



LIFE HELP PROJECT

Nuovo approccio per la gestione delle pratiche di governance olistica dell'ambiente.

New approach for managing Holistic Environmental governance Practices

LIFE 22-SAP-ENV-GOV 101113783



Deliverable D3.4 – Aggiornamento della piattaforma SensorNet per raccolta e gestione dei dati ambientali di Rimini - Online SENSORNET updating to collect and manage Rimini environmental data

Due date of deliverable: 30/06/2024

Actual submission date: 12/11/2024

DELIVERABLES RESPONSIBLE	
Name Member Consortium:	Comune di Rimini
Contact person:	Alberto Dellavalle
Personnel contributing:	Elena Favi, Roberta Musiani, Diletta Di Paolo

Document status			
Rev.	Changes description	Responsible	Date Approval
1	First release created and circulated	Comune di Rimini	31/10/2024
2	Final version approved by partners	Comune di Rimini	12/11/2024

INDICI DEI CONTENUTI

Sommario

ITALIANO	3
1. INTRODUZIONE	3
2. PIATTAFORMA SENSORNET	3
3. RETE PAIoT.....	5
5. SENSORI INSTALLATI NEL COMUNE DI RIMINI	13
ENGLISH	22
6. INTRODUCTION	22
7. SENSORNET PLATFORM	22
8. PAIoT NETWORK	24
10. SENSORI INSTALLATI NEL COMUNE DI RIMINI.....	31



ITALIANO

1. INTRODUZIONE

Il Comune di Rimini ha sottoscritto con la Società Lepida S.c.p.A. (società in-house a totale ed esclusivo capitale pubblico della Regione Emilia-Romagna) un “Protocollo di Intesa tra Lepida e il Comune di Rimini per sistemi IOT” (approvato con deliberazione di Giunta Comunale n. 36 del 02/02/2021 e sottoscritto con prot.n. 192316/2021, Deliverable 3.1 di progetto). Tale protocollo prevede all’art. 2, comma 1 che Lepida, nell’ambito della propria iniziativa "Rete IoT per la Pubblica Amministrazione", realizzi una rete IoT chiamata SensorNet a cui potranno partecipare tutti i soggetti interessati all’iniziativa, attraverso l’installazione di sensori e fruendo dei servizi di comunicazione offerti da Lepida. Attraverso questa rete, Lepida raccoglierà e trasporterà i dati rilevati da tali sensori rendendoli disponibili ai proprietari sul sito <https://www.retepaiot.it>.

Lepida ha sviluppato il progetto SensorNet per il monitoraggio ambientale indoor ed outdoor mediante un sistema di raccolta centralizzato federato, sfruttando ogni rete disponibile per la raccolta e fornendo dati ai Soci di Lepida mediante profilazione, come previsto nel Contratto di Servizio 2021-2023 di Lepida di cui alla DGR 137/2021 e alla DGR 433/2021; la rete IOT è un elemento di raccolta di dati integrato con il progetto SensorNet.

Grazie al finanziamento del progetto Life Help da parte del CINEA, il Comune di Rimini ha proceduto all’acquisto e installazione dei seguenti sensori ambientali:

- n. 2 sensori per il monitoraggio aria-meteo con alimentazione da pannello fotovoltaico in grado di misurare i seguenti parametri:
 - parametri relativi alla qualità dell’aria: concentrazione di CO, CO2, NOx, NO2, SO2, O3, PM10, PM4, PM2,5, PM1, TVOC;
 - parametri meteo: temperatura, pressione e umidità dell’aria, velocità e direzione del vento;
- n. 4 sensori per il monitoraggio acustico (fonometri) con fornitura da pannello fotovoltaico.

Nell’ambito di quanto disciplinato dal “Protocollo di Intesa tra Lepida e il Comune di Rimini per sistemi IOT” Lepida ha inoltre fornito e installato due Gateway LoRaWan (antenne per la ricezione dati), senza costi a carico del Comune di Rimini, che ricevono i dati dai sensori LoRaWan e trasmettono i dati al Server Lo-Ra™ attraverso la rete a banda larga Lepida (come meglio illustrato nel paragrafo n. 3).

I dati trasmessi in tempo reale dai sensori installati sul territorio comunale sono visualizzabili sulla piattaforma <https://www.retepaiot.it> alla quale gli utenti autorizzati accedono tramite Sistema Pubblico di Identità Digitale (SPID)

2. PIATTAFORMA SENSORNET

Sensornet è la piattaforma IoT della Regione Emilia-Romagna, implementata e gestita da Lepida S.c.p.a., che ha l’obiettivo di integrare i dati provenienti da diversi sistemi di monitoraggio e sensori, distribuiti sul territorio regionale, che non sono interoperabili tra loro (vedi Fig.1).

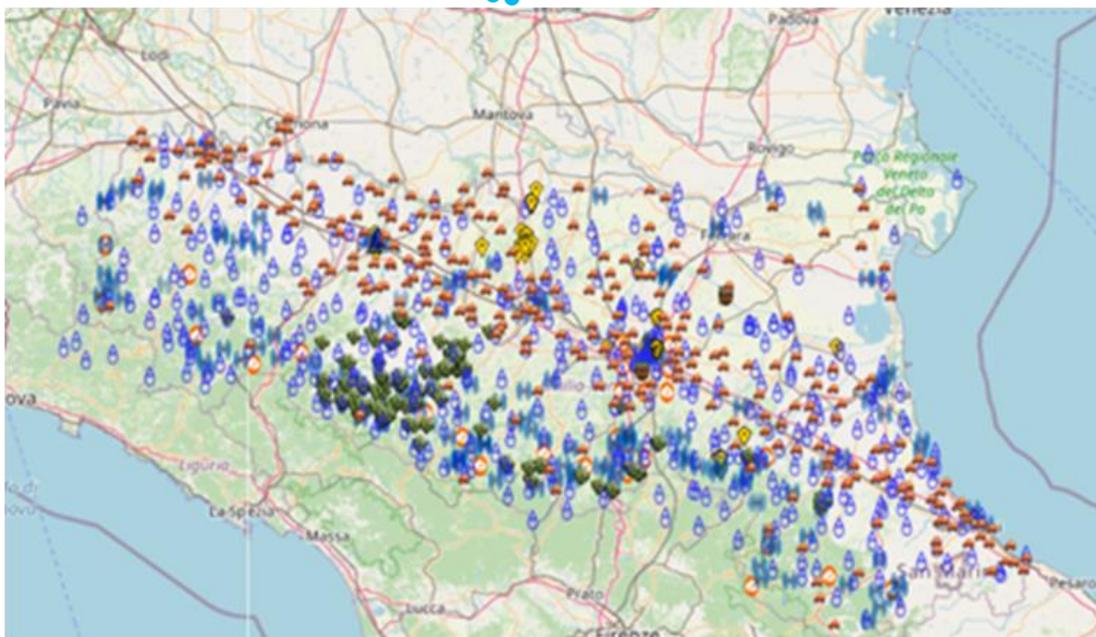


Figura 1: Interfaccia web della piattaforma Sensornet

I vantaggi di un approccio “federato” rispetto a quello “unitario” consistono nell’integrazione di molti sottosistemi indipendenti in un unico sistema centralizzato.

In assenza di uno standard definito e riconosciuto che garantisca in modo nativo l’interoperabilità tra diversi sistemi di monitoraggio, è necessario che il sistema integratore si faccia carico del processo di integrazione, in quanto responsabile e promotore del progetto olistico. Nel caso specifico, Sensornet ha dovuto intraprendere lo sviluppo di interfacce appropriate per l’acquisizione e la normalizzazione dei dati provenienti dai vari sottosistemi, indipendentemente dalle modalità con cui sono resi disponibili e dal modello di dati con cui sono rappresentati.

La Figura 2 mostra il flusso di acquisizione, normalizzazione e memorizzazione dei dati sul data base centralizzato della piattaforma Sensornet.

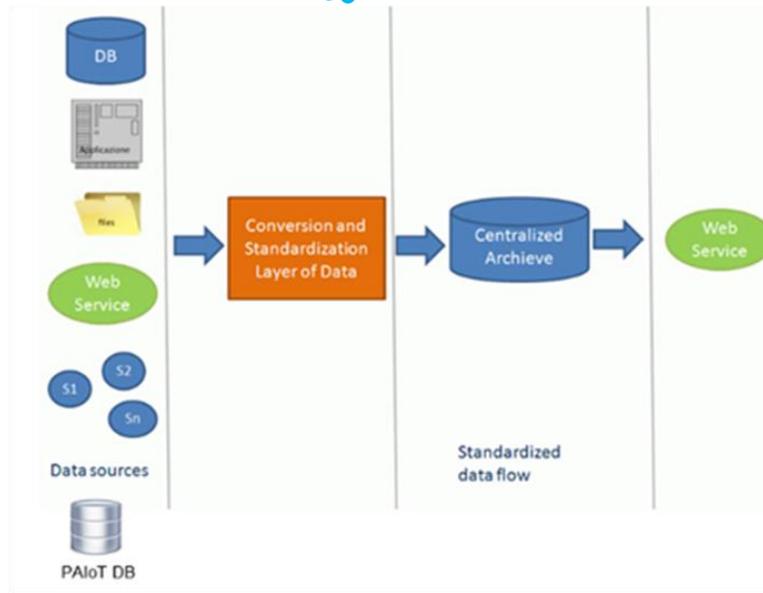


Figura 2- Flusso di raccolta, standardizzazione, archiviazione e accesso ai dati

Sensornet fornisce interfacce automatiche (API) e servizi grafici per la consultazione dei dati, sia in tempo reale che per le serie storiche, nonché un servizio di allerta automatico sia per la gestione dei guasti dei sensori, sia per il superamento di soglie critiche di specifici parametri monitorati.

