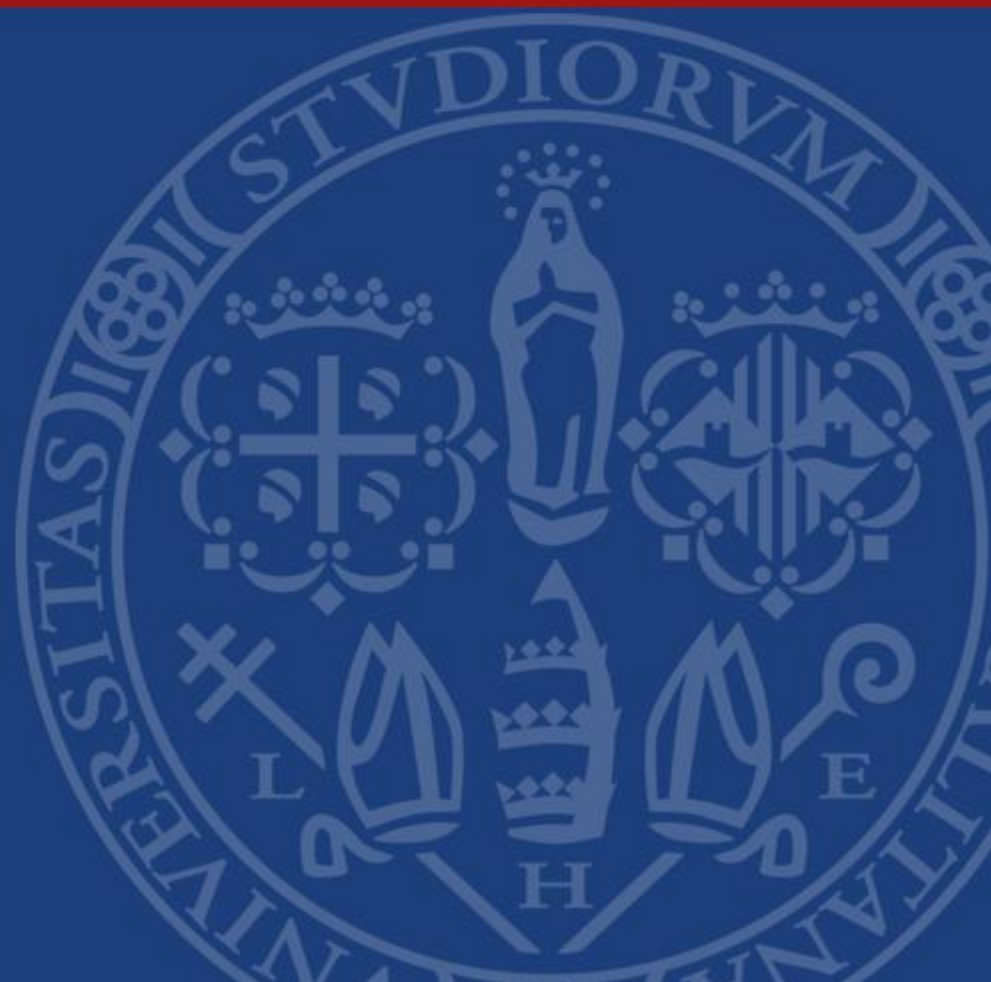




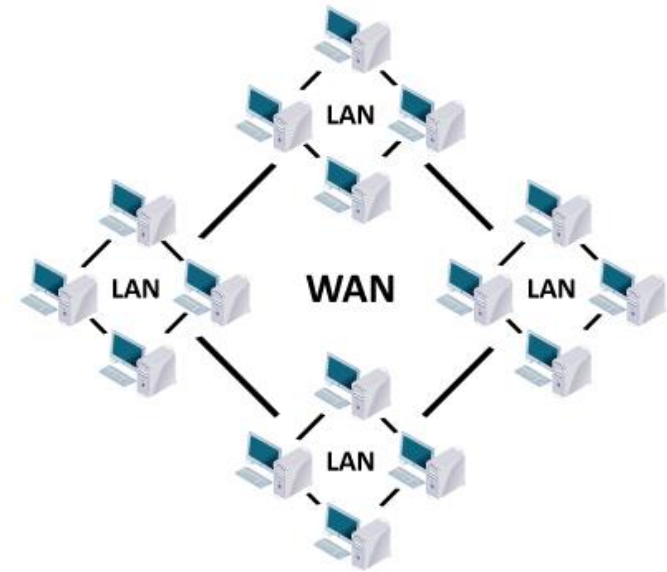
CORSO DI TECNOLOGIE D'ACCESSO

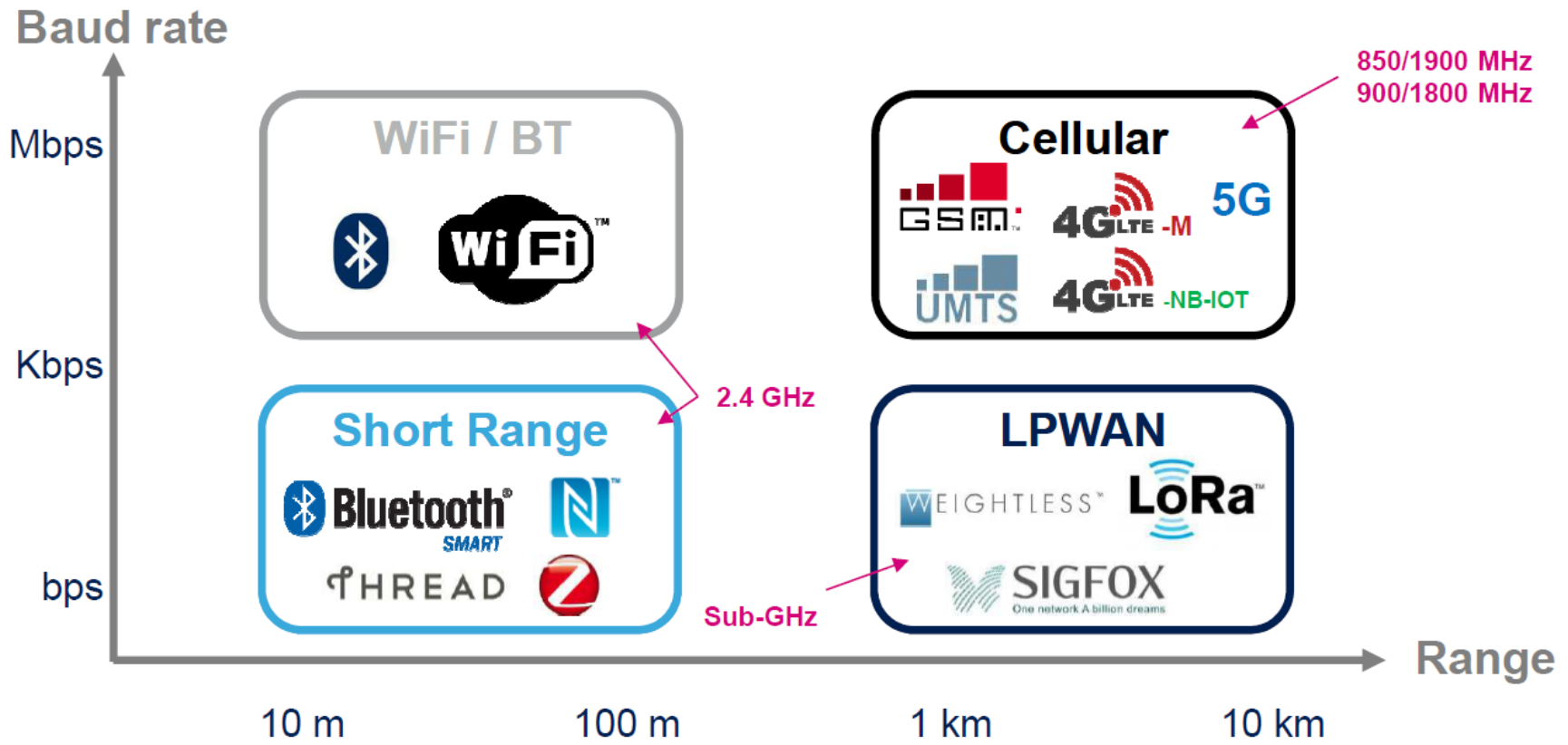
Sigfox



- ✓ La rete di comunicazione geografica o WAN (Wide Area Network) è una tipologia di rete di dispositivi che si contraddistingue per avere un'estensione territoriale pari a una o più regioni geografiche quindi superiore sia a quella della rete locale LAN che a quella della rete metropolitana MAN
- ✓ Low Power Wide Area Network (LP-WAN) sono reti ad ampio raggio che rispettano i requisiti di basso consumo che rappresentano una priorità per l'IoT

