

# Dalla misura alla fruizione immersiva. Percorsi digitali per la conoscenza del patrimonio ecclesiastico salernitano

Barbara Messina  
 Carla Ferreyra  
 Marco Limongiello  
 Roberto Ferraris

## Abstract

L'articolo affronta l'importanza dell'approccio grafico come premessa essenziale per la lettura critica e la corretta interpretazione del patrimonio costruito di interesse storico, sottolineando il ruolo fondamentale del disegno nella riflessione sulle qualità materiali e immateriali di uno spazio. Ciò oggi è ancora più evidente poiché la trasformazione digitale sta ridefinendo le modalità di interazione tra il patrimonio artistico/architettonico e la comunità, influenzando la percezione e la partecipazione al racconto di esso. Alla luce di tali considerazioni, viene illustrata un'esperienza didattica e di ricerca condotta dal Laboratorio Modelli-*Surveying and Geo-Mapping* dell'Università degli Studi di Salerno, in collaborazione con la Curia Arcivescovile di Salerno, volta all'utilizzo di tecniche digitali per la documentazione del patrimonio ecclesiastico salernitano. Scopo della ricerca è la creazione di modelli digitali multi-scalari e multi-risoluzione degli edifici sacri che possano costituire una base informativa tridimensionale utile per la vettorializzazione completa delle chiese e la creazione di tour virtuali accessibili alla collettività. L'articolo conclude evidenziando come questa iniziativa possa contribuire a sensibilizzare la comunità locale riguardo al patrimonio ecclesiastico, sottolineando il potenziale della tecnologia nella conservazione e divulgazione del *Cultural Heritage*.

## Parole chiave

Architettura Religiosa, Didattica, Rilievo, Digitalizzazione, Divulgazione



Chiesa di San Giorgio a Salerno, nuvola di punti ottenuta attraverso laser scanner terrestre. Elaborazione degli autori.

## Introduzione

L'approccio grafico quale premessa per una lettura critica e una corretta interpretazione dello spazio costruito o di un contesto urbano costituisce, senza dubbio, un momento prodromico fondamentale nel processo di appropriazione culturale del patrimonio architettonico. L'esperienza cognitiva di un luogo non può, infatti, limitarsi alla semplice contemplazione passiva, ma deve necessariamente includere una osservazione più attenta che permetta di riconoscere e comprendere l'essenza vera della realtà indagata [Florio 2020]. Il disegno, declinato nelle sue diverse forme – attraverso segni opportunamente trattati – consente di riflettere sulle qualità materiali e immateriali di uno spazio, di misurarlo e connotarlo, in termini geometrici e morfologici, di analizzarlo sotto vari aspetti, evidenziandone ad esempio le valenze materiche, tecnologiche, lo stato di conservazione, o ancora di descriverne l'evoluzione storica. Dati e informazioni che competono a diversi campi del sapere, dunque, confluiscono in immagini oggettive in grado di esplicitare graficamente l'oggetto indagato. Attraverso un linguaggio tecnico basato su un solido sistema di regole, diventa possibile trasporre realtà complesse in modelli geometrici e grafici. Se il disegno è allora, tradizionalmente, lo strumento grafico con cui descrivere in maniera rigorosa e scientifica la realtà, dall'altro – con chiara evidenza – le possibilità offerte dalla rappresentazione in termini di comunicazione e di divulgazione del *Cultural Heritage* si dimostrano oggi molto convincenti, grazie all'affermarsi di tecniche e procedimenti infografici sempre più performanti. La trasformazione digitale, che coinvolge a pieno titolo il campo del patrimonio costruito di interesse storico, ha infatti ridisegnato le modalità di interazione tra lo spazio architettonico e/o urbano e i fruitori di questo, codificando nuovi modelli di conoscenza della realtà rappresentata [Giordano, Huffman 2018]. In effetti, i dati e le informazioni veicolati con immagini virtuali o immersive, dal grande impatto visivo, agevolano il processo di appropriazione culturale del patrimonio architettonico e urbano: la tendenza dell'infografica a generare prodotti che investono un pubblico sempre più ampio, e non esclusivamente tecnico, innesca infatti fenomeni cognitivi che vanno oltre la semplice 'misura' dello spazio, per rivelare aspetti intimi e profondi della realtà indagata. Lungi dal configurarsi come un semplice processo di archiviazione, elaborazione e condivisione di dati mediante le tecnologie dell'informazione, la digitalità diventa allora volano per un cambiamento nella visione dei paradigmi e dei sistemi alla base della gestione del *Cultural Heritage*. Le nuove tecnologie ridefiniscono infatti il modo in cui la comunità percepisce, accede e partecipa al racconto e alla storia dell'arte e dell'architettura, superando i tradizionali confini di spazio e tempo [Jin, Liu 2022; Parrinello et al. 2023; Falcone et al. 2021]. In tal senso, "la trasformazione digitale non è un mero adempimento previsto dalla normativa, necessita di una crescita continua della qualità dell'azione e del valore economico e sociale generato per e con i cittadini. Le sfide non sono quindi solo tecnologiche, richiedono un cambio di passo per avvicinare il patrimonio culturale alla piena fruizione nella sua dimensione fisica, digitale e cognitiva" [MIBACT 2020].

Partendo da queste considerazioni, il contributo illustra un'esperienza didattica e di ricerca che ha interessato alcuni episodi del patrimonio ecclesiastico salernitano e che ha visto impegnati i docenti del Laboratorio *Modelli-Surveying and Geo-Mapping for Environment and Cultural Heritage*, del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università degli Studi di Salerno, con il prof. Roberto Ferraris, *visiting professor* della Universidad Nacional de Córdoba. In particolare, nell'ambito di un accordo con la Curia Arcivescovile di Salerno per attività di ricerca scientifica finalizzata alla valorizzazione e all'ampliamento della conoscenza delle chiese dell'Arcidiocesi di Salerno-Campagna-Acerno, sono state condotte alcune sperimentazioni di rilievo e digitalizzazione di dati per la documentazione dei beni architettonici, anche nell'ottica del *public engagement*. Esito di tali sperimentazioni è stata, infatti, l'elaborazione di modelli navigabili – dal contenuto tecnico-scientifico e divulgativo al tempo stesso – in grado di

esplicitare la ricchezza del patrimonio indagato, raccontato alla collettività nell'ottica della multidisciplinarietà e della sinergia di saperi e competenze [1]. Nell'ambito del più ampio *corpus* indagato, questo articolo si sofferma sulla ricostruzione digitale della chiesa salernitana di San Giorgio: un monumento di origine longobarda [2], poi trasformato in stile barocco nel 1674 [Natella 1985] e considerato oggi uno degli edifici religiosi più significativi della città. Nonostante la sua rilevanza, emergono evidenti carenze nel processo di conservazione e una scarsa conoscenza, accompagnate da una notevole assenza di documentazione.

A questo scopo, rispondendo all'esigenza della Curia di prevedere forme di gestione integrata e di salvaguardia del patrimonio ecclesiastico di propria competenza, è apparso fondamentale proporre un iniziale approccio cognitivo multidisciplinare che partisse da una rigorosa documentazione – integrabile nel tempo, in funzione delle diverse necessità e discipline coinvolte [3] – da veicolare, poi, alla collettività con modalità coinvolgenti e di facile utilizzo (figg. 1,2).

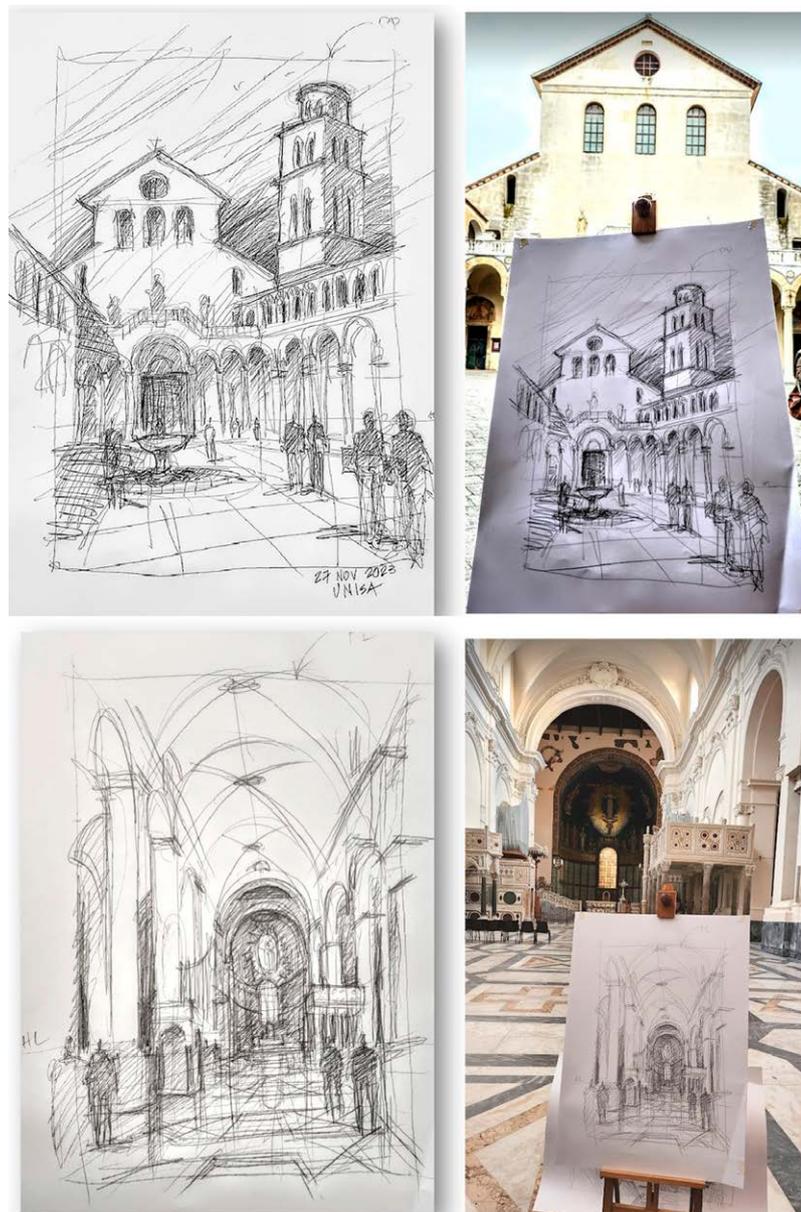


Fig. 1. Dalla osservazione diretta al disegno dal vero, schizzi realizzati dal visiting professor Roberto Ferraris, nell'ambito dell'insegnamento di Disegno dell'Architettura I, a.a. 2023-2024. Elaborazione degli autori.