3. RETE PAIoT

Lepida Scpa è la società in house dell'Emilia-Romagna incaricata di fornire la rete a banda larga a tutte le PA della regione [Fig.3].



Figura 3: Rete a banda larga Lepida.

La disponibilità contemporanea della nuova tecnologia Lo-Ra™ e della rete a banda larga Lepida costituisce una sinergia perfetta per la realizzazione di una rete IoT a livello regionale, la rete PAIoT, a disposizione di pubbliche amministrazioni, aziende e cittadini.

La Fig. 4 mostra lo stato attuale di implementazione della rete PAIoT, che a regime coprirà tutte le province della regione Emilia-Romagna.

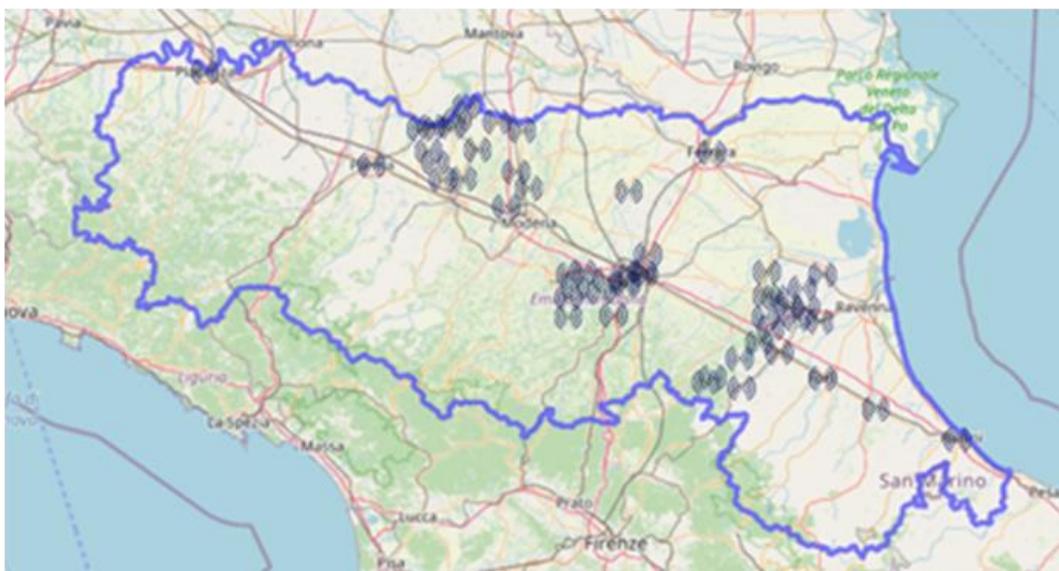


Figure 4: PAIoT network

L'architettura di base che rende possibile l'attivazione di una rete pubblica per l'Internet delle cose (IoT) è mostrata in Fig. 5, dove sono evidenziati i componenti principali e i tipi di connessione: la linea nera rappresenta una connessione a Internet, la linea viola una connessione in fibra Lepida, la linea tratteggiata una comunicazione basata sul protocollo LoraWAN.

1. Sensori (di qualsiasi tipo) che inviano dati ai gateway Lo-Ra™ tramite il protocollo LoRaWAN;
2. I Gateway LoraWAN che ricevono i dati dai sensori LoRaWAN sono installati in qualsiasi Access Point della rete Lepida (PAL), al fine di utilizzare la rete a banda larga Lepida per trasmettere i dati al Server Lo-Ra™;
3. Server Lo-Ra™: macchina virtuale installata in uno dei tre data center regionali gestiti da Lepida S.c.p.a., che riceve i dati dai Gateway LoraWAN attraverso la rete a banda larga Lepida.

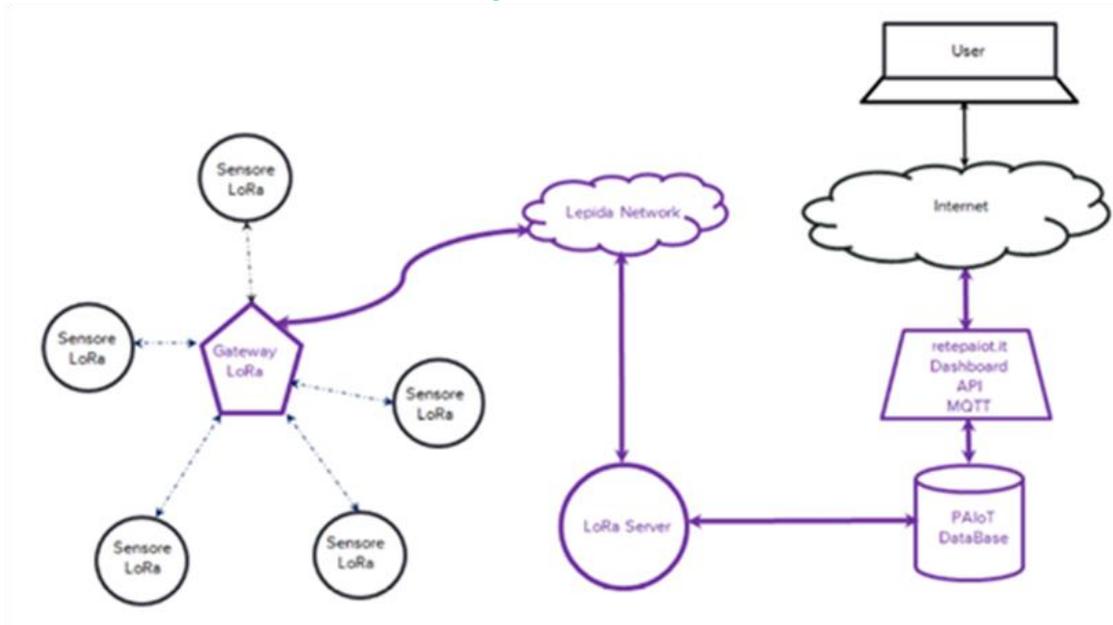


Figura 5: Architettura della rete PalIoT

Uno o più gateway LoraWAN sono installati in ogni comune partecipante e rappresentano il punto di incontro tra due tipi di comunicazione: da un lato, attraverso il protocollo LoraWAN, ricevono i dati provenienti dai sensori degli utenti, dall'altro sono collegati a uno dei punti di accesso in fibra della Rete Lepida, permettendo ai sensori di raggiungere il server Lo-Ra™.

Questo server è una macchina virtuale ospitata in uno dei quattro Data Center regionali gestiti da LepidaScpA, e si occupa della registrazione dei sensori nella rete e della successiva creazione di sessioni criptate attraverso le quali vengono trasmessi i payload.

Il software installato per la gestione del protocollo è open source, il chirpstack LoRaserver.

Su questo server due moduli estraggono e interpretano il payload, in base alla marca e al modello dei sensori, e memorizzano in un database sia il payload sia le misure interpretate in esso contenute.

I dati ricevuti dal server LoRa sono memorizzati in un database centralizzato e sono resi disponibili attraverso diverse interfacce: protocollo MQTT, API e interfacce web.

Ogni utente deve registrare se stesso e i sensori di cui è responsabile o proprietario attraverso il portale web, un'altra macchina virtuale nello stesso Datacenter in cui si trova il LoRaServer.

L'iniziativa retePalIoT realizzata da Lepida S.c.p.a. è finanziata dalla Regione Emilia-Romagna e ha i seguenti obiettivi principali:



1. creare una Rete IOT pubblica in cui cittadini, aziende private e PA possano integrare i propri sensori, rendendoli disponibili ai proprietari e agli enti della PA limitatamente alle finalità istituzionali e di interesse pubblico.
2. consentire ai cittadini e alle aziende private di raccogliere dati dai propri sensori ovunque vogliono installarli.
3. consentire alla PA di accedere ai dati raccolti da tutti i sensori installati sul territorio a fini di monitoraggio.
4. consentire lo sviluppo dell'IOT attraverso una rete unica Lo-Ra™ gestita dalla PA con un uso razionale delle frequenze e l'ottimizzazione delle risorse.
5. mappare tutti i sensori esistenti sul territorio attraverso un registro dei sensori che fornisca tutti i parametri tecnici e l'identificazione del proprietario.

Oltre ai servizi di raccolta, trasporto, archiviazione e recupero dei dati, Lepida S.c.p.a. offre anche il servizio di decodifica del payload, per un utilizzo immediato dei dati da parte dei proprietari dei sensori e, in forma anonima, da parte della PA.

Come mostrato nella figura 2, i dati raccolti attraverso la rete PAIoT costituiscono uno dei sottosistemi di monitoraggio integrati in Sensornet.

In conclusione Sensornet è in grado di raccogliere dati sia da nuove reti IOT basate su nuove tecnologie, come nel caso della rete PAIoT, sia da reti più tradizionali, preservando e valorizzando gli investimenti già effettuati e garantendo la possibilità di integrare i dati provenienti da qualsiasi sistema di monitoraggio consentendone e favorendone la condivisione e l'utilizzo integrato.

Il loro utilizzo in termini di business intelligence o in una prospettiva olistica, da parte delle Pubbliche Amministrazioni, è in continua evoluzione e monitoraggio perché non dipende solo dal tipo di sensori installati e dalla loro dislocazione sul territorio, ma anche dalle esigenze o opportunità future.

I sensori installati nel Comune di Rimini fanno parte della rete PAIoT.

