



**UNIVERSITÀ
DI SIENA
1240**



Soluzione IoT per la sicurezza dei lavoratori in ambienti pericolosi o confinati, referente

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

Il sistema ha come finalità quella di aumentare la salute e la sicurezza dei lavoratori in ambienti pericolosi e confinati, come gallerie, serbatoi, miniere o tunnel ferroviari, rappresentando una risposta ad una sfida tecnologica di primo piano. La soluzione sviluppata propone una soluzione wearable, wireless e multiprotocollo, in grado di trasformare ogni operatore in un nodo attivo di una rete IoT intelligente. Il sistema è basato su un nodo sensore compatto, facilmente indossabile, progettato per monitorare in tempo reale parametri ambientali (come gas tossici, esplosivi o carenza di ossigeno), vibrazioni (per rilevare cadute o esposizione a utensili vibranti) e segnali fisiologici (frequenza cardiaca).

La comunicazione dei dati è garantita da una rete estremamente flessibile che integra LoRaWAN, Bluetooth Low Energy (BLE) e LTE (4G), offrendo ridondanza e affidabilità anche in assenza di infrastrutture fisse o in condizioni di scarsa copertura.

Per i contesti più difficili, come i luoghi confinati o sotterranei, il sistema può essere esteso grazie all'uso di nodi Breadcrumbs, piccoli dispositivi relay portatili che i lavoratori possono posizionare manualmente lungo il percorso prima di iniziare le attività operative. Questi

Breadcrumbs creano una rete multi-hop temporanea (LoRa), capace di mantenere la connessione e la trasmissione dei dati anche in ambienti dove la propagazione del segnale radio sarebbe altrimenti impossibile.

In caso di condizioni di pericolo o anomalie, il sistema genera allarmi locali e notifiche remote in tempo reale, consentendo una rapida localizzazione del lavoratore grazie anche alle informazioni topologiche raccolte lungo la rete di Breadcrumbs.

La modularità hardware e software rende inoltre il sistema facilmente adattabile ad altri scenari applicativi, come il monitoraggio ambientale.

