

# DISPLAYCE

**yet:t**moves!  
Science for a safer land

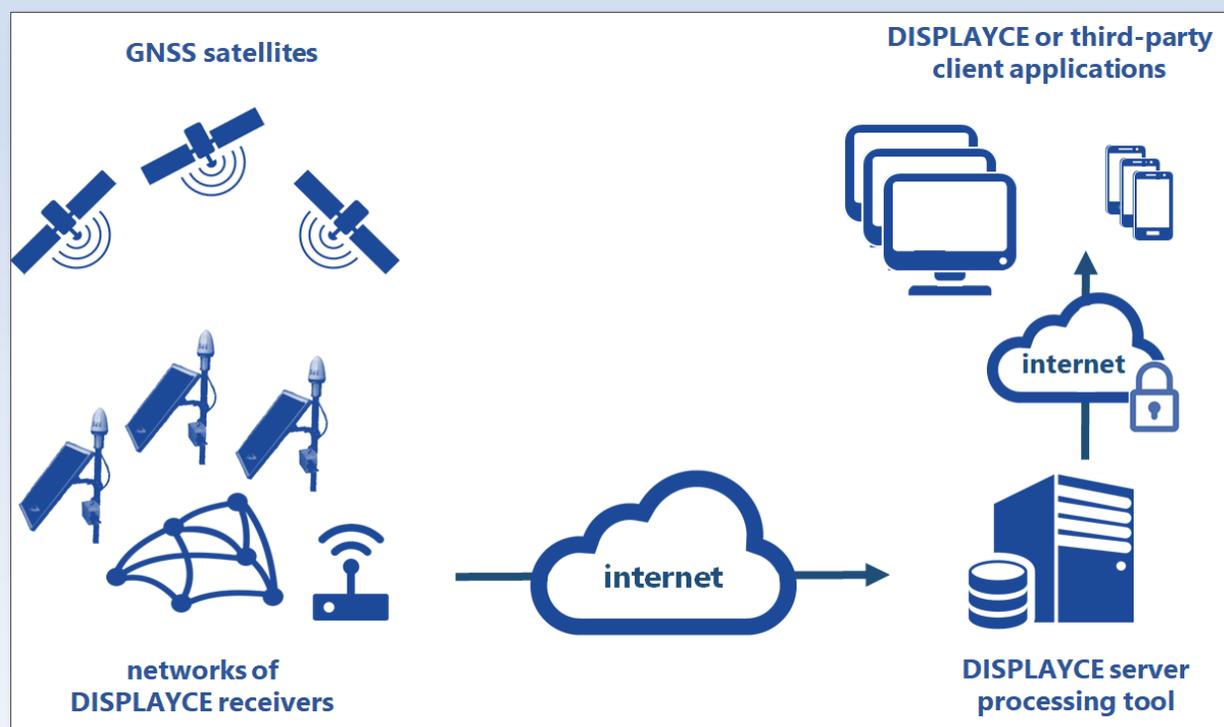


**Soluzione IoT  
per Monitoraggio  
ed Early-warning  
di Spostamenti**

# DISPLAYCE

DISPLAYCE è una soluzione IoT per il **monitoraggio automatico e in continua** e per l'allerta precoce (**early-warning**) di fenomeni di deformazione superficiale del terreno, di **edifici** e **infrastrutture critiche**, causati ad esempio da instabilità di pendio, subsidenza o sismi.

DISPLAYCE integra tutte le componenti, hardware e software, necessarie alla realizzazione del monitoraggio.



