

drawing disegnare

n. 71
idee immagini
ideas images

Rivista semestrale del Dipartimento di Storia, disegno
e restauro dell'architettura – Sapienza Università di Roma
*Biannual Journal of the Department of History, representation
and restoration of architecture – Sapienza Rome University*

Worldwide distribution and digital version EBOOK
www.gangemeditore.it



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Anno XXXVI, n. 71/2025
€ , - \$/£ .

Full english text





Rivista semestrale del Dipartimento di Storia, disegno e restauro dell'architettura, pubblicata con il contributo di Sapienza Università di Roma
Biannual Journal of the Department of History, representation and restoration of architecture, published with the contribution of Sapienza Rome University

Registrazione presso il Tribunale di Roma n. 00072 dell'11/02/1991

© proprietà letteraria riservata

GANGEMI EDITORE
INTERNATIONAL

via Giulia 142, 00186 Roma
tel. 0039 06 6872774 fax 0039 06 68806189

e-mail info@gangemieditore.it
catalogo on line www.gangemieditore.it

Le nostre edizioni sono disponibili in Italia e all'estero anche in versione ebook.
Our publications, both as books and ebooks, are available in Italy and abroad.

Un numero € 15,00 – estero € 20,00 / \$/£ 24.00
Arretrati € 30,00 – estero € 40,00 / \$/£ 48.00
Abbonamento annuo € 30,00 – estero € 35,00 / \$/£ 45.00
One issue € 15,00 – Overseas € 20,00 / \$/£ 24.00
Back issues € 30,00 – Overseas € 40,00 / \$/£ 48.00
Annual Subscription € 30,00 – Overseas € 35,00 / \$/£ 45.00

Abbonamenti/Annual Subscription

Versamento sul c/c postale n. 15911001
intestato a Gangemi Editore SpA
IBAN: IT 71 M 076 0103 2000 0001 5911 001
Payable to: *Gangemi Editore SpA*
post office account n. 15911001
IBAN: IT 71 M 076 0103 2000 0001 5911 001
BIC SWIFT: BPPIITRRXXX

Distribuzione/Distribution

Librerie in Italia e all'estero/
Bookstores in Italy and overseas
Emme Promozione e Messaggerie Libri Spa – Milano
e-mail: segreteria@emmegromozione.it
www.messaggerielibri.it

Edicole in Italia e all'estero/

Newsstands in Italy and overseas
Bright Media Distribution Srl
e-mail: info@brightmediadistribution.it

Abbonamenti/Annual Subscription

EBSCO Information Services
www.ebscohost.com

ISBN 978-88-492-5476-1
ISSN IT 1123-9247

Finito di stampare nel mese di dicembre 2025
Gangemi Editore Printing

Direttore scientifico/Editor-in-Chief

Mario Docci
Sapienza Università di Roma
piazza Borghese 9, 00186 Roma, Italia
mario.docci@uniroma1.it

Direttore responsabile/Managing editor

Carlo Bianchini
Sapienza Università di Roma
piazza Borghese 9, 00186 Roma, Italia
carlo.bianchini@uniroma1.it

Comitato Scientifico/Scientific Committee

Alonzo Addison, *University of California, Berkeley, USA*
Piero Albisinni, *Sapienza Università di Roma, Italia*
Eduardo Antonio Carazo Lefort, *Universidad de Valladolid, Spagna*
Fabiana Carbonari, *Universidad de La Plata, Argentina*
Pilar Chías, *Universidad de Alcalá, Spagna*
Francis D.K. Ching, *Seattle, USA*
Livio De Luca, *CNRS - Centre National de la Recherche Scientifique, Francia*
Marco Gaiani, *Università di Bologna, Italia*
Fernando Gandolfi, *Universidad de La Plata, Argentina*
Natalia Jorquera Silva, *Universidad de La Serena, Cile*
Joubert José Lancha, *Universidade de São Paulo, Brasile*
Cornelie Leopold, *Technische Universität Kaiserslautern, Germania*
Riccardo Migliari, *Sapienza Università di Roma, Italia*
Douglas Pritchard, *Robert Gordon University, Scozia*
Franco Purini, *Sapienza Università di Roma, Italia*
Mario Santana-Quintero, *Carleton University, Canada*

Comitato Editoriale/Editorial Committee

Martina Attenni, Cristiana Bartolomei,
Laura Carlevaris, Alexandra Castro, Emanuela Chiavoni,
Carlo Inglese, Alfonso Ippolito, Davide Mezzino,
Antonio Pizzo, Giovanna Spadafora,
Simone Helena Tanoue Vizoli

Comitato di Redazione/Editorial Staff

Adriana Caldarone, Flavia Camagni, Marika Griffo,
Francesca Porfiri, Luca Ribichini

Coordinamento editoriale e segreteria/Editorial coordination and secretarial services

Monica Filippa

Redazione/Editorial office

piazza Borghese 9, 00186 Roma, Italia
tel. 0039 6 49918890
disegnare@uniroma1.it

In copertina/Cover

Lorenzo Ceccotti, *Distant Future - Tank, 2012.*
Lorenzo Ceccotti, *Distant Future - Tank, 2012.*

Anno XXXVI n. 71, dicembre 2025

- 3 Editoriale di Mario Docci, Carlo Bianchini
Sottotono
Editorial by Mario Docci, Carlo Bianchini
Subdued
- 5 *Lorenzo Ceccotti*
Sei modi in cui uso il disegno
Six ways I use drawing
- 8 *Luca J. Senatore*
Digitalizzazione, modellazione e analisi della statuaria antica. Casi studio romani
Digitalisation, modelling and analysis of ancient statues. Roman case studies
- 22 *Alessandro Merlo*
La riconfigurazione digitale delle "Terre del Ghiberti". Due casi studio: i castelli di Altomena e Ristonchi
The digital reconfiguration of 'The lands of Ghiberti'. Two case studies: the castles of Altomena and Ristonchi
- 36 *Carmelo Occhipinti, Francesco Guidi, Laura Baruzzi, Davide Bertolini, Luca Cipriani, Filippo Fantini*
Strumenti e metodi di indagine per la ricostruzione 3D di ambienti scomparsi: l'appartamento e il "Quarto Camerino" del cardinale Ippolito II a Villa d'Este
Approaches and analytical methods for the 3D reconstruction of lost interiors: the apartment and the 'Quarto Camerino' of cardinal Ippolito II at Villa d'Este
- 48 *Antonio Schiavo, Salvatore Damiano, Tommaso Magnifico*
Valori del chiaroscuro nell'immagine architettonica. Luigi Moretti e la palazzina Astrea
Values of chiaroscuro in the architectural image. Luigi Moretti and the palazzina Astrea
- 60 *Pablo Cendón-Segovia, Noelia Galván Desvaux, Álvaro Moral García*
Richard Neutra. Il viaggio in estremo Oriente
Richard Neutra. The journey to the Far East
- 72 *Sandro Parrinello, Giulia Porcheddu*
Ricomporre il mosaico della memoria. Strategie di rappresentazione per il Cimitero degli Inglesi a Firenze
Reassembling the mosaic of memory. Representation strategies for the English Cemetery in Florence
- 84 *María Belén Trivi*
Dal tratto al codice: il disegno architettonico come dato per l'Intelligenza Artificiale
From Line to Code: Architectural Drawing as Data for Artificial Intelligence

Lorenzo Ceccotti, Ranocchio. 2017. Illustrazione
per il racconto Ranocchio salva Tokyo di Murakami
Haruki, Giulio Einaudi Editore
(per gentile concessione della casa editrice).
*Lorenzo Ceccotti, Frog, 2017. Illustration for the story
Frog Saves Tokyo by Murakami Haruki,
Giulio Einaudi Editor (courtesy of the publisher).*





Luca J. Senatore

Digitalizzazione, modellazione e analisi della statuaria antica.
Casi studio romani
Digitalisation, modelling and analysis of ancient statues.
Roman case studies

<https://cdn.gangemieditore.com/DOI/10.61020/11239247-202571-03.pdf>

This contribution presents the results of a study on ancient statues; it demonstrates how digitalisation can change the approach to these assets and improve their enhancement and conservation. After illustrating the state of the art, the paper focuses on methodological issues regarding data acquisition and processing. All the case studies involve works provided by institutions in Rome and showcase the effectiveness of the method and its potential application.

Keywords: ancient statues, digitalisation, modelling, prototyping, FAIR protocol.

In the last few years the digitalisation of Cultural Heritage has evolved enormously, not only technologically, but also conceptually and methodologically.

In the early 21st century major studies and experiments primarily focused on the potential of the innovative mass digital survey technologies that were, at that time, gradually being used in conjunction with traditional survey techniques [Bianchini 2007]. During that phase the focus was on documenting old buildings and archaeological complexes; for example, certain important systematic projects [Remondino 2011; Remondino, Campana 2014; Bianchini 2013] examined this new approach to knowledge and established rules and potential.

In the years that followed, digitalisation processes gradually extended their field of interest in parallel with the evolution of acquisition devices and improvement in accuracy and computational enhancement. Apart from buildings, the focus increasingly shifted to movable assets, archaeological artefacts, and museum objects and collections [Guidi, Russo, Angheluddu 2014; Altuntaş 2021]; this broadened the concept of Digital Heritage, activated ‘digitalisation democratising’ processes [Bernholz, Landemore, Reich 2021; Benkler 2006; Ma 2020; Zriba 2019], and turned the spotlight away from the urban and architectural ‘container’ and onto the object.

The National Plan for the Digitalisation of Cultural Heritage [MiC 2022] emphasises how digitalisation must integrate not only the three-dimensional replica of the asset, but also create interoperable metadata, semantically manage information, and use open platforms

Il contributo presenta i risultati di una ricerca incentrata sullo studio della statuaria antica, evidenziando come la digitalizzazione possa trasformare l’approccio a questa tipologia di beni a vantaggio della loro valorizzazione e conservazione. Dopo una ricognizione dello stato dell’arte, il testo approfondisce gli aspetti metodologici relativi alle fasi di acquisizione e di elaborazione dei dati. I casi studio, selezionati tra opere conservate all’interno di istituzioni romane, consentono di mettere in evidenza l’efficacia del metodo e il suo potenziale applicativo.

Parole chiave: statuaria antica, digitalizzazione, modellazione, prototipazione, protocollo FAIR.

Negli ultimi anni la digitalizzazione del Patrimonio Culturale ha conosciuto un’evoluzione significativa non solo sul piano tecnologico ma anche concettuale e metodologico.

All’inizio degli anni Duemila le principali ricerche e sperimentazioni si concentravano prevalentemente sull’indagare il potenziale delle allora innovative tecnologie per il rilievo digitale massivo che andavano a integrarsi progressivamente alle tecniche di rilievo tradizionale [Bianchini 2007]. In questa fase, l’attenzione era rivolta alla documentazione di edifici storici e complessi archeologici, come evidenziano alcuni importanti lavori sistematici [Remondino 2011; Remondino, Campana 2014; Bianchini 2013] che si interrogavano su questo nuovo approccio alla conoscenza, definendone regole e potenzialità. Negli anni successivi, in parallelo con l’evoluzione dei dispositivi di acquisizione, con il miglioramento dell’accuratezza e il potenziamento computazionale, i processi di digitalizzazione hanno progressivamente ampliato il campo d’interesse. Accanto agli edifici, l’attenzione si è spostata sempre più sui beni mobili, sui reperti archeologici, sugli oggetti museali e le collezioni [Guidi, Russo, Angheluddu 2014; Altuntaş 2021] estendendo il concetto stesso di Patrimonio Digitale, attivando processi di “democratizzazione della digitalizzazione” [Bernholz, Landemore, Reich 2021; Benkler 2006; Ma 2020; Zriba 2019] e passando da una visione centrata sul “contenitore” alla scala urbana e architettonica a quella dell’oggetto.

