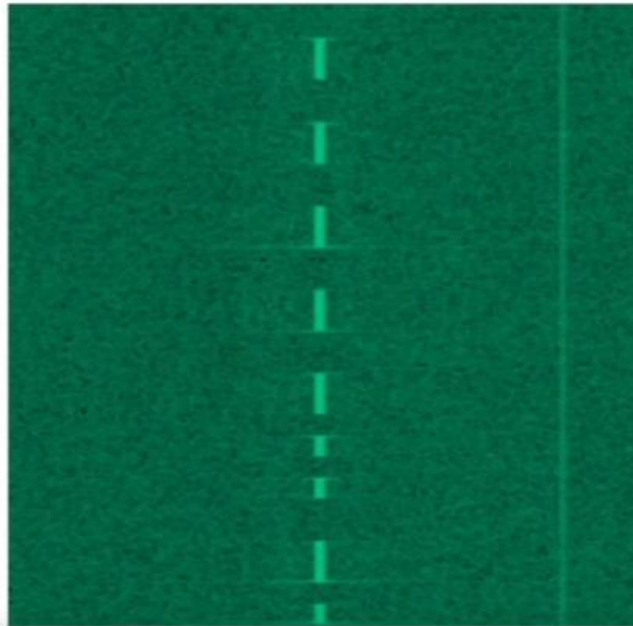
Frequency modulation



Phase modulation

Modulación:

On-Off keying VS Frequency-shift keying VS LoRa



# Modulación LoRa

Chirp Spread Spectrum

Tecnología de los 40

Utilizada en ámbitos militares → Rádar

Largo alcance y penetración

Difícil de detectar

Alta resistencia a interferencias



## LoRa: Bit, Symbol, Chip, Chirp

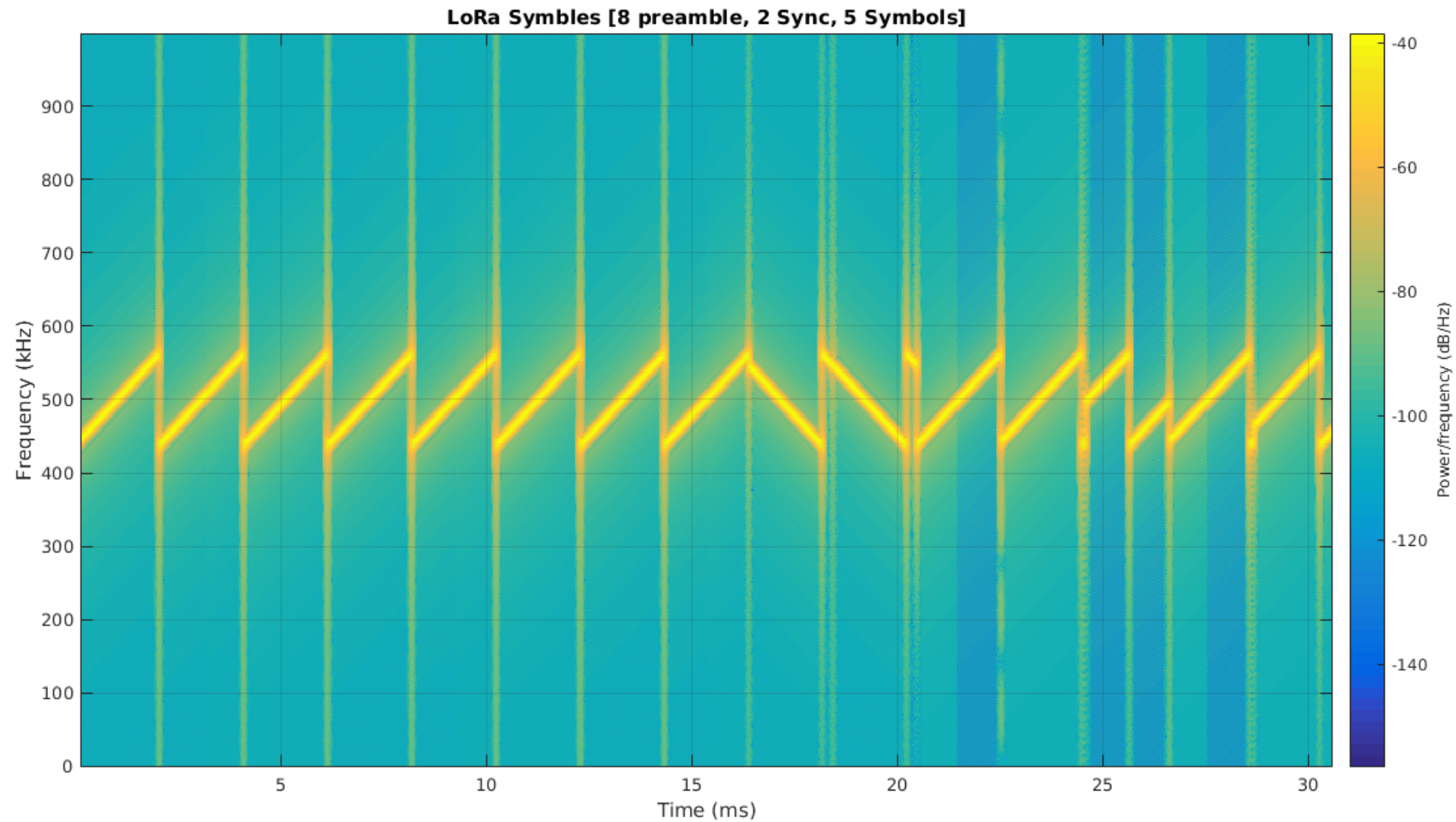
**Bit:** Unidad mínima de información a transmitir

**Symbol:** Codificación de la información para transmitirla a través de un medio determinado. Un symbol puede codificar un bit o más, y añadir información adicional como corrección de errores.

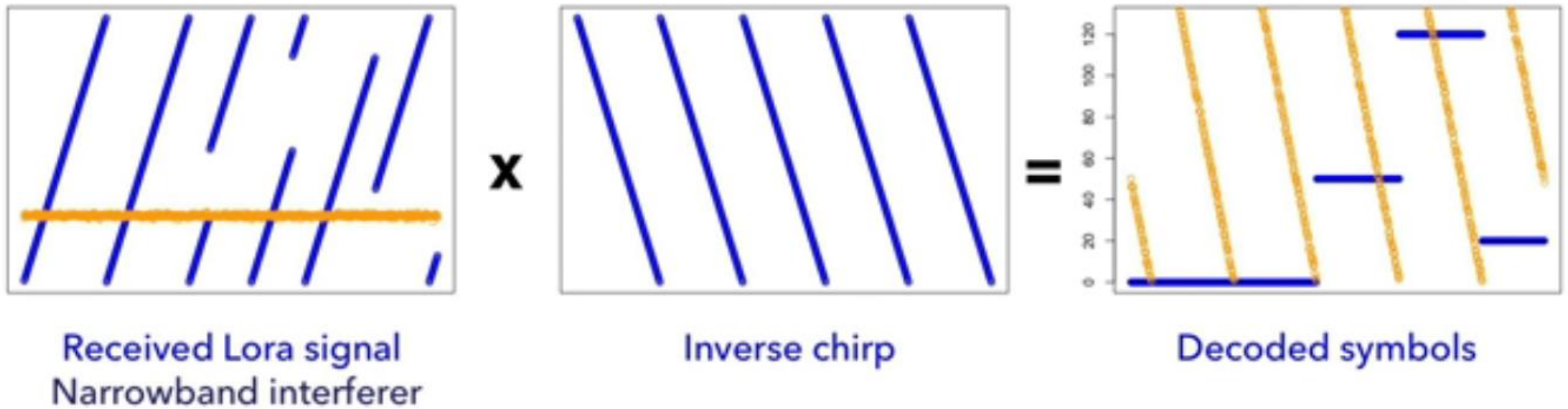
**Chip:** Unidad mínima de codificación en Spread Spectrum: Se necesitan varios chips para codificar un symbol.

