POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Digitisation, 3D modelling and digital fabrication: an accessibility project for MAO in Turin

Original
Digitisation, 3D modelling and digital fabrication: an accessibility project for MAO in Turin / Spallone, R., Vitali, M., Quadrio, D., Vigo, L., Landi, M., Ronco, F., Bertola, G., Natta, F., Pupi, E.. - ELETTRONICO. - 2:(2023), pp. 596-615. (DAI - Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione Udine 30-11-2023/2-12-2023).

Availability:
This version is available at: 11583/2984310 since: 2023-12-05T15:47:01Z

Publisher:
Publica

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

18 November 2026

PVBLICA

DAI

Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione

A cura di Alberto Sdegno e Veronica Riavis

ISBN 9788899586355

PVBLICA

COMITATO SCIENTIFICO

Marcello Balbo
Dino Borri
Paolo Ceccarelli
Enrico Cicalò
Enrico Corti
Nicola Di Battista
Carolina Di Biase
Michele Di Sivo
Domenico D'Orsogna
Maria Linda Falcidieno
Francesca Fatta
Paolo Giandebiaggi
Elisabetta Gola
Riccardo Gulli
Emiliano Ilardi
Francesco Indovina
Elena Ippoliti
Giuseppe Las Casas
Mario Losasso
Giovanni Maciocco
Vincenzo Melluso
Benedetto Meloni
Domenico Moccia
Giulio Mondini
Renato Morganti
Stefano Moroni
Stefano Musso
Zaida Muxi
Oriol Nel.lo
João Nunes
Gian Giacomo Ortu
Rossella Salerno
Enzo Scandurra
Silvano Tagliagambe

Tutti i testi di PUBLICA sono sottoposti a double peer review

DAI - Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione

COMITATO ORGANIZZATORE

Alberto Sdegno
(coordinamento scientifico e organizzativo)
Veronica Riavis

COMITATO PROMOTORE

Marco Giorgio Bevilacqua
Cristina Càndito
Enrico Cicalò
Tommaso Empler
Alberto Sdegno

COMITATO SCIENTIFICO

Giuseppe Amoruso
Francesco Bergamo
Marco Giorgio Bevilacqua
Fabio Bianconi
Giorgio Buratti
Pedro Manuel Cabezos-Bernal
Christina Conti
Antonio Calandriello
Adriana Caldarone
Antonio Camurri
Cristina Càndito
Enrico Cicalò
Agostino De Rosa
Tommaso Empler
Sonia Estévez-Martín
Maria Linda Falcidieno
Marco Filippucci
Alexandra Fusinetti
Andrea Giordano
Per-Olof Hedvall
Alessandro Meloni
Alessandra Pagliano
Ivana Passamani
Leopoldo Repola
Veronica Riavis
Michela Rossi
Giuseppina Scavuzzo
Roberta Spallone
Alberto Sdegno
Valeria Tatano
Paula Trigueiros
Michele Valentino
Ornella Zerlegna

PATROCINI

- UID - Unione Italiana per il Disegno
- UNIUD - Università degli Studi di Udine
- CUG UNIUD - Comitato Unico di Garanzia per le pari opportunità, la valorizzazione del benessere di chi lavora e contro le discriminazioni dell'Università degli Studi di Udine
- CISM - Centro Internazionale di Scienze Meccaniche
- CRAD FVG - Consulta Regionale delle Associazioni delle Persone con Disabilità e delle loro Famiglie del FVG - odv
- CRIBA - Centro Regionale di Informazione sulle Barriere Architettoniche Friuli Venezia Giulia
- Confindustria Udine

Il Convegno è stato organizzato nell'ambito dell'Ecosistema dell'Innovazione iNEST (Interconnected Nord-Est Innovation Ecosystem) in parte finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU (PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA PNRR – MISSIONE 4 COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 1.5 D.D. 1058 23/06/2022, ECS00000043).
I punti di vista e le opinioni espresse sono tuttavia solo quelli degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione Europea o della Commissione Europea. Né l'Unione Europea né la Commissione Europea possono essere ritenute responsabili per essi.

L'evento è stato anche in parte finanziato dall'Università degli Studi di Udine all'interno delle iniziative a supporto del Piano Strategico di Ateneo 2022-2025, nell'ambito del Progetto Interdipartimentale ESPeRT.

IMPAGINAZIONE

Marco Giorgio Bevilacqua
Piergiuseppe Rechichi
Veronica Riavis

SITO DEL CONVEGNO

www.disegnodai.eu
Alexandra Fusinetti
Veronica Riavis

PVBLICA

DAI Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione

A cura di Alberto Sdegno e Veronica Riavis

ISBN 9788899586355

Alberto Sdegno, Veronica Riavis (a cura di)
Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione.
Atti del II convegno DAI, Udine 1-2 dicembre 2023
© PUBLICA, Alghero, 2023
ISBN 9788899586355
Pubblicazione Dicembre 2023

PUBLICA
Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica
Università degli Studi di Sassari
WWW.PUBLICAPRESS.IT



Sommario

II **Presentazione**
Francesca Fatta

VI **Esperienze in ambito museale e interdisciplinarità: con il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione**
Alberto Sdegno, Veronica Riavis

XVI **I ciechi e la pittura**
Aldo Grassini

XXX **Progettare nuove realtà espositive o innovare realtà già esistenti: le soluzioni accessibili adottate dai Civici Musei di Udine**
Paola Visentini

FOCUS 1
Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione spaziale

4 **Il progetto emancipante: il disegno come strumento di *self-empowerment***
Giuseppina Scavuzzo, Patrizia Cannas

18 **Accessibility and conservation. The inaccessible Balkan Orthodox Monasteries**
Adriana Trematerra

34 **Approcci per una conoscenza inclusiva. Le chiese inaccessibili di Berat in Albania**
Angelo De Cicco, Gennaro Pio Lento, Luigi Corniello

50 **Il patrimonio architettonico residenziale dell'isola di Hydra in Grecia: esperienze tattili**
Fabiana Guerriero, Luigi Corniello

66 **La città accessibile: un progetto di inclusione sociale**
Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Simona Ceccaroni, Filippo Cornacchini, Michela Meschini, Andrea Migliosi, Chiara Mommi, Giulia Pelliccia

80 **Per un itinerario tattile del sotterraneo come luogo di culto in Calabria**
Francesco Stilo

94 **La *promenade architectural* come strumento per una progettazione accessibile e inclusiva**
Alberto Cervesato

110 **Ridisegnare l'archeologia. Il progetto dell'accessibilità in aree archeologiche**
Claudia Pirina, Giovanni Comi, Vincenzo d'Abramo

