

PROGETTO TOO(L)SMART

OUTPUT AZIONE 4 - O.4.b

Codice Output	O.4.b
Denominazione	<i>Integrazione sistema #SmartMe con sistemi di connettività differenti in linea con i nuovi trend tecnologici</i>
Unità di Misura	Numero
Valore Target	1
Enti coinvolti	Ente Responsabile: UNIME Enti partecipanti: Comune di Torino; Comune di Padova
Descrittivo:	
<p>Durante le fasi di sviluppo del verticale relativo al monitoraggio ambientale, si è deciso di porre particolare attenzione alla tecnologia LoRa, per le importanti implicazioni che questa ha nello sviluppo di una infrastruttura di comunicazione in ambito smart city.</p> <p>LoRa sta infatti avendo un notevole sviluppo e pertanto si è deciso di adottarla come protocollo di comunicazione con le stazioni di monitoraggio ambientale. Ciò ha comportato lo sviluppo di adeguata tecnologia per la scheda Arancino per permetterne l'utilizzo sia in modalità server che gateway.</p> <p>Analogamente si è provveduto ad integrare LoRa anche all'interno di Stack4Things.</p> <p>La sperimentazione ha avuto inizio a partire da Settembre 2019 nel territorio del Comune di Torino. Nell'ambito di tale sperimentazione è stato messo a punto ed installato sui nodi un plugin per trasmettere dati via rete LoRa su di un server "ponte" gestito da IREN. Da quest'ultimo, tramite appositi script, i dati vengono trasmessi al <i>dataportal</i>. Tale sperimentazione ha peraltro permesso a Smartme.IO di realizzare con un feedback diretto, dato dal testing sul campo, le capacità fornite da tale tecnologia operante come gateway per comunicazioni LoRa. Nell'ambito del progetto Too(l)smart le Città hanno co-sviluppato e testato insieme all'azienda selezionata con gara (SmartMe.io) un nuovo prodotto ovvero il gateway LoRa.</p> <p>Anche il Comune di Padova è interessato a una implementare una sperimentazione su Lora. L'Ente, infatti, è dotato di una piccola rete Lora con alcuni gateways. L'ente ha manifestato la volontà dell'ente di installare altri gateways Lora in una scuola individuata nell'ambito del progetto Too(l)smart . Tale attività di fornitura e installazione in loco dei gateways, nonché la connessa sperimentazione tramite rete Lora potrà ripartire una volta terminata l'emergenza sanitaria in corso in Italia.</p> <p>Rete LoRaWan – Il caso di Torino nel progetto Too(l)smart:</p> <p>Dal punto di vista tecnico, LoRa è una modulazione wireless a lungo raggio e bassi consumi, sulla quale è basato il protocollo LoRaWAN, sviluppato dalla LoRa Alliance, che consente ai dispositivi di connettersi a una rete IoT utilizzando una larghezza di banda ridotta. Si tratta di uno standard aperto a basso costo, la cui architettura di rete (v. figura 1) prevede che i nodi in campo comunichino, tramite LoRa, con i gateway, che fungono da bridge trasparenti inoltrando (tramite protocolli TCP/IP) i messaggi ad un Network Server centrale, il quale smista i dati ai vari server applicativi: la comunicazione coi server è bidirezionale, ovvero è possibile inviare configurazioni/comandi/ack ai nodi, mediante Network Server e gateway.</p>	

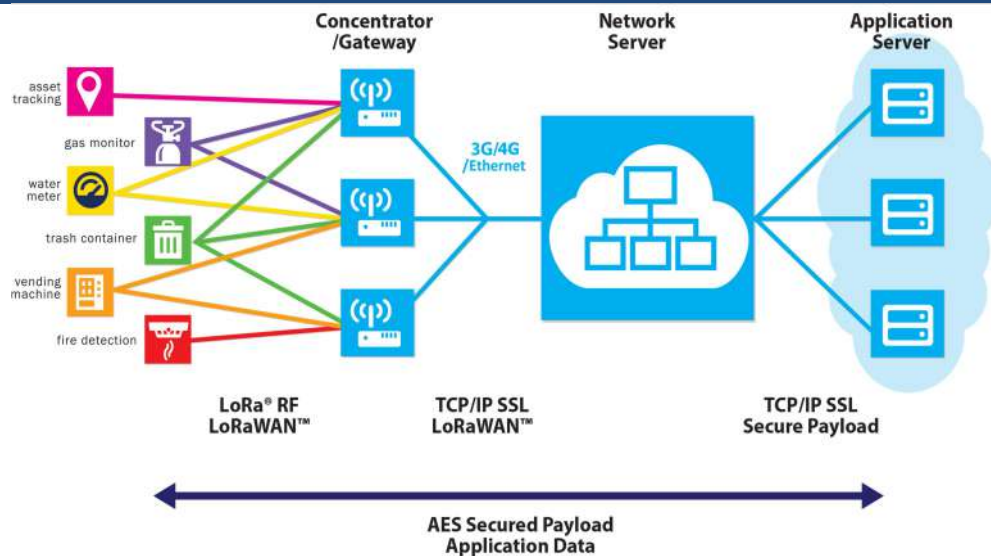


Figura 1 – Architettura di rete LoRaWAN

Nel caso di TOO(L)SMART, le centraline di **monitoraggio ambientale** rappresentano i nodi LoRaWAN in campo che comunicano con la rete di gateway LoRaWAN realizzata da Iren SpA con la collaborazione di CSP e messa a disposizione della Città di Torino (v. figura 2).

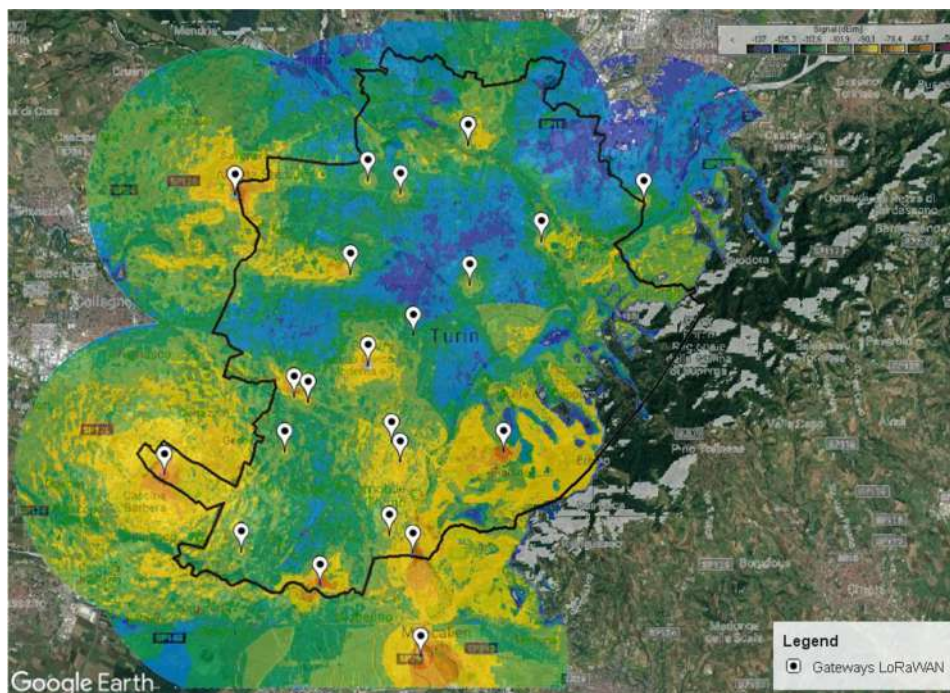


Figura 2 – Rete LoRaWAN a Torino: gateway e simulazione copertura di rete

I gateway comunicano con un Network Server gestito da Iren s.p.a., che si occupa di inoltrare i dati al datportal del Comune di Torino.

Tramite la rete LoRaWAN, ad oggi le centraline prevedono il solo invio in uplink (quindi verso i gateway) dei dati rilevati dai sensori, senza prevedere nessun comando/configurazione/ack in downlink (dalla rete verso le centraline). Questi ultimi sono al momento inviati solo tramite LTE (le centraline potrebbero eventualmente essere collegate via Ethernet o Wi-Fi, al posto di LTE). Un domani si potrebbero prevedere ulteriori sviluppi delle centraline, affinché possano ricevere comandi attuativi via LoRa (ad esempio per

abilitare/disabilitare la connettività LTE in upstream; usando quest'ultima per eventuali upgrade software, ma mantenendola normalmente spenta per un risparmio energetico in caso di installazioni con alimentazione a batteria).

Dal punto di vista dell'accesso alla rete, si è scelto il meccanismo OTAA (*Over The Air Activation*), previsto dal protocollo LoRAWAN, in cui i nodi devono eseguire una procedura di *join* prima di poter scambiare dati con il Network Server, la quale procedura deve essere ripetuta nuovamente ogni qualvolta le informazioni riguardo la sessione vengano perse.

Per eseguire la procedura di join, il nodo deve possedere:

- un DevEUI di 64 bit che identifica globalmente il nodo;
- una chiave AES-128 denominata AppKey.

Tali parametri devono essere noti al Network Server, che utilizza la AppKey per generare la chiavi di sessione utilizzate per criptare/decriptare i dati, sia da parte del nodo che da parte del server. È stata scelta la modalità OTAA in quanto più sicura rispetto all'altra prevista dal protocollo, denominata ABP (*Activation By Personalization*), in cui le chiavi di sessione usate per la crittografia sono salvate staticamente sia nel nodo sia nel Network Server.

Sulla base delle scelte precedenti, le operazioni per integrare LoRa/LoRaWAN in TOO(L)SMART sono state le seguenti:

- 1) Configurazione delle centraline. Ogni centralina viene configurata nella sezione LoRa del menu "Network" (v. figura 3), con i parametri per la procedura join del meccanismo OTAA. In particolare, il DevEUI non è configurabile, in quanto è assegnato dalla LoRa Alliance; mentre la AppKey è da inserire. Oltre a ciò è possibile configurare anche il periodo di invio dei dati (5 minuti, nel caso di TOO(L)SMART ad oggi). Una volta configurati tali parametri, attivando il selettore "Enable", viene avviata la procedura di join da parte del nodo.
- 2) Configurazione del Network Server. Ogni centralina del progetto è stata inserita nell'apposita sezione del Network Server, all'interno della applicazione denominata "CoTo_Toolsmart". In particolare, ad ogni nodo è stato assegnato un nome ed il relativo DevEUI (v. figura 4). In ogni nodo è presente una sezione di attivazione, in cui è stata inserita la AppKey.
Il Network Server mette a disposizione una sezione per ogni nodo, chiamata "Live Device Data", in cui è possibile verificare la ricezione dei messaggi di uplink inviati dal nodo stesso (v. figura 5).
- 3) Sviluppo della comunicazione tra Network Server LoRa e dataportal del Comune di Torino. Per l'inoltro dei dati dal Network Server di IREN al dataportal del Comune, è stato sviluppato un codice JavaScript mediante API CKAN, realizzando un flusso "Node-RED" che preleva i dati di ogni sensore di ogni centralina dal NS e li invia al dataportal (v. figura 6).

Figura 3: Configurazione parametri di rete di una centralina

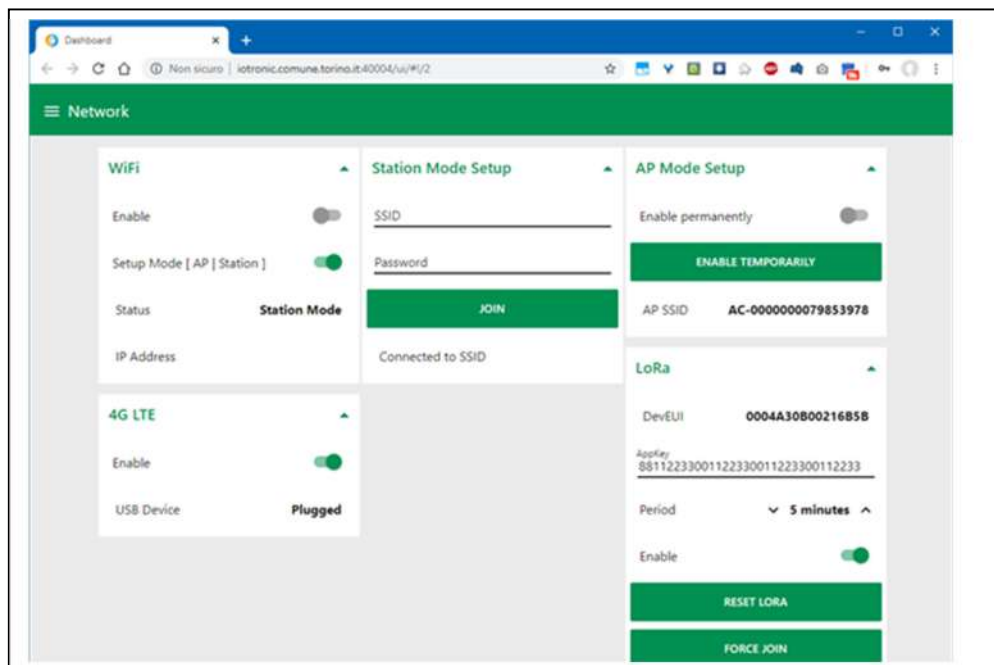


Figura 4: Configurazione centraline sul Network Server LoRa

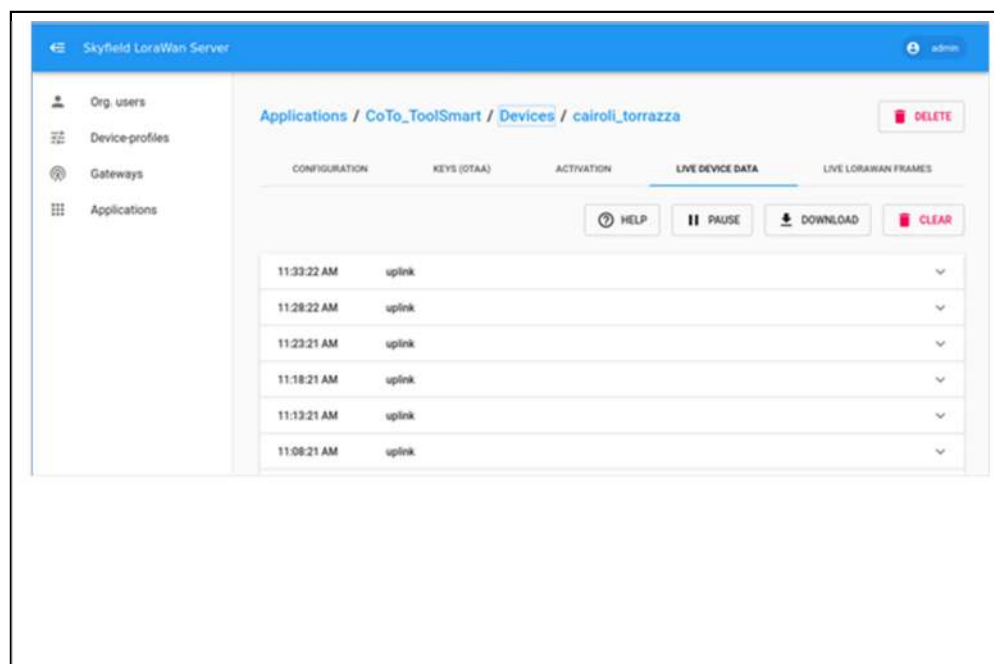
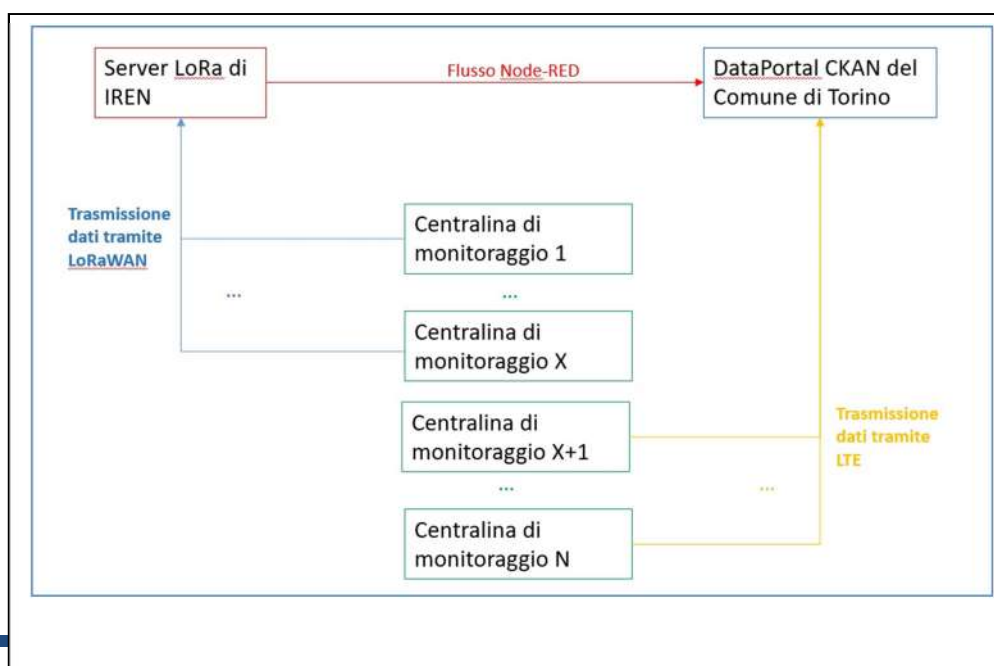


Figura 5: Network Server LoRa: sezione Live Device Data

Last seen	Device name	Device ID
a few seconds ago	catnet_norondo	0004a3000224d56a
2 days ago	catnet_bonazza	0004a30002247945
2 days ago	catnet_morafus	0004a300021c2a00
2 days ago	moranta	0004a300021d412
21 days ago	spend11	0004a3000218b5b
2 days ago	novella	0004a3000224a117
2 days ago	catnetm	0004a3000229b7e

Figura 6: Flusso dati via LoRaWAN



Allegati:

All. 1 – LoRa Technology Report

All. 2 – Le evoluzioni del Progetto Toolsmart

All. 3 – La rete Lora per Torino: la connettività per l'IoT

All. 4 – Guida Starter Kit (SME_2018_SK_MANUALE_ITA_1.1.pdf, la cui sezione 2 parla di Lora (già allegato in O.2d)

All. 5 – Giacobbe, M., Alessi, F., Zaia, A., Puliafito, A.: Arancino.cc(TM): an open hardware platform for urban regeneration. Int. J. Simulation and Process Modelling (IJSPM). Article in press (2020).

