

Approccio ai limiti delle tecnologie di acquisizione per *Digital Twin* nel campo dell'arte contemporanea

Guido Galvani
Laura Baratin

Abstract

Nel campo dei Beni Culturali, in particolare nell'arte contemporanea, cresce la consapevolezza della necessità di documentare accuratamente le opere per ottimizzare la loro gestione, conservazione e diffusione, valorizzando il loro contenuto artistico. Tecniche digitali come laser scanner, foto modellazione, CAD e sistemi come GIS e HBIM sono sempre più utilizzate nella gestione di singole opere e collezioni. Tuttavia, l'arte contemporanea presenta sfide legate alla natura stessa della creazione artistica, che si distacca da vincoli formali, tecnici e filosofici, sviluppando un rapporto più libero e non convenzionale con il messaggio artistico.

Parole chiave:

Rilievo digitale integrato, conservazione, integrazione dati, archiviazione digitale.



Sfera grande di A. Pomodoro, Pesaro (foto degli autori).

Introduzione

Nel campo dei Beni Culturali e più nello specifico nell'ambito dell'arte contemporanea, si sta sviluppando, come in altre discipline, la consapevolezza della necessità di gestire l'opera tramite un'accurata documentazione che ne ottimizzi a pieno la gestione in termini di conoscenza, studio, conservazione e divulgazione, con l'intento principe di valorizzarne il contenuto artistico proprio dell'opera e ampliare la divulgazione della stessa nel tempo e nello spazio.

L'applicazione di tecniche di acquisizione digitali, quali laser scanner, Lidar, foto modellazione, fotogrammetria ecc, e strumenti di rappresentazione digitali quali CAD, modellatori tridimensionali e sistemi gestionali come GIS e HBIM, sono anche nel mondo dell'arte contemporanea risorse che entrano a pieno titolo nella gestione dell'opera sia essa un singolo elemento o come parte integrante di collezioni [Apollonio et al. 2021, pp. 2-39; Baratin, Gasparetto 2019, pp. 31-38].

L'ambito di cui si tratta presenta sfide scientifiche e tecniche connesse a caratteristiche intrinseche strettamente legate a come è interpretata la creazione artistica ai giorni nostri; se da un lato l'utilizzo di supporti di varia natura quali elettromagnetici, informatici ecc, sono parte integrante della produzione artistica, dall'altra l'interpretazione stessa del messaggio e di ciò che è arte non è mai stata più emancipata da vincoli, che siano di carattere formale, tecnico e filosofico, sviluppando un rapporto quasi anarchico nei confronti del messaggio, dello spettatore e del mezzo utilizzato nel dialogo tra le parti. Si vuole aprire una riflessione relativa alla trasmissione del messaggio artistico tramite la sua documentazione e la sua traduzione in digitale o come esista il rischio, anche tra le pieghe delle tecniche sia di acquisizioni che rappresentative, di creare delle eco del messaggio artistico; una distorsione, se pur colposa o volontaria, dipendente dalla scelta dei processi documentativi.

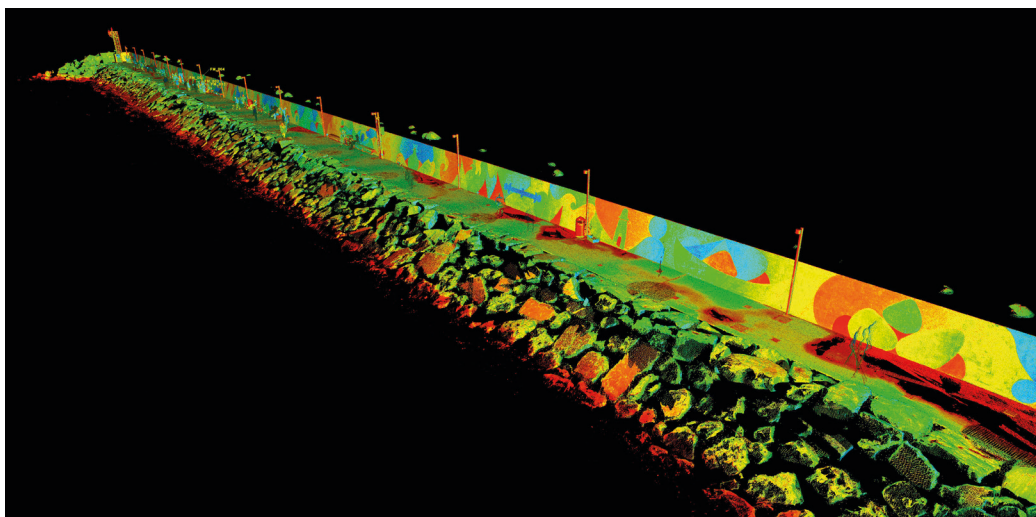
La Scuola di Conservazione e Restauro dell'Università degli Studi di Urbino Carlo Bo, nella sua attività ordinaria e nel quadro del progetto *CTE Square* ha sviluppato ambiti di ricerca intesi ad un utilizzo critico delle nuove tecnologie emergenti e degli ambiti di utilizzo delle stesse con una particolare attenzione alle problematiche che i processi digitali incontrano nell'affrontare la documentazione del reale, e negli sforzi necessari per



Fig. 1. *La natura della cultura di Hazul, Avamposto di Pesaro, braccio di Levante* (immagine degli autori).

lo sviluppo di *digital twin* di opera d'arte contemporanea. Primo passo è stato valutare le capacità dei sistemi odierni più comuni di documentare, calcolare e riprodurre un modello considerabile di base, che per forma e descrizione superficiale sia il punto di partenza per un ragionamento ed una applicazioni più organica e funzionale delle tecniche sia di acquisizione che di rappresentazione in funzione dell' oggetto/messaggio [Gasparetto, Baratin 2021, pp. 258, 259].

Fig. 2. *La natura della cultura* di Hazul, Avamposto di Pesaro, braccio di Levante. Modello a nuvola di punti derivata da scansione Lidar terrestre (immagine degli autori).



Tematiche e contesti applicativi

Sono state scelte due opere che, nei limiti di tempo concessi a questa prima fase di ricerca, rappresentano la varietà di soggetti/oggetti che l'arte contemporanea offre nel suo immenso repertorio espressivo.

