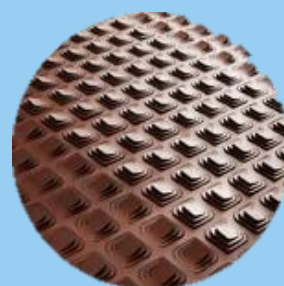
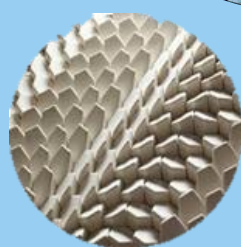
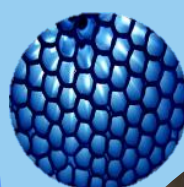


# REPORT TECNICO X

## Linee guida per posa uso e manutenzione dei sistemi smart – GS3





## POR-FESR 2014-2020

### ASSE 1 Ricerca e Innovazione

*Azione 1.2.2 Supporto alla realizzazione di progetti complessi di attività di ricerca e sviluppo su poche aree tematiche di rilievo e all'applicazione di soluzioni tecnologiche funzionali alla realizzazione della strategia di S3*

Bando per progetti di ricerca industriale strategica rivolti agli ambiti prioritari della Strategia di Specializzazione Intelligente (DGR n. 986/2018)

### Progetto MImeSIS

## MATERIALI SMART SENSORIZZATI E SOSTENIBILI PER IL COSTRUITO STORICO

**CUP E21B18000480007**



## REPORT TECNICO O5.3: LINEE GUIDA PER POSA USO E MANUTENZIONE DEI SISTEMI SMART

Obiettivo Realizzativo:	FASE 5
Responsabile di Fase:	CIRI-EC
Partner coinvolti	Certimac, CNR-ISTEC, CIRI-EC, CC
Data di completamento:	30 Gennaio 2022

## 1. Sensore LIBELIUM Decagon GS3

Sensore per la misura del contenuto di umidità e temperatura [Fig.1].

La sonda GS3 può essere utilizzata per la misura in diversi mezzi, semplicemente inserendo gli appositi elettrodi d'acciaio nel materiale ed assicurando un buon contatto fra le superfici.

Il sensore determina il contenuto volumetrico d'acqua (VWC) misurando la costante dielettrica ( $\epsilon_a$ ) del mezzo utilizzando la tecnologia *capacitance/frequency-domain*, la temperatura utilizzando una termoresistenza e la conducibilità elettrica tramite una serie di elettrodi in acciaio.



Figura 1 Sensore Decagon GS3

### Specifiche del sensore

Operating temperature: -40 to 60 °C  
Dielectric measurement frequency: 70 MHz  
Measurement time: 150 ms  
Dimensions: 9.3 x 2.4 x 6.5 cm  
Prong length: 5.5 cm  
Cable length: 5 m

### Contenuto volumetrico d'acqua

Accuracy:  $\epsilon_a$ :  $\pm 1 \epsilon_a$  (unitless) from 1 to 40 (soil range),  $\pm 15\%$  from 40 to 80  
Resolution: 0.1  $\epsilon_a$  (unitless) from 1 to 20  
< 0.75  $\epsilon_a$  (unitless) from 20 to 80  
0.002 m<sup>3</sup>/ m<sup>3</sup> (0.2% VWC) from 0 to 40% VWC  
0.001 m<sup>3</sup>/ m<sup>3</sup> (0.1% VWC) > 40% VWC  
Range: Apparent dielectric permittivity ( $\epsilon_a$ ): 1 (air) to 80 (water)

### Conducibilità elettrica

Accuracy:  $\pm 5\%$  from 0 to 5 dS/m,  $\pm 10\%$  from 5 to 23 dS/m  
Resolution: 0.001 dS/m from 0 to 23 dS/m  
Range: 0 to 25 dS/m (bulk)

### Temperatura

Accuracy:  $\pm 1$  °C

Resolution: 0.1 °C  
Range: -40 to 60 °C

## 2. Centralina: Libelium Plug&Sense Smart Agriculture EXTREME Wi-Fi

Ogni sensore è connesso via cavo ad una centralina gateway (Libelium Plug&Sense Smart Agriculture EXTREME Wi-Fi), [fig. 2] che provvede a raccogliere le letture e ad inviarle ad un server remoto. Ogni centralina gestisce fino a 3 sensori GS3 ed è dotata di apposita batteria con autonomia variabile in funzione della frequenza di acquisizione e trasmissione impostata, si raccomanda quindi, se possibile di mantenere la centralina collegata alla rete elettrica in modo da non perdere dati e garantire la continuità del monitoraggio. La centralina trasmette periodicamente i dati tramite Wi-Fi ad un router a cui viene collegata.



*Figura 2 Centralina Libelium Smart Agriculture EXTREME Wi-Fi e pannello con le prese in cui collegare i sensori*

Il server si occupa di salvare le misure rilevate dai sensori su di un apposito Database, dal quale un server (lo stesso o un altro) può attingere per la visualizzazione dei dati elaborati in una interfaccia web.

