

Beacon südtirol - Alto Adige

FESR-2023

CUP: B31H17000060001

D5.5

Report delle attività relativa alla WSN network

Autori

Patrick Ohnewein (NOI Techpark)
Roberto Monsorno (EURAC Research)
Stefano Seppi (NOI Techpark)
Stefano Tondini (EURAC Research)

Indice

Indice	2
I nostri clienti sono il nostro miglior audit.	2
Semplice per chi la usa, sofisticata nella realizzazione.	3
Funziona. E gli utenti la vogliono.	3
Il futuro: gamification e ottimizzazione.	3
I beacon, l'antipasto dell'IoT.	4
Contatti	4

1 - Introduzione

Nel corso del WP5 - Wireless Sensor Network è stata avviata una collaborazione con Eurac Research per realizzare al NOI Techpark una rete IoT basata interamente su tecnologie aperte e liberamente accessibile per tutti coloro intendano sperimentare i propri sensori o servizi IoT innovativi. La rete che è stata realizzata nel corso del progetto è basata su tecnologia LoRaWAN, una tecnologia che consente trasmissioni a lungo raggio e basso consumo energetico.

La realizzazione della rete IoT al NOI Techpark è stata suddivisa in due fasi per consentire allo stesso tempo sia il corretto dimensionamento della rete, che la copertura dell'intero areale. In una prima fase, svoltasi nel corso dell'autunno 2018, è stato predisposto un primo prototipo di rete LoRaWAN da mettere a disposizione dei partecipanti dell'evento Vertical Innovation Hackathon 2018. In tale fase sono state messe in atto le seguenti attività:

1. predisposizione di una prima versione degli end-nodes
2. messa a disposizione di set di sensori e attuatori;
3. predisposizione di un primo prototipo ed installazione di prova di LoRaWAN Gateway e Network Server;
4. implementazione della prima versione del sistema informatico di back-end, del database e delle API per richiedere i dati e registrare nuovi sensori;
5. predisposizione del repository per il codice di esempio e sviluppo;
6. analisi dei risultati della prima sperimentazione avvenuta durante il Vertical Innovation Hackathon del 2018 e definizione delle modifiche da apportare per portare la rete sperimentale in produzione.

Sulla base dei risultati della prima fase si è avviata la seconda fase con l'obiettivo di estendere la rete IoT a tutto l'areale del NOI Techpark. In tale fase sono state eseguite le seguenti attività:

1. configurazione e installazione dei Gateways negli edifici A1, A2, D1;
2. estensione funzionalità del sistema informatico back-end e database;
3. sviluppo interfaccia web per l'autenticazione autonoma di nuovi nodi sensore e per la loro gestione;
4. supporto e hosting del server per l'intera durata del progetto.

Nei prossimi capitoli vengono riportati maggiori dettagli in merito alle soluzioni tecnologiche che sono state utilizzate per lo sviluppo della rete IoT al NOI Techpark.

2 - End-nodes, sensori ed attuatori

Al fine di semplificare il più possibile l'approccio con la rete IoT del NOI Techpark e la tecnologia LoRaWAN sono state predisposte due differenti piattaforme di prototipazione basate su microcontrollore, precisamente Pycom e Arduino (vedi Figura 1). In questo modo agli utenti che intendono utilizzare la rete, tra i quali troviamo ad esempio i partecipanti degli Hackathon organizzati al NOI, viene data la possibilità di sviluppare le proprie applicazioni prototipali su piattaforme disponibili in commercio ed utilizzando il linguaggio di programmazione a loro più congeniale tra Python e C.

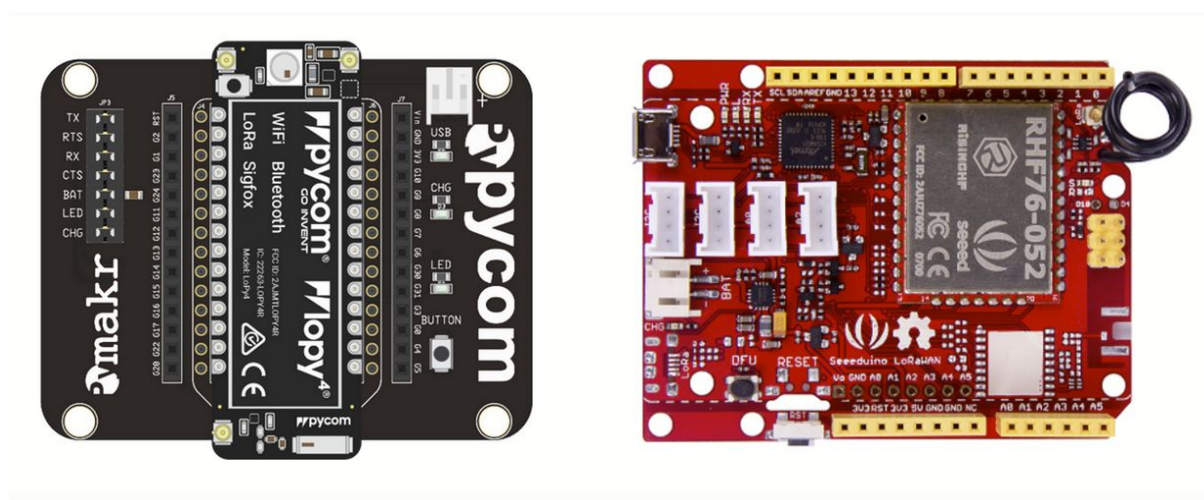


Figura 1: microcontrollori testati e messi a disposizione dal progetto.