*Architettura del sistema di monitoraggio DISPLAYCE*

# DISPLAYCE

Gli elementi costituenti il sistema DISPLAYCE sono i seguenti:

- ✈ **Reti di sensori GNSS** (Global Navigation Satellite System) a singola frequenza da installare nell'area soggetta a deformazione; i sensori possono essere installati direttamente sul terreno o sulla struttura e permettono di misurare con continuità gli spostamenti a cui sono sottoposti. I sensori DISPLAYCE sono basati su moduli GNSS U-BLOX NEO M8T (<https://www.u-blox.com/en/gps-modules/u-blox-6-timing-module/neo-m8t-lea-m8t.html>) in grado di acquisire osservabili GPS e Galileo. Ciascun nodo è in grado di salvare i dati su una memoria interna.
- ✈ Sistema di **trasmissione dati wireless** da un nodo all'altro (rete quasi-mesh). La trasmissione dati avviene in banda ISM (UHF a 868 MHz), collegamento wireless con potenza < 0.5W e protocollo di trasmissione TDMA proprietario. Il collegamento wireless in condizioni di visibilità ottica è in grado di trasmettere i dati ad una distanza superiore ai 3 km. I dati acquisiti da ciascun nodo vengono ritrasmessi ad un *gateway*, che rappresenta il collettore e interfaccia unica della rete verso il server di calcolo remoto.



*Stazioni DISPLAYCE monumentate al suolo in aree soggette a frana. Nelle foto si possono notare il ricevitore e la batteria tampone ospitati da armadio con protezione IP66 ancorato ad un palo attraverso opportune staffe di fissaggio*

# DISPLAYCE

- ✈ Sistema di trasmissione dei dati acquisiti dal gateway ad un server di calcolo remoto (che può essere ospitato su macchine di proprietà del cliente oppure su cloud server) via **modem GPRS/UMTS** (ospitante una scheda telefonica M2M) con modalità in tempo reale (ogni 30s) oppure differita (ogni ora). I gateway DISPLAYCE sono equipaggiati con modem caratterizzati da bassi consumi energetici e sono dotati di firmware ottimizzati per massimizzare l'autonomia del sistema di monitoraggio.

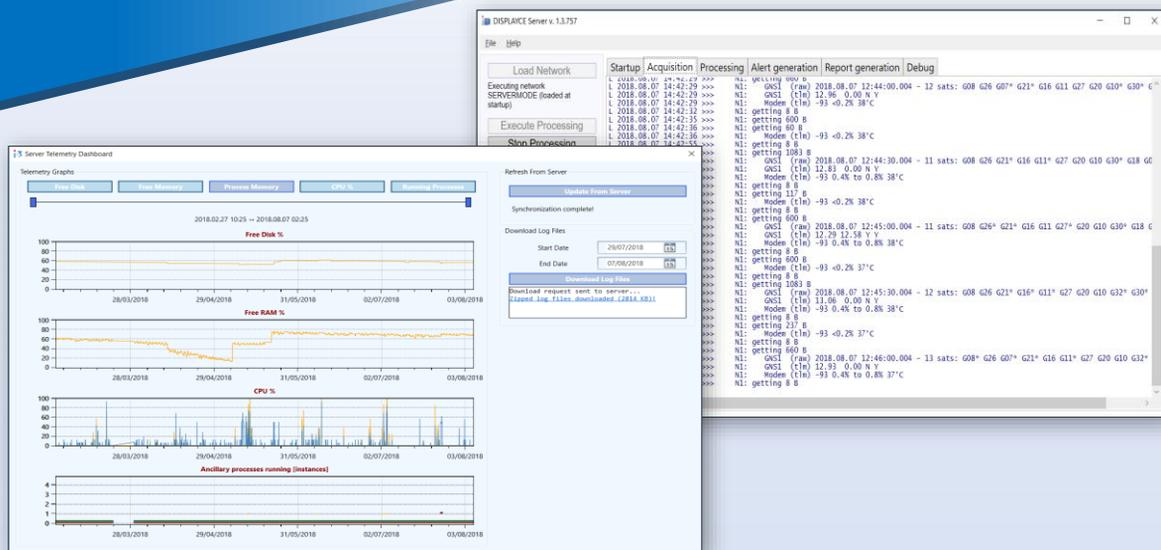
Sulla base delle esigenze del cliente, il gateway può essere configurato per instaurare una connessione e trasmettere autonomamente i propri dati al server di calcolo (**modalità client**) oppure per accettare connessioni e rispondere a richieste di dati da parte del server remoto (**modalità server**). In quest'ultimo caso, il modem implementa un **firewall configurabile** in modo da accettare connessioni in ingresso da uno specifico indirizzo IP o range di indirizzi IP: questa configurazione impedisce che altri utenti non autorizzati possano collegarsi al modem ed accedere ai dati generati dai ricevitori.

