

## Processi integrati di rilievo per la conoscenza del patrimonio storico-artistico

Saverio D'Auria, Lia Maria Papa

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II,  
Piazzale Vincenzo Tecchio 80, tel. 0817682535, fax 0815937944  
saverio.dauria@unina.it, Impapa@unina.it

### Abstract

La geomatica riferita ai beni culturali ha raggiunto in breve tempo alti livelli tecnologici, consentendo la produzione di modelli virtuali affidabilissimi dal punto di vista metrico, formale e cromatico, se basati su processi di indagine e di elaborazione dei dati scientificamente condotti. Le potenzialità offerte da questa rivoluzione digitale sembrano essere illimitate, considerando i risvolti nei campi della documentazione, valorizzazione, conservazione e divulgazione scientifica.

Il contributo, che si inserisce in un filone di ricerca più ampio, vuole definire una metodologia per l'analisi tipologica e storico-costruttiva dei beni culturali fondando la propria efficacia sulla interpretazione critica e combinata delle fonti documentali e dei rilievi tridimensionali sistematici delle fabbriche antiche (Papa, D'Auria, 2017).

Il caso studio è rappresentato dai resti della Cattedrale dell'Assunta nel Castello di Ischia (NA), sorto sulla preesistente cripta gentilizia risalente all'XI secolo. L'edificio, bombardato nel 1809 dalle truppe anglo-borboniche durante l'assedio al Castello, è di evidente matrice medievale e ha subito nei secoli diverse modificazioni fino alla fase barocca. Oggi appare mutila della facciata principale e delle coperture e presenta lacerti di strutture e di decorazioni risalenti al XVII e XVIII secolo che nascondono, in parte, i resti delle originarie testimonianze Trecentesche.

L'attuale consistenza a rudere della Cattedrale ha modificato il rapporto tra spazio interno e paesaggio esterno creando una continuità percettiva tra edificio e contesto che da una parte caratterizza fortemente la fruizione del monumento e la sua immaginazione volumetrica, dall'altra crea problemi di conservazione di ciò che resta.

Gli obiettivi della ricerca sono molteplici: documentare per la prima volta, attraverso rappresentazioni grafiche alle varie scale, i resti della Cattedrale e il suo intorno mediante il rilievo sistematico con laser-scanning, fotogrammetria terrestre e area, GPS e stazione totale; ricostruire filologicamente e virtualmente la fase originaria della fabbrica sulla base della ricerca documentale e dell'analisi morfometrica dello stato di fatto; realizzare modelli di realtà virtuali per la fruizione e la valorizzazione culturale del sito.

In questo contesto sono presentate le iniziali fasi di rilevamento e modellazione tridimensionale.

## L'antica Cattedrale nel Castello d'Ischia

Le più importanti informazioni sulla Cattedrale dell'Assunta nel Castello di Ischia sono descritte dal canonico Vincenzo Onorato nel suo manoscritto denominato *Ragguaglio storico topografico dell'isola d'Ischia* (Mazzella, 2014), che rappresenta altresì un documento di riferimento per l'intera isola, data la perdita di gran parte delle testimonianze storiche dovuta a disastrose vicissitudini avvenute nel corso dei secoli.

Il documento descrive dettagliatamente la fabbrica antica prima della sua distruzione e del saccheggio avvenuti a causa degli scontri nel giugno 1809 tra le armate francesi e anglo-borboniche nel canale di Ischia, quando Ferdinando IV di Borbone tentò di riconquistare il regno di Napoli (Di Lustro, Mazzella, 2017).

La costruzione della Cattedrale – quella che oggi è allo stato di rudere – fu ordinata all'inizio del XIV secolo dal vescovo Salvo quando gran parte della popolazione ischitana si rifugiò nel Castello (Fig. 1), sulla cosiddetta *insula minor*, a seguito della violentissima eruzione del Cremato del 1301, che rase al suolo gran parte degli edifici dell'isola, l'*insula maior*.