Il Piano Nazionale di Digitalizzazione del Patrimonio Culturale [MiC 2022] sottolinea come la digitalizzazione debba integrare non solo la replica tridimensionale del bene, ma anche la creazione di metadati interoperabili, la gestione semantica delle informazioni e la valorizzazione tramite piattaforme aperte. Si tratta, come osservano Alper Metin e Francesca Rognoni, di un passaggio dal dato geome-

trico al dato relazionale, in cui l’oggetto digitalizzato diventa nodo di una rete informativa più ampia [Metin, Rognoni 2024]. L’interesse verso oggetti museali e collezioni riflette quindi una trasformazione culturale oltre che metodologica: la digitalizzazione non è più soltanto strumento di conoscenza, ma anche mezzo di conservazione, accesso e partecipazione. Parallelamente, gli enti preposti alla tutela e valorizzazione hanno progressivamente maturato consapevolezza del potenziale della digitalizzazione, come dimostrano alcune recenti esperienze (Open Data Ercolano 2025 e MuVi Appia, Museo Virtuale del Parco Archeologico dell’Appia Antica 2024) [Open



1/ *Pagina precedente*. Statua di Eros che incorda l'arco (Museo del Parco Archeologico di Ostia Antica) prima dei restauri del 2023. Si può notare la dimensione del collo estremamente lungo e una posizione che non permette di comprendere l'azione rappresentata dalla figura.
 Previous page. *Statue of Eros stringing his bow* (Museum, Archaeological Park, Ostia Antica) before restoration in 2023. Note the size of his very long neck and a position that prevents comprehension of the action represented by the figure.

Data Ercolano; MuVi Appia 2024] in cui edifici e oggetti condividono un ecosistema informativo digitale comune.

Tra i settori che hanno maggiormente beneficiato di questa trasformazione, lo studio della statuaria antica riveste un ruolo centrale. La complessità morfologica delle superfici, il loro peso considerevole, la loro intrinseca fragilità hanno storicamente imposto approcci a basso impatto, con applicazione di metodologie tradizionali basate sull'esperienza e la competenza dei tecnici, ingenerando nel tempo risultati parziali e talvolta difficilmente interpretabili (fig. 1).

Allo stesso tempo, almeno per il nostro paese, l'art. 20 del *Codice dei beni culturali e del paesaggio* del 2004 [Codice dei beni culturali 2004], estendendo il concetto di salvaguardia, ha complicato ulteriormente le modalità di interazione con le opere fisiche impedendo su di esse le tradizionali azioni "a contatto"¹ e limitando quindi le possibilità di studio e analisi degli oggetti.

In questo contesto la possibilità di acquisire modelli digitali con procedure "non a contatto" offerta dalle odierne tecnologie di rilevamento si è dimostrata fin da subito efficace per tornare a studiare le opere offrendo agli studiosi nuove prospettive per l'analisi, la conoscenza, la ricerca e la divulgazione, garantendo allo stesso tempo la salvaguardia degli originali. In particolare i nuovi strumenti con accuratezza sub-millimetrica hanno dimostrato come sia possibile operare in maniera nuova sulle copie digitali senza i limiti del mondo fisico: rendendo possibili comparazioni tipologiche, integrazioni, nuove interpretazioni mediante processi reversibili e documentati che nel mondo reale sono irrealizzabili; permettendo l'utilizzo di tecniche di analisi avanzata della componente geometrica; offrendo una base dati in grado di tornare alla realtà mediante prototipazione. Il tutto salvaguardando l'originale e senza il gravame del peso e dei limiti imposti dalla realtà.

All'interno di questo quadro si colloca il presente contributo, che presenta i risultati di una ricerca incentrata sia sullo studio della statuaria antica e sia su come i processi di digitalizzazione possano trasformare l'approccio complessivo a questa tipologia di beni. Il pc,

partendo dai medesimi dati digitali di documentazione, diventa spazio operativo comune per attività non distruttive e di sperimentazione sugli oggetti, offrendo a restauratori, archeologi e storici un punto di vista inedito per la conoscenza e la divulgazione del Bene.

Lo studio qui presentato analizza in particolare i risultati di attività svolte su reperti di statuaria antica conservati in importanti istituzioni romane, quali il Parco Archeologico di Ostia Antica, il Parco Archeologico dell'Appia antica, la Soprintendenza Capitolina, la Soprintendenza Speciale di Roma. Questa esperienza ha consentito di definire nuove modalità di documentazione e parallelamente ha permesso lo sviluppo di tecniche innovative per l'interpretazione e la conoscenza. Il contributo, dopo una disamina dello stato dell'arte e un'analisi della metodologia, illustra vari casi studio e le relative operazioni digitali volte a risolvere specifiche problematiche, mostrando come la digitalizzazione e la manipolazione dei dati possano integrarsi con i metodi tradizionali permettendo il superamento dei limiti imposti da un approccio esclusivamente fisico, a vantaggio della valorizzazione dei reperti.

Stato dell'arte

Negli ultimi trent'anni, la possibilità di acquisire superfici con livelli di accuratezza sempre più elevati ha trasformato profondamente le pratiche di studio, documentazione e valorizzazione della statuaria antica. Dalle prime sperimentazioni, ancora fortemente limitate da vincoli tecnici e logistici, si è giunti a un consolidamento metodologico, seguito oggi da una nuova fase evolutiva, caratterizzata dall'integrazione sperimentale di tecniche e strumenti che superano la mera acquisizione dei dati.

L'inizio delle ricerche sulla digitalizzazione della statuaria può essere fatto risalire al "Digital Michelangelo Project", promosso alla fine degli anni Novanta dalla Stanford University, che ha rappresentato uno dei primi tentativi di acquisizione 3D ad altissima risoluzione di sculture monumentali. Il progetto, focalizzato sul David e su altre opere di Michelangelo, ha affrontato problematiche legate all'accuratezza metrica, alla gestione di dataset di grandi dimensioni e alla comples-

to produce enhancement. As noted by Alper Metin and Francesca Rognoni, this involves a shift from geometric data to relational data in which the digitalised object becomes the hub of a broader computerised network [Metin, Rognoni 2024]. This interest in museum objects and collections reflects a cultural and methodological transformation: digitalisation is no longer merely a knowledge tool, but also a vehicle for conservation, access and participation. During this period the authorities responsible for the protection and enhancement of cultural assets gradually began to appreciate the potential of digitalisation. This new approach is corroborated by several recent examples of buildings and objects that share a common digital information ecosystem (Open Data Ercolano 2025 and MuVi Appia, Museo Virtuale del Parco Archeologico dell'Appia Antica 2024) [Open Data Ercolano; MuVi Appia 2024].

The study of ancient statues is one of the sectors that has benefitted the most from this transformation, and in fact it plays a key role in this field. In the past the complex morphology of the surfaces and significant weight and intrinsic fragility of statues have dictated a low-impact approach using traditional methodologies based on the experience and skills of the technicians involved; however, this method generated partial results that have sometimes been difficult to interpret (fig. 1).

During this period, at least in Italy, article 20 of the Code of Cultural Heritage and Landscape dated 2004 [Codice dei beni culturali 2004] broadened the concept of safeguard; this further complicated physical interaction with material works, preventing traditional 'contact'¹ with the objects and limiting the possibility to study and analyse them.

Nevertheless, the possibility to acquire digital models using the 'non-contact' procedures provided by current survey technologies immediately proved to be successful; they allowed scholars to once again study these works by giving them new perspectives with which to analyse, understand, research and disseminate information, while also protecting the originals. In particular, these new tools with submillimetre accuracy proved it was possible

to use a new method to work unrestrictedly on digital copies in the physical world: not only were typological comparisons, integrations and new interpretations possible thanks to reversible, documented processes which in the real world would be impossible, but the use of advanced analytical techniques involving the geometric component provided a database that enabled a return to reality thanks to prototyping. This procedure safeguarded the original, but without the burden of its weight and the limits imposed by reality.

This situation is illustrated here. The contribution presents the results of a research focusing on two issues: the study of ancient statues and the way in which digitalisation processes can change the overall approach to this kind of asset. Using the same digital documentation data, the computer becomes a shared operational space for non-destructive activities and experimentation on objects; it provides restorers, archaeologists and historians with an unusual point of view with which to understand and disseminate the asset.

This study focuses primarily on the results of a project involving ancient statues housed in important Roman institutions: the Ostia Antica Archaeological Park, the Appia Antica Archaeological Park, the Capitoline Superintendency, and the Special Superintendency of Rome. The study established new documentation methods and developed innovative interpretation and comprehension techniques. After studying the state of the art and analysing the methodology, the contribution will illustrate several case studies and relative digital operations performed to solve specific problems. It will show how data digitalisation and manipulation can be coupled with traditional methods, thereby making it possible to overcome the limits imposed by an exclusively physical approach and contribute to the enhancement of the artefacts.

State of the art

In the last thirty years, acquiring surfaces with increasingly high level of accuracy has radically changed the way we study, document and enhance ancient statues. Although initial experiments were significantly limited by

sità dell'allineamento di milioni di punti in superfici coerenti [Levoy 2001; Levoy *et al.* 2000]. Nonostante i limiti tecnici, il progetto ha dimostrato la fattibilità di acquisizioni dettagliate e ha aperto la stagione della documentazione tridimensionale sistematica delle opere scultoree. Con l'evoluzione del *laser scanning* e, soprattutto, con la diffusione delle tecniche *Structure from Motion* (SfM) nei primi dieci anni del XXI secolo, la comunità scientifica si è progressivamente concentrata sulla definizione di metodologie di acquisizione replicabili e sulla standardizzazione dei workflow operativi [Remondino 2011].

Studi di sintesi come quelli di Fabio Remondino con Stefano Campana e di Efstratios Stylianidis con Fabio Remondino hanno contribuito a delineare buone pratiche per il rilievo 3D dei Beni Culturali scultorei [Remondino, Campana 2014; Stylianidis, Remondino 2017], mentre numerosi contributi applicativi, anche attraverso comparazioni tipologiche, hanno evidenziato i vantaggi dell'uso combinato di *laser scanner* e fotogrammetria per la costruzione di modelli accurati [Guidi, Russo, Angheleddu 2014].

Parallelamente, per superare i limiti computazionali, l'attenzione degli studiosi si è progressivamente spostata sul valore conoscitivo del modello digitale [Trizio, Demetrescu, Ferdani 2023], privilegiando strategie caratterizzate da una minore accuratezza geometrica ma da un forte impatto comunicativo. Tra queste si colloca il tentativo di realizzare modelli con un numero ridotto di poligoni – i cosiddetti modelli *low poly* [Fantini 2011] – che hanno aperto la strada allo sviluppo di applicativi web e prodotti interattivi. In questo contesto sono state esplorate nuove forme di interazione e analisi, con un rinnovato interesse per la dimensione narrativa del modello, in particolare attraverso operazioni di integrazione e rimontaggio interpretativo [Ciammaichella, Liva 2021; Ciammaichella, Liva 2022; Marraffa, Fatta 2021].