126 **Notazioni sull'accessibilità per i beni culturali: l'intreccio tra progetto di restauro e nuove tecnologie digitali**
Alessandra Biasi

138 **Il Paesaggio Accessibile**
Grazia Zussino

FOCUS 2
Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione socio-culturale

152 **Valorizzare la città della memoria: il valore del Disegno per la comunicazione tattile**
Ivana Passamani, Cesira Sissi Roselli, Virginia Sgobba

172 **Stampa 3D e fruizione aptica per la valorizzazione del patrimonio culturale abruzzese: il caso studio dei tabernacoli lignei dei frati marangoni tra XVII e XVIII sec.** Giuseppe Nicastro, Alessandro Luigini, Francesca Condorelli

188 **Simbolo "sui Generis", lingua a servizio delle identità**
Giulio Giordano

200 **Il Disegno nelle strategie per la valorizzazione e l'accessibilità del patrimonio museale universitario: la collezione Curioni del Politecnico di Torino**
Maurizio Marco Bocconcino, Mariapaola Vozzola, Martino Pavignano

216 **Le diversità culturali come valore aggiunto della rappresentazione dei luoghi. Il caso napoletano di un progetto laboratoriale per cittadini stranieri**
Anna Teresa Alfieri

228 **Creating Virtual Art Galleries to improve dissemination and accessibility**
Pedro M. Cabezos-Bernal, Pablo Rodríguez-Navarro, Teresa Gil-Piqueras, Daniel Martin-Fuentes, Adriana Rossi

244 **Raccontare la storia con i disegni: due casi studio genovesi**
Gaia Leandri, Maria Elisabetta Ruggiero, Ruggero Torti

260 **Arteterapia multimediale: il progetto del *Museo-Ambulatorio Cur'Arti***
Davide Mezzino, Francesca Barella

280 **Il virtuale per superare i limiti del reale: l'esperienza del progetto *3Dlab Sicilia***
Giuseppe Di Gregorio

294 **Seeing architecture through hands: 3D models as an inclusive educational tool in the *In-VisiBLe* project**
Micaela Antonucci, Federico Fallavollita

312 **Note e principi di comunicazione accessibile e rappresentazione inclusiva**
Veronica Riavis

FOCUS 3
Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione cognitiva

326 **La realtà virtuale nella diagnosi e terapia dei disturbi d'ansia: *literature review* per individuare contributi e potenzialità del Disegno**
Piergiuseppe Rechichi, Valeria Croce, Marco Giorgio Bevilacqua

344 **Dall'accessibilità alle accessibilità: il disegno per l'inclusione molteplice del patrimonio culturale**
Valeria Menchetelli, Elisabetta Melloni

364 **An eye tracking approach for inclusive robotic drawing**
Lorenzo Scalera, Stefano Seriani, Alessandro Gasparetto, Paolo Gallina

376 **Editoria e didattica del disegno nelle scuole secondarie di secondo grado**
Massimiliano Ciammaichella, Luciano Perondi

394 **Un disegno prospettico accessibile. Aspetti percettivi e tecniche didattiche nell'ambito dei disturbi dello spettro autistico**
Cristina Càndito, Alessandro Meloni

FOCUS 4

Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione psico-sensoriale

412 **Questioni di percezione. Racconti inclusivi e visioni insolite nel settore moda**
Alice Palmieri

426 **The 3D virtual restoration as sensory inclusion: the Samnitic tombs of Santa Maria Capuavetere**
Sara Gonizzi Barsanti

442 **Flowing accessibility**
Giulio Giordano, Marzia Micelisopo

454 **Dalle parole alle immagini e dalle immagini alle parole. Traduzioni linguistiche per l'accessibilità visiva attraverso la visione artificiale**
Enrico Cicalò, Michele Valentino, Simone Sanna

476 **Segni e disegni per l'accessibilità ambientale**
Christina Conti, Ambra Pecile

490 **FOREST THERAPY - RITORNO ALLA NATURA. Esperienze multisensoriali per il benessere psico-fisico**
Ornella Zerlenga, Massimiliano Masullo, Margherita Cicala, Rosina Iaderosa

FOCUS 5

Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione museale

VILLÆ (Tivoli, MiC). Percorsi di inclusione museale e accessibilità
508 Andrea Bruciati, Lucilla D'Alessandro, Tommaso Empler, Alexandra Fusinetti

522 **Multi-sensory Guide: designing a new inclusive tool for Cultural Heritage**
Federico Gabriele D'Intino

538 **Dal modello digitale alla fruizione tattile. Creazione di un percorso museale interattivo e percettivo**
Sonia Mollica

552 **Modelli visuali cognitivi per l'esperienza museale. Il caso della Galleria Nazionale delle Marche**
Elena Ippoliti, Flavia Camagni, Noemi Tomasella

568 **Procedure per l'accessibilità dei musei. Integrazioni ai PEBA per le disabilità sensoriali e cognitive**
Tommaso Empler, Adriana Caldarone, Alexandra Fusinetti

582 **La ricostruzione del tempio dipinto nella Predica di San Paolo di Raffaello per la mostra "Raffaello. Nato architetto"**
Silvia Masserano

596 **Digitisation, 3D modelling and digital fabrication: an accessibility project for MAO in Turin**
Roberta Spallone, Marco Vitali, Davide Quadrio, Laura Vigo, Mia Landi, Francesca Ronco, Giulia Bertola, Fabrizio Natta, Enrico Pupi

616 **Geometria per l'Accessibilità della Reggia di Venaria Reale: modelli tangibili**
Ursula Zich, Martino Pavignano

634 ***Digital Museology*. Rappresentazione avanzata di spazi museali per l'accessibilità e l'esperienza interattiva**
Giuseppe Amoruso, Polina Mironenko

648 **Disegnare lo spazio e il movimento. Piccoli musei per tutti**
Luca Zecchin

662 **Strumenti digitali per l'accessibilità spaziale di siti culturali complessi**
Mariangela Liuzzo, Dario Caraccio, Egidio Di Maggio, Laura Floriano

682 **Attraversa i tuoi sensi: accessibilità e inclusione nel Museo di Casa Romei a Ferrara**
Manuela Incerti, Stefano Costantini

698 **Esperienze di documentazione per una fruizione ampliata dell'antica Kroton**
Sara Antinozzi, Andrea Marraffa, Salvatore Barba

710 **Modelli fisici per la percezione aptica di architetture dipinte: la *Trinità* di Masaccio**
Alberto Sdegno, Camilla Ceretelli