- ✓ Le principali caratteristiche sono
- Bassa potenza
 - Comunicazioni a lungo raggio
 - Accesso multiplo
 - Basso bitrate
 - Reti pubbliche o private
 - Frequenze licenziate e non licenziate

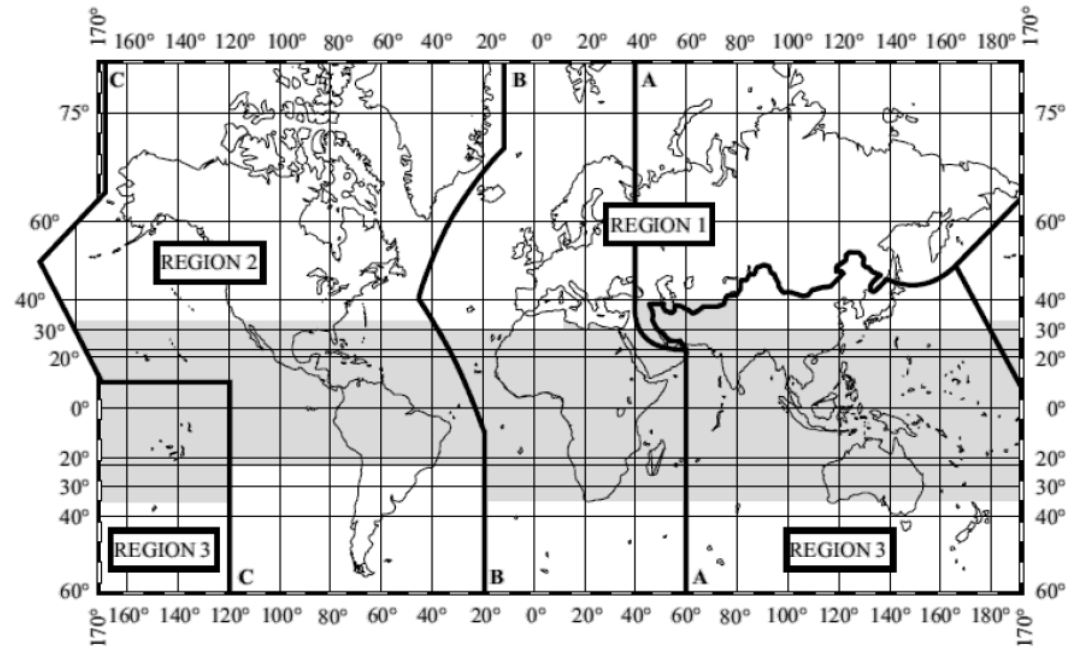




Frequency Bands	ERP	Duty Cycle	CH BW
868-868.6 MHz	+14 dBm	<1%	Nessun limite
868.7-869.2 MHz	+14 dBm	<1%	Nessun limite

- ✓ Effective radiated power (ERP) misura la combinazione tra potenza emessa e capacità del trasmettitore di trasmettere nella direzione del lobo principale di irradiazione
- ✓ Duty cycle: se un dispositivo trasmette per un secondo poi deve rimanere in standby per 99 secondi

Countries	Frequency Band Review	Max Output Power
EU	868MHz	14dBm
USA	915MHz	20dBm
Korea		14dBm
Japan		
Malaysia	862MHz to 875MHz	20dBm
Philippines	868MHz	
Vietnam	862MHz to 875MHz 315/433/.. TBC	
India	865MHz - 867MHz	
Singapore	922MHz	
Thailand	922MHz/868MHz TBC	
Indonesia	922MHz	
ANZ	915MHz to 928MHz	
Taiwan	920MHz to 925MHz	
China	470MHz to 510MHz	



- ✓ I tipici scenari di utilizzo possono essere
 - Comunicazioni a lungo raggio
 - Smart City: smart grid, metering, lighting
 - Smart Industry: Predizione di manutenzione
 - Installazioni isolate
 - Smart agricolture
 - Smart grid/water