Giunti alla contemporaneità, il recente sviluppo di strumenti metrologici capaci di acquisire la realtà con maglie di punti inferiori al millimetro ha segnato l'inizio di una nuova fase di interesse e sperimentazione, caratterizzata da dati metricamente affidabili e di elevata qualità descrittiva. Tale rinnovato

interesse ha permesso di ampliare il campo di indagine, superando gli aspetti puramente tecnici per includere quelli formali e ponendo le basi per un approccio condiviso all'acquisizione con processi di digitalizzazione trasparenti e replicabili. La maggiore accuratezza dei *dataset* ha esteso le possibilità di ricerca: permettendo di simulare il collegamento di parti frammentarie in coerenza con gli originali [Agnoli, Senatore 2022]; consentendo l'utilizzo degli strumenti di modellazione avanzata per analizzare le superfici a doppia curvatura tipiche della statuaria e permettendo la validazione di attribuzioni e rimontaggi [Senatore 2024a]; consentendo la produzione di copie fisiche in scala reale tramite prototipazione rapida aprendo nuove prospettive in ambito didattico ed espositivo [Senatore, Wielich 2022].

Le esperienze finora condotte mostrano come la migliore qualità dei *dataset* consenta di costruire un processo scientifico documentato, metricamente accurato e reversibile, capace di integrarsi con le pratiche tradizionali di studio e valorizzazione, a beneficio della tutela e della fruizione delle opere. Dal punto di vista metodologico, recenti revisioni sistematiche hanno sottolineato l'importanza di processi documentati di validazione scientifica, gestione dei dati e comunicazione trasparente al pubblico. In questo quadro, la standardizzazione assume un ruolo centrale: livelli di dettaglio, formati interoperabili e tracciabilità delle scelte interpretative costituiscono requisiti essenziali per garantire affidabilità e replicabilità dei processi. Particolarmente significativo, in tal senso, è il documento di sintesi *Linee guida per la digitalizzazione 3D - Beni storico-artistici e museali* elaborato dal CNR [CNR 2025], che costituisce un riferimento fondamentale per la digitalizzazione dei Beni Culturali, sia nella definizione degli standard tecnico-operativi, sia nella promozione di un approccio scientifico e condiviso all'utilizzo dei dati.

In sintesi, lo stato dell'arte evidenzia una chiara evoluzione che collega lo sviluppo tecnologico al crescente potenziale di analisi: dalle prime sperimentazioni pionieristiche, incentrate esclusivamente sull'acquisizione, alla definizione di metodologie per la documentazione,

fino alle più recenti ricerche che esplorano il potenziale del digitale per la valorizzazione. Restano tuttavia aperte alcune questioni fondamentali, come l'adozione da parte della comunità scientifica di linee guida e standard di accuratezza condivisi, la definizione di procedure per la validazione dei dati e la definizione di modalità operative per la distinzione tra dato rilevato e ipotesi interpretativa. Quest'ultimo aspetto, in un contesto in cui si moltiplicano le sperimentazioni basate su reti neurali applicate allo studio di oggetti tridimensionali, assume oggi un'importanza cruciale.

Metodologia

Nello studio dei casi analizzati, particolare attenzione è stata dedicata alla definizione di una metodologia calibrata sulle caratteristiche specifiche delle opere e sugli obiettivi della ricerca. Per ciascuna fase del processo sono stati elaborati protocolli mirati: inizialmente per l'acquisizione e successivamente per l'interazione con i modelli digitali. L'intero *workflow* è stato progettato per garantire un livello costante di affidabilità dei dati, condizione essenziale per assicurare la coerenza tra modello digitale e originale [Remondino, El-Hakim 2006; Guidi *et al.* 2009].

Gli aspetti geometrici e cromatici sono stati trattati separatamente, consentendo di adattare risoluzione, densità e qualità dei dati alla complessità delle superfici. Tale approccio ha permesso di sfruttare appieno le specificità delle diverse sensoristiche, spesso ottimizzate per l'acquisizione di un solo tipo di dato, e facilitare un controllo rigoroso tramite specifici protocolli di validazione.

Sul piano geometrico, i valori soglia sono stati determinati in funzione della tipologia, delle dimensioni e degli obiettivi dello studio, generando nuvole di punti con maglie comprese tra 0,1 e 1 mm, compatibili con l'intero flusso operativo. Allo stesso modo, per la componente cromatica sono stati definiti valori di riferimento per la porzione di superficie coperta da ciascun pixel RGB, nonché strategie per il mantenimento della fedeltà cromatica della copia digitale rispetto all'originale [CNR 2025]. Un aspetto spesso trascurato, ma cruciale per la digitalizzazione della statuaria, ha riguardato la gestione della quantità di dati. La rac-

colta simultanea di informazioni geometriche e cromatiche ad altissima risoluzione comporta notevoli complessità computazionali. L'esperienza ha dimostrato come sia possibile definire soglie di riferimento coerenti con le caratteristiche dell'oggetto e gli obiettivi dello studio, evitando di utilizzare la massima capacità strumentale quando non necessaria, senza per questo compromettere la qualità della documentazione e il suo utilizzo.

Queste considerazioni hanno costituito la base per la definizione dei protocolli specifici per ciascun caso studio. La scelta preliminare del livello di accuratezza geometrica e densità del dato colore ha fornito un riferimento quantitativo e un criterio di coerenza tra le fasi operative, privilegiando dati gestibili digitalmente rispetto a *dataset* teoricamente più completi ma difficili da trattare nelle fasi successive.

L'approccio adottato ha permesso di stabilire due principi fondamentali, ossia che la qualità dei dati debba essere dichiarata e verificata per l'intero processo e che ogni modello digitale debba preservare per quanto possibile la qualità dei dati nelle fasi successive di elaborazione, minimizzando le semplificazioni, affinché le informazioni restituite risultino costantemente affidabili.

Acquisizione

L'acquisizione dei dati geometrici e cromatici è stata realizzata integrando tecniche e strumenti diversi, in modo da sfruttare al massimo le potenzialità di ciascun sensore, in termini sia quantitativi sia qualitativi.

Per la digitalizzazione geometrica, la scelta dello strumento è stata guidata dagli obiettivi del rilievo, dalla dimensione dell'oggetto e dalle sue caratteristiche materiche. Tra le tecnologie impiegate, gli scanner *handheld* a luce strutturata blu o infrarossa, cablati o *wireless*, in grado di acquisire nuvole di punti con passo fino a 0,1 mm e accuratezze mai superiori alla metà della risoluzione di campionamento, si sono rivelati i più idonei. La tipologia di sensore è stata selezionata di volta in volta considerando la risposta dei materiali, l'accessibilità delle superfici e la logistica operativa. Particolare attenzione è stata dedicata alla definizione del passo di scansione, proporzionato alla scala dell'oggetto e agli obiettivi conoscitivi.

technical and logistical constraints, they did produce a consolidated methodology; this was followed by a new evolutionary phase involving an experimental integration between techniques and tools that goes beyond simple data acquisition.

Studies on the digitalisation of statues date to the "Digital Michelangelo Project" launched by Stanford University in the late nineties; it was one of the first attempts to acquire high resolution 3D images of monumental sculptures. The project focused on the statue of David and other works by Michelangelo; it tackled issues such as metric accuracy, the management of big datasets, and the complex alignment of millions of points into coherent surfaces [Levoy 2001; Levoy et al. 2000]. Despite the project's technical limits, it demonstrated the feasibility of detailed acquisitions and led to a season of systematic three-dimensional documentation of sculptural works. When laser scanning evolved and Structure from Motion (SfM) techniques became widespread in the first ten years of the 21st century, the scientific community gradually began to establish replicable acquisition methods and standardise operational workflows [Remondino 2011]. Studies by Fabio Remondino and Stefano Campana and Efstratios Stylianidis and Fabio Remondino have helped establish good practices regarding the 3D survey of sculptural Cultural Heritage [Remondino, Campana 2014; Stylianidis, Remondino 2017]. Numerous contributions regarding their application (including the use of typological comparisons) have highlighted the advantages of combining laser scanning and photogrammetry in order to create accurate models [Guidi, Russo, Angheluddu 2014]. Scholars also concentrated on how to overcome computational limits, shifting their focus to the importance of acquiring knowledge about digital models [Trizio, Demetrescu, Ferdani 2023]; they preferred strategies that involved less geometric accuracy, but a strong communicative impact. One example is the attempt to create models with a reduced number of polygons – the so-called low poly [Fantini 2011] – that paved the way for the development of web applications and

2/ A sinistra: Master Point Cloud; a destra: dettaglio della mesh ad alta risoluzione in modalità wireframe e texturizzata.

Left: Master Point Cloud; right: detail of the high resolution wireframe textured mesh.

interactive products. Exploration focused on new forms of interaction and analyses, with renewed interest in the narrative dimension of the model, especially when based on integration and interpretative reassembly [Ciammaichella, Liva 2021; Ciammaichella, Liva 2022; Marraffa, Fatta 2021]. In our modern age, the recent development of metrology tools to acquire reality with a grid of points measuring less than one millimetre marked the beginning of a new phase of interest and experimentation; the latter was characterised by metrically reliable data and excellent descriptive quality. This renewed interest led to a broadening of the field of research; it moved beyond purely technical aspects and included formal issues, paving the way for a joint approach to acquisition using transparent, replicable digitalisation processes. These more accurate datasets boosted research, making it possible to simulate links between fragmented parts in line with the originals [Agnoli, Senatore 2022]; it also enabled the use of advanced modelling tools to analyse the double curvature surfaces typical of statues, validated attributions and reassemblies [Senatore 2024a], and permitted the production of life-size physical copies using rapid prototyping, thus providing new perspectives in the field of education and exhibitions [Senatore, Wielich 2022]. The projects undertaken so far have shown how better quality datasets lead to a documented and metrically accurate and reversible scientific process that can be coupled with traditional study and enhancement studies, thereby providing a beneficial fallout as regards the protection and fruition of the works. Methodologically speaking, recent systematic revisions have emphasised the importance of scientifically valid documented processes, data management, and transparent communication to the public. Given the above, standardisation plays a key role: levels of details, interoperability and traceability of the interpretations are essential prerequisites required to ensure reliability and replicability of the processes. The documentation entitled Guidelines for 3D digitalisation - historical-artistic and museum assets drafted by the CNR [CNR 2025] is particularly important;

Per il dato cromatico, oltre ai dati RGB acquisiti dagli scanner, ogni opera è stata documentata mediante fotografie digitali per un loro utilizzo con tecniche SfM utili a costruire le mappe ad alta risoluzione per la texturizzazione. La proiezione del dato fotografico sulla geometria in post-produzione ha garantito una resa cromatica superiore rispetto ai sensori integrati negli scanner. Anche in questo caso, ogni campagna di acquisizione è stata preceduta da una pianificazione accurata di obiettivo, distanza di presa e numero di immagini, assicurando una densità fotografica coerente con le esigenze del rilievo. La predisposizione del set di ripresa ha preceduto ogni scansione: per gli oggetti piccoli sono state utilizzate basi rotanti, mentre per quelli di maggiori dimensioni sono state realizzate strutture di supporto dedicate. L'illuminazione, quando possibile, è stata attentamente controllata mediante luci diffuse e ombrelli riflettenti, per ottimizzare la resa cromatica.

