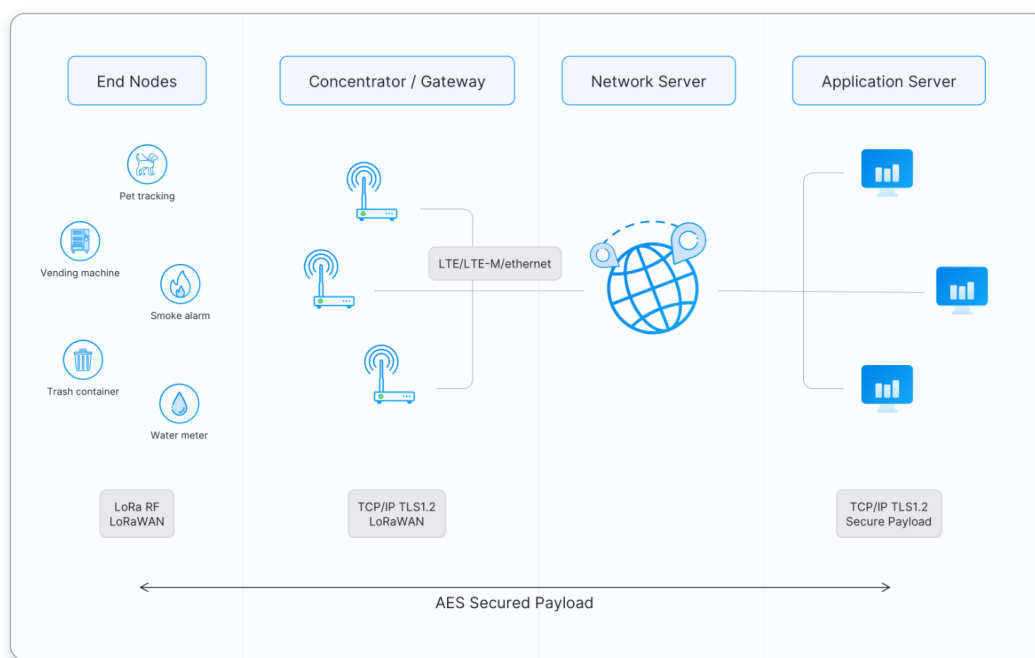


## SETUP SISTEMA DI MONITORAGGIO LoRaWAN.

Le reti LoRaWAN sono implementate in una topologia **stella-di-stelle** .

Una tipica rete LoRaWAN è composta dai seguenti elementi:

- **Dispositivi finali** : sensori o attuatori inviano messaggi wireless modulati LoRa ai gateway o ricevono messaggi in modalità wireless dai gateway. .
- **Gateway** : ricevono messaggi dai dispositivi finali e li inoltrano al server di rete.
- **Server di rete** : un software in esecuzione su un server che gestisce l'intera rete.
- **Server delle applicazioni** : un componente software in esecuzione su un server responsabile dell'elaborazione sicura dei dati delle applicazioni.
- **Join Server** - un pezzo di software in esecuzione su un server che elabora i messaggi di richiesta di join inviati dai dispositivi finali (il Join Server non è mostrato nella figura sopra).



I dispositivi finali comunicano con i gateway vicini e ciascun gateway è connesso al server di rete. Le reti LoRaWAN utilizzano un protocollo basato su ALOHA, quindi i dispositivi finali non hanno bisogno di eseguire il peering con gateway specifici. I messaggi inviati dai dispositivi finali viaggiano attraverso tutti i gateway nel raggio d'azione. Questi messaggi vengono ricevuti dal server di rete. Se il server di rete ha ricevuto più copie dello stesso messaggio, conserva una singola copia del messaggio e scarta le altre. Questa operazione è nota come deduplicazione dei messaggi.

Esaminiamo nel dettaglio ogni elemento della rete LoRaWAN.

## Dispositivi finali

Un dispositivo finale LoRaWAN può essere un sensore, un attuatore o entrambi. Spesso funzionano a batteria. Questi dispositivi finali sono collegati in modalità wireless alla rete LoRaWAN tramite gateway che utilizzano la modulazione RF LoRa. La figura seguente mostra un dispositivo finale costituito da sensori come temperatura, umidità e rilevamento cadute.