**Chirp:** Es un Symbol en la terminología de Spread Spectrum.

# LoRa Frame



# LoRa Demodulación

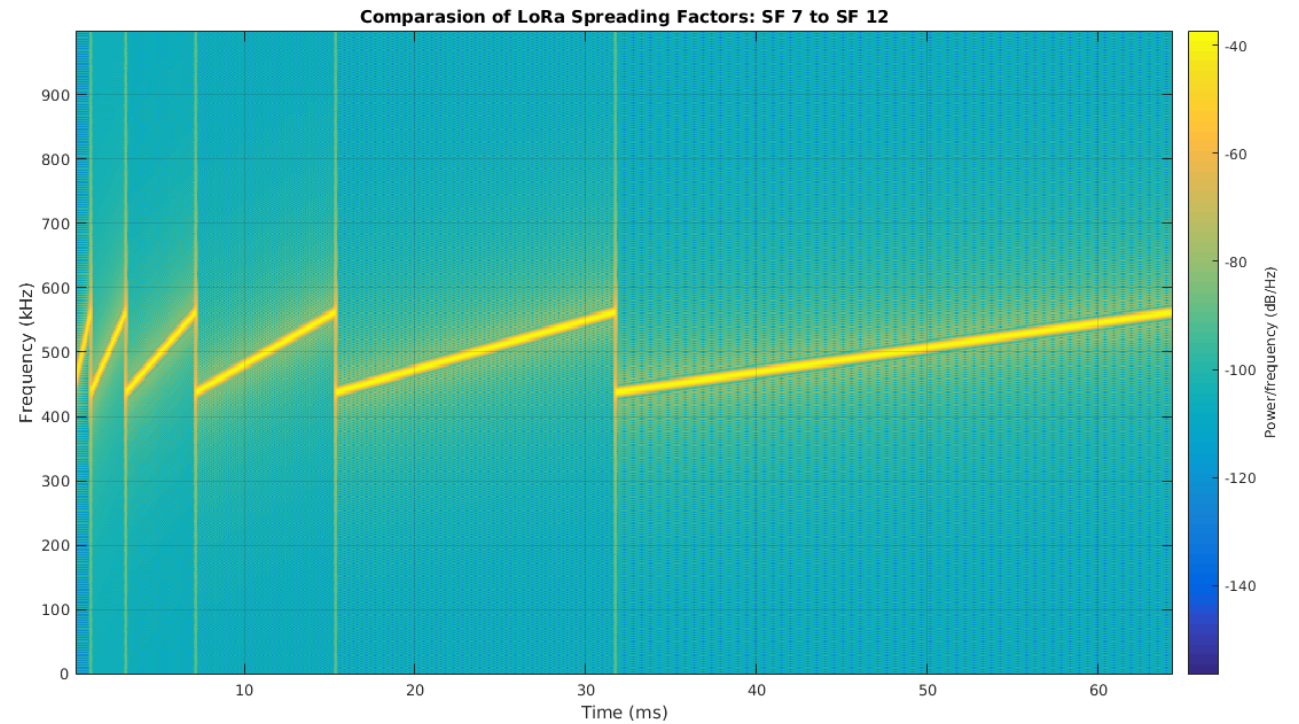


# LoRa: Spread Factor

Velocidad vs Alcance vs  
Consumo

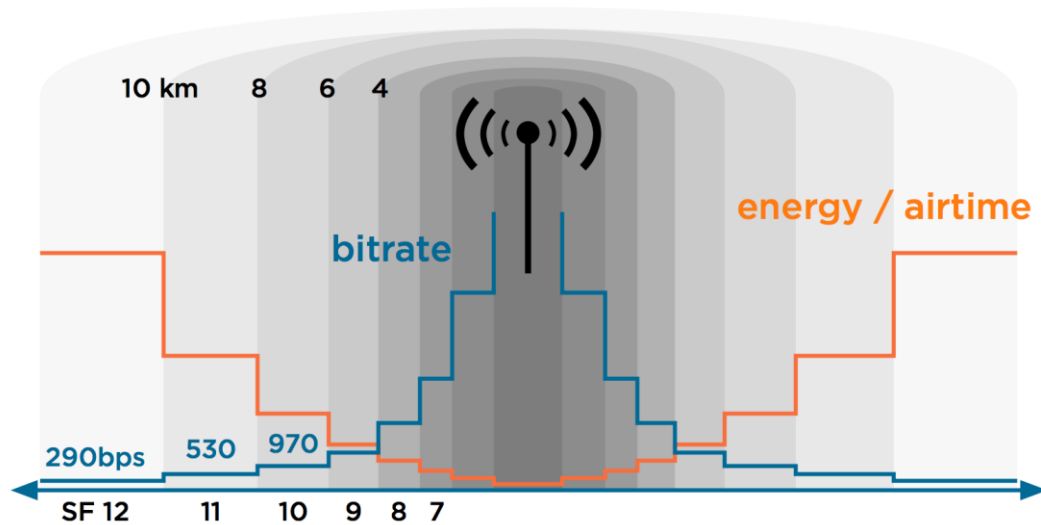
A mayor velocidad, menor  
alcance

A mayor velocidad, menor  
consumo





# LoRa: Spread Factor



<https://blog.surf.nl/en/lora-the-internet-of-things/>

## LoRa Spreading Factors (125kHz bw)

Spreading Factor	Chips/symbol	SNR limit	Time-on-air (10 byte packet)	Bitrate
7	128	-7.5	56 ms	5469 bps
8	256	-10	103 ms	3125 bps
9	512	-12.5	205 ms	1758 bps
10	1024	-15	371 ms	977 bps
11	2048	-17.5	741 ms	537 bps
12	4096	-20	1483 ms	293 bps

<http://www.techplayon.com/lora-link-budget-sensitivity-calculations-example-explained/>



## LoRa: Duty Cycle – 36 segundos por hora

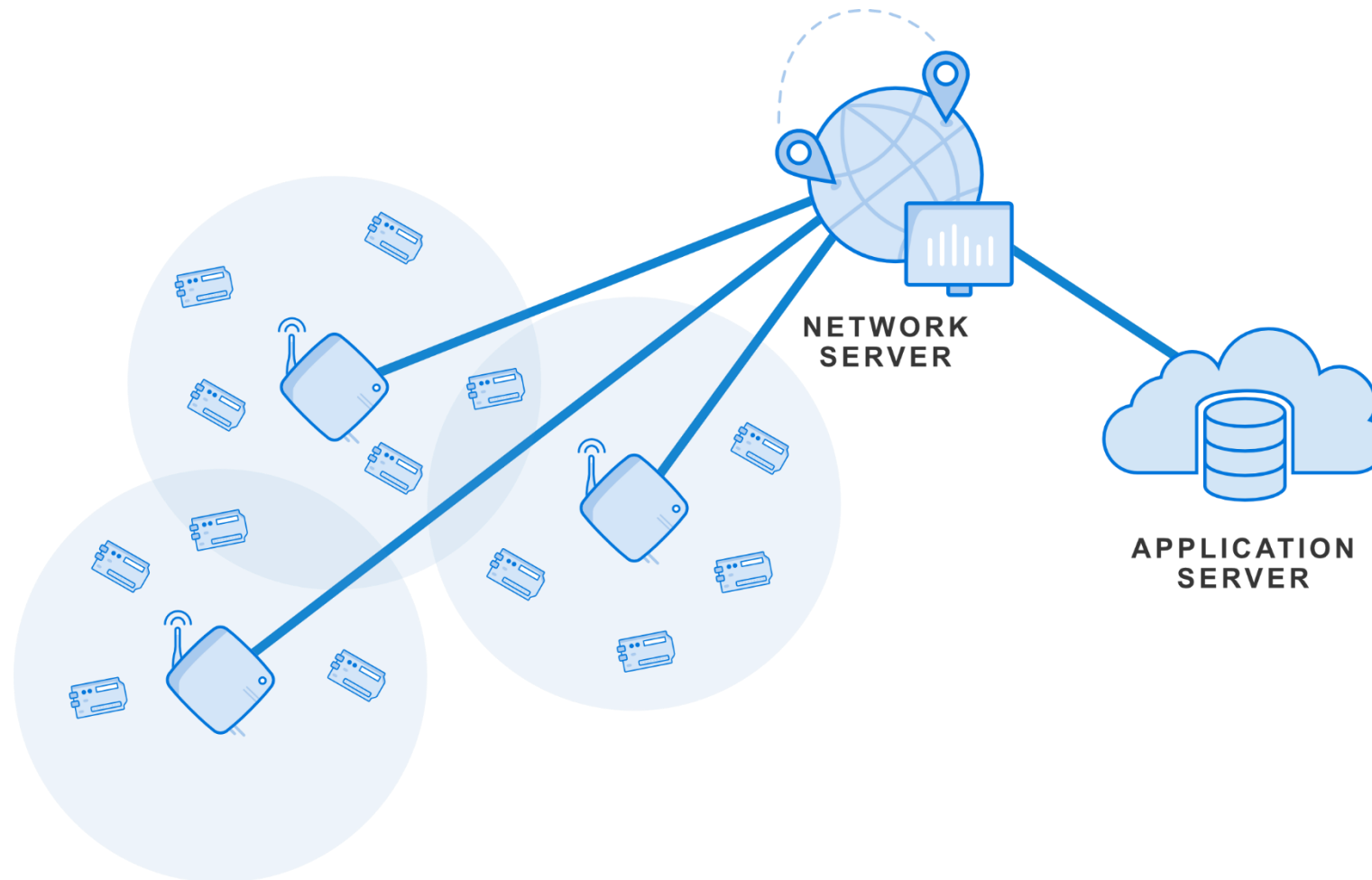
Sección 7.2.3 de la norma ETSI EN300.220