Modellazione

Una volta acquisiti i dati geometrici e cromatici sono stati generati modelli 3D integrati sviluppati secondo i principi FAIR – *Findable, Accessible, Interoperable, Reusable* – per massimizzare la tracciabilità e la riutilizzabilità dei dati [Wilkinson *et al.* 2016].

Le nuvole di punti derivanti dall'acquisizione sono state sottoposte a pulizia, rimozione delle sovrapposizioni e registrazione, fino alla creazione di una *Master Point Cloud*, che co-

stituisce il *Gold Standard* per le successive fasi di validazione nonché il riferimento base per la documentazione dell'oggetto.

Successivamente, a partire dalla *Point Cloud*, sono stati costruiti i modelli *mesh* derivati, preferendo superfici di tipo *mesh* triangolata per garantire la massima compatibilità con i software di elaborazione, e qualificando ciascun modello in relazione alla risoluzione, ovvero la lunghezza media degli spigoli della *mesh* (fig. 2).

Nei casi in cui fosse richiesto un modello *low-poly*, per applicazioni interattive o web, è stato implementato un *workflow* dedicato alla riduzione della *Master Point Cloud*, eliminando i dati ridondanti per poi procedere alla costruzione del modello *mesh* derivato, preservando la qualità visiva del risultato tramite texturizzazione.

Una volta generata, ogni *mesh* è stata sottoposta a pulizia ed eliminazione degli artefatti non coerenti. Le lacune minori sono state chiuse automaticamente secondo la geometria della superficie, mentre lacune maggiori hanno richiesto strategie specifiche in base alla natura e agli obiettivi dello studio. Nessun modello *mesh* è stato sottoposto a semplificazione o lisciatura automatica o manuale, lasciando eventuali interventi di questo tipo alla fase di post-produzione.

La texturizzazione è stata effettuata mediante applicazione di *texture*, ricavate con tecniche SfM o tramite colorazione derivante dai dati della *Point Cloud* di acquisizione, selezionando quale metodo utilizzare in funzione degli obiettivi ma anche delle esigenze di esportazione e di compatibilità software.

Ciascun modello *mesh* derivato è stato validato rispetto alla *Master Point Cloud* per garantirne la coerenza geometrica e utilizzando la Deviazione Standard come parametro in grado di restituirne quantitativamente l'affidabilità (fig. 3).

Post-produzione e analisi

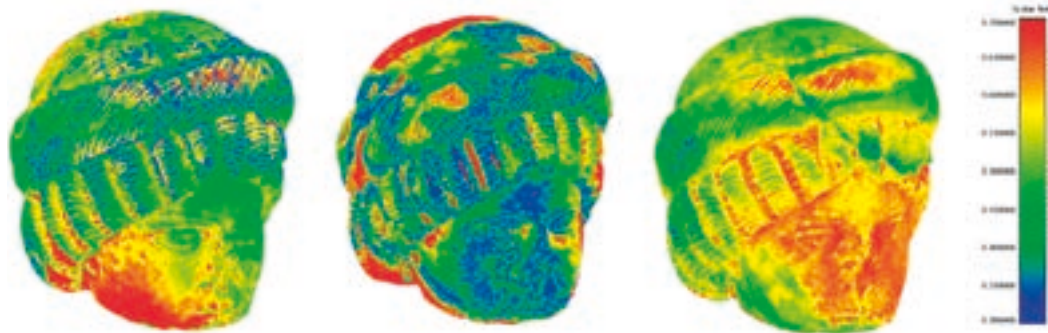
I modelli *mesh* derivati sono stati sviluppati in funzione degli obiettivi specifici di ciascun caso studio, dimostrando l'efficacia dei *workflow* adottati e la correttezza dei processi implementati.

La fase di post-produzione ha evidenziato come i prodotti della digitalizzazione possano



3/ Testa di sant'Elena. Esempio di validazione dell'accuratezza metrica dei modelli. Da sinistra: confronto Gold Standard, copia in PLA; confronto Gold Standard, copia mediante colatura; confronto Gold Standard, modello SfM.

Head of Saint Helena. Example of validation of the metric accuracy of the models. From left: comparison Gold Standard, PLA copy; comparison Gold Standard, resin cast copy; comparison Gold Standard, SfM model.



ampliare le possibilità di analisi rispetto ai metodi tradizionali, spesso limitati dalla fragilità e dal peso dei reperti. L'impiego combinato di software di modellazione, di analisi geometrica, scultura digitale e *rendering* ha permesso di definire nuovi metodi di lavoro, offrendo prospettive innovative agli esperti del settore. Tra le principali applicazioni sviluppate si evidenziano:

- analisi geometrica alla base delle scelte di riposizionamento dei frammenti;
- costruzione di matrici geometriche e proporzionali, anche mediante l'utilizzo di manichini digitali, per completare opere con lacune significative o per migliorare il potenziale narrativo;
- applicazione di algoritmi di analisi delle superfici digitali, per valutare la qualità dei modelli e degli attacchi tra frammenti sconnessi che hanno permesso l'individuazione di strategie da mettere in atto nel mondo fisico nelle operazioni di rimontaggio o integrazione;
- uso di tecniche di scultura digitale per la ricostruzione di porzioni mancanti;
- definizione di procedure per la realizzazione di copie in scala 1:1, integrando tecniche tradizionali e processi digitali.

Grazie al confronto costante con archeologi e restauratori, tutte le soluzioni adottate sono state calibrate per garantire elevata qualità scientifica e coerenza interpretativa, pur nel margine di incertezza inevitabile in questo tipo di interventi.

Casi studio

Di seguito sono riportati in forma sintetica alcuni casi studio affrontati durante la ricerca, con indicazione di obiettivi, accuratezza dell'acquisizione e risultati principali.

Statua di Eros che incorda l'arco (fig. 4)

Museo del Parco Archeologico di Ostia Antica, inv. 139.

L'obiettivo era il riposizionamento dei frammenti per ricostruire la postura e la direzione dello sguardo. La scansione con maglia 0,5 mm per i frammenti più grandi e 0,2 mm per gli attacchi ha permesso la costruzione di matrici geometriche affidabili per il controllo del rimontaggio. Inoltre, l'uso di manichini digitali per le porzioni mancanti ha consentito una ricomposizione coerente, fornendo un risultato che migliora la leggibilità dell'opera [Senatore 2023].

Statua di Afrodite accovacciata (fig. 5)

Museo del Parco Archeologico di Ostia Antica, inv. 123.

L'opera è stata oggetto di uno studio volto a stimare la distanza tra il corpo e il basamento, mancando i piedi e i punti di appoggio originali. Il risultato è stato ottenuto scansionando con maglia 0,2 mm l'originale e con maglia 1,5 mm un corpo umano nella medesima posizione della statua. Attraverso l'integrazione proporzionale delle parti è stato possibile restituire una plausibile altezza complessiva della statua.

Statua di Apollo tipo "Omphalos" (fig. 6)

Museo del Parco Archeologico di Ostia Antica, inv. 117.

L'opera è stata scansionata con maglia 0,5 mm, utilizzando per il confronto un manichino digitale proporzionato che ha consentito di integrare le parti mancanti e individuare la corretta altezza del busto.

Ritratto di Augusto (fig. 7)

Museo del Parco Archeologico di Ostia Antica, inv. 18.

it is a crucial reference paper for the digitalisation of Cultural Heritage because it establishes technical-operational standards and promotes a common, scientific approach to the use of data.

In short, the state of the art clearly reveals an evolution linking technological development to the increased potential of analysis: from the initial pioneering experiments focusing exclusively on acquisition to the establishment of documentation methods and the more recent studies that explore the enhancement potential of digital science.

However, certain key questions remain open-ended, for example the adoption of guidelines and joint accuracy standards by the scientific community, the establishment of procedures to validate data, and the creation of operational methods to distinguish between the surveyed data and an interpretative hypothesis. In a context in which many experiments are based on neural networks applied to the study of three-dimensional objects, the issue involving interpretation is now crucially important.

Methodology

The aforementioned study focused on establishing an appropriate methodology given the specific characteristics of the works and objectives of the research. Ad hoc protocols were developed for each phase; this initially involved the acquisition of and then interaction with the digital models. The workflow was designed to ensure a stable level of data reliability since this was a necessary prerequisite to ensure coherence between the digital model and the original [Remondino, El-Hakim 2006; Guidi et al. 2009].

The geometric and chromatic aspects were examined separately, making it possible to adapt the resolution, density and quality of the data to the complexity of the surfaces. This approach permitted full exploitation of the specifics of the different sensors which were often optimised to acquire a single data type and facilitate strict control thanks to specific validation protocols.

As regards the geometry, threshold values were established according to the type, size and objectives of the study; they generated points clouds with grids between 0.1 and 1 mm,

4/ Statua di Eros che incorda l'arco. In alto: frammenti originali della statua e creazione di matrici geometriche per il posizionamento dell'attacco del collo e per la definizione della posizione della testa e delle mani in relazione allo sguardo della figura; in basso: integrazione delle porzioni mancanti per il posizionamento dei frammenti e immagine della statua dopo il restauro.

Statue of Eros stringing his bow. Top: original fragments of the statue and creation of geometric matrixes for the positioning of the neck and definition of the point of attachment of the neck and definition of the

position of the head and hands in relation to the direction of his gaze; below: integration of the missing parts in order to position the fragments and image of the statue after restoration.

compatible with the operational flow. The reference values established for the chromatic component involved the part of the surface covered by each RGB pixel; this procedure was also performed in order to ensure that the colour of the digital copy was faithful to the original [CNR 2025].

Data management is one aspect that is crucial but often neglected during the digitalisation of statues. Simultaneously collecting high resolution geometric and chromatic data involves complex computational issues.

Experience has shown that it is possible to establish reference thresholds in line with the characteristics of the object and the objectives of the study by refraining from using the instruments to their full capacity when it is unnecessary, because this does not compromise the quality of the documentation and its use. These considerations were behind the definition of the specific protocols for each case study. The preliminary choice regarding the level of geometric accuracy and colour density provided a quantitative reference and coherent criteria between the operational stages, prioritising digitally manageable data compared to datasets that were theoretically more complete but difficult to use during the ensuing stages.

This approach led to the establishment of two key principles: the data quantity has to be declared and verified for the entire process; and every digital model must, as far as possible, preserve data quality during the subsequent processing stages as well as minimise simplifications so that the information is always reliable.

Acquisition

Geometric and chromatic data was acquired by integrating different techniques and tools so as to maximise the potential of each sensor in terms of quantity and quality.

Several issues influenced the choice of tools required to perform geometric digitalisation: the survey objective, the size of the object, and its material characteristics. In this case the best suited technology proved to be handheld structured blue or infrared light scanners, either corded or wireless since they are capable of recording points clouds with a



Si è trattato di un caso di restauro virtuale orientato alla divulgazione. Dopo l'acquisizione con maglia di 0,2 mm e texturizzazione fotogrammetrica, la scultura digitale è stata integrata con un naso acquisito mediante scansione 3D su un'altra statua, restituendo l'iconografia originaria. I modelli *low poly* generati sono stati impiegati in un progetto di realtà aumentata per la fruizione museale [Senatore, Porfiri 2024].

Testa di giovane e statua di Hermes acefala (fig. 8) Musei Capitolini, Centrale Montemartini (Roma), inv. AC 10485; S 1128.