Accettato in attesa di pubblicazione.

O.4.b – All. 1

Progetto TOO(L)SMART: evoluzione della buona pratica #SmartME

Utilizzo protocollo Lora – sensori e piattaforma già adattati

Cos'è LoRa®?

LoRa è l'acronimo di Long Range, ed è una tecnologia di comunicazione senza fili (wireless) e punto-punto brevettata da [Semtech](#). LoRa utilizza una tecnica di modulazione ad ampio spettro derivate dalla tecnologia chirp spread spectrum (CSS) (definizione [Semtech](#)).

LoRa può essere definita come la nuova “spina dorsale” del paradigma dell'Internet delle cose (Internet of Things - IoT), connettendo sensori al Cloud ed abilitando sia la comunicazione in tempo quasi reale di dati sia la parte di analisi dei dati a seguire.

Questa piattaforma wireless a bassa potenza e lungo raggio di trasmissione è divenuta una tecnologia *de facto* per le reti IoT a livello globale, migliorando efficienza e produttività, e riducendo inoltre il costo energetico. A tal fine, LoRa può essere facilmente integrata in infrastrutture esistenti per l'implementazione di applicazioni IoT con dispositivi a basso costo e alimentati a batteria, per reti pubbliche, private o ibride, fornendo in tal caso anche una copertura più estesa rispetto alle reti cellulari. Infatti, la tecnologia LoRa è sostenuta da un sistema mondiale composto da diversi soggetti quali costruttori di hardware, progettisti software, fornitori di reti e associazioni industriali. Esempi di alleanze industriali sono: IoT Connectivity Alliance (ICA), IoT M2M Council, Smart Cities Council, Wireless Broadband Alliance.

Alcuni numeri: più di 600 casi di studio conosciuti, 97 milioni di dispositivi implementati sul campo (fonte [Semtech](#)), il 40% di tutte le connessioni Low Power Wide Area Network (LPWAN) si baseranno sulla tecnologia LoRa entro il 2019 (fonte Industry analyst IHS Market).

Perchè LoRa®?

La risposta a questo quesito è “colmare un vuoto tecnologico” come si può evincere comparando LoRa con le tradizionali tecnologie cellulari o wifi, in termini di disponibilità a basso consumo e basso costo (**Fig.1**)

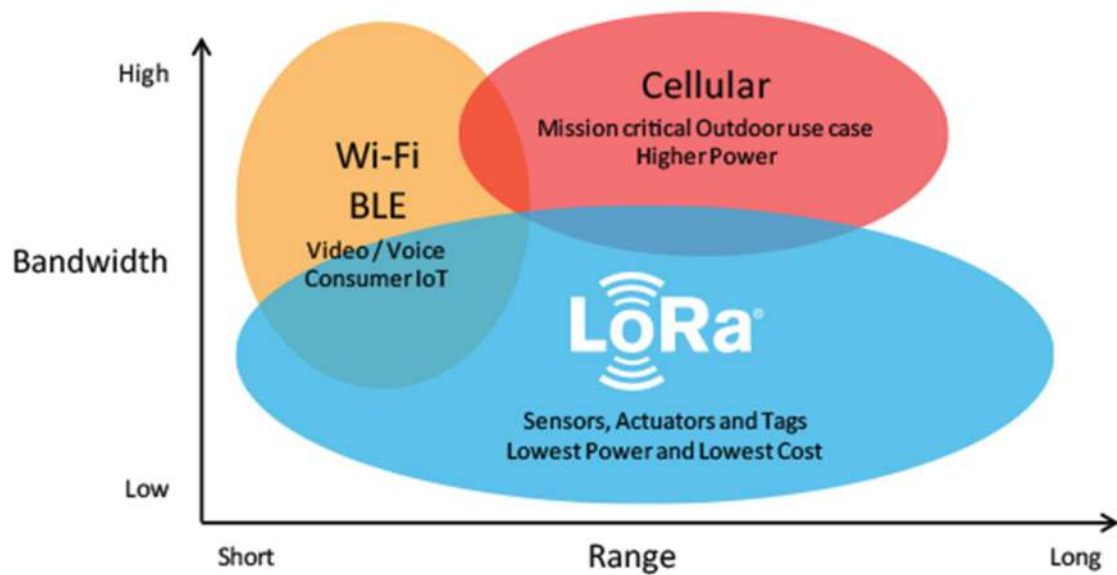


Fig.1 Confronto Bandwidth-Range fra tecnologie wifi, cellulare e LoRa (fonte [Semtech](#)).

Grazie all'implementazione della tecnologia LoRa, i dati viaggiano su lunghe distanze utilizzando pochissima energia. I dispositivi LoRa abilitano una vasta gamma di applicazioni IoT trasmettendo in maniera temporizzata i pacchetti dati. LoRa colma la lacuna tecnologica delle reti cellulari e Wi-Fi / BLE che invece richiedono una larghezza di banda elevata o una potenza elevata, oppure hanno una portata limitata o incapacità di penetrare in ambienti interni profondi. La tecnologia LoRa è flessibile per casi di utilizzo in ambienti rurali o interni in città intelligenti, case ed uffici intelligenti, agricoltura intelligente, misurazione e logistica intelligente.

Cos'è LoRaWAN®?

LoRaWAN è un protocollo LPWAN (Low Power Wide Area Network) basato sulla tecnologia LoRa. È progettato per collegare, in modalità wireless, oggetti a batteria a Internet in reti regionali, nazionali o globali.

Il protocollo LoRaWAN sfrutta lo spettro radio non licenziato nella banda Industrial, Scientific and Medical (ISM). La specifica definisce i parametri a livello fisico per il collegamento del dispositivo all'infrastruttura di rete LoRa, fornendo l'interoperabilità senza interruzioni tra i dispositivi.

La **Fig.2** mostra una rappresentazione del posizionamento su livelli differenti e interagenti del protocollo LoRaWAN, abilitante la rete LoRa ad un livello superiore rispetto al livello fisico LoRa.

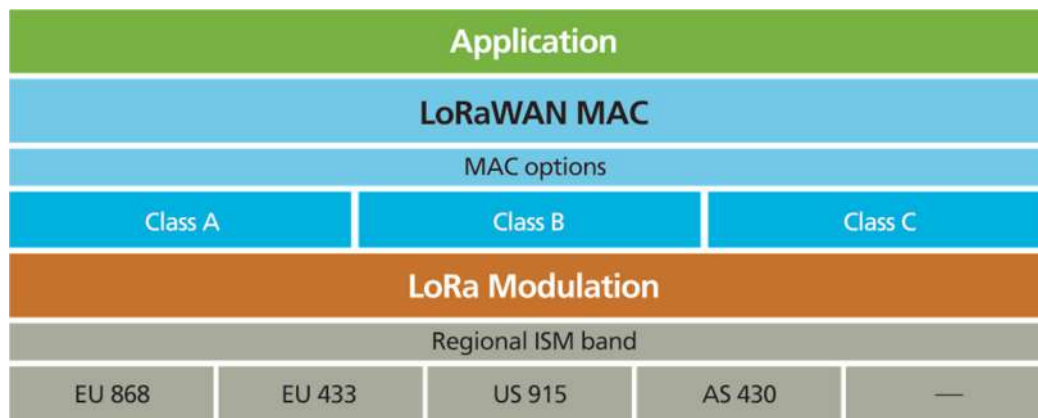


Fig.2 Protocollo LoRaWAN al livello superiore rispetto alla modulazione LoRa (fonte [Semtech](#)).

Cos'è Arancino?

Arancino è un innovativo sistema embedded, sviluppato da SmartMe.IO, che può essere utilizzato in applicazioni che vanno dal semplice rilevamento della temperatura ad applicazioni nel settore automobilistico, intelligenza artificiale, apprendimento automatico, reti neurali, cloud, analisi di big data, manutenzione predittiva, ecc.



Fig.3 La scheda Arancino equipaggiata con il Compute Module CM3+ di Raspberry.

La scheda è composta da due parti principali che, in analogia con gli emisferi sinistro e destro del cervello umano, possono essere identificate concettualmente in microprocessore e microcontrollore. La connettività tra i due "emisferi" è il "corpus callosum" di Arancino. Per chiarire il concetto, mentre il corpo calloso che trasferisce le informazioni tra una scheda Arduino e una scheda Raspberry è un cavo fisico esterno, quello di Arancino viene implementato a bordo. Un semplice clic consente al microcontrollore di Arancino di comunicare con il Compute Module.

L'impiego di Arancino come nodo LoRa

Arancino è dotato di un ricetrasmittitore SRD basato su tecnologia LoRa® RF. Funziona a una frequenza sub-gigahertz di 868 MHz e dispone di uno stack LoRaWAN™ di classe A integrato, che fornisce una comunicazione a spettro esteso a lungo raggio, con un'elevata immunità alle interferenze.

Come lavora il nodo LoRa Arancino?

Il nodo LoRa Arancino offre una soluzione semplice e affidabile per lo sviluppo di reti IoT LoRaWAN a basso consumo, altamente integrate, sistemi di sicurezza, reti di allarme, controllo dell'edificio, interfacce M2M e applicazioni simili che richiedono soluzioni di rete semplici e affidabili.

Equipaggiato con l'RN2483, il modulo ricetrasmittitore di bassa potenza LoRa® di Microchip, offre una velocità di trasmissione dati programmabile fino a 300 kbps con modulazione FSK o 5468 bps con modulazione della tecnologia LoRa™.



Fig.4 Il modulo LoRa che equipaggia la scheda Arancino in configurazione nodo LoRa.

L'impiego di Arancino come LoRa Gateway

Il Gateway LoRa Arancino è un gateway LoRaWAN specializzato basato sull'architettura Open Hardware di Arancino che consente a ingegneri e aziende di ridurre drasticamente il time-to-market dei loro prodotti. Sfrutta l'enorme quantità di codice Open Source e librerie disponibili per piattaforme di codifica compatibili come Arduino, Python, Node.JS, C, C ++, LUA, ...

Il Gateway LoRa Arancino fa parte della piattaforma di gestione IoT Open Stack4Things™ basata su OpenStack, che consente una comunicazione sicura facile, scalabile e end-to-end tramite firewall, NAT, ecc. Indipendentemente dal supporto e dalla topologia.

Come lavora il LoRa Gateway Arancino?

Il LoRa Gateway Arancino fornisce connettività a lungo raggio utilizzando la comunicazione a spettro esteso a raggio ultra-lungo e l'elevata immunità alle interferenze sulle bande radio 868/915 MHz. Aumenta la capacità operativa mantenendo basso il costo del gateway.

Arancino è dotato di un modulo Gateway che offre fino a 8 canali LoRa nella frequenza 868Mhz (o 915MHz) con una sensibilità di -137dBm e una potenza di uscita RF di + 27dBm, che lo rende il dispositivo ideale da utilizzare nelle applicazioni gateway LoRaWAN.

Il gateway ha anche la capacità Listen Before Talk (LBT) che consente all'utente di condividere lo stesso canale. Se abilitato, il dispositivo controlla continuamente i canali e trasmette solo se il canale è libero. Include anche un modulo GPS.

La rete LoRa con Arancino

Un ricevitore con sensibilità di -148dBm in combinazione con l'amplificatore integrato da 14dBm consente collegamenti a gamma estesa che possono raggiungere fino a 15 km in area aperta (secondo le specifiche del produttore del modulo).

Il modulo LoRa utilizzato è LoRa Sub-GHz 433/868 MHz European certificato R&TTE. Combinato con un'interfaccia di comando avanzata e semplice, consente una facile integrazione, riducendo i tempi di sviluppo, i costi e il time to market.

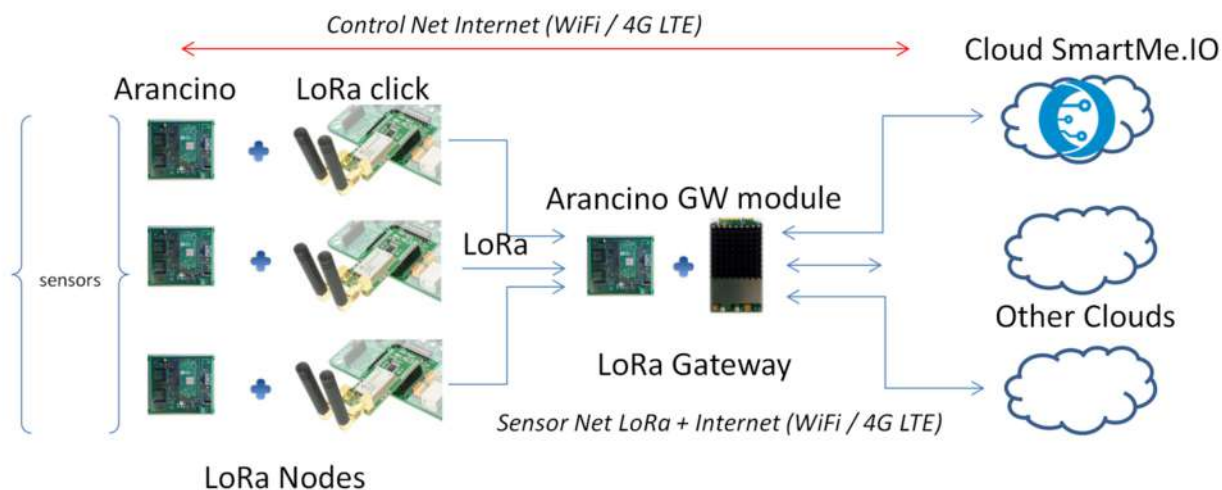


Fig.5 L'impiego di Arancino come nodo e gateway LoRa IoT per connettere i sensori al Cloud.

Tab.1 Specifiche tecniche del modulo Gateway che equipaggia Arancino:

Tensione operativa	+5V
Consumo di corrente	815mA (TX @+27dBm), 600mA (RX)
Modulazione	LoRa® Spread Spectrum, FSK, GFSK
Frequenza operativa	868MHz (EU) / 915MHz (US)
Gamma di frequenza	da 860MHz a 1020MHz
Temperatura operativa	da -40°C a +85°C
Potenza di uscita a RF	Fino a +27dBm
Interfacce	mPCIe (SPI / I2C / UART / GPIOs)
Sensibilità	Fino a -137dBm

Dimensioni	71×40 mm
Funzionalità	Listen Before Talk (LBT), GPS, connettore uFL antenna, 8 canali LoRa, la versione FPGA supporta la scansione spettrale LoRa

Applicazioni LoRa implementate

La **Fig. 6** mostra una panoramica generale sul monitoraggio ambientale e sulle applicazioni di conteggio degli oggetti usando LoRa. Nello specifico, sono state implementate due soluzioni, rispettivamente per il monitoraggio ambientale e il conteggio degli oggetti, implementando la tecnologia LoRa sulla scheda Arancino.