- g (863.0 – 868.0 MHz): 1%
- g1 (868.0 – 868.6 MHz): 1%
- g2 (868.7 – 869.2 MHz): 0.1%
- g3 (869.4 – 869.65 MHz): 10%
- g4 (869.7 – 870.0 MHz): 1%

## The Things Network: política de acceso justo

- La red es un procomún
  - Todo@s nos beneficiamos de un uso razonable
- **Uplink:** 30 segundos por día y nodo (aprox. 550 mensajes en SF7)
- **Downlink:** 10 mensajes por día y nodo

# LoRaWAN

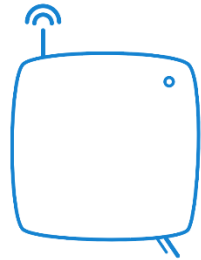




# ¿Cómo funciona?



**DEVICES**



**GATEWAYS**



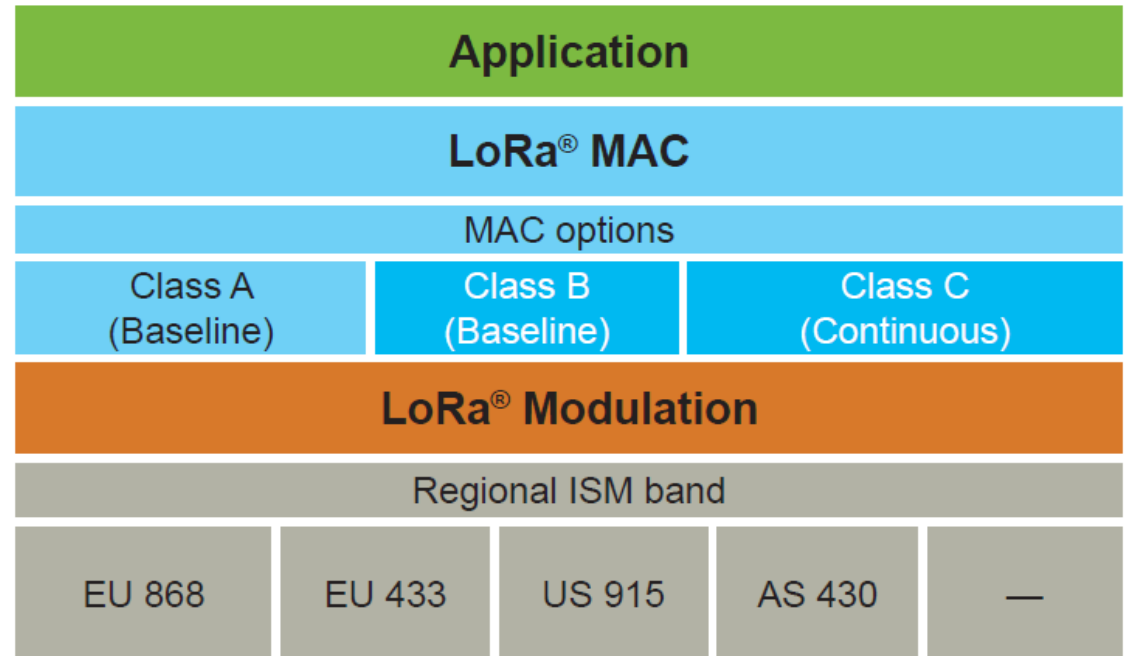
**NETWORK  
SERVER**



**APPLICATION  
SERVER**

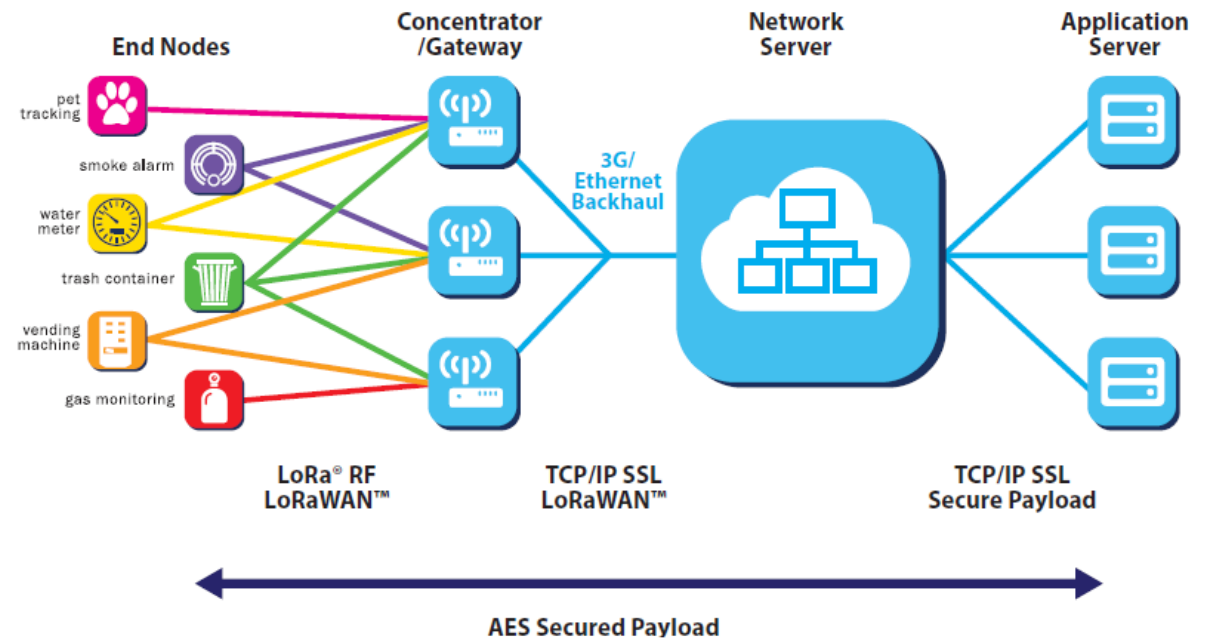
# LoRaWAN

- ❑ LoRa → Capa física de largo alcance
- ❑ LoRaWAN → Arquitectura de protocolo y capa de red
- ❑ El protocolo y la arquitectura tienen una gran influencia sobre
  - Consumo de batería
  - Capacidad de la red
  - QoS
  - Aplicaciones finales sobre la estructura