Lo studio ha riguardato l'attribuzione di una testa a un busto ritrovati nello stesso scavo. Attraverso una acquisizione con maglia 0,5 mm per l'insieme e 0,2 mm per gli attacchi tra i frammenti sono stati costruiti i riferimenti geometrici che hanno permesso l'individuazione di una maglia di curve in conti-

5/ Statua di Afrodite accovacciata. In alto: modello mesh texturizzato della statua ed elaborato grafico funzionale alla definizione dell'altezza della statua a seguito di analisi; in basso: viste ortogonali della statua con integrazione utilizzata per determinare la dimensione della porzione mancante.

Statue of crouching Venus. Top: textured mesh model of the statue and graphic processing in order to establish the height of the statue after analysis; below: orthogonal views of the statue with integrations used to determine the size of the missing part.



nuità di curvatura con le superfici slegate che ha consentito l'attribuzione coerente dei due frammenti nonché la possibilità di validare il risultato da un punto di vista geometrico [Agnoli, Senatore 2022; Senatore 2023].

Testa di sant'Elena (fig. 9)
Mausoleo di Sant'Elena (Roma), inv. PCAS-82. La scultura è stata oggetto di una sperimentazione per la costruzione di copia tattile in

scala 1:1. La digitalizzazione con maglia pari a 0,2 mm, la stampa 3D e l'utilizzo di tecniche tradizionali hanno portato alla creazione di una copia fedele non solo dal punto di vista geometrico ma anche sensoriale, grazie all'uso di materiali con risposta termica analoga all'originale. La Deviazione Standard tra il modello fisico rispetto al riferimento è risultata pari a 1 mm, validando l'intero processo [Russo *et al.*, 2023; Russo *et al.*, 2024; Senatore 2024b].

pitch of 0.1 mm and an accuracy never more than half the resolution of the sample. The sensor type was chosen on a case-by-case basis considering the response of the materials, accessibility of the surfaces and operational logistics. Special care was taken regarding the pitch of the scan, proportionate to the scale of the object and the fact-finding objectives.

The RGB data acquired by the scanner and digital photographs were used to obtain the chromatic data. By employing SfM techniques, every object could be used to create high resolution maps for texturing. Projecting the photographic data onto the geometry during post-production ensured a better chromatic performance compared to that of the sensors integrated in the scanners. Here again, careful planning went into establishing the objective, scanning distance and number of images; this step was performed before every acquisition campaign, thereby ensuring a photographic density that respected the survey requirements.

The data capturing set was prepared before every scan: rotating bases were used for small objects while special support structures were created for bigger objects. Whenever possible, lighting was carefully controlled using diffuse light and reflective umbrellas in order to optimise the chromatic rendering.

Modelling

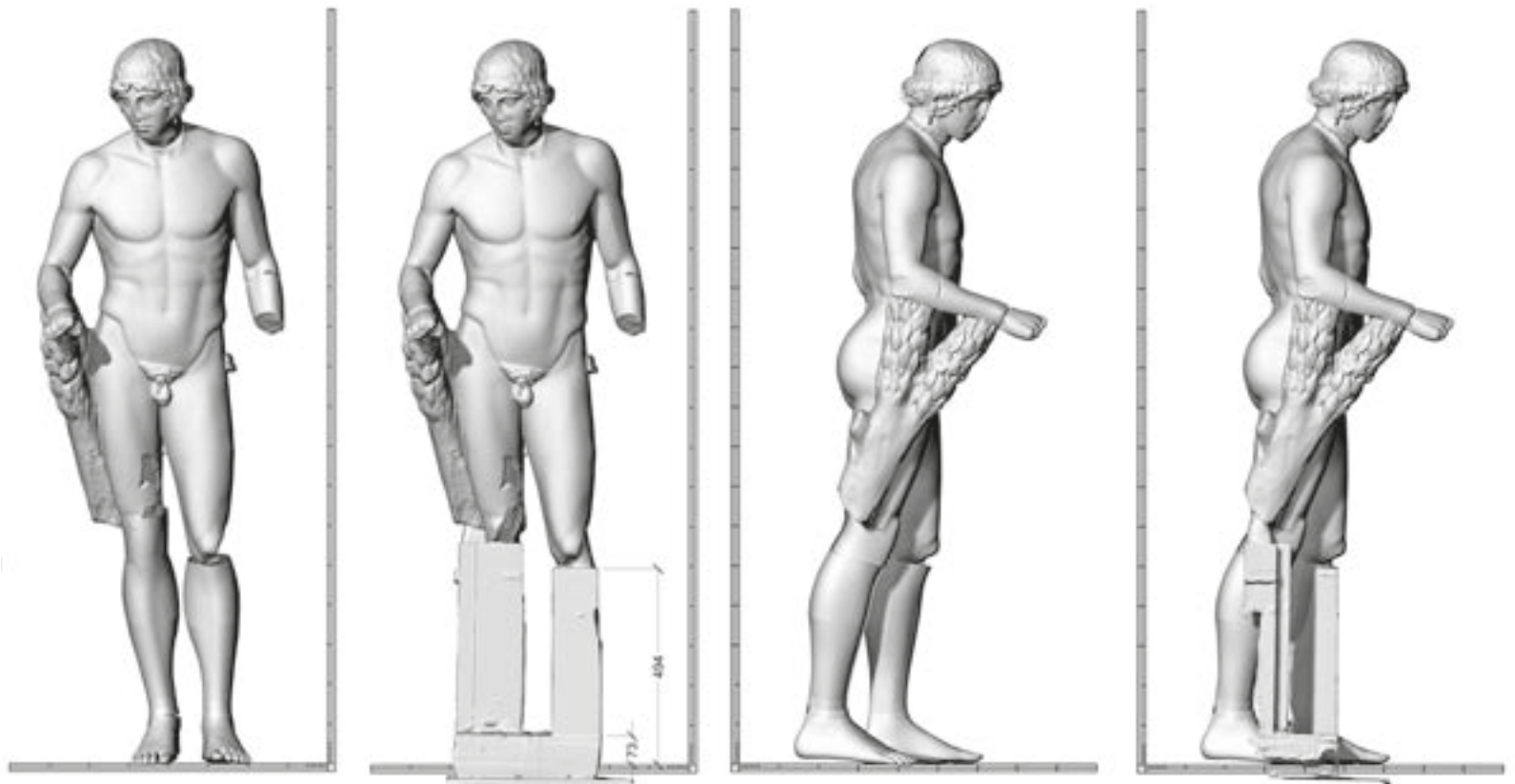
*After acquisition of the geometric and chromatic data, integrated 3D models were generated and developed based on the FAIR principles – Findable, Accessible, Interoperable, Reusable; this step was performed in order to maximise traceability and reuse of the data [Wilkinson *et al.* 2016].*

The points clouds derived from the acquisition were cleaned and superimpositions and noise were removed until a Master Point Cloud was created; the latter is the Gold Standard required for the ensuing phases of validation and acts as a basic reference with which to document the object.

Derived mesh models were then created starting with the Point Cloud; triangulated mesh surfaces were preferred in order to ensure

6/ Statua di Apollo tipo "Omphalos". Da sinistra: ricostruzione delle porzioni mancanti per determinare l'altezza della statua; stato attuale; viste laterali dello stato attuale e dell'integrazione.

Statue of Apollo, 'Omphalos' type. From left: reconstruction of the missing parts in order to establish the height of the statue; current state; side views of the current state and integration.



maximum compatibility with the software; each model was defined in relation to the resolution, in other words the average length of the corners of the mesh (fig. 2).

Should a low-poly model be requested for interactive applications or the web, a workflow was established and dedicated to reducing the Master Point Cloud; it eliminated the redundant data so that it was possible to create a derived mesh model, but also preserve the visual quality of the result thanks to texturing.

Once generated, each mesh was cleaned and incoherent artefacts eliminated. Minor gaps were automatically closed based on the geometry of the surface, while bigger gaps required specific strategies depending on the nature and objectives of the study. No mesh model was simplified or automatically or manually smoothed; if necessary this should be done during post-production.

Texturing was undertaken by applying textures obtained using SfM techniques or colouring based on the data of the acquired Point Cloud;

Statua-ritratto in formam Herculis (fig. 10) Parco Archeologico dell'Appia Antica (Roma), inv. 23.M322-1.1.

Un ulteriore caso significativo è rappresentato da questa statua composta da diversi frammenti ricomposti digitalmente per supportare il restauro. A rimontaggio avvenuto una nuova scansione con maglia pari a 0,5 mm ha permesso la validazione geometrica del montaggio fisico utilizzando strumenti di analisi geometrica direttamente sulle superfici.

La digitalizzazione è stata anche utilizzata come base per la costruzione di un modello *low poly* per la visualizzazione online visibile al link: <<https://sketchfab.com/3d-models/statua-di-personaggio-nelle-vesti-di-ercole-6a3be3f9b25345b4bd614a70453ed058>> [Senatore 2024a].

Busti di Atatürk (fig. 11)

Museo Pietro Canonica (Roma), inv. C.570, C.428, C.328.

Lo studio ha consentito di analizzare tre versioni del medesimo soggetto, realizzate in materiali

e scale differenti. La digitalizzazione con maglia 0,2 mm per tutte le opere e la normalizzazione delle scale hanno permesso un confronto diretto dei dettagli stilistici e delle varianti formali [Colonnese, Carpicci, Senatore 2025].

Conclusioni

La ricerca conferma come l'applicazione alla statuaria delle tecnologie di digitalizzazione rappresenti oggi uno degli ambiti più promettenti per l'innovazione nella conoscenza e nella valorizzazione dei Beni Culturali. L'acquisizione tridimensionale ad alta risoluzione consente non solo di tutelare i manufatti originali, ma anche di analizzarne le caratteristiche formali e materiche con una precisione prima impensabile, offrendo nuove prospettive di studio dal potenziale ancora in gran parte da esplorare. I casi studio presentati dimostrano come l'ambiente digitale non costituisca una semplice replica del reale, ma uno spazio operativo in cui sperimentare ricostruzioni, verifiche, simulazioni e ipotesi di intervento capaci di produrre risultati concreti e verificabili.

7/ Ritratto di Augusto. A sinistra, in alto: stato attuale, in basso: statua integrata e ricostruita mediante scultura digitale. A destra: screenshot dell'applicazione AR dedicata alla statua.

Portrait of Augustus. Left, top: current state, below: statue integrated and reconstructed using the digital statue. Right: screenshot of the AR application dedicated to the statue.

8/ Testa di giovane e statua di Hermes acefala. In alto, da sinistra: stato attuale dei frammenti, manichino di riferimento e rimontaggio dei frammenti. In basso: studio geometrico dell'attacco tra il collo e il busto.

Head of a young man and headless statue of Hermes. Top, from left: current state of the fragments, reference dummy and reassembly of the fragments. Below: geometric study of the point of attachment between the neck and bust.



Il digitale si configura quindi, in particolare nello studio della statuaria, come un laboratorio aperto in cui modellazione, analisi e prototipazione si integrano in un processo di conoscenza circolare tra reale e virtuale. Tuttavia, l'evoluzione di questo ambito richiede un approccio sempre più consapevole e con-

diviso: l'adozione di standard aperti, il rispetto dei principi FAIR e la promozione della collaborazione interdisciplinare rappresentano condizioni imprescindibili per garantire qualità, trasparenza e durabilità dei risultati. La statuaria, tradizionalmente legata alla dimensione materiale, si afferma così come un

the method was chosen in accordance with the objectives, but also any exportation or software compatibility requirements.