Il monitoraggio ambientale riguarda principalmente la conoscenza dei parametri ambientali interni ed esterni e in particolare: temperatura, umidità, pressione e ulteriori parametri di qualità dell'aria esterna come il particolato (PM 1.0 / 2.5 / 10), velocità e direzione del vento, millimetri di pioggia.

Il conteggio degli oggetti riguarda principalmente il rilevamento del numero minimo, massimo, del numero medio e della presenza in tempo reale di classi di oggetti in un'area controllata.

Entrambe le applicazioni si basano sull'implementazione di LoRa in esecuzione sulle schede Arancino configurate come nodo o gateway nella rete LoRa.

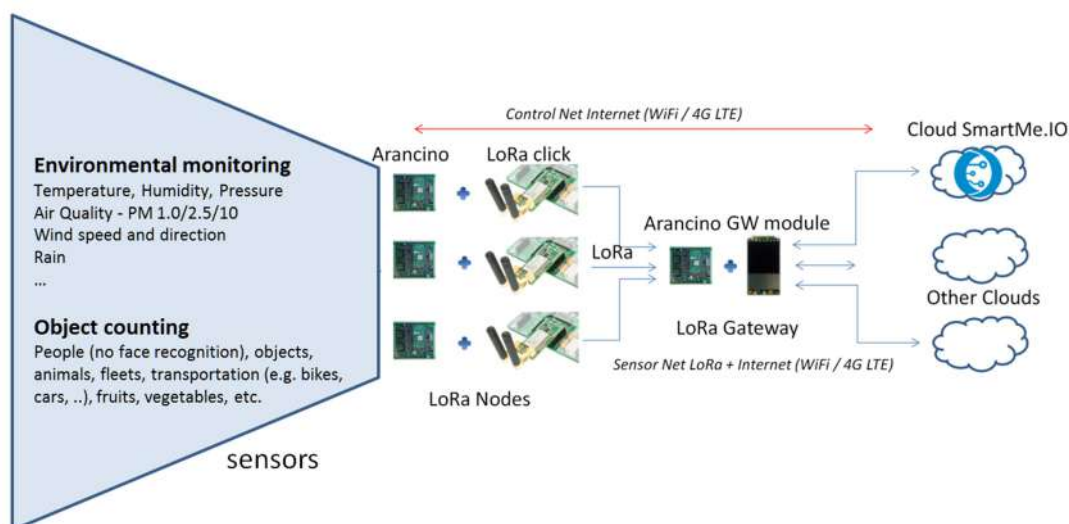


Fig. 6 Panoramica generale sul monitoraggio ambientale e sulle applicazioni di conteggio degli oggetti usando LoRa.

Cos'è la Stazione Ambientale LoRa Arancino?

La Stazione Ambientale è una apparecchiatura "intelligente" che funziona come nodo LoRa per raccogliere, gestire e trasmettere dati da sensori ambientali attraverso una rete LoRa al Gateway LoRa Arancino, e quindi al Cloud attraverso Internet (in WiFi o 4G LTE).

Come lavora la Stazione Ambientale LoRa Arancino LoRa?



La Stazione Ambientale funziona "On the Edge": tutte le elaborazioni avvengono sulla stazione. Come nodo LoRa, nella sua prima implementazione, la Stazione "cattura" i dati dai sensori collegati:

Bosh BME280 (Temperatura, Umidità e Pressione in aria);

PMS5003 (Particulate Matter - PM1.0/2.5/10);

Anemometro e Pluviometro (velocità e direzione del vento, quantità in millimetri di pioggia).

Cos'è l' Object Counter LoRa?

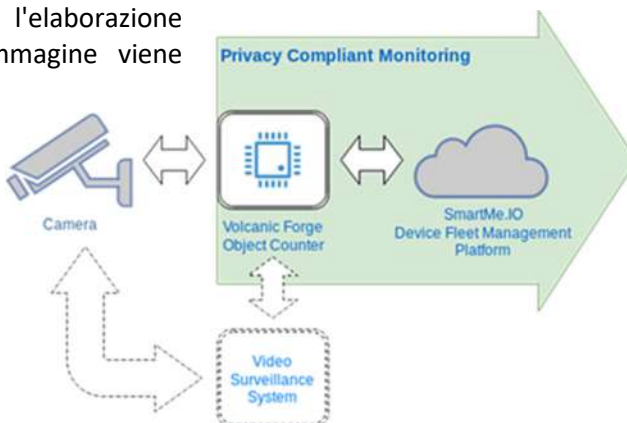
L'Object Counter è un dispositivo intelligente, quindi "smart", che utilizza modelli di calcolo matematico (reti neurali) basati sul funzionamento di reti neurali biologiche.

Applicazioni:

- Conteggio di persone e oggetti. Sono disponibili più di 80 classi che possono essere utilizzate contemporaneamente e ampliate facoltativamente.
- Valutazione della densità / congestione per raduni, code, traffico, logistica, ecc.
- Monitoraggio del traffico stradale e / o semaforo, punti di accesso, cantieri e stazioni di pedaggio con identificazione dinamica dei flussi del veicolo (ora, giorno, mese, ecc.).
- Monitoraggio a fini statistici e valutazione del successo per eventi in fiere, centri commerciali, musei, convegni, showroom, ecc.
- Monitoraggio dell'uso di dispositivi di protezione individuale o situazioni di rischio in cantieri edili o impianti industriali.
- Complemento ai sistemi di videosorveglianza.

Come lavora l'Object Counter?

L'Object Counter funziona "On the Edge": tutta l'elaborazione avviene sul dispositivo intelligente e nessuna immagine viene registrata o trasferita.



**TOO(L)
SMART**

La tua città **nelle tue mani**

WEBINAR
**«DA SMARTME A
TOOLSMART: IL RIUSO
DELLA BUONA PRATICA»**

Giuseppe Tricomi
Università degli Studi di Messina
MDSLAB
02 marzo 2020

**LA TUA CITTÀ
DIVENTA SMART,**

E TOOL?



La Buona Pratica

Possibili estensioni



La Buona Pratica: Possibili estensioni

Il progetto “TOO(L)SMART grazie alla versatilità dell’architettura permette di:

- gestire all’interno delle stazioni altri sensori e/o dispositivi di attuazione
- sviluppare nuovi plugin eseguibili all’interno della stazione
- integrare telecamere intelligenti come device gestiti dalla piattaforma
- creare Living-Lab basati sulla “Buona Pratica” per la gestione di nuovi scenari
- creare canali di cooperazione attraverso federazione tra i Living-Lab che aderiscono alla buona pratica
- introdurre nuovi componenti all’interno della piattaforma per analisi basata su Machine Learning al fine di interagire con la Smart City
- creare canali di cooperazione attraverso federazione tra le città virtuose che aderiscono alla buona pratica



La Buona Pratica: Improvement delle stazioni

Estensione delle stazioni

Le stazioni possono includere dispositivi differenti dagli attuali che per essere integrati all'interno della stazione richiedono l'interazione con loTronic per poter modificare:

- lo sketch di gestione della board. Azione realizzata non direttamente attraverso loTronic ma sfruttando gli strumenti forniti per poter copiare lo sketch sulla stazione ed eseguirne l'upgrade dello sketch
- il plugin di gestione della stazione che colleziona i valori esposti e percepiti dal sensore/ attuatore introdotto

Adattamento dei plugin

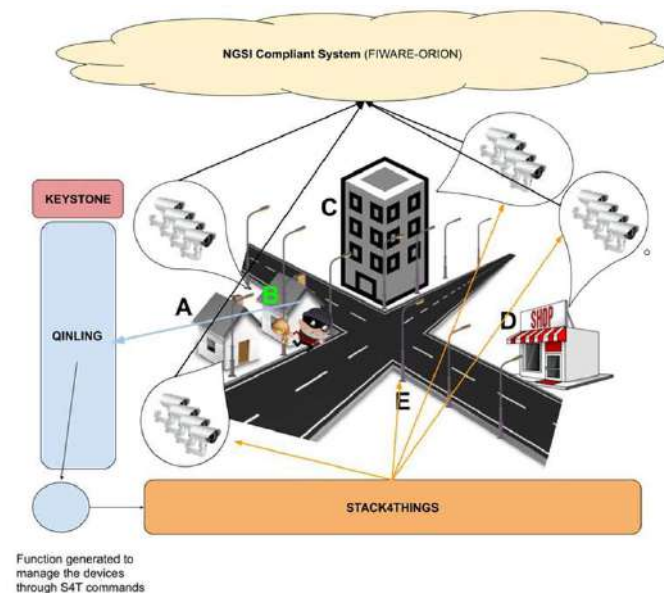
Attraverso la realizzazione di plugin appositi è possibile modificare il processamento dei dati misurati dalla stazione. Questo permette agli amministratori di migliorare il modo in cui i dati sono rilevati dalla stazione.



La Buona Pratica: Integrazione di sistemi basati su telecamere

L'integrazione di sistemi intelligenti basati su telecamere permette ai living-Lab (ed alle Smart City in generale) l'attuazione di sistemi avanzati per varie attività:

- Monitoraggio parcheggi
- Analisi del Flusso veicolare
- Supporto avanzato alla cittadinanza^{1,2}



¹ Software-Defined City Infrastructure: A Control Plane for Rewireable Smart Cities - Giuseppe Tricomi ; Giovanni Merlino ; Francesco Longo ; Distefano Salvatore ; Antonio Puliafito [2019 IEEE International Conference on Smart Computing \(SMARTCOMP\)](#)

² Poster: CIVICS: Making Cities safer through Video Collection, FaaS and edge computing - Hammond, Sciammetta, Niyonzima; Supervised by Puliafito, Merlino e Tricomi. Presentato come team studentesco in iCities2019



La Buona Pratica: creazione di Living-Lab

La piattaforma di ToolSmart può essere utilizzata per la gestione di dispositivi di sensoristica e di attuazione all'interno di attività non direttamente connesse alle attuali finalità di monitoraggio ambientale. A tal fine sarà possibile integrare i dispositivi di sensing con la piattaforma di ToolSmart per visualizzare i dati prodotti, tali dati dovranno essere compatibili con Lightning-rod.



La Buona Pratica: Elaborazione avanzata basata su Machine Learning

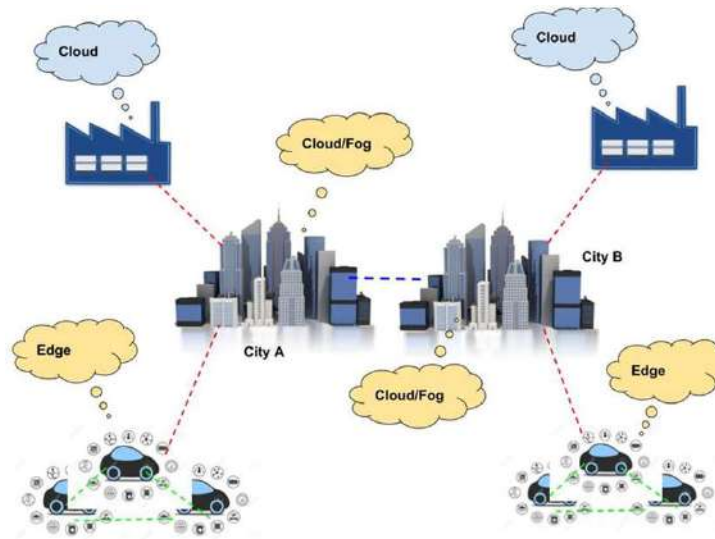
Una delle estensioni applicabili alla piattaforma creata per Toolsmart consiste nel dotare i dispositivi IoT, modello arancino o superiori, della possibilità di eseguire moderate applicazioni basate sul Machine Learning per la realizzazione di pipeline di processamento dei dati percepiti sugli Edge della rete vicino a dove vengono misurati i fenomeni sotto studio.

Un esempio di questo tipo di estensione, è ciò che riguarda l'integrazione di telecamere nel circuito discussa precedentemente.



La Buona Pratica: Federazione tra amministrazioni

Un' altra estensione per la piattaforma è relativa alla dotazione della piattaforma della possibilità di interagire con altre amministrazioni aderenti alla buona pratica. In questo modo a seconda degli accordi stipulati tra le amministrazioni coinvolte sarà possibile realizzare dei canali di interscambio delle informazioni. Una possibile applicazione di questo potrebbe riguardare i dati di mobilità tra amministrazioni limitrofe che vogliono stimare i flussi veicolari in arrivo in funzione dei dati ricevuti dalla città confinanti.





CITTÀ DI TORINO



Università degli Studi
di Messina



Città di Messina



Città di Lecce



Città di Padova



Città di Siracusa

TOO(L) SMART

La tua città **nelle tue mani**

Vai su torinocitylab.com/it/toolsmart e prendi parte anche tu al cambiamento.



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Agenzia per lo
Sviluppo Territoriale*



GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020

La rete LoRa per Torino: la connettività per l'Internet of Things

Torino, 28 Giugno 2019



Cos'è una rete LoRa?

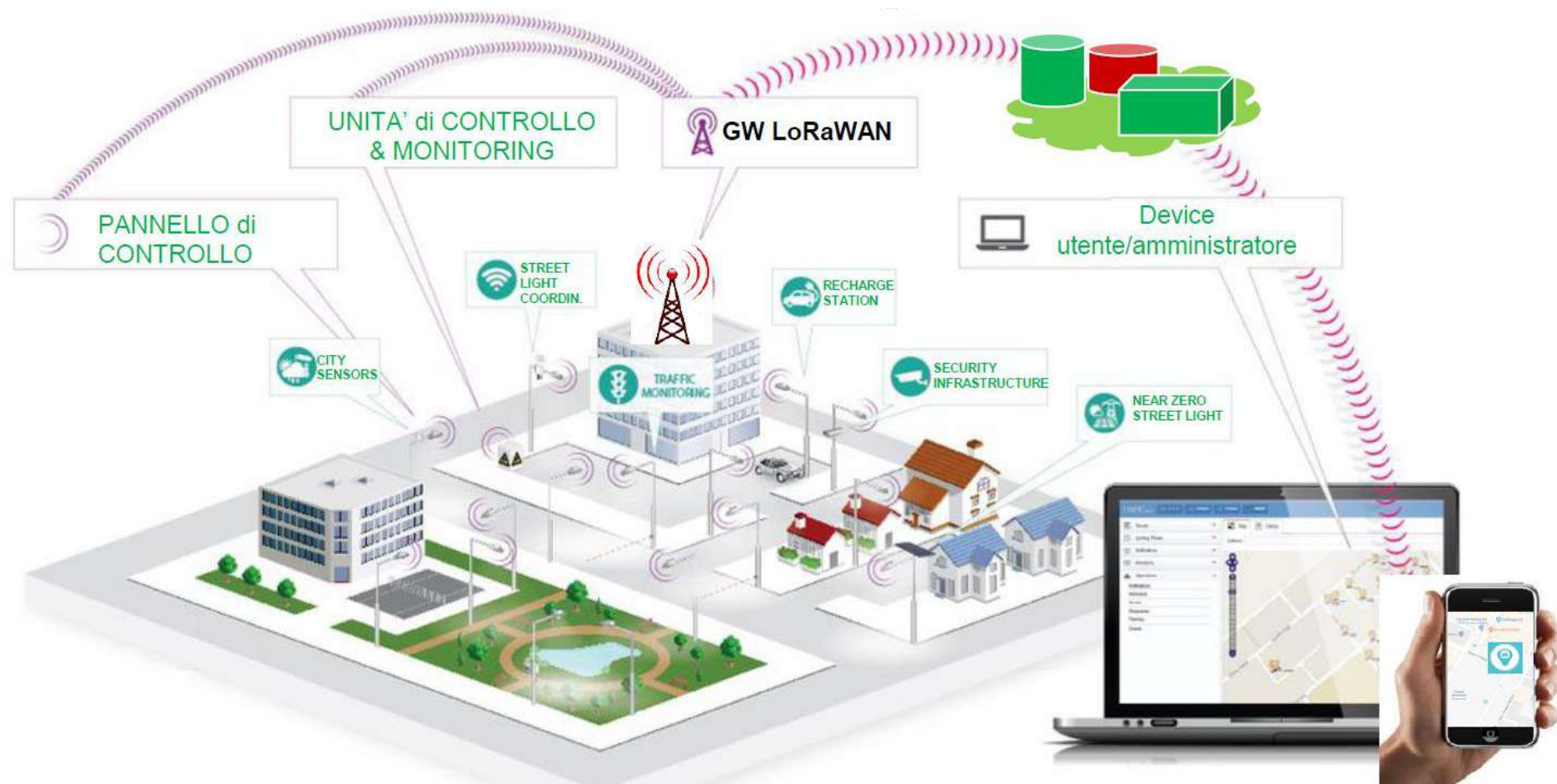
E' un infrastruttura di connettività specifica per l'attivazione di servizi IoT in ottica Smart City

Il protocollo LoRaWAN è complementare ad altre tecnologie (Wifi, 4G) ed è studiato per la connessione di sensoristica distribuita sul territorio:

- Trasmissione su aree ampie con frequenze libere e bassa potenza di trasmissione;
- Consumo energetico limitato dei sensori e della rete;
- Invio di dati di limitata frequenza-dimensione (monitoraggio/letture)



L'architettura della rete LoRa



Sensoristica

Strato Applicativo

Applicazioni business e/o al cittadino

La rete a servizio della Città di Torino

Dotare la Città di Torino di una rete di connettività per:

- servizi professionali rivolti a terze parti, proponenti di sperimentazioni nell'ambito di Torino City Lab, start-up e centri di ricerca;
- la realizzazione di servizi di interesse pubblico;
- lo sviluppo di nuove soluzioni per l'ecosistema dell'innovazione (Rete "LoRa-Open").