Figura 1 - Pianta tardo-cinquecentesca del Castello attribuita al regio ingegnere Benvenuto Tortelli e conservata presso la Biblioteca nazionale di Napoli (Delizia, 1989)

La fabbrica fu costruita su quella che era l'antica Cattedrale, ovvero la cripta dedicata a San Pietro risalente al periodo tra la fine del XIII e l'inizio del XIV secolo, che per le sue ridotte dimensioni non riusciva più a soddisfare le mutate esigenze della popolazione.

Nel *Ragguaglio* non si trova alcuna notizia su un presunto luogo di culto esistente all'interno del Castello prima della cripta stessa. Tale luogo sacro, invece, è stato individuato nella cappella denominata Calosirto, recentemente

rinvenuta a seguito di interventi di restauro della cripta e probabilmente murata in occasione della peste nel 1347, quando fu trasformata in ossario. La sua preesistenza è dimostrata da un ciclo di affreschi della metà del Duecento e raffiguranti le Storie dell'Infanzia di Gesù, nonché dalla quota pavimentale più bassa di oltre un metro rispetto a quella della cripta (Curci, 2018).

I resti della Cattedrale dell'Assunta (Fig. 2) risultano mutili della facciata principale rivolta a sud e di gran parte delle coperture. Sono riconoscibili, invece, le tre navate, la zona absidale e le cappelle laterali, quasi completamente intatte. La matrice architettonica è chiaramente di origine medievale, trasformata nei secoli secondo quelli che erano i canoni barocchi, di cui oggi si salvano brandelli di decorazioni e le rimodulazioni delle navate laterali (Fig. 3).



*Figura 2 – Foto aeree dei resti della Cattedrale dell'Assunta. Si notano lo scalone di ingresso e l'assetto funzionale dell'edificio*



*Figura 3 – Testimonianze stilistiche. A sinistra, il presbiterio con lacerti di decorazioni barocche sopravvissute ai bombardamenti del 1809; a destra, una delle cappelle seicentesche della navata sinistra in sovrapposizione a strutture medievali.*

La sottostante cripta gentilizia, ubicata rispetto alla Cattedrale nella zona a sud della navata destra, si presenta come un ambiente a navata unica di dimensioni contenute coperta da due volte a crociera e contornata da otto

cappelle coperte a botte. Le pareti risultano riccamente affrescate da dipinti per la maggior parte commissionati dalle famiglie nobili che vivevano il Castello durante il Trecento (Fig. 4).



Figura 4 – Interno della cripta gentilizia. Foto scattata dall'ingresso verso l'altare centrale

### **Il rilievo integrato**

Per le sue unicità morfologiche, costruttive e storiche, il sistema 'cripta-Cattedrale' ha reso necessario un progetto di rilevamento, condotto secondo i protocolli della disciplina, che contemplasse l'utilizzo di più tecniche e metodologie, tutte integrate tra di loro.

In particolare, tramite laser-scanning è stato prodotto un modello dettagliato dei resti della Cattedrale e del suo immediato intorno; con la fotogrammetria aerea è stato possibile rilevare ciò che sopravvive delle coperture e dell'ambito urbano in cui oggi la fabbrica risulta ubicata e mediante la fotogrammetria terrestre sono state acquisite morfometricamente e cromaticamente i dettagli architettonici delle cappelle e dei decori in esso presenti.

Inoltre, la stazione totale ha permesso di collegare spazialmente, mediante la materializzazione di poligoni aperte e chiuse, la cripta gentilizia – il cui rilievo è stato già condotto precedentemente tramite fotogrammetria (Papa, D'Auria, 2019) – con la sovrastante Cattedrale, nonché di ottenere punti di controllo fondamentali per le operazioni di fotomodellazione di alcuni ambiti esterni e di confronti statistici tra nuvole di punti; il GPS, infine, è stato necessario per georiferire i modelli prodotti (fig. 5).

Con il laser Z+F Imager 2010C sono state effettuate 34 scansioni all'interno e all'esterno dei resti della Cattedrale, con l'impiego di target piani a scacchiera e con attivo il sensore di immagine per l'acquisizione del dato cromatico, al fine di definire con precisione anche l'ambito antropizzato in cui l'architettura si colloca. La risoluzione delle scansioni è stata mantenuta alta per gli spazi esterni e media per gli ambienti volumetricamente compatti e di dimensioni più contenute.