- ✓ Una rete pubblica gestita da una azienda francese caratterizzata da:
- Comunicazioni a bassa potenza
 - Comunicazioni a basso costo
 - Robustezza ai disturbi
 - Possibilità di utilizzo per applicazioni di sensing, monitoraggio e tracking
 - Piani tariffari in base alle esigenze



- ✓ Soluzioni esistenti sfruttate per garantire connessione più economica e durata prolungata della batteria
- ✓ Abilita totalmente nuove applicazioni IoT
- ✓ Assicura connettività di backup per dispositivi con larghezza di banda superiore

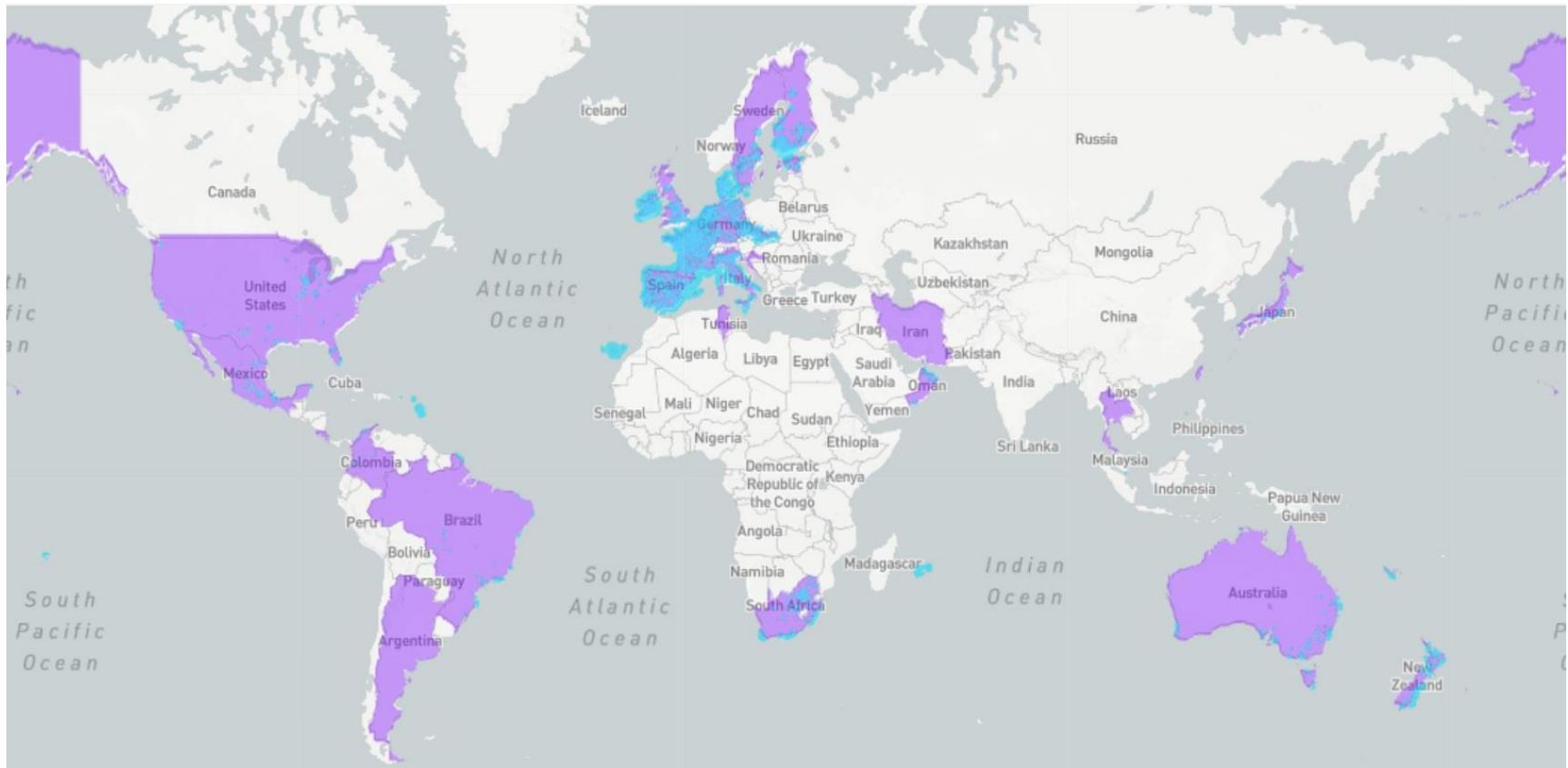


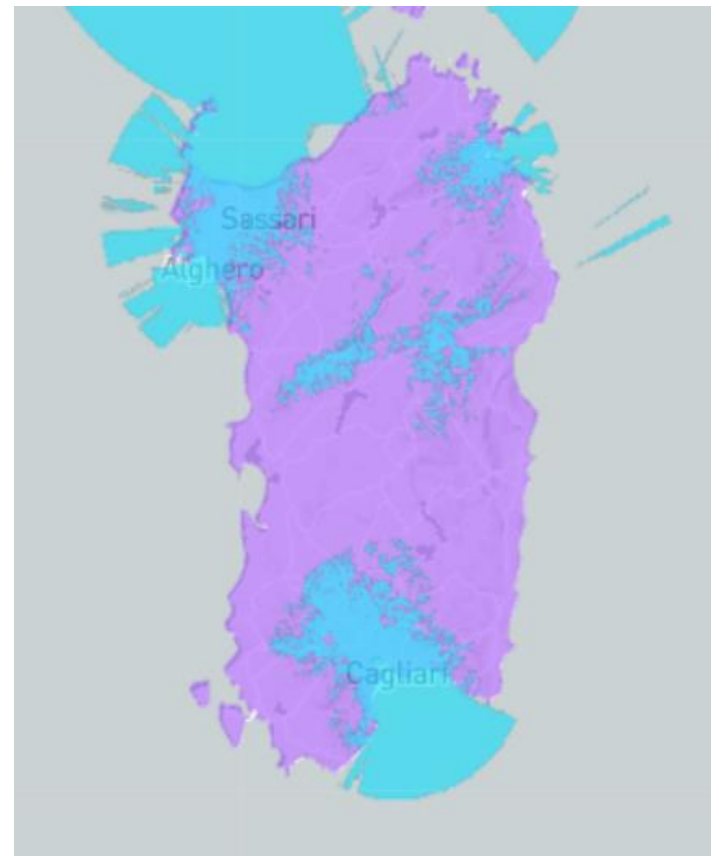
- ✓ Il protocollo Sigfox è stato progettato per
 - massimizzare l'efficienza energetica
 - Basso consumo durante la trasmissione e tra le emissioni
 - Nessuna manutenzione
- ✓ Nel caso migliore si può raggiungere oltre 100 km di distanza trasmettitore e ricevitore (stazione base) ma in scenari reali bastano pochi km (città) o decine di km (campagna) a seconda della topologia e dell'ambiente



- ✓ Mostra ottime capacità propagative in ambiente indoor ma va ovviamente considerata l'attenuazione del segnale ($\sim 20\text{dB}$)
- ✓ I dispositivi possono ricevere gli aggiornamenti inviati dal server delle applicazioni
- ✓ Ogni comunicazione è comandata dal singolo dispositivo



