



L'infrastruttura abilitante alle smart cities

NETWORK SERVER



INTRODUZIONE ALLA RETE LoRa

LoRa™ (acronimo di Long Range) è una tecnica ideata da Semtech che consente comunicazioni a lungo raggio competitive rispetto alle tecnologie odierne. La modulazione è basata sulle tecniche spread-spectrum e sulla variazione frequenziale (chirp) dello spettro, con correzione degli errori FEC.

LoRa™ migliora la sensibilità del ricevitore grazie al fatto che si serve dell'intera banda di canale per trasmettere un segnale in broadcast. Questo aspetto la rende robusta ai rumori e insensibile agli offset frequenziali, tipici dei dispositivi a basso prezzo. Inoltre, a differenza di molti sistemi FSK (Frequency Shift Keying), può demodulare segnali con potenze fino a -19.5 dB.

La modulazione LoRa è il livello fisico (PHY) che può essere implementato su differenti topologie di reti e protocolli come Mesh, Star, 6lowPAN, ecc.

Lo standard LoRaWAN™ definisce l'architettura, i protocolli e le applicazioni della "Low Power Wide Area Network" o LPWAN, cioè reti progettate per gestire sensori con batteria integrata a livello regionale o nazionale.



Il protocollo LoRaWAN™ è ottimizzato per impiegare sensori a ridotto consumo di batteria e include differenti classi di end points, in funzione della durata della batteria o della minimizzazione della latenza di rete. È un protocollo interamente bidirezionale, studiato da esperti della sicurezza per assicurare affidabilità e protezione.



L'architettura LoRaWAN™ è stata progettata anche per localizzare e seguire oggetti mobili per il tracciamento dati, uno dei punti più attuali nelle applicazioni dell'Internet of Things (IoT – internet delle cose). LoRaWAN™ è stato sviluppato per essere adottato dai maggiori operatori di telecomunicazione nazionali. LoRa Alliance™ lo ha standardizzato per assicurare l'interoperabilità tra le varie reti delle diverse nazioni.



La tecnologia LoRa™ può essere utilizzata in reti sia private che pubbliche e garantisce:

- capacità di comunicazione su **distanze di diversi km**;
- **basso consumo** di potenza dei sensori;
- **sicurezza** dei dati.

Una cella può garantire un'**ampia copertura**, potenzialmente persino superiore rispetto a quella di una cella di telefonia mobile, utilizzando una **potenza inferiore**, elemento importante nella realizzazione di servizi di **lunga durata**.

La tecnologia LoRa™ offre la connettività adatta alle **applicazioni IoT asset-based**, che dipendono da comunicazioni long-range a basso consumo ma, nello stesso tempo, richiedono la certezza che la rete sarà supportata per tutta la durata degli asset e dei relativi prodotti.

LoRaWAN™ opera su **uno spettro individuato dall'ETSI**, compreso tra 867 e 869 MHz per applicazioni di metering e per reti di sensori e/o contatori con una potenza massima di 500mW e un duty cycle massimo del 10%.

ELEMENTI DI UNA RETE LoRa

L'architettura LoRaWAN™
prevede 4 ruoli:



END DEVICES

Sensori di campo che raccolgono e trasmettono dati di misura.



GATEWAYS

Apparati di rete che raccolgono i dati dagli ends point.



NETWORK SERVER

Server centralizzato di autenticazione e esposizione dei dati LoRaWAN™.



APPLICATION SERVER

Layer applicativo di raccolta ed elaborazione dei dati.

I gateway o concentratori LoRa™

Sono **ricetrasmittitori multimodem e multicanale**, progettati per essere impiegati in architetture di rete a stella a lungo raggio e utilizzati nei sistemi LoRaWAN™. Possono demodulare più canali simultaneamente oppure segnali multipli sullo stesso canale, per le proprietà della modulazione LoRa™. I gateway usano differenti componenti radiofrequenziali (RF), in modo da garantire **la massima capacità di scambio dei messaggi**.

Esistono diverse versioni di **gateway**, a seconda della capacità richiesta e della loro collocazione (uso domestico o pubblico).

Tra i gateway e il network server centrale si utilizzano delle **connessioni IP standard**, mentre gli end device usano una comunicazione wireless single-hop verso uno o più gateway.

Tutte le comunicazioni da e verso gli end-point sono generalmente bidirezionali.