Each derived mesh model was validated compared to the Master Point Cloud to ensure geometric coherence; Standard Deviation was used as a parameter to quantitatively ensure reliability (fig. 3).

Post-production and analysis

The derived mesh models were developed according to the specific objectives of each case study, thus demonstrating the effectiveness of the workflow and correctness of the implemented processes.

Post production proved that digital products can increase possible analytical options compared to traditional methods, often limited by the fragility and weight of the artefacts. The combined use of modelling software, digital sculpture and rendering not only enabled new work methods to be developed, but also opened up innovative perspectives for experts operating in this field.

The following are some of the major applications that were developed:

- *geometric analysis behind the choices to reposition the fragments;*
- *construction of geometric and proportional matrixes, also via the use of digital dummies, either in order to complete works with significant gaps or improve their narrative potential;*
- *application of algorithms to analyse digital surfaces in order to assess the quality of the models and the points of attachment between disconnected fragments, thereby making it possible to identify strategies that can be implemented in the physical world during reassembly or integration;*
- *use of digital sculpting techniques to recreate the missing parts;*
- *establishing procedures to produce copies on a 1:1 scale, merging traditional techniques and digital processes.*

Constant discussions and interaction between archaeologists and restorers led to the adoption of solutions that were calibrated to ensure excellent scientific quality and coherent interpretations, albeit within the margins of uncertainty that are inevitable in this kind of intervention.



9/ Testa di sant'Elena. In alto a sinistra: statua originale; in alto a destra: creazione copia mediante stampa 3D e successiva scialbatura. In basso a sinistra: analisi dei campioni per la colatura, verifica della risposta termica del materiale; in basso a destra: costruzione dello stampo e copia tattile.
Head of Saint Helena. Top, left: original; top right: creation of the copy using 3D printing and ensuing whitewashing. Bottom, left: analysis of the samples for the casting; verification of the thermal response of the material; bottom, right: creation of the mould and tactile copy

Case studies

Several case studies performed during the research, together with the objectives, accuracy of the acquisition, and main results, are reported here.

Statue of Eros stringing his bow (fig. 4)
 Museum, Archaeological Park, Ostia Antica, inv. 139.

The objective involved repositioning the fragments in order to recreate his posture and the direction of his gaze. The scansion with a 0.5 mm mesh for the bigger fragments and 0.2 mm for the points of attachment made it possible to create reliable geometric matrixes that ensured control during assembly. In addition, the use of digital dummies for the missing parts led to a coherent recomposition and improved readability [Senatore 2023].

Statue of crouching Venus (fig. 5)
 Museum, Archaeological Park, Ostia Antica inv. 123.

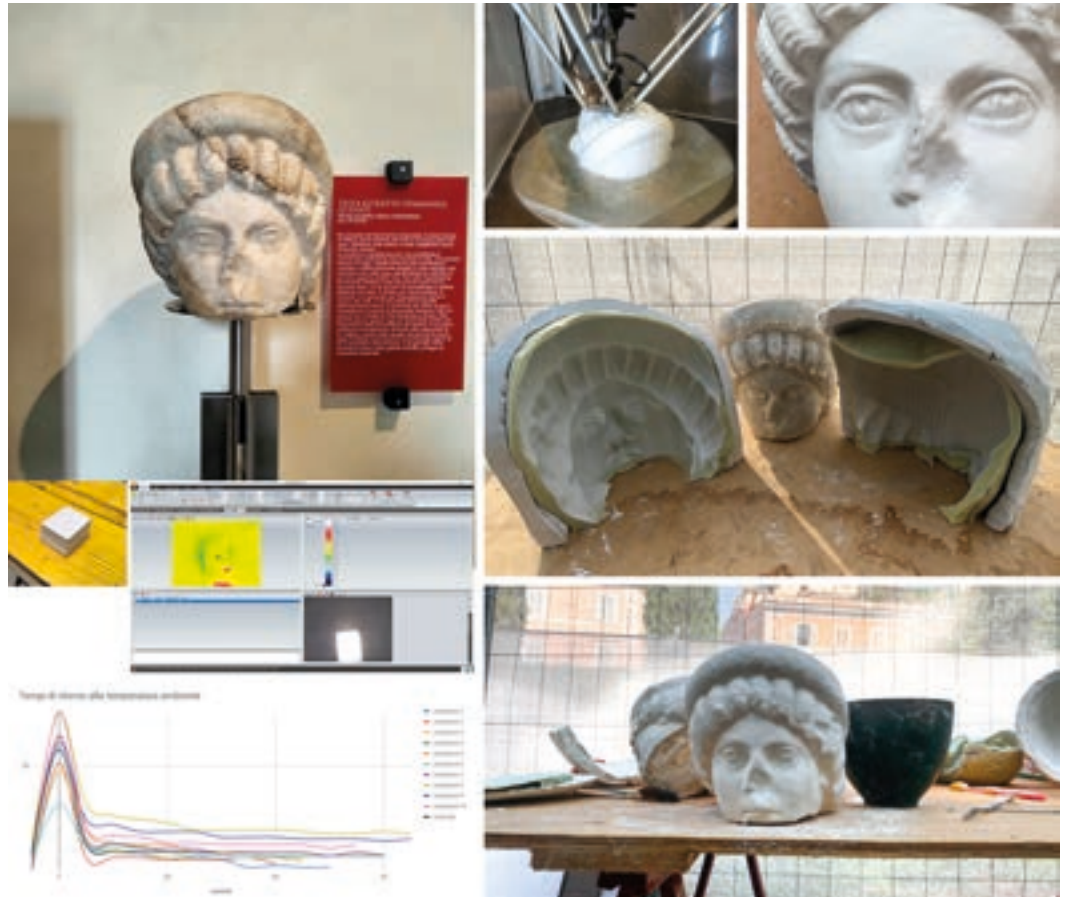
The objective of the study was to estimate the distance between the body and the base since the feet and original point of support are missing. The result was obtained by scanning the original using a 0.2 mm mesh for the original and a 0.5 mm mesh for a human body placed in the same position as the statue. A plausible overall height of the statue was identified by proportionally integrating the parts.

Statue of Apollo, 'Omphalos' type (fig. 6)
 Museum, Archaeological Park, Ostia Antica inv. 117.

The work was scanned using 0.5 mm mesh and then compared with a proportioned digital dummy; this made it possible to integrate the missing parts and establish the correct height of the bust.

Portrait of Augustus (fig. 7)
 Museum, Archaeological Park, Ostia Antica inv. 18.

This virtual restoration project focused on dissemination. After acquisition using a 0.2 mm mesh and photogrammetric texturing, a nose created using the 3D scansion of another statue was added to the digital statue, thus restoring the original iconography. The low poly models



terreno d'avanguardia nella definizione di un nuovo paradigma digitale della ricerca storico-critica, in cui accuratezza scientifica e apertura dei dati si fondono in una prospettiva di conoscenza sostenibile e partecipata, a beneficio di quel vasto Patrimonio che costituisce uno dei massimi tesori del nostro Paese.

Ringraziamenti

Lo studio qui presentato non sarebbe stato possibile senza il prezioso contributo dei soprintendenti, direttori, funzionari, curatori ed esperti che non solo hanno condiviso i loro capolavori ma sono intervenuti criticamente durante le diverse fasi delle attività mettendo a servizio della ricerca la propria professionalità e competenza. Si ringraziano: per il Parco Archeologico di Ostia Antica, il direttore Alessandro D'Alessio, la responsabile dei depositi e referente scientifico del Museo ostiense Cristina Genovese e la funzionaria restauratrice Antonella Doccì; per la Soprintendenza Capitolina, il soprintendente Claudio Parisi Presicce e le funzionarie Nadia

Agnoli (Centrale Montemartini) e Carla Scicchitano (Museo Pietro Canonica); per il Museo dell'Appia Antica, il direttore Simone Quilici e la funzionaria Lorenza Campanella; per la Soprintendenza Speciale Archeologia Belle Arti e Paesaggio di Roma, la soprintendente Daniela Porro e il funzionario Rocco Bochicchio (Mausoleo di Sant'Elena); per la Pontificia Commissione di Archeologia Sacra, Raffaella Giuliani. Si ringraziano inoltre i restauratori Sergio Salvati e Luigi Loi, che con il loro contributo critico e operativo hanno permesso di realizzare nel mondo reale quanto ipotizzato nel mondo digitale nonché tutti gli studiosi che hanno condiviso con il sottoscritto lo studio dei singoli casi.

1. Il Codice limita azioni dirette sulle opere e sui loro derivati (copie, calchi, etc.) che a loro volta sono stati sottoposti a tutela. Tra le attività tradizionali non consentite vi è la costruzione di copie mediante calchi. Questa operazione viene realizzata con la tecnica delle gomme silconiche che richiede la stesura di silicone liquido direttamente sull'opera ed è necessaria per la costruzione di calchi che possono essere utilizzati, successivamente all'asciugatura, per la realizzazione di copie fedeli degli originali con accuratezze considerevoli.

10/ Statua-ritratto in formam Herculis. A sinistra: digitalizzazione della statua. A destra, in alto: analisi dei punti di contatto tra i frammenti; a destra, in basso: modello low poly all'interno della piattaforma online Sketchfab.com.

Statue-portrait in formam Herculis. Left: digitalisation of the statue. Right, top: analysis of the points of contact between the fragments; right, below: low poly model on the online platform Sketchfab.com.



11/ Busti di Atatürk. In alto: statue nelle dimensioni originali; in basso statue alla medesima scala.

Bust of Atatürk. Top: statues, original size; below, statues on the same scale.

were used in an augmented reality project for fruition in museums [Senatore, Porfiri 2024].

Head of a young man and headless statue of Hermes (fig. 8)

Capitoline Museums, Centrale Montemartini (Rome) inv. AC 10485, S 1128.

The study focused on identifying a head and bust found during the same excavation. Geometric references were established thanks to an acquisition that used a 0.5 mm mesh for the overall artefact and a 0.2 mm mesh for the points of attachment between the fragments; the references made it possible to identify a mesh of curves in a continuous curvature with the unrelated surfaces, thus allowing coherent identification of the two fragments and geometric validation of the result [Agnoli, Senatore 2022; Senatore 2023].

Head of St. Helena (fig. 9)

Mausoleum of St. Helena (Rome) inv. PCAS-82.

The statue was used to experimentally create a tactile copy on a 1:1 scale. An exact replica was created through digitalisation with a 0.2 mm mesh, 3D printing, and traditional techniques; the replica was accurate not only geometrically, but also sensorially thanks to the use of materials with a thermal response similar to the original. Standard Deviation between the physical model and the reference model was equal to 1 mm, thus validating the whole process [Russo et al., 2023; Russo et al., 2024; Senatore 2024b].

Statue-portrait in formam Herculis (fig. 10)
Archaeological Park, Appia Antica (Rome) inv. 23.M322-1.1.

Another important case study involved this statue made up of several fragments that were digitally reassembled to assist restoration. A new scan with a 0.5 mm mesh was performed after reassembly: this made it possible to geometrically validate the physical assembly by using geometric analysis tools directly on the surfaces. Digitalisation was also used as a basis for the creation of a low poly model that can be visualised online at the following link: <<https://sketchfab.com/3d-models/statua-di-personaggio-nelle-vesti-di-ercole-6a3be3f9b25345b4bd614a70453ed058>> [Senatore 2024a].

Busts of Atatürk (fig. 11)

Museo Pietro Canonica (Rome), inv. C.570, C.428, C.328.