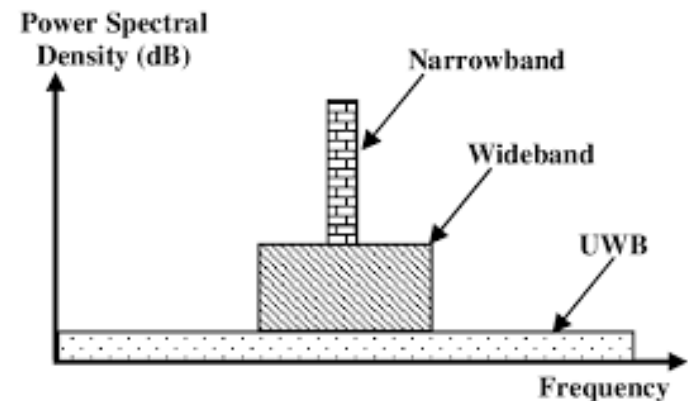




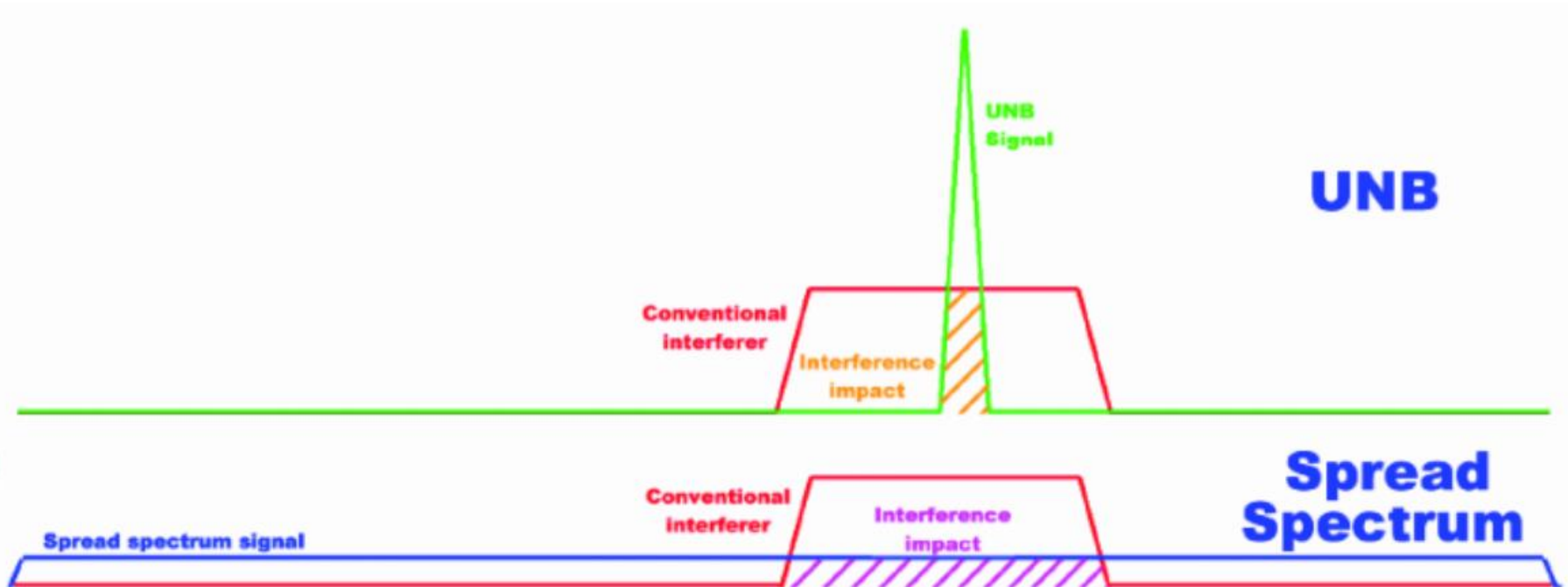


1. Il dispositivo invia un messaggio con una richiesta bidirezionale
2. Le stazioni base acquisiscono il messaggio
3. SIGFOX Cloud autentica il messaggio e raggruppa i duplicati
4. SIGFOX CLOUD invia il messaggio al customer IT
5. Il customer IT manda un messaggio di risposta
6. SIGFOX CLOUD cerca la stazione base più vicina per trasmettere la risposta
7. La stazione base manda il messaggio
8. Il dispositivo riceve il messaggio di risposta

- ✓ La modulazione utilizzata è Ultra Narrow Band (UNB) che a parità di potenza concentra l'energia in una banda molto piccola ottenendo una densità spettrale di potenza più elevata
- ✓ Collaborative Network su 3 base stations
 - Diversità in frequenza, tempo e spazio
- ✓ Elevata capacità
 - @10 messaggi/giorno/dispositivo -> 1.8M dispositivi per base station
 - 200 messaggi simultanei in un canale da 200 kHz