**Smart Parking/
Mobility/Road**



Smart Lighting



**Smart Waste
Management**



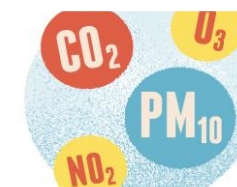
**Smart
Infrastructure**



Smart Metering



Smart Building



**Smart Air
(indoor/
outdoor)**



Smart Parking

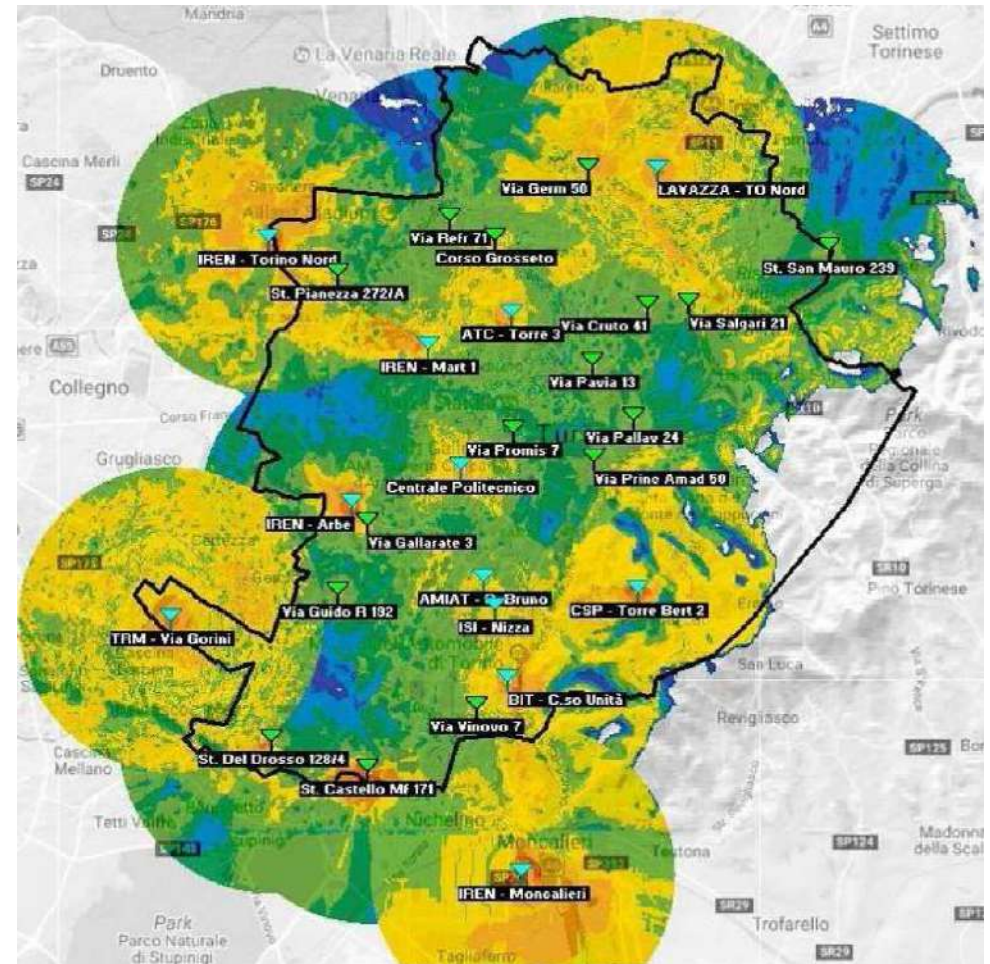
*A Torino parte la sperimentazione
dedicata alle persone con disabilità*

Alcuni numeri della rete LoRa

27 gateway

> 100 km² coperti dalla rete LoRa

> 27.000 end-node collegabili



Mapa di copertura della Città di Torino

L'installazione dei concentratori

ATTIVITÀ SVILUPPO RETE



Progettazione della rete: autunno 2018

Installazione primi 4 gateway: dicembre 2018

Installazione ulteriori gateway: marzo-giugno 2019



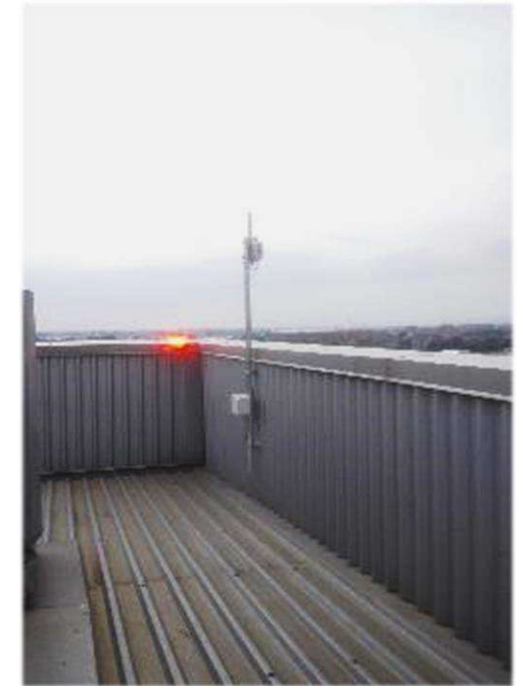
*Centrale di Moncalieri
IREN Energia*



*Centrale di Politecnico
IREN Energia*



*Cabina primaria
distribuzione e.e. IRETI*



*Centrale di Torino Nord
IREN Energia*



Iren S.p.A.

Reggio Emilia (sede legale) | Via Nubi di Magellano, 30 - 42123

Torino | Corso Svizzera, 95 - 10143

Genova | Via SS. Giacomo e Filippo, 7 - 16122

Parma | Strada S. Margherita, 6/A - 43123

Piacenza | Strada Borgoforte, 22 – 29122

www.gruppoiren.it

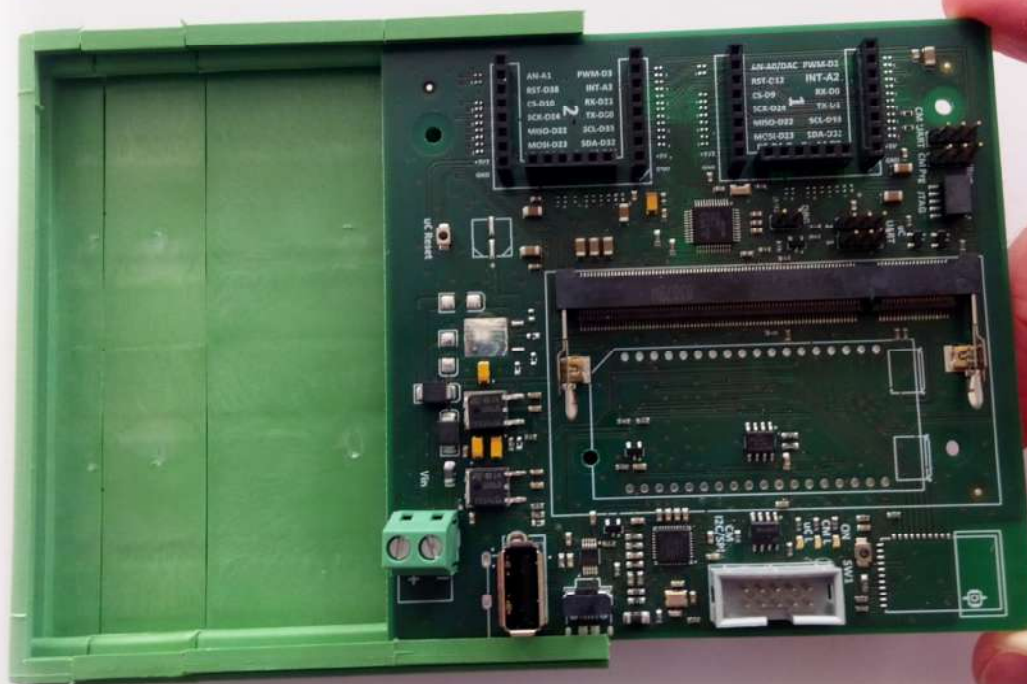
Direzione di Innovazione ed Internazionalizzazione | innovazione@gruppoiren.it

SmartMe.IO STARTER KIT



Manuale di istruzione e d'uso

Agosto 2019 – Versione 1.1
SmartMe.IO Srl



Sommario

Sommario	2
PREMESSA	3
AVVERTENZE E PRECAUZIONI	3
PRECAUZIONI DI CARATTERE GENERALE	4
GARANZIA	4
LIMITAZIONI E DECADIMENTO DELLA GARANZIA	4
DESCRIZIONE TECNICA DELLA COMPONENTISTICA	5
MONTAGGIO	7
CONFIGURAZIONE E INSTALLAZIONE	15
1. PROGRAMMAZIONE ARANCINO BOARD	15
a. CONFIGURAZIONE ARANCINO BOARD	17
b. FLASH ARANCINO OS SU COMPUTE MODULE	19
c. COLLEGAMENTO SERIALE	19
2. AVVIAMENTO E MESSA IN FUNZIONE	20
1.1. DEVICE: Configurazione del dispositivo	21
1.2. NETWORK: Configurazione di rete	22
2. SETTAGGIO DELLE OPZIONI – CONNETTIVITA' LoRa	23
3. SETTAGGIO DELLE OPZIONI – CONNETTIVITA' 4G	24
4. SETTAGGIO DELLE OPZIONI – SERVIZI LIGHTNING-ROD	25
MODALITÀ D'USO	26
LETTURA RISULTATI E SETTAGGIO REPORT	26
PROGRAMMAZIONE	27
Node-RED	27
MONITORAGGIO TEMPERATURA, PRESSIONE, UMIDITA'	28
MONITORAGGIO PARTICOLATO	28
MONITORAGGIO DIREZIONE - VELOCITA' DEL VENTO E PIOGGIA	29
GESTIONE DEI DATI	30
CONTATTI	32

PREMESSA

Gentile Cliente,

La ringraziamo per aver scelto uno dei nostri prodotti il cui corretto utilizzo garantisce soluzioni di altissima qualità ed affidabilità nel tempo.

In numerosi campi di applicazione è utile avere un monitoraggio continuo di ambienti indoor o outdoor per fini statistici, di sicurezza, di valutazione di efficacia o di ottimizzazione.

Al monitoraggio continuo si accompagna il controllo ambientale inteso come l'individuazione e la prevenzione di fattori di rischio per la tutela dell'ambiente e della salute dell'uomo.

Il controllo ambientale consente di quantificare gli impatti delle attività umane, attraverso il confronto con i limiti e/o le soglie previste dalle normative ambientali, o anche in base ad autorizzazioni specifiche.

A tal proposito, i modelli di qualità dell'aria, in generale, consentono di stimare le concentrazioni degli inquinanti aero-dispersi seppur vincolati nella loro applicabilità dalla specificità del fenomeno, dalle caratteristiche del modello e dalla disponibilità di informazioni d'ingresso.

Lo **Starter Kit** di **SmartMe.IO** è una vera e propria **stazione meteo** che introduce l'utente all'Internet delle cose – Internet of Things (IoT) non limitandosi a misurare esclusivamente parametri ambientali quali temperatura, umidità, pressione ma anche relativi alla qualità dell'aria (particolato) ed ulteriormente espandibile, quindi flessibile e scalabile.

Manuale di istruzione e d'uso valido per i modelli contraddistinti dalla presenza dei caratteri seguenti (in grassetto) all'interno del codice prodotto:

SMESxxxxSKxxxxxxxxxx

SM: SmartMe.IO Srl

ES: Environmental Station

SK: Starter Kit

AVVERTENZE E PRECAUZIONI

Questo manuale di installazione e d'uso fornisce informazioni ed istruzioni dettagliate per l'uso del prodotto. Leggerlo con attenzione prima di effettuare l'installazione per poter sfruttare a pieno le caratteristiche del dispositivo e riporlo in luogo sicuro per future ed utili consultazioni.

Maggiori informazioni al sito: <http://smartme.io/>

PRECAUZIONI DI CARATTERE GENERALE

Si prega di leggere attentamente il presente manuale prima di provvedere all'installazione del dispositivo e di conservarlo in un luogo sicuro ed in buone condizioni per consultazioni future e per la manutenzione del dispositivo stesso.

- Assicurarsi che il dispositivo non sia stato danneggiato o abbia subito shock esterni durante il trasporto, la fase di immagazzinamento o l'installazione.
- L'installazione deve essere effettuata in modo e luogo appropriato, al fine di garantire il corretto funzionamento del dispositivo.
- L'installazione e la manutenzione del dispositivo devono essere effettuate nel completo rispetto delle normative di sicurezza vigenti.
- Se qualsiasi tipo di liquido penetra nel dispositivo, bisogna scollegarlo immediatamente dall'alimentazione e farlo controllare da un tecnico autorizzato prima di rimetterla in funzione.
- Non installare il dispositivo laddove il grado di protezione IP richiesto è superiore a quello indicato.
- Rispettare la configurazione indicata in fase di installazione / montaggio.
- Prestare particolare attenzione a NON utilizzare fonti di alimentazione diverse da quelle specificate.
- Prestare particolare attenzione a non danneggiare lo schermo di Stevenson che dovrà essere avvitato al contenitore a protezione della sensoristica interna.
- Evitare di attorcigliare la cavetteria interna.

GARANZIA

Modifiche o alterazioni apportate all'apparecchiatura, se non sono state espressamente approvate **per iscritto** dal Costruttore, fanno decadere la garanzia e l'autorizzazione per l'Utente al suo utilizzo.

LIMITAZIONI E DECADIMENTO DELLA GARANZIA

In nessun caso il rivenditore sarà responsabile verso nessun'altra parte o persona per quanto segue:

- Danni da negligenza nel rispetto delle precauzioni di carattere generale.
- Danni personali o qualsiasi danno provocato da un uso inappropriato o da negligenza da parte dell'Utente.
- Smontaggio non autorizzato, riparazione o modifica del prodotto da parte dell'Utente.
- Qualsiasi problema, con conseguenti inconvenienti, perdite o danni, derivanti dal sistema in combinazione con i dispositivi nelle vicinanze.

DESCRIZIONE TECNICA DELLA COMPONENTISTICA

Lo **Starter Kit** si compone delle seguenti unità principali:

- **Box:** Contenitore in ABS Fibox serie TEMPO, IP65, grigio, 240 x 191 x 107.4mm preforato per avvitamento passacavo stagni;
- **Barra din:** barra din 220mm avvitata al contenitore;
- **Viti Box:** N.4 Viti di chiusura contenitore Fibox;
- **Viti Inbox:** N.4 Viti per fissaggio componenti interni;
- **Passacavo:** N.2 Passacavo stagni con grado di protezione IP68;
- **Base:** Supporto barra din per centralina elettronica Arancino;
- **Arancino:** Centralina elettronica SmartMe.IO Arancino;
- **Modulo WiFi:** Modulo Arancino WiFi USB – M08-33;
- **Antenna WiFi:** con antenna WiFi PCB, cavo 110mm e connettore UMC 2mm;
- **Compute Module:** Raspberry Pi Compute Module 3 con dissipatore;
- **Stevenson:** Schermo di Stevenson contenente sensori di particolato e ambientale, con staffa interna di ancoraggio sensori e viti di fissaggio:
 - **PMS:** Sensore di particolato (PM1/2.5/10) Plantower PMS5003;
 - **Weather click:** Sensore ambientale (Temperatura, Pressione, Umidità) Mikroe Weather click – Bosh BME280;
 - **Add-on Shuttle:** Add-on Mikroe mikroBUS Shuttle con cavetteria (piattina) per sensori di particolato e ambientale;
- **Guarnizioni:** N.1 Guarnizione per isolamento base Stevenson, N.1 Guarnizione per isolamento passacavo interno a Stevenson;
- **Shuttle click:** N.2 Scheda di espansione Mikroe Shuttle click;
- **Alimentatore DC:** Adattatore USB DC-DC 12V – 5V/3A tensione continua.
