Fig. 2. Esiti delle attività didattiche svolte nell'insegnamento di Disegno dell'Architettura I, a.a. 2023-2024 (docenti: R. Ferraris, B. Messina; tutor: L. Centarti). Elaborazione degli autori.

## La chiesa di San Giorgio rivelata alla città: dalle origini al digitale

Nell'ambito del patrimonio oggetto di ricerca, la chiesa di San Giorgio si presenta come un episodio particolarmente efficace ai fini della sperimentazione delle metodologie di indagine proposte: la grande valenza e la complessità architettonico-artistica dell'edificio [Bergamo 1973], le sue dimensioni contenute, la limitata documentazione storica e grafica, il suo essere poco nota anche alla comunità locale, hanno infatti permesso di proporre una serie di attività finalizzate alla riscoperta di questo splendido esempio di architettura barocca salernitana. L'approccio seguito – il cui obiettivo è promuovere la conoscenza dell'edificio sacro a partire da basi documentali rigorose comunicate con linguaggi e forme accessibili anche a un pubblico non specialistico [Brusaporci et al. 2021] – ha visto la partecipazione attiva di giovani studenti, impegnati nelle diverse fasi di analisi, lettura, acquisizione, interpretazione ed elaborazioni di dati, attraverso strumenti propri della digitalità, nella convinzione che l'utilizzo di tecnologie e forme di comunicazione in linea con le attuali tendenze possa innescare un processo di consapevolezza che è poi alla base della conoscenza e della salvaguardia del *Cultural Heritage*. La ricerca ha richiesto inizialmente una serie di indagini di taglio interdisciplinare, che hanno coinvolto i settori del Disegno e della Storia dell'Architettura: lo studio è infatti partito dal recupero di una serie di fonti e documenti di archivio, indispensabili per una comprensione dello spazio architettonico e del contesto urbano [Crisci 1962; Caputo 1988; Braca et al. 2000], e funzionali a una successiva ricostruzione del monumento attraverso tecnologie di rilievo e rappresentazione digitale. Con riferimento alle attività proprie del settore del Disegno, lo studio grafico-descrittivo è stato condotto adottando un approccio multi-scalare funzionale alla piena conoscenza della chiesa e del suo contesto. In tale ottica, partendo dal tessuto urbano si è arrivati alla rappresentazione del monumento a scala architettonica, prima, e di dettaglio, poi. L'assenza di grafici ed elaborati tecnici già esistenti ha posto di fronte all'esigenza di strutturare un primo modello informativo, da intendersi come database di partenza su cui lavorare per successivi

approfondimenti tematici e disciplinari, anche con riferimento ai diversi apporti che dovessero ritenersi necessari nel tempo ai fini della salvaguardia del bene.

In particolare, per l'implementazione della documentazione grafica è stato definito un protocollo completo di rilievo metrico tridimensionale volto a testare un metodo riproducibile – una 'regola' – valido anche con riferimento ad altri episodi del patrimonio ecclesiastico oggetto di indagine. L'acquisizione di dati, concepita nell'ottica della integrazione di tecniche e sistemi di presa, è stata articolata in momenti distinti, ma complementari, che hanno permesso di esaminare la chiesa secondo tre livelli di approfondimento [4]: alla scala urbana, alla scala architettonica e alla scala di dettaglio. La scelta del tipo di dispositivo per ciascuna fase di studio è stata dettata dalle caratteristiche strumentali, tra cui la risoluzione, l'accuratezza, i tempi di acquisizione e la possibilità di catturare texture fotorealistiche, nonché dalle caratteristiche proprie dei luoghi investigati. Nello specifico, per la scala urbana è stato utilizzato l'approccio SLAM (*Simultaneous Localization and Mapping*), ricorrendo a un laser scanner mobile GeoSLAM ZEB Horizon. Uno dei principali vantaggi di questa tecnica è la velocità di acquisizione dei dati su larga scala, per le caratteristiche del sensore TOF (*Time of Flight*) installato sullo strumento, in grado di misurare fino a 300.000 p/s in modalità di ritorno con portata massima di 100 m. Tale scelta si è dimostrata idonea per catturare la geometria dell'architettura e del contesto circostante, permettendo di controllare le possibili derive dei percorsi elaborati grazie all'impiego di GCP (*Ground Control Point*) distribuiti nell'area di interesse. Per la completa definizione del contesto urbano – l'area rilevata è di circa 3 ettari – sono stati eseguiti 10 percorsi SLAM, con un tempo di acquisizione totale di circa 100 minuti e una nuvola di punti filtrata di circa 800 milioni di punti. I dati acquisiti sono stati importati nel software *GeoSLAM Connect* ed elaborati automaticamente tramite l'algoritmo SLAM. I GCPs individuati in ciascun percorso (almeno 4 punti per singola nuvola), hanno poi permesso in prima istanza di georeferenziare i percorsi nel sistema di riferimento scelto (WGS 84 UTM 33 N). In un secondo momento, ricorrendo al metodo iterativo del punto più vicino (ICP), è stata eseguita una registrazione più accurata, chiudendo l'allineamento delle nuvole con un valore quadratico medio (RMS) di circa 4 cm (fig. 3).

Per la rappresentazione a scala architettonica della chiesa e per l'estrazione di elaborati grafici come piante e sezioni, è stata invece condotta una campagna di rilievo TLS (*Terrestrial Laser Scanning*) mediante Faro Focus3D X330. Il dispositivo scelto, che sfrutta la tecnologia di misurazione a differenza di fase, offre una portata di scansione compresa tra 0,6 m e 330 m, e una velocità di acquisizione fino a 976.000 p/s. Allo scopo di colmare eventuali coni d'ombra derivanti dai limiti dei campi di vista dello strumento, o dalla complessità della geometria dello spazio, sono state individuate 21 stazioni di presa (risoluzione di 6 mm a 10 m). I dati sono stati poi elaborati con il software *Faro Scene*, attraverso l'algoritmo di registrazione delle scansioni ICP (*Iterative Closest Point*) in grado di minimizzare le distanze *cloud-cloud*. La nuvola di punti così generata ha costituito, quindi, la base per la successiva texturizzazione delle superfici interne, ottenuta mediante tecniche di fotogrammetria *close-range* (fig. 4). L'acquisizione dei fotogrammi è avvenuta con diverse camere, quali Nikon D5600 e D3200 e Canon 800E. Considerate le condizioni sfavorevoli di illuminazione all'interno della chiesa, le acquisizioni fotografiche sono state effettuate con autoscatto controllato e fotocamera su tripode. I fotogrammi acquisiti sono stati poi elaborati in *Agisoft Metashape* versione 2.0, restituendo, oltre ai modelli 3D, ortofoto con risoluzioni massime nell'ordine del 1.5 mm/px. In particolare, dallo schema di acquisizione delle immagini utilizzato – con una sovrapposizione media tra fotogrammi consecutivi di circa 70% – sono stati ricavati ortomosaici che hanno consentito di massimizzare i dettagli geometrici e la risoluzione dei raster da estrarre: immagini, queste ultime, utili per la successiva vettorializzazione grafica e per la elaborazione di disegni (in pianta, sezione e prospetto) fondamentali per la documentazione tecnica dell'edificio (fig. 5).

