

disegno 14.2024

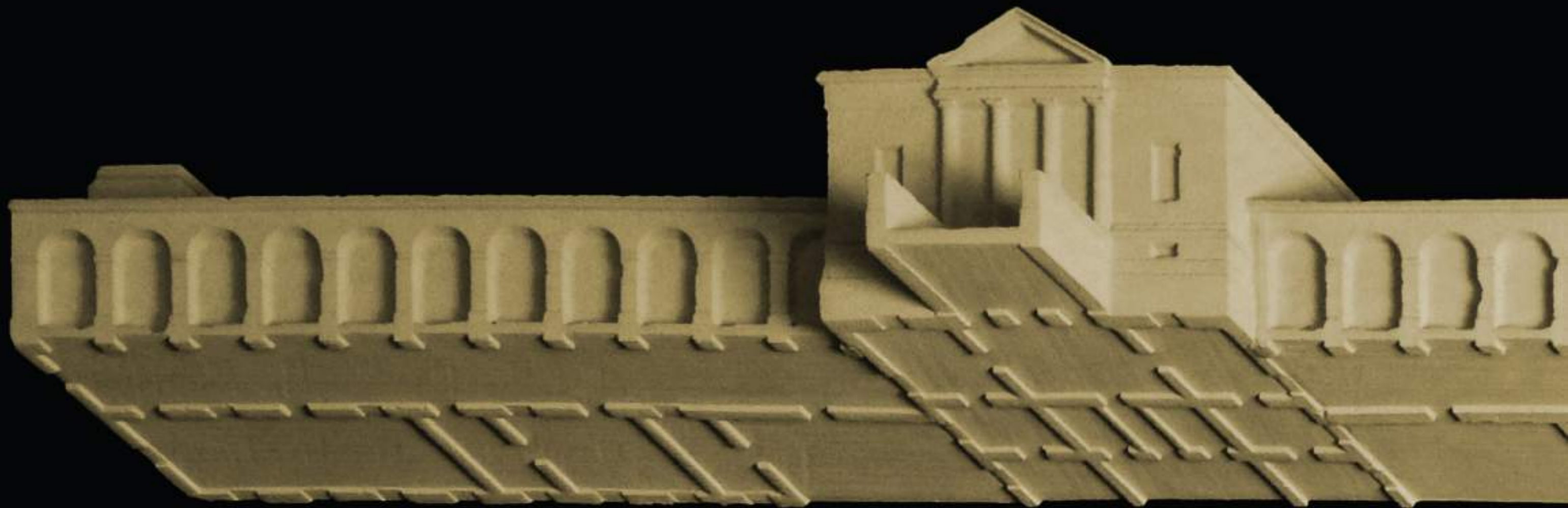


unione italiana disegno

14.2024

disegno

ISSN 2533-2899



diségnò

14.2024

MODELLI ANALOGICI

diségno



Rivista semestrale della società scientifica Unione Italiana per il Disegno
n. 14/2024
<http://disegno.unioneitalianadisegno.it>

Direttore responsabile

Francesca Fatta, Presidente dell'Unione Italiana per il Disegno

Journal Manager

Valeria Menchetelli

Comitato editoriale - indirizzo scientifico

Comitato Tecnico Scientifico dell'Unione Italiana per il Disegno (UID)

Marcello Balzani, Università degli Studi di Ferrara - Italia
Paolo Belardi, Università degli Studi di Perugia - Italia
Stefano Bertocci, Università degli Studi di Firenze - Italia
Carlo Bianchini, Sapienza Università di Roma - Italia
Massimiliano Ciammaichella, Università Iuav di Venezia - Italia
Enrico Cicalò, Università degli Studi di Sassari - Italia
Mario Doccì, Sapienza Università di Roma - Italia
Edoardo Dotto, Università degli Studi di Catania - Italia
Maria Linda Falcidieno, Università degli Studi di Genova - Italia
Francesca Fatta, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria - Italia
Andrea Giordano, Università degli Studi di Padova - Italia
Elena Ippoliti, Sapienza Università di Roma - Italia
Alessandro Luigini, Libera Università di Bolzano - Italia
Francesco Maggio, Università degli Studi di Palermo - Italia
Caterina Palestini, Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara - Italia
Rossella Salerno, Politecnico di Milano - Italia
Alberto Sdegno, Università degli Studi di Udine - Italia
Roberta Spallone, Politecnico di Torino - Italia
Graziano Mario Valenti, Sapienza Università di Roma - Italia
Chiara Vernizzi, Università degli Studi di Parma - Italia
Ornella Zerlenga, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli" - Italia

Membri di strutture straniere

Glaucia Augusto Fonseca, Universidade Federal do Rio de Janeiro - Brasile
Pedro Manuel Cabezas Bernal, Universidad Politécnica de Valencia - Spagna
Pilar Chías Navarro, Universidad de Alcalá - Spagna
Frank Ching, University of Washington - USA
Livio De Luca, UMR CNRS/MCC MAP, Marseille - Francia
Roberto Ferraris, Universidad Nacional de Córdoba - Argentina
Ángela García Codoñer, Universitat Politècnica de València - Spagna
Pedro Antonio Janeiro, Universidade de Lisboa - Portogallo
Michael John Kirk Walsh, Nanyang Technological University - Singapore
Jacques Laubscher, Tshwane University of Technology - Sudafrica
Dominik Lengyel, Brandenburg University of Technology Cottbus - Senftenberg - Germania
Cornelie Leopold, Technische Universität Kaiserslautern - Germania
María Roser Martínez Ramos, Universidad de Granada - Spagna
Carlos Montes Serrano, Universidad de Valladolid - Spagna
César Otero, Universidad de Cantabria - Spagna
Pablo Rodríguez Navarro, Universidad Politécnica de Valencia - Spagna
José Antonio Franco Taboada, Universidade da Coruña - Spagna

Comitato editoriale - coordinamento

Paolo Belardi, Massimiliano Ciammaichella, Enrico Cicalò, Francesca Fatta,
Barbara Messina, Sonia Mollica, Cosimo Monteleone, Sara Morena, Paola Raffa,
Andrea Giordano, Elena Ippoliti, Francesco Maggio, Alberto Sdegno, Ornella Zerlenga

Comitato editoriale - staff

Laura Carlevaris, Massimiliano Lo Turco, Valeria Menchetelli (coordinamento),
Barbara Messina, Sonia Mollica, Cosimo Monteleone, Sara Morena, Paola Raffa,
Veronica Riavis, Ilaria Trizio, Michele Valentino

Progetto grafico

Paolo Belardi, Enrica Bistagnino, Enrico Cicalò, Alessandra Cirafici

Segreteria di redazione

piazza Borghese 9, 00186 Roma
redazione.disegno@unioneitalianadisegno.it

In copertina

Modello analogico obliquo di Villa Erma di Andrea Palladio, gesso, particolare
(A. Sdegno con B. Germand, realizzazione Protoservice, 2007).

Gli articoli pubblicati sono sottoposti a procedura di doppia revisione anonima (double blind peer review) che prevede la selezione da parte di almeno due esperti internazionali negli specifici argomenti. Per il numero 14, anno 2024, la procedura di valutazione dei contributi è stata affidata ai seguenti referee:
Fabrizio Agnello, Giuseppe Amoruso, Fabrizio Ivan Apollonio, Marinella Arena, Alessandra Avella, Laura Baratin, Carlo Battini, Marco Giorgio Bevilacqua, Cecilia Bolognesi, Stefano Brusaporci, Massimiliano Campi, Cristina Candito, Marco Carpi, Camilla Casonato, Stefano Chiarenza, Emanuela Chiavoni, Maria Grazia Cianci, Alessandra Cirafici, Luigi Cocchiarella, Daniele Colistra, Giuseppe D'Acunto, Agostino De Rosa, Antonella di Luggo, Tommaso Emler, Laura Farroni, Fabrizio Gay, Maria Pompeiana Iarossi, Manuela Incerti, Alfonso Ippolito, Gabriella Liva, Federica Maietti, Carlos Montes Serrano, Assunta Pelliccio, Francesca Picchio, Andrea Pirinu, Jessica Romor, Luca Rossato, Daniele Rossi, Elisabetta Ruggiero

Consulente per le traduzioni in lingua inglese: Elena Migliorati

Gli autori degli articoli dichiarano che le immagini incluse nel testo sono libere da diritti oppure ne hanno acquisito l'autorizzazione per la pubblicazione.

La rivista *diségno* è inclusa nell'elenco delle riviste scientifiche dell'Agenzia nazionale di valutazione del sistema universitario e della ricerca (ANVUR) per l'area non bibliometrica 08 - Ingegneria civile e Architettura ed è indicizzata su Scopus.