Lo **Starter Kit** si compone delle seguenti unità aggiuntive:

Modelli con connettività **LoRa**:

- **Modulo LoRa:** Modulo di connettività Mikroe LoRa click 433/868 MHz – conforme LoRaWAN™ Classe A;
- **Antenna LoRa:** Antenna 868 MHz;
- **Add-on Shuttle:** Add-on Mikroe mikroBUS Shuttle con cavetteria (piattina) per modulo di connettività LoRa;

Modelli con connettività **4G/LTE**:

- **Modulo 4G:** USB Token 4G/LTE Alcatel;
- **Adattatore USB:** Adattatore USB ad angolo retto (90°).

			
Box + Barra din		Conf. Viti e Guarnizioni	Passacavo
			
Base	Arancino	Modulo WiFi + Antenna	Compute Module
			
Stevenson	PMS + Weather click	Add-on Shuttle	Shuttle click
			
Alimentatore DC	Modulo LoRa + Antenna	Modulo 4G	Adattatore USB

Tab.1 Raffigurazione delle unità principali componenti lo Starter Kit.

In **Tab.1** sono raffigurate le unità principali che compongono lo Starter Kit.

MONTAGGIO

La **Fig.1** illustra la versione completa (equipaggiata con connettività WiFi, 4G LTE, LoRa). Il completamento della fase di montaggio consentirà di avere lo Starter Kit come illustrato in **Fig.1**, ovviamente con il distinguo legato alla connettività, che comporterà la presenza nel kit della componentistica scelta (es. la versione 0WL – WiFi + LoRa – non prevede il Modulo 4G con il relativo adattatore).

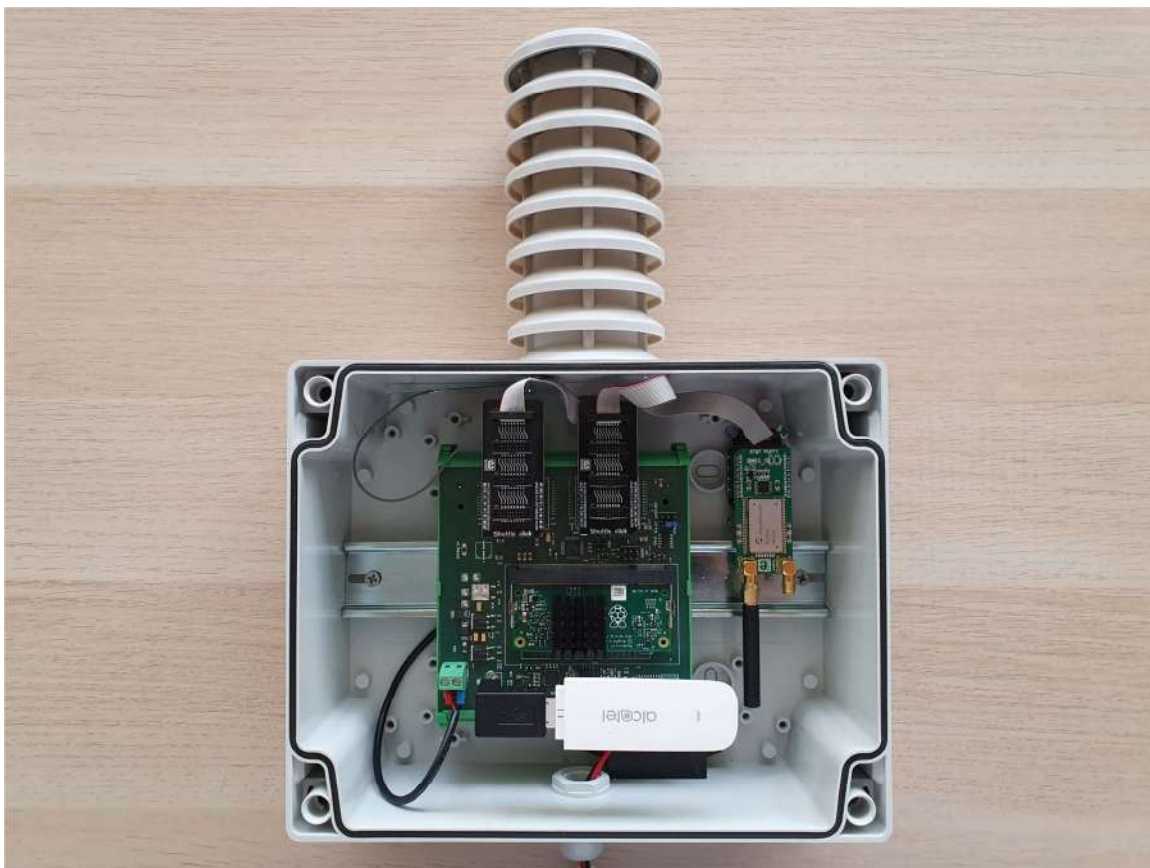


Fig.1 Starter Kit nella versione completa a conclusione del montaggio.

Una volta estratto il dispositivo dall'imballaggio, lo stesso va adagiato con cura lontano da fonti di calore o altre sorgenti che possono danneggiare il dispositivo (es. superfici ruvide, instabili, appuntite, ecc.). Il dispositivo è fornito con kit di montaggio con le stesse raccomandazioni.

Step 0: Operazione preliminare. Posizionare su una superficie piana la Box. Aprire la Box estraendone il contenuto non fissato (già montato), che andrà posizionato in prossimità per il montaggio. La Box è di fatto un parallelepipedo che espone una superficie di area maggiore (aperta) frontalmente, l'equivalente sul retro adagiata sulla superficie di appoggio, le due superfici laterali di area minore non forate, infine le due superfici (superiore ed inferiore) di area intermedia forate e ciascuna fornita di

passacavo stagno con grado di protezione IP68. La Box è provvista di alloggiamenti interni (fori filettati non passanti) per l'avvitamento dei componenti.

La Box contiene Viti e Guarnizioni all'interno di una busta come illustrato in **Fig.2**.



Fig.2 Busta contenente Viti e Guarnizioni per il montaggio.

Step 1: Fissaggio Stevenson a Box. Uscire lo **Stevenson** dalla confezione, quindi aprire la busta la cui immagine in **Fig.2** contenente le **Guarnizioni**. Lo schermo di Stevenson custodisce al suo interno la sensoristica ambientale ed espone una piattina per l'interfacciamento al microcontrollore Arancino.

- 1.1 Predisporre uno dei due passacavo disponibili per il montaggio. Il passacavo si compone di tre parti: cappuccio plastico filettato per vite plastica esterna, vite plastica forata con gommina isolante interna e filettata (maschio) da fissare all'esterno della box, dado filettato (femmina) da fissare all'interno della Box (**Tab.1**).
- 1.2 Far passare la piattina della sensoristica ambientale interna allo Stevenson attraverso la guarnizione grande ed il cappuccio di uno dei due passacavo stagno disponibili. Quindi far passare la stessa estremità della piattina attraverso la vite plastica femmina (esterno).
- 1.3 Alloggiare la guarnizione piccola alla base della filettatura della vite plastica (all'avvitamento la guarnizione sarà stretta tra la base della vite maschio e la superficie esterna della Box destinata ad alloggiare lo Stevenson. Regolare una distanza sufficiente per riconnettere la piattina all'Add-on Shuttle nello Stevenson;
- 1.4 Riconnettere la piattina all'Add-on Shuttle nello Stevenson;
- 1.5 Avvitare il cappuccio del passacavo fino a rendere stagno il passaggio della piattina, e avendo cura di sfruttare adeguatamente la distanza della piattina per la connessione interna alla Box;
- 1.6 Stringere adeguatamente tramite avvitamento il dado filettato (femmina) all'interno della Box.
- 1.7 Introdurre le viti in corrispondenza dei due fori predisposti per il fissaggio dello Stevenson facendole sporgere all'esterno in maniera tale da poter "guidare" l'avvitamento dello Stevenson;
- 1.8 Avvitare lo Stevenson fino a rendere la sua base perfettamente aderente alla superficie superiore della Box; **nota:** si consiglia di sigillare perfettamente la base di contatto tra Stevenson e Box con prodotto sigillante indicato per esterni / alte temperature, per evitare

possibili infiltrazioni di liquidi che potrebbero provocare malfunzionamenti o danneggiare il dispositivo.

Step 2: Fissaggio **Alimentatore DC** a **Box**. Collocare l'Alimentatore DC come in **Fig.3** quindi fissarlo tramite le due viti a stella fornite in dotazione in modo da esporre il cavo di uscita 5V (nero) in alto a sinistra e i due cavetti di ingresso 12V (rosso e nero) in alto a destra.

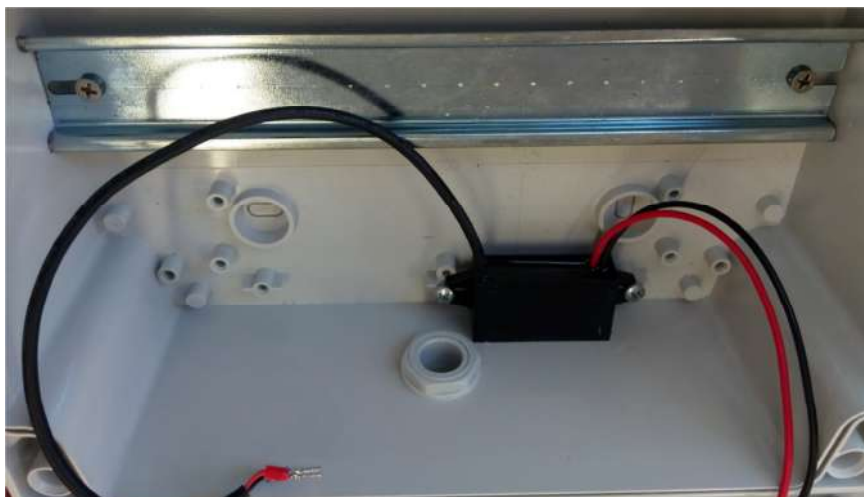


Fig.3 Fissaggio Alimentatore DC a Box.

Step 3 (Opzione LoRa, se non presente saltare a Step 4):

3.1 Fissaggio Add-on Shuttle a Box. Collocare l'Add-on Shuttle in alto a destra, quindi avvitarlo alla Box con una delle viti a stella fornite in dotazione (**Fig.4**).



Fig.4 Fissaggio Add-on Shuttle a Box.

3.2 Collegamento **Antenna LoRa** a **Modulo LoRa** (frequenza 868 MHz);

3.3 Alloggiamento **Modulo LoRa** con **Antenna LoRa** in **Add-on Shuttle** (**Fig.5**);



Fig.5 Alloggiamento Modulo LoRa con Antenna LoRa in Add-on Shuttle.

Step 4: Alloggiamento **Arancino** in **Base** (alloggiamento barra din, come illustrato in **Fig.6**)

4.1 Inserimento **Arancino** tramite allineamento a fessura interna e scorrimento in **Base**;

4.2 Chiusura Base tramite aggancio del componente laterale della stessa;

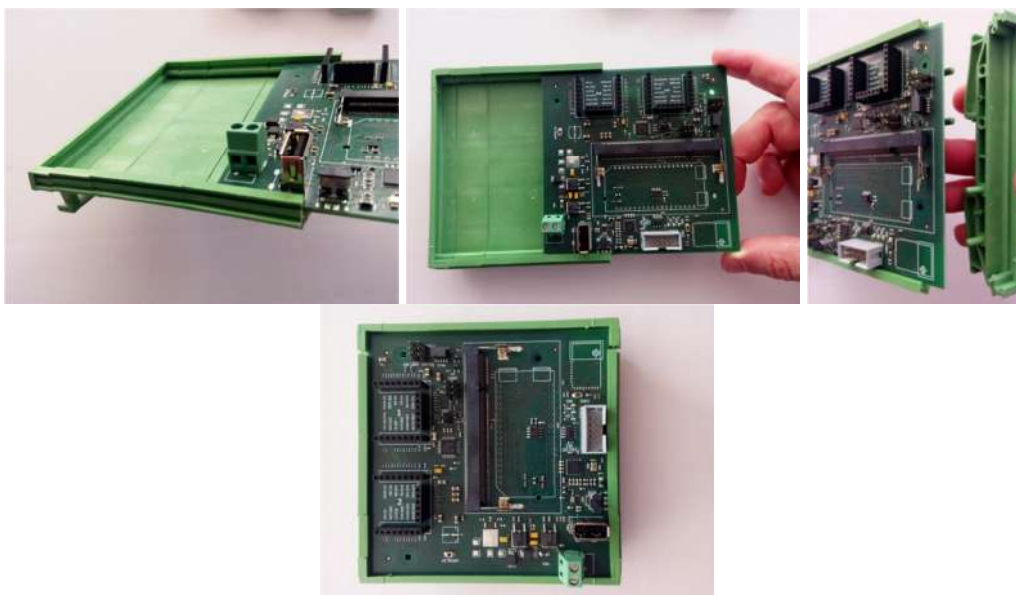


Fig.6 Alloggiamento Arancino in Base (alloggiamento barra din).

Step 5: Aggancio **Base** contenente **Arancino** a **Barra din** (fornita già avvitata a **Box**) come da immagine a seguire (**Fig.7**);



Fig.7 Aggancio Base contenente Arancino a Barra din.

Step 6: Inserimento e aggancio **Compute Module** in slot **Arancino**;

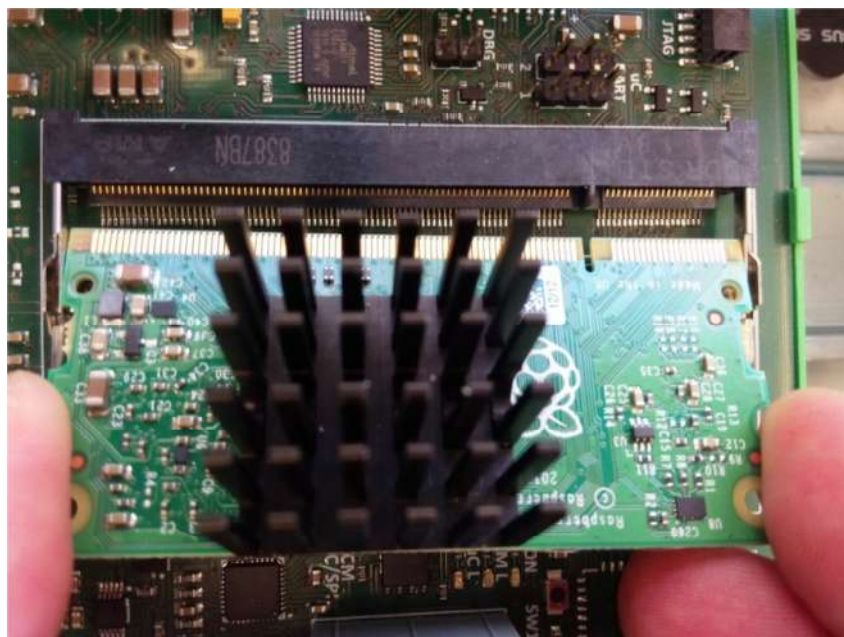


Fig.8 Inserimento e aggancio Compute Module in slot Arancino.

Step 7: Collegamento **Antenna WiFi** a **Modulo WiFi**;

Step 8: Alloggiamento (**Fig.9**) **Modulo WiFi** in connettore click 2 (connettore click a sinistra) di **Arancino**;



Fig.9 Alloggiamento Modulo WiFi in connettore click 2 (connettore click a sinistra) di Arancino.