In particolare per i kit (vedi Figura 2) che vengono messi a disposizione dal progetto vengono utilizzate le seguenti board:

- Pycom LoPy4 (la documentazione tecnica è disponibile al seguente link: docs.pycom.io/gettingstarted/connection/lopy4/)
- Arduino Seeed Studio (la documentazione tecnica è disponibile al seguente link: wiki.seeedstudio.com/Seeedstudio_v4.2/).

Qui di seguito, in Figura 2, viene riportata anche una foto di uno dei nodi che gli sviluppatori possono richiedere ed utilizzare per effettuare i primi test e sviluppare un primo prototipo del loro sensore/servizio IoT.



Figura 2: nodo della rete IoT.

Oltre ai singoli nodi, nell'ambito del progetto Beacon Südtirol - Alto Adige, sono state acquistati anche degli starter kit multisensore che possono essere utilizzati insieme ai nodi sopra descritti per sviluppare un primo prototipo del loro sensore/servizio IoT. I kit che sono stati prescelti sono:

- LattePanda starter sensor kit (la descrizione è disponibile al seguente link: www.lattepanda.com/products/6.html);



Figura 3: LattePanda starter sensor kit.

- ELEGOO sensor modules Kit V2.0 (la descrizione è disponibile al link: elegoo.com/product/elegoo-upgraded-37-in-1-sensor-modules-kit-v2-0).



Figura 4: ELEGOO sensor modules kit version 2.0.

3 - LoRaWAN Gateway e Network Server

Al fine di testare la tecnologia LoRaWAN e comprendere meglio quali siano le sue potenzialità NOI Techpark ha deciso di acquistare un LoRaWAN DRAGINO¹ developer kit. In Figura 5 viene riportata una foto del gateway DRAGINO compreso nel developer kit.



Figura 5: DRAGINO LoRaWAN gateway

In base alle analisi ed ai test preliminari effettuati utilizzando il developer kit NOI Techpark, con il supporto di Eurac Research, ha sviluppato nuovi gateway LoRaWAN interamente basati su tecnologie aperte. La soluzione implementata viene descritta nei seguenti paragrafi.

3.1 - LoRaWAN@NOI Gateway e Network Server

I gateway utilizzati per dare connettività LoRaWAN sono stati sviluppati sulla piattaforma Raspberry Pi mod. 3b, munita di expansion shield Rising HF. Tale configurazione permette di ottenere un gateway a 10 canali (8 x Multi-SF + 1 x Standard LoRa + 1 x FSK) centrato sulle frequenze 868 MHz della banda ISM.

¹ <https://www.dragino.com/products/lora/item/120-lora-iot-kit.html>



Figura 6: LoRaWAN gateway.

I gateways disposti al NOI Techpark sono stati autenticati su un'istanza LoRaServer appositamente creata in modo tale da garantire la possibilità di gestione e archiviazione dei pacchetti di informazione trasmessi attraverso la rete. Ciò ha reso possibile anche l'analisi del traffico dati. Come esempio vengono riportati in Figura 7 i dati raccolti durante l'evento Vertical Innovation Hackathon 2018.