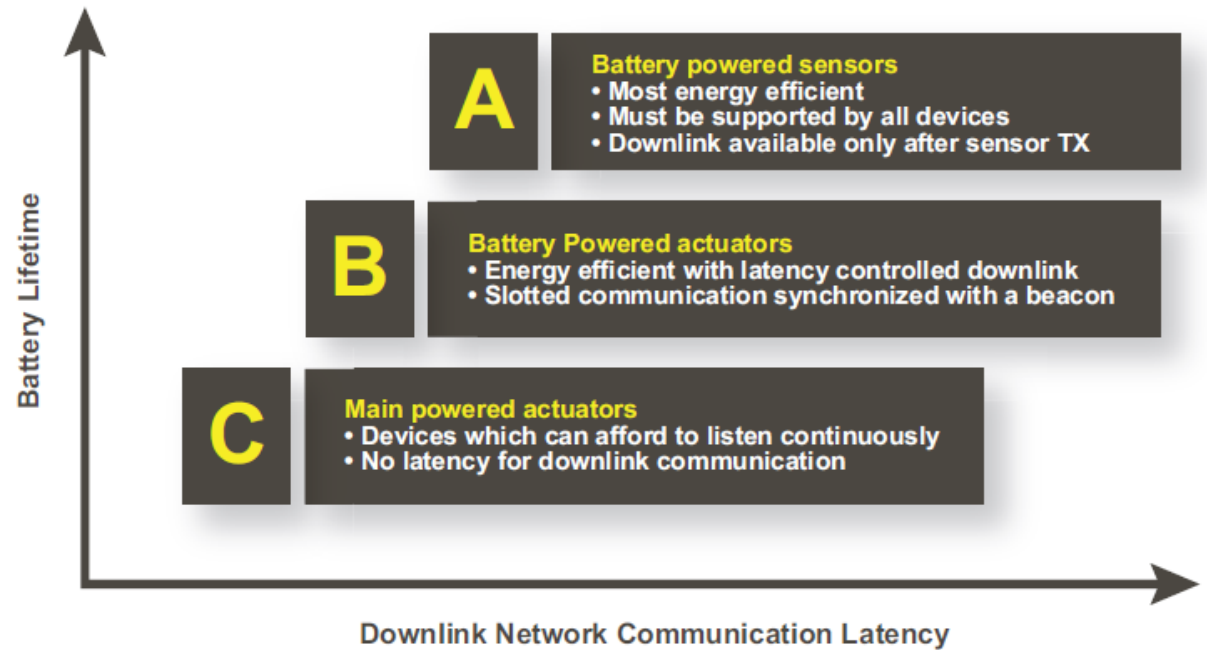
# LoRaWAN

- ❑ En LoRaWAN no existe asociación entre nodo y gateway
- ❑ La inteligencia y la complejidad se desplazan al plano del servidor, que es el que lida con duplicidades, seguridad, planificación de notificaciones,
- ❑ No existe el concepto de handover



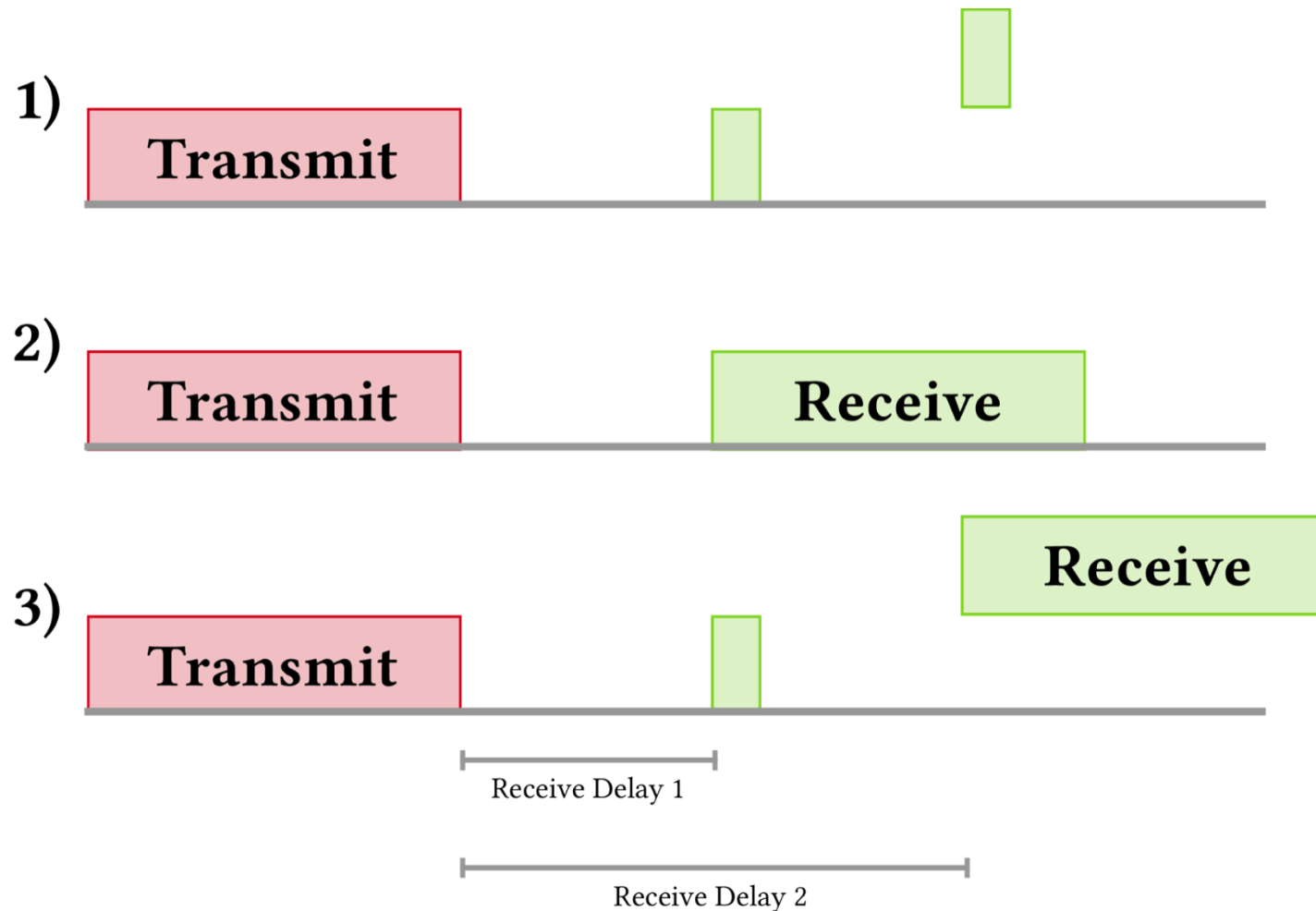
# LoRaWAN

- ☐ Tres clases de dispositivos en función del uso del espectro:
  - Clase A: Sensores
  - Clase B: Actuadores
  - Clase C: Actuadores críticos





# LoRaWAN: Uplink y Downlink en clase A



# LoRaWAN: Identificación única de los componentes

**GatewayEUI** (64 bits, único).

**DevEUI** (64 bits, único)

**AppEUI** (64 bits, único)

## LoRaWAN: Información requerida por el nodo

- **Device Address** (32 bits, puede no ser único)
  - 7 MSB: Network Identifier (0x26, 0x27 = The Things Network)
  - 25 LSB: Network Address
- **Network Session Key**
- **Application Session Key (ABP)**
- **Frame counter (uplink y downlink)**