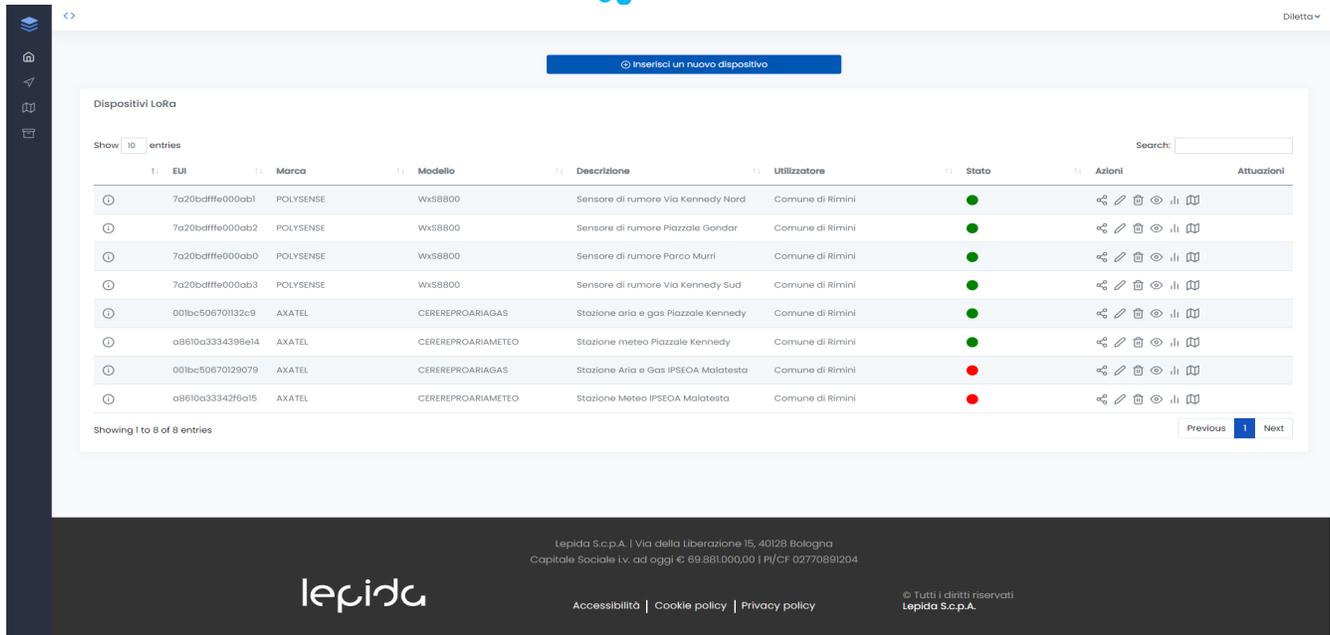
4. CRUSCOTTO VISUALIZZAZIONE DATI

Di seguito viene illustrata la piattaforma di visualizzazione dei dati e le sue funzionalità.

Modalità di accesso alla piattaforma:

- cliccare sul link <https://www.retepaiot.it/>;
- entrare tramite credenziali SPID (Sistema Pubblico di Identità Digitale);
- farsi accreditare da Lepida alla visualizzazione dei sensori di interesse.

Una volta associati al proprio account i sensori di interesse, ne apparirà l'elenco nella schermata iniziale, similmente a come mostrato nella seguente immagine:



Inserisci un nuovo dispositivo

Dispositivi LoRa

Show 10 entries

Search:

EUI	Marca	Modello	Descrizione	Utilizzatore	Stato	Azioni	Attuazioni
7a20bdfffe000ab1	POLYSENSE	WxS800	Sensore di rumore Via Kennedy Nord	Comune di Rimini	●	    	
7a20bdfffe000ab2	POLYSENSE	WxS800	Sensore di rumore Piazzale Gondar	Comune di Rimini	●	    	
7a20bdfffe000ab0	POLYSENSE	WxS800	Sensore di rumore Parco Murri	Comune di Rimini	●	    	
7a20bdfffe000ab3	POLYSENSE	WxS800	Sensore di rumore Via Kennedy Sud	Comune di Rimini	●	    	
001bc50670132c9	AXATEL	CEREREPROARIAGAS	Stazione aria e gas Piazzale Kennedy	Comune di Rimini	●	    	
a8610a3334396e14	AXATEL	CEREREPROARIAMETEO	Stazione meteo Piazzale Kennedy	Comune di Rimini	●	    	
001bc50670129079	AXATEL	CEREREPROARIAGAS	Stazione Aria e Gas IPSEOA Malatesta	Comune di Rimini	●	    	
a8610a33342f6a15	AXATEL	CEREREPROARIAMETEO	Stazione Meteo IPSEOA Malatesta	Comune di Rimini	●	    	

Showing 1 to 8 of 8 entries

Previous 1 Next

Lepida S.p.A. | Via della Liberazione 15, 40128 Bologna
Capitale Sociale Iv. ad oggi € 69.881.000,00 | P/CF 02770891204

lepida

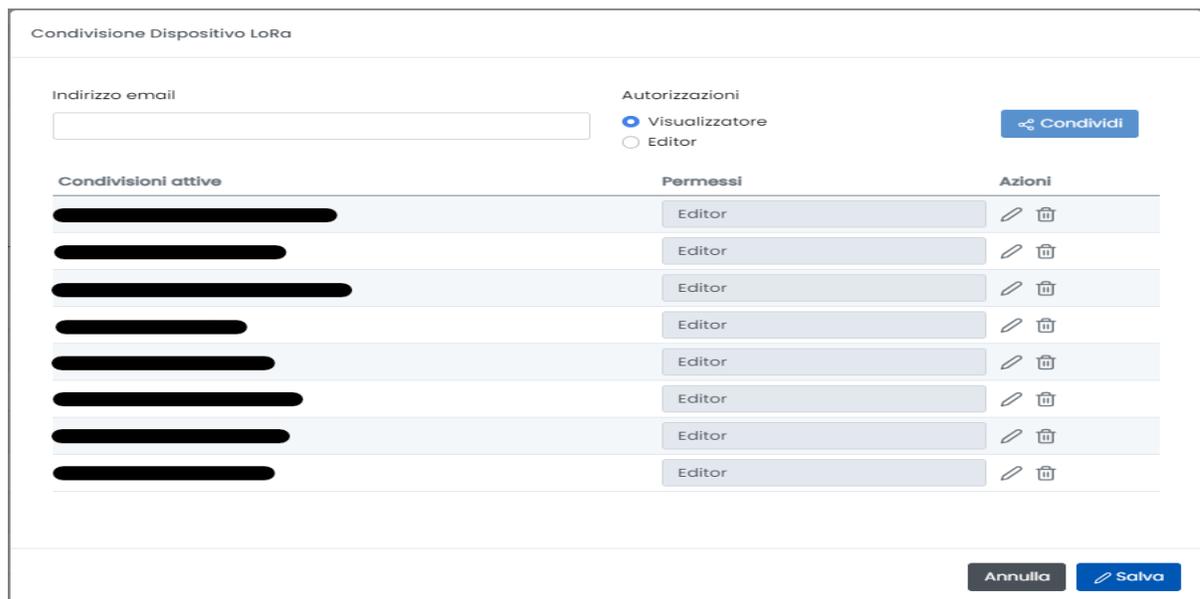
Accessibilità | Cookie policy | Privacy policy

© Tutti i diritti riservati
Lepida S.p.A.

Figura 6: Cruscotto visualizzazione sensori del Comune di Rimini

E' possibile eseguire 6 azioni per ogni sensore (visibili sul lato destro di ogni riga):

1. **Condividi:** permette di condividere il sensore con un'altra persona inserendo la sua mail. Si può scegliere se concedere l'autorizzazione da "editor", in cui è possibile eseguire tutte le azioni sul sensore (condividi-modifica-cancella), o da "visualizzatore", limitata alla sola visualizzazione dei dati.



Condivisione Dispositivo LoRa

Indirizzo email

Autorizzazioni

Visualizzatore

Editor

[Condividi](#)

Condivisioni attive	Permessi	Azioni
[Redacted]	Editor	 
[Redacted]	Editor	 
[Redacted]	Editor	 
[Redacted]	Editor	 
[Redacted]	Editor	 
[Redacted]	Editor	 
[Redacted]	Editor	 
[Redacted]	Editor	 

[Annulla](#) [Salva](#)

2. **Modifica:** per ogni sensore è possibile modificarne AppKey, latitudine, longitudine, descrizione e descrizione breve, dato pubblico sì/no, proprietario, utilizzatore e responsabile. Le informazioni strettamente legate al sensore e gestite da Lepida non possono subire modifiche.



Modifica dispositivo
Modifica configurazione dispositivo LoRa.

Marca *
POLYSENSE

Modello *
WxS8800

Connessione *
 OTAA (Over-the-Air Activation) ABP (Activation by Personalization)

EUI *
7a20bdfffe000ab1
End-device identifier.

AppKey *
11223344556677889900aabbccddeeff
Application Key.

Latitudine *
44.072155

Longitudine *
12.578401

Descrizione *
Sensore di rumore Via Kennedy Nord
Esempio: Sensore parcheggio ospedale - piazzola 37.

Descrizione breve
Sensore di rumore #1
Esempio: Piazzola 37.

Dato Pubblico *
No

Proprietario *
 Privato Ente Azienda
Comune di Rimini

Utilizzatore *
 Privato Ente Azienda
Comune di Rimini

Responsabile *
[Redacted]
Indirizzo mail del responsabile.

API Push
 Abilita configurazione API Push

Accetto le condizioni di utilizzo *

3. **Cancella:** permette di cancellare un sensore dall'elenco.

Conferma cancellazione ✕

Confermi di voler cancellare la centralina?

4. **Visualizza:** per ogni sensore vengono visualizzati i relativi dati rilevati, diversi a seconda del tipo di sensore. Tali dati possono essere scaricati in formato .csv ed essere visualizzati sul grafico.