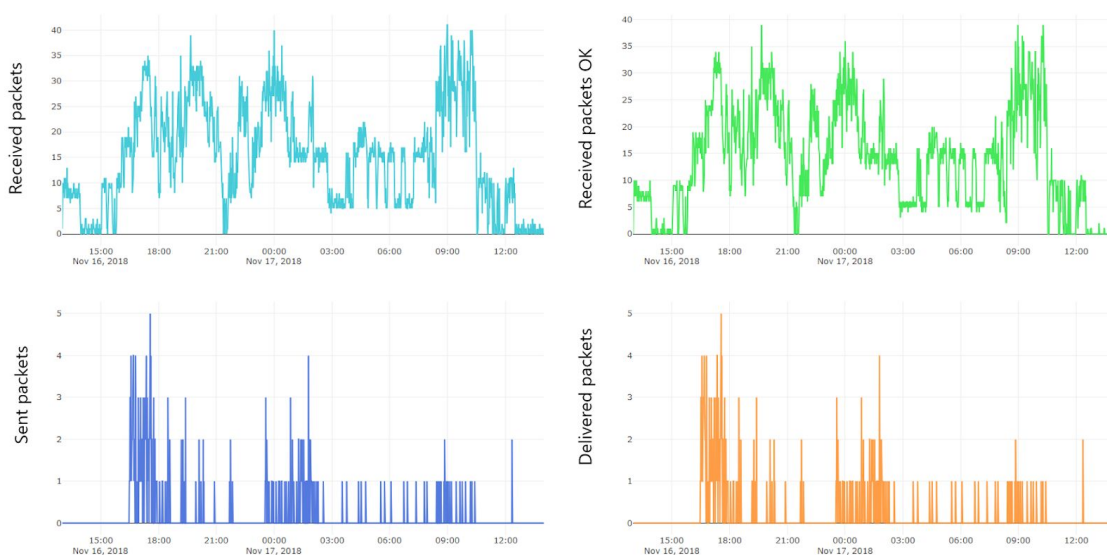


Figura 7: traffico dati sul LoRaServer durante il Vertical Innovation Hackathon 2018.

4 - Back-end, Database ed API

Per quanto riguarda il sistema informatico di back-end, che consente di gestire sia i sensori (es. inserimento di nuovi sensori, monitoring dei sensori, etc.) che i dati che vengono raccolti, sono state sviluppate due versioni. Una prima versione prototipale che è stata testata nel corso del Vertical Innovation Hackathon del 2018 e successivamente, sulla base dei feedback raccolti, una versione di produzione.

4.1 Versione 1.0

L'architettura della prima versione del sistema informatico back-end che è stato realizzato per il Vertical Innovation Hackathon 2018 viene illustrata in Figura 8.

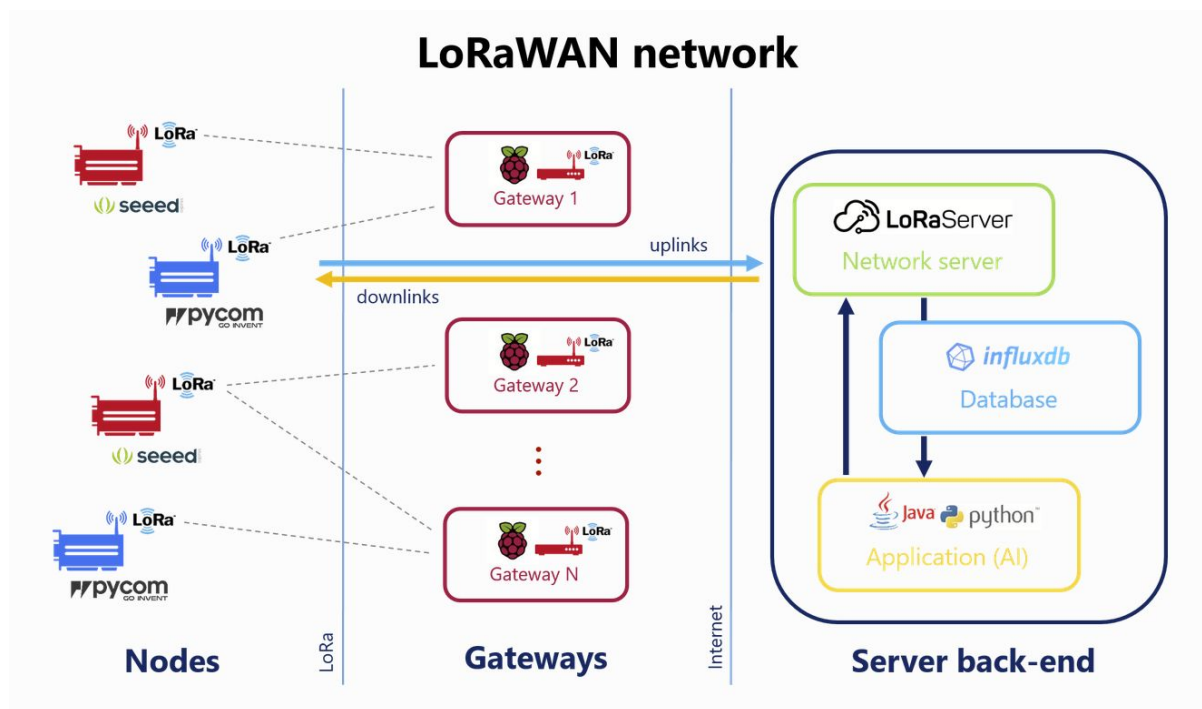


Figura 8: Architettura di sistema della versione 1.0 del back-end.

Tutti i pacchetti che sono ricevuti dai gateways LoRaWAN (uplinks) sono instradati verso un database InfluxBD. I dati raccolti nel database possono essere consumati attraverso l'API del database stesso. Inoltre, è possibile utilizzare l'API di LoRaServer per mandare pacchetti di informazione verso gli end-nodes (downlinks). Per far ciò sono stati rilasciati sui repository di progetto due script di esempio (un scritto in Python ed uno in Java) per realizzare un web-server che interroga il database and manda i dowlink verso gli end-nodes attraverso la LoRaServer API.

In questo modo il processo di inserimento dei dati all'interno del database è il seguente:

1. il Nodo raccoglie il dato dal sensore e lo invia al Gateway via rete LoRaWAN;
2. il GateWay riceve il dato dal sensore e lo inoltra al LoRaServer via internet;
3. il LoRaServer salva il dato all'interno dell'InfluxDB.