Il murales del porto di Pesaro dal titolo *La natura della cultura* eseguito in occasione di Pesaro capitale della cultura 2024, completato a settembre del 2023 dall'artista portoghese Hazul, è una delle opere più grandi al mondo eseguite da un solo artista; la misura perimetrale complessiva è di circa 800 m e utilizza l'infrastruttura portuale definita dai bracci di avamposto del porto canale di Pesaro come superficie di supporto a uno strato pittorico (fig. 1).

Una infrastruttura civile, con le caratteristiche dimensionali e prestazionali proprie che inquadra l'elemento come opera di *land art* a tutti gli effetti. La documentazione di un'opera di questo tipo necessita quindi di un approccio strutturato e multidisciplinare che utilizza tecniche e strumentazioni a vari livelli di indagine in stretta correlazione tra loro.

Date le dimensioni territoriali, si è reso necessaria la formulazione di una rete topografica che definisse i limiti della zona di indagine e contenesse in un valore statistico accettabile gli estremi dello spazio analizzato, istituendo capisaldi intermedi materializzati.

La rete di capisaldi ha generato la struttura geometrica necessaria al rilievo Lidar terrestre, eseguito con un Leica HDS C10 (figg. 2, 3); essendo l'elemento di avamposto analizzato (più precisamente il braccio di levante) una geometria lineare con un accentuato rapporto di snellezza, è noto che affidarsi alla composizione di un modello a nuvola di punti solo tramite metodologie *cloud to cloud* porterebbe probabili deviazioni geometriche naturali espressioni dell'errore strumentale.

Il rilievo Lidar, anche se eseguito a densità elevate presenta, nell'ottica della documentazione alla base per la formulazione di un *Digital Twin*, limiti ormai noti definiti da una sostanziale assenza delle coordinate accessorie RGB sul punto e, ove acquisite, di scarso valore qualitativo; da un punto di vista metrico, al contrario, restituisce un buon controllo statistico della misura sia strumentale che sistematico [Balzani, Galvani 2011, pp. 281-283; Balzani et al. 2013, pp. 187-193].

Fig. 3. *La natura della cultura di Hazul, Avamposto di Pesaro, braccio di Levante. Modello a nuvola di punti derivata da scansione Lidar terrestre corredata dalla rete di inquadramento di capisaldi materializzati (in giallo) (immagine degli autori).*

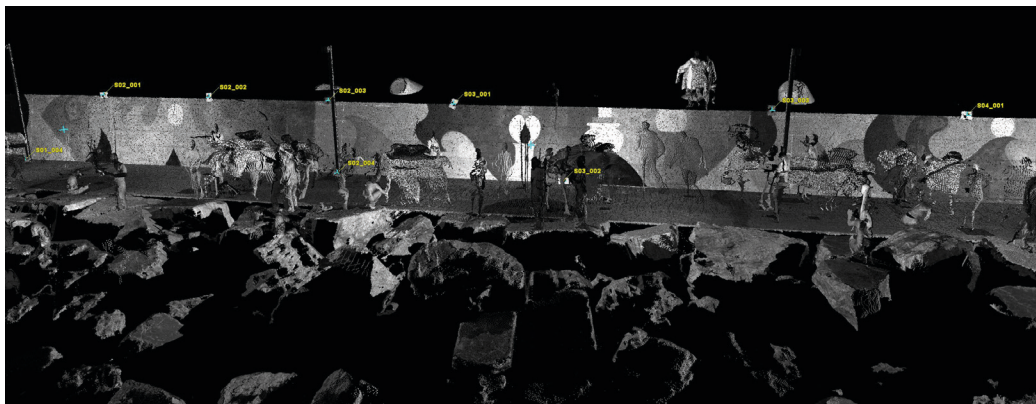
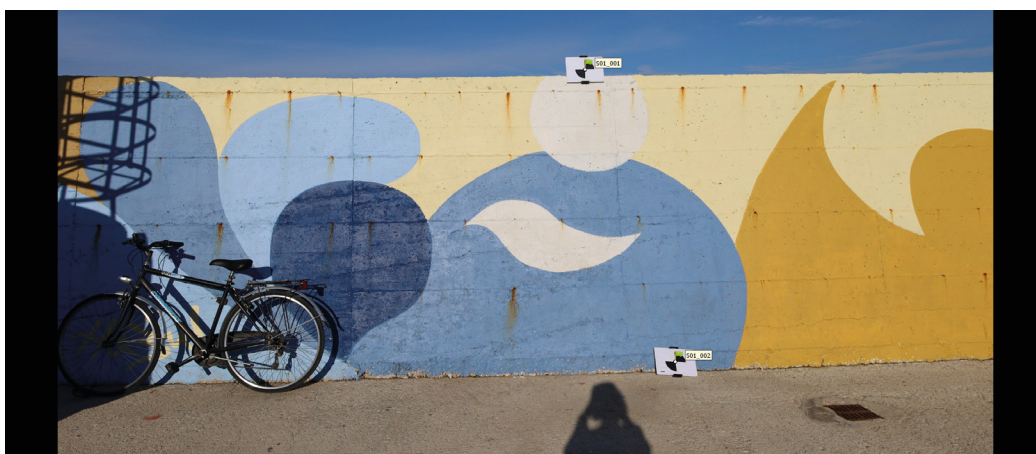


Fig. 4. *La natura della cultura di Hazul, Avamposto di Pesaro, braccio di Levante. Immagini dello stato dei luoghi utilizzata per l'analisi di foto modellazione con in evidenza i punti della rete (immagine degli autori).*



Per ovviare all'assenza del colore nel modello di base, componente fondamentale per opere di questo tipo, è stata eseguita una campagna fotografica ai fini di generare un parallelo modello a nuvola di punti tramite tecniche di foto modellazione.

Date le particolari condizioni al contorno che presentavano profondità di campo sostanzialmente fissa e posizioni obbligate molto prossime alla superficie da acquisire, la strumentazione utilizzata è una camera *Mirrorless* con obiettivo a focale fissa di 16 mm (fig. 4).