- ✈ Sistema di alimentazione completamente autonomo basato su piccoli **pannelli solari** (20W o 50W) e **batterie tampone** (12V, 12Ah). Un nodo (non gateway) consuma mediamente 380mW inclusa la trasmissione dati wireless.



*A sinistra: dettaglio di un ricevitore DISPLAYCE, configurabile come «nodo» o «gateway».  
A destra: dettaglio di un modem UMTS interfacciabile con il gateway*

# DISPLAYCE

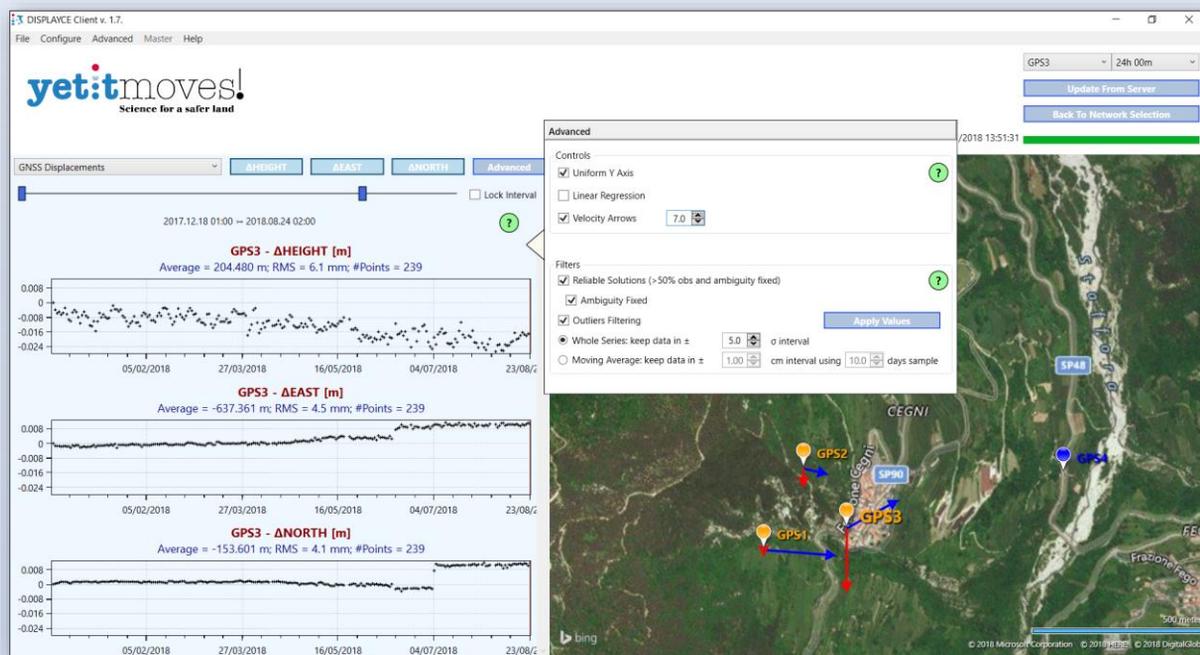


Schermate dell'applicativo server

## Pacchetto software *server* per:

-  Acquisizione dei dati trasmessi dalla rete DISPLAYCE e registrazione dei dati GNSS in formato RINEX 2.11 (compressione Hatanaka + UNIX).
-  Acquisizione di file RINEX (in formato 2.10 o superiore oppure 3.0) contenenti le osservabili di codice e fase di ricevitori GNSS non DISPLAYCE che vanno a integrare la rete di monitoraggio (e.g. ricevitori geodetici da usare come stazioni di riferimento o rover supplementari). L'acquisizione dei file RINEX può essere effettuata da server FTP pubblici o il cui accesso è protetto da password.
-  Post-processamento dei dati grezzi GNSS allo scopo di estrarre le misure di spostamento tridimensionali con periodicità compresa tra 30 secondi e 24 ore e calcolo di indici di qualità delle misure GNSS. La ripetibilità (RMS) media delle misure di spostamento per soluzioni giornaliere è compresa tra 1 e 3 mm.