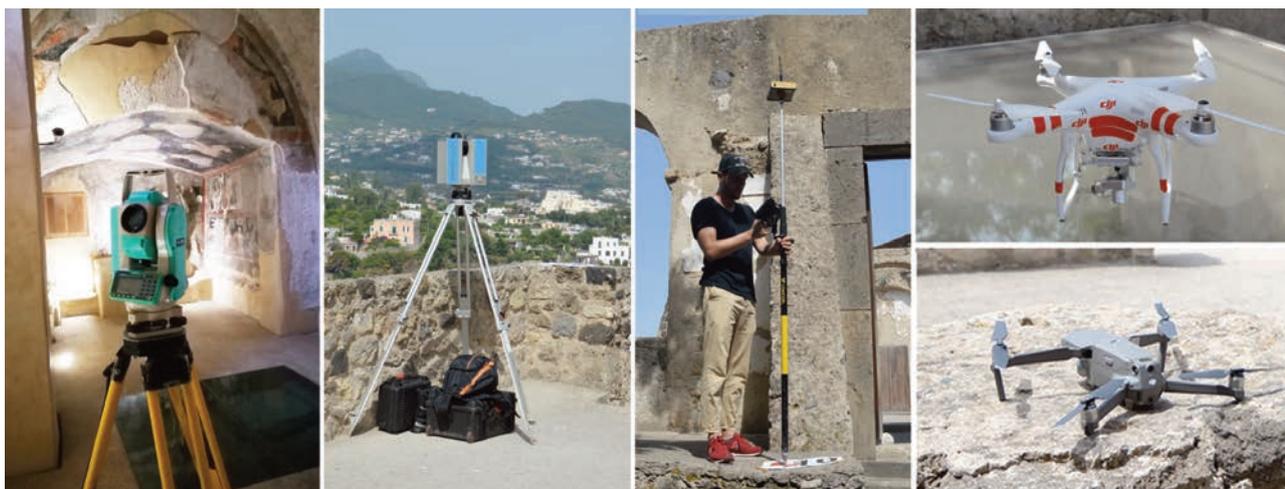


Figura 5 - Le strumentazioni utilizzate per il rilevamento

Al fine di poter rilevare le creste dei muri superstiti e un ambito urbano più vasto del precedente, sono stati impiegati due droni equipaggiati con macchine fotografiche: un DJI Phantom 2 Plus con sensore da 14 megapixel e un DJI Mavic 2 zoom con un sensore da 12.

Entrambi gli aeromobili sono stati pilotati in modalità a vista, sia con piano di volo definito sia in modalità ATTI, garantendo prese fotografiche con una superficie di sovrapposizione tra scatti consecutivi di almeno il 70% e variando gli assi delle camere tra i 90 e i 45 gradi al fine di riprendere in maniera ottimale coperture e pareti verticali. In totale sono state scattate 278 foto (109 con il primo drone, 169 con il secondo) implementate successivamente per i processi di fotomodellazione.

Contestualmente, è stato eseguito il rilievo con stazione totale e con ricevitore GPS: la stazione totale è stata di supporto per il collegamento 'interno-esterno' della cripta ipogea e per la definizione delle coordinate di alcuni punti ritenuti importanti per le successive valutazioni qualitative; mentre il GPS ha individuato a terra, con la materializzazione di target ad alto contrasto cromatico, le coordinate di 10 GCPs visibili anche dalle prese fotogrammetriche (Fig. 6).



Figura 6 - Alcuni dei dati acquisiti: da sinistra, una nuvola di punti da laser, coordinate di punti battuti con stazione totale e GCP, prese fotografiche da drone

## Primi risultati

Le nuvole di punti, le fotografie e le matrici numeriche ottenute come dati 'grezzi' dai vari metodi di rilevamento e dalle diverse strumentazioni adottate, sono state elaborate e integrate tra di loro nelle successive fasi di allineamento, editing, implementazione e modellazione attraverso l'uso di personal computer e workstation mediamente performanti, software diffusi e affidabili e procedure consolidate nell'ambito del rilievo.