Publicato nel mese di giugno 2024

ISSN 2533-2899



14.2024

diségno

5 Francesca Fatta

Editoriale

7 Alberto Sdegno
Pedro Manuel Cabezas-Bernal

Copertina

Modelli analogici obliqui

22 Peter Eisenman

Immagine

House X

23 Paolo Belardi

Idea as Model, Model as Idea. Il modello assonometrico della House X di Peter Eisenman

MODELLI ANALOGICI

Microarchitetture e *mock-up*

31 Marco Gaiani

See, touch, feel: un percorso conoscitivo ed educativo attraverso le *maquette*

45 Nicolás Gutiérrez-Pérez
Isabel Artal-Sanz
Tomás Abad
Pilar Chías

The Model of Cadiz: a Unique Prototype for the Representation of Spanish Cities at the End of the 18th century

59 Lorenzo Renzullo
Margherita Maurea

Il *mock-up* come strumento di progetto. Innovazione e sperimentazione nella Nuova Rinascenza di Albini e Helg (1961)

71 Nicolò Sardo

Sguardi minimi. La fotografia e la rappresentazione dei modelli architettonici

85 Alessio Altadonna
Adriana Arena

Rilievo di una micro-architettura e modellazione: l'archetipo dell'antico palazzo municipale di Messina

95 Daniel Martín Fuentes
Javier Martín

Modelos a diferentes escalas. Un estudio sobre la inferencia en la percepción de la relación entre espacio, cuerpo y objeto

Nuovi materiali per nuove tecnologie

109 Eduardo Carazo
Álvaro Moral

La materia de las maquetas: usos y materiales en la construcción de los modelos a escala

121 Fabio Bianconi
Marco Filippucci
Giulia Pelliccia

Modelli inversi. L'analogico come verifica del digitale

133 Maurizio Marco Bocconcino
Mariapaola Vozzola
Martino Pavignano

Artefatti analogici per la Scienza delle costruzioni. Una perlustrazione critica

149 Luca James Senatore

La costruzione di modelli multisensoriali di statuaria antica, tra innovazione e tradizione

159 Alexandra Fusinetti

Modelli architettonici per la percezione tattile

Modelli come disegni

173 Riccardo Migliari

Un modello grafico archetipo nelle *Coniche* di Apollonio

183 Alessio Bortot
Annalisa Metus

I modelli in carta per la divulgazione scientifica e lo studio del disegno

- 191 *Francesca Ronco*
Giulia Bertola *Paper City Tales: modelli di carta per raccontare Le città invisibili di Italo Calvino*
- 201 *Piero Barlozzini*
Manuela Piscitelli *Modelli "bidimensionali". Il plastico nel progetto delle facciate architettoniche*
- 217 *Paola Raffa* *Da tre a due a tre dimensioni: esercizi per la conoscenza dell'architettura*
- Modelli di strutture, strutture di modelli**
- 229 *Adriana Rossi*
Claudio Formicola
Sara Gonizzi Barsanti *Ingegna Romana. Dalle fonti ai modelli, dai reperti alle ricostruzioni*
- 239 *Massimiliano Ciammaichella* *Maquette dello spazio scenico: dispositivo di illusione e pratica teatrale*
- 251 *José Luís Higón Calvet*
Mónica Val Fiel *Experiences in the Use of Analog Models in Micro-Architectures Design*
- 259 *Francesco Maggio*
Alessia Garozzo *Forma della città e modello conoscitivo*
- 271 *Carlos L. Marcos*
Andrés Martínez-Medina
Vincenzo Bagnolo *Modelli per pensare all'architettura di Alberto Campo Baeza*

RUBRICHE

Letture/Riletture

- 289 *Veronica Riavis* *Rassegna 32 su (Maquette), ovvero sul modello fisico*

Recensioni

- 299 *Massimiliano Ciammaichella* *Laura Farroni, Manuela Incerti, Alessandra Pagliano (a cura di). (2023). Misurare il tempo. Strumenti e tecniche tra storia e contemporaneità. Limena: libreriauniversitaria.it*
- 301 *Edoardo Dotto* *Enrico Cicalò, Valeria Menchetelli, Michele Valentino (a cura di). (2023). Linguaggi grafici. Fotografia. Alghero: Publica*
- 304 *Jorge Llopis-Verdú* *Adriana Rossi (2023). Sant Cugat del Vallès. Verso l'accessibilità dei dati. Limena: Libreriauniversitaria.it*
- 306 *Federica Maietti* *Marinella Arena (2023). Città sospese fra capi e fumare. Strategie identitarie. Milano: FrancoAngeli*
- 309 *Silvia Masserano* *Alberto Sdegno, Veronica Riavis (a cura di). (2023). DAI Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione. Alghero: Publica*

Eventi

- 315 *Enrico Cicalò* *Giornate della Rappresentazione e Conservazione del Patrimonio Culturale Contemporaneo*
- 318 *Laura Farroni* *Diffondere e implementare la cultura del Disegno attraverso la produzione editoriale. L'iniziativa I Libro: I Disegno*
- 321 *Alessandro Luigini*
Daniele Rossi *UIDSS2023 Applied Games for Heritage Education*
- 326 *Sofia Menconero* *eXploRA virtual journeys to discover inaccessible heritages*
- 329 *Fabiana Raco* *Esperienze nazionali e internazionali innovative a confronto tra memoria e amnesia*
- 332 *Giovanni Rasetti* *Dialoghi con gli Archivi di Architettura "Eredità contemporanee"*
- 335 *Graziano Mario Valenti* *Seminario informativo, formativo, sulla valutazione*

- 341 **La biblioteca dell'UID**

Modelli architettonici per la percezione tattile

Alexandra Fusinetti

Abstract

L'articolo discute il ruolo che i modelli fisici hanno nel processo di inclusione e abbattimento delle barriere percettive e cognitive nell'ambito della comunicazione e rappresentazione del patrimonio storico-architettonico, anche in relazione a quanto indicato dalle convenzioni internazionali e dalle più recenti indicazioni normative.

Alle finalità storicamente consolidate del modello come supporto progettuale se ne sono affiancate delle altre, quali ad esempio la possibilità di far comprendere meglio gli spazi all'interno dei sistemi di orientamento.

Nel campo della valorizzazione del patrimonio culturale, l'utilizzo del modello fisico viene annoverato da diverse linee guida come elemento utile al miglioramento delle condizioni di accessibilità per le diverse tipologie di fruitori.

Il modello analogico può riguardare sia la "narrazione optica" dello stato di fatto e sia il racconto delle ipotetiche ricostruzioni dello stesso, potendo così comunicare non solo con persone con disabilità visive o cognitive ma alla totalità dei fruitori.

A tal proposito, l'articolo illustra alcuni casi studio che utilizzano il modello analogico di architettura al fine di superare il ruolo storicamente riconosciuto a questi manufatti, che prevedeva una percezione esclusivamente visiva, aprendoli a un nuovo livello di percezione sensoriale capace di incrementare il grado di inclusività.

Parole chiave: accessibilità, beni culturali, barriere percettive, comunicazione, universal design.

Introduzione

L'accessibilità cognitiva e percettiva rappresenta un tassello fondamentale per una efficace e inclusiva comunicazione dei beni culturali. Mira infatti ad abbattere le barriere che rendono difficile la comprensione e la fruizione del patrimonio da parte di persone portatrici di disabilità, quest'ultima intesa come l'insieme di condizioni che ostacolano la partecipazione delle persone nella società, dovute alla presenza di barriere di diversa natura [Menchetelli, Melloni 2023].

Sono diverse le convenzioni e normative che affrontano il tema dell'abbattimento delle barriere fisiche, sensoriali e cognitive all'interno dei luoghi della cultura. La *Convenzione delle Nazioni Unite sui diritti delle persone con disabilità* (Legge 18/2009) [1] riconosce ad esempio il diritto delle persone con disabilità di partecipare alla vita culturale e

ricreativa su base di uguaglianza con gli altri (articolo 30) e impegna gli Stati ad adottare misure per rendere accessibili i luoghi della cultura (articolo 9); oppure la *Convenzione di Faro* sul valore del patrimonio culturale per la società, che nell'articolo 12 sottolinea il «promuovere azioni per migliorare l'accesso all'eredità culturale, in particolare per i giovani e le persone svantaggiate, al fine di aumentare la consapevolezza sul suo valore, sulla necessità di conservarlo e preservarlo e sui benefici che ne possono derivare» [2].