Step 9: Collegamento **Add-on Shuttle** da **Stevenson**, tramite piattina, a **Shuttle click 2** (**Fig.10**);

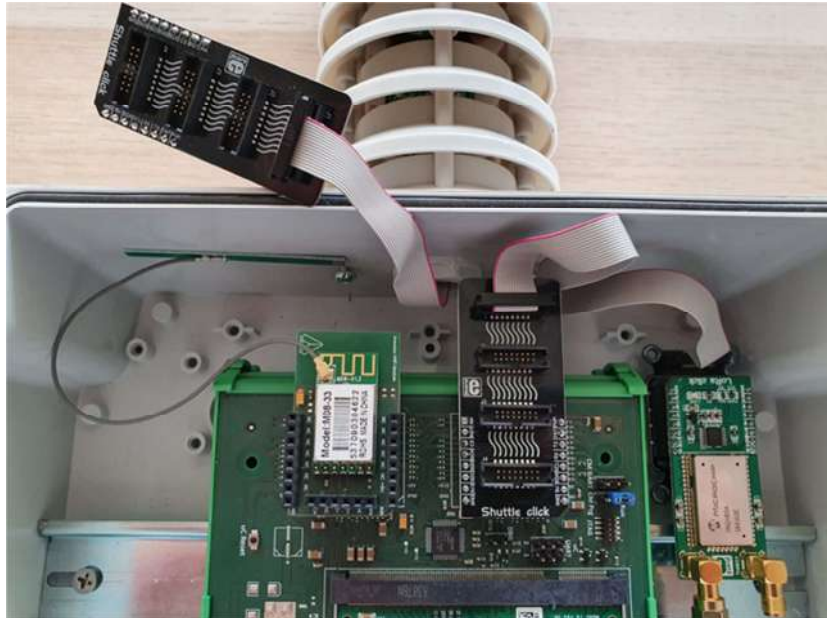


Fig.10 Collegamento Add-on Shuttle da Stevenson, tramite piattina, a Shuttle click 2.

Step 10: Alloggiamento (**Fig.11**) **Shuttle click 2** in connettore click 2 (connettore click a sinistra) di **Arancino**;

Step 11 - Opzione LoRa (se non presente saltare a **Step 12**): Collegamento **Add-on Shuttle** tramite piattina a **Shuttle click 1** alloggiato in connettore click 1 (connettore click a destra) di **Arancino** (**Fig.11**);

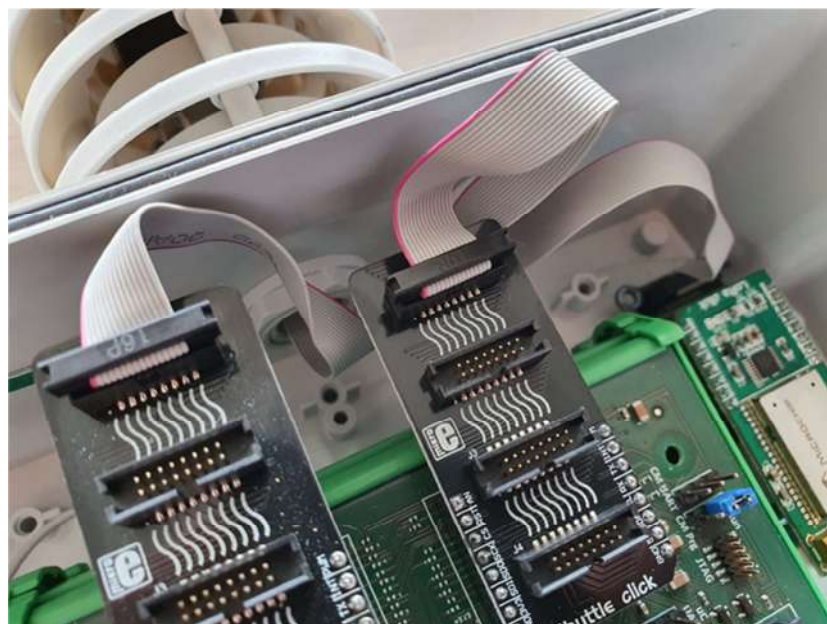


Fig.11 Alloggiamento Shuttle click in connettore click 1 (connettore click a destra) di Arancino.

Step 12 - Opzione 4G/LTE (se non presente saltare a **Step 13**):

12.1 Collegamento **Adattatore USB** a porta USB **Arancino**;

12.2 Collegamento (**Fig.12**) **Modulo 4G** ad **Adattatore USB**;



Fig.12 Collegamento Modulo 4G.

Step 13: Collegamento alimentazione (**Fig.13**)

13.1 Collegamento, tramite avvvitamento, di n.2 terminali di uscita (5Vdc – 3A) da **Alimentatore DC** a **Vin** (connettore a vite) di **Arancino**;

13.2 Collegamento di n.2 terminali di ingresso (12Vdc) ad **Alimentatore DC** da **fonte di alimentazione esterna (12Vdc tensione continua)** tramite passacavo stagno sulla faccia inferiore della **Box**, avendo cura di stringere il passacavo rendendo stagno il passaggio dei cavi;



Fig.13 Collegamento alimentazione.

Step 14: Configurazione e installazione software (prima configurazione con connettività WiFi) – Sezione CONFIGURAZIONE E INSTALLAZIONE;

Step 15: Chiusura della **Box** avvitando le N.4 viti fornite in dotazione.

CONFIGURAZIONE E INSTALLAZIONE

1. PROGRAMMAZIONE ARANCINO BOARD

Arancino è un innovativo sistema embedded sviluppato da SmartMe.IO utilizzabile in applicazioni che spaziano tra il semplice rilevamento di temperatura ad applicazioni in ambito automotive, intelligenza artificiale, machine learning, reti neurali, cloud, big data analysis, manutenzione predittiva, ecc.

La board (illustrata in **Fig.14** con relativo alloggiamento barra din) è composta da due parti principali che, in analogia agli emisferi destro e sinistro del cervello umano, possono essere concettualmente suddivise tra quella del microprocessore e quella del microcontrollore. La connettività tra i due “emisferi” è il “corpo calloso” di Arancino. A chiarire il concetto, mentre il corpo calloso che trasferisce le informazioni tra una board Arduino ed una board Raspberry è un cavo fisico esterno, quello di Arancino è implementato on-board. Un semplice click mette già in condizione il microcontrollore di Arancino di dialogare con il Compute Module agganciato on-board.

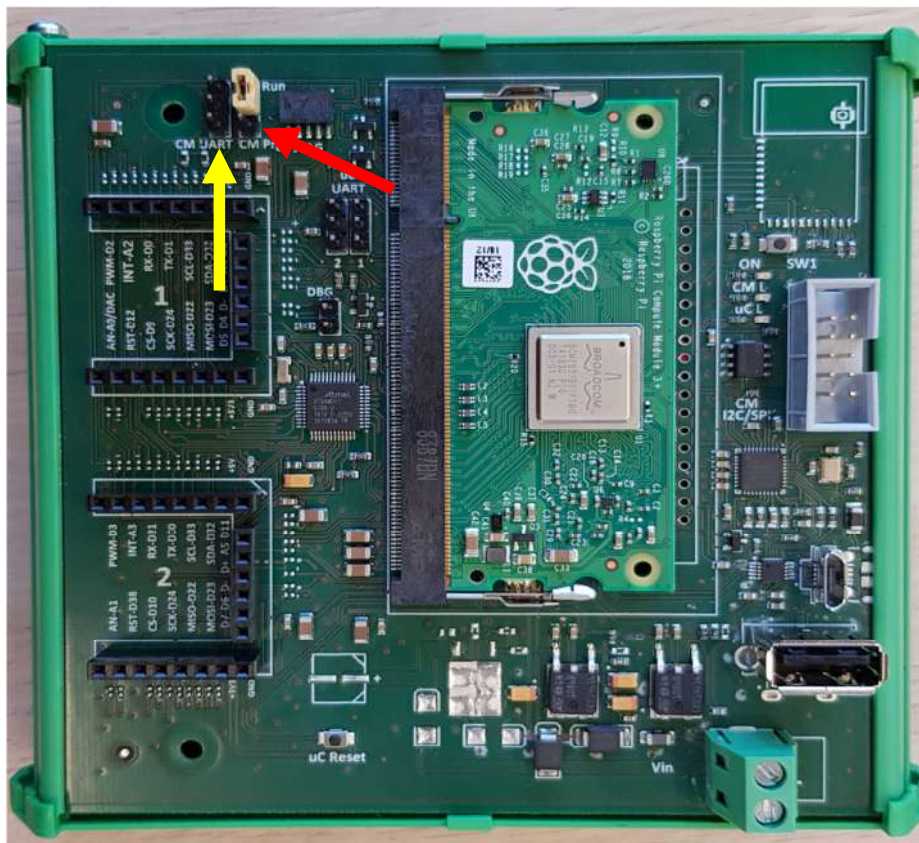


Fig.14 Arancino di SmartMe.IO equipaggiato con Raspberry Pi Compute Module.

Il **microcontrollore** si occupa di rendere uniforme la comunicazione tra la parte a microprocessore e i sensori, i quali hanno molte modalità di interconnessione a seconda del protocollo utilizzato (SPI, UART, ecc.). Esso risulta collegato a due connettori derivati da mikroBUS (uno standard per i connettori creato per semplificare i collegamenti in quanto contenente i principali pin richiesti da una scheda), a cui sono stati aggiunti ulteriori segnali relativi a connessioni USB e GPIO, rendendo di fatto i connettori una vera e propria estensione del mikroBUS, con il quale risultano compatibili.

Questa scelta ha origine dall'esigenza di avere subito a disposizione numerosi sensori, trasduttori e sistemi di connessione (GSM, LTE, RAM, ecc.). È utilizzato il microcontrollore Atmel SAM D21G18A, appartenente ad una famiglia di microcontrollori a 32 bit con core ARM Cortex-M0+, con 256 kB di memoria Flash e 32 kB di SRAM. La frequenza operativa massima è di 48 MHz (raggiunge 2,46 Coremark/MHz), ed è caratterizzato da bassi consumi.

La parte a **microprocessore** si occupa dell'elaborazione ad alto livello, della gestione delle connettività di rete (WiFi, ecc.) e della programmazione del microcontrollore. E' utilizzato il Compute Module CM3+ con specifiche Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.2GHz, 1GB LPDDR2 SDRAM, 8GB/16GB/32GB eMMC Flash memory, o in variante Lite senza eMMC Flash memory.

La scheda dispone, oltre che della connettività wireless, anche di due **connettori** che rendono disponibili all'esterno le seguenti periferiche:

- 2 UART (una per ciascun connettore)
- 1 SPI
- 1 I2C
- 6 ADC (3 per ciascun connettore) con tensione massima di ingresso di 3.3V
- 1 DAC (questo pin viene condiviso con l'ingresso analogico del connettore 1) con tensione massima di 3.3V
- 25 GPIO (alcuni condivisi con altre funzioni)
- 3 USB Host + 1 USB device (utilizzata per la programmazione del Compute Module)

Arancino richiede una tensione di alimentazione compresa tra 5V e 20V e può essere alimentata sia tramite il connettore microUSB che tramite il connettore Vin.

La parte software è suddivisa in due linguaggi di programmazione diversi, creati in diversi ambienti di sviluppo: Node-Red e Arduino IDE.

Il software per la parte linux è sviluppato su Node-Red, quello per la parte del microcontrollore sull'IDE Arduino.

a. CONFIGURAZIONE ARANCINO BOARD

Effettuare il download di ARDUINO IDE¹, quindi procedere con l'installazione dello stesso.

Accedere a Strumenti->Scheda->Gestore schede...

e dalla finestra in **Fig.15**, cercando la parola chiave “**samd**“, selezionare ed installare la prima voce, come illustrato.

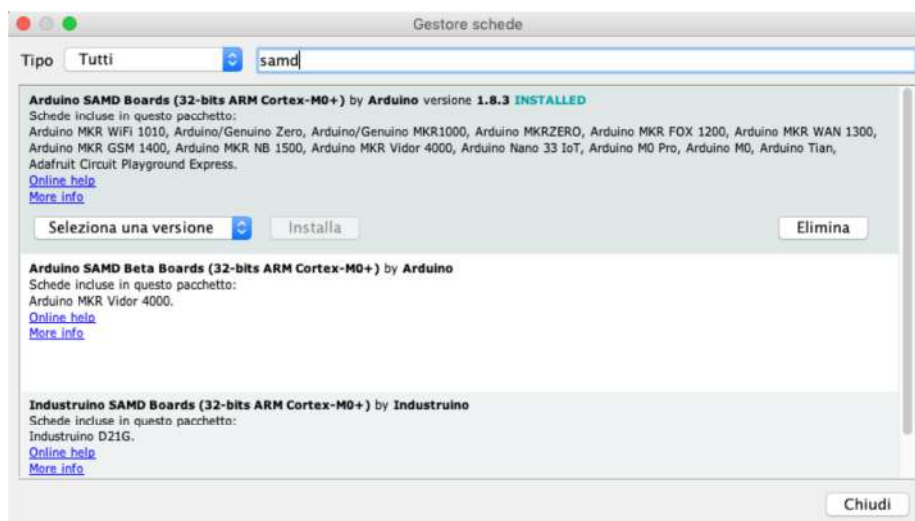


Fig.15 Finestra gestore schede di Arduino IDE.

A questo punto è possibile aggiornare il file di configurazione delle board equipaggiate con SAMD21², ovvero:

Modificare il file di configurazione delle board accedendo a **boards.txt**

Su Linux:

```
cd ~/Arduino15/packages/arduino/hardware/samd/1.6.20/  
nano boards.txt
```

Su Windows:

```
C:\> cd %AppData%\Local\Arduino15\packages\arduino\hardware\samd\1.6.20\  
nano boards.txt
```

Su macOS:

```
cd ~/Library/Arduino15/packages/arduino/hardware/samd/1.6.20/  
nano boards.txt
```

¹ <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

² Il microcontrollore SAMD21 è fornito con bootloader preinstallato. Qualora fosse necessario eseguire il flash, contattare l'azienda.

Aggiungere all'interno del file (NON sostituire):

```
# Arancino (Native USB Port)
# -----
arancino.name=Arancino
arancino.upload.via_ssh=true

#arancino.vid.0=0x2341
#arancino.pid.0=0x804d
#arancino.vid.1=0x2341
#arancino.pid.1=0x004d

#arancino.vid.2=0x2341
#arancino.pid.2=0x824d
# If the board is a 2341:824d use 2341:824d for build and set other
parameters as well
#arancino.vid.2.build.vid=0x2341
#arancino.vid.2.build.pid=0x824d
#arancino.vid.2.build.usb_product="Genuino Zero"
#arancino.vid.2.bootloader.file=zero/samd21_sam_ba_genuino.bin

#arancino.vid.3=0x2341
#arancino.pid.3=0x024d
# If the board is a 2341:024d use 2341:824d for build and set other
parameters as well
#arancino.vid.3.build.vid=0x2341
#arancino.vid.3.build.pid=0x824d
#arancino.vid.3.build.usb_product="Genuino Zero"
#arancino.vid.3.bootloader.file=zero/samd21_sam_ba_genuino.bin

arancino.upload.tool=bossac
arancino.upload.protocol=sam-ba
arancino.upload.maximum_size=262144
arancino.upload.use_1200bps_touch=true
arancino.upload.wait_for_upload_port=true
arancino.upload.native_usb=true
arancino.build.mcu=cortex-m0plus
arancino.build.f_cpu=48000000L
arancino.build.usb_product="Arancino Board"
arancino.build.usb_manufacturer="Arduino LLC"
arancino.build.board=SAMD_ZERO
arancino.build.core=arduino
arancino.build.extra_flags=-D__SAMD21G18A__ {build.usb_flags}
arancino.build.ldscript=linker_scripts/gcc/flash_with_bootloader.ld
arancino.build.openocdscript=openocd_scripts/arduino_zero.cfg
arancino.build.variant=arduino_zero
arancino.build.variant_system_lib=
arancino.build.vid=0x0000
arancino.build.pid=0x0000
```

```
arancino.bootloader.tool=openocd  
arancino.bootloader.file=zero/samd21_sam_ba.bin
```

Riavviare l'IDE.

b. FLASH ARANCINO OS SU COMPUTE MODULE

Operazione preliminare: spostare il jumper evidenziato (freccia rossa) in **Fig.14** su **PRG**

Software necessario: **git** e **libusb**

Per Windows e Linux: seguire la guida ufficiale Raspberry al link:

<https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/computemodule/cm-emmc-flashing.md>

Per macOS:

Installare libusb utilizzando **brew**

```
brew install libusb
```

Installare rpiboot (dopo aver installato libusb):

```
git clone --depth=1 https://github.com/raspberrypi/usbboot  
cd usbboot  
make  
sudo ./rpiboot
```

Qualora venisse restituito l'errore "Failed to claim interface", collegare prima l'ArancinoHW e poi rieseguire `sudo ./rpiboot`

Scrittura immagine:

- collegare ArancinoHW
- aprire Balena Etcher³
- selezionare l'immagine di ArancinoOS
- selezionare il drive relativo al compute module
- avviare la scrittura

Al termine del processo di scrittura spegnere la board e spostare il jumper da **PRG** a **RUN** (**Fig.14**).

c. COLLEGAMENTO SERIALE

La board Arancino dispone di una porta seriale evidenziata dalla freccia gialla in Fig.14. I pin dall'alto in basso in figura sono: GND, RX, TX. Il livello di tensione di soglia logica è +3.3V.