Digitisation, 3D modelling and digital fabrication: an accessibility project for MAO in Turin

Roberta Spallone[1], Marco Vitali[1], Davide Quadrio[2], Laura Vigo[3], Mia Landi[2], Francesca Ronco[1], Giulia Bertola[1], Fabrizio Natta[1], Enrico Pupi[1]

[1]Politecnico di Torino

Department of Architecture and Design

roberta.spallone@polito.it, marco.vitali@polito.it, francesca.ronco@polito.it, giulia.bertola@polito.it, fabrizio.natta@polito.it, enrico.pupi@polito.it

[2]Museo di Arte Orientale di Torino

davide.quadrio@fondazionetorinomusei.it, mia.landi@fondazionetorinomusei.it

[3]Montreal Museum of Fine Arts

lvigo@mbamtl.org



rilievo digitale
modellazione 3D
digital fabrication
inclusività museale
Museo di Arte Orientale di Torino (MAO)

Digital Survey
3D modelling
Digital Fabrication
Museum Inclusion
Asian Art Museum in Turin (MAO)

Le attività illustrate fanno parte del progetto PNRR M1C3-3 finalizzato all'eliminazione delle barriere fisiche e cognitive nei musei e nei luoghi culturali pubblici. Nella prima fase, l'indagine curatoriale sui manufatti e la ricerca documentale affiancano il rilievo digitale attraverso la fotogrammetria e la tecnologia *Structure-from-Motion* (SfM). La fase interpretativa prevede la modellazione e la texturizzazione 3D delle opere attraverso la creazione di modelli *high-poly* e *low-poly*, la realizzazione di digital twins utilizzabili nel progetto di conservazione e restauro, e la produzione di repliche fisiche per l'ampliamento dell'esperienza museale in un'ottica di Design for All. La terza fase di presentazione, comunicazione, condivisione e interazione con il pubblico prevede la creazione, attraverso processi di fabbricazione digitale, di modelli fisici in scala reale o 1:2, a seconda delle dimensioni effettive dell'oggetto e degli obiettivi di manipolabilità dello stesso. I modelli, stampati in acido polilattico (PLA) dai Laboratori Dipartimentali del Politecnico di Torino, assumono un significato prototipale e sono realizzati per la fruizione tattile da parte di ipo e non vedenti e, in generale, per una comunicazione inclusiva per diverse fasce di età e utenti. Tali oggetti possono, in particolare, essere utilizzati con funzione educativa per le fasce d'età più giovani. Allo stesso tempo, i modelli digitali ottimizzati possono costituire la base per la stampa 3D con materiali in grado di ripristinare le caratteristiche dei materiali originali, realizzata da aziende specializzate.

The activities presented are part of the project PNRR M1C3-3 aimed at removing physical and cognitive barriers in museums and public cultural places.
In the first phase, curatorial investigation of the artefacts and documentary research flank digital survey through photogrammetry and structure-from-motion (SfM) technology.
The interpretive phase includes 3D modelling and texturing of the artworks through the creation of high-poly and low-poly models, the result of digital twins that can be used in the conservation and restoration project, and the production of physical replicas for the expansion of the museum experience from a Design for All perspective.
The third phase of presentation, communication, sharing, and interaction with the public involves the creation, through digital fabrication processes, of physical models in full or 1:2 scale, depending on the actual size of the object about the object's manipulability aims.
The models, printed in polylactic acid (PLA) by the Departmental Labs at the Politecnico di Torino, take on a prototype meaning and are made for tactile enjoyment for the hypo- and visually-impaired and, in general, for inclusive communication for different age groups and users. Such objects may, in particular, be used with an educational function for younger age groups. At the same time, the optimised digital models may form the basis for 3D printing with materials able to restore the characteristics of the original materials, made by specialised firms.

Research framework (RS)

The activities presented below are part of the project recently funded by the European Union as part of the National Recovery and Resilience Plan (PNRR M1C3-3) and aimed at removing physical and cognitive barriers in museums and public cultural places not belonging to the Ministry of Culture. The project takes place within the framework of the scientific collaboration agreement between the Politecnico di Torino and the Fondazione Torino Musei. It involves, in particular, the Department of Architecture and Design, the MODLabArch and MODLabDesign Research and Teaching Laboratories at the Politecnico di Torino under the supervision of MAO's team.

Following the PNRR's goal of reducing obstacles, inequalities, and gaps that limit citizens' participation in cultural life and heritage, the project intends to enhance accessibility to knowledge through the continuum between real and virtual, or in other terms, physical and digital.

While a multidisciplinary team has been formed for the implementation of the overall project, to which the knowledge of multisensory museum communication, tactile in particular, digital art, and multimedia, also contribute, the segment of work presented below combines curatorial knowledge with that of heritage representation [Ronco 2022; Spallone et al. 2022, 2023].

The intervention concerns the analysis, interpretation, and inclusive communication of museum heritage [Principles of Sevilla 2017; The London Charter 2009] through a selection of works emblematic of the different geo-cultural areas that are featured in the museum's permanent galleries.

Inclusion: Exclusion (DQ)

Inaugurated in 2008 in the historic venue of Palazzo Mazzonis, MAO Museo d'Arte Orientale in Turin holds one of the most prestigious collections of Asian art in Italy. The collections boast almost 2300 works ranging from the Neolithic to today. The permanent galleries are currently divided according to a traditional geo-cultural framework into five galleries devoted broadly to South and Southeast Asia, to China, to the Hima-

Copertina
Pipeline showing the continuum between real and virtual [editing: F. Ronco].

Fig. 01
A tactile visit to the South Asian gallery at MAO [Photo: M. Landi].



layan Region, to Japan and Western and Central Asia.

Anchored in today's progressive museology and keenly aware of the importance of museum when it comes to the impact on social inclusion (or exclusion), MAO does not seek to be a place where "things" are preserved and presented to the public in a traditional univocal way. Serving as an experimental platform where objects are activated differently, their stories decolonized and reoriented through exhibitions, performances, participatory and inclusive cultural programming, MAO aims to base all its activities on the equality of all parties, fostering inclusion and universal accessibility. Seeing itself as a place for social interaction, dialogue and encounter, MAO proposes an innovative approach to curatorial practice, exhibition production, cultural programming and community engagement, always carried out with respect of environmental sustainability.