-  Calcolo delle misure di telemetria (e.g. tensione di batteria e di pannello solare, qualità della trasmissione dati, qualità dei segnali GNSS acquisiti, ecc.).
-  Pubblicazione delle misure di spostamento e di telemetria mediante servizi web REST.
-  Generazione e trasmissione mediante e-mail di report periodici in formato PDF sullo stato della rete.
-  Generazione e trasmissione mediante e-mail e SMS di messaggi di allerta su spostamenti sopra soglia o anomalie nel funzionamento della strumentazione. Le soglie per la generazione degli allarmi sono configurabili da parte dell'utente mediante una funzionalità dell'applicativo "client" descritto nel seguito.

# DISPLAYCE



*Interfaccia principale dell'applicazione client*

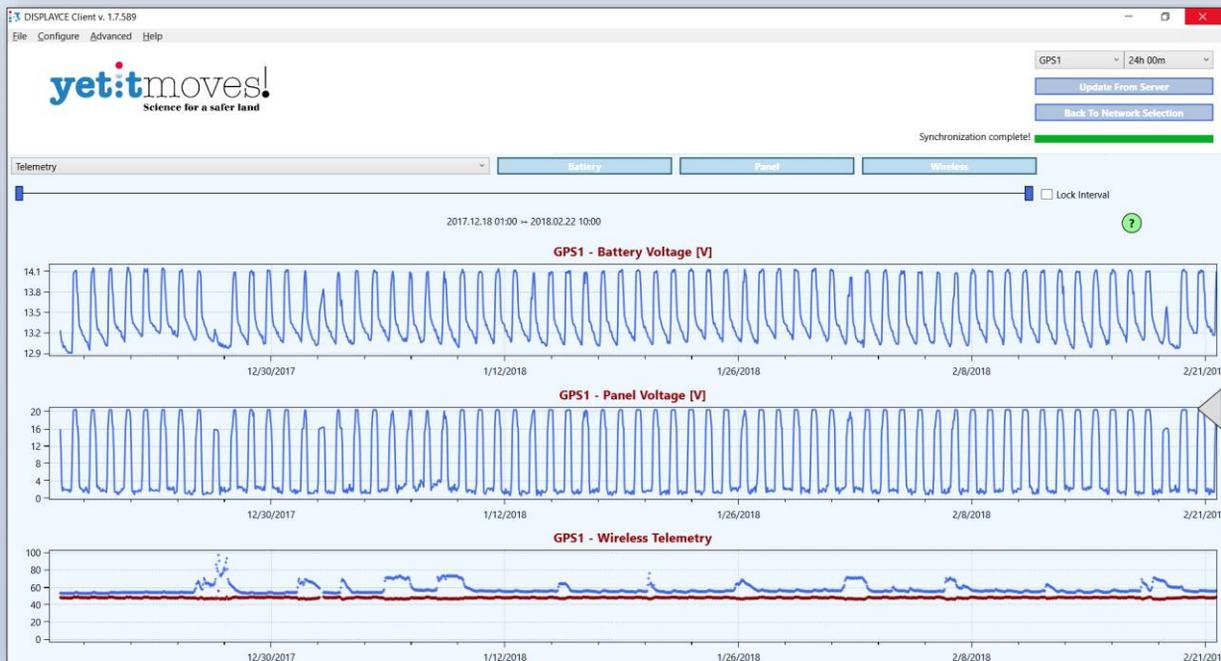
 **Pacchetto software *client*** per la visualizzazione e l'analisi dei dati pubblicati dal server e relativi alla rete di monitoraggio (spostamenti 3D, parametri di telemetria, qualità del dato GNSS, ecc.). Il software permette anche la visualizzazione di dati acquisiti da sensori locali (estensimetri, catene inclinometriche, piezometri, stazioni meteo, etc.).