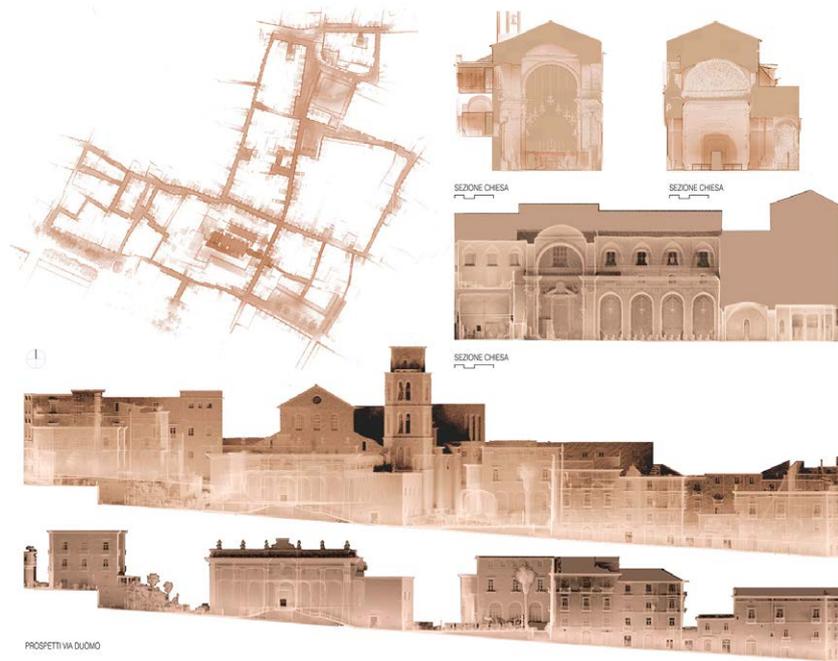


Fig. 3. Nuvola di punti del contesto urbano con approccio SLAM: elaborazione (o estrazione) di alcuni prospetti e sezioni. Elaborazione degli autori.

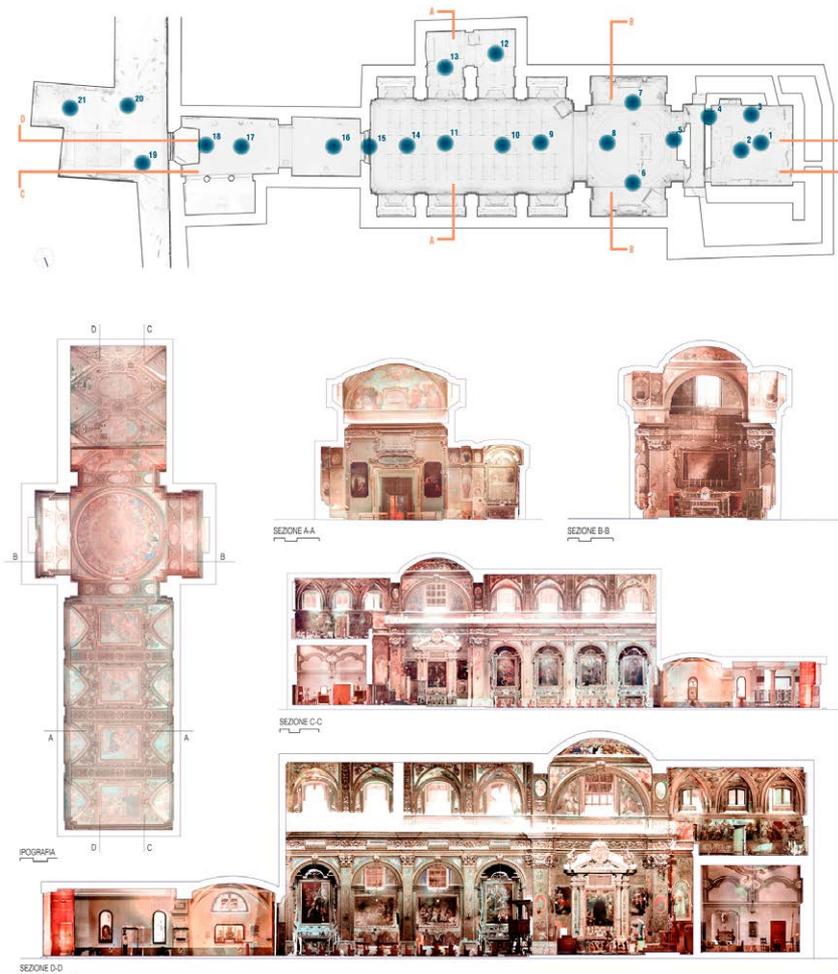


Fig. 4. Risultati delle elaborazioni del rilievo a scala architettonica, attraverso un Terrestrial Laser Scanner. Elaborazione degli autori.

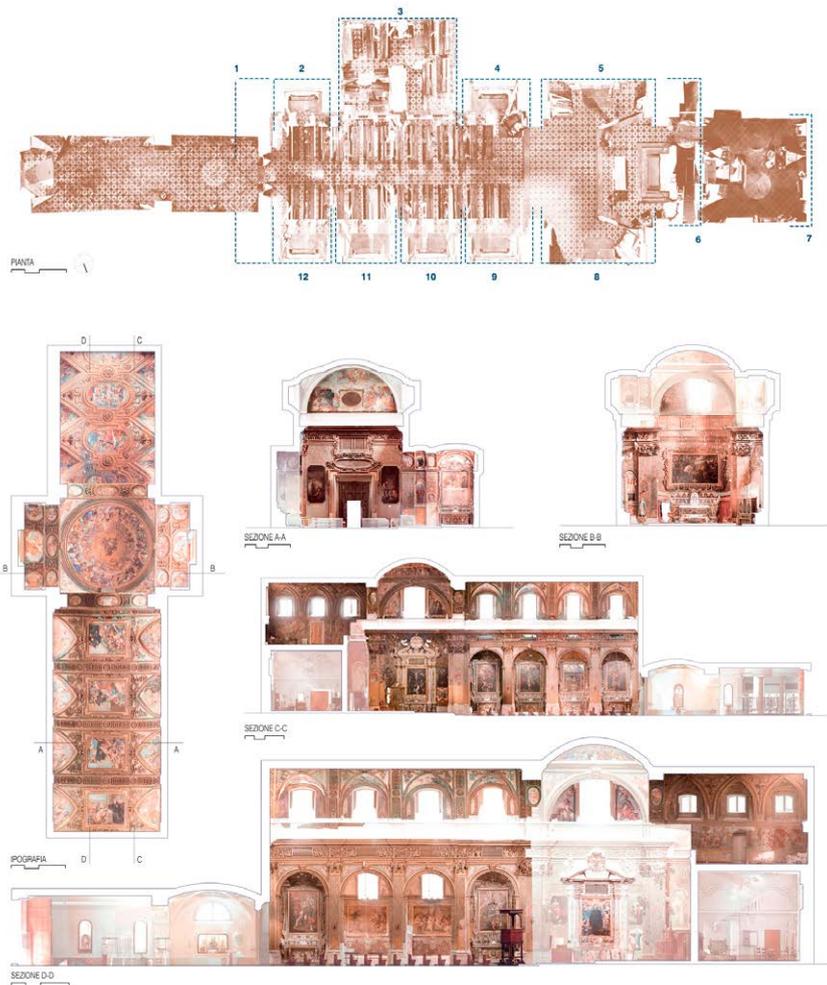


Fig. 5. Trattamento delle superfici interne attraverso la tecnica fotogrammetrica sovrapposta alla nuvola TLS. Elaborazione degli autori.

Infine, per la documentazione dei decori della chiesa ci si è avvalsi della tecnologia SLS (*Structured Light Scanning*). A tale scopo è stato utilizzato lo strumento Artec Leo, scanner portatile a luce strutturata prodotto da Artec 3D che offre il vantaggio di visualizzare in tempo reale, sul suo schermo touch, la replica digitale a tre dimensioni degli oggetti rilevati [5].

Le acquisizioni – che hanno interessato elementi di pregio di diverse dimensioni quali candelabri, acquasantiere, crocifissi decorativi e porzioni di colonne poste a ornamento dell'altare – sono state condotte in modo che la distanza tra l'oggetto e lo strumento si mantenesse all'interno del range ottimale (da 0,40 m a 1,20 m), effettuando per ogni oggetto una o più scansioni in funzione delle dimensioni dello stesso. I dati registrati sono stati poi elaborati mediante il software della Artec Studio, restituendo un modello tridimensionale nella forma di *mesh* poligonale texturizzata utilizzabile sia per le analisi geometriche che per fini divulgativi.

I dati tridimensionali provenienti da tecniche *range-based* e *image-based* e acquisiti con diverse strumentazioni sono infine confluiti in una unica nuvola di punti che ha permesso di generare un modello digitale multi-scalare e multi-risoluzione del contesto urbano, dello spazio architettonico della chiesa e di alcuni elementi decorativi o oggetti liturgici che connotano l'interno dell'edificio sacro.

Il modello così ottenuto rappresenta una base informativa tridimensionale di grande utilità: da un lato, infatti, esso ha consentito la vettorializzazione completa della chiesa e l'accurata restituzione di elaborati tecnici di tipo tradizionale (fig. 6), fino ad oggi

non disponibili e utili per documentare e monitorare nel tempo il bene architettonico (analizzandone ad esempio aspetti storici, architettonici, strutturali) [6]. Dall'altro ha consentito di esplicitare le informazioni raccolte secondo un approccio esperienziale organico e coinvolgente, grazie alla creazione di tour virtuali resi disponibili alla collettività per esplorare e conoscere la chiesa di San Giorgio e il contesto urbano in cui si colloca. A tale scopo, grande attenzione è stata data alla componente grafica e visiva, al fine di garantire una comunicazione efficace e accessibile a un pubblico ampio, senza trascurare però la dovuta precisione, completezza e rigore scientifico nelle informazioni fornite.