In particolare, il modello a nuvola di punti da laser scanning, georiferito tramite l'implementazione delle coordinate di 3 punti GPS, conta quasi 260 milioni di punti con un errore medio di allineamento non superiore ai 4 millimetri; i fotomodelli, elaborati sempre alla massima qualità, contano circa 170 milioni di punti ognuno, con errori di allineamento inferiori al pixel; risultano, inoltre, validi dal punto di vista formale e metrico e georiferiti grazie all'implementazione dei punti di controllo (GPS e stazione totale).

I GCPs, inoltre, hanno consentito di allineare correttamente i tre modelli differenti rappresentativi delle coperture e del contesto urbano (da fotogrammetria aerea), della Cattedrale e del suo intorno (da laser-scanning) e della cripta (da fotogrammetria terrestre), realizzando così un'unica nuvola di punti (Fig. 7).

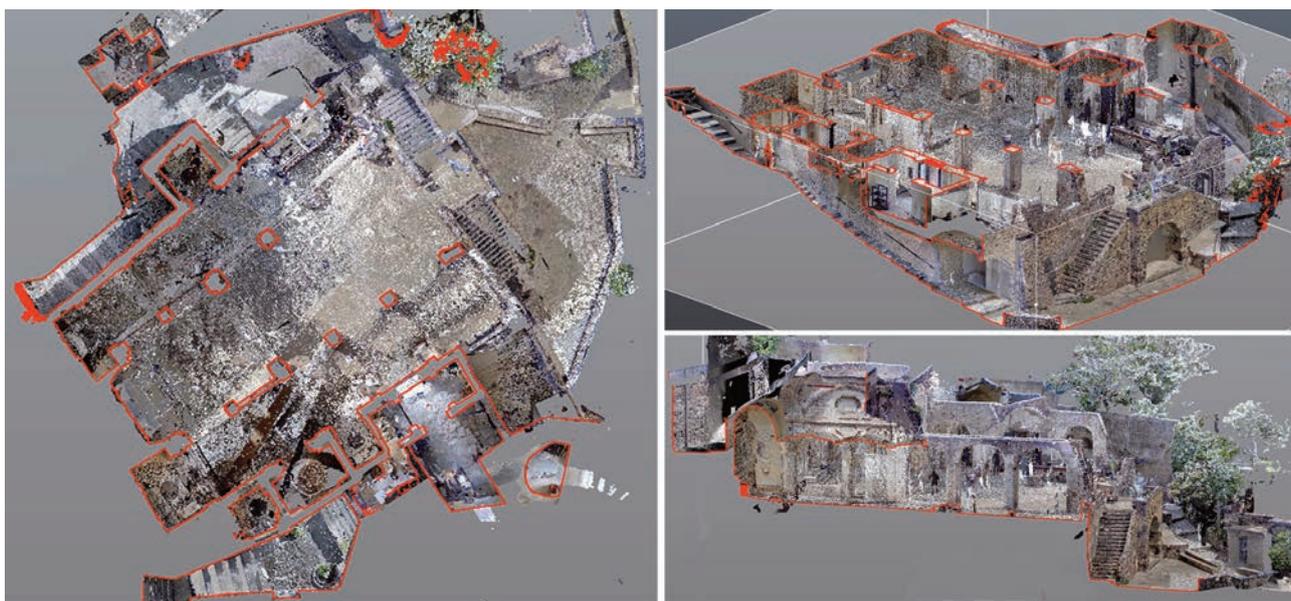


Figura 7 – Viste del modello integrato (da laser scanning e fotomodellazione) tranciato con piani orizzontali e verticali.

Questo importante e potente database scientificamente valido dal punto di vista metrico e colorimetrico, sarà il punto di partenza per l'elaborazione, alla scala urbana e architettonica, dei grafici di rilievo ritenuti più utili per la lettura e l'interpretazione critica del manufatto, della sua evoluzione storico-costruttiva e della sua relazione spaziale con il contesto.