Mediante lo stesso applicativo è possibile configurare le soglie per la generazione di allerte e report sul server di calcolo.

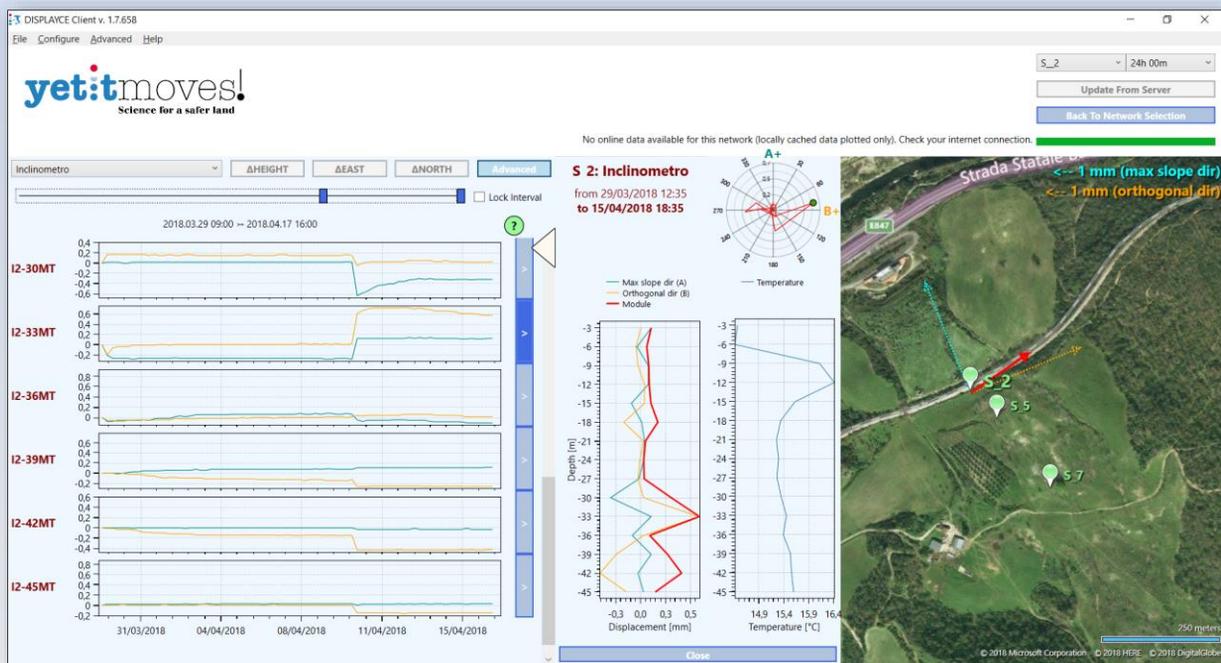
L'accesso ai dati di monitoraggio attraverso l'applicativo client è protetto da password.

Una singola istanza dell'applicativo permette la visualizzazione dei dati e la gestione di tutte le reti di monitoraggio per cui un utente è abilitato.