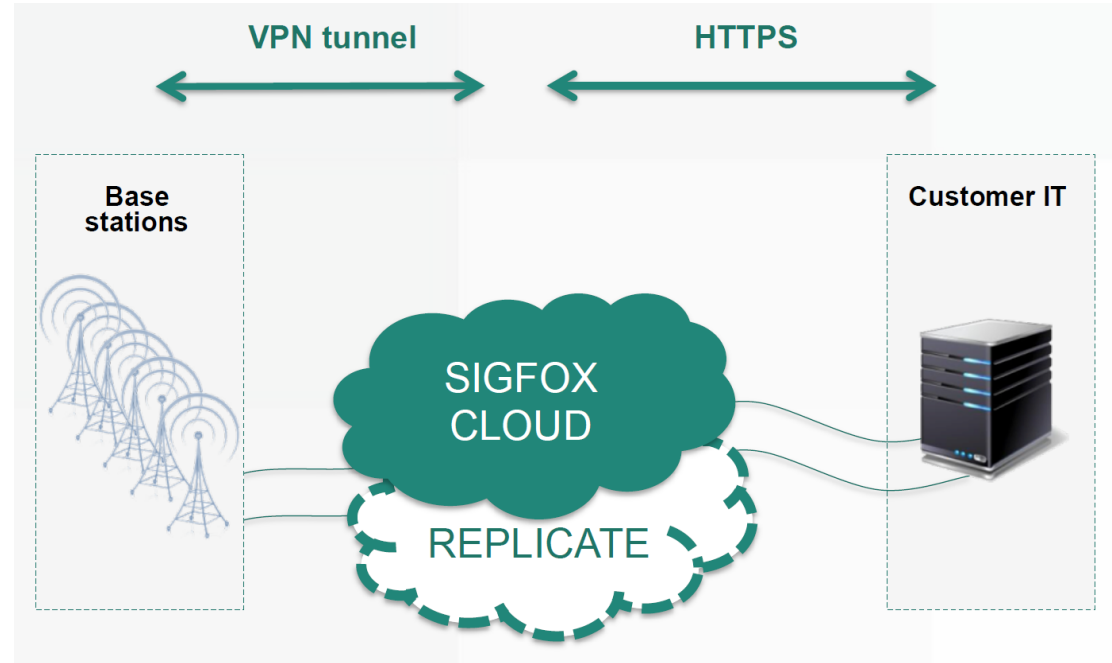
- ✓ I sistemi UNB sono definiti in modo tale che ogni singolo nodo occupa una banda di frequenza estremamente stretta per trasmettere il suo segnale
- ✓ La banda utilizzata è significativamente più piccola della larghezza di banda del canale e di solito si aggira intorno a poche centinaia di Hz
- ✓ Più stretta è l'occupazione dello spettro è più basso risulterà il livello di rumore (circa -154 dBm per 100 Hz)



- ✓ Trasmettendo attraverso un canale UNB è richiesta poca potenza per trasmettere dati su distanze considerevoli
- ✓ I sistemi UNB sono frequentemente utilizzati in comunicazioni one-way come ad esempio tra un sensore (terminale) e una stazione base ma è possibile sfruttarli anche per comunicazioni bidirezionali
- ✓ Il punto più delicato in un sistema UNB è la maggiore sensibilità richiesta ai cristalli RF
- ✓ Se l'offset di frequenza diventa troppo grande, il segnale cadrà fuori dal canale venendo filtrato dai filtri di ricezione

- ✓ L'uso di cristalli ad alta stabilità (come ad esempio TCXO) può aumentare significativamente i costi del dispositivo e i problemi di manutenzione
- ✓ Considerando una trasmissione di 50 mW dal nodo remoto UNB alimentato a batteria (che andrà dunque risparmiata) spetterà alla stazione base (alimentazione fissa) trovare questo segnale stretto tra le RF indesiderate con filtri classici e filtri digitali che controllano la larghezza di banda di trasmissione

- ✓ Sicurezza garantita dal dispositivo al customer IT
- ✓ Ridondanza a livello cloud garantisce un service level agreement (SLA) del 99.99%



- ✓ Ogni messaggio è firmato con una chiave unica associata al dispositivo
- ✓ I messaggi possono essere crittografati o codificati
- ✓ Nessuna chiave viene scambiata in rete
- ✓ Con ogni messaggio, un hash viene calcolato e inviato utilizzando:
 - ID del dispositivo
 - Chiave segreta unica per il dispositivo -> Mai trasmesso OTA
 - Payload
 - Incremento interno

- ✓ Una funzione crittografica di hash è una classe speciale delle funzioni di hash che dispone di alcune proprietà che lo rendono adatto per la crittografia
- ✓ Si tratta di un algoritmo matematico che mappa dei dati di lunghezza arbitraria (messaggio) in una stringa binaria di dimensione fissa chiamata valore di hash
- ✓ Tale funzione di hash è progettata per essere unidirezionale (one-way), ovvero una funzione difficile da invertire
- ✓ L'unico modo per ricreare i dati di input dall'output di una funzione di hash ideale è quello di tentare una ricerca di possibili input per vedere se vi è corrispondenza (procedimento lungo e complicato)