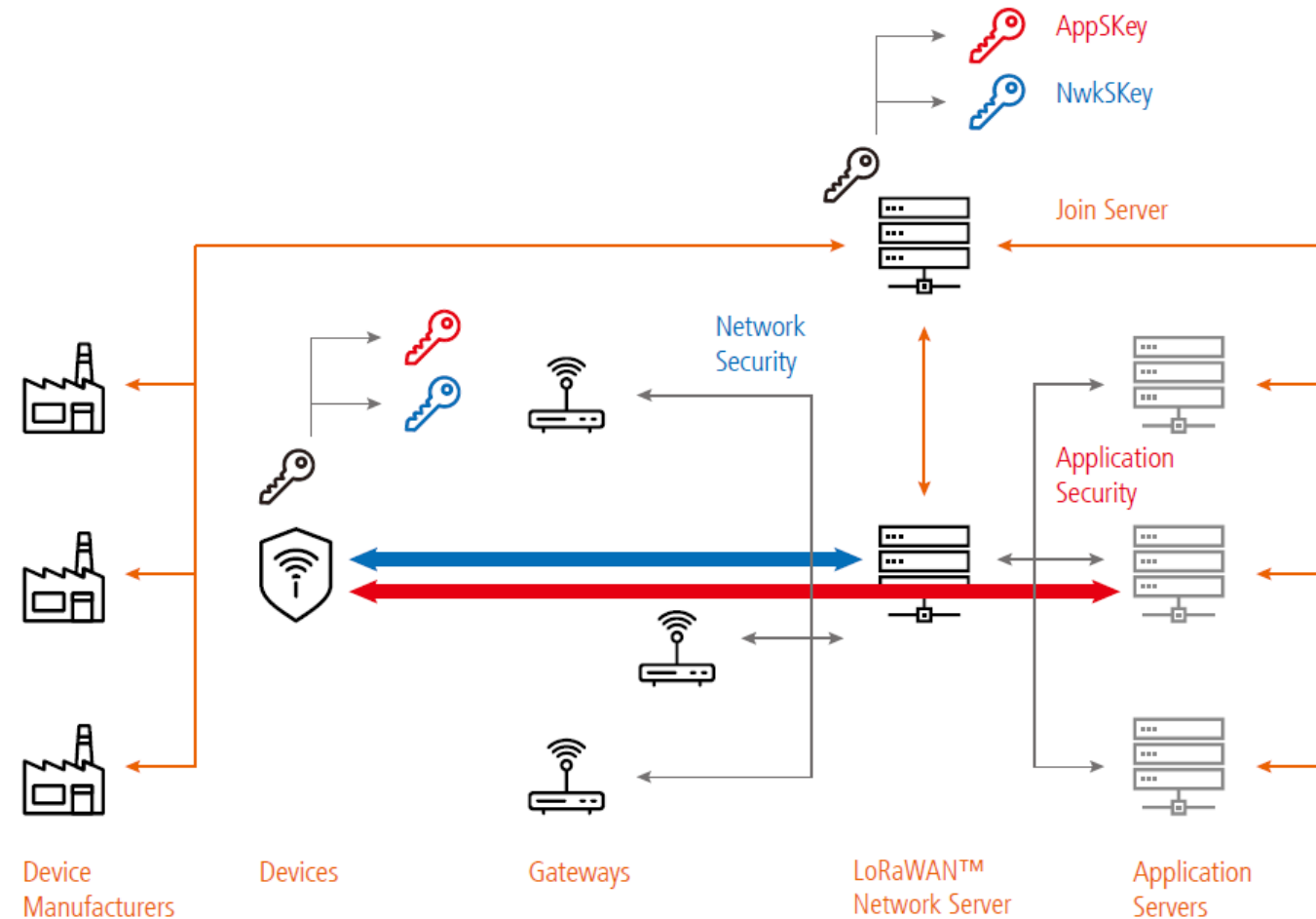
# LoRaWAN: Seguridad

Autenticidad

Integridad

Token

Encriptación





# LoRaWAN: Personalización y activación OTAA vs ABP

## **ABP:** Activación por personalización

- Device Address, Network Session Key y Application Session Key programados "a fuego" en el nodo

## **OTAA:** Activación por el aire

- El nodo envía el DeviceEUI y el ApplicationEUI, y a partir de la respuesta recibida y haciendo uso de la ApplicationKey, deriva el Device Address, Network Session Key y Application Session Key.

# LoRaWAN: Formato de un mensaje

Radio PHY layer:

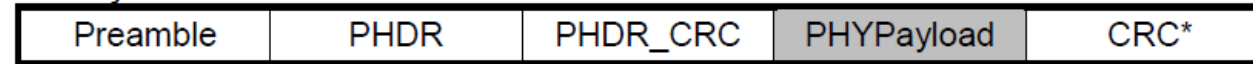
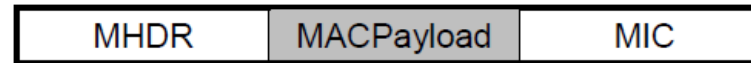
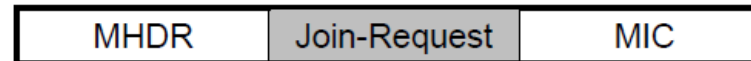


Figure 5: Radio PHY structure (CRC\* is only available on uplink messages)

PHYPayload:



or



or

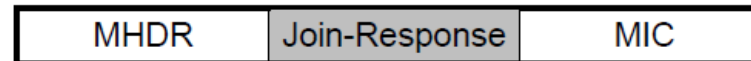


Figure 6: PHY payload structure

MACPayload:

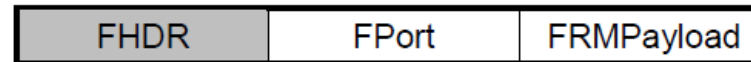


Figure 7: MAC payload structure

FHDR:



Figure 8: Frame header structure

# THE THINGS NETWORK



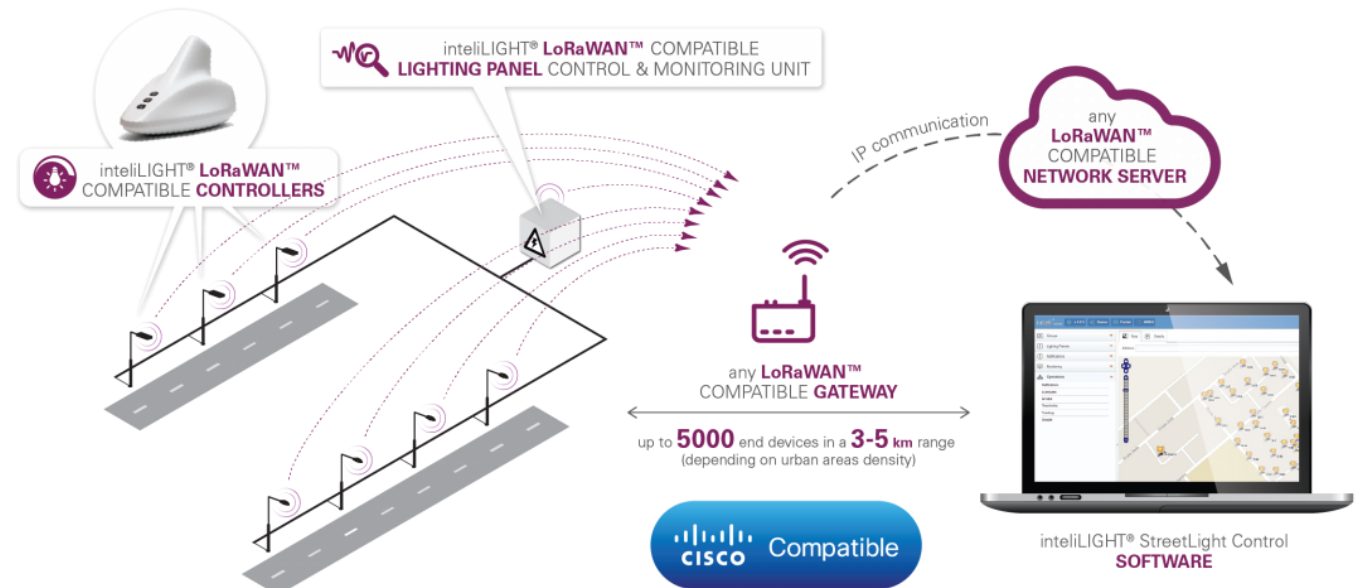
## APLICACIONES CIUDADANAS

# Iluminación: Hasta 5000 farolas en un área de 5Km

Encendido/apagado por movimiento

Medición de consumos eléctricos

Medición de parámetros ambientales





# Lineable: Localización de niños y personas con alzheimer

Lineable **Junior**



Lineable **Silver**



## GlobalSAT: Hombre al suelo, pet tracker...



- Built-in help button for emergency situation
- Built- in 3 axis accelerometer for motion sensing capability
- Vibrating alert/ Buzzer alert/ Power low alert/ Power off alert
- Support Class A/ Class C

## Economía colaborativa: Compartir bicicleta

Ofo uses LoRa Technology to Expand  
**Bicycle Tracking Coverage**



**SEMTECH**

[www.semtech.com](http://www.semtech.com)