# DISPLAYCE



Interfaccia di visualizzazione dei parametri di telemetria di una stazione GNSS DISPLAYCE



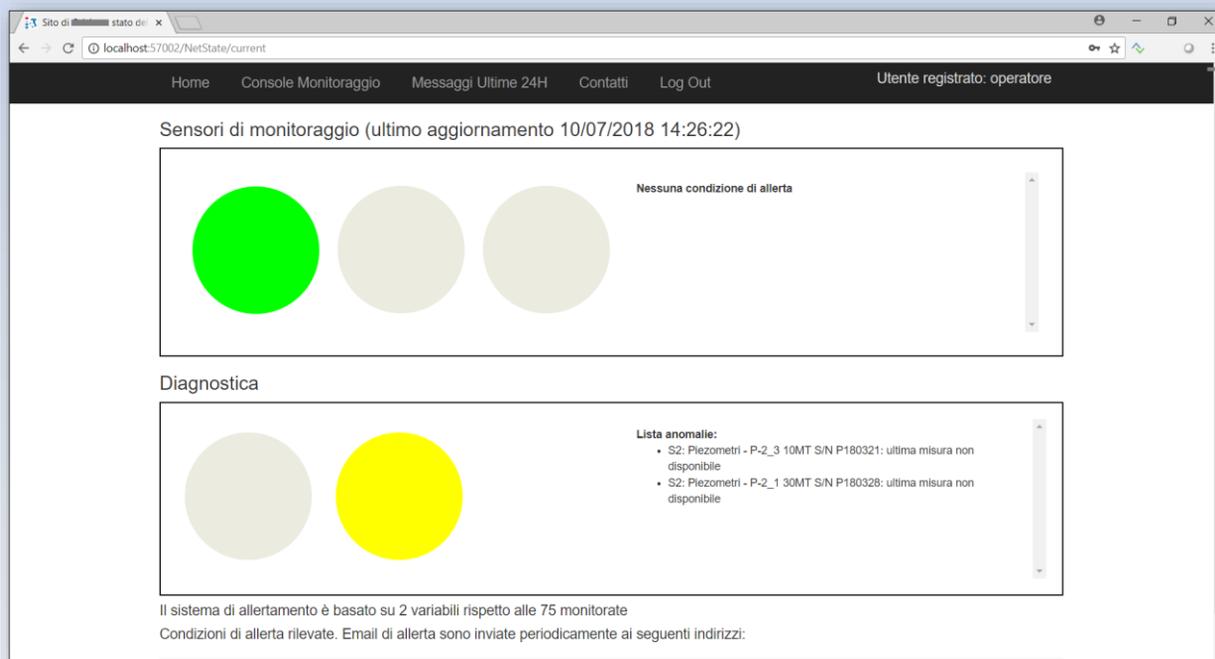
Visualizzazione dei dati acquisiti da una catena inclinometrica co-locata con un ricevitore GNSS DISPLAYCE

# DISPLAYCE

🔧 **Applicazione web per l'allertamento.** Applicazione web semplice ed intuitiva progettata per l'utilizzo in centrale operativa: previa autenticazione dell'utente essa si interfaccia in modo automatico con i servizi REST pubblicati dal server di calcolo e visualizza con una modalità «a semaforo» lo stato del monitoraggio in termini di misure dei sensori (pannello superiore) ed eventuali malfunzionamenti (pannello inferiore).

Le soglie utilizzate per la generazione di allerte e allarmi sono configurabili da parte di un «utente esperto» mediante l'applicativo client descritto in precedenza.

Solo in presenza di condizioni anomale vengono visualizzati messaggi specifici a lato dei semafori. L'applicazione salva inoltre tutti i messaggi di allerta, allarme ed anomalia registrati nelle ultime 24 ore.