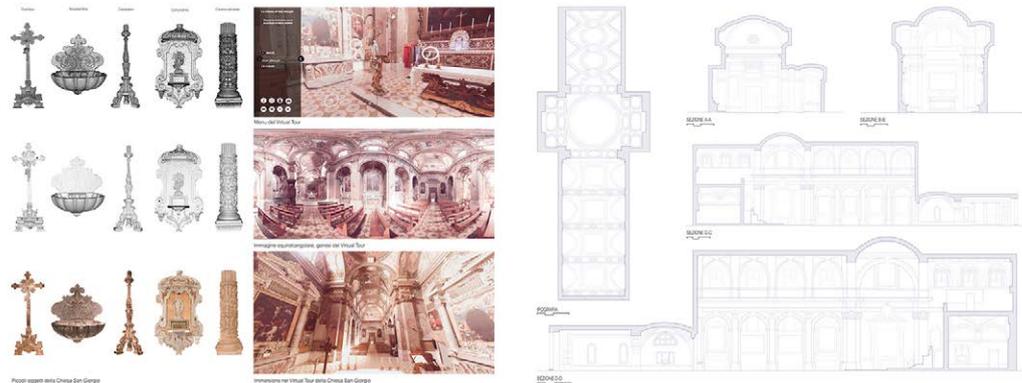


Fig. 6. Elementi architettonici e oggetti di arredo sacro acquisiti con scanner a luce strutturata (a sinistra). Elaborati della chiesa di San Giorgio, prodotti in fase di vettorializzazione (a destra). Elaborazione degli autori.

## Conclusioni

In conclusione, questo lavoro – i cui esiti sono stati esposti alla città di Salerno in una mostra allestita con il sostegno della Curia e della Fondazione Alfano I (fig. 7) – ha portato alla creazione di una banca dati virtuale che permetterà ai visitatori di esplorare e sperimentare in modo immersivo la bellezza e la spazialità della chiesa di San Giorgio [7]. L'iniziativa, che ha visto il coinvolgimento di studenti, tecnici, amministratori e cittadini, ha fornito una preziosa opportunità per avvicinare un pubblico più ampio a un interessante episodio del patrimonio ecclesiastico salernitano e ha evidenziato il potenziale della tecnologia nella conservazione e nella diffusione del *Cultural Heritage* [Brumana et al. 2020; Osello et al. 2018].

Il contributo, in sintesi, racconta un'esperienza, al tempo stesso didattica e di ricerca, in cui partendo da sperimentazioni che investono il campo della acquisizione metrica e della visualizzazione di dati, si va oltre la semplice 'misura' e rappresentazione del monumento. Superato l'intento puramente tecnico, il disegno diventa occasione per un coinvolgimento più ampio della comunità locale, rivelando a essa l'esistenza di un luogo di culto a molti ignoto e aprendo a nuove opportunità di condivisione e diffusione di conoscenza e cultura, che sono presupposti per la valorizzazione e la salvaguardia del *Cultural Heritage* [Néroulidis et al. 2024].



Fig. 7. Mostra dei risultati delle attività didattiche e di ricerca che hanno riguardato la chiesa di San Giorgio. Elaborazione degli autori.

#### Note

[1] Le esperienze didattiche e di ricerca hanno visto il coinvolgimento degli studenti di diversi insegnamenti del Corso di Laurea magistrale a ciclo unico in Ingegneria Edile-Architettura, coordinati dai docenti di Disegno nelle varie attività (disegno dal vero, rilievo, modellazione 3D, elaborazione di *virtual tour*), con il supporto dei docenti di Storia dell'Architettura per le necessarie ricerche documentali. Le attività didattiche hanno visto anche la partecipazione del professore Roberto Ferraris, *visiting professor* nell'ambito delle iniziative di promozione dell'internazionalizzazione dell'Ateneo di Salerno, e di diversi studenti con esperienze accademiche internazionali, attraverso percorsi di doppio titolo o programmi di mobilità di breve e lunga durata (*incoming* e *outgoing*): aspetto, questo, che ha rappresentato un ulteriore stimolo culturale, favorendo la collaborazione e l'integrazione di conoscenze e di procedure metodologiche nel campo del disegno e della rappresentazione grafica.

[2] Le prime notizie della chiesa di San Giorgio a Salerno si trovano in un diploma dell'819 [Corsari 1973].

[3] L'accordo in essere tra la Curia Arcivescovile, Diocesi di Salerno-Campagna-Acerno, e il Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università degli Studi di Salerno – i cui obiettivi generali sono la documentazione, la digitalizzazione, l'analisi, il monitoraggio, la tutela e la valorizzazione del patrimonio ecclesiastico di competenza territoriale – coinvolge i diversi settori scientifici del Dipartimento, in una logica multidisciplinare e integrata. Tali attività hanno richiesto, come approccio iniziale, la documentazione storico-grafica, il rilievo, la modellazione dei monumenti e la generazione di *virtual tour*.

[4] Oggi, la disponibilità di informazioni tridimensionali è notevolmente aumentata grazie a una varietà di tecnologie che coprono operazioni di rilievo dalla macroscala [Barba et al. 2022; Piniotis et al. 2020; Fan et al. 2020; Placed et al. 2023] alla microscala [Antinozzi et al. 2020; di Filippo et al. 2022].

[5] La tecnologia utilizzata negli scanner a luce strutturata è simile a quella dei sistemi di visione stereoscopica, in cui le informazioni sulla profondità sono ottenute attraverso il principio della triangolazione. Tuttavia, in questo caso, lo strumento proietta un particolare *pattern* sulla superficie dell'oggetto per garantire una maggiore precisione nella misurazione e una maggiore velocità di acquisizione [Bell et al. 2016].

[6] I disegni tecnici sono stati preliminarmente tratti dalla nuvola di punti, attraverso i software Autodesk Recap e GeoSLAM DRAW. Le ortofoto così ricavate sono state poi esportate con una risoluzione di 1.5 mm/px e vettorializzate, operando le opportune interpretazioni critiche degli elementi rappresentati. L'accuratezza di tali elaborati dipende dunque direttamente dalla qualità della nuvola di punti e delle ortofoto da esse estratte.

[7] Disponibile al link <[tour.centroictbc.unisa.it/sangiorgiotour](http://tour.centroictbc.unisa.it/sangiorgiotour)> (consultato il 31 maggio 2024).

#### Crediti

Un sentito ringraziamento va agli studenti dell'insegnamento di Rilievo dell'architettura dell'anno accademico 2022-2023, del corso di laurea Magistrale in Ingegneria Edile-Architettura, Università degli Studi di Salerno, sotto la guida delle docenti Simona Talenti e Carla Ferreyra, per il loro contributo alle elaborazioni presentate: i grafici riprodotti nelle immagini sono stati elaborati dagli stessi studenti. Si ringraziano anche la Curia Arcivescovile di Salerno-Campagna-Acerno, la Fondazione Alfano I e il parroco della chiesa di San Giorgio per la loro collaborazione e supporto nell'ambito del progetto di rilievo del patrimonio architettonico-ecclesiastico della città. La partecipazione attiva degli studenti e il sostegno ricevuto dalle istituzioni coinvolte sono stati fondamentali per il successo e la realizzazione di questo progetto.