Al fine di consentire la scrittura e l'accesso al dato solo a persone autorizzate ogni pacchetto inviato dovrà contenere anche le credenziali corrette (device address, application session key e network session key) che dovranno essere utilizzate anche per richiedere i dati dall'InfluxDB via API.

4.2 Versione 2.0

Sulla base dei risultati raccolti durante la prima fase di sperimentazione, soprattutto grazie all'evento Vertical Innovation Hackathon del 2018 è stata sviluppata una seconda versione dell'intero backend. La seconda versione dell'architettura della rete LoRaWAN viene illustrata in Figura 9.

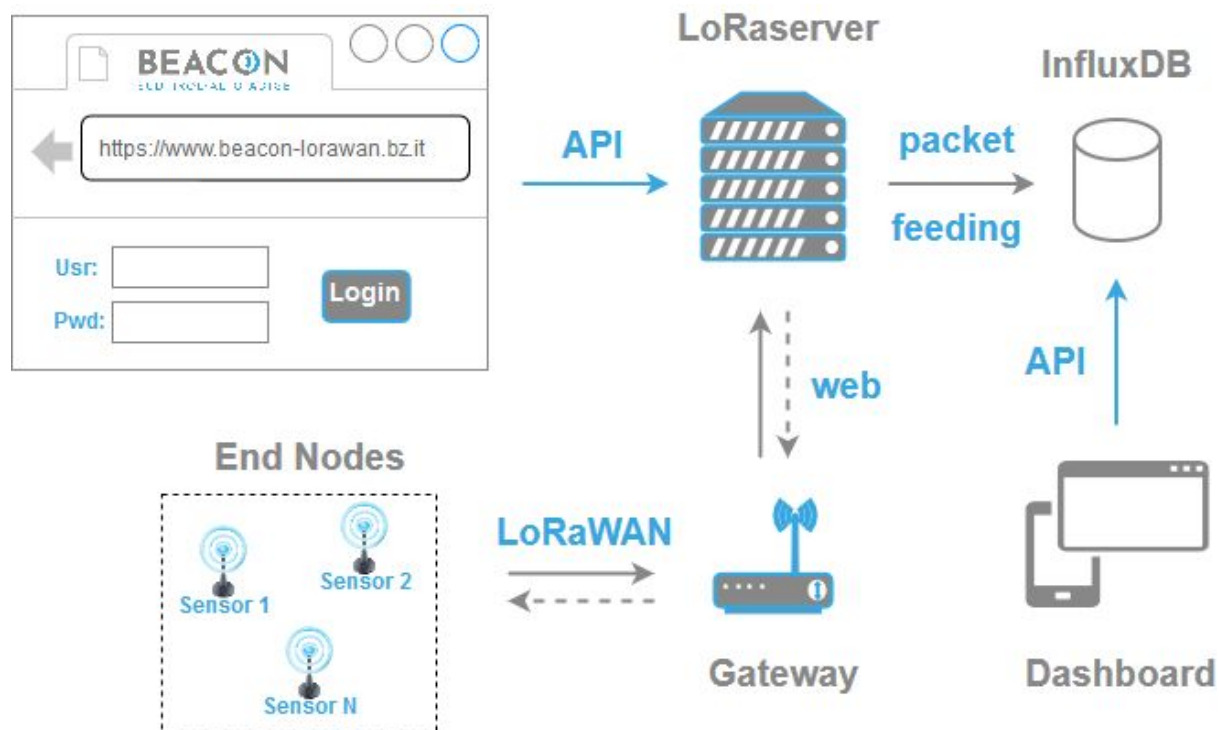


Figura 9: Architettura di sistema della versione 2.0 del back-end.

I componenti dell'intera infrastruttura sono:

- il **LoRaServer**, che implementa tutte le funzionalità di network manager;
- l'**InfluxDB**, che è integrato con il LoRaServer, e funge da storage dei dati trasmessi sulla rete;

- il **portale di amministrazione**, appositamente creato per la gestione degli utenti e degli end-nodes. Tramite il portale infatti un utente può generare nuove credenziali ed associare nuovi nodi alla rete;
- delle **API tra portale di amministrazione e LoRaserver** per la gestione delle autorizzazioni dei singoli nodi presenti sulla rete;
- delle **data API** che, utilizzando le credenziali fornite dal portale di amministrazione (device address, application session key e network session key) consentono agli sviluppatori di richiedere i dati salvati all'interno dell'InfluxDB;
- i **Gateway** che raccolgono i dati dai nodi via LoRaWAN e li inoltrano al LoRaserver via internet;
- i **nodi** che si occupano di raccogliere i dati dai sensori ed inviarli ai gateway via LoRaWAN.

5 - Il portale di amministrazione

Il portale di amministrazione non è altro che una applicazione web per l'autenticazione e la gestione autonoma degli end-nodes da parte degli utenti della rete LoRaWAN@NOI. L'applicazione è disponibile al seguente indirizzo:

lorawan.beacon.bz.it.