The screenshot shows a web browser window displaying the application interface. The browser address bar shows 'localhost:57002/NetState/current'. The page has a navigation menu with 'Home', 'Console Monitoraggio', 'Messaggi Ultime 24H', 'Contatti', and 'Log Out'. The user is logged in as 'operatore'. The main content area is divided into two sections:

- Sensori di monitoraggio (ultimo aggiornamento 10/07/2018 14:26:22):** This section contains three circular indicators. The first is green, and the other two are grey. To the right, it says 'Nessuna condizione di allerta'.
- Diagnostica:** This section contains two circular indicators. The first is grey, and the second is yellow. To the right, it lists anomalies: 'Lista anomalie: S2: Piezometri - P-2\_3\_10MT S/N P180321: ultima misura non disponibile' and 'S2: Piezometri - P-2\_1\_30MT S/N P180328: ultima misura non disponibile'.

At the bottom, there is a note: 'Il sistema di allertamento è basato su 2 variabili rispetto alle 75 monitorate. Condizioni di allerta rilevate. Email di allerta sono inviate periodicamente ai seguenti indirizzi:'.

*Interfaccia principale dell'applicazione web per l'allertamento*

# DISPLAYCE

## Perché scegliere DISPLAYCE



Rispetto alla strumentazione GNSS utilizzata comunemente per applicazioni di monitoraggio geofisico e strutturale, DISPLAYCE presenta una serie di caratteristiche tecnologiche innovative:

- ✂ I sensori DISPLAYCE sono **compatti, leggeri** e completamente **autonomi** dal punto di vista della trasmissione dati e dell'alimentazione elettrica (le batterie garantiscono un'autonomia di almeno 10 giorni in mancanza di alimentazione elettrica esterna). Queste caratteristiche li rendono facili e veloci da installare sia sul terreno, sia su edifici o infrastrutture.
- ✂ Il sistema DISPLAYCE è **completo**: comprende tutto ciò che serve ad effettuare il monitoraggio: sensori GNSS, sistema di trasmissione dati in tempo-reale, software di acquisizione e calcolo delle misure, applicazioni client per la visualizzazione delle serie storiche delle misure e dello stato della rete di monitoraggio, sistema di allertamento e-mail e/o SMS in caso di malfunzionamenti o spostamenti anomali rilevati.
- ✂ I ricevitori DISPLAYCE hanno un **costo unitario inferiore** alla strumentazione tradizionalmente utilizzata per queste applicazioni e con prestazioni analoghe. Anche con un budget relativamente basso, è possibile implementare reti di monitoraggio diffuse in modo capillare sull'area di interesse, con un numero di sensori sufficiente a tenere sotto controllo il fenomeno in atto.

# DISPLAYCE

## Ambiti applicativi

DISPLAYCE ad oggi è stato impiegato prevalentemente per il monitoraggio di **frane, erosione fluviale, siti di stoccaggio di gas naturale, subsidenza in area portuale**. Ne è possibile però l'impiego per il monitoraggio di **dighe, ponti** o **viadotti** e del territorio nelle loro immediate vicinanze. È possibile installare un numero arbitrario di sensori sugli elementi portanti dell'infrastruttura critica in particolare se essa è collocata in aree considerate a rischio a causa di instabilità di pendio o subsidenza.

Analogamente, reti di sensori DISPLAYCE possono essere installati su **edifici** "sensibili" quali scuole, ospedali, oppure edifici storici per i quali si sospettano danni dovuti agli eventi sismici, allo scopo di monitorare nel tempo eventuali fenomeni di deformazione o cedimenti strutturali.

## Certificazioni

DISPLAYCE è certificato CE.

# DISPLAYCE

## Specifiche tecniche hardware

### GNSS

Ricevitore	U-BLOX M8T L1 72 canali
Antenna	MOBI MBGPS GNS-30-001 (GPS + GALILEO); intervallo di frequenza 1575.42±10 MHz; guadagno 30±3 dBi; lunghezza cavo standard 3.0 m (altre lunghezze a richiesta).
Connettori Antenna	2 x SMA femmina; 3.3V (configurazioni differenti a richiesta)