## Riferimenti bibliografici

- Antinozzi S., Ronchi D., Barba S. (2020). Macro e micro fotogrammetria per la virtualizzazione della laminetta orfica (V-IV a.C.) del Museo Nazionale di Vibo Valentia/Macro and Micro Photogrammetry for the Virtualization of the Orphic Foil (V-IV B.C) of National Museum of Vibo Valentia. In Arena A., Arena M., Brandolino R.G., Colistra D., Ginex G., Mediatì D., Nucifora S., Raffa P. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/ Connecting. Drawing for weaving relationships. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Reggio Calabria-Messina, 17-18-19 settembre 2020, pp. 1538-1555. Milano: FrancoAngeli.
- Barba S., Di Benedetto A., Fiani M., Gujski L.M. (2022). A method to improve the accuracy of sparse UAV point cloud applied to the Amphitheater of Pompeii. In *Journal of Physics: Conference Series*, n. 2204, pp. 012082/1-012082/5.
- Bell T., Li B., Zhang S. (2016). Structured Light Techniques and Applications. In Webster J.G. (a cura di). *Wiley Encyclopaedia of Electrical and Electronics Engineering*, pp. 1-24. Hoboken, USA: John Wiley & Sons.
- Bergamo G. (1973). *Ricostruzioni delle chiese della città di Salerno e del suo Comune*. Battipaglia: Graf Sud.
- Braca A., Pasca M., Carafa R. (a cura di). (2000). *Il centro storico di Salerno: chiese, conventi, palazzi, musei e fontane pubbliche*. Viterbo: BetaGamma.
- Brumana R. et al. (2020). Survey and Scan to BIM Model for the Knowledge of Built Heritage and the Management of Conservation Activities. In Daniotti B., Gianinetto M., Della Torre S. (a cura di). *Digital Transformation of the Design, Construction and Management Processes of the Built Environment*, pp. 391-400. Cham: Springer International.
- Brusaporci S., Graziosi F., Franchi F., Maiezza P., Tata A. (2021). Mixed Reality Experiences for the Historical Storytelling of Cultural Heritage. In Bognesi C., Villa D. (a cura di). *From Building Information Modelling to Mixed Reality*, pp. 33-46. Cham: Springer International.
- Caputo O. (1988). *Il Monastero Benedettino di San Giorgio in Salerno*. Salerno: Tipolito Europa.
- Corsari L. (1973). *L'Architettura barocca a Salerno*. Salerno: Università degli Studi di Salerno.
- Crisci G., Campagna A. (1962). *Salerno Sacra. Ricerche storiche*. Salerno: Edizioni della curia.
- di Filippo A., Antinozzi S., Dell'Amico A., Sanseverino A. (2022). A statistical analysis for the assessment of close-range photogrammetry geometrical features. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XLVIII, pp. 31-38.
- Falcone M., Origlia A., Campi M., Di Martino S. (2021). From architectural survey to continuous monitoring: Graph-based data management for cultural heritage conservation with Digital Twins. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XLIII, pp. 47-53.
- Fan Y., Feng Z., Shen C., Khan T.U., Mannan A., Gao X., Chen P., Saeed S. (2020). A trunk-based SLAM backend for smartphones with online SLAM in large-scale forest inventories. In *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, n. 162, pp. 41-49.
- Florio R. (2020). Disegno e misura per definire una ragione tra pensiero e progetto. In *Disegno*, n. 7, pp. 121-128.
- Giordano A., Huffman K.L. (2018). Advanced Technologies for Historical Cities Visualization. In *DISEGNARECON*, n. 11, pp. ED1-ED4.
- Jin P., Liu, Y. (2022). Fluid space: Digitisation of cultural heritage and its media dissemination. In *Telematics and Informatics Reports*, n. 8 (2022) 100022, pp. 1-10.
- MIBACT (2020). *Cultural Heritage for Next Generation. La digitalizzazione del patrimonio culturale pubblico*. Roma: Ministero per i Beni e le Attività Culturali e per il Turismo.
- Natella P. (1985). Ferdinando Sanfelice e il Monastero di S. Giorgio a Salerno. In *Napoli nobilissima*, vol. XXIV, fascicolo I-II, pp. 12-15.
- Néroulidis A., Pouyet T., Tournon S., Rousset M., Callieri M., Manuel A., Abergel V., Malavergne O., Cao I., Roussel R., Granier X. (2024). A digital platform for the centralization and long-term preservation of multidisciplinary scientific data belonging to the Notre Dame de Paris scientific action. In *Journal of Cultural Heritage*, n. 65, pp. 210-220.
- Osello A., Lucibello G., Morgagni F. (2018). HBIM and virtual tools: A new chance to preserve architectural heritage. In *Buildings*, n. 8, 12, pp. 1-12.
- Parrinello S., Sanseverino A., Fu H. (2023). HBIM modelling for the architectural valorisation via a maintenance digital ecosystem. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XLVIII-M-2-2023, pp. 1157-1164.
- Placed J.A., Strader J., Carrillo H., Atanasov N., Indelman V., Carlone L., Castellanos J.A. (2023). A Survey on Active Simultaneous Localization and Mapping: State of the Art and New Frontiers. In *IEEE Transactions on Robotics (T-RO 2023)*, Vol. 39, issue 3, pp. 1686-1705.
- Piniotis G., Soile S., Bourexis F., Tsakiri M., Ioannidis C. (2020). Experimental assessment of 3D narrow space mapping technologies. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XLIII-B2-2020, pp. 149-156.

## **Autori**

Barbara Messina, Università degli Studi di Salerno, [bmessina@unisa.it](mailto:bmessina@unisa.it)

Carla Ferreyra, Università degli Studi di Salerno, [cferreyra@unisa.it](mailto:cferreyra@unisa.it)

Marco Limongiello, Università degli Studi di Salerno, [mimongiello@unisa.it](mailto:mimongiello@unisa.it)

Roberto Ferraris, Universidad Nacional de Córdoba, [roberto.ferraris@unc.edu.ar](mailto:roberto.ferraris@unc.edu.ar)

*Per citare questo capitolo:* Barbara Messina, Carla Ferreyra, Marco Limongiello, Roberto Ferraris (2024). Dalla misura alla fruizione immersiva. Percorsi digitali per la conoscenza del patrimonio ecclesiastico salernitano/From measurement to immersive fruition. Digital pathways for the knowledge of the ecclesiastical heritage of Salerno. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (a cura di). *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 1781-1802.

# From measurement to immersive fruition. Digital pathways for the knowledge of the ecclesiastical heritage of Salerno

Barbara Messina  
Carla Ferreyra  
Marco Limongiello  
Roberto Ferraris

## Abstract

This paper underscores the vital role of a graphic approach in fostering a nuanced understanding of historical built heritage, emphasizing the significance of drawing in unraveling both tangible and intangible aspects of space. With the ongoing digital revolution reshaping the dynamics between artistic/architectural heritage and the community, the need for such interpretation is more pronounced than ever. Against this backdrop, the work delves into an educational and research endeavor undertaken by the Laboratorio Modelli-Surveying and Geo-Mapping at the University of Salerno, in partnership with the Archdiocese of Salerno-Campagna-Acerno. This collaborative effort aims to leverage digital techniques for documenting the ecclesiastical heritage of Salerno. The primary objective is to craft multi-scale, multi-resolution digital models of sacred edifices, serving as a comprehensive three-dimensional repository for church vectorization and facilitating the creation of accessible virtual tours for the community. The work concludes by underlining the potential of this initiative to heighten local awareness of ecclesiastical heritage, underscoring technology's pivotal role in both conserving and disseminating Cultural Heritage.

## Keywords

Religious Architecture, Educational, Surveying, Digitization, Dissemination



Church of San Giorgio in Salerno, point cloud obtained by terrestrial laser scanner. Elaboration by the authors.

## Introduction

The graphic approach serves as a foundational step for critically engaging with and accurately interpreting built spaces and urban environments, playing an indispensable role in the cultural assimilation of architectural heritage. Merely passively observing a place is insufficient for a comprehensive cognitive experience; instead, a more attentive observation is required to uncover the true essence of the environment under investigation [Florio 2020]. Drawing, in its diverse forms and through meticulously crafted symbols, facilitates a deep reflection on both the tangible and intangible qualities of a space. It enables the measurement and characterization of spaces in geometric and morphological terms, allowing for multifaceted analysis that reveals its material, technological, and historical dimensions. Through this process, data and insights from various disciplines converge into objective visual representations that reveal the object of investigation. Using a technical language grounded in a robust set of principles, complex realities can be translated into geometric and graphic models, providing a clear and concise means of communication and comprehension.

While drawing has traditionally served as the meticulous and scientific means to depict reality, the promising realm of infographic techniques and procedures is presenting compelling opportunities for communication and dissemination of Cultural Heritage. In today's digital age, the transformative impact of technology on the field of historical built heritage has revolutionized the interaction between architectural and urban spaces and their audiences, ushering in novel models for understanding the depicted reality [Giordano, Huffman 2018]. Virtual or immersive images, characterized by their striking visual appeal, convey data and information in ways that greatly facilitate the cultural assimilation of architectural and urban heritage. Infographics, with their propensity to engage a broad audience beyond technical circles, evoke cognitive responses that transcend mere spatial measurement, revealing profound and nuanced aspects of the object under investigation.

Digitality transcends mere data management; it catalyzes a paradigm shift in the way cultural heritage is perceived, preserved, and engaged with. New technologies redefine community interaction with the narratives and histories of art and architecture, transcending conventional limitations of space and time [Jin, Liu 2022; Parrinello et al. 2023; Falcone et al. 2021]. Thus, digital transformation goes beyond regulatory compliance; it necessitates ongoing enhancement in the quality of actions and the creation of economic and social value in collaboration with citizens. The challenges are not only technological; they demand a recalibration of efforts to bring cultural heritage closer to full appreciation across physical, digital, and cognitive dimensions [MIBACT 2020].

Building upon these considerations, this contribution outlines an educational and research endeavor focused on selected cases of Salerno's ecclesiastical heritage. Led by professors from the Laboratorio Modelli-Surveying and Geo-Mapping for the Environment and Cultural Heritage within the Department of Civil Engineering at the University of Salerno, including visiting Professor Roberto Ferraris, from the Universidad Nacional de Córdoba, the project unfolded within the framework of a collaboration agreement with the Curia Arcivescovile di Salerno. The primary objective was to conduct scientific research activities aimed at enhancing and broadening the understanding of the churches within the Archdiocese of Salerno-Campagna-Acerno, with a particular emphasis on incorporating public participation. Through a series of experiments encompassing topography and data digitization techniques, the team sought to meticulously document the architectural heritage while fostering community engagement. The culmination of these efforts resulted in the creation of navigable models that seamlessly integrate both technical-scientific insights and accessible educational content. These models serve as dynamic tools to elucidate the cultural richness of the heritage under investigation, offering a multidisciplinary perspective and leveraging the synergy of diverse knowledge and expertise [1].

Within the broader scope of inquiry, this article directs its focus towards the digital reconstruction of the Church of San Giorgio in Salerno: a monument with Lombard origins [2], later transformed into the Baroque style in 1674 [Natella 1985], now revered as one of the city's most eminent religious edifices. Despite its significance, the church has been subject to notable conservation deficiencies and a dearth of comprehensive documentation, exacerbating the challenge of preserving its historical legacy.

In response to the Curia's imperative to devise holistic approaches to managing and conserving its ecclesiastical heritage, it became imperative to initiate a multidisciplinary cognitive inquiry. This began with meticulous documentation—initially rigorous and adaptable over time—to address diverse needs and disciplines [3]. Subsequently, the aim was to convey this knowledge to the community in a captivating and accessible manner (fig. 1,2).