Il processo di foto modellazione, come noto, ha presentato i limiti propri sostanzialmente individuabili nella natura stessa del metodo; infatti se da un lato l'acquisizione di immagini sul campo è una procedura speditiva e in quanto tale presenta indubbi vantaggi in fase di cantiere di rilievo, dall'altro le misure tridimensionali ottenute sono derivate da un

Fig. 5. *La natura della cultura di Hazul, Avamposto di Pesaro, braccio di Levante. A sinistra: modello solido derivato dal processo di fotomodellazione, in cui si nota la deviazione della struttura geometrica in presenza di omogeneità nel visibile delle superfici; a destra: modello a nuvola di punti da scansione Lidar terrestre, con geometria coerente grazie alla natura del metodo di misura di tipo diretto (immagini degli autori).*

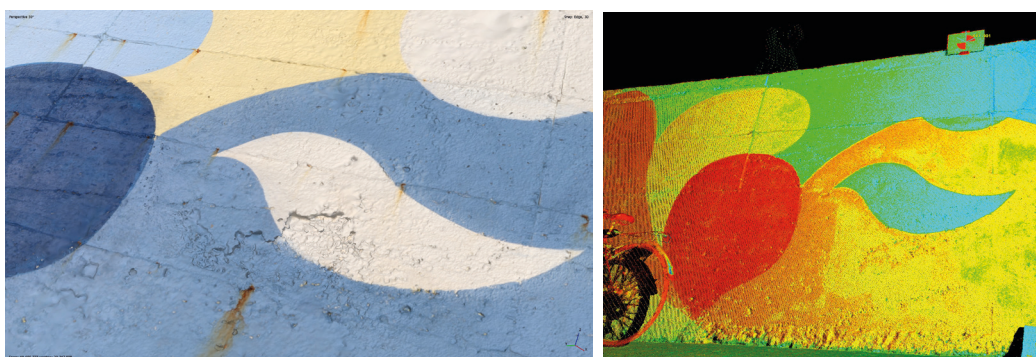




Fig. 6. Sfera grande di A. Pomodoro, Pesaro (immagine degli autori).

processo di calcolo che si basa su una fonte di dato bidimensionale e con ampi margini di indeterminatezza. In termini complessivi, il modello a nuvola di punti ottenuto tramite questa tecnica, non presenta particolari deviazioni nell'intorno dei capisaldi di rete, mentre nelle zone di dettaglio ove presenti superfici particolarmente omogenee, degrada in maniera significativa la componente di profondità dei punti (fig. 5).

La soluzione ottimale, assumendo come specifico obbiettivo la formulazione del modello a nuvola di punti come base metrica e geometrica per le successive generazioni di modelli che possano approssimare un *digital twin* dell'opera, è l'integrazione dei tre metodi, proiettando sulla nuvola di punti Lidar il dato colore ottenuto tramite la posizione nota della pupilla di ingresso delle camere, ottenuta a seguito dell'orientamento delle stesse nel processo basato su le coordinate note dei capisaldi.

La seconda opera presa in esame è la *Sfera Grande* di Arnaldo Pomodoro (fig. 6), opera originariamente realizzata nel 1971 di cui a Pesaro giunge come fusione in bronzo nel 1998, diventata presto uno dei simboli più amati della città; opera che si può definire come scultorea nella accezione canonica del termine.

In questo ambito si è voluto valutare gli effetti derivati dai noti principi di ottica, relativamente alla metodologia di semplice foto modellazione.

La superficie (bronzo lucidato) si presenta caratterizzata da una alta capacità di riflessione; al netto dei sottosquadri plastici la superficie continua e lucidata presenta piccoli elementi catalogabili come degrado superficiale che ne smorzano l'assenza di soluzione di continuità superficiale.

Se nel caso precedente de *La natura della cultura*, l'acquisizione dati è più orientato verso un rilievo di tipo topografico/architettonico, quindi da un punto di vista metrico lo spazio in

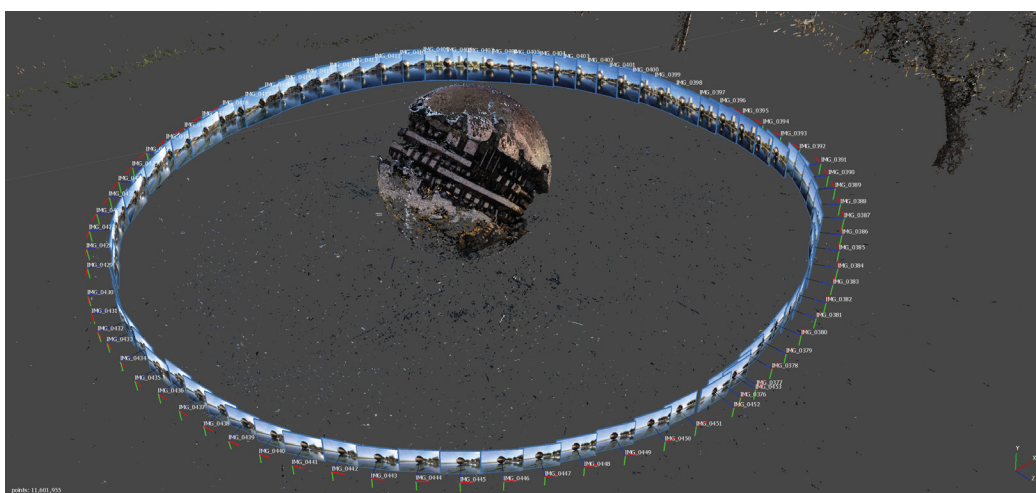
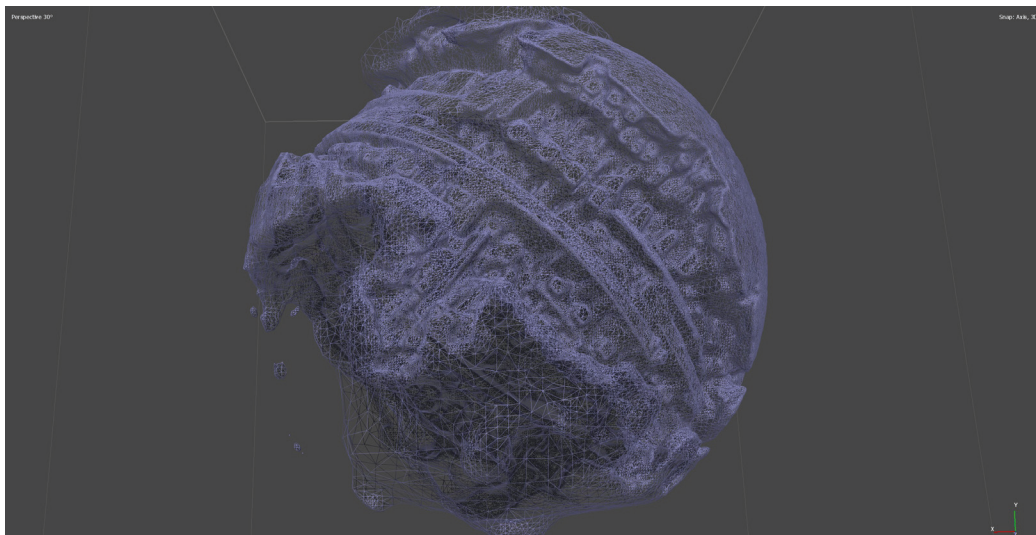


Fig. 7. Sfera grande di A. Pomodoro, Pesaro. Si evidenzia la struttura semplificata in fase di acquisizione dati (immagine degli autori).