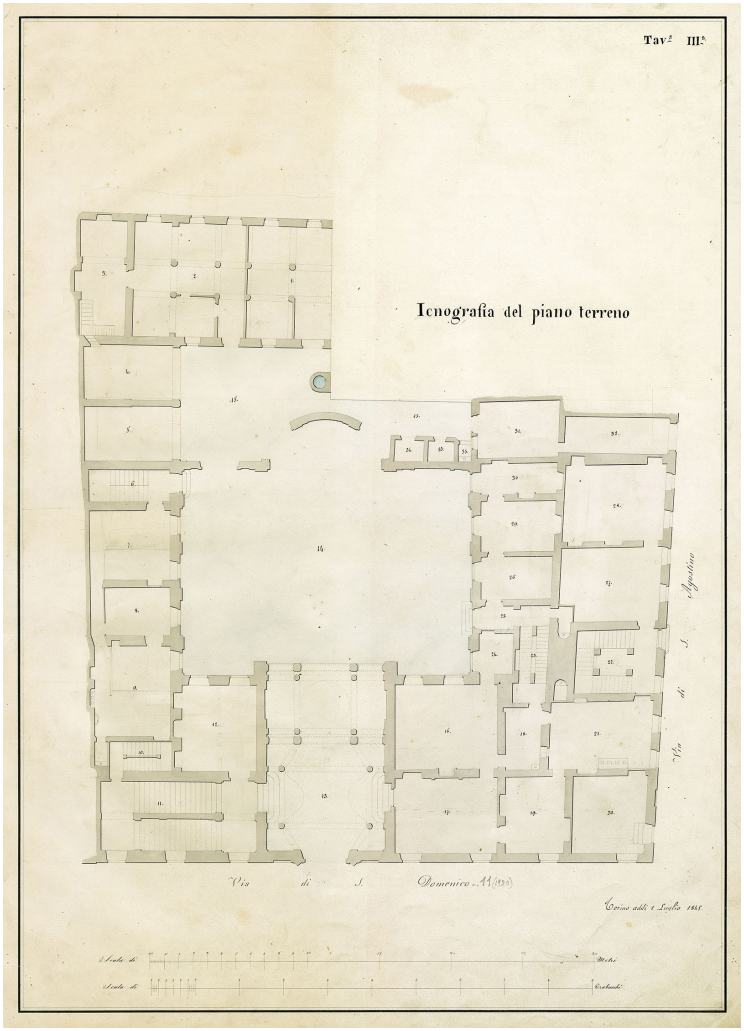
Conscious of the necessity to improve inclusion, MAO has recently embarked on a project of universal accessibility, that will entail dismantling some of the obvious physical barriers preventing our publics from enjoying their experience but, more importantly, it will center on rethinking the way the objects in a museum are presented and perceived, the tales they may tell and the different responses they may trigger, thanks to a new WPA that will create experiences related to the senses starting with touch.

Rethinking education in terms of accessibility (ML)

Museums nowadays need to change their perspective, when it comes to facilitate an exchange with the public. Museum educative program in particular should aim to foster an equal exchange between the parties and should seek to develop sensitivity, dexterity and creativity through practical activities [Serra et al. 2017]. New technologies challenge us to think outside traditional forms of education and dissemination and explore new modalities, new dynamics and tools while retaining the same objective: education should foster an enrichment of knowledge. In the museum, this enrichment is conveyed via a hands-on approach, closer to the objects and their contexts of origin.

Fig. 02
Survey drawing of Palazzo Mazzonis, 1 luglio 1945 [Source: Archivio Storico del Comune di Torino, Tipi e dis., cart. 63, fasc. 9, dis.1, tav III.]

Fig. 03
Spaces and visit paths at MAO: grand staircase, main hall, and atrium [photo: F. Ronco].


Tav.a III.a
Icnografia del piano terreno
Via di S. Domenico
Via di S. Agostino







The MAO project follows this type of approach to facilitate the accessibility to material heritage, through a platform suitable for the public with cognitive or linguistic difficulties. This new way of understanding our collections will also benefit other types of public, providing universal accessibility. The project will involve the creation of digital, tactile and multilingual content catering to the specific needs of people with sensory disabilities, while finally allowing even those without specific needs to enjoy the museum's collections in a more complex and satisfying way (Fig. 1). The project thus aims to create a multi-sensory, inclusive, interactive, and accessible exhibition experience, engaging a wider and more varied audience. By breaking down physical and sensory barriers, the new initiative will ensure an effective co-creation of knowledge based on cultural heritage, employing an inclusive design, meant for all.

"Touch me" (LV)

While the Doors certainly intended an experience more sensually captivating with their song (Jim Morrison and The Doors released "Touch Me" as a single in 1968), the deep-rooted need for touching -in our case objects- is a universal human prerogative that was one of the main reasons behind early art collecting.

Incipient museums in the 17th and 18th centuries shared this yearning to touch [Classen 2017]. By democratizing the physical access to objects and their information, these nascent institutions provided a once-intimate sensorial experience to a new public audience.

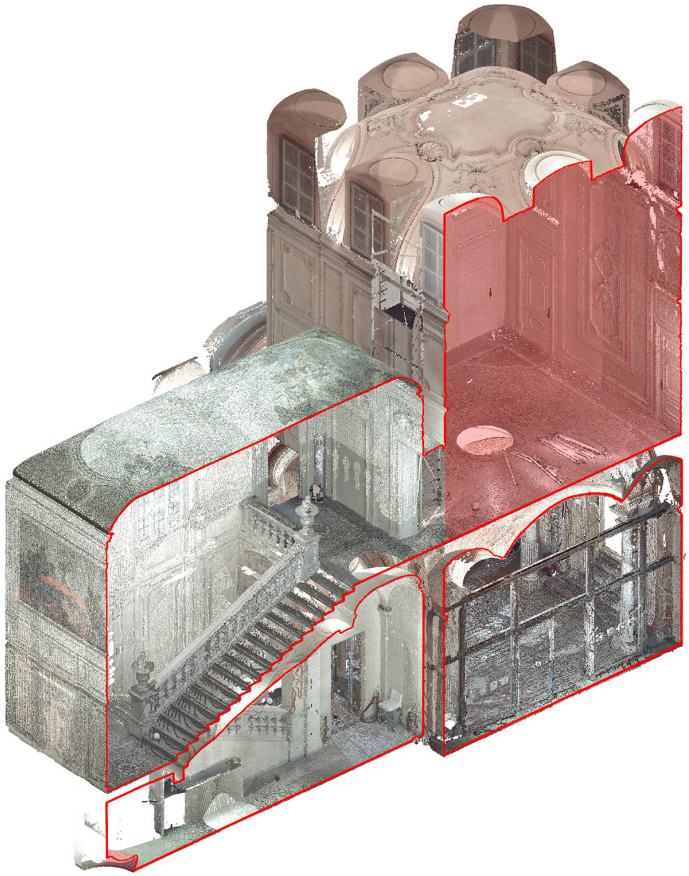
Even with such promising beginnings, museums turned into intangible spaces. The impossibility to control the flow of visitors (and their hands!), better display cases allowing for the objects to be seen without handling and the increasing task of preserving objects for posterity made the visual experience a priority over tactility. The paradigm of sight in nineteenth-century cultural and art-historical discourse relegated touch to a less sophisticated past, unfit in the creation of knowledge [Candlin 2008].