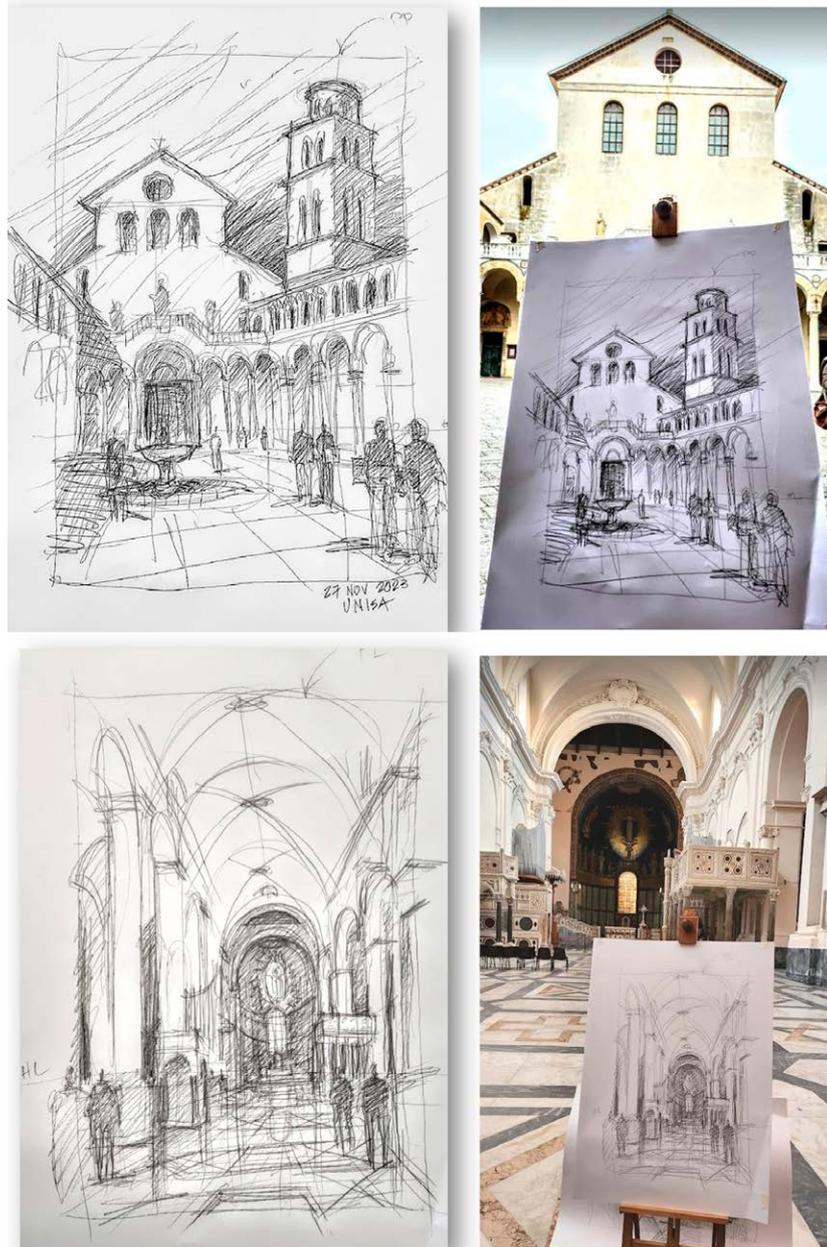


Fig. 1. From direct observation to life drawing sketches made by visiting Professor Roberto Ferraris, as part of *Disegno dell'Architettura I*, academic year 2023-2024. Elaboration by the authors.



Fig. 2. Results of the educational activities carried out at *Disegno dell'Architettura I*, academic year 2023-2024 (professors: R. Ferraris, B. Messina; tutor: L. Centarti). From direct observation to *disegno dal vero*. Elaboration by the authors.

## The Church of San Giorgio revealed to the city: from its origins to digital.

Within the scope of our investigation into heritage, the Church of San Giorgio emerges as an exemplary focal point for experimenting with our proposed research methodologies. Its profound architectural-artistic significance [Bergamo 1973], coupled with its modest dimensions, limited historical documentation, and relative obscurity within the local community, provides fertile ground for a series of activities aimed at rekindling interest in this splendid example of Baroque architecture in Salerno. Our approach, designed to foster understanding of this sacred edifice through a robust documentary foundation conveyed in accessible languages and formats for a non-specialized audience [Brusaporci et al. 2021], has involved active participation from young students. Engaged in various phases including analysis, interpretation, and data processing utilizing digital tools, these students are instrumental in our conviction that leveraging current technological trends in communication can catalyze an awareness process essential for the preservation and appreciation of Cultural Heritage.

The research commenced with a series of interdisciplinary inquiries, drawing upon the fields of Drawing and History of Architecture. It began with the retrieval of archival sources and documents essential for comprehending the architectural space and urban context [Crisci 1962; Caputo 1988; Braca et al. 2000]. These sources proved foundational for subsequent efforts to reconstruct the monument through surveying and digital representation technologies.

Within the Drawing sector, a comprehensive graphic-descriptive study unfolded, employing a multi-scale approach to facilitate a thorough understanding of the church and its surroundings. Initially, the urban fabric served as the backdrop for representing the monument on an architectural scale, which was subsequently detailed at a finer resolution.

Given the absence of existing graphics and technical drawings, an initial information model was structured to serve as a foundational database.

This model laid the groundwork for further thematic and disciplinary studies, accommodating various contributions necessary over time to ensure the preservation of the property. Specifically, a comprehensive three-dimensional metric survey protocol was meticulously crafted to establish a reproducible method—a standardized ‘rule’ applicable not only to the current case of ecclesiastical heritage but also to potential future investigations. The data acquisition strategy, designed to incorporate a variety of techniques and systems, unfolded in distinct yet complementary stages, facilitating an examination of the church at three hierarchical levels of detail [4]: urban, architectural, and detailed scales. The selection of device types for each stage of the study was guided by instrumental characteristics including resolution, accuracy, acquisition times, and the ability to capture photorealistic textures, in addition to the specific attributes of the sites under investigation. For the urban scale, the SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) approach was employed, utilizing a GeoSLAM ZEB Horizon mobile laser scanner. One of the primary advantages of this technique lies in its rapid acquisition of large-scale data, facilitated by the Time of Flight (TOF) sensor embedded within the instrument. Capable of measuring up to 300,000 points per second in return mode with a maximum range of 100 meters, this sensor enables swift capture of architectural geometry and surrounding context. Moreover, it allows for the mitigation of potential trajectory drifts through the strategic placement of Ground Control Points (GCPs) across the area of interest. To fully delineate the urban context—an area spanning approximately 3 hectares—ten SLAM trajectories were executed, totaling approximately 100 minutes of acquisition time and resulting in a filtered point cloud comprising roughly 800 million points. The acquired data were subsequently imported into GeoSLAM Connect software and underwent automatic processing utilizing the SLAM algorithm. The GCPs, identified on each trajectory (with a minimum of four points per individual cloud), served two primary purposes. Initially, they facilitated the georeferencing of trajectories within the designated reference system (WGS 84 UTM 33 N). Subsequently, employing the iterative closest point method (ICP), a more precise registration was achieved, culminating in the alignment of point clouds with a root mean square (RMS) value of approximately 4 cm (fig. 3). To achieve an architectural-scale representation of the church and extract graphical works such as plans and sections, a terrestrial laser scanning (TLS) survey campaign was conducted utilizing Faro’s Focus3D X330. This device, employing phase difference measurement technology, boasts a scanning range spanning from 0.6 meters to 330 meters and an acquisition rate of up to 976,000 points per second. To address shadow cones resulting from the instrument’s field of view limitations or the spatial geometry’s complexity, 21 TLS stations were strategically identified at a resolution of 6 mm at 10 meters. Subsequently, the acquired data underwent processing in Faro Scene software, leveraging the Iterative Closest Point (ICP) scanning registration algorithm to minimize cloud-to-cloud distances. The resulting point cloud served as the foundation for the subsequent texturing of interior surfaces, achieved through short-range photogrammetry techniques (see fig. 4). Photographic acquisitions were executed using various cameras such as Nikon D5600, D3200, and Canon 800E, due to the unfavorable lighting conditions within the church. Acquisitions were carefully conducted with controlled self-timer and the camera mounted on a tripod. The captured frames were then processed in Agisoft Metashape version 2.0, yielding not only 3D models but also orthophotos boasting maximum resolutions of approximately 1.5 mm per pixel. Particularly noteworthy is the image acquisition scheme employed, featuring an average overlap between consecutive frames of approximately 70%. This facilitated the generation of orthomosaics, optimizing geometric details and raster resolution for subsequent graphical vectorization and drawing preparation—including plans, sections, and elevations—essential for the technical documentation of the building (fig. 5).



Fig. 3. Point cloud of the urban context with SLAM approach: elaboration of selected elevations and sections. Elaboration by the authors.