Fig. 8. Sfera grande di A. Pomodoro, Pesaro. Si noti la forte deformazione data dall'indeterminazione della geometria derivata, dovuta all'effetto specchiante della superficie in bronzo lucidato (immagine degli autori).



quanto tale è la vera incognita, in questo caso risponde pienamente alla tipologia di rilievo di un oggetto dunque una geometria definita tramite una superficie di perimetro e di dimensione contenute; questo implica avere accesso dall'esterno all'elemento da analizzare e poter avere punti di osservazioni intorno all'elemento stesso.

Si è dunque proceduto all'acquisizione di fotogrammi ai fini della sola foto modellazione dell'elemento senza strutture metriche di supporto al contorno, ai fini di valutare le capacità del metodo in relazione ad un elemento che presenta geometrie semplici e ben definite, ma con caratteristiche superficiali che da un punto di vista ottico risultano fortemente perturbate.

Si è percorsa una traiettoria prossima ad una circonferenza sostanzialmente equidistante dal soggetto, con un grado di sovrapposizione di circa il 90% della superficie (fig. 7).

Il soggetto è stato mantenuto al centro dell'inquadratura garantendo in ogni presa l'acquisizione di elementi contestuali che potessero fungere da punti di confidenza nella successiva determinazione delle posizioni reciproche dei fotogrammi tra loro. Il risultato ottenuto è un modello fortemente indeterminato in ampie zone superficiali che definisce non tanto la scultura in sé quanto lo spazio attorno alla stessa osservato tramite una superficie di riferimento deformata (fig. 8).

Fig. 9. Sfera grande di A. Pomodoro, Pesaro. Porzione di modello corretto, completo mesh e texture, dove si nota l'efficienza dei sistemi di foto modellazione nell'acquisizione e rappresentazione dello stato superficiale (immagine degli autori).



Fig. 10. *Sfera grande* di A. Pomodoro, Pesaro. Porzione di modello corretto, completo di *mesh* e *texture*, dove la complessità geometrica dei sottosquadri scultorei consentono una corretta derivazione delle geometrie (immagine degli autori).



Le porzioni di superficie che al contrario presentano una formale coerenza, sono fondamentalmente le superfici specchianti un fondo omogeneo, il cielo in questo caso, che sfruttando le piccole imperfezioni superficiali come le ossidazioni presenti sulla superficie consentono l'orientamento dei fotogrammi e la generazione di una coordinata spaziale (fig. 9).

Questo secondo ambito che non presenta particolari problematiche da un punto di vista dimensionale o spaziale, è in fase di studio e il tema, ancora prima che l'integrazione di dato, è la ricerca di un metodo che possa ridurre sensibilmente queste indeterminanze a parità di processo, essenzialmente dovute alla materia costituente l'opera e alle proprietà superficiali ottiche della stessa (fig. 10).

Conclusioni e sviluppi futuri

I temi qui descritti sono ricerche in essere che hanno come obbiettivo principe l'individuazione delle problematiche scientifiche e di metodo che non sfruttano i tanti automatismi di processo dei singoli procedimenti, ma ne indagano le debolezze, con il fine ultimo di individuare soluzioni che permettano un approccio il più possibile universale alla formulazione di un *Digital Twin* di opere d'arte contemporanee; suggeriscono altresì l'estrema eterogeneità delle problematiche che ci si appresta ad affrontare, legata alla natura stessa dell'interpretazione e del veicolo del messaggio artistico odierno.

Crediti

I temi di ricerca qui proposti sono stati sviluppati nel quadro del progetto *CTE Square #Casa delle Tecnologie Emergenti di Pesaro*, che si pone l'obbiettivo di supportare progetti di ricerca e sperimentazione nell'intento di trasferire *know-how* tecnologico verso le piccole e medie imprese con il fine specifico di potenziare la competitività tramite l'aggiornamento ed il miglioramento di processi e servizi. Il progetto è finanziato da MIMIT (Ministero delle Imprese e del Made In Italy) e dal FSC (Fondo per lo Sviluppo e la Coesione); in questo quadro l'Università degli Studi di Urbino Carlo Bo ha assegnato un assegno di ricerca dal titolo *Applicazioni delle tecnologie emergenti alla conservazione e alla valorizzazione del patrimonio artistico*, responsabile prof.ssa Laura Baratin.

Riferimenti bibliografici

Apollonio, F.I., Fantini, F., Garagnani, S., Gaiani, M. (2021). A photogrammetry-based workflow for the accurate 3D construction and visualization of museums assets. In *Remote Sensing*, 13(3), pp. 2-39.

Baratin, L., Gasparetto, F. (2019). Contemporary restoration as an inclusive process. The new digital documentation challenges. In *DisegnareCon*, 12(23), pp. 31-38.

Gasparetto, F., Baratin, L. (2021). Conservation 4.0. Possible guidelines for standardising the documental process for artistic heritage. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 46, pp. 257-264.

Balzani, M., Galvani, G. (2011). Una banca dati 3d per il restauro e la valorizzazione del sito di San Michele Arcangelo ad Olevano sul Tusciano (Salerno). In R.A. Genovese (a cura di). *Dalla conoscenza al progetto. Metodologie e strumenti per la conservazione ed il restauro. Atti dei convegni Nazionali della Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio e del Dipartimento di Conservazione dei Beni Architettonici e Ambientali dell'Università degli Studi "Federico II" di Napoli (2008-2010)*, pp. 279-294. Napoli: Arte Tipografica Editrice.

Balzani, M., Galvani, G., Maietti, F., Santopuoli, N. (2013). The 3D morphometric survey as efficient tool for documentation and restoration in Pompeii: the research project of Via dell'Abbondanza. In H. Bock, W. G. Jäger, M.J. Winckler (Eds.). *Scientific computing and cultural heritage. Proceedings of the 2nd Conference "Scientific Computing and Cultural Heritage"*, November 16th-18th, 2009, Heidelberg University, Bioquant, Germany, pp. 187-193. Berlin Heidelberg: Springer Verlag.