### Alimentazione elettrica

Pannello fotovoltaico	20Wp o 50Wp
Batteria	12V 12Ah (nodo), 12V 24Ah (gateway). Carica da -15 a 50 Celsius
Autonomia	La batteria carica a 20 Celsius può alimentare una stazione gateway per più di 6 giorni in totale assenza di sole
Consumo di batteria	< 380mW in media (inclusa l'antenna – dato riferito al ricevitore configurato come nodo)

### Connessione wireless locale

Tipo	UHF in banda ISM a 868MHz, link wireless 0.5W. Protocollo di trasmissione TDMA proprietario
Antenna	Direzionale, guadagno 13dBi Pannello, guadagno 9dBi Omnidirezionale, guadagno 3dBi
Range	Fino a 8 km in linea di vista (dato teorico)
Networking	Fino a 14 nodi connessi a un singolo gateway; Rete mesh: ogni ricevitore può essere configurato come nodo o come gateway

### Trasmissione remota dei dati

Tipo	Protocollo TPC/IP
Modalità	<p>Due modalità alternative di connessione dati tra gateway e server di calcolo, configurabili dall'utente in fase di installazione:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>modem in configurazione <b>client</b>: il modem GPRS/UMTS installato sul gateway della rete di monitoraggio è configurato in modo da aprire una connessione dati verso il server di calcolo (che deve avere indirizzo IP pubblico e statico) e trasmettere periodicamente ad esso i dati grezzi acquisiti da tutti i ricevitori (gateway e nodi) appartenenti alla rete. <i>Vantaggi</i>: non richiede l'utilizzo di SIM dati specifiche per M2M con indirizzo IP pubblico. <i>Svantaggi</i>: possibili problemi di sicurezza lato server (necessità di mantenere aperta una porta logica per ogni modem collegato, senza la possibilità di configurare IP o range di IP specifici per i client).</li><li>modem in configurazione <b>server</b>: il modem GPRS/UMTS installato sul gateway della rete di monitoraggio è configurato come server ed accetta connessioni dati in entrata dal server di calcolo remoto. Il modem è dotato di un firewall configurabile in modo da accettare connessioni solo dall'IP (statico e noto) del server di calcolo. La configurazione è associabile ad un servizio di DNS dinamico commerciale (opzionale) che garantisce la connettività al modem anche in caso di utilizzo di SIM con indirizzo IP dinamico. <i>Vantaggi</i>: nessun problema di sicurezza lato server. <i>Svantaggi</i>: richiede l'utilizzo di SIM dati abilitate al M2M con indirizzo IP pubblico.</li></ol>

# DISPLAYCE

Altre	
Protezione	Ricevitore GNSS IP65, Armadio IP66 (senza fori per passacavi)
Dimensioni	Ricevitore GNSS (17x10x4.8)cm Antenna GNSS (8x13)cm Pannello fotovoltaico (20Wp): (34x50x2.4)cm Pannello fotovoltaico (50Wp): (67x54x2.5)cm Antenna wireless (Yagi): +13dBi Whip. (63x18)cm Armadio standard: (40x30x21)cm

## Software di calcolo degli spostamenti GNSS

DISPLAYCE GNSS Core	
Linguaggio di programmazione	C e C++
Librerie terze parti	RTKLIB (v. 2.4.3, licenza BSD-2); utilizzate per lettura file RINEX ed effemeridi e sincronizzazione orologi GNSS
Elaborazione	Stimatore ai minimi quadrati batch sviluppato da YETITMOVES per ottenere prestazioni allo stato dell'arte in termini di ripetibilità degli spostamenti per applicazioni di monitoraggio statico
Ripetibilità	Da 1 (planimetria) a 3 (quota) mm per soluzioni giornaliere; da 5 (planimetria) a 15 (quota) mm per soluzioni orarie; distanza delle linee di base fino a 10 km. I valori variano a seconda della differenza in quota riferimento-rover, della visibilità satellitare e/o di possibili effetti di multi-path
Output	Formato testo e SQLite. Coordinate in WGS84