In Italia il D.M. 28 marzo 2008 *Linee guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale* [Ministero per i Beni e le Attività Culturali 2008] stabilisce i requisiti minimi per l'accessibilità fisica, sensoriale e cognitiva dei luoghi della cultura, secondo i principi dell'*universal*

design, mentre le *Linee Guida per la redazione del Piano di Eliminazione delle barriere architettoniche* (P.E.B.A.) del 2018 [Direzione Generale dei Musei 2018] e il successivo *Piano Strategico per l'Eliminazione delle Barriere Architettoniche* (D.M. n. 534, 19 maggio 2022) [Direzione Generale dei Musei 2022], hanno come obiettivo l'adeguamento di musei e istituti per ottenere la più ampia accessibilità fisica, cognitiva, sensoriale e culturale possibile.

Le azioni previste comprendono la rimozione delle barriere fisiche mediante interventi di adeguamento degli spazi secondo i principi della progettazione inclusiva e dell'*universal design* e la rimozione delle barriere cognitive con interventi di facilitazione della comprensione degli spazi e della comunicazione degli artefatti culturali, attraverso la traduzione in linguaggio facile o mediante l'utilizzo di supporti visivi e tattili.

In questo ambito, i modelli fisici assumono un ruolo di primaria importanza nel processo di comunicazione e di inclusione, offrendo una rappresentazione tridimensionale tangibile che permette alle persone con diversi gradi di abilità di esplorare e comprendere siti e monumenti in modo più completo e immersivo.

Il modello analogico può infatti agevolare la comprensione delle relazioni spaziali tra le diverse parti di un edificio o di un complesso monumentale, rivolgendosi non solo alle persone con disabilità ma alla totalità dei fruitori.

I modelli fisici supportano la "lettura" di complessi concetti architettonici e spaziali e conseguentemente anche la creazione di una loro rappresentazione mentale, permettendo di "visualizzare" la struttura, la disposizione degli ambienti e il rapporto con l'area circostante; permettono inoltre di esplorare l'architettura attraverso il tatto, fornendo informazioni su forme, volumi, *texture* e materiali, anche mostrando dei dettagli che non sono sempre percepibili attraverso la vista; possono infine essere utilizzati per attività didattiche e di sensibilizzazione, favorendo l'interazione con il patrimonio e la sua storia.

La letteratura scientifica propone diversi studi riguardanti utilizzi e finalità dei modelli tattili di architettura, che possono essere incentrati sulla possibilità di informare ed orientare gli utenti [Caddeo et al. 2006], oppure avere come *focus* la valorizzazione del patrimonio culturale. In questi casi i modelli possono rappresentare l'edificio nelle sue volumetrie complete, sia come rovine che come ipotesi ricostruttive [Caldarone 2018; Empler, Fusinetti 2021; Empler, Caldarone, Fusinetti 2023], i dintorni su cui insiste, i dettagli e i particolari della sua conformazione esterna o



Fig. 1. Basilica di Santa Sofia, Istanbul, mosaico del vestibolo sud (XI secolo). Risorsa disponibile online: <<https://rb.gy/cj8q5>> (consultato il 21 febbraio 2024).

Fig. 2. Brunelleschi e Ghiberti presentano a Cosimo il Vecchio il modello della chiesa di San Lorenzo, eseguito da Marco da Faenza su progetto del Vasari nel 1556. Risorsa disponibile online: <<https://rb.gy/21bnrb>> (consultato il 21 febbraio 2024).

dei suoi interni [Balletti et al. 2012; Sdegno, Riavis 2020], o ancora, ricostruire tridimensionalmente i dipinti rinascimentali con la volontà di narrare la scansione prospettica, elemento fondamentale per la comprensione e il riconoscimento del valore del dipinto [Ansaldi 2023]. A questa ampia documentazione si aggiungono poi i contributi relativi ai convegni *Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione -DAI 2022* [Candito, Meloni 2022] e 2023 [Sdegno, Riavis 2023], entrambi patrocinati dall'UID, a riprova dell'attualità dei temi di accessibilità e inclusione all'interno della disciplina del disegno.

Modelli architettonici nel tempo

L'evoluzione dell'utilizzo dei modelli architettonici è storicamente documentata ed è possibile evidenziare come sono cambiate nel tempo le finalità di impiego, passando da un iniziale utilizzo simbolico e religioso per arrivare ad uno progettuale.

Nel mondo greco ad esempio i modelli fisici delle architetture potevano rappresentare la sintesi dell'edificio, costituendosi come *ex voto* da donare alla divinità [Bigi 2017], così come similmente accadeva nel periodo egizio o in quello bizantino. Di quest'ultimo caso ne è esempio il mosaico presente all'interno della Basilica di Santa Sofia a Istanbul in cui due imperatori sono raffigurati ognuno con in mano un modello fisico, che viene presentato alla Vergine Maria con Gesù. L'imperatore Giustiniano ha in mano un modello della Basilica che lui stesso ricostruì nel VI secolo, mentre l'imperatore Costantino porge il modello di Costantinopoli, città che fondò ereditando il suo nome e che ospita la Basilica stessa. L'utilizzo del modello, sia della città che della chiesa, ha qui valenza di omaggio al dio di cui invocano la grazia e la protezione [Whittemore 1938] (fig. 1).

Nel rinascimento il modello fisico inizia ad assumere nuovi significati, rivestendo un ruolo fondamentale nel processo di progettazione architettonica grazie alla sua capacità di comunicare al committente l'edificio in costruzione. Nel dipinto eseguito da Marco da Faenza su commissione di Vasari *Brunelleschi e Ghiberti presentano a Cosimo il Vecchio il modello della chiesa di San Lorenzo* è la figura del mecenate che evidenzia, indicandoli contemporaneamente, la corrispondenza tra il modello mostrato e il cantiere che si vede in costruzione sullo sfondo [Limoncelli 2023] (fig. 2). In questo periodo il modello analogico ha il compito di



Fig. 3. Modello ligneo della cupola e delle absidi di Santa Maria del Fiore attribuito a Filippo Brunelleschi (Firenze 1377-1446). Museo dell'Opera del Duomo Firenze. Risorsa disponibile online: <<https://rb.gy/31wr59>> (consultato il 21 febbraio 2024).



Fig. 4. Modello in bronzo del Forte San-Jean, a Marsiglia. Risorsa disponibile online: <<https://rb.gyl7fduy>> (consultato il 21 febbraio 2024).

Fig. 5. Casa Milà, Gaudì, modello tattile in alluminio del terrazzo posto in cima all'edificio. Risorsa disponibile online: <<https://rb.gylmg00tu>> (consultato il 21 febbraio 2024).

illustrare la grandiosità dell'opera, le soluzioni ingegneristiche innovative o più semplicemente la distribuzione degli spazi e i dettagli costruttivi per gli operai, oltre a rivelarsi utile riferimento progettuale nel caso in cui fosse venuto a mancare il progettista, cosa non inusuale visti i lunghi tempi realizzativi delle opere.

A oggi rimangono poche testimonianze di questi modelli, ciò dovuto alla loro veloce dismissione a opera finita per recuperarne il materiale. Estremamente significativi, e conservati per l'importanza del soggetto che raffiguravano, sono i modelli del progetto di Antonio da Sangallo per la Basilica di San Pietro (mai realizzato a causa della morte improvvisa dell'architetto), e della cupola della Basilica di Santa Maria del Fiore a Firenze ad opera, presunta, del Brunelleschi (fig. 3).

L'utilizzo del modello si è poi ulteriormente evoluto nel tempo, passando per i dettagliati modelli in legno del periodo Barocco prima e per le piccole riproduzioni in sughero settecentesche poi, usate a titolo di ricordo di viaggio e ideate per il mercato del *Grand Tour*.

Ancora oggi il modello supporta lo sviluppo dell'idea progettuale ed è utilizzato come rappresentazione tridimensionale per illustrare il progetto alla committenza, ma alle finalità storicamente consolidate se ne sono affiancate delle altre, quali ad esempio la possibilità di far comprendere meglio gli spazi all'interno dei sistemi di orientamento.

Modelli tattili per la comunicazione

I modelli fisici, siano essi relativi a singoli edifici (fig. 4), ad un livello specifico (fig. 5) o raffiguranti una piccola porzione urbana (figg. 6, 7), vengono frequentemente utilizzati all'interno dei sistemi di *wayfinding*, quell'insieme strategie volte a trasferire le informazioni ambientali agli utenti attraverso l'utilizzo di segnaletiche orientative e altri metodi di comunicazione [Empler 2012].