Autori

Guido Galvani, Sapienza Università di Roma; Università degli Studi di Urbino Carlo Bo, guido.galvani@uniroma1.it
Laura Baratin, Università degli Studi di Urbino Carlo Bo, laura.baratin@uniurb.it

Per citare questo articolo: Guido Galvani, Laura Baratin (2025). Approccio ai limiti delle tecnologie di acquisizione per Digital Twin nel campo dell'arte contemporanea. In L. Carlevaris et al. (a cura di). *èkphrasis. Descrizioni nello spazio della rappresentazione/èkphrasis. Descriptions in the space of representation*. Atti del 46° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Milano: FrancoAngeli, pp. 2841-2856. DOI: 10.3280/oa-1430-c903.

Approach to the Limits of Acquisition Technologies for Digital Twin in Contemporary Art

Guido Galvani
Laura Baratin

Abstract

In the field of Cultural Heritage, particularly in contemporary art, there is growing awareness of the need to accurately document artworks to optimize their management, preservation, and dissemination, enhancing their artistic content. Digital techniques such as laser scanning, photogrammetry, CAD, and systems like GIS and HBIM are increasingly used in managing individual works and collections. However, contemporary art presents challenges related to the very nature of artistic creation, which diverges from formal, technical, and philosophical constraints, developing a freer and unconventional relationship with the artistic message.

Keywords:

Integrated digital survey, conservation, data integration, digital archiving.



Sfera grande by A.
Pomodoro, Pesaro (image
by the authors).

Introduction

In the field of Cultural Heritage and, more specifically, in contemporary art, there is growing awareness, as in other disciplines, of the need to manage artworks through accurate documentation that fully optimizes their management in terms of knowledge, study, conservation, and dissemination, with the primary aim of enhancing the artistic content of the work and expanding its dissemination over time and space.

The application of digital acquisition techniques, such as laser scanning, Lidar, photogrammetry, etc., and digital representation tools such as CAD, 3D modelers, and management systems like GIS and HBIM, are also becoming important in contemporary art for managing both individual pieces and collections [Apollonio *et al.* 2021, pp. 2-39; Baratin, Gasparetto 2019, pp. 31-38].

This field presents scientific and technical challenges related to intrinsic characteristics closely tied to how artistic creation is interpreted today; on one hand, the use of various media such as electromagnetic, computer-based, etc., is integral to artistic production, while on the other hand, the very interpretation of the message and what constitutes art has never been more emancipated from constraints—whether formal, technical, or philosophical—developing an almost anarchic relationship with the message, the viewer, and the medium used in the dialogue between them.

This aims to open a reflection on the transmission of the artistic message through its documentation and its translation into digital form, or how there is a risk—even within the folds of acquisition and representational techniques—of creating echoes of the artistic message: a distortion, whether unintentional or deliberate, depending on the choice of documentation processes.

The School of Conservation and Restoration at the University of Urbino Carlo Bo, through its regular activities and within the framework of the CTE Square project, has developed areas of research focused on the critical use of emerging technologies and their application, with particular attention to the challenges that digital processes face in documenting reality and in the efforts required to develop Digital Twins of contemporary artworks.

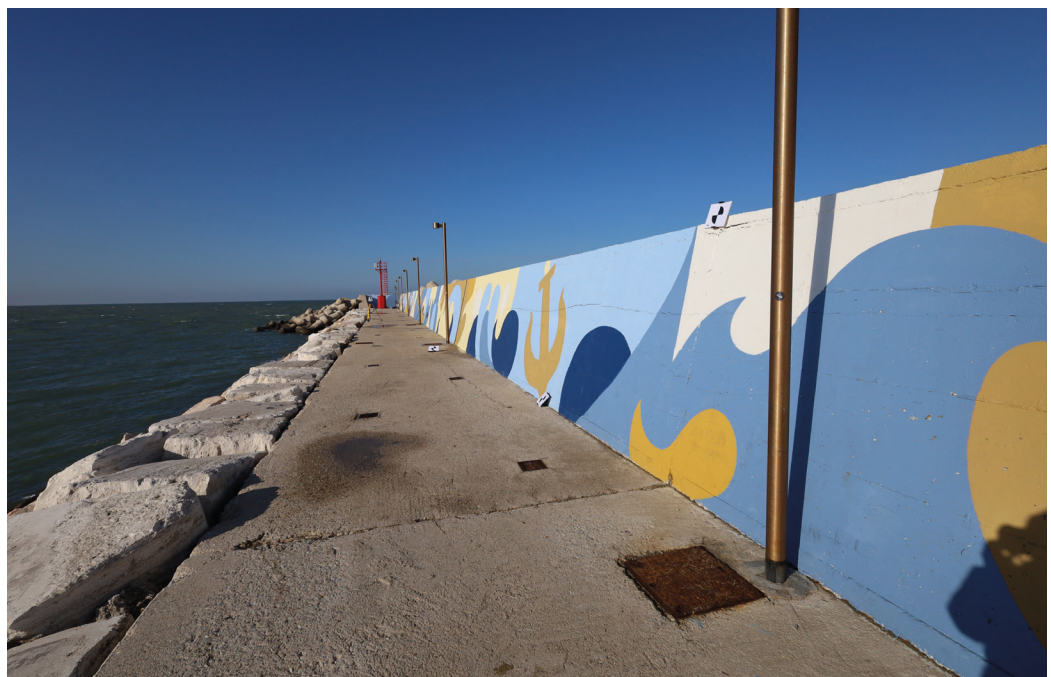
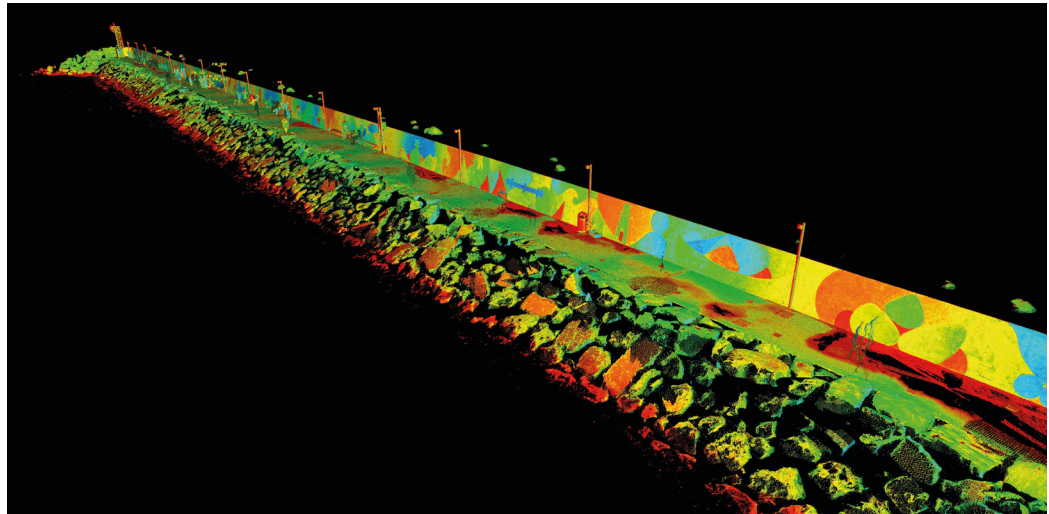