## Smart City: Calgary



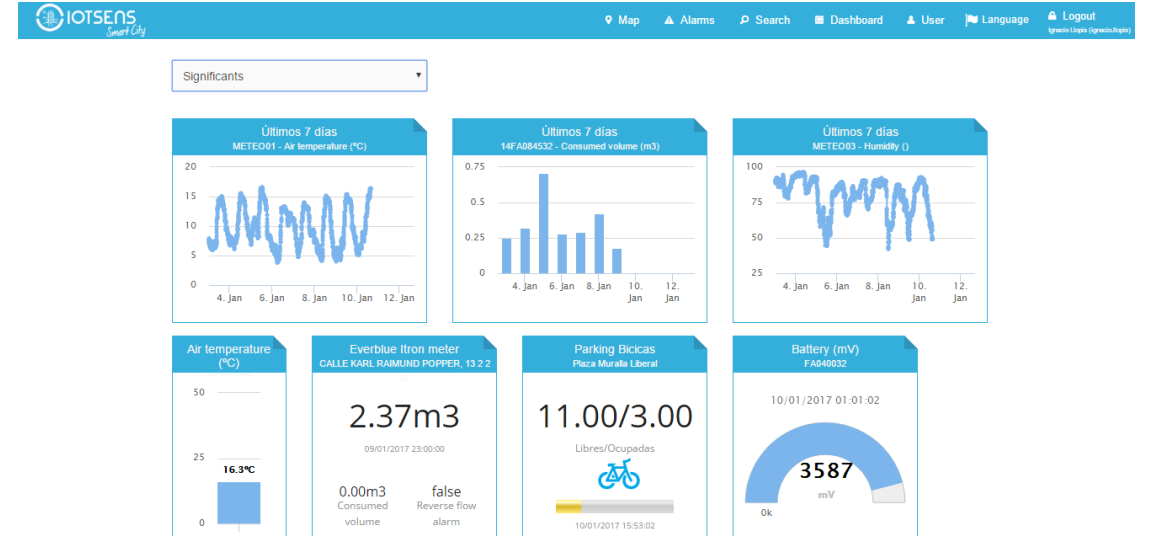
Photo 5: LoRaWAN sensors used by the City of Calgary

- Humedad del suelo y control de riego
- Medición de calidad del aire
- Mapa de ruido en tiempo real
- Alerta temprana de crecidas de ríos y torrentes



# Contadores de agua: IoTSENS

IOTSENS DESPLIEGA UN PROYECTO DE TELE-LECTURA PARA 20.000 CONTADORES DE AGUA INTELIGENTES CON COMUNICACIÓN LoRaWAN



# COMUNIDADES SMART

- Pequeña Smart City:
  - Sensores piscina (pH, temperatura ..)
  - Iluminación
  - Riego
  - Seguridad en trasteros
  - ...
- Alta autonomía y coste ajustado a presupuestos vecinales





# SMART PARKING

---

- Orientado a eventos
- Alta autonomía para alargar al máximo los ciclos de recambio



## PET FINDER

---

- Combinación con GPS bajo solicitud en DL (clase C)
- Aprovechamiento de la cobertura amplia de la red
- Coste despreciable en comunicaciones
- Extendible a casos similares



# CONSERVACIÓN DEL RINOCERONTE NEGRO EN TANZANIA

- Parque Natural Mkomazi.
- Localización y análisis de las costumbres de los rinocerontes para protegerlos de los cazadores furtivos.





# Novedades: Integración con Collos



## Collos Batch

### Gateway Management

- v1
- v2

### Gateway Utilities

- v1

### Localization Lora Recipes

- v1

### Semtech Localization Algorithms

- v1

## Novedades: Integración con Collos

- TDOA: Time Difference of Arrival
  - Nanosegundos
  - Gateways de 2ª generación
    - FPGA
    - ToA encriptado → Pago
  - Necesitas 3 gateways



### Wirnet iBTS Gateway



5.00

Brand : Kerlink

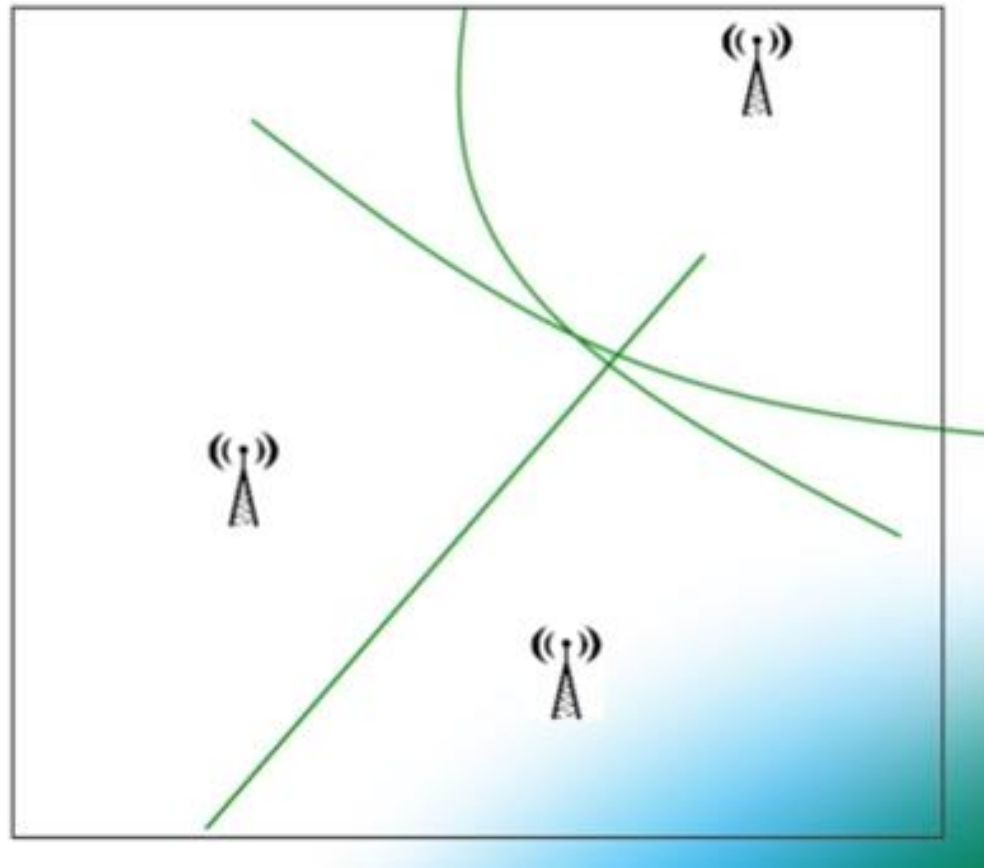
Price : €1.691,00



Wirnet iBTS is a range of modular and upgradeable gateways designed for IoT public operators. Its powerful processing capability make them a strong link in the chain.

# LoRa GEOLOCATION

Titia Houwing & Paul Marcelis (KPN)