La realizzazione di questi modelli tridimensionali, necessariamente in scala, favorisce l'orientamento di tutti i visitatori, compresi quelli con disabilità sensoriali legate alla vista, i quali possono esplorare il modello con il tatto. La lettura aptica consente il confronto e la comprensione della distribuzione spaziale degli edifici, ma affinché le informazioni trasmesse risultino chiare ed efficaci è necessario che il processo di elaborazione segua alcune linee guida per soddisfare i principi di leggibilità.



Fig. 6. Modello bronzeo del Museuminsel (isola dei musei) a Berlino: è raffigurato il distretto culturale dei cinque musei berlinesi, patrimonio UNESCO. Risorsa disponibile online: <<https://rb.gy/fw0lwt>> (consultato il 21 febbraio 2024).

Fig. 7. Modello in bronzo della Piazza del Mercato di Poznan, Polonia. Risorsa disponibile online: <<https://rb.gy/od3dyj>> (consultato il 21 febbraio 2024).

Al pari delle mappe tattili bidimensionali, anche i modelli tridimensionali richiedono una semplificazione delle informazioni poiché l'esplorazione aptica non permette la distinzione dei dettagli più fini. La lettura tattile avviene attraverso un'esplorazione sequenziale del modello attraverso le dita e i palmi, e la percezione dell'insieme è il risultato dell'organizzazione di quelle informazioni parziali [Empler, Fusinetti 2019].

Dimensioni e materiali utilizzati dipendono dalla scala di rappresentazione, se urbana o di dettaglio, dalla collocazione finale del modello, se interna o esterna, e dalla qualità dell'esecuzione, che può essere artigianale o eseguita mediante stampa tridimensionale.

L'elaborazione di questo tipo di modelli, aventi anche forme complesse, prevede l'utilizzo delle tecnologie digitali che, a partire dalle metodologie di rilievo integrato per l'acquisizione dei dati e la successiva modellazione, permettono la stampa del modello mediante prototipazione additiva o sottrattiva [Empler, Fusinetti, 2021; Montusiewicz et al. 2022].

Il trattamento digitale dei dati per l'elaborazione del modello deve però sottostare ad alcune indicazioni di rappresentazione che consentano il riconoscimento delle forme per assicurare una corretta comprensione dell'oggetto da parte del fruitore.

Per questo motivo le dimensioni della replica non dovrebbero eccedere con le dimensioni – idealmente non superare l'ampiezza di movimento delle braccia – e dovrebbero essere elaborati per permettere di distinguere tutti gli elementi, mediante anche l'uso di *texture* o numeri da richiamare poi in legenda. L'esempio riportato in figura 8 mostra il modello tattile predisposto per la comunicazione della Fortezza di Marciana, all'Isola d'Elba. Il modello è stato creato a partire dall'acquisizione dello stato attuale della fortezza mediante fotogrammetria aerea; la *mesh* ottenuta dalla nuvola di punti è stata poi semplificata con l'obiettivo di ottenere un modello che permettesse una corretta comprensione dell'artefatto, con l'accortezza di chiudere o riempire quelle zone che avrebbero potuto costituire un pericolo quando esplorate tattilmente (come ad esempio gli spazi interni ai quattro bastioni laterali); prima della produzione sono stati aggiunti i riferimenti numerici, in nero e in *braille*, associati alla legenda presente sulla base a cui il modello è agganciato, che consentono di comprendere le diverse parti di cui si compone la fortezza. A supporto di questa lettura è stata aggiunta, sempre nel pannello base, anche una breve descrizione della fortezza, in italiano,

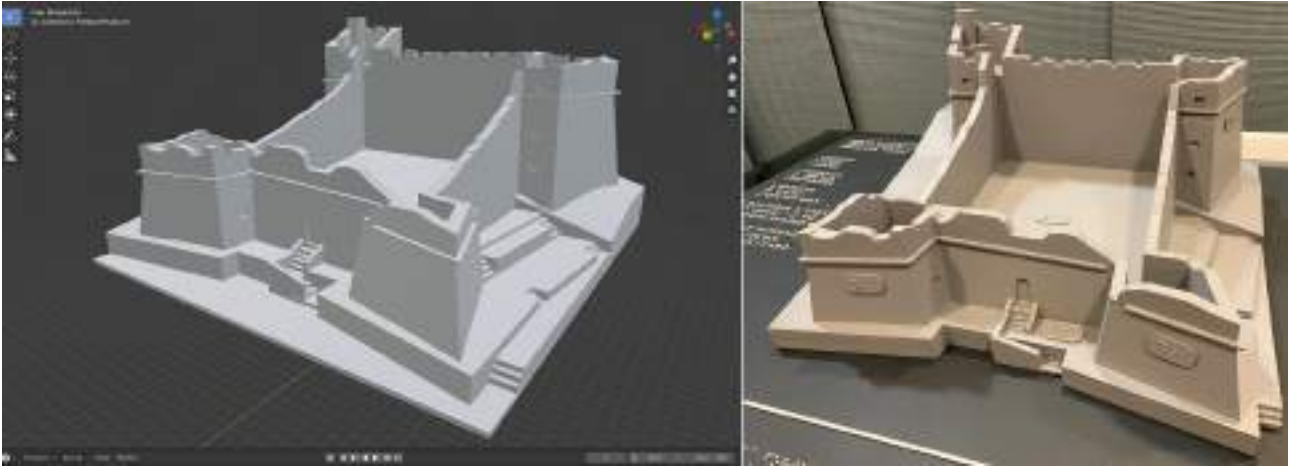


Fig. 8. Modello tattile della Fortezza di Marciana, Isola d'Elba. A sinistra il modello elaborato a partire dalle operazioni di rilievo; a destra il modello stampato. Elaborazione dell'autrice.

inglese e *braille*. Il plastico è stato prodotto mediante un processo di stampa additiva il cui volume è servito per creare la matrice in silicone dentro cui è stata colata la resina per ottenere il modello finale.

Nella predisposizione dei modelli è inoltre necessario tenere in considerazione la spaziatura dei segni grafici, come linee o trame, che quando utilizzate come *texture* devono essere distanziate di almeno 2 mm affinché siano correttamente percepite, mentre la distanza tra i singoli oggetti, soprattutto se aventi altezza simile, devono essere posizionati a una distanza superiore ai 5 mm [Simmonet et al. 2018]. Questi accorgimenti possono portare a una parziale modifica delle proporzioni degli elementi del modello, ma si tratta di variazioni utili a conseguire una corretta ed efficace comunicazione.

La possibilità di esplorare tattilmente il modello fisico permette la trasmissione di informazioni architettoniche e spaziali che, nel caso dei sistemi di *wayfinding*, si traducono in modelli aventi funzione principale di orientamento. Questo tipo di modelli, definiti *directory*, assistono gli utenti nell'individuazione della destinazione da raggiungere, agevolano una corretta percezione degli spazi che si stanno percorrendo e consentono una maggiore autonomia di movimento anche alle persone portatrici di disabilità visive o cognitive in generale.

Nel campo della valorizzazione del patrimonio culturale, l'utilizzo del modello fisico viene annoverato dalle sopracitate linee guida come elemento utile al miglioramento delle condizioni di accessibilità per le diverse tipologie di fruitori. Questa peculiare tipologia consente una corretta comprensione degli spazi agevolando l'orientamento anche all'interno degli istituti culturali e favorendo di conseguenza l'autonomia del fruitore; permette inoltre una efficace interpretazione e percezione dell'oggetto architettonico, mediante esplorazione aptica, all'interno di un percorso inclusivo di valorizzazione del Bene.

Il modello analogico di un artefatto culturale architettonico può declinarsi su diverse scale, a seconda delle informazioni da comunicare ai fruitori.

Alla scala urbana, esso può rappresentare un'area di particolare pregio, come nel caso del modello tattile del centro culturale Luma Arles, in Francia. Il complesso, progettato da Gehry, si estende su un'area di undici ettari e viene descritto da due pannelli tattili caratterizzati dall'uso di diverse cromie e trame che aiutano a distinguere i diversi edifici dell'area. La classificazione degli elementi mediante l'uso di colori è poi declinata anche nel sistema di orientamento dell'area, implementando così un approccio inclusivo per la fruizione del sito (fig. 9). In questo senso, il modello tattile può essere utilizzato dalle persone non vedenti per



Fig. 9. Modello tattile del centro culturale Luma Arles, Francia. Risorsa disponibile online: <<https://rb.gy/gk0xxi>> (consultato il 21 febbraio 2024).



Fig. 10. Mappa in bronzo della città di Nordlingen, Germania. Autore: Andrew-M-Whitman. Risorsa disponibile online: <<https://rb.gy/a9xaeK>> (consultato il 21 febbraio 2024).

la creazione di una propria mappa mentale dell'area attraverso il tatto, utile per gli spostamenti in sicurezza e l'orientamento autonomo all'interno dello spazio.