The study analysed three versions of the same figure, made of different materials and on different scales. Digitalisation with a 0.2 mm mesh for all the figures and the normalisation of the scales made it possible to directly compare their stylistic details and formal variants [Colonnese, Carpiceci, Senatore 2025].

Conclusions

The research confirms that digitalisation technologies applied to statues is currently one of the most promising fields in which we can innovate our knowledge and enhancement of Cultural Heritage. High resolution three-dimensional acquisition allows us to not only protect original artefacts, but also analyse their formal and material characteristics more accurately than ever before, paving the way for new study opportunities regarding any residual unexplored potential. The case studies presented here prove that the digital environment is not just a simple replica of reality, but an operational space in which to experiment with reconstruction, verification,

simulation and hypothetical interventions that can produce tangible, verifiable results.

The digital medium acts as an open laboratory, especially when it comes to statues; modelling, analysis and prototyping merge into a process of circular knowledge between reality and the virtual. However, in order for this field to evolve we need to adopt an increasingly shared and mindful approach: the key conditions to ensure quality, transparency and long-lasting results involve the use of open standards, respect for the FAIR principles, and the promotion of interdisciplinary collaboration.

Since statues are traditionally material in nature, they are the perfect avant-garde terrain we can use to establish a new digital paradigm in historical-critical research; this is a field in which scientific accuracy and open data merge to generate participated, sustainable knowledge that will benefit and produce advantages for the vast Heritage that is one of Italy's finest treasures.

Translation by Erika Young

Acknowledgements

The study presented in this contribution would not have been possible without the invaluable contribution of the superintendencies, directors, officials, curators

and experts who not only shared their masterpieces, but also critically inputted their professional expertise and competence during the study.

My thanks go to the Archaeological Park in Ostia Antica and its director Alessandro D'Alessio; to the manager of warehouses and scientific contact person of the Ostiense Museum, Cristina Genovese, as well as the official and restorer Antonella Docci; to the Capitoline Superintendency and its superintendent Claudio Parisi Presicce and officials Nadia Agnoli (Centrale Montemartini) and Carla Scicchitano (Museo Pietro Canonica); to the Appia Antica Museum, director Simone Quilici, and the official Lorenza Campanella; to the Special Superintendency Archaeology Fine Arts and Landscape of Rome, superintendent Daniela Porro, and official Rocco Bochicchio (Mausoleum of St. Helena); to Raffaella Giuliani, member of the Pontifical Commission of Sacred Archaeology.

I would also like to thank the restorers Sergio Salvati and Luigi Loi for their critique and operational input that made it possible to create, in the real world, what we theorised in the digital world.

Finally my thanks are also due to all the scholars who joined with me to study each single artefact.

I. The Code restricts direct actions on the works and their derivatives (copies, casts, etc.) which have in turn been protected. The creation of copies using casts is one of the traditional activities that has been prohibited. This operation was performed using the silicon rubber technique that involves covering the artefact with liquid silicon; this operation is necessary to create casts which, after being dried, can later be used to generate replicas that are very similar to the original.

References

- Agnoli, Senatore 2022 = Nadia Agnoli, Luca J. Senatore. Memorie dall'Esquilino: Due statue ricomposte dagli Horti Lamiani. *Bullettino della Commissione Archeologica Comunale di Roma*, 123, 2022, pp. 193-208. <<https://doi.org/10.48255/0392-7636.BCAR.CXXIII.2022.14>>.
- Altuntaş 2021 = Ceren Altuntaş. Triangulation and time-of-flight based 3D digitisation techniques of cultural heritage structures. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIII-B2, 2021, pp. 825-830. <<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2021-825-2021>>.
- Benkler 2006 = Yochai Benkler. *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*. New Haven-London: Yale University Press, 2006. <<http://www.jstor.org/stable/j.ctt1njknw>>.
- Bernholz, Landemore, Reich. 2021 = Lucy Bernholz, Hélène Landemore, Rob Reich. *Digital technology and democratic theory*. Chicago: University of Chicago Press, 2021.
- Bianchini 2007 = Carlo Bianchini. Laser scanning X. In Mario Docci. *Metodi e tecniche integrate di rilevamento per la realizzazione di modelli virtuali dell'architettura della città*. Roma: Gangemi Editore 2007, pp. 24-31.
- Bianchini 2013 = Carlo Bianchini. *La documentazione dei teatri antichi del Mediterraneo. Le attività del progetto Athena a Mérida*. Roma: Gangemi Editore, 2013.
- Colonnese, Carpiceci, Senatore 2025 = Fabio Colonnese, Marco Carpiceci, Luca J. Senatore. La digitalizzazione dei Beni Culturali. I modelli per Mustafa Kemal Atatürk al Museo Pietro Canonica di Roma. In Luca Orlandi, Silvia Pedone (a cura di). *Pietro Canonica e Mustafa Kemal Atatürk*. Istituto Italiano di Cultura di Istanbul, 2025, pp. 253-263.
- Ciammaichella, Liva 2021 = Massimiliano Ciammaichella, Gabriella Liva. Machines for thinking and bodies to preserve. Exhibition proposal for the Venice National Archaeological Museum. *SCIRES-IT - SCIENTIFIC RESEARCH AND INFORMATION TECHNOLOGY*, 11(1), 2021, pp. 81-96. <<https://doi.org/10.2423/i22394303v11n1p81>>.
- Ciammaichella, Liva 2022 = Massimiliano Ciammaichella, Gabriella Liva. Mutant Bodies: Statue digitization and exhibition at the National Archaeological Museum of Venice. In Chiara Bartolomei, Alfonso Ippolito, Simone H. T. Vizioli (a cura di). *Digital Modernism Heritage Lexicon*. Cham: Springer, 2022, pp. 425-443. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-76239-1_19>.
- CNR 2025 = Consiglio Nazionale delle Ricerche. *Linee guida per la digitalizzazione 3D - Beni storico-artistici e museali*. 2025. <<https://partecipa.gov.it/processes/Linee-Guida-Digitalizzazione-3D>>.

-
- Codice dei beni culturali 2004 = *Codice dei beni culturali e del paesaggio*. Decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42. <<https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2004-01-22;42>>.
 - Fantini 2011 = Filippo Fantini. La modellazione in Displaced sub-D: Modelli a dettaglio variabile da scansione laser. In Giorgio Verdiani (a cura di). *Il ritorno all'immagine: nuove procedure image based per il Cultural Heritage*. Raleigh: Lulu.com, 2011, pp. 37-72.
 - Guidi, Russo, Angheluddu 2014 = Gabriele Guidi, Michele Russo, Davide Angheluddu. 3D survey and virtual reconstruction of archaeological sites. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 1(2), 2014, pp. 55-69. <<https://doi.org/10.1016/j.daach.2014.01.001>>.
 - Guidi *et al.* 2009 = Gabriele Guidi, Fabio Remondino, Michele Russo, Fabio Menna, Sebastiano Ercoli, Alessandro Rizzi. A multi-resolution methodology for the 3D modeling of large and complex archaeological areas. *International Journal of Architectural Computing*, 7(1), 2009, pp. 39-55. <<https://doi.org/10.1260/147807709788549439>>.
 - Levoy 2001 = Marc A. Levoy. The Digital Michelangelo Project. *Computer Graphics Forum*, 18(3), 2001, pp. 1-15. <<https://doi.org/10.1111/1467-8659.00319>>.
 - Levoy *et al.* 2000 = Marc A. Levoy, Kari Pulli, Brian Curless, Szymon Rusinkiewicz, David Koller, Lucas Pereira, Matt Ginzton, Sean Anderson, James Davis, Jeremy Ginsberg, Jonathan Shade, Duane Fulk. The Digital Michelangelo Project: 3D scanning of large statues. In *Proceedings of SIGGRAPH 2000*. New York: ACM, 2000, pp. 131-144. <<https://doi.org/10.1145/344779.344849>>.
 - Ma 2020 = Luyue Ma. Rethinking democratizing potential of digital technology: A review of technology and communication studies. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 18(3), 2020, pp. 355-372. <<https://doi.org/10.1108/JICES-02-2019-0022>>.
 - Marraffa, Fatta 2021 = Andrea Marraffa, Francesca Fatta. The digital anastylosis and the semantic segmentation: The case of the Magna Graecia masks in the Mediterranean area. *Disegnarecon*, 14(26), 2021, pp. 12.1-12.16. <<https://doi.org/10.20365/disegnarecon.26.2021.12>>.
 - Metin, Rognoni 2024 = Alper Metin, Francesca Rognoni. Storia dell'architettura e digital humanities per la conoscenza e la conservazione del patrimonio costruito: Un'esperienza italiana. *magazén*, 5(1), 2024, pp. 1-28. <<https://doi.org/10.30687/mag/2724-3923/2024/01/001>>.
 - MiC 2022 = Ministero della Cultura. *Piano nazionale di digitalizzazione del patrimonio culturale*. 2022. <<https://docs.italia.it/italia/icdp/icdp-pnd-docs/it/v1.0-giugno-2022/index.html>>.
 - MuVi Appia 2024 = *Il Museo Virtuale del Parco Archeologico dell'Appia Antica*. 2024. <<https://muviappia.it/>>.
 - Open Data Ercolano = *Portale Open Data Ercolano*. <<https://opendata-ercolano.cultura.gov.it/>>.
 - Remondino 2011 = Fabio Remondino. Heritage recording and 3D modeling with photogrammetry and 3D scanning. *Remote Sensing*, 3(6), 2011, pp. 1104-1138. <<https://doi.org/10.3390/rs3061104>>.
 - Remondino, Campana 2014 = Fabio Remondino, Stefano Campana. *3D recording and modelling in archaeology and cultural heritage - theory and best practices*. Oxford: BAR International Series / Whittles Publishing, 2014, n. 2598. <<https://doi.org/10.30861/9781407312309>>.
 - Remondino, El-Hakim 2006 = Fabio Remondino, Sabry El-Hakim. Image-based 3D modelling: A review. *The Photogrammetric Record*, 21(115), 2006, pp. 269-291. <<https://doi.org/10.1111/j.1477-9730.2006.00383.x>>.
 - Russo *et al.* 2023 = Michele Russo, Luca J. Senatore, Raffaella Giuliani, Rocco Bochicchio. Phygital sculptures for archaeological dissemination: The head of Sant'Elena. In *Atti del Convegno IMEKO Metroarcho: Metrology for Archaeology and Cultural Heritage 2023*. Roma, 19-20 ottobre 2023, pp. 19-20. <<https://doi.org/10.21014/tc4-ARC-2023.098>>.
 - Russo *et al.* 2024 = Michele Russo, Luca J. Senatore, Raffaele Giuliani, Roberto Bochicchio. Sculptures for a tactile fruition: The head of Sant'Elena. *ACTA IMEKO*, 13, 2024, pp. 1-5. <<https://doi.org/10.21014/actaimeko.v13i3.1816>>.
 - Senatore 2023 = Luca J. Senatore. Il rilievo e la modellazione per il restauro della statuaria antica. In *3D Modeling BIM 2023*, 2023, pp. 198-213.
 - Senatore 2024a = Luca J. Senatore. Il rilievo e la modellazione per la conoscenza, il restauro e la valorizzazione della statuaria antica: Il caso della statua-ritratto in formam Herculis. *Bollettino di Archeologia Online*, XV(1), 2024, pp. 87-96. <https://doi.org/10.60978/BAO_XV_01_05>.
 - Senatore 2024b = Luca J. Senatore. The construction of multisensory models of ancient statuary, between innovation and tradition. *disegno*, 14, 2024, pp. 149-158. <<https://doi.org/10.26375/disegno.14.2024.14>>.
 - Senatore, Porfiri 2024 = Luca J. Senatore, Francesco Porfiri. AR for virtual restoration. In Alessandro Giordano, Michele Russo, Riccardo Spallone (a cura di). *Beyond digital representation*. Cham: Springer, 2024, pp. 159-170. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-36155-5_12>.
 - Senatore, Wielich 2022 = Luca J. Senatore, Beata Wielich. Modelli tattili per la conoscenza: "Eros che incorda l'arco" al Parco Archeologico di Ostia Antica. In Cristina Cándito, Antonella Meloni (a cura di). *DAI: Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione*. Roma: Publica Edizioni, 2022, pp. 716-729.
 - Stylianidis, Remondino 2017 = Efstratios Stylianidis, Fabio Remondino (eds.). *3D recording, documentation and management of cultural heritage*. Oxford: Whittles Publishing, 2017. <<https://doi.org/10.1007/s41636-017-0055-x>>.
 - Trizio, Demetrescu, Ferdani 2023 = Ilaria Trizio, Emanuel Demetrescu, Daniele Ferdani (eds.). *Digital restoration and virtual reconstructions: Case studies and compared experiences for cultural heritage*. Cham: Springer, 2023. <<https://doi.org/10.1007/978-3-031-15321-1>>.
 - Wilkinson *et al.* 2016 = Mark D. Wilkinson, Michel Dumontier, IJsbrand Jan Aalbersberg, Gabrielle Appleton, Myles Axton, Arie Baak, Niklas Blomberg, Jan-Willem Boiten, Luiz Bonino da Silva Santos, Philip E. Bourne, Jildau Bouwman, Anthony J. Brookes, Tim Clark, Mercè Crosas, Ingrid Dillo, Olivier Dumon, Scott Edmunds, Chris T. Evelo, Richard Finkers, Alejandra Gonzalez-Beltran, Alasdair J.G. Gray, Paul Groth, Carole Goble, Jeffrey S. Grethe, Jaap Heringa, Peter A.C 't Hoen, Rob Hoof, Tobias Kuhn, Ruben Kok, Joost Kok, Scott J. Lusher, Maryann E. Martone, Albert Mons, Abel L. Packer, Bengt Persson, Philippe Rocca-Serra, Marco Roos, Rene van Schaik, Susanna-Assunta Sansone, Erik Schultes, Thierry Sengstag, Ted Slater, George Strawn, Morris A. Swertz, Mark Thompson, Johan van der Lei, Erik van Mulligen, Jan Velterop, Andra Waagmeester, Peter Wittenburg, Katherine Wolstencroft, Jun Zhao, Barend Mons. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Sci Data*, 3, 160018, 2016. <<https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>>.
 - Zriba 2019 = Hassen Zriba. The Role of Digital Humanities in the Democratization of Knowledge. *Journal of Humanities and Social Sciences Studies*, 1(4), 2019, pp. 82-92. <<https://al-kindipublisher.com/index.php/jhsss/article/view/177>>.