In queste prime fasi della ricerca, inoltre, sono state condotte analisi qualitative e quantitative tra modelli image e range based di ambienti volumetricamente compatti: in figura 8, ad esempio, sono riportati i risultati del confronto tra le nuvole da laser scanning e da fotogrammetria terrestre mediante smartphone (Asus X013D) dell'abside sinistro.

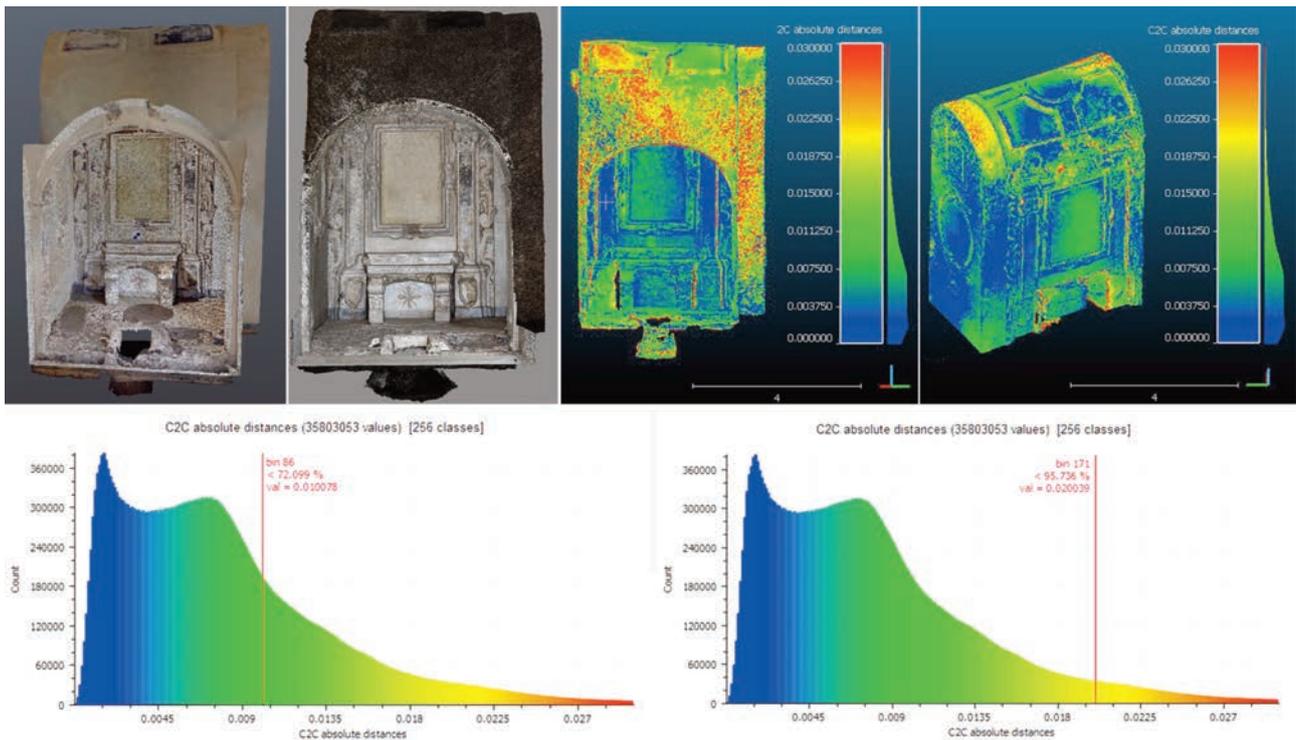


Figura 8 – Da sinistra in alto: nuvole range e image-based, confronti statistici tra modelli; in basso: istogrammi rappresentativi degli scostamenti tra punti delle due nuvole con indicazione dei 10 e dei 20 millimetri.

La prima nuvola, da singola scansione, conta circa 20 milioni di punti mentre la seconda, prodotta da 312 prese fotografiche con risoluzione da 12 megapixel, quasi 40 milioni di punti. I grafici statistici confermano la bontà della nuvola da fotomodellazione i cui punti si discostano da quelli del modello da laser – ritenuto formalmente affidabile – di 2 centimetri per oltre il 95% del totale, e di un solo centimetro per circa il 70%: valori ritenuti assolutamente accettabili per un rilievo anche alla scala di dettaglio 1:10 che confermano la qualità dei rilievi fotogrammetrici, se comunque condotti secondo i protocolli della disciplina, mediante l’uso di device mobili e di uso comune.