I sensori in rete hanno la possibilità di comunicare a più gateway. È il network server a stabilire di volta in volta quale gateway è più adatto per rispondere al sensore comunicante. Questo significa alta efficienza di comunicazione e grande adattamento al variare della topologia di rete.

NETWORK SERVER



End point LoRa™

Sono gli elementi base della rete LoRa™, sensori e attuatori che solitamente funzionano a batteria. Possono essere configurati per comunicare con il Gateway LoRa™, usando il protocollo di rete LoRaWAN™.

Network Server

Tutti i pacchetti LoRa raccolti dai gateway della rete di sensori vengono consegnati al server centrale (Network Server).

I dati raccolti ed elaborati (Big Data Analysis) da un Network Server in Cloud potranno essere monitorati tramite piattaforme software o tramite app su dispositivi mobili, consentendo l'analisi dei dati raccolti dai sensori oppure l'estrazione di report e di analisi sul medio-lungo periodo. Sarà possibile migliorare l'efficienza e la gestione delle risorse, grazie ad allarmi specifici, oppure operare la tele-gestione di impianti remoti, tramite attuatori intelligenti.



CARATTERISTICHE TECNICHE DI UNA SOLUZIONE LoRa

Dinamicità di rete

Il **data rate** è la velocità di trasferimento dati: con la modulazione LoRa va da 0.3 kbps a 22 kbps. Per massimizzare sia la durata della batteria degli end devices che l'ammontare della capacità di rete totale, il Network Server LoRaWAN controlla il data rate e la potenza RF di uscita per ognuno degli end devices, con un algoritmo chiamato **ADR (Adaptive Data Rate)**. La funzione ADR è sensibile ai cambiamenti della topologia di rete, per non subire la perdita dei pacchetti.

Oltre all'ADR, in LoRa è **dinamica anche la gestione dei singoli nodi**: il gateway che serve un nodo della rete può mutare in funzione della qualità trasmissiva, della posa di un nuovo concentratore o in relazione all'andamento del duty cycle per ogni singolo concentratore.

Pacchetti trasmessi in LoRa™

La massima lunghezza di un pacchetto trasmesso da un sensore è in funzione del data rate utilizzato e va **da 51 a 256 byte** a seconda della posizione del sensore nella rete. Sul pacchetto può essere abilitato il **CRC con un apposito bit in un registro** e a monte (lato Network Server e gateway) può essere verificata la correttezza dello stesso.

Modulazione LoRa™

Il **modem LoRa** è in grado di filtrare co-canali GSM sopra i 19.5 dB, o in altre parole, può ricevere segnali con una potenza fino a - 19.5 dB. Questa immunità ai disturbi permette la **coesistenza di sistemi** modulati con LoRa e sistemi che si collocano in bande molto occupate.

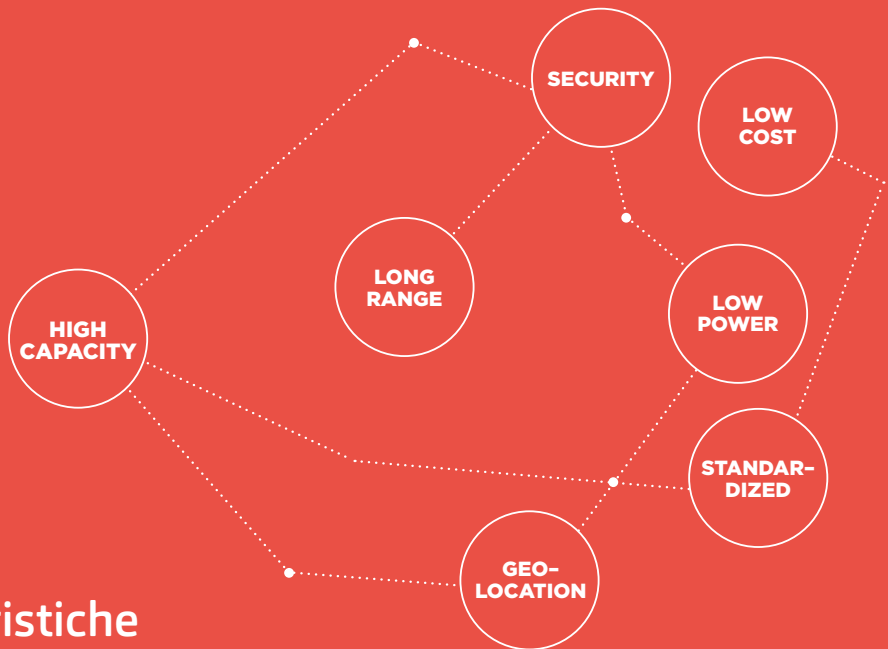
Se lo schema di modulazione di base fallisce, in alcune reti si realizza una comunicazione ibrida con LoRa per estendere il range frequenziale.