Fig. 1. *La natura della cultura* by Hazul, Pesaro's Eastern Breakwater (image by the authors).

The first step was to assess the capabilities of today's most common systems to document, calculate, and reproduce a baseline model which, in terms of shape and surface description, serves as a starting point for a more organic and functional approach to acquisition and representation techniques, according to the object/message [Gasparetto, Baratin 2021, pp. 258, 259].

Fig. 2. *La natura della cultura* by Hazul, Pesaro's Eastern Breakwater: Point cloud model derived from terrestrial Lidar scan (image by the authors).



Themes and application contexts

Two works have been chosen that, within the limited timeframe of this first phase of research, represent the variety of subjects/objects offered by contemporary art in its vast expressive repertoire.

The mural at the Pesaro port titled *La natura della cultura*, created as part of Pesaro's title of Capital of Culture 2024, completed in September 2023 by Portuguese artist Hazul, is one of the largest works in the world executed by a single artist. The overall perimeter measures about 800 meters and utilizes the port infrastructure defined by the breakwaters of the Pesaro canal port as the support surface for a painted layer: (fig. 1)

A civil infrastructure, with its own dimensional and performance characteristics, frames the piece as a work of land art in every sense. Documenting a work of this type requires a structured and multidisciplinary approach, using techniques and instruments at various levels of investigation in close correlation with one another.

Given the territorial dimensions, it was necessary to formulate a topographic network that defined the boundaries of the area under investigation and kept the extremes of the analyzed space within an acceptable statistical range, establishing intermediate markers.

The network of markers generated the necessary geometric structure for the terrestrial Lidar survey, executed with a Leica HDS C10 (figs. 2, 3). Since the analyzed breakwater element (specifically the eastern arm) has a linear geometry with a pronounced slenderness ratio, it is known that relying on the composition of a point cloud model through cloud-to-cloud methodologies alone would lead to probable natural geometric deviations due to instrumental error.

Even though the Lidar survey was executed at high density, it still presents limitations, particularly the lack of RGB accessory coordinates on the points, which, when acquired, offer poor quality. From a metric standpoint, however, it provides good statistical control over both instrumental and systematic measurements [Balzani, Galvani 2011, pp. 281-283; Balzani et al. 2013, pp. 187-193].

Fig. 3. *La natura della cultura* by Hazul, Pesaro's Eastern Breakwater, Eastern Arm. Point cloud model derived from terrestrial Lidar scan, accompanied by the reference network of materialized benchmarks (in yellow) (image by the authors).

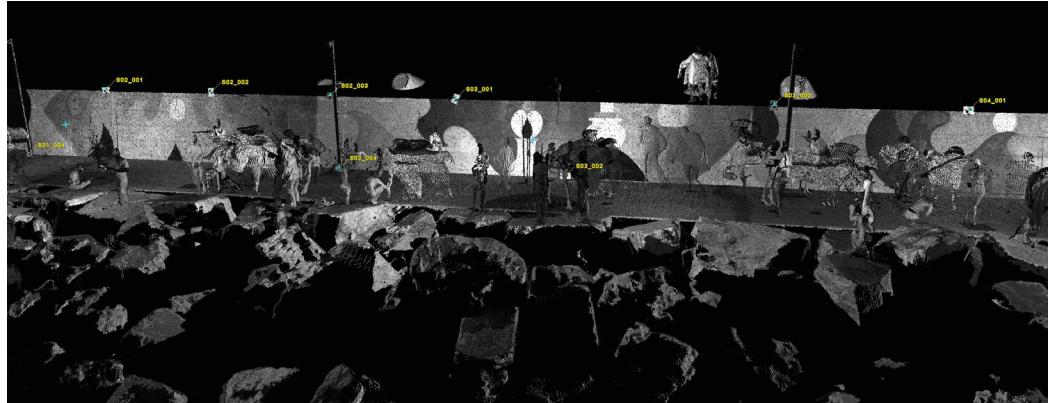
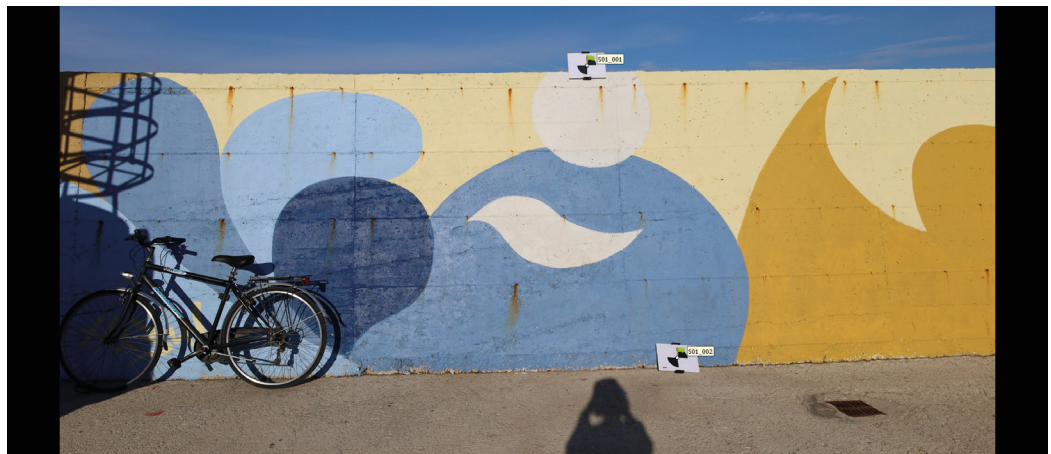


Fig. 4. *La natura della cultura* by Hazul, Pesaro's Eastern Breakwater, Eastern Arm. Images of the site condition used for photogrammetry analysis, with the network points highlighted (image by the authors).