Payload

Scarica dati payload [.csv]

Data ora	Valore
03/10/2024 13:20:42	d77e070d1008020c
03/10/2024 13:15:42	d77e070d1208024f
03/10/2024 13:10:43	d77e070d10080270
03/10/2024 13:05:43	d77e070d12080278
03/10/2024 13:00:44	d77e070d12080219
03/10/2024 12:55:44	d77e070d120802b5
03/10/2024 12:50:44	d77e070d10080254
03/10/2024 12:45:44	d77e070d120801e8
03/10/2024 12:40:44	d77e070d1208027b
03/10/2024 12:35:43	d77e070d120801f4

Precedente

Pagina 1 di 4255

Successiva

SENSORE DI RUMORE - PRESSIONE ACUSTICA (dB)

Scarica dati [.csv]

Data ora	Valore
03/10/2024 13:10:43	62.4
03/10/2024 13:05:43	63.2
03/10/2024 13:00:44	53.7
03/10/2024 12:55:44	69.3
03/10/2024 12:50:44	59.6
03/10/2024 12:45:44	48.8
03/10/2024 12:40:44	63.5
03/10/2024 12:35:43	50
03/10/2024 12:30:43	48.3
03/10/2024 12:25:43	57

Precedente

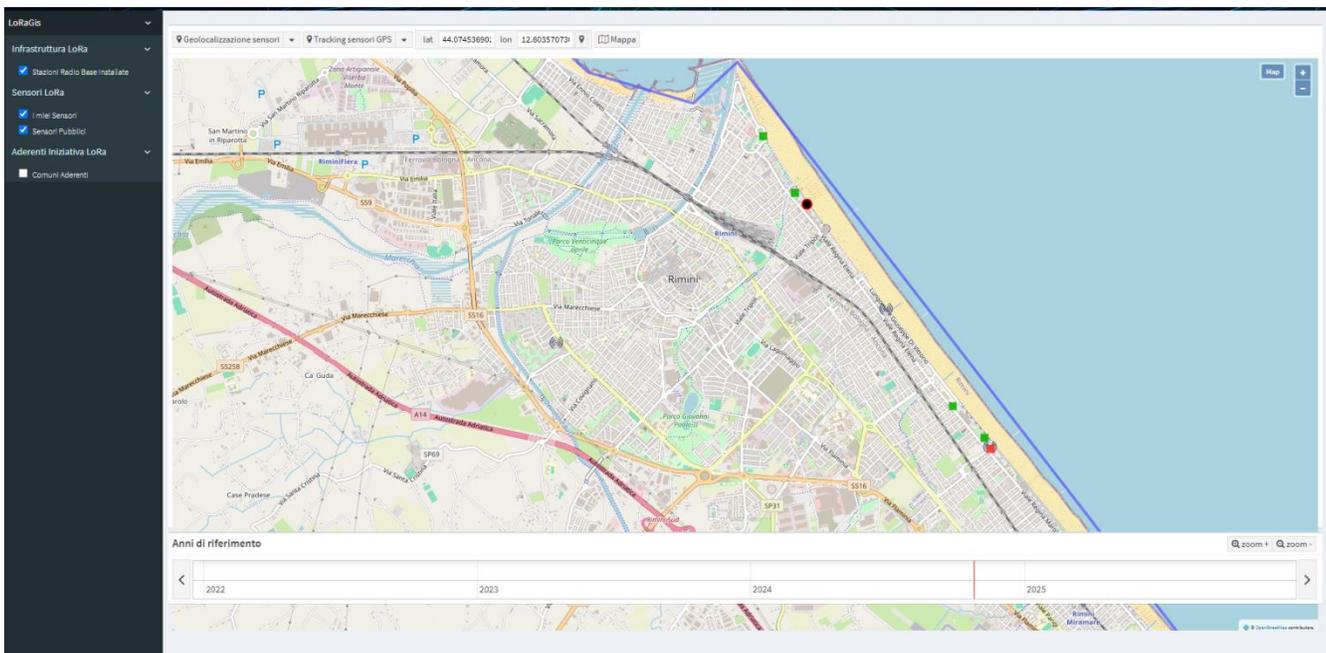
Pagina 1 di 4255

Successiva

- Grafico:** viene visualizzato il grafico relativo a tutte le misurazioni effettuate dallo specifico sensore selezionato. E' possibile riferire i dati ad un certo periodo di tempo di interesse. Scorrendo il sensore sul grafico appaiono i valori numerici misurati.



6. **Mappa:** viene visualizzata la posizione del sensore su mappa. Sulla mappa sono rappresentati anche gli altri sensori associati all’account e le stazioni radio base Lepida installate.



5. SENSORI INSTALLATI NEL COMUNE DI RIMINI

TIPOLOGIA

Il Comune di Rimini ha installato i seguenti sensori:

- 4 sensori del rumore con misurazione di:
 - pressione acustica (dB)
 - carica batteria (V)
- 2 centraline meteo-aria con misurazione di:
 - meteo:
 - carica batteria (%)
 - pressione atmosferica (hPa)
 - umidità (%)
 - temperatura (°C)
 - direzione vento (°)
 - velocità vento istantanea (km/h)
 - aria:
 - NO₂ (ppm)
 - CO (ppm)
 - O₃ (ppm)
 - CO₂ (ppm)
 - NO_x (num)
 - indice qualità aria (IAQ) (num)
 - polveri sottili PM₁ (µg/m³)
 - polveri sottili PM_{2.5} (µg/m³)
 - polveri sottili PM₁₀ (µg/m³)
 - carica batteria (%)

La scelta di installare i sensori del rumore si è basata sul fatto che nell'ambito territoriale del Comune di Rimini non erano ancora presenti.



Figura 7: Sensore di rumore in colorazione bianca per i lampioni senza nessuna verniciatura di finitura, sul quale è visibile anche l'adesivo con i riferimenti del finanziamento europeo e il logo del progetto.



Figura 8: Sensore di rumore in colorazione marrone per i lampioni con verniciatura effetto corten.

POSIZIONE

I sensori del rumore e le stazioni aria-meteo sono stati installati sul lungomare di Rimini, alcuni sul nuovo lungomare ciclo/pedonale di Rimini, progetto di riqualificazione dei lungomari denominato “Parco del Mare” e alcuni in alcuni tratti di lungomare ancora aperti al traffico veicolare, in modo da poter misurare i miglioramenti ambientali delle opere di riqualificazione eseguite. I sensori sono stati posizionati nel raggio di 500 mt. dal Gateway LoraWan, per garantire la ricezione del segnale e la conseguente trasmissione alla piattaforma SensorNet.

I sensori del rumore sono stati posizionati su alcuni lampioni a 4 m da terra, mentre le due stazioni aria-meteo sono state installate, ognuna insieme ad un’antenna, rispettivamente sul tetto dell’ascensore del belvedere di piazzale Kennedy e sulla copertura del tetto dell’Istituto scolastico Malatesta.

La scelta della posizione dei sensori del rumore si è basata sulla volontà di monitorare vari ambienti urbani:

- zone di traffico (sensore di rumore Via Kennedy Nord e Piazzale Gondar)
- zone pedonali (sensore di rumore Via Kennedy Sud e Parco Murri)



Figura 9: mappa dei sensori e dei GateWay (cerchio rosso)



Figura 10: Sensore di rumore Via Kennedy Nord - zona di traffico



Figura 11: Sensore di rumore Via Kennedy Sud - zona pedonale



Figura 12: Sensore di rumore Piazzale Gondar - zona di traffico



Figura 13: Sensore di rumore Parco Murri - zona pedonale

Al momento dell'installazione del sensore in figura 13, a maggio 2024, era presente il cantiere del Parco del Mare, conclusosi a luglio 2024.



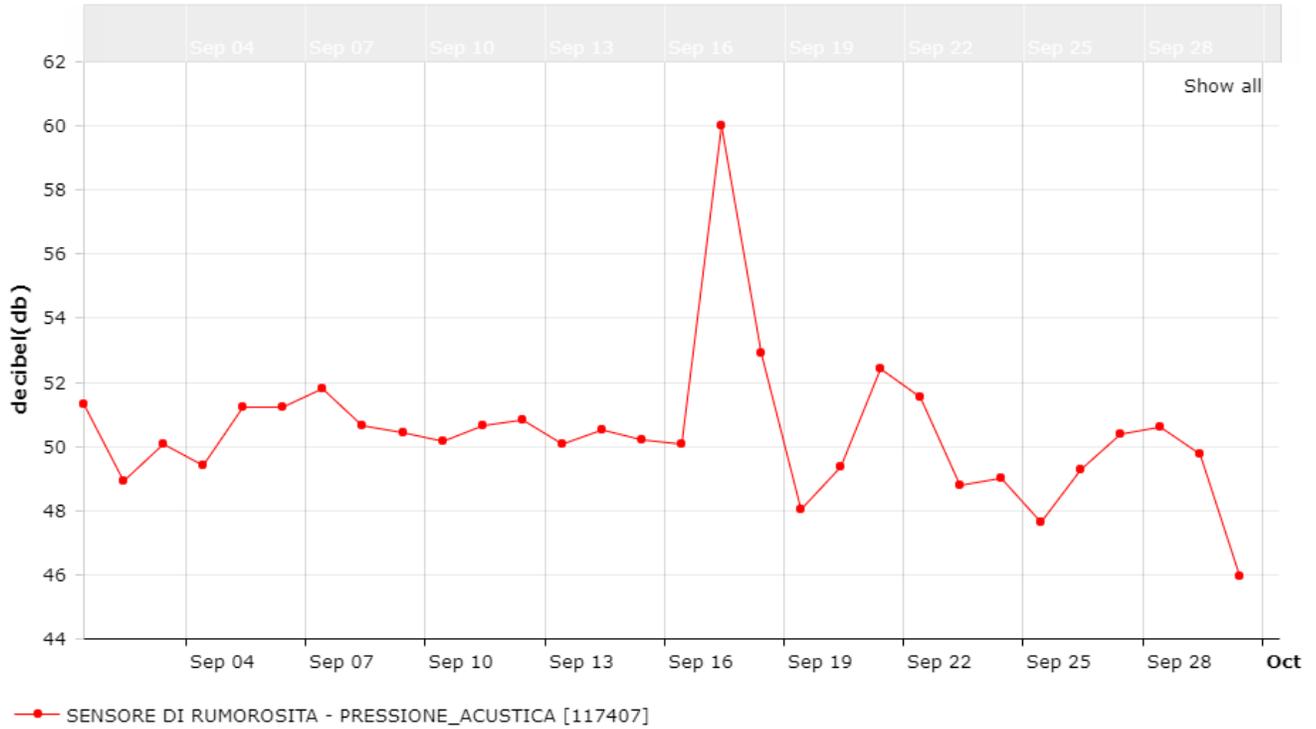
Figura 14: Posizione della stazione aria-meteo e antenna sul Belvedere di Piazzale Kennedy (cerchio rosso)



Figura 15: Posizione della stazione aria-meteo e antenna sull'Istituto Malatesta (freccia rossa)

DATI

Di seguito viene presentato a livello esemplificativo l'elenco di dati relativi al mese di settembre (campionamento: giornaliero) rilevati dal sensore di rumore Via Kennedy Nord.