BENEFICI DELLA SOLUZIONE LoRa



- **Long Range:** penetra in area urbana con una copertura di 5km e in area extraurbana con una copertura di 10 km
- **Low Power:** le batterie dei sensori possono durare fino a 10 anni, senza necessità di connessione alla rete elettrica.
- **High Capacity:** gestisce milioni di messaggi per ogni stazione di monitoraggio/sensore.
- **Geolocation:** supporta il servizio di geo-localizzazione senza GPS e senza consumi aggiuntivi di batteria.
- **Standardized:** assicura interoperabilità tra applicazioni, Provider di servizi IoT e Provider di servizi di Telecomunicazioni.
- **Security:** garantisce privacy e protezione dei dati attraverso un sistema di criptazione (Embedded end-to-end AES-128 encryption).
- **Low Cost:** l'infrastruttura e i nodi hanno bassi costi di manutenzione e di consumo energetico.



Caratteristiche dei dispositivi LoRa™

La potenza di uscita in seguito a matching e filtraggio d'antenna in Europa è di 14 dBm +/- 0.5 dB, nel rispetto delle limitazioni ETSI sulla massima potenza di uscita. Per quanto riguarda la banda, invece, LoRaWAN™ usa di default la 125kHz. Cambiando BW, SF (Spreading Factor) e CR (Coding Rate) muta il raggio di azione della rete e il tempo di permanenza in aria.

Si realizza così un compromesso tra durata della batteria e raggio di copertura.



La **LoRaAlliance™** è un'associazione no-profit per il supporto, lo sviluppo e la standardizzazione del protocollo di comunicazione LoRaWAN™. Aziende da ogni parte del mondo condividono conoscenze ed esperienze, contribuendo alla diffusione e al successo del protocollo LoRa. L'obiettivo è offrire servizi IoT ad aziende e consumatori in tutto il mondo sotto un'unica rete di comunicazione.

A2A Smart City Contributor Member di LoRa Alliance

A2A Smart City è membro della LoRa Alliance™ dal Dicembre 2015: a livello europeo può creare realtà LoRaWAN™ in accordo con altri membri dell'organizzazione.

A2A Smart City propone l'utilizzo di una rete LoRaWAN™ allineata allo standard 1.0.2, ultima release disponibile in esclusiva ai soli Membri della LoRa Alliance™, già presente in Lombardia e che nel futuro dovrebbe estendersi in altre realtà nazionali.

Lo status di membro "contributor" della LoRa Alliance™ ci permette di offrire il servizio di trasporto delle informazioni tramite protocollo LoRaWAN™ anche a operatori terzi, pubblici o privati.