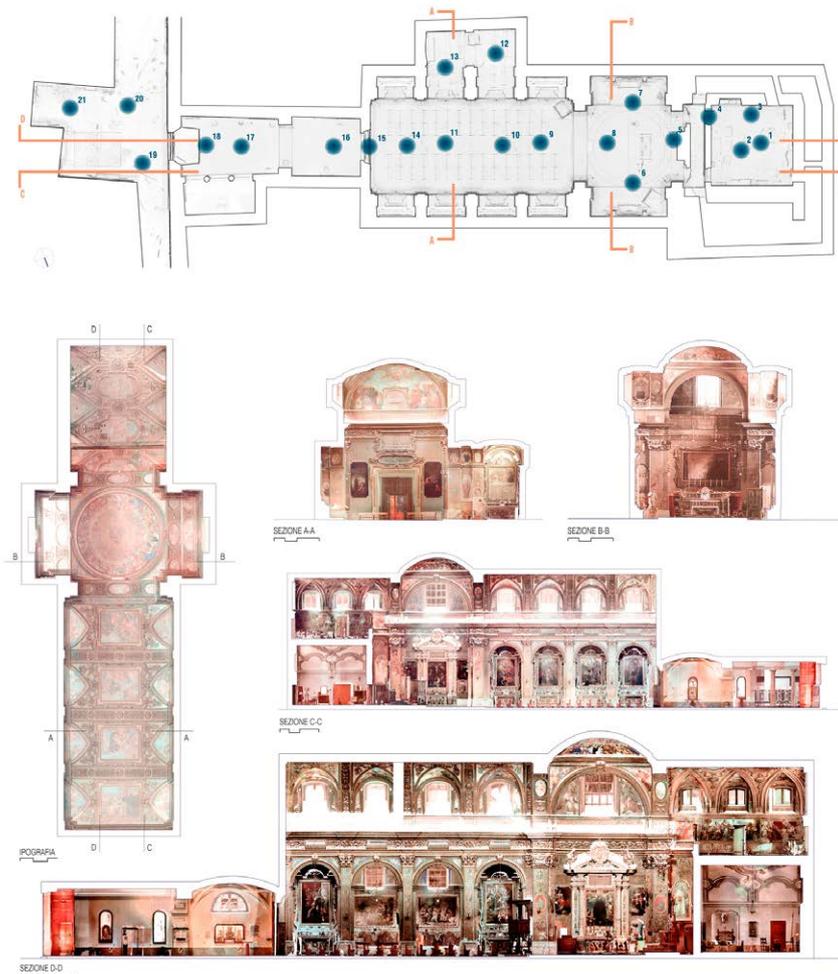


Fig. 4. Results of the processing of the architectural scale survey using a terrestrial laser scanner: Elaboration by the authors.

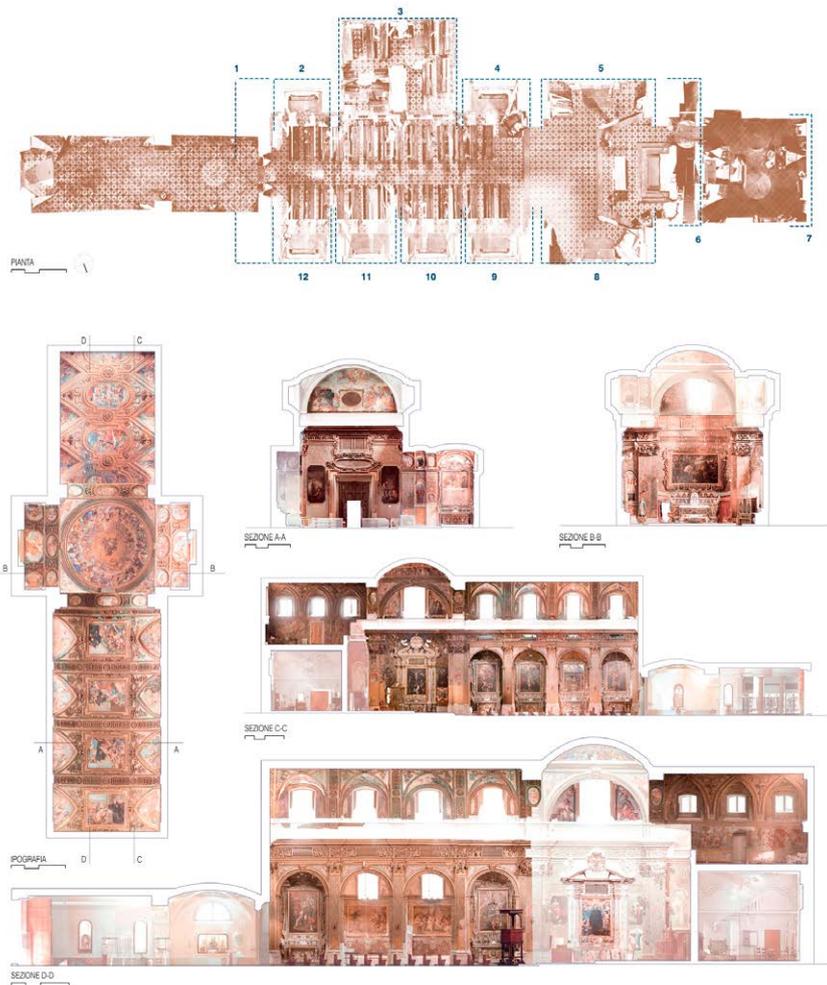


Fig. 5. Processing of interior surfaces with the photogrammetric technique overlaid on the TLS point cloud. Elaboration by the authors.

Lastly, Structured Light Scanning (SLS) technology was employed to meticulously document the church's intricate decorations. For this purpose, the Artec Leo instrument, a portable structured light scanner manufactured by Artec 3D, was utilized. Notably, this device offers the unique advantage of displaying the three-dimensional digital replica of inspected objects in real-time on its touchscreen [5]. The acquisitions encompassed a diverse array of valuable items varying in size, including candlesticks, holy water fonts, decorative crucifixes, and segments of columns embellishing the altar. To ensure optimal results, the distance between the object and the instrument was carefully maintained within the range of 0.40 meters to 1.20 meters. Depending on the size of the object, one or multiple scans were performed, capturing every intricate detail. Subsequently, the recorded data underwent processing using Artec Studio software, resulting in a three-dimensional model presented in the form of a textured polygonal mesh. This model serves both for geometric analysis and dissemination purposes. The 3D data obtained from range-based and image-based techniques using different instruments were seamlessly merged into a unified point cloud. This consolidated dataset facilitated the creation of a multi-scale, multi-resolution digital model encompassing the urban context, the architectural space of the church, and select decorative elements or liturgical objects adorning the interior of the sacred edifice. The resulting model serves as a highly valuable three-dimensional information repository. On one hand, it facilitates the comprehensive vectorization of the church and the precise depiction of traditional

technical drawings (fig. 6), previously inaccessible but indispensable for documenting and monitoring the architectural property over time. This includes analysis of its historical, architectural, and structural aspects [6].

On the other hand, the model enables the explicit presentation of information gathered through an organic and immersive experiential approach. Virtual tours have been developed and made accessible to the community, allowing exploration, and learning about the Church of San Giorgio and its surrounding urban context. Great attention has been devoted to the graphic and visual components to ensure effective and engaging communication with a broad audience, while maintaining the necessary accuracy, completeness, and scientific rigor of the information provided.

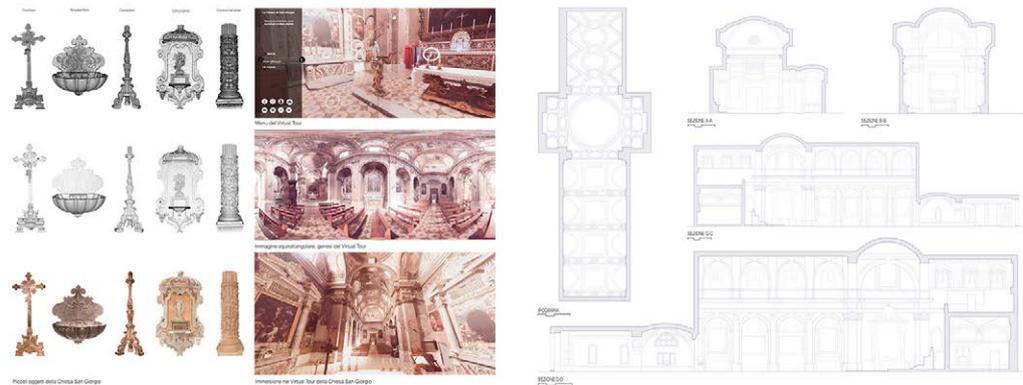


Fig. 6. Architectural elements and sacred furniture acquired with a structured light scanner (left). Elaborates of the Church of San Giorgio, produced by vectorization (right). Elaboration by the authors.

## Conclusions

In conclusion, this endeavor—whose outcomes were showcased in an exhibition held in the city of Salerno with the support of the Curia and the Alfano I Foundation (see fig. 7)—has resulted in the establishment of a virtual database. This database will enable visitors to immerse themselves in and explore the beauty and spatiality of the Church of St. George in an engaging and immersive manner [7]. Involving students, technicians, administrators, and citizens alike, the initiative has served as a valuable opportunity to introduce a broader audience to an intriguing facet of Salerno's ecclesiastical heritage. Moreover, it has underscored the immense potential of technology in both the conservation and dissemination of cultural heritage [Brumana et al. 2020; Osello et al. 2018].

In essence, this contribution delineates an experiential journey—a blend of educational and research endeavors—that transcends mere metric acquisition and data visualization. It transcends the realm of mere technicality, offering a conduit for broader community engagement. Through drawing, individuals are introduced to a hitherto unknown place of worship, fostering opportunities for knowledge-sharing and cultural dissemination. These endeavors are integral to the valorization and preservation of Cultural Heritage [Néroulidis et al. 2024].



Fig. 7. Exhibition of the results of educational and research activities related to the Church of San Giorgio. Elaboration by the authors.

#### Notes

[1] The teaching and research endeavor engaged students from various disciplines within the single-cycle degree program in Building Engineering-Architecture. Drawing professors led the coordination of diverse activities such as life drawing sessions, topographic surveys, 3D modeling, and virtual tour development. This was supplemented by the expertise of History of Architecture professors who contributed to the essential documentary research.