Tempo	Pressione acustica (dB)
Sun Sep 01 2024 10:24:00 GMT+0200	51.32801
Mon Sep 02 2024 10:24:00 GMT+0200	48.93357
Tue Sep 03 2024 10:24:00 GMT+0200	50.06817
Wed Sep 04 2024 10:24:00 GMT+0200	49.41638
Thu Sep 05 2024 10:24:00 GMT+0200	51.24674
Fri Sep 06 2024 10:24:00 GMT+0200	51.24207

Sat Sep 07 2024 10:24:00 GMT+0200	51.80342
Sun Sep 08 2024 10:24:00 GMT+0200	50.63675
Mon Sep 09 2024 10:24:00 GMT+0200	50.44573
Tue Sep 10 2024 10:24:00 GMT+0200	50.16565
Wed Sep 11 2024 10:24:00 GMT+0200	50.65684
Thu Sep 12 2024 10:24:00 GMT+0200	50.84816
Fri Sep 13 2024 10:24:00 GMT+0200	50.08514
Sat Sep 14 2024 10:24:00 GMT+0200	50.49588
Sun Sep 15 2024 10:24:00 GMT+0200	50.21554
Mon Sep 16 2024 10:24:00 GMT+0200	50.07313
Tue Sep 17 2024 10:24:00 GMT+0200	60.01952
Wed Sep 18 2024 10:24:00 GMT+0200	52.91803
Thu Sep 19 2024 10:24:00 GMT+0200	48.05372
Fri Sep 20 2024 10:24:00 GMT+0200	49.37603
Sat Sep 21 2024 10:24:00 GMT+0200	52.43108
Sun Sep 22 2024 10:24:00 GMT+0200	51.55135
Mon Sep 23 2024 10:24:00 GMT+0200	48.80546
Tue Sep 24 2024 10:24:00 GMT+0200	49.02416

Wed Sep 25 2024 10:24:00 GMT+0200	47.63424
Thu Sep 26 2024 10:24:00 GMT+0200	49.28836
Fri Sep 27 2024 10:24:00 GMT+0200	50.39088
Sat Sep 28 2024 10:24:00 GMT+0200	50.60068
Sun Sep 29 2024 10:24:00 GMT+0200	49.78345
Mon Sep 30 2024 10:24:00 GMT+0200	45.96846

6. INTRODUCTION

The Municipality of Rimini has signed with the Lepida S.c.p.A. Company (an in-house company with total and exclusive public capital of the Emilia-Romagna Region) a “Memorandum of Understanding between Lepida and the Municipality of Rimini for IOT systems” (approved by Municipal Council resolution no. 36 of 02/02/2021 and signed with prot.no. 192316/2021, Project Deliverable 3.1). This protocol provides in art. 2, paragraph 1 that Lepida, as part of its initiative “IoT Network for Public Administration,” implements an IoT network called SensorNet in which all stakeholders in the initiative can participate, through the installation of sensors and taking advantage of the communication services offered by Lepida. Through this network, Lepida will collect and transport the data collected by these sensors, making them available to their owners at <https://www.retepaiot.it>.

Lepida has developed the SensorNet project for indoor and outdoor environmental monitoring through a centralised federated collection system, exploiting every network available for collection and providing data to Lepida's Members through profiling, as provided for in Lepida's 2021-2023 Service Contract referred to in DGR 137/2021 and DGR 433/2021; the IOT network is a data collection element integrated with the SensorNet project.

With funding from the Life Help project from CINEA, the City of Rimini purchased and installed the following environmental sensors:

- n. 2 air-weather monitoring sensors powered by photovoltaic panel capable of measuring the following parameters:
 - air quality parameters: concentration of CO, CO₂, NO_x, NO₂, SO₂, O₃, PM₁₀, PM₄, PM_{2.5}, PM₁, TVOC;
 - weather parameters: temperature, air pressure and humidity, wind speed and direction;
- n. 4 sensors for acoustic monitoring (sound level metres) with supply from photovoltaic panel.

As part of what is governed by the “Memorandum of Understanding between Lepida and the Municipality of Rimini for IOT systems,” Lepida has also provided and installed two LoRaWan Gateways (antennas for receiving data), at no cost to the Municipality of Rimini, which receive data from LoRaWan sensors and transmit the data to the Lo-Ra™ Server through the Lepida broadband network (as better explained in section no. 3).

The data transmitted in real time from the sensors installed on the municipal territory can be viewed on the PAIoT Network platform which authorised users can access via Sistema Pubblico di Identità Digitale (SPID).

7. SENSORNET PLATFORM

Sensornet is the IoT platform of the Emilia-Romagna Region, implemented and managed by Lepida S.c.p.a., which aims to integrate data from different monitoring systems and sensors, deployed throughout the region, which are not interoperable with each other (see Fig.1).

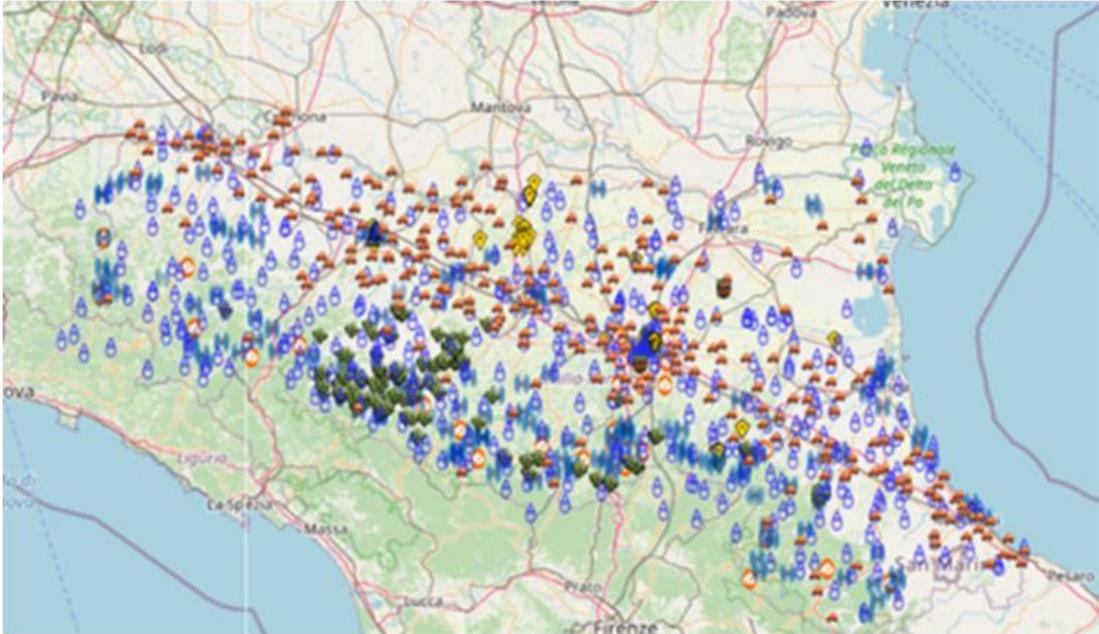


Figure 1: Web interface of the Sensornet platform.

The advantages of a “federated” versus “unified” approach are that it integrates many independent subsystems into one centralised system.

In the absence of a defined and recognized standard that natively guarantees interoperability between different monitoring systems, it is necessary for the integrating system to take charge of the integration process, as the manager and promoter of the holistic project. In this specific case, Sensornet had to undertake the development of appropriate interfaces for the acquisition and normalisation of data from the various subsystems, regardless of how they are made available and the data model with which they are represented.

Figure 2 shows the flow of data acquisition, normalisation and storage on the centralised database of the Sensornet platform.

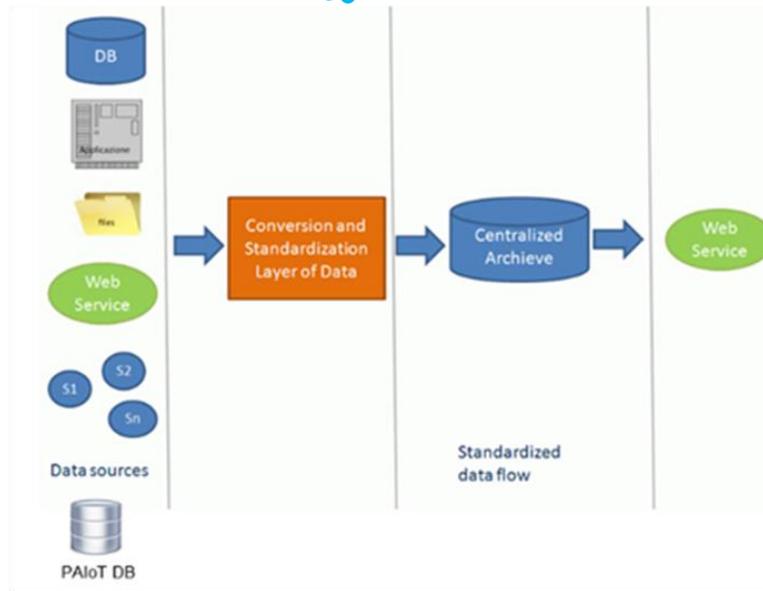


Figure 2- Flow of data acquisition, standardisation, storage and access

Sensornet provides automatic interfaces (API) and graphics services for consulting data, both in real time and for historical series, as well as an automatic alert service both for the management of sensor failures, as well as for exceeding critical thresholds of specific monitored parameters.