Il portale di amministrazione consiste in una Java web application basata su Apache Tomcat. La Home del portale, che viene riportata in Figura 10, consente di:

- avere accesso ad informazioni generali ed alla documentazione tecnica;
- effettuare il login alla piattaforma per gestire i nodi ed i dati raccolti;
- registrarsi al portale per accedere all'area riservata di gestione dei nodi.



Figura 10: Home del portale LoRaWAN@NOI.

Una volta effettuato l'accesso al portale si entra nella sezione di gestione dei nodi, riportata in Figura 11, che consente di:

- visualizzare le informazioni di base (es. EUI, last seen, etc.) di ciascun nodo;
- aggiungere una nuova applicazione;
- aggiungere nuovi nodi;
- gestire i nodi esistenti (es. cancellarli, riattivarli, etc.);
- accedere alla sezione per l'estrazione dei dati raccolti dai nodi dal database;
- accedere alla sezione di gestione del proprio account;

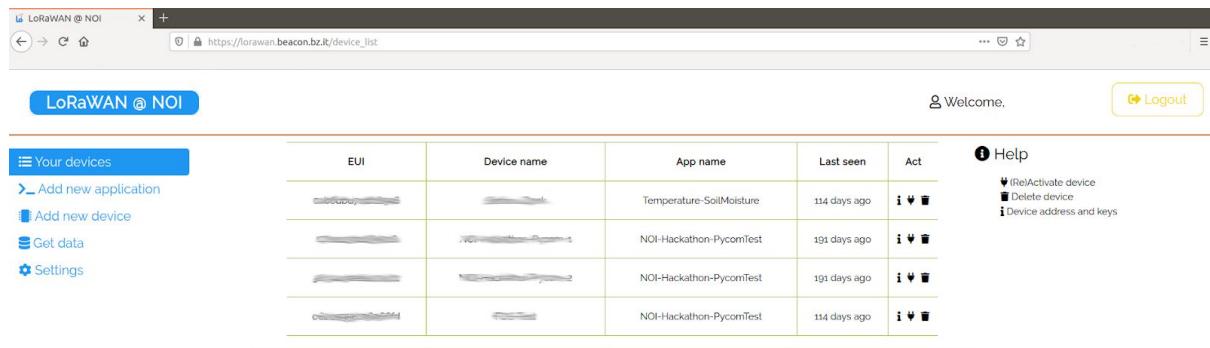


Figura 11: Interfaccia di gestione dei nodi del portale LoRaWAN@NOI.

L'utente della piattaforma ha la possibilità di raggruppare i nodi in applicazioni in modo da poterli gestire in maniera differenziata. Tramite l'interfaccia di creazione di una nuova applicazione (vedi Figura 12) l'utente può anche definire degli script di personalizzazione del formato di trasmissione del dato che possono essere usati per interpretare correttamente i messaggi inviati dai singoli nodi.