- ✓ Viene utilizzato l'algoritmo di crittografia Advanced Encryption Standard (AES) 128
- ✓ Algoritmo di cifratura a blocchi utilizzato come standard dal governo degli Stati Uniti d'America
- ✓ L'AES sfrutta un blocco di dimensione fissa pari a 128 bit e la chiave può essere di 128 192 o 256 bit
- ✓ Opera utilizzando matrici 4×4 byte chiamate stati

- ✓ Fino a 12 byte (max 140 messaggi al giorno)
 - 6 bytes: coordinate GPS
 - 2 bytes: misura di temperatura (range $-100^{\circ}/+200^{\circ}$, precisione 0.004°)
 - 1 byte: misura di velocità (fino a 255 km/h)
 - 1 byte: misure di stato (giorno/notte, caldo/freddo, on/off ecc.)
 - 0 byte: stato di funzionamento (working, battery ok, ecc.)
 - 0 byte: richieste per operazioni duplex (messaggi per me?)

- ✓ 8 bytes (max 4 messaggi al giorno)
 - Cambia configurazione (operational mode, colore indicatore, ecc.)
 - Modifica scala sensore
 - Modifica frequenza messaggi
 - Richiesta ulteriori informazioni
 - Richiesta firmware upgrade

- ✓ Modulazione -> UNB
- ✓ Throughput -> 100 bps
- ✓ Payload -> 12 bytes
- ✓ Link Adaptation -> No (BPSK)
- ✓ Larghezza di banda-> 100 Hz
- ✓ Duty cycle limitato -> SI
- ✓ Channel Hopping -> SI
- ✓ Bi-direzionale -> 4 messaggi al giorno
- ✓ Durata batteria -> fino a 10 anni
- ✓ Crittografia -> AES-128

SIGFOX | SITE | BASE STATION | **DEVICE** | DEVICE TYPE | USER | GROUP | SIMULATION | BILLING

Device - New

Device information

Identifier (hex1)

Name

PAC

Product certificate

Type

Lat (-90° to +90°)

Lng (-180° to +180°)

Map [Locate on map](#)

Prevent token renewal?

SIGFOX

[SITE](#)
[BASE STATION](#)
[DEVICE](#)
[DEVICE TYPE](#)
[USER](#)
[GROUP](#)
[SIMULATION](#)
[BILLING](#)

Device type - New

Device type information

Name

Description

Keep alive (in minutes)

Contract

If we fail to call one of your callbacks, an email will be sent to the address below so that you can take action to fix the problem.

Alert email

Downlink data

Downlink mode

Expression must either include hexadecimal encoded bytes (ex: **deadbeefcafebabe**) either the following variables: - {time} 4 bytes - {tapId} 4 bytes - {rssi} 2 bytes

Downlink data in hexa

Display type

Type

Callbacks

Type

Channel

Send duplicate

Recipient

Subject syntax: **Subject with device {device}**
Message syntax: **Message containing time {time}, key1 {var1}, key2 {var2}...**
Available variables: **device, time, duplicate, signal, station, data, avgSignal, lat, lng, rssi**

Subject

Message



- ✓ Ottimizzare e anticipare la manutenzione
 - Avvisa quando il cliente ha bisogno di supporto
 - Minori costi operativi
 - Maggiore sicurezza e soddisfazione del cliente



- ✓ Monitoraggio remoto delle caldaie migliora i cicli di manutenzione



✓ Assisted Living Box

- Anziani che beneficiano di servizi in casa
- Monitoraggio dei badanti
- Lettore di badge NFC
- Aumento della qualità del servizio



✓ Defibrillatori

- Garantire che l'attrezzatura sia nel giusto stato per l'utilizzo
- Costi ridotti (installazione semplice)
- Notifiche e supervisione centrale



- ✓ **Parcheggi smart**
 - Monitoraggio dei punti di parcheggio
 - Guida in tempo reale per gli utenti
 - Ottimizzazione del traffico
 - Ottimizzazione dell'applicazione locale



- ✓ **Gestione dei rifiuti**
 - Ottimizza i costi di raccolta
 - Anni di durata della batteria