



Figura 3: Vista d'insieme gruppo di sensori e modulo wireless su altare maggiore

continui danneggiamenti durante le lavorazioni, che possono altresì comportare impedimenti alle attività di cantiere. È stata quindi implementata una rete WSN (Wireless Sensor Network) costituita da moduli locali, con convertitore A/D a 16 bit ciascuno a 4 canali, dislocati principalmente nelle zone con maggiori dissesti e collegati, con protocollo standard WiFi ZigBee IEEE 802.15.4, ad un Gateway. Quest'ultimo è a sua volta collegato con cavo ethernet ad un PC industriale, al quale è possibile accedere con connessione remota da effettuare a mezzo di modem GSM. Nel PC risiede il software di gestione sviluppato in ambiente LabVIEW. Esso consente l'impostazione dei parametri e della cadenza di acquisizione, la lettura ed elaborazione dei dati grezzi, la visualizzazione degli andamenti temporali in diverse modalità grafiche, la memorizzazione locale dei file generati, la comunicazione (con opportune logiche di autenticazione) e lo scarico periodico dei dati su altro PC remoto. Allo stato attuale è previsto il collegamento punto-punto, con chiamata telefonica GSM ogni volta si desidera effettuare la connessione. Prossimamente si provvederà ad aggiungere una connessione Internet veloce al sistema e a permetterne la gestione a distanza in continuo, utilizzando la consolle dedicata della Direzione Lavori e della Protezione Civile (in quest'ultimo caso nell'ambito di un piano di controllo generalizzato di tutti i monumenti dissestati di L'Aquila), con accesso alla pagina web dedicata e con la possibilità di avere soglie d'allarme attivabili su eventi a trigger. I canali dei moduli locali di acquisizione a gruppi di tre sono collegati via cavo, multipolare twistato a doppia schermatura, a trasduttori di varia tipologia: potenziometri a cursore lineare diretto sia per lesioni che per scollamenti tra maschi murari (linearità pari al 0,2% del F.S. di ± 25 mm), inclinometri elettrolitici da apporre su maschi e su colonne di scarico delle arcate (linearità pari al 0,5% del F.S. di $\pm 0,5^\circ$) e celle di pressione alla base di colonne in muratura (linearità pari allo 0,25% del F.S. di 40 bar). Il quarto canale di ciascun modulo, lasciato volutamente libero, è collegato a un sensore di temperatura con uscita trasdotta in tensione (sensibilità pari a $0,1^\circ\text{C}$). Infatti, oltre alla misura delle grandezze primarie è fondamentale anche il controllo della temperatura, con il precipuo scopo di scorporare gli effetti di mascheramento termico stagionale (o, al limite, giornaliero).

L'architettura dell'impianto di monitoraggio ha il carattere preminente di modularità: si ha pertanto una intrinseca



Figura 4: Fase di installazione con cestello appeso a gru

versatilità che consente anche significative variazioni in fieri. L'implementazione di base, operativa dallo scorso mese di novembre, si basa infatti su evidenze derivanti dalle necessità di controllo allo stato attuale, in sintonia con le opere provvisorie di consolidamento e ricostruzione parziale e, soprattutto, le modalità di intervento, potrebbe essere necessario cambiare la dislocazione dei sensori ed in alcuni casi la tipologia degli stessi. Per esempio i potenziometri con cursore a contrasto, apposti sulle lesioni presenti all'intradosso nella mezzera delle travi in cemento armato del tetto, dovranno essere rimossi non appena si deciderà di abbattere dette travi e sostituirle con altro sistema di irrigidimento. I canali lasciati liberi dei relativi nodi potranno essere collegati ad altri sensori, la cui tipologia e dislocazione sarà valutata all'occorrenza (a seconda dell'intervento). È pertanto possibile l'effettuazione di aggiustamenti e di varianti in corso d'opera, in grado di soddisfare le esigenze operative che si renderanno necessarie nel prosieguo del risanamento strutturale e, ad interventi terminati, consentire una efficace e sicura fruibilità di un monumento geograficamente posizionato in una zona ad altissima vulnerabilità sismica.

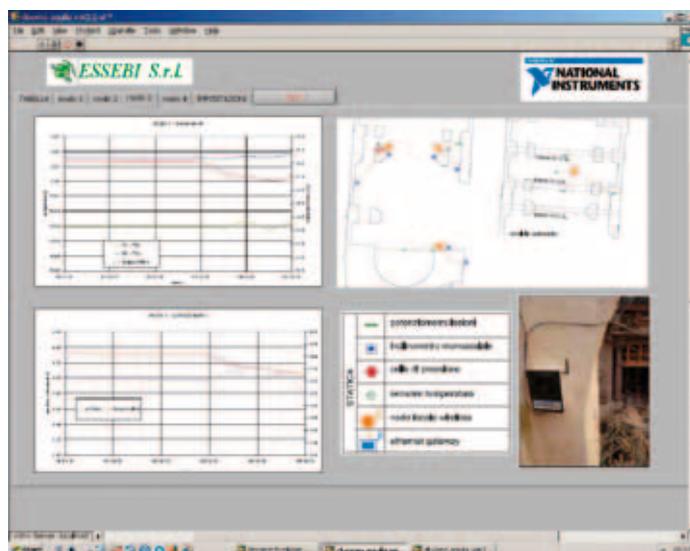


Figura 5: Schermata LabVIEW: Presentazione Grafica Dati Per Nodo Selezionato