The teaching activities also saw the participation of visiting Professor Roberto Ferraris, as part of the initiatives to promote the internationalization of the University of Salerno, and several students with international academic experiences, through double degree programs or short and long term mobility programs (incoming and outgoing): an aspect, this, which represented an additional cultural stimulus, encouraging collaboration and integration of knowledge and methodological procedures in the field of drawing and graphic representation.

[2] The first mention of the Church of San Giorgio in Salerno is found in a diploma dated 819 [Corsari 1973].

[3] The established agreement between the Archbishop's Curia, Diocese of Salerno-Campagna-Acerno, and the Department of Civil Engineering at the University of Salerno embodies overarching objectives centered on the comprehensive documentation, digitization, analysis, monitoring, protection, and valorization of the ecclesiastical heritage within the region. This collaborative effort engages various scientific sectors within the Department, operating within a multidisciplinary and integrated framework. As part of these endeavors, initial approaches encompass historical-graphical documentation, topographical surveys, monument modeling, and the development of immersive virtual tours.

[4] Today, the accessibility of three-dimensional information has significantly expanded, facilitated by a diverse array of technologies that span topographic operations across a wide range of scales. These technologies extend from macroscopic applications [Barba et al. 2022; Piniotis et al. 2020; Fan et al. 2020; Placed et al. 2023] to microscopic precision [Antinozzi et al. 2020; di Filippo et al. 2022].

[5] The technology employed in structured light scanners shares similarities with stereo vision systems, leveraging the triangulation principle to extract depth information. However, in this context, the instrument projects a distinct pattern onto the surface of the object, enhancing measurement accuracy and expediting acquisition speed [Bell et al. 2016].

[6] The technical drawings were initially derived from the point cloud through the utilization of Autodesk Recap and GeoSLAM DRAW software. Subsequently, the orthoimages obtained were exported at a resolution of 1.5 mm per pixel and subjected to vectorization, accompanied by meticulous critical interpretations of the depicted elements. It's worth noting that the accuracy of these data is inherently contingent upon the quality of both the point cloud and the orthophotos extracted from it.

[7] Available at <[tour.centroictbc.unisa.it/sangiorgiotour](http://tour.centroictbc.unisa.it/sangiorgiotour)> (accessed May 31 2024).

#### Credits

We extend our gratitude to the students of the course Rilievo dell'architettura during the academic year 2022-2023 of the Master Degree of Building Engineering-Architecture at the University of Salerno, under the guidance of Professors Simona Talenti and Carla Ferreyra, for their invaluable contributions to the presented elaborations: the figures in the present work have been elaborated by the students themselves. Furthermore, we express our sincere appreciation to the Archdiocese of Salerno-Campagna-Acerno, the Fondazione Alfano I, and the parish priest of the Church of San Giorgio for their collaboration and generous support throughout the project aimed at studying the architectural and ecclesiastical heritage of our city. The active involvement of the students and the support from these esteemed institutions have been instrumental in the successful realization of this project.

## References

- Antinozzi S., Ronchi D., Barba S. (2020). Macro e micro fotogrammetria per la virtualizzazione della laminetta orfica (V-IV a.C.) del Museo Nazionale di Vibo Valentia/Macro and Micro Photogrammetry for the Virtualization of the Orphic Foil (V-IV B.C) of National Museum of Vibo Valentia. In Arena A., Arena M., Brandolino R.G., Colistra D., Ginex G., Mediatì D., Nucifora S., Raffa P. (Eds.). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/ Connecting. Drawing for weaving relationships. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Reggio Calabria-Messina, 17-18-19 settembre 2020, pp. 1538-1555. Milano: FrancoAngeli.
- Barba S., Di Benedetto A., Fiani M., Gujski L.M. (2022). A method to improve the accuracy of sparse UAV point cloud applied to the Amphitheater of Pompeii. In *Journal of Physics: Conference Series*, n. 2204, pp. 012082/1-012082/5.
- Bell T., Li B., Zhang S. (2016). Structured Light Techniques and Applications. In Webster J.G. (Ed.). *Wiley Encycyclopedia of Electrical and Electronics Engineering*, pp. 1-24. Hoboken, USA: John Wiley & Sons.
- Bergamo G. (1973). *Ricostruzioni delle chiese della città di Salerno e del suo Comune*. Battipaglia: Graf Sud.
- Braca A., Pasca M., Carafa R. (Eds.). (2000). *Il centro storico di Salerno: chiese, conventi, palazzi, musei e fontane pubbliche*. Viterbo: BetaGamma.
- Brumana R. et al. (2020). Survey and Scan to BIM Model for the Knowledge of Built Heritage and the Management of Conservation Activities. In Daniotti B., Gianinetto M., Della Torre S. (Eds.). *Digital Transformation of the Design, Construction and Management Processes of the Built Environment*, pp. 391-400. Cham: Springer International.
- Brusaporci S., Graziosi F., Franchi F., Maiezza P., Tata A. (2021). Mixed Reality Experiences for the Historical Storytelling of Cultural Heritage. In Bolognesi C., Villa D. (Eds.). *From Building Information Modelling to Mixed Reality*, pp. 33-46. Cham: Springer International.
- Caputo O. (1988). *Il Monastero Benedettino di San Giorgio in Salerno*. Salerno: Tipolito Europa.
- Corsari L. (1973). *L'Architettura barocca a Salerno*. Salerno: Università degli Studi di Salerno.
- Crisci G., Campagna A. (1962). *Salerno Sacra. Ricerche storiche*. Salerno: Edizioni della curia.
- di Filippo A., Antinozzi S., Dell'Amico A., Sanseverino A. (2022). A statistical analysis for the assessment of close-range photogrammetry geometrical features. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XLVIII, pp. 31-38.
- Falcone M., Origlia A., Campi M., Di Martino S. (2021). From architectural survey to continuous monitoring: Graph-based data management for cultural heritage conservation with Digital Twins. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XLIII, pp. 47-53.
- Fan Y., Feng Z., Shen C., Khan T.U., Mannan A., Gao X., Chen P., Saeed S. (2020). A trunk-based SLAM backend for smartphones with online SLAM in large-scale forest inventories. In *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, n. 162, pp. 41-49.
- Florio R. (2020). Disegno e misura per definire una ragione tra pensiero e progetto. In *Disegno*, n. 7, pp. 121-128.
- Giordano A., Huffman K.L. (2018). Advanced Technologies for Historical Cities Visualization. In *DISEGNARECON*, n. 11, pp. ED1-ED4.
- Jin P., Liu Y. (2022). Fluid space: Digitisation of cultural heritage and its media dissemination. In *Telematics and Informatics Reports*, n. 8 (2022) 100022, pp. 1-10.
- MIBACT (2020). *Cultural Heritage for Next Generation. La digitalizzazione del patrimonio culturale pubblico*. Roma: Ministero per i Beni e le Attività Culturali e per il Turismo.
- Natella P. (1985). Ferdinando Sanfelice e il Monastero di S. Giorgio a Salerno. In *Napoli nobilissima*, vol. XXIV, fascicolo I-II, pp. 12-15.
- Néroulidis A., Pouyet T., Tournon S., Rousset M., Callieri M., Manuel A., Abergel V., Malavergne O., Cao I., Roussel R., Granier X. (2024). A digital platform for the centralization and long-term preservation of multidisciplinary scientific data belonging to the Notre Dame de Paris scientific action. In *Journal of Cultural Heritage*, n. 65, pp. 210-220.
- Osello A., Lucibello G., Morgagni F. (2018). HBIM and virtual tools: A new chance to preserve architectural heritage. In *Buildings*, n. 8, 12, pp. 1-12.
- Parrinello S., Sanseverino A., Fu H. (2023). HBIM modelling for the architectural valorisation via a maintenance digital ecosystem. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XLVIII-M-2-2023, pp. 1157-1164.
- Placed J.A., Strader J., Carrillo H., Atanasov N., Indelman V., Carlone L., Castellanos J.A. (2023). A Survey on Active Simultaneous Localization and Mapping: State of the Art and New Frontiers. In *IEEE Transactions on Robotics (T-RO)* (2023), Vol. 39, issue 3, pp. 1686-1705.
- Piniotis G., Soile S., Bourexis F., Tsakiri M., Ioannidis C. (2020). Experimental assessment of 3D narrow space mapping technologies. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XLIII-B2-2020, pp. 149-156.

## Authors

Barbara Messina, Università degli Studi di Salerno, [bmessina@unisa.it](mailto:bmessina@unisa.it)

Carla Ferreyra, Università degli Studi di Salerno, [cferreyra@unisa.it](mailto:cferreyra@unisa.it)

Marco Limongiello, Università degli Studi di Salerno, [mimongiello@unisa.it](mailto:mimongiello@unisa.it)

Roberto Ferraris, Universidad Nacional de Córdoba, [roberto.ferraris@unc.edu.ar](mailto:roberto.ferraris@unc.edu.ar)

*To cite this chapter:* Barbara Messina, Carla Ferreyra, Marco Limongiello, Roberto Ferraris (2024). Dalla misura alla fruizione immersiva. Percorsi digitali per la conoscenza del patrimonio ecclesiastico salernitano/From measurement to immersive fruition. Digital pathways for the knowledge of the ecclesiastical heritage of Salerno. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (Eds.), *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 1781-1802.