L'interfaccia web può permettere agli utenti connessi di visualizzare sia le letture grezze delle misurazioni che i dati elaborati oppure di analizzare le serie storiche attraverso grafici personalizzabili.

*Nel progetto MImeSIS è stata sviluppata una piattaforma ad hoc denominata Petra, in cui sono identificati i sensori connessi e le misurazioni effettuate in tempo reale; i diritti di visualizzazione degli utenti sono gestiti dagli utenti amministratori.*

## 3. Installazione

### Sonde

Il sensore può essere inserito in diversi tipi di materiali da costruzione (malte, laterizi, pietre naturali, conglomerati, isolanti, ecc.) sia a secco che a fresco.

Per l'inserimento "a secco" devono essere realizzati, mediante trapano, 3 appositi fori all'interno del materiale ( $\emptyset$  circa 2 mm x 55 mm di profondità) il più esatti possibile, a distanza tale da permettere l'inserimento a pressione di tutti e tre gli aghi/elettrodi.

Più il diametro dei fori risulta preciso migliore sarà il contatto tra elettrodi e superficie interna del foro e quindi di conseguenza attendibili i valori misurati.

Per quanto riguarda l'utilizzo all'interno di malte o di conglomerati, i sensori possono essere anche inseriti "a fresco", ovvero all'interno della miscela al momento della realizzazione di un intervento, prima che questa si solidifichi. È sufficiente inserire nel materiale solo gli elettrodi di acciaio, ma è stata sperimentata la possibilità di annegare interamente il sensore all'interno del conglomerato fresco, senza registrare problematiche di funzionamento, comunicazione o durabilità.

Nonostante le sonde tendano a raggiungere l'equilibrio con il materiale circostante in breve tempo, si raccomanda comunque di considerare attendibili i valori misurati dopo alcune ore.

I sensori sono stati testati in condizioni di totale immersione in acqua e non sono state registrate problematiche di alcun tipo.

Gli elettrodi in acciaio inox possono essere inseriti anche in materiali storici in cui è presente un'elevata concentrazione di sali solubili. Test di laboratorio non hanno registrato danni al riguardo.

### **Centralina**

Come già indicato, la centralina Libelium Plug&Sense Smart Agriculture EXTREME Wi-Fi è dotata di batteria, il che permette l'impiego anche in zone in cui non è presente la corrente di rete, tuttavia in tal caso l'azione di monitoraggio risulta limitata alla durata della batteria, che varia da qualche ora ad alcuni giorni, in funzione della frequenza di acquisizione e trasmissione: si raccomanda quindi, quando possibile, di collegare la centralina alla rete elettrica.

La centralina comunica poi tramite Wi-Fi ad un router esterno o ad un cellulare, che trasmette periodicamente i dati ricevuti ad un'apposita piattaforma di visualizzazione, si raccomanda quindi di valutare la portata del segnale prima del posizionamento.

La distanza dei sensori dalla centralina dipende esclusivamente dalla lunghezza dei cavi di collegamento, la lunghezza tipica è di 3-5 m, ma in commercio esistono cavi di lunghezza maggiore. Se situata all'esterno, si raccomanda di posizionare la centralina in un luogo riparato, evitando il contatto diretto con le intemperie (pioggia battente, neve, ecc).

## **4. Uso e manutenzione**

Mediante apposito software fornito dal produttore è possibile impostare la frequenza di misura e di trasmissione in funzione dello scopo dell'indagine.

La possibilità di gestire e visualizzare l'intero sistema da remoto garantisce il controllo del funzionamento dell'installazione, che non necessita quindi di controlli periodici prestabiliti. Una volta terminato l'intervento, i sensori ed i cavi possono essere nascosti alla vista ad esempio nelle fughe dei mattoni, mediante malta, intonaco, cartongesso, o un qualsiasi tipo di rivestimento.

Nel caso in un qualsiasi momento non si registri più il segnale di tutti i sensori installati, controllare la connessione ed il segnale Wi-Fi nonché la carica della batteria (alimentazione solo DC).

Nel caso di guasto alla centralina questa può essere sostituita semplicemente staccando gli spinotti dei sensori (che rimangono quindi in sede) dal pannello di collegamento e ri-collegandoli alla nuova centralina.

---

Nel caso si verifichi il guasto di un sensore, (non si registra più il segnale di una singola sonda) controllare per prima cosa la connessione dei cavi alla centralina e provare ad invertire sensori e spinotti, al fine di individuare esattamente dove sia il guasto. Nel caso risultasse danneggiata la sonda inserita nella muratura occorre sostituirla con una nuova funzionante. Si raccomanda di individuare chiaramente la posizione esatta delle sonde durante l'installazione (foto, misure, layout) prima di ricoprirle con intonaco o altro rivestimento, in modo da ridurre al minimo l'invasività di un eventuale intervento di sostituzione futuro.



MImeSIS – Materiali Smart Sensorizzati e Sostenibili per il Costruito Storico è un progetto cofinanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale (POR FESR 2014 – 2020) e dal Fondo per lo sviluppo e la coesione (FSC)

[www.mimesis-project.eu](http://www.mimesis-project.eu)