8. PAIoT NETWORK

Lepida Scpa is the in-house company of Emilia-Romagna in charge of providing broadband network to all PAs in the region [Fig.3].





Figure 3: Lepida broadband network.

The simultaneous availability of new Lo-Ra™ technology and Lepida broadband network makes a perfect synergy for the deployment of an IoT network at regional level, PAIoT network, available to public administrations, companies and citizens.

Fig.4 shows the current status of implementation of the PAIoT network, which will cover all the provinces of the Emilia-Romagna region when fully operational.

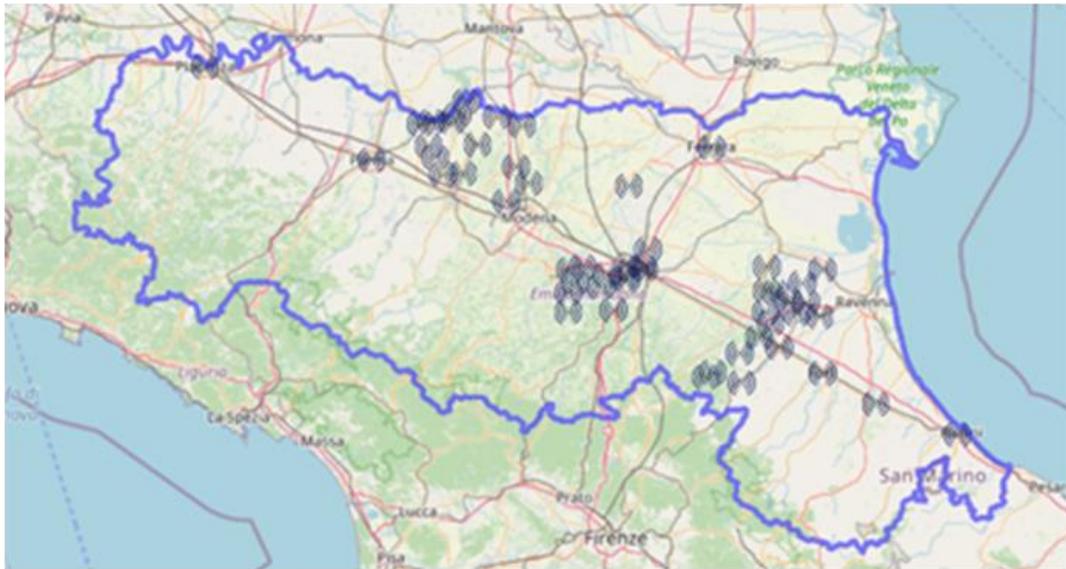


Figure 4: PaloT network

The basic architecture that makes possible to activate a public network for the internet of things (IoT) is shown in Fig.5, where main components and types of connections are highlighted: the black line represents an internet connection, the violet line a Lepida fibre connection, the dotted line a communication based on LoRaWAN protocol.

1. Sensors (of any kind) which send data to Lo-Ra™ gateways by means of LoRaWan protocol;
2. LoraWan Gateways which receive data from LoRaWan sensors are installed in any Access Point of Lepida network (PAL), in order to use Lepida broadband network to transmit data to Lo-Ra™ Server;
3. Lo-Ra™ Server: virtual machine installed in one of the three regional data centres managed by LepidaScpa, that receives data from LoraWan Gateways through Lepida broadband network.

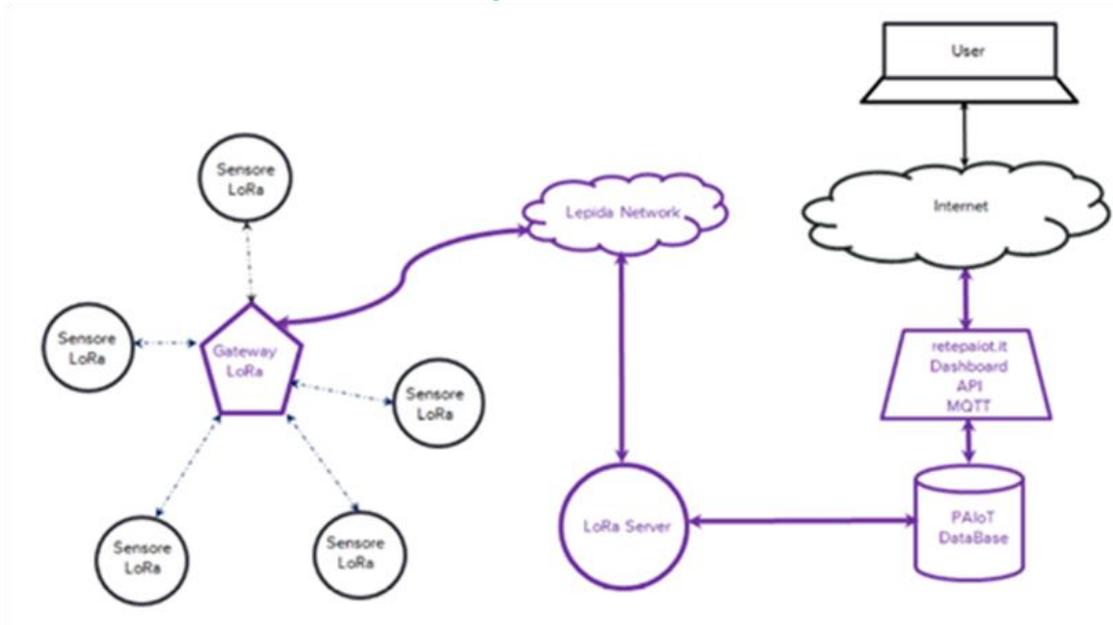


Figure 5: PAIoT network architecture

One or more LoRaWAN gateway are installed in each participating municipality, and represents the meeting point between two types of communication: on the one hand, through the LoRaWAN protocol, it receives the data coming from the users' sensors, on the other it is connected to one of the fibre points of access of the Lepida Network, allowing the sensors to reach the Lo-Ra™ server.

This server is a virtual machine hosted in one of the four Regional Data Centers managed by LepidaScpA, and it undertakes the registration of sensors in the network and the subsequent establishment of encrypted sessions through which payloads are transmitted.

The software installed for the management of the protocol is the open source LoRaserver chirpstack.

On this server two modules are extracting and interpreting the payload, according to the brand and model of the sensors, and storing in a database both the payload and the interpreted measures contained in it.

The data received from the LoRa server are stored in a centralised database and are made available through different interfaces: MQTT protocol, API and web interfaces.

Every user must register himself and the sensors, for which he is responsible or owner, through the web portal, another virtual machine in the same Datacenter where the LoRaServer is located.

The initiative retepaIoT implemented by LepidaScpa and funded by the Emilia-Romagna Region has the following main objectives:

1. create a public IOT Network where citizens, private companies and PAs can integrate their own sensors, making them available to owners and PA entities limitedly to institutional and public interest goals.



2. allow citizens and private companies to collect data from their own sensors wherever they want to install it.
3. allow PA access to data collected by all the sensors installed in the territory for monitoring purposes.
4. enable IOT development through a unique Lo-Ra™ network managed by PA with a rational usage of the frequencies and resources optimization.
5. map all the existing sensors in the territory through a sensor register providing all the technical parameters and the owner identification.

On top of the data collection, transport, storage and data retrieval services, LepidaScpa also offers the decoding service of the payload, for immediate use of the data by the owners of the sensors and, in anonymized form, by the PA.

As shown in figure 2, the data collected via the PAIoT network constitutes one of the monitoring subsystems integrated into Sensornet.

In conclusion Sensornet is able to collect data both from new IOT networks based on new technologies, as in the case of retePAIoT network, and from more traditional ones, preserving and enhancing the investments already made and guaranteeing the possibility of integrating data from any monitoring system allowing and encouraging their sharing and integrated use.

Their use in terms of business intelligence or in a holistic perspective, by the Public Administrations is constantly evolving and monitored because it not only depends on the type of sensors installed and on their location on the territory, but also on the future needs or opportunities.

The sensors installed in the City of Rimini are part of the PAIoT network.

9. DASHBOARD

The data visualisation platform and its features are explained below.

How to access the platform:

- click on the link <https://www.retepaiot.it/>;
- enter through SPID (Sistema Pubblico di Identità Digitale) credentials;
- get accredited by Lepida to view the sensors of interest.

Once the sensors of interest have been associated with your account, a list of them will appear on the home screen, similar to as shown in the following image:



- Edit:** For each sensor it is possible to edit its AppKey, latitude, longitude, description and short description, public data yes/no, owner, user and responsible. Information strictly related to the sensor and managed by Lepida cannot be modified.

Modifica dispositivo
Modifica configurazione dispositivo LoRa.