## Conclusioni

Nel presente contributo sono state descritte le attività di rilievo integrato condotte per il sistema ‘cripta-Cattedrale-intorno’ nonché i primi risultati di una ricerca in atto più ampia che riguarda l’evoluzione storico-costruttiva di quell’ambito del Castello, le analisi qualitative e quantitative sui modelli tridimensionali del rilievo e le ricostruzioni virtuali anche volte alla valorizzazione del sito. Lo studio e il confronto critico delle fonti d’archivio e bibliografiche con i grafici di rilievo e i modelli prodotti, in stretta collaborazione con storici dell’arte e dell’architettura, porteranno senza dubbio ad un avanzamento della conoscenza per la Cattedrale dell’Assunta e per il Castello d’Ischia.

Le moderne tecnologie applicate al rilievo, alla rappresentazione e alla divulgazione si configurano, pertanto, come un prolifico strumento al supporto della ricerca scientifica e della valorizzazione del patrimonio culturale, se svincolate a modi e a metodi spesso ancora troppo settorializzati e tradizionali.

L. M. Papa ha coordinato l'impianto metodologico complessivo del lavoro ed è autrice dei paragrafi *L'antica Cattedrale del Castello di Ischia* e *Conclusioni*. S. D'Auria ha coordinato le attività di rilevamento sul campo ed è autore dei paragrafi *Il rilievo integrato* e *Primi risultati*.

## Bibliografia

Papa L.M., D'Auria S. (2019) "Valutazioni sul processo conoscitivo di architetture ipogee: la Cripta della Cattedrale nel Castello di Ischia", in Belardi P. (a cura di) *Atti del 41° convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione 'Riflessioni: l'arte del disegno/il disegno dell'arte'*. Gangemi International, Roma, 873-880

Curci V. (2018) *Committenza artistica a Ischia in età angioina*. Tesi di laurea magistrale in Archeologia e Storia dell'Arte, Dipartimento di Studi Umanistici dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, a.a. 2017/18

Giordano A., Bernardello R., Borin P., Friso I, Monteleone C., Panarotto F. (2018) "Rappresentazione/representation - le opportunità fornite dai nuovi strumenti digitali - the opportunities of the new digital tools", *Paesaggio urbano*, 4: 50-73

Di Lustro A., Mazzella E. (2017) "La Cattedrale", *La rassegna d'Ischia*, XXXVIII, 6: 36-37

Papa L.M., D'Auria S. (2017) "Digital models for the management and valorization of minor historical centres", in Francese D., Passaro, A. (a cura di) *Costruire nell'area mediterranea*, D'Arco Edizioni, Napoli, 202-211

Mazzella E. (2014) *L'anonimo Vincenzo Onorato e il Ragguaglio dell'isola di Ischia*, Gutenberg Edizioni, Fisciano

Barazzetti L., Binda L., Scaioni M., Taranto P. (2011) "Photogrammetric survey of complex geometries with low-cost software: application to the 'G1' temple in Myson, Vietnam", *Journal of Cultural Heritage*, 12: 253-262

Remondino F. (2011) "Rilievo e modellazione 3D di siti e architetture complesse", *DisegnareCON*, 8, 4: 90-98

Brunetti O. (2007) *Disegni di architetture militari del Viceregno di Napoli dalla raccolta del cardinale Antonio Perrenot De Granvelle (1517-1586)*, ESE, Kronos Saggi, 11

Delizia I., Delizia F. (2006) *Ischia e la modernità*, Massa Editore, Napoli

Buchner N.D. (2000) *Ischia nelle carte geografiche del Cinquecento e Seicento*, Imagaenaria, Ischia

Delizia I. (1989) "Un'antica pianta del Castello Aragonese" in *La rassegna d'Ischia*, 10, X: 28-31