³ <https://www.balena.io/etcher/>

2. AVVIAMENTO E MESSA IN FUNZIONE

La procedura di avviamento e messa in funzione consiste nelle seguenti operazioni:

- Alimentare il dispositivo (12 V – 3 A tensione continua);

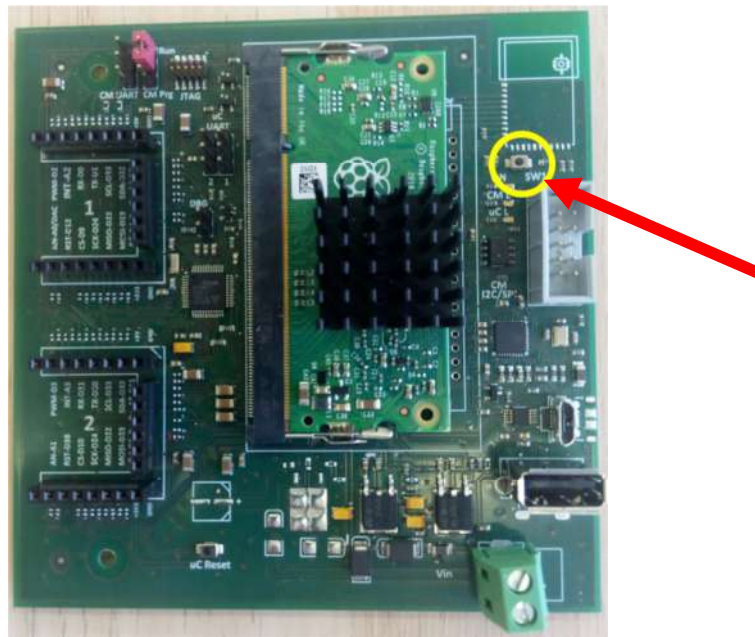


Fig.16 Pulsante SW1 di Arancino.

- Settare il dispositivo in modalità Access Point (AP mode) tenendo premuto per 3 secondi il tasto **SW1** (vedi **Fig.16**) di **Arancino**, ovvero fino a quando il LED centrale **CM L** (accanto al suddetto tasto) non inizierà a lampeggiare. Il dispositivo sarà quindi rilevabile come rete WiFi dall'Utente con un identificativo univoco per centralina (AC-xxxxxxxxxxxxxxxxx); al collegamento, verrà richiesta una password, che di default è **arancino**.
- Da PC o dispositivo mobile connesso⁴ alla stessa rete WiFi creata dalla centralina, avviare la connessione con il dispositivo accedendo tramite web browser al seguente indirizzo: <http://192.168.240.1/ui/>: l'username predefinito è **admin**, mentre la password è **smartme**.

Comparirà a schermo il pannello di controllo provvisto di menù a tendina (**Fig.17**) per la configurazione del dispositivo (**Device**), della rete (**Network**) e del **Cloud**, nonché per il monitoraggio dei parametri (**Dashboard**).

⁴ E' possibile connettere al più un dispositivo per volta alla rete creata dalla centralina.

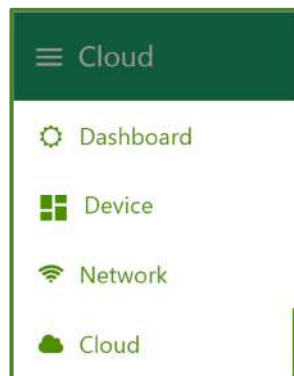


Fig.17 Menù a tendina del pannello di controllo.

1.1. DEVICE: Configurazione del dispositivo.

- Selezionando Device, è possibile accedere al pannello **User** (**Fig.18**) per cambiare l'**hostname** di default (arancino) con un nuovo **hostname**, quindi cliccare **CHANGE HOSTNAME**.
- Quindi inserire una nuova **password** e cliccare **CHANGE PASSWORD**.

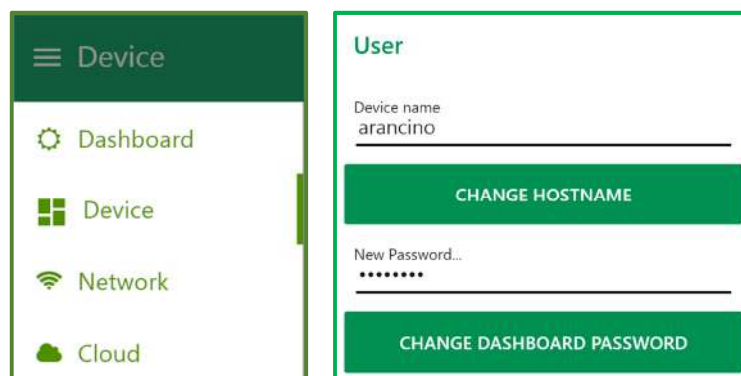


Fig.18 Pannello User accessibile da Device.

E' altresì possibile eseguire il **reboot** del dispositivo ed il **reset** del microcontrollore (**Fig.19**).

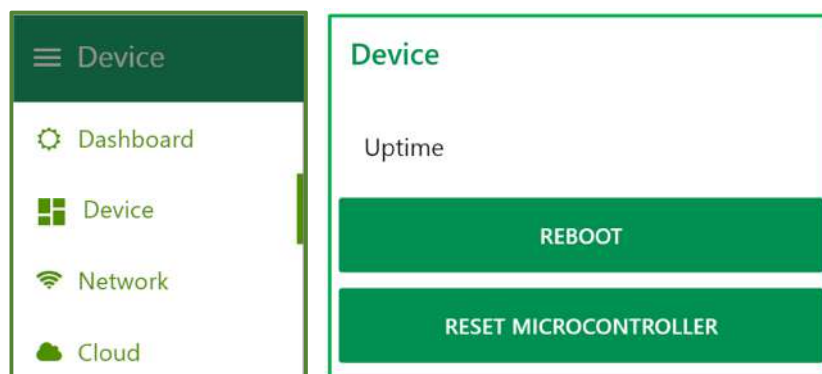


Fig.19 Pannello Device per REBOOT e RESET microcontrollore.

1.2. NETWORK: Configurazione di rete.

- A seguire, selezionando **Network** da menù a tendina, si accede al pannello **Station Mode Setup**: inserire 'SSID' e 'Password' della rete WiFi dell'Utente e digitare **JOIN NETWORK**: il dispositivo passerà da AP mode ON a Station Mode collegandosi come client alla rete specificata dall'utente (la rete SmartME nell'esempio in **Fig.20**).

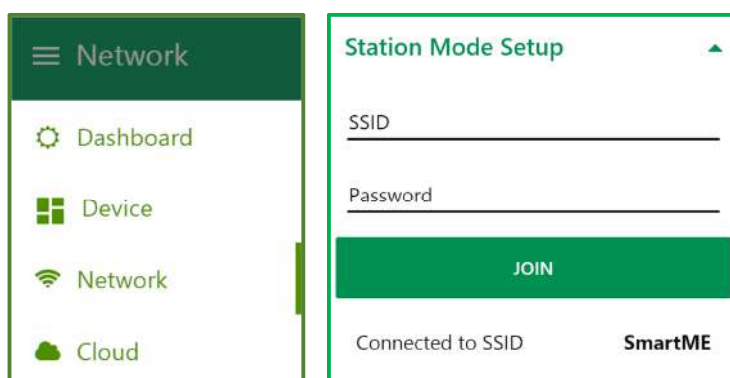


Fig.20 Pannello Station Mode Setup accessibile da Network.

Lo stato del dispositivo è automaticamente aggiornato e visibile nel pannello WiFi, dove comparirà il suo indirizzo IP oltre alla modalità impostata dall'utente.

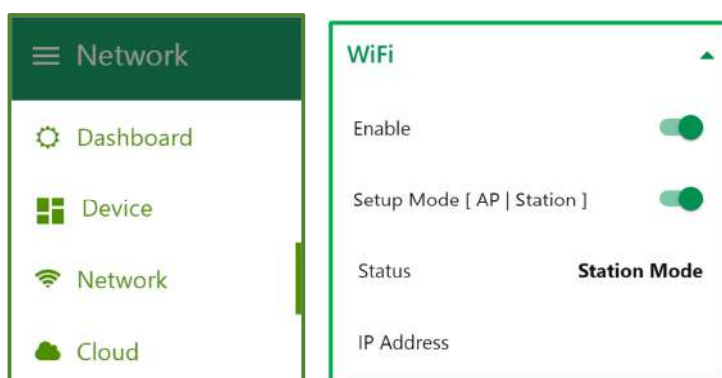


Fig.21 Pannello WiFi accessibile da Network.

2. SETTAGGIO DELLE OPZIONI – CONNETTIVITA' LoRa

LoRa (Long Range) è una tecnica di modulazione a “spettro esteso” (spread spectrum) derivata dalla tecnologia CSS (Chirp Spread Spectrum) ed applicata per uso commerciale.

Il dispositivo Object Counter dispone di un ricetrasmittitore SRD basato su tecnologia LoRa® RF, che opera a una frequenza sub-gigahertz di 433 / 868MHz. Il ricetrasmittitore è dotato di uno stack LoRaWAN™ di classe A integrato, che fornisce una comunicazione a spettro esteso a lungo raggio, con un'elevata immunità alle interferenze.

Per attivare il servizio di connettività **LoRa** occorre selezionare **Network** dal menù a tendina ed accedere al pannello **LoRa** (Fig.22).

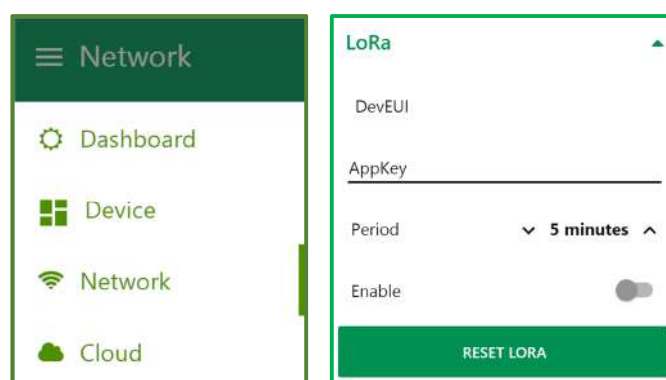


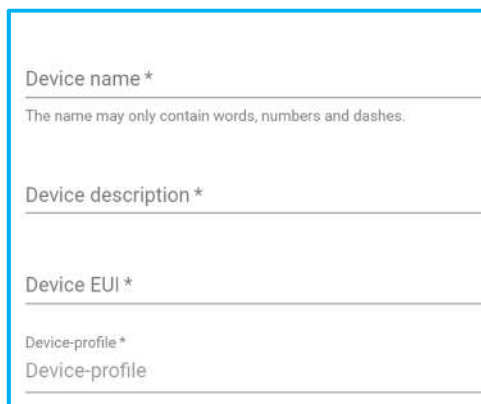
Fig.22 Pannello LoRa accessibile da Network.

apparirà la chiave (codice alfanumerico di 16 cifre) denominata **DevEUI**, che dovrà essere utilizzata per associare il nodo al gateway LoRa, al fine di ottenere una application key (**AppKey**) univoca da inserire nell'omonimo campo. A seguire una procedura di configurazione tipo per un gateway basato su LoRa Server⁵.

- Per avviare la procedura di accoppiamento il configuratore dovrà disporre dell'indirizzo ip⁶ per raggiungere il gateway LoRa ed accedere al relativo pannello di controllo (esempio riportato in **Fig.23**).

⁵ <https://www.loraserver.io/>

⁶ L'utente dovrà disporre dell'indirizzo ip del server LoRa, con relative credenziali di accesso, al quale intende accoppiare il dispositivo. Una volta accoppiato, il dispositivo verrà visto come nodo della rete LoRa del server.



The image shows a web-based configuration form for a gateway. It contains four input fields, each with a label and an asterisk indicating it is required. The first field is 'Device name *' with a hint 'The name may only contain words, numbers and dashes.' The second field is 'Device description *'. The third field is 'Device EUI *'. The fourth field is 'Device-profile *' with a hint 'Device-profile' below it. The form is enclosed in a blue border.

Fig.23 Esempio di pannello lato gateway.

- Registrato il dispositivo sulla rete del server LoRa, il configuratore disporrà in fase di attivazione della **application key** da inserire nell'apposito campo (**appKey**), lato nodo / dispositivo LoRa, nella Sezione **Network - LoRa**.
- infine scegliere il periodo di trasmissione (es. 1 minuto) e switchare a destra (stato **ON**) il comando **Enable** per attivare la connessione LoRa.
- E' infine possibile il **reset** della funzionalità attraverso l'apposito comando **RESET LORA**.

3. SETTAGGIO DELLE OPZIONI – CONNETTIVITA' 4G

Il termine **4G**, acronimo di 4th (fourth) Generation, indica l'insieme delle tecnologie e degli standard di quarta generazione successivi a quelli di terza generazione nell'ambito della telefonia mobile. Il 4G permette applicazioni multimediali avanzate e collegamenti dati con elevata banda passante.

Il 4G include la tecnologia **LTE** (Long Term Evolution).

Lo Starter Kit dispone di un Modem 4G LTE (Modulo 4G) connesso via USB con velocità fino a 150 MBps in download e 50 MBps in upload. Il modem dispone di slot per Sim card⁷ / MicroSD.

Il pannello di controllo dello stato (abilitato/disabilitato) della connessione 4G è accessibile da **Network (Fig.24)**. Il comando **Enable** può essere switchato per abilitare la connettività 4G LTE.

In assenza di connessione fisica (USB) del Modulo 4G si visualizza lo stato **Unplugged** della connessione USB (**Plugged** a dispositivo USB collegato).

⁷ l'utente deve disporre di una SIM dati attiva (non fornita) che va inserita nell'apposito slot a scorrimento del Modem.

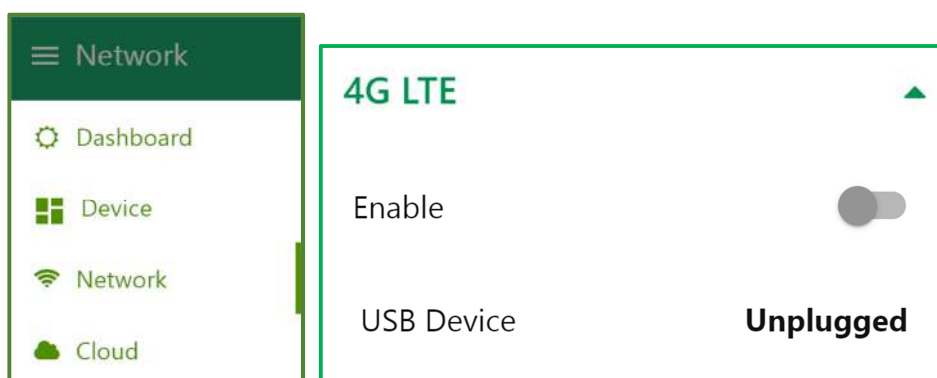


Fig.24 Pannello 4G LTE accessibile da Network (Modem non connesso - Unplugged).

4. SETTAGGIO DELLE OPZIONI – SERVIZI LIGHTNING-ROD

Per attivare i servizi **Lightning-rod (LR)**:

- Dispositivo connesso alla rete Internet (WiFi o 4G).
- Inviare una email di richiesta all'indirizzo info@smartme.io per avere le credenziali da inserire nel pannello di configurazione accessibile da menù a tendina e denominato **Cloud**.

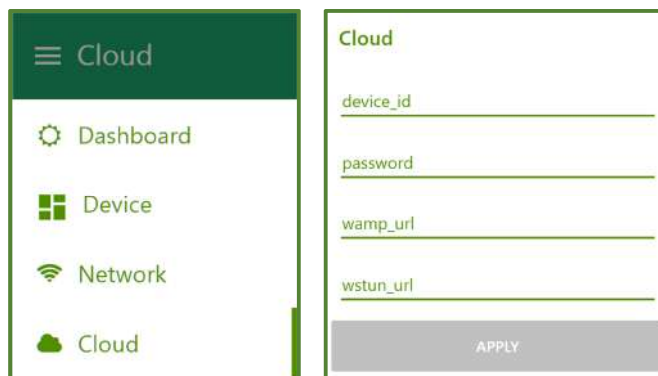


Fig.25 Pannello Cloud accessibile da menù a tendina.

- Inserire i parametri forniti alle rispettive voci (device_id, password, wamp_url, wstun_url) così come illustrato in **Fig.25** e digitare **APPLY**. I servizi attivi saranno così raggiungibili da remoto.