To overcome the absence of color in the base model –an essential component for works like this– an additional photographic campaign was conducted to generate a parallel point cloud model through photogrammetry techniques.

Due to the specific boundary conditions, which had a nearly fixed depth of field and required positions very close to the surface to be captured, a mirrorless camera with a fixed 16 mm focal length lens was used (fig. 4).

As is known, photogrammetry presented inherent limitations, primarily related to the nature of the method itself. While the acquisition of images in the field is a fast procedure and therefore has obvious advantages during surveying, the resulting 3D measurements come from a calculation process based on a 2D data source, with considerable uncertainty.

Fig. 5. *La natura della cultura* by Hazul, Avamposto of Pesaro, Levante pier. On the left: solid model derived from the photogrammetry process, showing geometric distortion where surface homogeneity occurs in the visible spectrum; on the right: point cloud model from terrestrial Lidar scanning, with coherent geometry thanks to the direct measurement method (images by the authors).

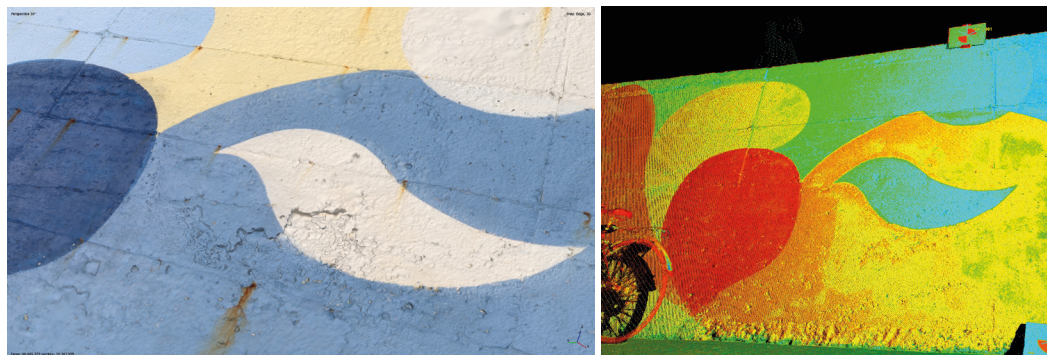




Fig. 6. *Sfera grande* by A. Pomodoro, Pesaro (image by the authors).

Overall, the point cloud model produced using this technique showed no significant deviations around the marker areas but displayed a noticeable degradation of the depth component of the points in areas with homogeneous surfaces (fig. 5).

The optimal solution, with the specific goal of generating a point cloud model as a metric and geometric base for subsequent models that could approximate a Digital Twin of the artwork, is the integration of the three methods, projecting the color data obtained from the Lidar point cloud onto the model by using the known positions of the camera's entrance pupils, determined through the orientation of the cameras in the process based on the known marker coordinates. The second work examined is the *Sfera Grande* by Arnaldo Pomodoro (fig. 6), originally created in 1971 and cast in bronze in 1998 in Pesaro, where it quickly became one of the city's most beloved symbols. This piece can be defined as a sculpture in the canonical sense of the term.

In this case, the effects derived from the known principles of optics were evaluated concerning the methodology of simple photogrammetry.

The surface (polished bronze) is characterized by a high reflectivity. Despite the plastic undercuts, the continuous and polished surface presents small elements catalogable as superficial degradation that dampen the lack of surface continuity.

While in the previous case of *La natura della cultura*, the data acquisition was more focused on topographical/architectural surveying, making the space itself the true unknown from a metric standpoint, in this case, it fully corresponds to the survey type of an object – a geometry defined by a perimeter surface and contained dimensions. This implies having access from the outside and being able to have observation points around the object.

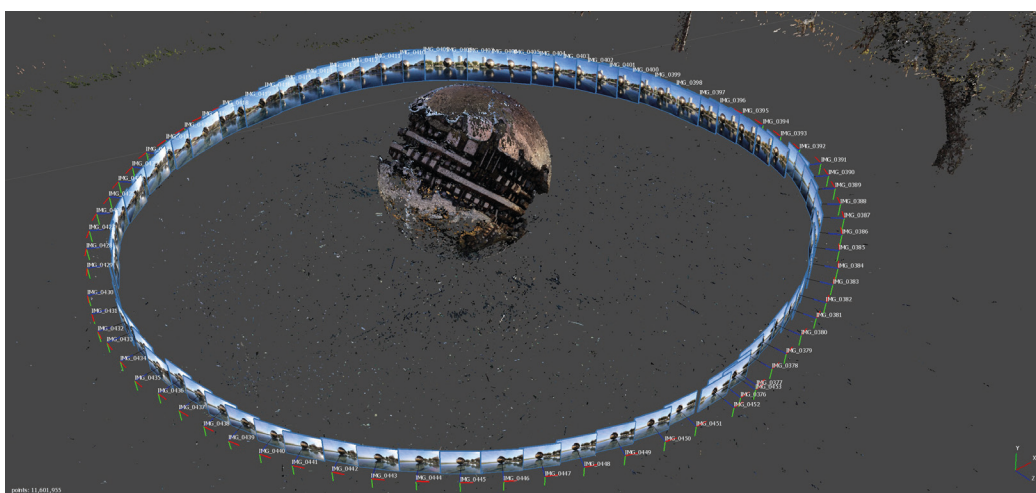
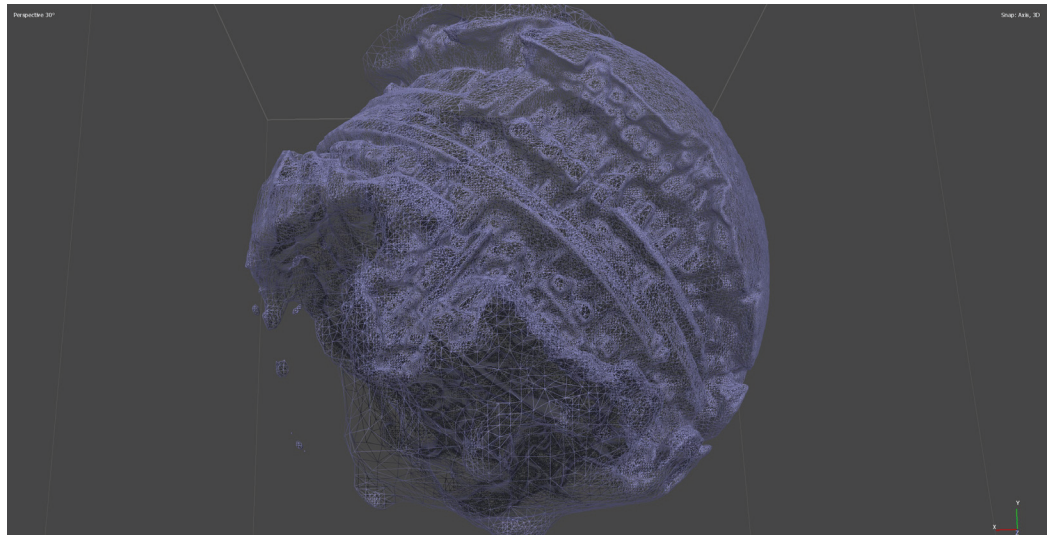