Today, museums are to provide universal access and find

Fig. 04
Exhibition spaces at MAO, the Japan gallery [photo: F. Ronco].

Fig. 05
Axonometric section view of the point cloud resulting from the TLS survey of the "ceremonial system" of the Palace [processing: F. Natta].





new ways to question the objects they preserve and their relationship with the diverse audiences they invite. Touch can be a great way to nurture a greater diversity of human perception in an increasingly visual world and by doing so, including audiences that were previously excluded. But how do we reconcile the paradigm of intangibility with the need to explore new sensorial avenues, while improving levels of equality, diversity and inclusion? Digital technologies can provide untapped opportunities, offering a more inclusive and universally engaging experience. The project at MAO seeks to explore them.

The Museum and Palazzo Mazzonis (MV)

In line with the most recent guidelines also dictated by the Piano triennale per la Digitalizzazione dei Musei [Direzione Generale Musei 2019], which stresses the need for an organic, reliable and shared reference framework for adopting digital tools and processes that contribute to the objectives of protection and enhancement of cultural heritage in the short and medium term, a simplified digital model of the historic museum complex is being implemented as part of this project, linking the architectural features of the building to the museum layouts contained therein. The drafting of such a model, preceded by a meticulous check of existing surveys (Fig. 2), floor plans and models, aims to record the geometric characteristics of the rooms including elevation changes, vertical distribution systems (Fig. 3), to the layout systems (display cases, showcases, projection screens, etc.) (Fig. 4).

The goal is to build a digital archive capable of collecting the different information and making it available to a technical audience oriented to the management of exhibition spaces with a view to enhancing the value of the artifacts, pursued through a design aimed at the removal of architectural barriers (through the drafting of the P.E.B.A., Plans for the Elimination of Architectural Barriers) and the control of flows, as well as the implementation of existing installations to ensure inclusive fruition, as highlighted by the actions described in the following paragraphs.

Fig. 06
Axonometric section view of the textured mesh resulting from the photogrammetric survey of the Hall. [processing: F. Natta].



Surveying and Modelling the Building (FN)

The survey project for the museum's ceremonial entrance system involved the integration of data from a laser scanner survey (TLS) and a digital photogrammetric survey. The point clouds will constitute an implementable database, essential for any conservation and enhancement of the building.

The TLS survey was carried out as part of the international project "Nuevas tecnologías para el análisis y conservación del patrimonio arquitectónico", coordinated by C. López and R. Spallone [Spallone et al. 2021].

The survey operations were carried out with a Faro Laser Scanner Focus3D X130 with a systematic distance error of ± 2 mm in 25 meters and an integrated color camera with up to 70-megapixel resolution. The 24 scan positions realised were processed within the Autodesk Recap Pro software, with an average error of 2.2 mm and average overlap of 36.4% (fig. 5).

The photogrammetric survey was carried out by the research group coordinated by R. Spallone and M. Vitali. For the survey operations were used a Sony Alpha 7R IV camera, a 61-megapixel full-frame 35 mm sensor, FE 3.5-5.6/28-70 mm lens, and a telescopic pole to support the elevated shots.

For the main hall, 500 shots were taken (maximum GSD of 0.09 cm/px) and processed within the Agisoft Metashape software to obtain, in addition to the point cloud, a high-resolution textured mesh (fig. 6) useful for the integration of TLS survey data and photogrammetric data [Molina et al. 2021].

Signage and Graphics for Accessibility (GB)

In recent decades a profound transformation has taken place involving cultural venues and museums in a progressive opening up and attention towards users and different types of public. As advocated by the MiBACT Communication Guidelines, the objective of those working in these contexts must be to design with a view to 'Inclusive Design' and 'Design for all' [Milan et al. 2015]. The work for MAO will include the preliminary and final design of a structured and coordinated graphic project that will allow the visitor to be placed at the center

Fig. 07
The selected and surveyed artworks: a) *Group of four actors* (China, Tang); b) *Horse and rider* (Islam); c) *Jug with pourer in the shape of the head of volatile*; d) *Stupa Pad-spung mchod-rten* (Himalaya); e) *Wooden cover* (Himalaya); f) *Dancing Lady* (China, Tang); g) *Woman mannequin* (China, Han); h) *Samudramanthana* (South Asia); *Ni-tennō* (Japan) [editing: F. Ronco].



a b c d



e



f g



h



i

of the communicative project with a view to physical and cultural accessibility [Monza 2020]. Graphic and visual design will therefore play a specific role in the two- and three-dimensional space, extending from the printed material to the architectural volume through signage elements.

Two examples of best practice are the Museo Facile, a project that aims to promote and implement cultural access to museums thanks to an integrated, dynamic and comprehensible communication system for diversified audiences, with particular attention to people with disabilities [Bruno 2019], and the Brand Identity project curated by the London-based Pentagram studio for the Natural History Museum in London, that promotes an innovative identity capable of activating the involvement of different types of users, from research to entertainment, from education to activism towards the planet [Pentagram 2023].

Technologies, Materials, and Procedures for Digital Replicas of Small Objects (EP)

In a museum accessibility approach, the digital fabrication of physical replicas requires a widespread workflow suitable for appropriate modifications in accordance with interrelated factors [Scopigno et al. 2017]. Regardless of digital fabrication technologies, after the data capture follow a technical phase of fine-tuning the geometries using appropriate 3D modelling, geometric and/or sculptural software.

The digital fabrication is influenced by the geometry of the acquired object: subtractive processing requiring a planar base side of the starting solid block may be preferred regarding inaccessible full round objects such as bas-reliefs, while in other cases, additive fabrication techniques are more advisable, such as for sculptures and statues. Either way, evaluations need to be carried out regarding the materials to use, depending on the purpose of the model and in relation to the original object workmanship. This choice has necessarily implications for the adopted fabrication technology, already constrained to the geometry of the digital model.

The use of PLA for the reproduction of small museum objects derives from its intrinsic characteristics (easily prin-

Fig. 08
The selected artworks: table with original and tactile replica features [editing: F. Ronco].

scheda n. 18

DAMA DI CORTE (DANZANTE?)