MODALITÀ D'USO

LETTURA RISULTATI E SETTAGGIO REPORT

Da menù a tendina selezionare **Dashboard** (Fig.26). Sarà possibile visualizzare e monitorare direttamente i parametri ambientali e della qualità dell'aria. L'immagine in Fig.27 è puramente indicativa ed include anche la visualizzazione della direzione e della velocità del vento, nonché del quantitativo di pioggia tramite il collegamento ad anemometro e pluviometro disponibili con il prodotto SME-2018-WS di SmartMe.IO.

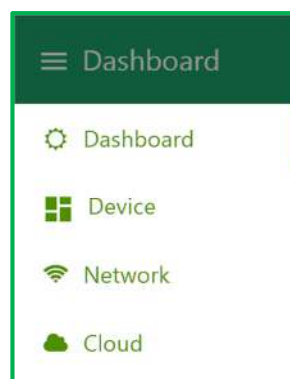


Fig.26 Dashboard accessibile da menù a tendina.

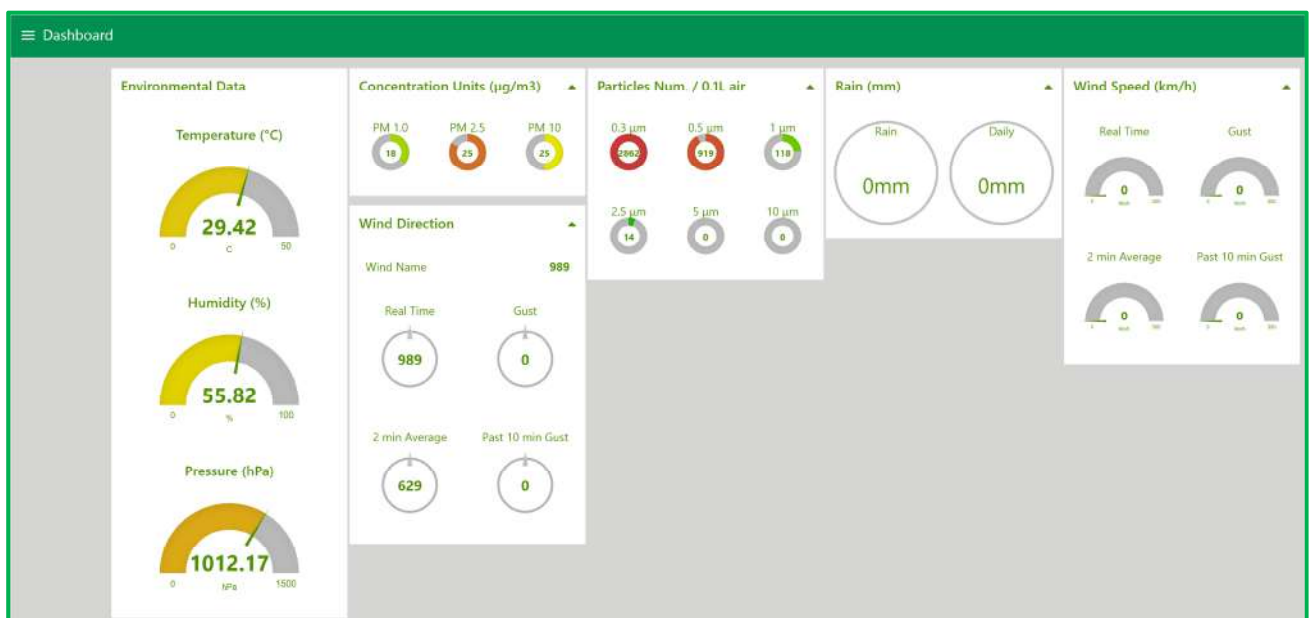


Fig.27 Esempio di monitoraggio dei parametri ambientali tramite Dashboard.

PROGRAMMAZIONE

Node-RED

Node-RED⁸ è un linguaggio di programmazione a blocchi. Offre un editor di flussi (**Fig.28**) basato su browser che semplifica il collegamento di flussi utilizzando la vasta gamma di nodi nella palette, estendibile per aggiungere nuove funzionalità.

I flussi possono quindi essere distribuiti in runtime con un solo click. Le funzioni JavaScript possono essere create all'interno dell'editor utilizzando un editor di testo avanzato. Una libreria integrata consente di salvare funzioni, modelli o flussi utili per il riutilizzo.

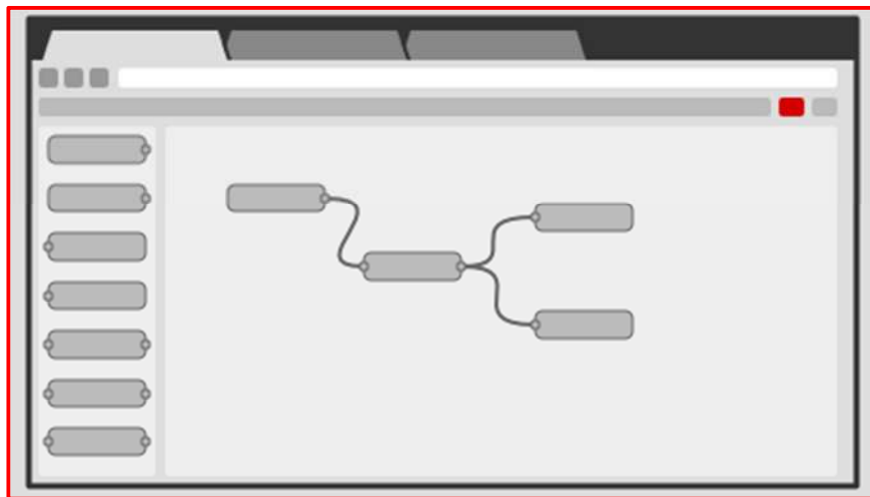


Fig.28 Layout dell'interfaccia di programmazione a blocchi Node-RED.

Il messaggio che viaggia nel flusso si chiama *msg* ed è un parametro fondamentale. Il *payload* o *msg.payload* contiene il messaggio, numerico o di altro tipo, da inviare al nodo successivo il quale lo userà a sua volta per l'operazione per cui è stato programmato.

Il runtime leggero è basato su Node.js, sfruttando appieno il suo modello non bloccante basato sugli eventi. Questo lo rende ideale per funzionare ai margini della rete su hardware a basso costo e nel Cloud.

I flussi creati in Node-RED vengono archiviati utilizzando JSON che può essere facilmente importato ed esportato per la condivisione. Una libreria di flussi online consente di condividere i flussi realizzati.

⁸ <https://nodered.org/>

MONITORAGGIO TEMPERATURA, PRESSIONE, UMIDITA'

Il blocco *redis get* serve a far interagire la parte Arduino con Arancino. Nell'esempio riportato in **Fig.29** e relativo al **monitoraggio di dati ambientali** tramite **Starter Kit**, vengono richiesti i dati di temperatura, umidità e pressione ricavati dal sensore BME 280 da un timestamp. I blocchi temperatura (*temp*), *umidità* e *pressione* leggono i valori tramite i sensori collegati ad Arancino, rendendoli disponibili su database (*redis get*) ed esponendoli nella dashboard predisposta attraverso il blocchetto riportato alla fine del flusso.

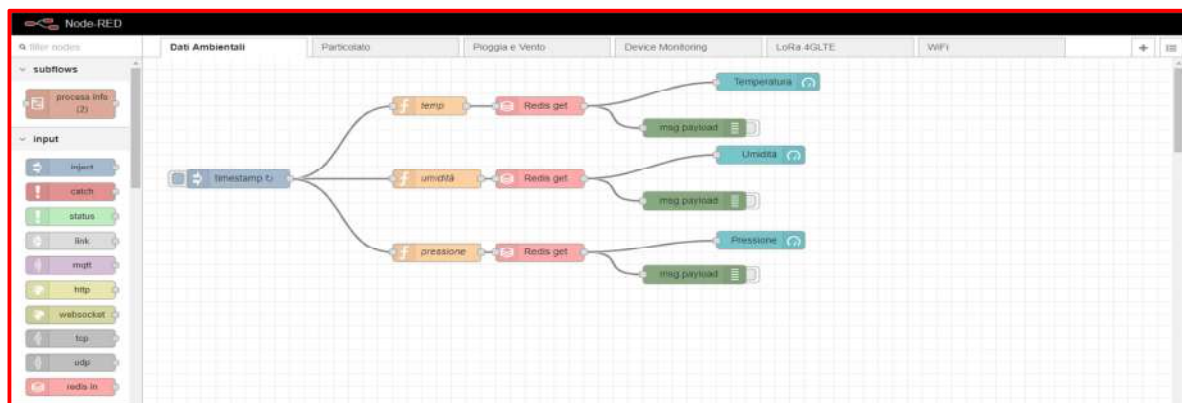


Fig.29 Flussi Node-RED per il monitoraggio di temperatura, pressione, umidità.

MONITORAGGIO PARTICOLATO

Il blocco *timestamp* (**Fig.30**), una volta trascorso il tempo impostato (es. 5 sec), chiede informazioni ai database (*redis get*), i quali prendono le informazioni dal blocco precedente, il quale ha la funzione di informare il database su quale informazione leggere. Infine le informazioni raccolte vengono visualizzate in una dashboard, dove vengono inseriti i valori della quantità delle particelle, catalogate in base alla loro densità (PM 1.0 / 2.5 / 10).

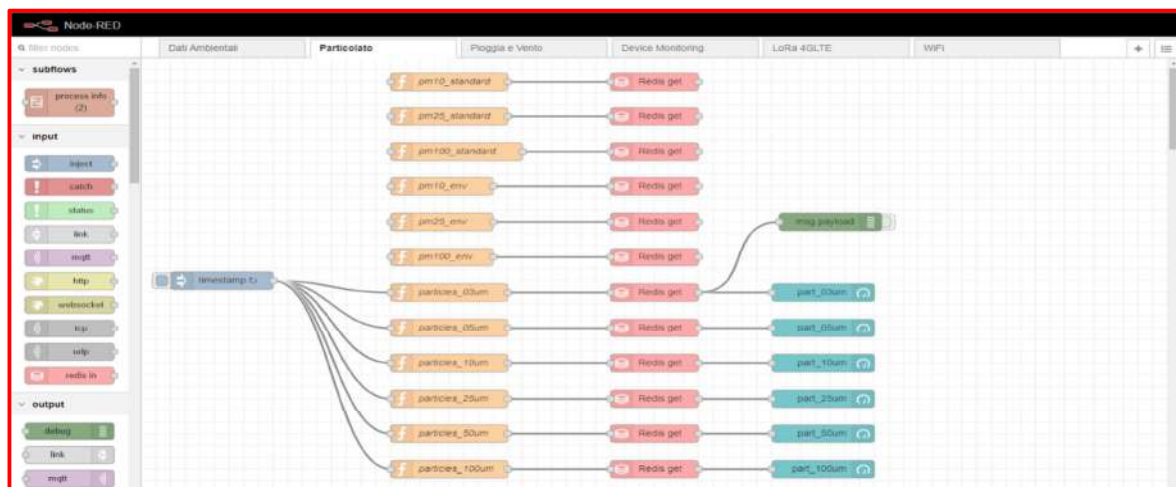


Fig.30 Flussi Node-RED per il monitoraggio del particolato (qualità dell'aria).

MONITORAGGIO DIREZIONE - VELOCITA' DEL VENTO E PIOGGIA⁹

La struttura dei flussi (**Fig.31**) è sostanzialmente invariata rispetto agli esempi già riportati. Anche in questo programma la richiesta è stata impostata con un intervallo di tempo (es. 5 secondi). I dati di pioggia (quantitativo espresso in *mm*) e vento (*direzione* e *velocità*) vengono letti e immagazzinati nei database e infine proiettati sulla dashboard.

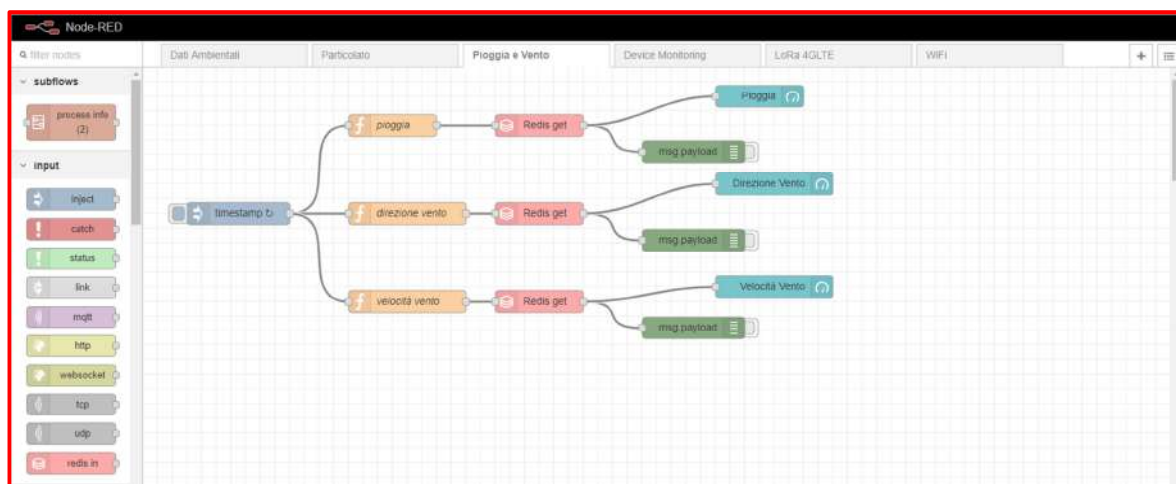


Fig.31 Flussi Node-RED per il monitoraggio delle condizioni di pioggia e vento.

⁹ Il monitoraggio richiede l'integrazione di sensoristica aggiuntiva (non compresa nella versione Starter Kit).
Manuale di istruzione e d'uso

GESTIONE DEI DATI

Selezionando un nodo, avremo sulla destra (**Fig.32**) l'utile pannello **info** e **Node Help**, il quale spiega come utilizzare il nodo, di norma con relativo esempio.

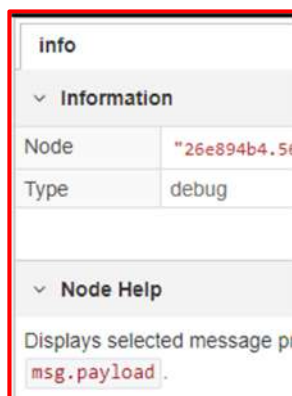


Fig.32 Gestione dei dati. Tab info e Node Help.

Sul fondo invece si trova uno speciale riquadro che illustra ad intervalli regolari validi suggerimenti su Node-RED.



Fig.33 Gestione dei dati. Tab debug.

Il tab **debug** (**Fig.33**) scrive tutto ciò che i vari nodi debug raccolgono nel flusso corrente o in tutti, potendo anche copiare il percorso esatto di un dato all'interno di un oggetto, come ad esempio un complesso file JSON.

L'ultima parte racchiude la Dashboard, nella quale possiamo organizzare tutti i nodi della categoria

dashboard (Fig.34) in una griglia web responsive, aggiornata in tempo reale, semplicemente in pochi click.

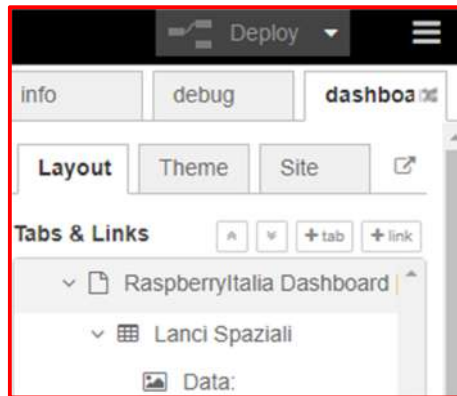


Fig.34 Gestione dei dati. Tab dashboard.

In alto a destra possiamo notare l'icona quadrata con una freccia al suo interno: una volta cliccata condurrà alla dashboard raggiungibile da ogni dispositivo in rete, che corrisponde ad un link tipo **http://ipdevice:1880/ui**. La parte vantaggiosa riguarda l'adattabilità ai vari schermi e l'aggiornamento in tempo reale. Inoltre si potrà inserire qualsiasi CSS o script tramite il node template. Infine il pulsante **Deploy** salva ed esegue le modifiche che verranno applicate istantaneamente nella dashboard.



CONTATTI

SmartMe.IO S.r.l.
Via Osservatorio, 1
98121 Messina (ME) – ITALIA

Sede Operativa:
Dipartimento di Ingegneria, C/da Di Dio, 1
98166 Villaggio S.Agata, Messina (ME) – ITALIA

Num. REA ME238676
P.IVA/C.F. 03457040834
Tel. +39 090 676 3644
Email: info@smartme.io
Web: <http://smartme.io/>