Marca *	POLYSENSE	Modello *	WxS8800
Connessione *	<input checked="" type="radio"/> OTAA (Over-the-Air Activation) <input type="radio"/> ABP (Activation by Personalization)		
EUI *	7a20bdffffe000ab1	AppKey *	11223344556677889900aabbccddeeff
<small>End-device Identifier.</small>		Application Key.	
Latitudine *	44.072155	Longitudine *	12.578401
Descrizione *	Sensore di rumore Via Kennedy Nord		Descrizione breve
<small>Esempio: Sensore parcheggio ospedate - piazzola 37.</small>			Sensore di rumore #1
Dato Pubblico *	No		
Proprietario *	<input type="radio"/> Privato <input checked="" type="radio"/> Ente <input type="radio"/> Azienda		
	Comune di Rimini		
Utilizzatore *	<input type="radio"/> Privato <input checked="" type="radio"/> Ente <input type="radio"/> Azienda		
	Comune di Rimini		
Responsabile *	[Redacted]		
<small>Indirizzo mail del responsabile.</small>			
API Push	<input type="checkbox"/> Abilita configurazione API Push		
	<input checked="" type="checkbox"/> Accetto le condizioni di utilizzo *		

- Delete:** allows you to delete a sensor from the list.

Conferma cancellazione ✕

Confermi di voler cancellare la centralina?

- View:** for each sensor, the relevant sensed data, which differs according to the type of sensor, are displayed. These data can be downloaded in .csv format and displayed on the graph.

Payload

Scarica dati payload [.csv]

Data ora	Valore
03/10/2024 13:20:42	d77e070d1008020c
03/10/2024 13:15:42	d77e070d1208024f
03/10/2024 13:10:43	d77e070d10080270
03/10/2024 13:05:43	d77e070d12080278
03/10/2024 13:00:44	d77e070d12080219
03/10/2024 12:55:44	d77e070d120802b5
03/10/2024 12:50:44	d77e070d10080254
03/10/2024 12:45:44	d77e070d120801e8
03/10/2024 12:40:44	d77e070d1208027b
03/10/2024 12:35:43	d77e070d120801f4

Precedente

Pagina 1 di 4255

Successiva

SENSORE DI RUMORE - PRESSIONE ACUSTICA (dB)

Scarica dati [.csv]

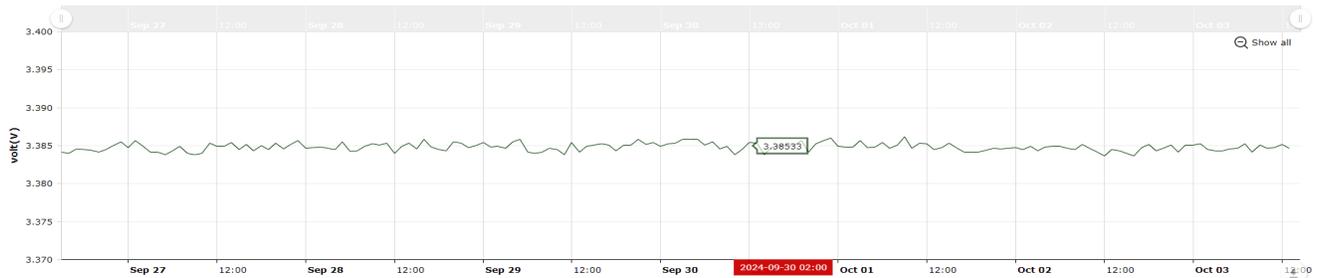
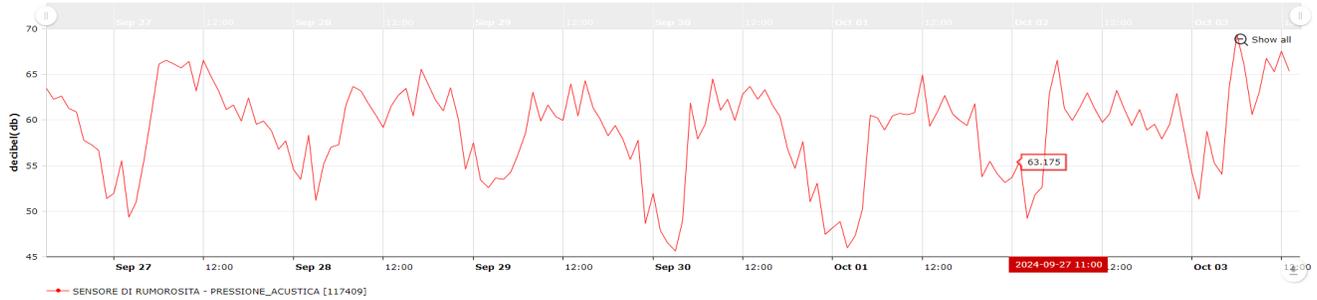
Data ora	Valore
03/10/2024 13:10:43	62.4
03/10/2024 13:05:43	63.2
03/10/2024 13:00:44	53.7
03/10/2024 12:55:44	69.3
03/10/2024 12:50:44	59.6
03/10/2024 12:45:44	48.8
03/10/2024 12:40:44	63.5
03/10/2024 12:35:43	50
03/10/2024 12:30:43	48.3
03/10/2024 12:25:43	57

Precedente

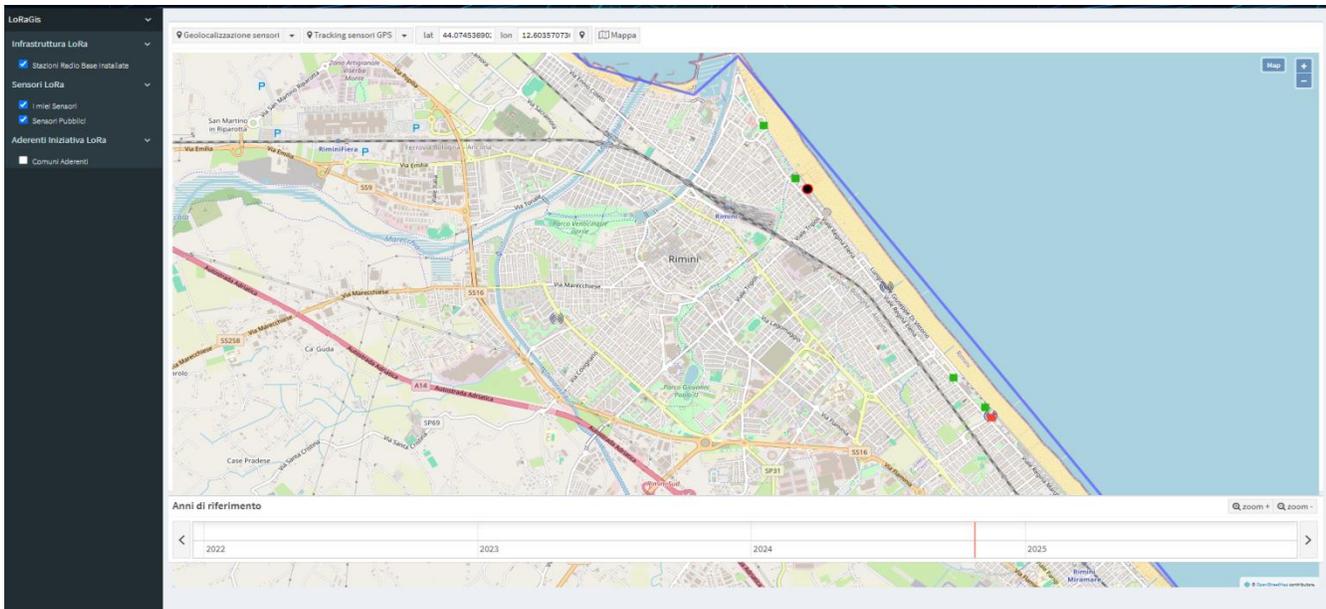
Pagina 1 di 4255

Successiva

- Graph:** the graph related to all measurements taken by the specific sensor selected is displayed. It is possible to refer the data to a certain time period of interest. By scrolling through the sensor on the graph, the measured numerical values appear.



6. **Map:** the location of the sensor on the map is displayed. Other sensors associated with the account and installed Lepida radio base stations are also represented on the map.



10. SENSORI INSTALLATI NEL COMUNE DI RIMINI

TYPE

The Municipality of Rimini has installed the following sensors:

- 4 noise sensors with measurements of:



- sound pressure (dB)
- battery charge (V)
- 2 weather-air sensors with measurement of:
 - weather:
 - battery charge (%)
 - atmospheric pressure (hPa)
 - humidity (%)
 - temperature (°C)
 - wind direction (°)
 - instantaneous wind speed (km/h)
 - air:
 - NO2 (ppm)
 - CO (ppm)
 - O3 (ppm)
 - CO2 (ppm)
 - NOx (num)
 - air quality index (IAQ) (num)
 - fine particulate matter PM1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 - fine particulate matter PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 - fine particulate matter PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 - battery charge (%)

The decision to install the noise sensors was based on the fact that they were not yet present in the territorial scope of the Municipality of Rimini.



Figure 7: Noise sensor in white colour for the streetlights without any finishing paint, on which the sticker with the references of the European funding and the project logo is also visible.



Figure 8: Noise sensor in brown colouring for the streetlights with corten effect painting.

POSITION

Noise sensors and air-weather stations were installed on the Rimini waterfront, some on the new Rimini bicycle/pedestrian promenade, a waterfront redevelopment project called “Parco del Mare,” and some in some stretches of the waterfront still open to vehicular traffic, so that the environmental improvements of the redevelopment works performed could be measured. The sensors were placed within 500 metres of the LoraWan Gateway to ensure signal reception and subsequent transmission to the SensorNet platform.

Noise sensors were placed on some lampposts 4 m above the ground, while the two air-weather stations were installed, each together with an antenna, on the roof of the elevator at the Kennedy Square viewpoint and on the rooftop of the Malatesta School Institute, respectively.