Fig. 7. *Sfera grande* by A. Pomodoro, Pesaro. The simplified structure during the data acquisition phase is highlighted (image by the authors).

Fig. 8. *Sfera grande* by A. Pomodoro, Pesaro. Note the significant distortion caused by the indeterminacy of the derived geometry, due to the reflective effect of the polished bronze surface (image by the authors).



Thus, photogrammetric frames were acquired solely for the photogrammetry of the element without supporting metric structures, in order to evaluate the capabilities of the method with respect to an element that presents simple and well-defined geometries but optical surface characteristics that strongly perturb the method.

A trajectory close to a circle was followed, with approximately 90% surface overlap. The subject was kept at the center of the frame, ensuring that each shot captured contextual elements that could serve as reference points for determining the relative positions of the frames (fig. 7).

The result was a highly indeterminate model in large surface areas, defining not so much the sculpture itself but the surrounding space observed through a deformed reference surface (fig. 8).

The portions of the surface that, conversely, exhibit formal coherence are primarily the reflective surfaces of a homogeneous background (the sky, in this case), which, by using small surface imperfections such as oxidation, help orient the frames and generate spatial coordinates (fig. 9).

This second case, which does not present particular problems from a dimensional or spatial standpoint, is under study, and the focus, even before data integration, is finding

Fig. 9. *Sfera grande* by A. Pomodoro, Pesaro. Portion of the corrected model, complete with mesh and texture, showing the efficiency of photogrammetry systems in acquiring and representing the surface condition (image by the authors).



Fig. 10. *Sfera grande* by A. Pomodoro, Pesaro. Portion of the corrected model, complete with mesh and texture, where the geometric complexity of the sculptural undercuts allows for the correct derivation of geometries (image by the authors).



a method that can significantly reduce these uncertainties within the same process, primarily due to the material composition of the artwork and its optical surface properties (fig. 10).

Conclusions and future developments

The topics described here are ongoing research efforts aimed at identifying scientific and methodological problems that do not rely on the numerous process automatons of individual procedures but investigate their weaknesses, with the ultimate goal of finding solutions that allow for a more universal approach to formulating Digital Twins of contemporary artworks. They also suggest the extreme heterogeneity of the challenges we are about to face, linked to the very nature of the interpretation and medium of today's artistic message.

Credits

The research themes presented here have been developed within the framework of the *CTE Square project #Casa delle Tecnologie Emergenti in Pesaro*, which aims to support research and experimentation projects with the goal of transferring technological know-how to small and medium enterprises to enhance competitiveness through process and service updates and improvements. The project is funded by MIMIT (Ministry of Enterprises and Made in Italy) and FSC (Fund for Development and Cohesion). In this context, the University of Urbino Carlo Bo awarded a research grant titled *Applications of Emerging Technologies to the Conservation and Enhancement of Artistic Heritage*, Scientific Coordinator professor Laura Baratin.

Reference List

- Apollonio, F.I., Fantini, F., Garagnani, S., Gaiani, M. (2021). A photogrammetry-based workflow for the accurate 3D construction and visualization of museums assets. In *Remote Sensing*, 13(3), pp. 2-39.
- Baratin, L., Gasparetto, F. (2019). Contemporary restoration as an inclusive process. The new digital documentation challenges. In *DisegnareCon*, 12(23), pp. 31-38.
- Gasparetto, F., Baratin, L. (2021). Conservation 4.0. Possible guidelines for standardising the documental process for artistic heritage. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 46, pp. 257-264.
- Balzani, M., Galvani, G. (2011). Una banca dati 3d per il restauro e la valorizzazione del sito di San Michele Arcangelo ad Olevano sul Tusciano (Salerno). In R.A. Genovese (a cura di). *Dalla conoscenza al progetto. Metodologie e strumenti per la conservazione ed il restauro. Atti dei convegni Nazionali della Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio e del Dipartimento di Conservazione dei Beni Architettonici e Ambientali dell'Università degli Studi "Federico II" di Napoli (2008-2010)*, pp. 279-294. Napoli: Arte Tipografica Editrice.
- Balzani, M., Galvani, G., Maietti, F., Santopuoli, N. (2013). The 3D morphometric survey as efficient tool for documentation and restoration in Pompeii: the research project of Via dell'Abbondanza. In H. Bock, W. G. Jäger, M.J. Winckler (Eds.). *Scientific computing and cultural heritage. Proceedings of the 2nd Conference "Scientific Computing and Cultural Heritage"*, November 16th-18th, 2009, Heidelberg University, Bioquant, Germany, pp. 187-193. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Authors

Guido Galvani, Sapienza University of Rome - University of Urbino, Carlo Bo guido.galvani@uniroma1.it
Laura Baratin, University of Urbino Carlo Bo, laura.baratin@uniurb.it

To cite this chapter: Guido Galvani, Laura Baratin (2025). Approach to the Limits of Acquisition Technologies for Digital Twin in Contemporary Art. In L. Carlevaris et al. (Eds.). *èkphrasis. Descrizioni nello spazio della rappresentazione/èkphrasis. Descriptions in the space of representation*. Proceedings of the 46th International Conference of Representation Disciplines Teachers. Milano: FrancoAngeli, pp. 2841-2856. DOI: 10.3280/oa-1430-c903.