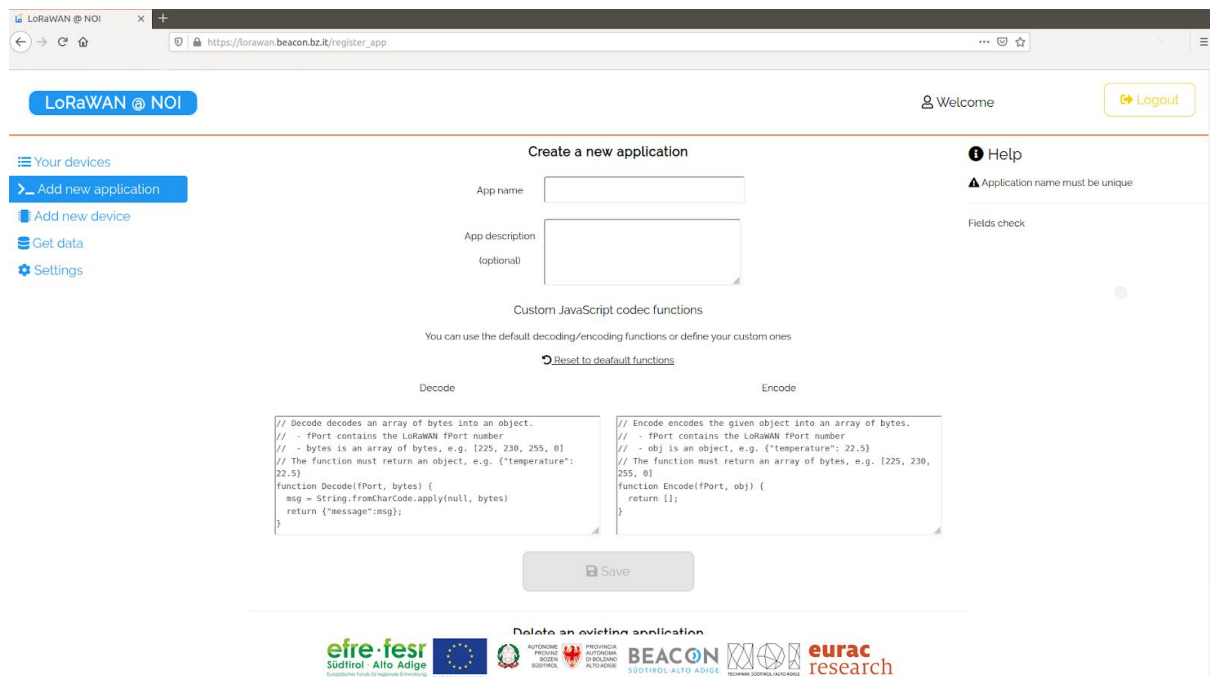


Figura 12: Interfaccia di creazione di un'applicazione del portale LoRaWAN@NOI.

Una volta creata almeno un applicazione l'utente all'interno della piattaforma può aggiungere i nodi. Per aggiungere un nodo l'utente deve svolgere i seguenti due passi. Il primo passo è quello di creare un nodo attraverso l'apposita interfaccia (vedi Figura 13) inserendo le seguenti informazioni:

- applicazione al quale il nodo deve essere associato;
- nome del nodo (deve essere univoco);
- inserire il device EUI (che può essere anche generato automaticamente);
- inserire una descrizione;
- scegliere il tipo di autenticazione del nodo.

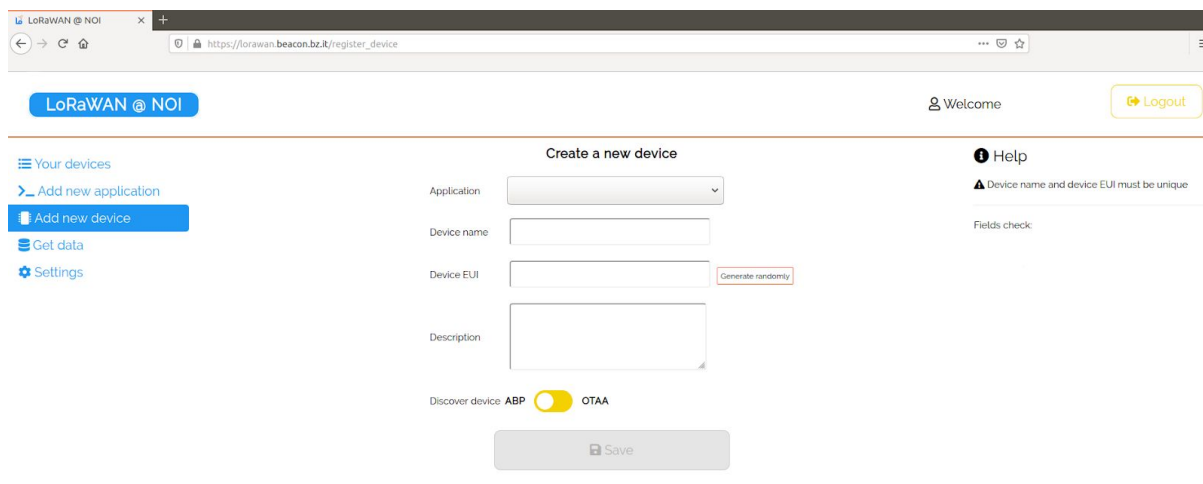


Figura 13: Interfaccia di creazione di un nuovo nodo del portale LoRaWAN@NOI.

Il secondo passo, necessario per concludere la creazione di un nuovo nodo è quello di associare al nodo gli indirizzi e le chiavi di accesso per poter accedere alla rete LoRaWAN. Tale azione è possibile grazie all'inserimento delle seguenti informazioni nell'apposita sezione del portale (vedi Figura 14):

- device address;
- application session key;
- network session key.

Nel caso in cui il dispositivo in possesso dell'utente abbia i parametri già configurati basta inserirli direttamente nella piattaforma, in caso contrario, è consentito anche generare dei parametri random nella piattaforma e di caricarli nel dispositivo durante la configurazione dello stesso.

Una volta eseguiti i due passi appena citati ed aver configurato correttamente il nodo, quest'ultimo sarà pronto per essere utilizzato nella rete LoRaWAN@NOI.