Breve descizione
Questa dama corpulenta è raffigurata stante ma in postura dinamica, grazie al leggero spostamento dell'asse centrale sui piedi distanziati e alla peculiare gestualità delle piccole mani camose: la destra indica la terra con il braccio disteso, la sinistra punta verso destra con il braccio ripiegato davanti al petto. Questa grazia, accentuata da una leggera inclinazione del capo verso destra e verso l'alto, fa pensare ad una danzatrice in posa. La donna ha un bel volto rotondo dai lineamenti delicati, messi in risalto dalle tracce di pigmento sopra l'ingobbio chiaro: carnagione rosata del viso che ne esalta le gote; stretta bocca brillante di rosso; occhi, pupille e sopracciglia tracciati in nero. Presenta una grande ed elaborata acconciatura nera che le incornicia il volto con un ampio arco da un orecchio all'altro e si erge in un'alta crocchia asimmetrica sul lato sinistro della testa. La dama indossa una lunga camicia con maniche larghe e lo scollo a "V" formato dall'incrocio sul davanti del lembo destro sopra il sinistro. L'orlo anteriore è ripiegato sui fianchi e infilato nella cintura nera, bassa in vita. La metà destra della veste presenta delle tracce consistenti di pigmento verde chiaro. Sotto la gonna, dagli spacchi laterali si intravede una sottoveste (gonna o pantalone). La dama calza delle scarpe rosse con la punta rialzata e ornata di grandi applicazioni lobate. Poggia su una sottile base poligonale.
Sezione/collezione: Cina
Inventario: IAa/24
Provenienza: Shaanxi (Chang'an?), Cina
Datazione: VIII secolo d.C.
Localizzazione- Esposizione: Piano primo
Materiale: terracotta rosata, ingobbio, pigmenti
Caratteristiche dimensionali: h48.5 cm

Analisi caratteristiche ai fini del rilievo digitale e sua restituzione materiale

	livelli 1 2 3 4 5 (min. – max.)	voto	voto ideale
1 Manovrabilità		3	5
2 Ispezionabilità		4	5
3 Illuminabilità		3	5
4 Scabrosità		3	5
5 Percepibilità dettagli		5	5
6 Opacità		5	5
7 Ricchezza cromatica		3	5

NOTE: necessità di rimozione teca e spostamento; suscettibile a flash camera?
Ricostruzione colori

Valutazione ai fini del rilievo digitale 26/35

scheda n. 26

COPPIA DI NI-TENNO'



Breve descizione
La coppia di statue dall'atteggiamento fieramente militante che, calpestando figure demoniache, levano il braccio originariamente dotato di un'arma oggi andata perduta, è tratta dal gruppo dei Quattro Re degli Orienti ("shi-tenno") che la cosmologia buddhista colloca ai lati del Monte Meru. Il loro ruolo di Protettori ebbe pronto riconoscimento in Giappone, e spesso gli 'shi-tenno' furono posti ai quattro angoli intorno all'immagine principale del tempio: le due figure ("ni-tenno") che venivano così a trovarsi sul fronte dell'altare centrale finirono con l'assommare in sé la funzione protettrice dell'intero quartetto.
Le due statue sono scolpite nella tecnica 'ichiboku-zukuri', da un singolo blocco di legno, con l'aggiunta delle braccia. Vestite di abiti militari con copricapo, stivali e corazza (decorata con un mascherone terrifico sul ventre), la posa del corpo e l'espressione del volto di queste divinità sono fieri e combattivi, come impone il compito al quale sono deputate. L'efficace rappresentazione della loro contenuta potenza ne fa un magnifico esempio della produzione artistica del periodo Fujiwara (930-1192).
Sezione/collezione: Giappone
Inventario: IAa/24
Provenienza: Pakistan
Datazione: Seconda metà XII secolo d.C., epoca Heian (Fujiwara)
Localizzazione- Esposizione: Piano primo
Materiale: Legno di cipresso giapponese, tracce di pigmento
Caratteristiche dimensionali: w69 x h118 x d31 cm

Analisi caratteristiche ai fini del rilievo digitale e sua restituzione materiale

	livelli 1 2 3 4 5 (min. – max.)	voto	voto ideale
1 Manovrabilità		2	5
2 Ispezionabilità		5	5
3 Illuminabilità		4	5
4 Scabrosità		3	5
5 Percepibilità dettagli		5	5
6 Opacità		5	5
7 Ricchezza cromatica		1	5

NOTE: fosse possibile spostarli in posizione più bassa, sarebbe ottimale per le riprese da effettuarsi a 360°. Sculture interessanti per proposte di **realtà virtuale/aumentata**

Valutazione ai fini del rilievo digitale 25/35

scheda n. 30

STUPA



Breve descizione
Questo elaborato stupa in legno, appartenente al gruppo degli otto mahacaitya, riproduce quello che secondo la tradizione sarebbe stato edificato a Kapilavastu da Shuddhodana, padre di Gautama Siddharta, per ricordare la nascita del Buddha.
In questa versione del Pad-qpung mchod-rten (lo stupa del Mucchio di Fiori di Loto) il bum-pa poggia su una quadruplice cerchia di petali di loto, posta su una base decorata con figure di leoni scolpite e su motivi geometrici e floreali intagliati. Nel bum-pa stesso sono ricavate piccole cripte con diverse icone del Buddha.

Sezione/collezione: Himalaya
Inventario: (Hb/2.D)
Provenienza: Tibet
Datazione: XII-XIV secolo
Localizzazione- Esposizione: terzo piano
Materiale: Legno
Caratteristiche dimensionali: h. cm 33

Analisi caratteristiche ai fini del rilievo digitale e sua restituzione materiale

	livelli 1 2 3 4 5 (min. – max.)	voto	voto ideale
1 Manovrabilità		5	5
2 Ispezionabilità		5	5
3 Illuminabilità		4	5
4 Scabrosità		3	5
5 Percepibilità dettagli		5	5
6 Opacità		3	5
7 Ricchezza cromatica		5	5

NOTE: necessità di rimozione teca; superficie leggermente riflettente, prestare attenzione in fase di rilievo

Valutazione ai fini del rilievo digitale 30/35

scheda n. 32

CAVALLO E CAVALIERE



Breve descizione
La piccola statua a figura intera rappresenta un cavaliere in sella a un cavallo e fungeva da vaso o da bottiglia.
Sezione/collezione: Islam
Inventario: ISv/52
Provenienza: Iran, dinastia Seljuk
Datazione: XII secolo dC - XIII secolo dC
Localizzazione- Esposizione: quarto piano
Materiale: impasto siliceo, decorazione in nero e blu-cobalto sotto invetriatura turchese
Caratteristiche dimensionali: w23.5 x h27.5 cm

Analisi caratteristiche ai fini del rilievo digitale e sua restituzione materiale

	livelli 1 2 3 4 5 (min. – max.)	voto	voto ideale
1 Manovrabilità		5	5
2 Ispezionabilità		5	5
3 Illuminabilità		4	5
4 Scabrosità		3	5
5 Percepibilità dettagli		5	5
6 Opacità		3	5
7 Ricchezza cromatica		5	5

NOTE: necessità di rimozione teca; superficie leggermente riflettente, prestare attenzione in fase di rilievo all'illuminazione e sfondo

Valutazione ai fini del rilievo digitale 30/35

table, low cost, recyclable, low emission of VOCs during the printing process) making it widely applicable, as well as from the possibility of loading the material with organic or inorganic fibres, originating compounds obtained by the addition of wood, hemp, cork, iron, copper, brass, marble, cement, etc.