*Figura: Dispositivo finale LoRaWAN - The Things Industries Generic Node Sensor Edition*

## Tipi di gateway LoRaWAN

I gateway LoRaWAN possono essere classificati in gateway interni (picocell) ed esterni (macrocell). I gateway per interni sono convenienti e adatti a fornire copertura in luoghi come luoghi interni profondi (spazi coperti da più pareti), scantinati ed edifici a più piani. Questi gateway sono dotati di antenne interne o di antenne esterne "a spirale". Tuttavia, a seconda dell'ambiente fisico interno, alcuni gateway interni possono ricevere messaggi da sensori situati a diversi chilometri di distanza.

I gateway esterni forniscono una copertura maggiore rispetto ai gateway interni. Sono adatti per fornire copertura sia nelle aree rurali che urbane. . Questi gateway possono essere montati su torri cellulari, tetti di edifici molto alti, tubi metallici (pali) ecc. Di solito un gateway esterno ha un'antenna esterna (ad esempio un'antenna in fibra di vetro) collegata tramite un cavo coassiale. Se sei bravo ad hackerare prodotti elettronici, puoi convertire alcuni gateway interni in gateway esterni utilizzando involucri resistenti all'acqua/polvere e aggiungendo antenne esterne.

La figura seguente mostra un gateway esterno LoRaWAN. Dispone di connettori per il collegamento di antenne LoRaWAN, 3G/4G e GPS esterne.



*Figura: Tektelic Enterprise Outdoor Gateway*

Di solito, la sensibilità del ricevitore di un gateway esterno è superiore alla sensibilità del ricevitore di un gateway interno.

### **Server di rete**

Il server di rete gestisce gateway, dispositivi finali, applicazioni e utenti nell'intera rete LoRaWAN.

Un tipico server di rete LoRaWAN ha le seguenti funzionalità.

- Stabilire connessioni AES sicure a 128 bit per il trasporto di messaggi tra i dispositivi finali e il server delle applicazioni (sicurezza end-to-end).
- Convalidare l'autenticità dei dispositivi finali e l'integrità dei messaggi.
- Deduplicazione dei messaggi di uplink.
- Selezione del gateway migliore per l'instradamento dei messaggi di downlink.
- Invio di comandi ADR per ottimizzare la velocità dati dei dispositivi.
- Controllo dell'indirizzo del dispositivo.
- Fornire conferme di messaggi di dati di uplink confermati.
- Inoltro dei payload dell'applicazione uplink ai server delle applicazioni appropriati
- Instradamento dei payload dell'applicazione uplink al server delle applicazioni appropriato.

- Inoltro di messaggi di richiesta di partecipazione e di accettazione di partecipazione tra i dispositivi e il server di partecipazione
- Rispondere a tutti i comandi del livello MAC.

## Server dell'applicazione

L'Application Server elabora i messaggi di dati specifici dell'applicazione ricevuti dai dispositivi finali. Genera inoltre tutti i payload di downlink a livello di applicazione e li invia ai dispositivi finali collegati tramite il server di rete. Una rete LoRaWAN può avere più di un server applicazioni. I dati raccolti possono essere interpretati applicando tecniche come il machine learning e l'intelligenza artificiale per risolvere problemi aziendali.

## Unisciti al server

Il Join Server assiste nell'attivazione sicura del dispositivo, nell'archiviazione della chiave root e nella generazione della chiave di sessione. La procedura di unione viene avviata dal dispositivo finale inviando il messaggio di richiesta di unione al server di unione tramite il server di rete. Il server di join elabora il messaggio di richiesta di join, genera chiavi di sessione e trasferisce NwkSKey e AppSKey rispettivamente al server di rete e al server delle applicazioni. Il Join Server è stato introdotto per la prima volta con LoRaWAN v1.1. È disponibile anche in LoRaWAN v1.0.4.