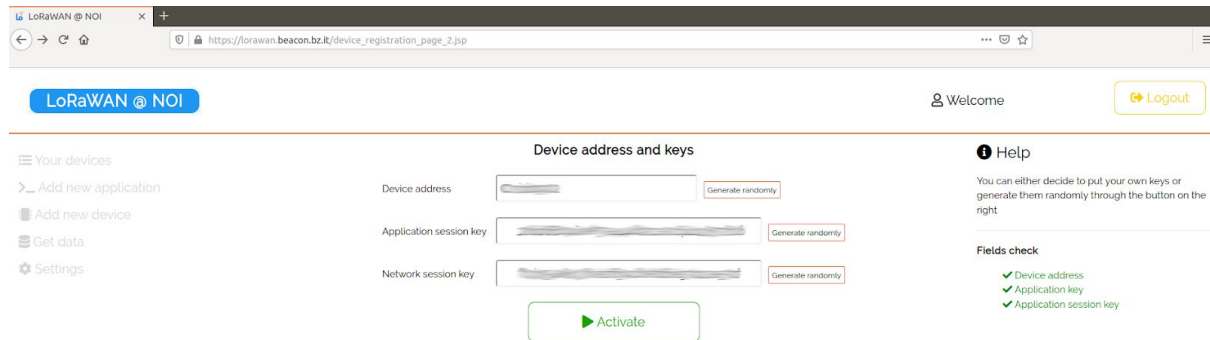


Figura 14: Interfaccia di attivazione di un nuovo nodo del portale LoRaWAN@NOI.

All'interno della piattaforma è stata inserita anche una sezione dove viene riportato un breve esempio per ottenere i dati raccolti dai singoli nodi.

Una guida per l'uso del portale e della rete LoRaWAN@NOI è disponibile al seguente link:

docs.lorawan.beacon.bz.it.

6 - LoRaWAN@NOI Techpark

In base ai risultati della prima sperimentazione durante il Vertical Innovation Hackathon 2018 e a delle simulazioni effettuate Eurac insieme a NOI Techpark hanno deciso di installare 5 Gateway distribuiti in modo da massimizzare la copertura di tutte le struttura attualmente esistenti. In Tabella 1 vengono elencati i posizionamenti dei Gateway all'interno del NOI:

Gateway ID	Edificio	Stanza
GW1	A1	NOI Reception
GW2	A1	A1.1.07a
GW3	A1	A1.2.46m
GW6	A2	A2.3.18b
GW7	D2	D1.4.05

Tabella 1: posizionamento dei Gateway al NOI Techpark.

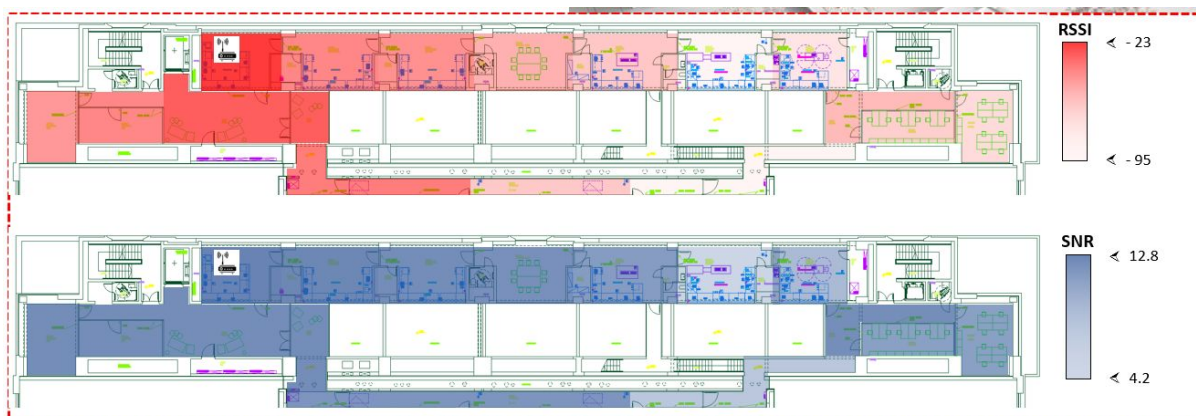
Oltre ai beacon indicati in Tabella 1, è stato realizzato un ulteriore Gateway con una particolare configurazione. Tale gateway, grazie alla configurazione di una VPN, funziona anche non solo all'interno del NOI Techpark, ma anche all'esterno di esso, purché vi sia una connessione internet (possibilmente WiFi) disponibile. Infatti, grazie al settaggio che permette di aprire una Virtual Private Network (VPN) che punta direttamente al server LoRaserver all'interno di ScientificNetworkSouthTyrol, tale gateway può fungere da access point alla rete LoRaWAN@NOI a patto di essere connesso ad un qualsiasi hotspot wifi. Tutti i gateway realizzati all'interno del progetto sono stati configurati in modalità plug and play. Ciò significa che ogni gateway, nel caso in cui venga spento e riacceso (ad esempio per una mancanza di corrente), è in grado di ripartire in maniera completamente autonoma.

6.1 - Livelli di copertura

Nel corso del progetto sono state realizzate anche delle misurazioni che hanno consentito di comprendere meglio quale sia il livello di copertura di una rete LoRaWAN all'interno di strutture complesse come quella del NOI Techpark. Tali misurazioni sono state alla base anche delle decisioni sul posizionamento dei gateway ed hanno consentito di comprendere meglio il funzionamento e le potenzialità della tecnologia LoRaWAN.

A titolo esemplificativo del livello di copertura LoRaWAN raggiunta all'interno degli spazi del NOI Techpark si riporta in Figura 15 una mappa riportante la

qualità del segnale ($RSSI^2$ e SNR^3) ottenuta per misurazioni puntuali su tutto il terzo piano dell'edificio A2 (ESLAB). Dall'analisi dei risultati si può dedurre che la copertura che si può raggiungere su di un piano con un singolo gateway è più che



soddisfacente.