NETWORK SERVER PATAVINA NETSUITE

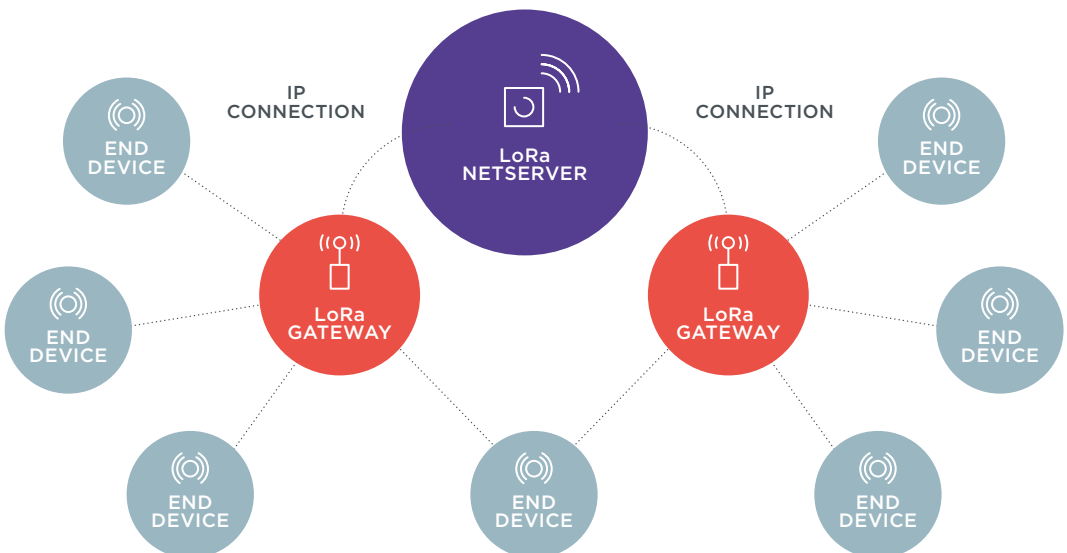
La soluzione di A2ASmartCity

Il Network Server è l'elemento centrale, il cuore di una rete LoRa™ a cui si collegano tutti i gateway della rete, trasferendo le informazioni raccolte dagli end-nodes.

Riceve e memorizza le informazioni, eliminando pacchetti indesiderati o duplicati.

Il Network Server è l'interfaccia con cui la rete LoRa comunica con il mondo, supportando i vari protocolli di comunicazione. Trasferendo intelligenza e complessità sul Network Server si semplifica il deploy della rete semplificando la scalabilità.

Il network **Patavina Netsuite** (ptNetSuite), sviluppato da **Patavina Technologies S.r.l.**, società del Gruppo A2A, vanta molti anni di esperienza nel campo dello sviluppo e dei test sul campo.



Network Server Patavina Netsuite caratteristiche



FLESSIBILITÀ

Vengono supportati **diversi servizi eterogenei abilitati dalla rete LoRa**, creando soluzioni personalizzate alle esigenze del cliente.



FUNZIONALITÀ

Sono supportate tutte le funzionalità compatibili con la tecnologia LoRa, come **“joining”**, autenticazione e autorizzazione di **nuovi end-nodes**, **“automatic rate adaptation”**, **frequenza dinamica**, **negoiazione dei parametri** e così via. È garantito l'accesso ai dati tramite **DB queries**, **REST-BASED web services**, **MQTT-based services**, garantendo interoperabilità con tutti i sistemi e sicurezza dei dati.



AFFIDABILITÀ

L'architettura modulare garantisce una **soluzione affidabile e flessibile a tutti i livelli**.



USABILITÀ

È garantita attraverso il **protocollo MQTT**, che offre uno standard ben definito e facile da usare, capace di interagire con molteplici piattaforme, anche quelle progettate su misura dall'utente.



EFFICIENZA

Un altro driver principale di questa soluzione. Il modello Publisher/Subscriber (push model), garantito da MQTT, offre vantaggi in termini di sicurezza, responsività e scalabilità verso altre soluzioni. La struttura, affidabile ed efficiente in tutte le sue componenti, garantisce una grande quantità di risorse disponibili e un notevole risparmio di energia dei nodi periferici.



MANUTENIBILITÀ

Risulta **semplificata**, grazie alla natura modulare che garantisce **facilità di analisi** e rapida risoluzione dei problemi.



PORTABILITÀ

Diversi elementi dell'architettura possono essere distribuiti in differenti locazioni o dispositivi o essere caricati su **hardware differenti**. L'intera piattaforma (a eccezione di gateway e sensori) può essere inserita in **cloud**.

Vantaggi della struttura Multi-tenant

Nell'approccio **Mono-tenant** l'accreditamento di end-node e gateway viene svolto da un **unico amministratore** dell'authorization server e tutti i client MQTT possono vedere tutti i nodi della rete, a meno che non vengano inserite delle opportune ACL per applicazione LoRa (appeui) e/o per codice univoco del dispositivo (deveui). Tutti i gateway della rete sono a disposizione di un qualunque client della rete, l'amministratore ha visibilità di tutti i nodi di tutta la rete. L'utilizzo del mono-tenant può essere implementato nel caso in cui un cliente voglia gestirsi una propria rete privata (Struttura "on premise").

Network Server Patavina Netsuite: approccio Multi-tenant

L'accreditamento di un end-node o di un gateway può essere eseguito da un qualunque client MQTT standard ed esistono **uno o più amministratori** dell'authorization server che possono abilitare e disabilitare le funzionalità dei client standard.