Photogrammetry, 3D Modelling, and Digital Fabrication of the Artworks (FR)

The modelling and communication project concerns ten artworks (Fig. 7), selected according to their geographical origin (two from each area of the permanent collection). This was evaluated according to the following parameters: maneuverability and inspectability; illuminability; roughness; perceptibility of details; opacity; and chromatic richness (Fig. 8).

The photogrammetric survey and structure from motion (SfM) technique guarantees a very accurate digital facsimile useful to realise AR and VR experiences and tactile replicas.

The cameras used were a Canon digital camera model EOS 6D with a Canon EF 50mm lens and a Sony full- frame Alpha 7R IV 35mm 61MP, with a macro lens in the case of works with fine details.

The photos were processed through Agisoft Metashape® (Fig. 9), then the textured mesh model was exported in .obj for the implementation in Blender® environment. Mesh cleaning to remove vertices and faces not belonging to the statues (traces of the surroundings) is useful for precisely defining the geometry of the statue. The Decimate modifier is used to further decrease the file weight.

The model is then used for FDM 3D printing in PLA. For each sculpture, depending on the size, the scale to be used for tactile exploration to be effective has been determined (Fig. 10).

Among the selected works, we report the model made for the *Dancing Lady*. The replica has been realized at 1:1 scale (Fig. 11), following principles to allow the reader/user an easy "vision" of the whole figure based on the simultaneous use of two hands [Levi, Rolli 1994, pp. 31-52].

The replica has been realised in four parts, because of the dimensional constraints of the printer (Ultimaker S5), assem-

Fig. 09
Examples of evaluation tables [editing: F. Ronco]

OPERE MAO DIGITALIZZATE

n. scheda	immagine	titolo opera	collezione	originale					replica tattile
				materiale	colore	dimensioni [cm]			
						larghezza	lunghezza	altezza	scala
1		DAMA DI CORTE	Cina - Tang	terracotta rosata	colorata	23	16	48,5	1:1
4		GRUPPO DI QUATTRO ATTORI (4)	Cina - Tang	terracotta, ingobbio, pigmenti	colorata			12,4-25,1	1:1
22		NI-TENNO EST	Giappone	legno cipresso	naturale, residui di pigmento	69	31	118	1:2
23		NI-TENNO SUD				69	31	118	1:2
32		CAVALLO E CAVALIERE	Islam	impasto siliceo	colorato	7	23,5	27,5	1:1
33		BROCCA CON VERSATOIO A FORMA DI TESTA DI VOLATILE		ceramica	colorato	10	10	21	1:1
34		COPERTINA	Regione Himalayana	legno	colorato	27,5	75	4	1:1
35		STUPA Pad-spung mchod-rten	Regione Himalayana	legno	naturale, residui di pigmento	20	20	33	1:1
36		SAMUDRAMANTHANA	Asia meridionale e Sud-est asiatico	arenaria rossa maculata	naturale	6	145	54	1:2
37		AVALOKITESVARA	Asia meridionale e Sud-est asiatico	arenaria rossa maculata	naturale	7	25	65	1:2

bled with male-female joints. The portions, obtained with the software Meshmixer, are then imported into Rhinoceros® for the modelling of the joints. The sequent slicing operations for 3D printing have been made with Cura software®,

The realisation took 9 days and 41 minutes, using 2kg and 480 gr of white pearl PLA.

Conclusions

As seen the present project fine-tunes a pipeline that includes the phases of analysis, interpretation, and presentation of the assets. The continuum between real and virtual, between physical and digital, today realised may form the basis of a workflow that different operators could implement and a wide range of publics could use in a formula that could be ultimately scaled up in other museum realities.

Aknowledgements

Multimedia project: QZR studio (Arnaldo Filippini e Lorenzo Ercoli), Laser scanning: Concepcion López (Universidad Politecnica de Valencia), 3D modelling: Serena Tamantini, Matteo Ferraro, Matteo Raso.

Despite this publication being the result of collaborative research, R. Spallone wrote par. 1; D. Quadrio par. 2; M. Landi par. 3; L Vigo par. 4, M. Vitali par. 5; F. Natta par. 6; G. Bertola par. 7; E. Pupi par. 8; F. Ronco par. 9. The authors wrote together paragraphs 10.

Multimedia project: QZR studio (Arnaldo Filippini e Lorenzo Ercoli), Laser scanning: Concepcion López (Universidad Politecnica de Valencia), 3D modelling: Serena Tamantini, Matteo Ferraro, Matteo Raso.

References

Bruno I. (2019). Comunicazione e accessibilità culturale. L'esperienza di Museo Facile / Communication and Cultural Accessibility: Museo Facile and Its Experience. In *Il capitale culturale*, n. 20, pp. 297-325. <https://riviste.unimc.it/index.php/cap-cult/article/view/2068/1570>