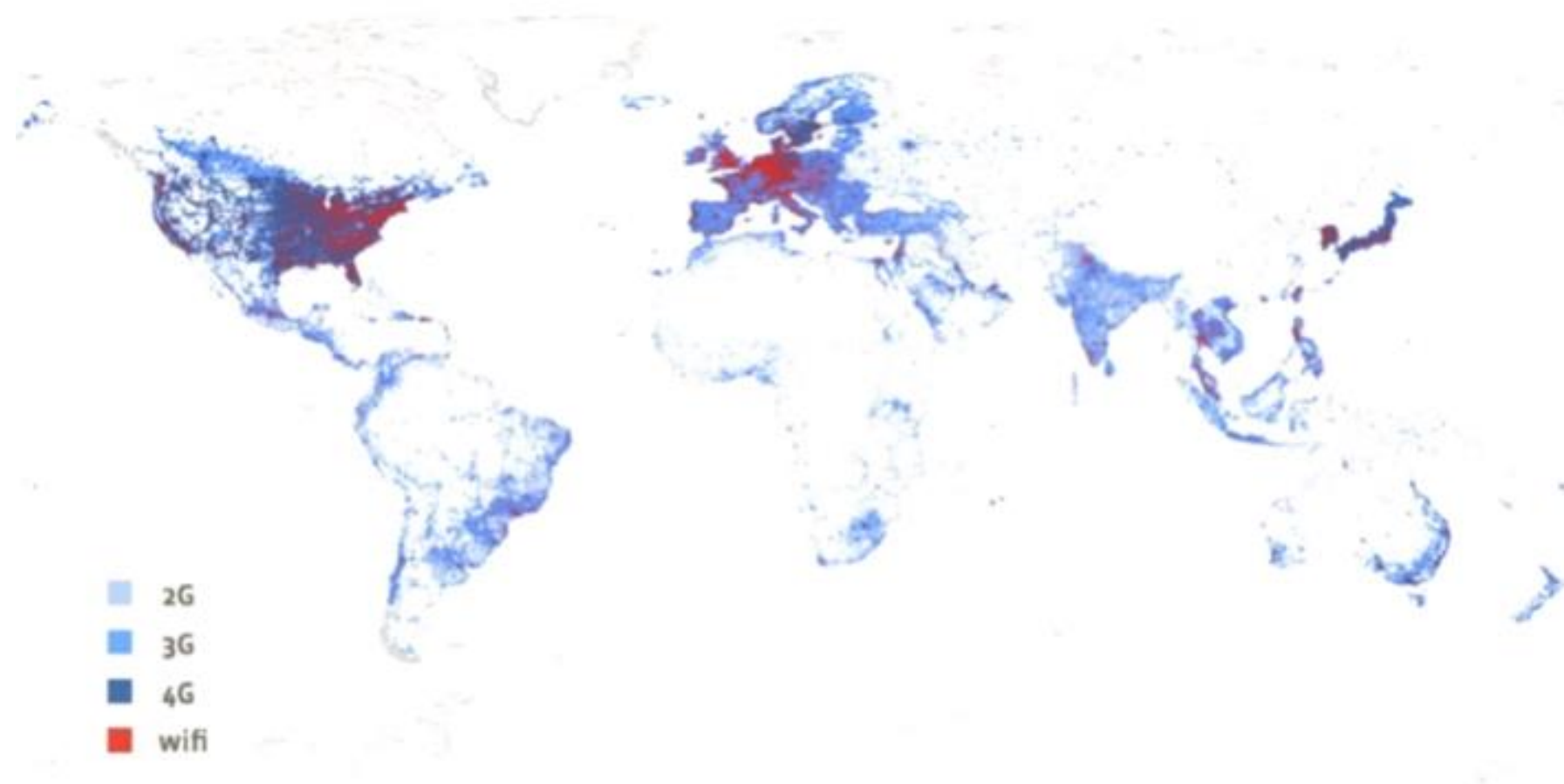
## Novedades: Stack v3

- Supports LoRaWAN versions: 1.1, 1.0.2 and 1.0
- Runs as single binary or as micro services in clusters
- Supports peering within The Things Network ecosystem
- Supports roaming and third party Join Servers within the LoRa Alliance ecosystem
- MVP release in March 2018, June 2018 for private networks and July 2018 for the public network
- All components to run a network are open source



# OPEN SATELLITE LoRaWAN AT SCALE

Thomas Telkamp (Lacuna Space)





# OPEN SATELLITE LoRaWAN AT SCALE

Thomas Telkamp (Lacuna Space)



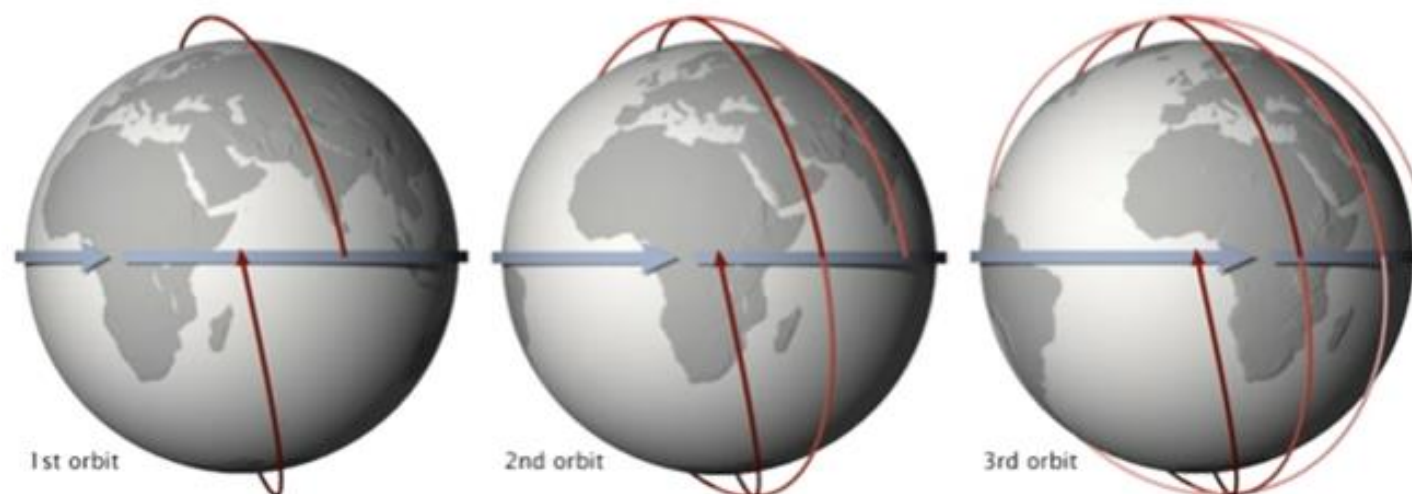
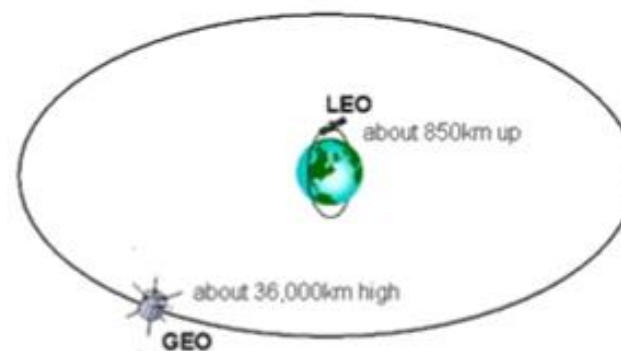
- 1 Battery powered devices direct to satellite – no gateway required
- 2 Satellites in low earth orbit collect and store received messages
- 3 Messages are relayed to ground station when satellite goes overhead
- 4 Data relayed to *The Lacuna Network* for distribution
- 5 Distributed to Lacuna Space customers or other operators as appropriate

# OPEN SATELLITE LoRaWAN AT SCALE

Thomas Telkamp (Lacuna Space)