Ogni cliente MQTT può:

- vedere tutti i nodi all'interno della sua utenza, più i nodi che possono essere condivisi con lui;
- condividere i suoi nodi con qualche altro utente della rete;
- tenere i suoi gateway privati, ovvero impe-

- dire a sensori accreditati sulla rete e visibili solo da quei gateway, di essere visualizzati da un altro client della rete;
- condividere i suoi gateway privati con un altro utente della rete;
- mettere i suoi gateway a servizio della rete pubblica di A2A con un profilo "public";
- servirsi dei gateway "public" della rete per trasmettere pacchetti dai propri nodi.

UNA GESTIONE MULTI-TENANT

La suite offre una gestione multi-tenant, che viene condivisa da più utilizzatori, ciascuno in grado di gestire autonomamente i propri dispositivi LoRa™ (end-points e gateway).

Attraverso credenziali specifiche per ogni utilizzatore, è possibile accedere alla Web Interface della suite per aggiungere, modificare o rimuovere dispositivi e gateway. In aggiunta alla Web Interface, per garantire l'integrazione con software di terze parti, ptNetSuite dispone di diverse API di interfacciamento. Trattandosi di una piattaforma multi-tenant, esiste la possibilità di condividere i propri dispositivi (quindi le risorse offerte dai device) con altri utenti.

L'interfacciamento ai dati (ricezione e invio dei messaggi) avviene principalmente attraverso il protocollo MQTT. In aggiunta, per alcune risorse, è possibile utilizzare anche API di tipo REST. La ptNetSuite (secondo il modello OSI) implementa un livello 2, quindi per la parte applicativa viene lasciata completa libertà all'utente. Sicurezza e riservatezza dei dati sono curati al massimo livello.



Caratteristiche Network Server A2A SMARTCITY

- Basato su sistema Linux Compatibile con LoRaWAN 1.0.X
- Gestione autonoma dei device parte di ogni utente mediante Web Interface
- Gestione degli utenti mediante profili di utilizzo (riservata all'utente admin)
- Possibilità di avere gateway pubblici e privati
- Monitoraggio delle statistiche di pacchetto (es. sequence number, time dell'ultimo uplink, lista dei gateway che hanno rilevato il sensore)
- Software fornito con servizio cloud oppure on-premises licenziato
- Sicurezza e riservatezza dei dati
- Possibilità di inviare comandi LoRaMacTM anche direttamente dalla web inter-face.

Soluzione Multicast



Sul Network Server è stata implementata una logica Multicast per minimizzare l'occupazione in etere e inviare contemporaneamente un unico messaggio a più end-nodes.

Con il termine multicast, si indica la distribuzione simultanea di informazione verso un gruppo di destinatari, cioè la possibilità di trasmettere la medesima informazione a più dispositivi finali, senza la necessità di duplicare per ciascuno di essi l'informazione da diffondere.

Questa funzionalità non è standardizzata dalla LoRa Alliance, è stata introdotta da noi "from sketch", padroneggiando la rete end to end.

Gestione oculata dei downlink dei gateway e salvaguardia della stabilità di rete

La gestione oculata dei downlink dei gateway conserva il duty cycle e garantisce sempre la migliore copertura, con una gestione su base temporale per utente e per end node, sia per JOIN ACCEPTED che per ACK in caso di messaggi CONFIRMED.

Quando gli end node effettuano la prima trasmissione LoRa, per entrare a far parte della rete mandano una JOIN REQUEST (in caso di autenticazione OTA). Il network server, dopo opportune verifiche, manda in downlink all'end node la risposta di JOIN ACCEPTED, attraverso il miglior gateway. Analogamente,

quando un end node vuole una conferma di ricezione del messaggio che ha trasmesso, il miglior gateway impiega parte del tempo a disposizione in aria per trasmettergli l'ACK di conferma.

Con questa gestione si salvaguarda la stabilità della rete, evitando condizioni di stallo dovute a saturazione dei gateway per cause dovute agli end node.

Ogni utente ha la possibilità di ottenere gli ultimi messaggi LoRaWAN in un arco temporale prestabilito per utenza. In caso di problemi di connettività a livello di broker MQTT è possibile, tramite un API REST, ottenere in sequenza tutti i messaggi da e verso i propri nodi in un arco temporale definito.

Frequenze d'uso

Il nostro network server è abilitante di reti LoRaWAN in tutta Europa in quanto compatibile con le normative nella banda 868 MHz, così come gli standard americani nella banda 915 MHz. Inoltre supporta la banda 923 MHz normata e standardizzata a Singapore.