È possibile anche comunicare una particolare conformazione urbana, come nel caso della cittadina tedesca di Nordlingen: mediante un modello tattile in bronzo corredato di testi in braille si evidenzia la singolare forma circolare dell'abitato, dovuto allo sviluppo abitativo del nucleo all'interno di un cratere meteorico (fig. 10).

I modelli architettonici delle singole costruzioni, o di parti di esse, possono illustrare con maggiore dettaglio i diversi elementi che li compongono, evidenziando particolari costruttivi, come nel modello bronzeo del *Golden Gate Bridge*, inserito all'interno del progetto di allestimento per la valorizzazione del Ponte, in cui è possibile esplorare tattilmente una delle due torri per comprenderne meglio forma e proporzioni [Anagnos et al. 2013] (fig. 11).

Infine, tra le caratteristiche più rilevanti dell'utilizzo dei modelli fisici è quella di poter illustrare sia la "narrazione aptica" dello stato di fatto e sia il racconto delle ipotetiche ricostruzioni dello stesso [Caldarone 2018; Emler, Fusinetti 2021; Barvir et al. 2021].

La possibilità per i non vedenti di esplorare autonomamente le rappresentazioni tattili degli artefatti culturali è dunque una sfida in cui è richiesto l'adattamento dei contenuti significativi del Bene alle specifiche caratteristiche dell'esplorazione tattile [Souradi et al. 2020], anche se l'utilizzo di questi modelli permette di rivolgersi non solo alle persone con disabilità visive o cognitive, a cui principalmente si rivolgono, ma alla totalità dei fruitori.

Conclusioni

Gli sviluppi nell'utilizzo di questi modelli nell'ambito della comunicazione del patrimonio culturale sono oggi orientati all'implementazione di nuovi livelli sensoriali, mediante l'utilizzo delle tecnologie dell'informazione.

Il progetto *Unesco4All* presenta un approccio innovativo avente l'obiettivo di creare dei percorsi sensoriali intorno ad alcuni siti Patrimonio dell'umanità, pensati appositamente per un pubblico non vedente. Agli utenti viene messo a disposizione un anello dotato di tecnologia NFC [D'Agnano et al. 2015] che, mediante il supporto di un'app, è in grado di "leggere" il modello seguendo l'esplorazione aptica e fornire una descrizione audio in tempo reale.



Fig. 11. Modello bronzeo di una delle torri del Golden Gate Bridge. Risorsa disponibile online: <<https://rb.gy/8mofb3>> (consultato il 21 febbraio 2024).

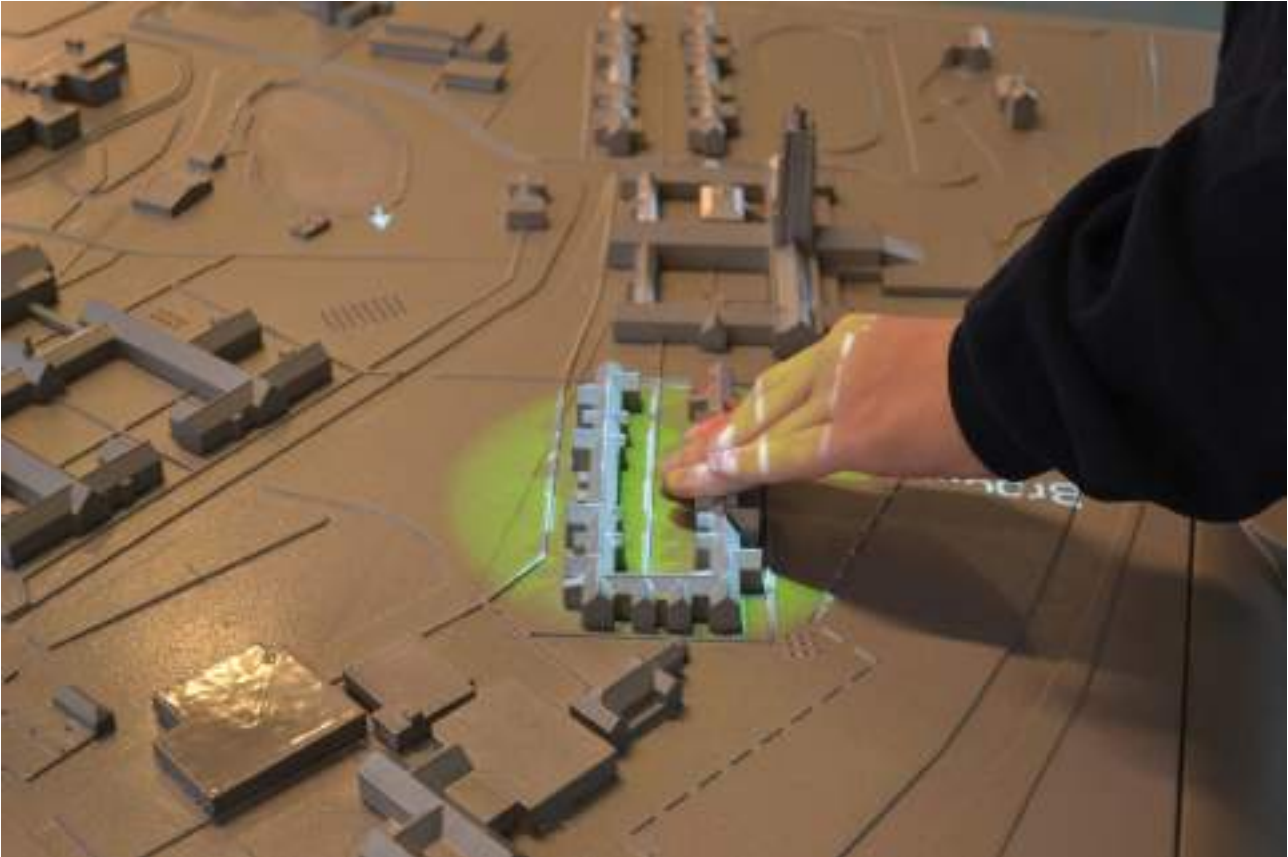


Fig. 12. Modello multisensoriale della Perkins School, che offre indicazioni audio, tattili e visive per un'interazione inclusiva. Crediti: Centro IDeA dell'Università di Buffalo. Risorsa disponibile online: <<https://rb.gy/bfj1sp>> (consultato il 9 aprile 2024).

Utilizza un approccio simile la ricerca condotta per la valorizzazione del Castello di Olomuc, in Repubblica Ceca. Qui l'interazione tra l'utente e modello viene ottenuta stampando gli elementi del modello corrispondenti ai punti di interesse con un materiale conduttivo in grado di "rispondere" al tocco. L'attivazione delle connessioni tramite il tatto porta alla visualizzazione di informazioni dettagliate sul tablet situato accanto al modello 3D e alla descrizione audio degli elementi [Lazna et al. 2002].

La ricerca portata avanti dall'IDEA Center dell'Università di Buffalo propone invece un sistema di *wayfinding* interattivo. Sono state stampate delle mappe tridimensionali

disegnate successivamente con vernice conduttiva: al tocco una proiezione luminosa illumina l'edificio e vengono comunicate all'utente le informazioni relative ad esso insieme alle indicazioni su come raggiungerlo, il tutto attraverso un sistema audio (fig. 12).

Oggi il ruolo storicamente riconosciuto ai modelli fisici, che prevedeva una percezione esclusivamente visiva, viene superato in favore di modelli che supportano nuovi livelli di percezione sensoriale capaci di incrementare il grado di inclusività e rispondere con efficacia alle normative richiedenti interventi in linea con i principi della progettazione per tutti.

Note

[1] Si consulti a tale riguardo il documento del Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali (2009). *Convenzione delle Nazioni Unite sui diritti delle persone con disabilità*, in particolare l'articolo 30 riferito alla partecipazione alla vita culturale e ricreativa, agli svaghi ed allo sport e l'articolo 9 riguardante l'accessibilità. <[https://www.lavoro.gov.it/temi-e-priorita/disabilita-e-non-autosufficienza/focus-on/Convenzione-ONU/Do-](https://www.lavoro.gov.it/temi-e-priorita/disabilita-e-non-autosufficienza/focus-on/Convenzione-ONU/Documenti/Convenzione%20ONU.pdf)

[cuments/Convenzione%20ONU.pdf](https://www.lavoro.gov.it/temi-e-priorita/disabilita-e-non-autosufficienza/focus-on/Convenzione-ONU/Documenti/Convenzione%20ONU.pdf)> (consultato il 20 febbraio 2024).