## Low Earth Orbit

LEO and GEO orbit elevations



# THE THINGS NETWORK

---

CONSTRUYENDO UNA RED GLOBAL CON LA AYUDA DE  
LAS COMUNIDADES

# LoRaWAN: 83 operadores públicos en 57 países

**83**

Network Operators

**57**

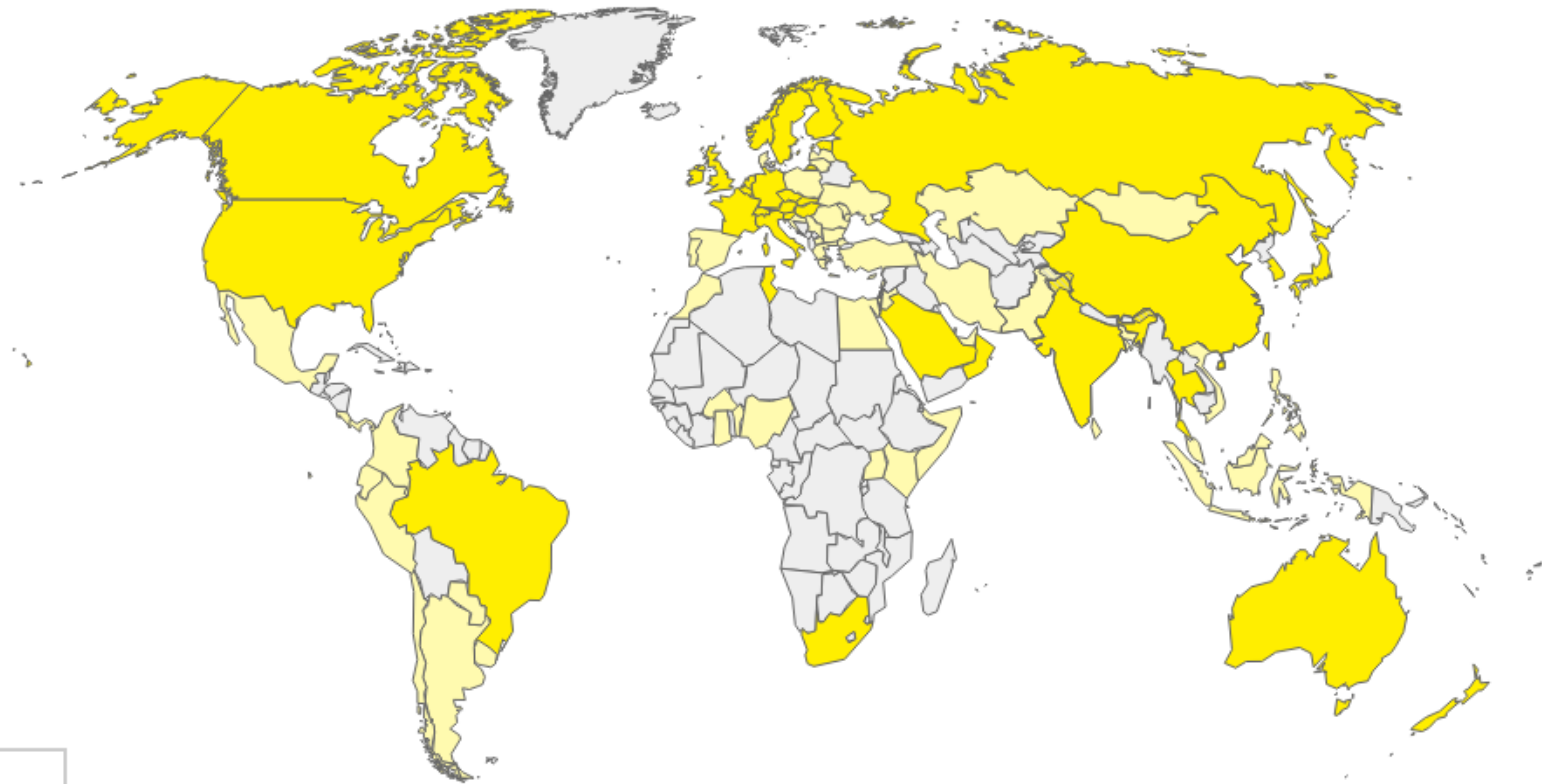
Alliance Member Operators



**49**

Countries operating in

**95**

Countries with LoRaWAN Deployments



-  Alliance Member Public Networks
-  Other LoRaWAN Deployment

# Estado actual

At this moment, there are 7243 gateways up and running



**69889**  
MEMBERS

**7243**  
GATEWAYS

**137**  
COUNTRIES



# BUILDING A GLOBAL NETWORK

---



350+ COMMUNITIES

80+ COUNTRIES

(February 2017)



# TOGETHER CONNECTING

## 40000+ GATEWAYS (February 2017)



# WE'RE BUILDING THIS THING TOGETHER!

---

Join us!



**CONNECT  
GATEWAYS**



**CONTRIBUTE  
OSS**



**BUILD YOUR  
COMMUNITY**



**SHARE!**

# THE THINGS NETWORK

---

COMUNIDAD TTN MADRID



# COMUNIDAD TTN MADRID



## OUR STORY

Establecer una red para obtener datos de sensores lejanos e itinerantes.

Esta tecnología puede aprovecharse para crear redes de información ciudadana, por ejemplo sobre contaminación acústica o atmosférica.

## ABOUT THIS COMMUNITY

33

Gateways

103

Contributors



Official community

## CONTRIBUTORS

The Core Team of Madrid consists of:



Juan F. Mateos

INITIATOR FOR  
MADRID  
COMMUNITY



Valentin Ruiz

CORE TEAM



Mario Briceño

MEMBER



# ACTIVIDADES

- Divulgación
- Formación
- Asesoramiento
- Implantación

# COMUNIDAD DE REFERENCIA IOT



Únete a The Things Network con Juan Félix Mateos



G4lile0  
@G4lile0

Following

¡Última hora!  
Posiblemente sea el récord de comunicación #LoRa terrestre de #LoRaWAN en España...  
Enlace a **138.5** Km  
Desde la bola del mundo a Salamanca



@thethingsntwrk @ttn\_mad

Translate Tweet



TheThingsNetwork-...  
@ttn\_mad

Tweets  
666

Siguiendo  
305

Seguidores  
583



# #4 CONTRIBUTORS!



## Most Gateways

Zurich	137 Gateways
Walloon region, Belgium	121 Gateways
Bern	100 Gateways
Veneto	96 Gateways
Rotterdam	93 Gateways



## Most contributors

Zurich	163 contributors
Amsterdam	143 contributors
Sydney	127 contributors
Madrid	103 contributors
Berlin	96 contributors



## Latest communities

Manizales	2019-04-18 Welcome little one!
Kashima	2019-04-18
Konstanz	2019-04-16
Nagoya	2019-04-16
Anglesey	2019-04-12

# RADAR DE EVENTOS Y PREVISIONES

---

Eventos tanto de la comunidad TTN Madrid como de organizaciones del ecosistema IoT con las que hemos colaborado en nuestra trayectoria





# GRUPO RESIDENTE MEDIALAB PRADO

Cada viernes

- <https://www.medialab-prado.es/proyectos/things-network>

Medialab Prado MADRID

---

**MEDIALAB PRADO** ES EN  

---

MEDIALAB LABORATORIOS PROGRAMAS ACTIVIDADES MULTIMEDIA COMUNIDAD


---



Inicio / Proyectos / Things network

## The Things Network

---

Portada Descripción Documentación Foro Chat



 Colaborar  Compartir


---

3 colaboradores 1 comentarios



-----

Equipo

Mediators:



Colaboradores:



# ROADMAP DESPLIEGUE REDEXIA

2019

- <https://www.redexia.com/>
- Despliegue en Madrid antes de final de Marzo
- 10 principales ciudades de España en servicio en 2019



# MADRID PYCOM WORLD SERIES HACKADAY

29 de Mayo

- <https://www.eventbrite.co.uk/e/madrid-pycom-world-series-2019-hackday-event-tickets-54524956613>



The image shows a screenshot of an Eventbrite event page. The main banner features the Pycom logo (pycom go invent) in the top left, the word "MADRID" in large, bold, cyan letters in the center, and "#GOINVENT WORLD SERIES" below it. At the bottom of the banner, it says "MAY 2019", "100" (with a group of people icon), and "€50" (with a ticket icon). To the right of the banner, the event details are listed: "MAY 29", "Madrid Pycom World Series 2019 Hackday Event", "by Pycom", and the price range "€41.16 – €54.49". At the bottom of the page, there are icons for sharing and liking, and a green "Tickets" button.

# LANZAMIENTO FOSSASAT-1

Q3 2019

- <https://fossa.systems/>



# ÚNETE!

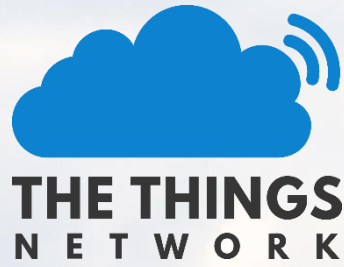
Twitter: @ttn\_mad

Slack: ttnmad.slack.com

Meetup: <https://www.meetup.com/The-Things-Network-Madrid-Community>







YOU ARE THE NETWORK  
LET'S BUILD THIS THING TOGETHER!

---

Juan Félix Mateos

[juanfelixmateos@gmail.com](mailto:juanfelixmateos@gmail.com)

[www.thethingsnetwork.org](http://www.thethingsnetwork.org)