The choice of the location of the noise sensors was based on the desire to monitor various urban environments:

- traffic zones (noise sensor Via Kennedy North and Piazzale Gondar)
- pedestrian zones (noise sensor South Kennedy Street and Murri Park)

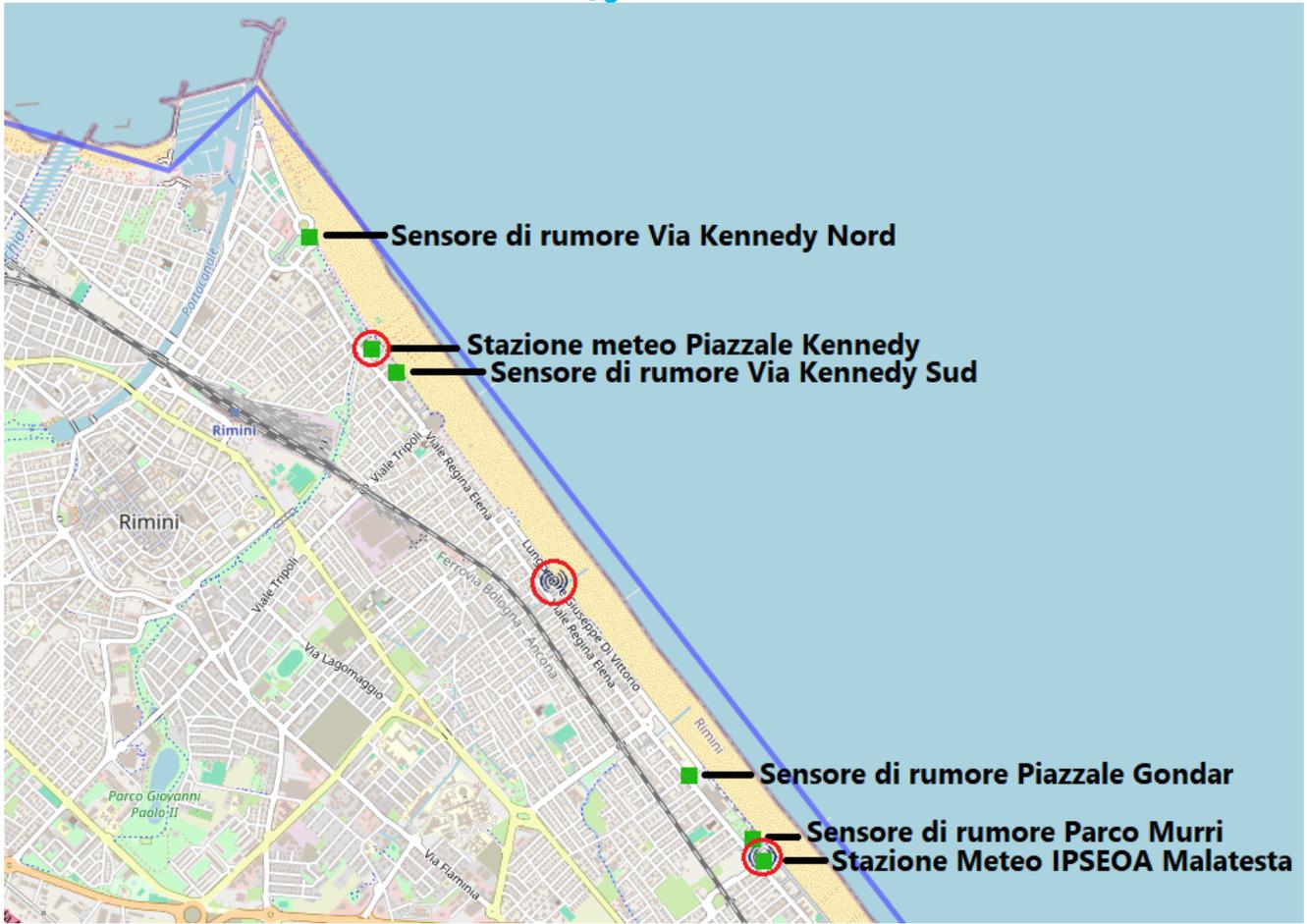


Figure 9: Map of sensors and GateWays (red circle).



Figure 10: Noise sensor North Kennedy Street - traffic zone.



Figure 11: Noise sensor South Kennedy Street - pedestrian zone



Figure 12: Noise sensor Piazzale Gondar - traffic zone



Figure 13: Noise sensor Murri Park - pedestrian zone

At the time of the installation of the sensor in Figure 13, in May 2024, the Sea Park construction site was present, which was completed in July 2024.



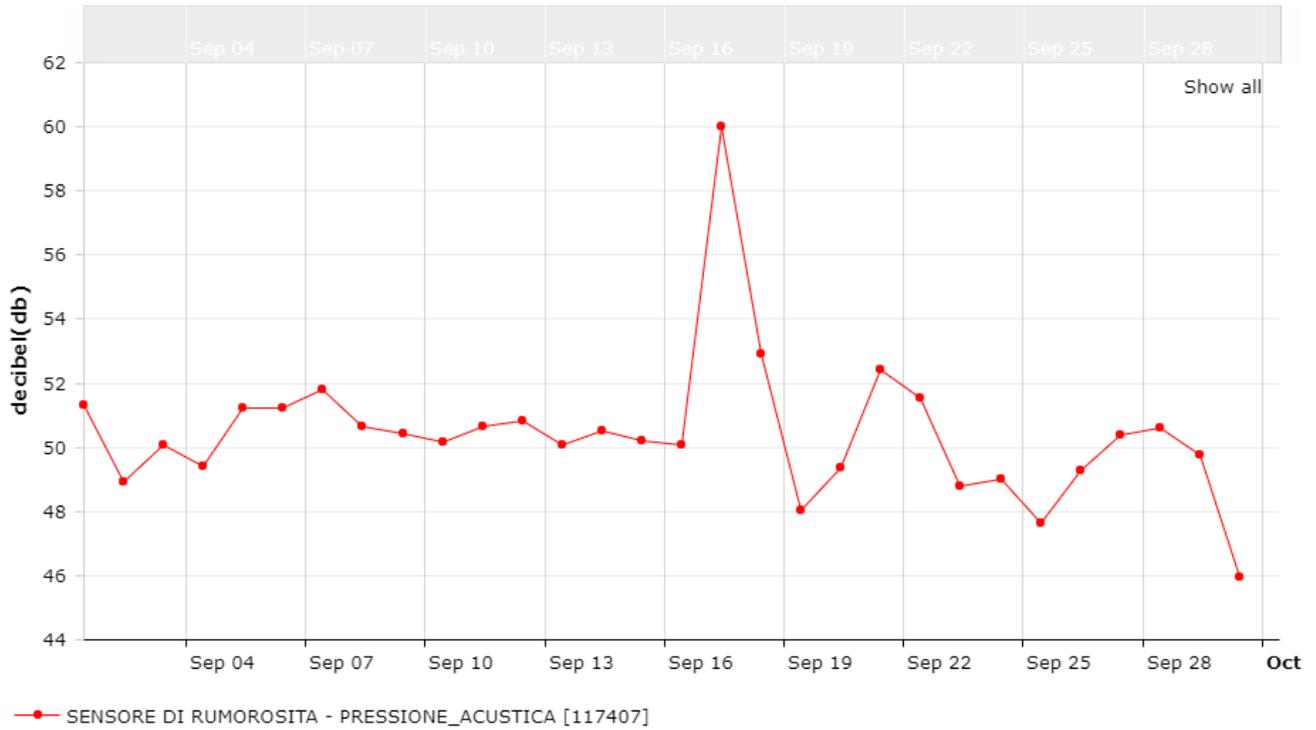
Figure 14: Location of the air-weather station and antenna on the Belvedere at Piazzale Kennedy (red circle)



Figure 15: Location of the air-weather station and antenna on the Malatesta Institute (red arrow)

DATA

The list of data for the month of September (sampling: daily) collected by the noise sensor Via Kennedy North is presented below as an example.



Date-Time	Sound pressure (dB)
Sun Sep 01 2024 10:24:00 GMT+0200	51.32801
Mon Sep 02 2024 10:24:00 GMT+0200	48.93357
Tue Sep 03 2024 10:24:00 GMT+0200	50.06817
Wed Sep 04 2024 10:24:00 GMT+0200	49.41638
Thu Sep 05 2024 10:24:00 GMT+0200	51.24674
Fri Sep 06 2024 10:24:00 GMT+0200	51.24207
Sat Sep 07 2024 10:24:00 GMT+0200	51.80342
Sun Sep 08 2024 10:24:00 GMT+0200	50.63675

Mon Sep 09 2024 10:24:00 GMT+0200	50.44573
Tue Sep 10 2024 10:24:00 GMT+0200	50.16565
Wed Sep 11 2024 10:24:00 GMT+0200	50.65684
Thu Sep 12 2024 10:24:00 GMT+0200	50.84816
Fri Sep 13 2024 10:24:00 GMT+0200	50.08514
Sat Sep 14 2024 10:24:00 GMT+0200	50.49588
Sun Sep 15 2024 10:24:00 GMT+0200	50.21554
Mon Sep 16 2024 10:24:00 GMT+0200	50.07313
Tue Sep 17 2024 10:24:00 GMT+0200	60.01952
Wed Sep 18 2024 10:24:00 GMT+0200	52.91803
Thu Sep 19 2024 10:24:00 GMT+0200	48.05372
Fri Sep 20 2024 10:24:00 GMT+0200	49.37603
Sat Sep 21 2024 10:24:00 GMT+0200	52.43108
Sun Sep 22 2024 10:24:00 GMT+0200	51.55135
Mon Sep 23 2024 10:24:00 GMT+0200	48.80546
Tue Sep 24 2024 10:24:00 GMT+0200	49.02416
Wed Sep 25 2024 10:24:00 GMT+0200	47.63424
Thu Sep 26 2024 10:24:00 GMT+0200	49.28836



Fri Sep 27 2024 10:24:00 GMT+0200	50.39088
Sat Sep 28 2024 10:24:00 GMT+0200	50.60068
Sun Sep 29 2024 10:24:00 GMT+0200	49.78345
Mon Sep 30 2024 10:24:00 GMT+0200	45.96846