La rivista è inclusa nella Web of Science Core Collection (Clarivate Analytics), dove è indicizzata nell'Arts & Humanities Citation Index e nel database di Scopus dove sono presenti gli abstract dei contributi.

La selezione degli articoli per *Disegnare. Idee Immagini* prevede la procedura di revisione e valutazione da parte di un comitato di referee (*blind peer review*); ogni contributo viene sottoposto all'attenzione di almeno due revisori, scelti in base alle loro specifiche competenze. I nomi dei revisori sono resi noti ogni anno nel numero di dicembre.

The journal has been selected for coverage in the Web of Science Core Collection (Clarivate Analytics); it is indexed in the Arts & Humanities Citation Index and abstracted in the Scopus database.

The articles published in Disegnare. Idee Immagini are examined and assessed by a blind peer review; each article is examined by at least two referees, chosen according to their specific field of competence. The names of the referees are published every year in the December issue of the journal.

Per l'anno 2025 la procedura di lettura e valutazione è stata affidata ai seguenti referee: *The 2025 examination and assessment of the articles was carried out by the following referees:*

Marcello Balzani, *Ferrara, Italia*
 Maria Teresa Bartoli, *Firenze, Italia*
 Stefano Brusaporci, *L'Aquila, Italia*
 Marco Giorgio Bevilacqua, *Pisa, Italia*
 Enrica Bistagnino, *Genova, Italia*
 Cristina Cándito, *Genova, Italia*
 Marco Carpicci, *Roma, Italia*
 Pilar Chias, *Alcalá, Spagna*
 Maria Grazia Cianci, *Roma, Italia*
 Mario Centofanti, *L'Aquila, Italia*
 Tommaso Empler, *Roma, Italia*
 Filippo Fantini, *Bologna, Italia*
 Laura Farroni, *Roma, Italia*
 Fausta Fiorillo, *Milano, Italia*
 Arturo Gallozzi, *Cassino, Italia*
 Fabrizio Gay, *Venezia, Italia*
 Andrea Giordano, *Padova, Italia*
 Ruggero Lenci, *Roma, Italia*
 Daniele Mezzino, *Roma, Italia*
 Caterina Morganti, *Roma, Italia*
 Anna Osello, *Torino, Italia*
 Giulia Pettoello, *Roma, Italia*
 Michele Russo, *Roma, Italia*
 Alberto Sdegno, *Udine, Italia*
 Roberta Spallone, *Torino, Italia*
 Giorgio Testa, *Roma, Italia*
 Graziano Mario Valenti, *Roma, Italia*

Gli autori di questo numero *Authors published in this issue*

Laura Baruzzi
 Ministero della cultura, Villa Adriana e Villa d'Este
 piazza Trento, 5
 00019 Tivoli, Italia
 laura.baruzzi@cultura.gov.it

Davide Bertolini
 Ministero della cultura, Villa Adriana e Villa d'Este
 piazza Trento, 5
 00019 Tivoli, Italia
 davide.bertolini@cultura.gov.it

Lorenzo Ceccotti
 via Ostiense, 353
 00146 Roma, Italia
 www.lrnz.it
 lrnz@lrnz.it

Pablo Cendón-Segovia
 Departamento de Urbanismo y Representación
 de la Arquitectura
 Universidad de Valladolid
 avenida Salamanca, 18
 47014, Valladolid, España
 pablo.cendon@uva.es

Luca Cipriani
 Dipartimento di Architettura
 Alma Mater Studiorum - Università di Bologna
 viale del Risorgimento, 2
 40136 Bologna, Italia
 luca.cipriani@unibo.it

Salvatore Damiano
 Dipartimento di Architettura
 Università degli Studi di Palermo
 viale delle Scienze, edificio 14
 90128 Palermo, Italia
 salvatore.damiano01@unipa.it

Filippo Fantini
 Dipartimento di Architettura
 Alma Mater Studiorum - Università di Bologna
 viale del Risorgimento, 2
 40136 Bologna, Italia
 filippo.fantini2@unibo.it

Noelia Galván Desvaux
 Departamento de Urbanismo y Representación
 de la Arquitectura
 Universidad de Valladolid
 avenida Salamanca, 18
 47014, Valladolid, España
 noelia.galvan@uva.es

Francesco Guidi
 Dipartimento di Lettere e Filosofia
 Università degli Studi di Roma Tor Vergata
 via Columbia, 1
 00133 Roma, Italia
 francesco.guidi94@icloud.com

Tommaso Magnifico
 via Napoleone III, 53
 00185 Roma, Italia
 magnificotommaso@alice.it

Alessandro Merlo
 Dipartimento di Architettura
 Università degli Studi di Firenze
 via della Mattonaia, 8
 50122 Firenze, Italia
 alessandro.merlo@unifi.it

Álvaro Moral García
 Departamento de Urbanismo y Representación
 de la Arquitectura
 Universidad de Valladolid
 avenida Salamanca, 18
 47014, Valladolid, España
 alvaro.moral@uva.es

Carmelo Occhipinti
 Dipartimento di Scienze dei Beni Culturali,
 Musica e Spettacolo
 Università degli Studi di Roma Tor Vergata
 via Columbia, 1
 00133 Roma, Italia
 cchcm100@gmail.com

Sandro Parrinello
 Dipartimento di Architettura
 Università degli Studi di Firenze
 via della Mattonaia, 8
 50121 Firenze, Italia
 sandro.parrinello@unifi.it

Giulia Porcheddu
 Dipartimento di Architettura
 Università degli Studi di Firenze
 via della Mattonaia, 8
 50121 Firenze, Italia
 giulia.porcheddu@unifi.it

Antonio Schiavo
 Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro
 dell'Architettura
 Sapienza Università di Roma
 piazza Borghese, 9
 00186 Roma, Italia
 antonio.schiavo@uniroma1.it

Luca J. Senatore
 Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro
 dell'Architettura
 Sapienza Università di Roma
 piazza Borghese, 9
 00186 Roma, Italia
 luca.senatore@uniroma1.it

María Belén Trivi
 Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro
 dell'Architettura
 Sapienza Università di Roma
 piazza Borghese, 9
 00186 Roma, Italia
 mariabelen.trivi@uniroma1.it

Lorenzo Ceccotti
Sei modi in cui uso il disegno
Six ways I use drawing

Luca J. Senatore
Digitalizzazione, modellazione e analisi
della statuaria antica. Casi studio romani
*Digitalisation, modelling and analysis
of ancient statues. Roman case studies*

Alessandro Merlo
La riconfigurazione digitale
delle "Terre del Ghiberti". Due casi studio:
i castelli di Altomena e Ristonchi
*The digital reconfiguration
of 'The lands of Ghiberti'. Two case studies:
the castles of Altomena and Ristonchi*

Carmelo Occhipinti, Francesco Guidi, Laura Baruzzi,
Davide Bertolini, Luca Cipriani, Filippo Fantini
Strumenti e metodi di indagine
per la ricostruzione 3D di ambienti scomparsi:
l'appartamento e il "Quarto Camerino"
del cardinale Ippolito II a Villa d'Este
*Approaches and analytical methods
for the 3D reconstruction of lost interiors:
the apartment and the 'Quarto Camerino'
of cardinal Ippolito II at Villa d'Este*

Antonio Schiavo, Salvatore Damiano,
Tommaso Magnifico
Valori del chiaroscuro nell'immagine architettonica.
Luigi Moretti e la palazzina Astrea
*Values of chiaroscuro in the architectural image.
Luigi Moretti and the palazzina Astrea*

Pablo Cendón-Segovia, Noelia Galván Desvaux,
Alvaro Moral García
Richard Neutra. Il viaggio in estremo Oriente
Richard Neutra. The journey to the Far East

Sandro Parrinello, Giulia Porcheddu
Ricompone il mosaico della memoria.
Strategie di rappresentazione per il Cimitero
degli Inglesi a Firenze
*Reassembling the mosaic of memory. Representation
strategies for the English Cemetery in Florence*

María Belén Trivi
Dal tratto al codice: il disegno architettonico
come dato per l'Intelligenza Artificiale
*From Line to Code: Architectural Drawing
as Data for Artificial Intelligence*



WORLDWIDE DISTRIBUTION
AND DIGITAL VERSION
EBOOK
AMAZON, APPLE, ANDROID
WWW.GANGEMEDITORE.IT

