

## Rilievi integrati e multifunzionali al complesso di Santa Croce in Ravenna nell'ambito del progetto SHELTER

Gabriele Bitelli<sup>1,3\*</sup>, Ester Barbieri<sup>1</sup>, Valentina Alena Girelli<sup>1,3</sup>, Alessandro Lambertini<sup>1</sup>, Emanuele Mandanici<sup>1</sup>, Eleonora Melandri<sup>3</sup>, Domenico Simone Roggio<sup>3</sup>, Angela Santangelo<sup>2,3</sup>, Maria Alessandra Tini<sup>1</sup>, Simona Tondelli<sup>2,3</sup>, Andrea Ugolini<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> DICAM, Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali,  
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

(gabriele.bitelli, ester.barbieri2, valentina.girelli, alessandro.lambertini, mariaalessandra.tini)@unibo.it

<sup>2</sup> DA, Dipartimento di Architettura, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna  
(angela.santangelo, simona.tondelli, a.ugolini)@unibo.it

<sup>3</sup> CIRI, Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale - Edilizia e Costruzioni, Alma Mater Studiorum -  
Università di Bologna (simone.roggio, eleonora.melandri3)@unibo.it

**Abstract.** I rischi legati agli effetti dei cambiamenti climatici minacciano in modo sempre più rilevante il patrimonio culturale e archeologico. Al fine di ridurre la vulnerabilità, promuoverne la valorizzazione e favorirne la conservazione e la ricostruzione laddove necessario, si rendono necessari l'individuazione e lo sviluppo di piani di intervento e protocolli volti a migliorare la resilienza delle aree di interesse.

In questo filone di ricerca si inserisce il progetto europeo H2020 SHELTER (Sustainable Historic Environments holistic reconstruction through Technological Enhancement and community-based Resilience), che intende implementare un innovativo e riproducibile modello operativo per la gestione del patrimonio, la sistematizzazione e condivisione delle informazioni e delle conoscenze, la pianificazione degli interventi.

Le attività multidisciplinari intraprese nell'ambito del progetto hanno permesso di analizzare le principali sfide climatiche individuate in cinque progetti pilota, veri e propri OpenLabs per la validazione degli sviluppi di ricerca, ognuno dei quali rappresenta una diversa tipologia di patrimonio. Il caso studio individuato in Italia è il complesso di Santa Croce a Ravenna (Fig.1a), che sorge in un'area interessata da subsidenza, fenomeni alluvionali ed eventi sismici.

Per fornire una valutazione preliminare dello stato di conservazione dell'opera e delle criticità del sito, base fondamentale per la pianificazione e la messa a punto delle future attività previste dal progetto sull'area archeologica, sono state svolte diverse attività di rilievo e indagini conoscitive.

L'approccio scelto dal gruppo di Geomatica del DICAM dell'Università di Bologna, che come Centro Interdipartimentale per la Ricerca Industriale (CIRI) è partner di SHELTER, ha visto l'integrazione di diverse tecniche di rilevamento, con l'obiettivo di caratterizzare in modo accurato e completo diversi aspetti del sito quali la geometria, i materiali, il comportamento strutturale ed il deterioramento delle finiture. La Geomatica offre oggi molteplici ed innovative tecniche a supporto della fase di

documentazione, digitalizzazione e più in generale di raccolta e organizzazione di tutte le informazioni relative all'oggetto di interesse.

In particolare, il rilievo del complesso di Santa Croce è stato condotto con laser scanner terrestre e fotogrammetria digitale (terrestre ed aerea tramite drone) per l'acquisizione della geometria e della texture del monumento, nonché termografia per l'analisi e la valutazione di problemi dovuti all'umidità di risalita nei paramenti murari interni. Le nuvole di punti ottenute sono state georeferenziate in coordinate assolute grazie ad osservazioni GNSS in modalità NRTK ed all'uso di Total Station e livellazione geometrica. Il modello finale generato dall'allineamento e fusione delle diverse nuvole di punti è caratterizzato da una interdistanza media dei punti intorno ai 5 mm (Fig. 1b).



**Figura 1.** Il complesso di Santa Croce, con la chiesa e l'area archeologica (a); le tecniche di rilievo utilizzate per l'acquisizione della nuvola di punti (b).

A partire dalla nuvola di punti finale è stato prodotto un modello BIM semplificato della Chiesa per la conoscenza dello stato di fatto, per il monitoraggio e per la sua conservazione. Il modello BIM, generato secondo un approccio HBIM (Historical o Heritage Building Information Modeling), rappresenta un ulteriore supporto agli studi multidisciplinari condotti nell'ambito del progetto, che coinvolgono molteplici ambiti scientifici. A partire dalla digitalizzazione dell'esistente, questa metodologia offre l'opportunità di gestire informazioni di diversa natura e genesi, supportare eventuali futuri interventi di restauro, integrare il modello con i dati derivanti dall'installazione di sensoristica prevista per l'analisi dello stato conservativo.

## Riferimenti bibliografici

1. Bitelli, G.; Balletti, C.; Brumana, R.; Barazzetti, L.; D'Urso, M.G.; Rinaudo, F.; Tucci, G.: The GAMHer Research Project for Metric Documentation of Cultural Heritage: Current Developments. *Int. Arch. of the Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, 42-2/W11, pp. 239-246. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W11-239-2019> (2019).
2. Bitelli, G.; Barbieri E.; Girelli, V. A.; Lambertini, A.; Mandanici E.; Melandri, E.; Roggio, D. S.; Santangelo, A.; Tini, M. A.; Tondelli, S.; Ugolini, A.: The complex of Santa Croce in Ravenna as a case of study: integration of 3D techniques for surveying and monitoring of a historical site. In: *ARQUEOLÓGICA 2.0 - 9th Int. Congress & 3rd GEORES - GEomatics and pREServation*, Universitat Politècnica de València, 26-28 Aprile 2021 (2021). In stampa (2021).
3. Simonini, P., Ceccato, F., Tosi, L.: Effetti della subsidenza sul patrimonio edilizio e infrastrutturale. *XXVI National Conference of Geotechnics*. 20-22 June 2017, Roma, Italy. (2017).