[2] L'articolo 12 della Convenzione di Faro si riferisce specificatamente all'accesso al patrimonio culturale e alla partecipazione democratica: <<https://www.journalchc.com/wp-content/uploads/2020/08/Convenzione-di-Faro.pdf>> (consultato il 20 febbraio 2024).

Autore

Alexandra Fusinetti, Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica, Università degli Studi di Sassari, amfusinetti@uniss.it

Riferimenti bibliografici

Anagnos, T., Carroll, B., Weiss, S., Heil, D. (2013). PublicWorks for Public Learning: A Case Study. In *Proceedings of the 120th ASEE Annual Conference & Exposition*. Atlanta, Georgia 23-26 giugno 2013. <https://www.researchgate.net/publication/262674224_PublicWorks_for_Public_Learning_A_Case_Study/link/00b7d5385ffaafbed2d000000/download?tp=eyJlb250ZXh0Ijp7InBhZ2UiOiJwdVJsaWNhdGlvbiInByZXZpb3VzUGFnZSI6bnVsbH19> (consultato il 28 maggio 2024).

Ansaldi, B. (2023). *Perspective and the blind. Rappresentazione e comunicazione inclusiva per l'accessibilità dei dipinti prospettici*. Napoli: FedOAPress.

Balletti, C., Adami, A., Guerra, F., Vernier, P. (2012). Dal rilievo alla maquette: il caso di San Michele in Isola. In *Archeomatica* v. 3 n. 2, pp. 24-30. <<https://mediageo.it/ojs/index.php/archeomatica/article/view/122/131>> (consultato il 28 maggio 2024).

Barvir, R., Brus, J., Vondrakova, A. (2021). 3D-printed models of Czech architectural monuments for people with severe visual impairment. In P. Zamperlin, A. Cantile, and M. Milli (Eds.). *Abstracts of the International Cartographic Association of the 30th International Cartographic Conference (ICC 2021)*. Firenze, 14–18 dicembre 2021, vol. 3. <<chrome-extension://efaidnbmninnipocajpgclcfefindmkaj/https://ica-abs.copernicus.org/articles/3/23/2021/ica-abs-3-23-2021.pdf>> (consultato il 28 maggio 2024).

Bigi, D. (2017). La Forma delle idee. L'elaborazione di modelli tra storia dell'architettura antica e musealizzazione odierna. In *Amici dei Musei di Roma* (a cura di). *Bollettino dei musei comunali di Roma*, Nuova Serie 2017, vol. 31. Roma: Gangemi Editore.

Caddeo, P., Fornara, F., Nenci, A. M., Piroddi, A. (2006). Wayfinding tasks in visually impaired people: the role of tactile maps. In *Cognitive Processes*, vol. 7, pp. 168–169. <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10339-006-0128-9.pdf>> (consultato il 28 maggio 2024).

Caldarone, A. (2018). Dalla stampa 3D agli oggetti 4D. La prototipazione rapida per i beni culturali. In T. Empler, F. Quici, G. M. Valenti (a cura di). *Atti del 4° workshop 3D Modeling & BIM. Nuove Frontiere*. Roma, 18-19 aprile 2018, pp. 366-382. Roma: Dei, Tipografia del Genio Civile.

Càndito, C., Meloni, A. (a cura di). (2022). *Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione. Atti del convegno DAI*, Genova 2-3 dicembre 2022. Alghero: Pubblica. <https://www.publicapress.it/wp-content/uploads/2022/11/DAI_PUBBLICA.pdf> (consultato il 28 maggio 2024).

Consiglio d'Europa - *Convenzione quadro del Consiglio d'Europa sul valore del patrimonio culturale per la Società* (2008). <<https://www.journalchc.com/wp-content/uploads/2020/08/Convenzione-di-Faro.pdf>>

D'Agnano, F., Balletti, C., Guerra, F., Vernier, P. (2015). Tooteko: a case study of augmented reality for an accessible cultural heritage. Digitization, 3d printing and sensors for an audio-tactile experience. In *International Archives of the Photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, vol. XL-5/W4, pp. 207–213. <<https://isprs-archives.copernicus.org/articles/XL-5-W4/207/2015/isprs-archives-XL-5-W4-207-2015.pdf>> (consultato il 28 maggio 2024).

Direzione Generale dei Musei (2018). *Linee guida per la redazione del Piano di eliminazione delle barriere architettoniche (P.E.B.A) nei musei, complessi museali, aree e parchi archeologici*. <<http://musei.beniculturali.it/wp-content/uploads/2015/11/Linee-guida-per-la-redazione-del-Piano-di-eliminazione-delle-barriere-architettoniche-P.E.B.A-nei-musei-complexi-museali-aree-e-parchi-archeologici.pdf>> (consultato il 20 febbraio 2024).

Direzione Generale dei Musei (2022). *Piano strategico per l'eliminazione delle barriere architettoniche*. <http://musei.beniculturali.it/wp-content/uploads/2023/08/PN-PEBA_aggiornamento-agosto-2023.pdf> (consultato il 20 febbraio 2024).

Emler, T. (2012). *Grafica e comunicazione ambientale. Nuovi ambiti rappresentativi nell'architettura contemporanea*. Roma: DeI.

Emler, T., Fusinetti, A., (2019). Rappresentazione visuo-tattile. Comunicazione tattile per i disabili visivi / Visual-tactile representation. Tactile communication for the visually impaired. In P. Belardi (a cura di). *Riflessioni. L'arte del disegno. Il disegno dell'arte. Atti del 41° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione / Reflections. The art of drawing. The drawing of art. Proceedings of the 41st International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Perugia, 19-21 settembre 2019, pp. 1563-1572. Roma: Gangemi Editore. <<https://www.torrossa.com/it/resources/an/4557553#>> (consultato il 28 maggio 2024).

Emler T., Fusinetti A. (2021). Dal rilievo strumentale ai pannelli informativi tattili per un'utenza ampliata / From Instrumental Surveys to Tactile Information Panels for Visually Impaired. In A. Arena, M. Arena, D. Mediatì, P. Raffa (a cura di). *Connettere. Un disegno per andare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/ Connecting. Drawing for weaving relationship. Languages Distances Technologies. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Messina 16-17-18 settembre 2021, pp. 2265-2282. Milano: FrancoAngeli. <<https://series.francoangeli.it/index.php/oa/catalog/view/693/544/4192>> (consultato il 28 maggio 2024).

Emler T., Caldaroni A., Fusinetti A. (2023). L'interazione visibile: transizioni tra modelli analogici e digitali per le ricostruzioni storiche / Visible Interaction: Transitions between Analogical and Digital Models for Historical Reconstructions. In M. Cannella, A. Garozzo, S. Morena (a cura di). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Palermo, 14-16 settembre 2023, pp. 1231-1248. Milano: FrancoAngeli. <<https://series.francoangeli.it/index.php/oa/catalog/view/1016/880/5688>> (consultato il 28 maggio 2024).

Lazna, R., Barvir, R., Vondrakova, A., Brus, J. (2022). Creating a Haptic 3D Model of Wenceslas Hillin Olomouc. In *Applied Sciences* n. 12. <<https://www.mdpi.com/2076-3417/12/21/10817/pdf?version=1667802912>> (consultato il 28 maggio 2024).

Limocelli, M. (2023). "Sources of Research" for the Virtual Reconstruction of Ancient Monuments: The Case of Architectural Models. In I. Trizio, E. Demetrescu, D. Ferdani (Eds.). *Digital 'Restoration' and 'Virtual' Reconstructions, Digital Innovations in Architecture, Engineering and Construction*, pp. 19-37. Cham: Springer.

Menchetelli, V., Melloni, E. (2023). Dall'accessibilità alle accessibilità: il disegno per l'inclusione molteplice del patrimonio culturale. In A. Sdegno, V. Riavis (a cura di). *Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione. Atti del II convegno DAI*, Udine 1-2 dicembre 2023, pp. 340-363. Alghero: Pubblica. <<https://www.publicapress.it/index.php/book/dai2023/>> (consultato il 28 maggio 2024).

Ministero per i Beni e le Attività Culturali (2008). *Linee guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale*. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2008/05/16/114/so/127/sg/pdf> (consultato il 20 febbraio 2024).

Montusiewicz, J., Barszcz, M., Korga, S. (2022). Preparation of 3D Models of Cultural Heritage Objects to Be Recognised by Touch by the Blind – Case Studies. In *Applied Sciences* n. 12. <<https://www.mdpi.com/2076-3417/12/23/11910/pdf?version=1669340247>> (consultato il 28 maggio 2024).