Figura 15: Mappa di copertura LoRaWAN relativa al terzo piano dell'edificio A2 – NOI Techpark.

² **RSSI** (Received Signal Strength Indicator) rappresenta la potenza del segnale che viene ricevuta da un dispositivo. Questa informazione consente di determinare quanto bene un dispositivo può sentire, rilevare e ricevere segnali da qualsiasi punto di accesso o da un router specifico.

³ **SNR** (Signal Noise Ratio) è il rapporto segnale-rumore, cioè una grandezza che mette in relazione la potenza del segnale utile rispetto a quella del rumore in qualsiasi sistema di acquisizione, elaborazione o trasmissione di dati. Questo parametro è molto importante per il corretto dimensionamento degli apparecchi di telecomunicazioni in quanto consente di valutare la capacità del sistema di ricevere e rilevare il flusso informativo originario senza incorrere in alterazioni dovute al rumore di fondo.

7 - Conclusioni e prossimi step

La rete LoRaWAN@NOI è stata messa in produzione a partire da maggio 2019 a patto che gli utenti siano a conoscenza ed accettino i seguenti punti (descritti sia nella sezione di registrazione alla piattaforma che nella documentazione tecnica):

- la rete LoRaWAN@NOI viene messa a disposizione dal NOI Techpark ed È stata finanziata tramite il progetto FESR 2023 Beacon Südtirol - Alto Adige;
- il sistema di back-end e la piattaforma di gestione dei nodi viene amministrata dal Center for Seinsing Solutions di EURAC Research;
- la rete è intesa come una piattaforma sperimentale dove testare e sviluppare nuove applicazioni e non per la gestione di sensori in produzione. La rete può essere utilizzata gratuitamente e viene fornita “as is”;
- la rete non è adatta per la trasmissione di informazioni riservate in quanto può essere garantita la privacy degli utenti ma non la sicurezza della trasmissione del dato;
- tutti i dati vengono salvati e messi a disposizione dalla piattaforma per 30 giorni solari. Passato tale periodo, in caso di necessità, i dati potranno essere cancellati. In caso di necessità di conservare i dati per un periodo più lungo si suggerisce di utilizzare le API per effettuare un download del dato e salvarlo in un database creato ad-hoc;
- è possibile cancellare tutti i dati, le applicazioni e gli utenti utilizzando le apposite funzioni oppure tramite le API messe a disposizione;
- allo stato attuale non sono stati fissati limiti sul duty cycle. In futuro in caso di eccessivo traffico sulla rete potrà essere richiesto di ridurre il transmission rate;
- i dati trasmessi sulla LoRaWAN@NOI non saranno utilizzati per scopi di marketing, profilazione, analisi ne trasmessi a terzi;
- il codice sorgente è stato pubblicato e reso pubblicamente accessibile su GitLab sotto licenza GPL v3.

Qui di seguito vengono riportati a titolo esemplificativo alcuni dei casi di utilizzo della rete dei quali il team di progetto è a conoscenza.

In un primo caso un'azienda ha utilizzato la rete LoRaWAN per testare un primo prototipo di un sensore prima di effettuare un ordine più consistente di dispositivi. L'azienda, grazie a questi test, è riuscita ad identificare in anticipo una problematica relativa all'utilizzo di un protocollo LoRa non standard che avrebbe reso complesso l'integrazione dei sensori in aree già dotate di copertura LoRa. L'azienda ha quindi potuto richiedere al proprio fornitore una modifica ai sensori in modo da semplificare l'integrazione in sistemi già in uso.

In un altro caso la rete LoRaWAN è stata utilizzata da un gruppo di aziende per testare nuovi sensori per il monitoraggio della qualità dell'aria indoor e validarne il

funzionamento prima di procedere con la programmazione di un progetto innovativo.

7.1 Prossimi step

L'attuale rete LoRaWAN verrà mantenuta in funzionamento almeno per 5 anni a partire dalla data di fine progetto. Inoltre grazie ai feedback raccolti durante gli incontri della IoT community nata nel corso del progetto potranno essere programmati anche interventi di manutenzione evolutiva come ad esempio:

- l'integrazione di altre tecnologie, attuali o future, che si riveleranno interessanti per il contesto altoatesino;
- implementazione di un sistema di autorizzazioni per l'accesso dati raccolti dai nodi che consenta agli utenti di:
 - mettere a disposizione i dati raccolti come open data;
 - mettere a disposizione i dati ad un gruppo di utenti con i quali stanno svolgendo attività in comune;
 - mantenere il dato completamente privato e visibile solo all'utente che ha registrato il nodo all'interno della piattaforma.
- connettere la piattaforma di backend con altri sistemi di raccolta e distribuzioni di dati open data quali ad esempio l'Open Data Hub al fine di massimizzare la visibilità dei dati licenziati Open Data.