



**UNIVERSITÀ  
DI SIENA  
1240**



## Sistemi IoT per il Monitoraggio Ambientale Pervasivo in Smart Agriculture

- Referenti scientifici: Prof. Ada Fort, Prof. Irene Cappelli (Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e Scienze – DIISM; Laboratorio di Elettronica e Misure Elettroniche - LEeME)

Il sistema si basa su una rete distribuita di nodi sensore IoT ad alta configurabilità, ciascuno progettato per supportare un'ampia gamma di sensori grazie a una dotazione hardware estremamente versatile, 10 canali analogici /5 canali analogici attuati, 2 interfacce RS232 e 2 bus I2C finalizzati all'integrazione di un ampio set di sensori. Il sistema sviluppato rappresenta una soluzione IoT avanzata e scalabile, pensata per il monitoraggio pervasivo di parametri ambientali eterogenei nel settore della Smart Agriculture. Attualmente sono previsti sensori per la misurazione di temperatura, umidità relativa, pressione, intensità della radiazione solare diretta e diffusa, bagnatura fogliare superiore e inferiore, quantità di precipitazioni liquide, intensità del vento, umidità del suolo, livello di particolato. Ogni unità è inoltre dotata di un microcontrollore, che svolge le operazioni di campionamento dei sensori ed elaborazione dei dati acquisiti, un modulo GPS per il rilevamento automatico delle coordinate di installazione del dispositivo sul campo, e un sistema di harvesting solare per la ricarica della batteria di alimentazione. Ciascun dispositivo è inoltre dotato di multi-connettività radio per la trasmissione dei dati raccolti, sfruttando tecnologie di comunicazione satellitare, LoRa, Narrow Band IoT e Bluetooth low energy. Tali nodi sensore sono integrati in una infrastruttura IoT che prevede la trasmissione dei dati raccolti sul campo ad un gateway, operante come concentratore, e il loro successivo inoltro su un Cloud Server. Questo è basato sul server open source LoRaWAN

Chirpstack, utilizzato per recuperare e decifrare i pacchetti radio ricevuti, mentre un back end Node-RED basato su JavaScript è utilizzato per l'elaborazione e l'archiviazione dei dati in un database PostgreSQL. La visualizzazione dei dati in tempo reale e il loro download avviene tramite una dashboard appositamente sviluppata utilizzando l'applicazione Grafana.

Il sistema consente la raccolta di dati ambientali in tempo reale, in maniera autonoma e continuativa. L'ampio set di sensori integrabili rende il dispositivo versatile e adattabile a differenti esigenze di monitoraggio ambientale. La multi-connettività radio e l'harvesting solare permettono l'installazione del sistema anche in contesti ambientali remoti ed ostili.

La soluzione si rivolge primariamente alle aziende agricole che desiderano implementare un monitoraggio ambientale avanzato per le loro operazioni sul campo. Parallelamente, il progetto è di grande interesse per la comunità scientifica, i ricercatori e i soggetti che necessitano di analizzare ed elaborare serie storiche di dati raccolte in modo affidabile e continuativo per studi e modelli scientifici.