Sdegno, A., Riavis, V. (2020). Toccare la profondità: restituzione prospettica e percezione aptica inclusiva / Touching the depths: perspective restitution and inclusive haptic perception. In *Disegnare Idee Immagini*. Anno XXXI, n. 60, pp. 72-83. Roma: Gangemi

Sdegno, A., Riavis, V. (a cura di). *Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione. Atti del II convegno DAI*, Udine 1-2 dicembre 2023. Alghero: Pubblica. <<https://www.publicapress.it/index.php/book/dai2023/>> (consultato il 28 maggio 2024).

Simonnet, M., Morvan, S., Marques, D., Ducruix, O., Grancher, A., Kerouedan, S., (2018). Maritime Buoyage on 3D-Printed Tactile Maps. In Association for Computing Machinery (Ed.). *Proceedings of the 20th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS '18)*. New York, USA, pp. 450–452.

Souradi A., Lecomte C., Romeo K., Gay S., Riviere M.A., El Moataz A., Pissaloux E. (2020). Towards the Tactile Discovery of Cultural Heritage with Multi-approach Segmentation. In El A. Moataz, D. Mammas, A. Mansouri, F. Nouboud (Eds.). *Image and Signal Processing. ICISP 2020. Lecture Notes in Computer Science*, pp. 14-23. Cham: Springer. <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-030-51935-3.pdf>> (consultato il 28 maggio 2024).

Whittemore, T. (1938). The Mosaics of St. Sophia at Istanbul. In *American Journal of Archaeology*, vol. 42, n. 2, pp. 219–226.

Architectural Models for Tactile Perception

Alexandra Fusinetti

Abstract

The article discusses the role that physical models play in the process of incorporating and breaking down perceptual and cognitive barriers in the communication and representation of historic-architectural heritage, also in relation to what international conventions and more recent regulatory guidelines indicate.

In addition to the historically well-established purposes of the model as a design aid, other purposes have been added, such as providing a better understanding of spaces within orientation systems.

In the field of cultural heritage enhancement, the use of the physical model is cited by several guidelines as a useful element in improving accessibility conditions for different types of users.

The analog model can address both the 'haptic narrative' of the state of affairs and the narrative of hypothetical reconstructions of the same, thus being able to 'speak' not only to people with visual or cognitive disabilities, but to the totality of users.

In this regard, the article illustrates a series of case studies that use the analogous model of architecture to overcome the role historically assigned to these artifacts, which involved an exclusively visual perception, by opening them up to a new level of sensory perception capable of increasing the degree of inclusiveness.

Keywords: accessibility, cultural heritage, perceptual barriers, communication, universal design.

Introduction

Cognitive and perceptual accessibility is a fundamental building block for the effective and inclusive communication of cultural heritage. In fact, it aims to remove the barriers that hinder the understanding and enjoyment of heritage by people with disabilities, the latter understood as the set of conditions that hinder people's participation in society due to the presence of barriers of various kinds [Menchetelli, Melloni 2023].

There are several conventions and regulations that address the issue of eliminating physical, sensory and cognitive barriers within cultural venues. For example, the *United Nations Convention on the Rights of Persons with Disabilities* (Law 18/2009) [1] recognizes the right of persons with disabilities to participate in cultural and

leisure activities on an equal basis with others (article 30) and obliges States to take measures to make cultural facilities accessible (article 9); or the *Faro Convention on the Value of Cultural Heritage for Society*, which emphasizes "the promotion of measures to improve access to cultural heritage, especially for young and disadvantaged people, in order to increase awareness of its value, the need to conserve and preserve it, and the benefits that can be derived from it" (article 12) [2].

In Italy, the Ministerial Decree of 28 March 2008 named *Linee guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale* [Ministero per i Beni e le Attività Culturali 2008] establishes the minimum requirements for the physical, sensory and

cognitive accessibility of cultural places according to the principles of Universal Design, while the Guidelines for the preparation of the *Linee Guida per la redazione del Piano di Eliminazione delle barriere architettoniche* (P.E.B.A.) [Direzione Generale dei Musei 2018] and the subsequent *Piano Strategico per l'Eliminazione delle Barriere Architettoniche* (Ministerial Decree No. 534, 19 May 2022) [Direzione Generale dei Musei 2022] aim to adapt museums and institutes to achieve the widest possible physical, cognitive, sensory and cultural accessibility.

Planned actions include the elimination of physical barriers through interventions to adapt spaces according to the principles of inclusive and universal design, and the elimination of cognitive barriers through interventions to facilitate the understanding of spaces and the communication of cultural artifacts through translation into simple language or the use of visual and tactile aids. In this area, physical models play an important role in the communication and inclusion process, providing a tangible three-dimensional representation that allows people of all abilities to explore and understand sites and monuments in a more complete and immersive way.

In fact, the analog model can facilitate the understanding of spatial relationships between different parts of a building or monumental complex, addressing not only people with disabilities, but the totality of users.

Physical models support the 'reading' of complex architectural and spatial concepts and consequently the creation of a mental representation of them, allowing to "visualize" the structure, the arrangement of rooms and the relationship with the surroundings; they also allow to explore architecture through touch, providing information about shapes, volumes, textures and materials, even showing details that are not always perceptible through sight; finally, they can be used for educational and awareness-raising activities, encouraging interaction with heritage and its history.

The scientific literature suggests several studies on the uses and purposes of tactile models of architecture, which may be focused on informing and orienting users [Caddeo et al. 2006], or may have as their goal the enhancement of cultural heritage. In these cases, the models may represent the building in its full volumes, either as ruins or as reconstructive hypotheses [Caldarone 2018; Empler, Fusinetti 2021; Empler, Caldarone, Fusinetti 2023], the environment on which it insists,



Fig. 1. Hagia Sophia, Istanbul, mosaic of the southern vestibule (11th century). On line source: <<https://rb.gylcjf8q5>> (accessed 21 February 2024).

Fig. 2. Brunelleschi and Ghiberti present Cosimo the Elder with the model of the Church of San Lorenzo, executed by Marco da Faenza after a design by Vasari (1556). On line source: <<https://rb.gyl21bnrb>> (accessed 21 February 2024).

the details and particularities of its external conformation or its interiors [Balletti et al. 2012; Sdegno, Riavis 2020], even the three-dimensional reconstruction of Renaissance paintings with the desire to narrate the perspective scan, a fundamental element for understanding and recognizing the value of the painting [Ansaldo 2023]. This extensive documentation is then complemented by contributions related to the conferences *Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione - DAI 2022* [Càndito, Meloni 2022] and *DAI 2023* [Sdegno, Riavis 2023] both sponsored by UID, proving the topicality of accessibility and inclusion issues within the discipline of drawing.

Architectural models over time

The evolution of the use of architectural models is historically documented, and it is possible to show how the purposes of use have changed over time, moving from an initial symbolic and religious use to a design use.

In the Greek world, for example, the physical models of architecture could represent the synthesis of the building, constituting themselves as *ex votos* to be given to the deity [Bigi 2017], as similarly happened in the Egyptian or Byzantine periods. An example of the latter is the mosaic inside the Hagia Sophia in Istanbul, in which two emperors are depicted, each holding a physical model presented to the Virgin Mary with Jesus. Emperor Justinian holds a model of the basilica he rebuilt in the 6th century, while Emperor Constantine holds a model of Constantinople, the city he founded, named after him, and which houses the basilica itself. The use of the model, both of the city and of the church, is valued here as a homage to the god whose grace and protection they invoke [Whittemore 1938] (fig. 1). In the Renaissance, the physical model began to take on new meanings, playing a fundamental role in the architectural design process due to its ability to communicate the building under construction to the patron. In the painting by Marco da Faenza, commissioned by Vasari, *Brunelleschi and Ghiberti Present the Model of the Church of San Lorenzo to Cosimo il Vecchio*, it is the figure of the patron who emphasizes and at the same time points out the correspondence between the model shown and the building site under construction in the background [Limoncelli 2023] (fig. 2).



Fig. 3. Wooden model of the dome and apses of Santa Maria del Fiore attributed to Filippo Brunelleschi (Florence 1377-1446). Museo dell'Opera del Duomo, Florence. On line source: <<https://rb.gy/31wr59>> (accessed 21 February 2024).



Fig. 4. Bronze model of Fort San-Jean, Marseille. On line source: <<https://rb.gyf7fduy>> (accessed 21 February 2024).

Fig. 5. Casa Milà, Gaudí, aluminum tactile model of the terrace at the top of the building. On line source: <<https://rb.gyfmg00tu>> (accessed 21 February 2024).