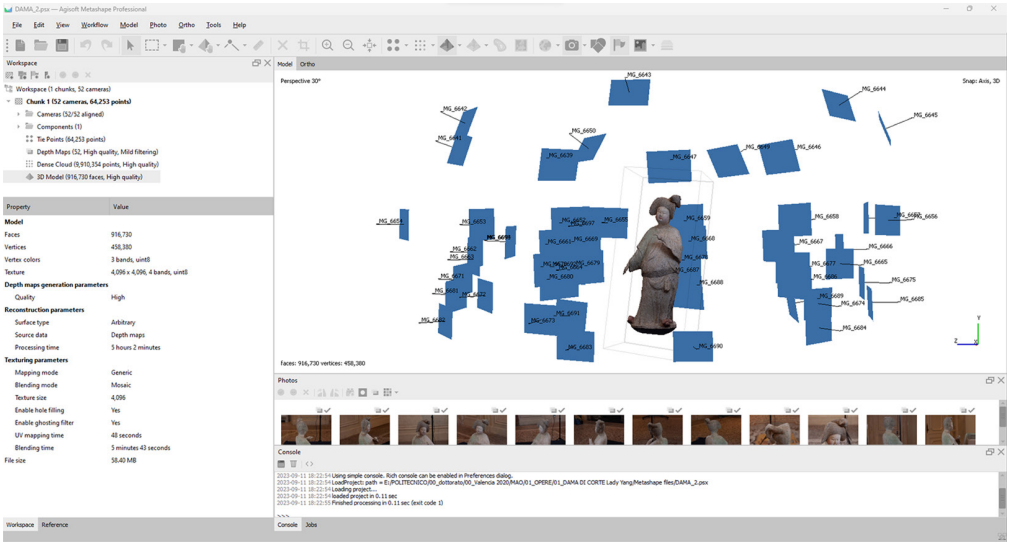
Classen C. (2017). *The Museum of the Senses*. London: Bloomsbury Academic.

Comes R. (2016). Haptic devices and tactile experiences in museum exhibi-

Fig. 10
Dancing Lady: Agisoft Metashape® photos alignment [editing: F. Ronco].

Fig. 11
Dancing Lady: Virtual Model [modelling: S. Tamantini].

Fig. 11
Dancing Lady: tactile replica [processing and 3D printing: F. Ronco].


DAMA_2.psx — Agisoft Metashape Professional
File Edit View Workflow Model Photo Ortho Tools Help
Workspace
Workspace (1 chunks, 52 cameras)
Chunk 1 (52 cameras, 64,253 points)
Cameras (52/52 aligned)
Components (1)
Tie Points (64,253 points)
Depth Maps (52, High quality, Mild filtering)
Dense Cloud (9,910,354 points, High quality)
3D Model (916,730 faces, High quality)
Property Value
Model
Faces 916,730
Vertices 458,380
Vertex colors 3 bands, uint8
Texture 4,096 x 4,096, 4 bands, uint8
Depth maps generation parameters
Quality High
Reconstruction parameters
Surface type Arbitrary
Source data Depth maps
Processing time 5 hours 2 minutes
Texturing parameters
Mapping mode Generic
Blending mode Mosaic
Texture size 4,096
Enable hole filling Yes
Enable ghosting filter Yes
UV mapping time 48 seconds
Blending time 5 minutes 43 seconds
File size 58.40 MB
Workspace Reference
Model Ortho
Perspective 30°
Snap: Axis, 3D
faces: 916,730 vertices: 458,380
Photos
Console
Console Jobs





tions. In *Journal of Ancient History and Archaeology*, n. 3(4), pp. 60-64.

Da Milano C., Sciacchitano E. (2015). *Linee Guida per la comunicazione nei musei: segnaletica interna, didascalie e pannelli*. Ascoli Piceno: Capponi Editore.

Direzione Generale Musei (2019). Piano Triennale per la Digitalizzazione e l'Innovazione dei Musei. <http://musei.beniculturali.it/notizie/notifiche/piano-triennale-per-la-digitalizzazione-e-linnovazione-dei-musei> (accessed 12 September 2023).

Candlin F. (2008). Museums, Modernity and the Class Politics of Touching Objects. In H. Chatterjie (ed). *Touch in Museums, Policy and Practice in Object Handling*, pp. 9-20. Cambridge: Routledge.

Luigini A., Panciroli C. (2018). *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*. Milano: FrancoAngeli.

Molina Sánchez S., Juan Vidal F., Cipriani L., Denia Ríos J.L. (2021). Limitations in the digital survey of heritage assets with tower typology. In *EGA Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, n. 26(42), pp. 76-89.

Monza F. (2020). Il graphic design per il miglioramento dell'accessibilità museale. In *Museologia Scientifica - Memorie*, n. 21, pp.146-149.

Pentagram. Natural History Museum. (2023, 10 September). Moving the Museum from catalogue to catalyst. <https://www.pentagram.com/work/natural-history-museum> (accessed 12 September 2023).

Principles of Sevilla. International Principles of Virtual Archaeology (2017). https://icomos.es/wp-content/uploads/2020/06/Seville-Principles-IN-ES-FR.pdf (accessed 12 September 2023).

Ronco F. (2022). Fabbricazione digitale ed AR per la creazione di percorsi espositivi multisensoriali inclusivi. In C. Candito, A. Meloni (a cura di). *DAI - Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione*. Atti del I convegno DAI. Genova, 2-3 dicembre 2022, pp. 690-703. Alghero: Publica.

Scopigno R., Cignoni P., Pietroni N., Callieri M., Dellepiane M. (2017). Digital Fabrication Techniques for Cultural Heritage: A Survey. In *Computer Graphics Forum*, n. 36/1, pp. 6-21. <https://doi.org/10.1111/cgf.12781> (accessed 7 September 2023).

Serra F., Tartaglia F., Venuti S. (2017). *Operatori museali e disabilità. Come favorire una cultura dell'accoglienza*. Roma: Carocci.

Spallone R., López González M. C., Vitali M., Bertola G., Natta F., Ronco F. (2021). Recognizing the Design Patterns of Complex Vaults: Drawing, Survey and Modeling. Experiments on Palazzo Mazzonis' Atrium in Turin. In M. Ioannides et al. (eds). *Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection – EuroMed 2020*, vol. 12642, pp. 3-14. Cham: Springer.

Spallone R., Lamberti F., Ronco F., Castagna L. (2022). AR and VR for enhan-

cing museums' heritage through 3D reconstruction of fragmented statue and architectural context. In *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XLVI-2/W1-2022, pp. 473-480. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-2-W1-2022-473-2022>

Spallone R., Lamberti F., Olivieri L. M., Ronco F., Lombardi L. (2023). Augmented Reality and Avatars for Museum Heritage Storytelling. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (eds). *Beyond Digital Representation. Advanced Experiences in AR and AI for Cultural Heritage and Innovative Design*, pp. 241-258. Cham: Springer.

The London Charter for the Computer-Based Visualisation of Cultural Heritage, Draft 2.1, 7 February 2009. <http://www.londoncharter.org/> (accessed 12 September 2023).

Vigo L., Corbett L. (2023). 根付 Netsuke Hands On. Subverting Untouchability through the Digital. In A. Giordano, M. Russo, R. Spallone (eds). *Beyond Digital Representation. Advanced Experiences in AR and AI for Cultural Heritage and Innovative Design*, pp. 1-12. Cham: Springer.