Recupero dei dati in caso di mancata connessione

Ogni utente ha la possibilità di ottenere gli ultimi messaggi LoRaWAN in un arco temporale prestabilito per utenza. In caso di problemi di connettività a livello di broker MQTT è possibile, tramite un API REST, ottenere in sequenza tutti i messaggi da e verso i propri nodi in un arco temporale definito.



Funzionalità FOTA

Grazie alla **tecnologia FOTA** (Firmware Over-the-Air), è possibile aggiornare i propri end nodes senza l'accesso diretto al dispositivo, trasmettendo le informazioni in modalità wireless attraverso la tecnologia LoRaWAN. Questo rende l'update rapido, conveniente, sicuro ed economico.

Vantaggi dell'update FOTA



Velocità

FOTA consente la possibilità di spedire i byte necessari all'update in multicast a più dispositivi, riducendo il tempo necessario di update se dovesse essere fatto localmente per singolo dispositivo.



Convenienza

Con l'update FOTA è semplice aggiungere funzionalità, correggere errori e aggiornare i dispositivi dislocati sul territorio.



Sicurezza

Gli aggiornamenti sono distribuiti attraverso LoRaWAN™ che offre crittografia AES 128 bit a livello 2 e la possibilità di acknowledgment per evitare la perdita di informazioni.



Costi ridotti

Non è richiesto l'intervento di tecnici sul campo, il che rende la soluzione meno costosa senza dispiego di risorse umane aziendali o di terzi.



Statistiche di rete: KPI, duty cycle per gateway, RTT per gateway

Su ciascuno dei nostri gateway il **protocollo MQTT è embedded**. Ognuno di essi manda quindi statistiche relative al suo funzionamento, tra cui il round trip time (RTT), l'occupazione attuale della banda (duty cycle), statistiche pacchetti ricevuti e inviati con CRC valido e non valido.

In caso di problemi di comunicazione o trasmissione di informazioni, c'è una **puntuale segnalazione** con alert per:

- mancata comunicazione con il modulo SX1301;
- tempo di trasmissione superato;
- messaggio droppato;
- disconnessione di livello IP tra gateway e netserver.

Collegamento tra Network Server e server applicativi

A2A Smart City si pone sul mercato come provider di rete e come fornitore di trasporto su rete LoRa™, demandando quindi la configurazione del firmware degli end-nodes e la parte applicativa sopra il Network Server a chi desidera gestire un processo o un'applicazione LoRa.

A2A Smart City offre la propria infrastruttura di rete con i gateway sul territorio controllati dal network server centralizzato.

La configurazione del firmware degli end-nodes e l'applicazione front-end (sopra al network server) è lasciata al cliente terzo, che deve rispettare il protocollo 1.0.2 LORAWAN della LoRaAlliance™ per i nodi e che, lato applicativo, per interfacciarsi e recuperare i dati dal Network Server ha due possibilità di accesso:

- **Connettore MQTT** che si collega al Network Server, scarica i pacchetti, li memorizza e li visualizza su server/applicazione dei clienti;
- **REST API** per svolgere alcune attività senza l'instaurazione di una connessione MQTT, come per esempio inviare un downlink, analizzare le code in essere, aggiungere/cancellare sensori.

Tutti i messaggi del protocollo MQTT sono in formato JSON, un formato di scambio di dati Javascript, composto da campi senza una struttura predefinita, molto leggero e che garantisce alta responsività.





Compatibilità Network Server/Gateway

Il Network server ed il Packet Forwarder sono “compliant” con i seguenti prodotti Hardware:

- Raspberry PI + gateway ISMT
- Multitech + gateway ISMT
- Kerlink wirgrid
- Kerlink Femtocell
- Kerlink iBTS
- Multitech Conduit m-Linux version
- Multitech Conduit Access Point
- Gateway Microchip Evaluation KIT + Raspberry PI
- Arduino YUN + Gateway Shield- Arduino
- TIAN + Gateway Shield- CISCO LoRaWAN
- Gateway IoT

Lo sviluppo sostenibile delle aree urbane oggi richiede nuove tecnologie, nuovi servizi, soluzioni efficienti e tecnologicamente avanzate ma soprattutto un approccio integrato. Le risorse disponibili devono essere utilizzate "in rete", per migliorare l'efficienza economica e lo sviluppo sociale, culturale e urbano.

A2A Smart City sviluppa e gestisce le infrastrutture tecnologiche abilitanti per servizi digitali integrati e connessi in rete.



info@a2asmartcity.io

a2asmartcity.io
lineacom.it