In this period, the analog model was used to illustrate the grandeur of the work, innovative engineering solutions, or simply the distribution of space and construction details for the workers, as well as to serve as a useful design reference in the event of the designer's death, which was not uncommon given the long construction periods of the works. Few records of these models remain to this day, due to the fact that they were quickly disposed of at the end of the work in order to salvage the material. Extremely significant, and preserved because of the importance of the subject they represented, are the models of Antonio da Sangallo's design for St. Peter's Basilica (never realized due to the architect's sudden death) and of the dome of the Basilica of Santa Maria del Fiore in Florence, presumably by Brunelleschi (fig. 3).

The use of the model then evolved over time, first through the detailed wooden models of the Baroque period, and then through the small cork reproductions of the eighteenth century, used as travel souvenirs and designed for the Grand Tour market.

Today, the model still supports the development of the design idea and is used as a three-dimensional representation to illustrate the project to the client, but the historically established purposes have been supplemented by others, such as providing a better understanding of the spaces within the orientation systems.

Tactile models for communication

Physical models, whether related to individual buildings (fig. 4), a specific level (fig. 5), or depicting a small part of a city (figs. 6, 7), are often used in wayfinding systems, the set of strategies aimed at conveying environmental information to users through the use of wayfinding signs and other communication methods [Empler 2012].

The creation of these three-dimensional models, which are necessarily to scale, promotes orientation for all visitors, including those with vision-related sensory disabilities, who can explore the model by touch. Haptic reading allows for comparison and understanding of the spatial distribution of buildings, but for the information conveyed to be clear and effective, the processing must follow certain guidelines to meet the principles of legibility.



Fig. 6.: Bronze model of the Museum Island in Berlin, representing the cultural district of five Berlin museums; a UNESCO World Heritage Site. On line source: <<https://rb.gy/fw0lwt>> (accessed 21 February 2024).

Fig. 7. Bronze model of the Market Square in Poznan, Poland. On line source: <<https://rb.gy/od3dy>> (accessed 21 February 2024).

Like two-dimensional tactile maps, three-dimensional models require a simplification of information because haptic exploration does not allow for the distinction of fine details. Haptic reading occurs through sequential exploration of the model with fingers and palms, and the perception of the whole is the result of organizing this partial information [Empler, Fusinetti 2019].

The size and materials used depend on the scale of the representation, whether urban or detailed, the final location of the model, whether interior or exterior, and the quality of the execution, which can be handmade or three-dimensional printing.

The processing of these types of models, which also have complex shapes, involves the use of digital technologies that, starting from integrated surveying methods for data acquisition and subsequent modeling, allow the model to be printed by additive or subtractive prototyping [Empler, Fusinetti 2021; Montusiewicz et al. 2022].

However, the digital processing of data for model processing must be subject to certain representational guidelines that allow the recognition of shapes to ensure proper understanding of the object by the user.

For this reason, the size of the replica should not exceed the size –ideally the width of the movement of the arms– and should be elaborated in such a way that all the elements can be distinguished, even through the use of textures or numbers to be recalled later in the legend.

The example shown in fig. 08 is the tactile model prepared for the communication of the Fortress of Marciana on the Island of Elba. The model was created from the acquisition of the current state of the fortress by aerial photogrammetry; the mesh obtained from the point cloud was then simplified with the aim of obtaining a model that would allow a correct understanding of the artifact, taking care to close or fill in the areas that could have represented a danger during tactile exploration (such as the spaces inside the four lateral walls); before production, numerical references in black and Braille were added to the base to which the model is attached, allowing the various parts of the fortress to be understood. To support this reading, a brief description of the fortress in Italian, English and Braille has also been added to the base plate. The plastic was produced by an additive printing process, the volume of which was used to create the silicone matrix in which the resin was poured to obtain the final model.

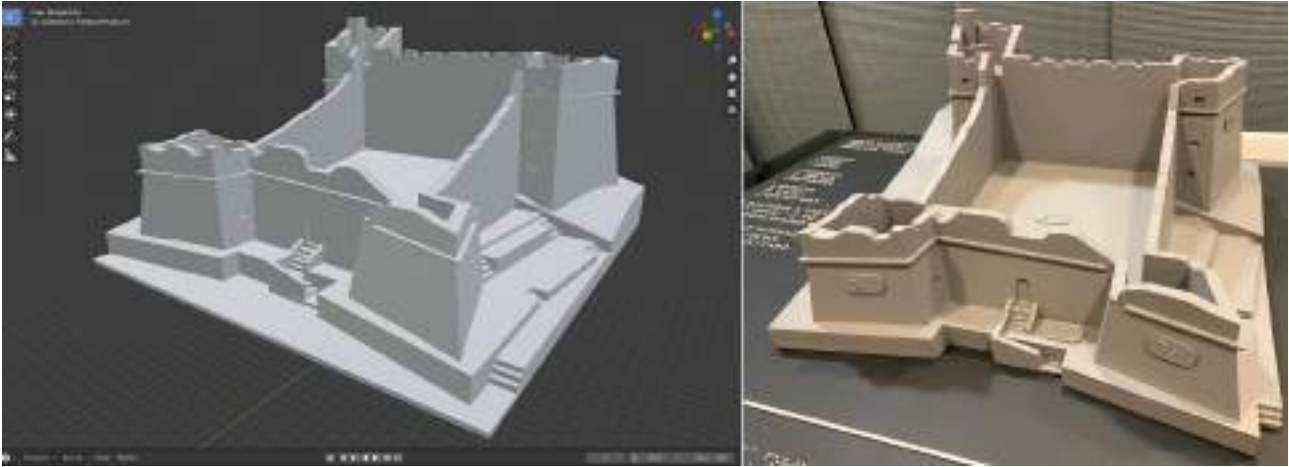


Fig. 8. Tactile model of the fortress of Marciana, Island of Elba. On the left, the model processed from survey operations; on the right, the printed model. (graphic elaboration by the author).

When preparing the models, it is also necessary to take into account the spacing of graphic marks, such as lines or textures, which, when used as textures, must be at least 2 mm apart to be correctly perceived, while the distance between individual objects, especially if they have similar heights, must be placed at a distance of more than 5 mm [Simmonet et al. 2018]. These arrangements may lead to a partial change in the proportions of the model elements, but they are useful variations to achieve correct and effective communication.

The possibility of tactile exploration of the physical model allows the transmission of architectural and spatial information, which, in the case of wayfinding systems, is translated into models whose main function is orientation. These types of models, called directories, help the user to identify the destination to be reached, facilitate the correct perception of the spaces to be traversed, and allow greater autonomy of movement, even for people with visual or cognitive disabilities in general.

In the field of cultural heritage promotion, the use of the physical model is considered by the above-mentioned guidelines as a useful element to improve the accessibility conditions for different types of users. This peculiar typology allows both a correct understanding of

the spaces, facilitating the orientation even inside the cultural institutions and consequently promoting the autonomy of the user, and an effective interpretation and perception of the architectural object, through haptic exploration, within an inclusive path of valorization of the good.

The analog model of an architectural cultural artifact can be reduced to different scales, depending on the information to be communicated to the users.

At the urban scale, it can represent an area of particular value, as in the case of the tactile model of the Luma Arles cultural center in France. The complex, designed by Gehry, covers an area of eleven hectares and is described by two tactile panels characterized by the use of different colors and textures that help distinguish the different buildings in the area. The classification of the elements through the use of color is then reduced in the orientation system of the area, thus implementing an inclusive approach to the enjoyment of the site (fig. 9). In this sense, the tactile model can be used by blind people to create their own mental map of the area through touch, which is useful for safe movement and autonomous orientation in space.

It is also possible to communicate a particular urban form, as in the case of the German town of Nordlingen:



Figure 9. Tactile model of the Luma Cultural Center in Arles, France. On line source: <<https://rb.gy/gk0xxi>> (accessed 21 February 2024).



Fig. 10. Bronze map of the city of Nordlingen, Germany. Author: Andrew-M-Whitman. On line source: <<https://rb.gy/a9xaek>> (accessed 21 February 2024).

a tactile bronze model, accompanied by Braille texts, emphasizes the unique circular shape of the settlement, due to the inhabited development of the core within a meteoritic crater (fig. 10).

Architectural models of individual buildings or parts of buildings can illustrate the different elements that make them up in more detail and highlight construction details, such as the bronze model of the *Golden Gate Bridge* included as part of the *Bridge Enhancement Staging Project*, in which it is possible to tactilely explore one of the two towers to better understand its shape and proportions [Anagnos et al. 2013] (fig. 11).

Finally, one of the most important features of the use of physical models is that they can illustrate both the 'haptic narrative' of current status of a cultural object and the narrative of its hypothetical reconstructions [Caldarone 2018; Emler, Fusinetti 2021; Barvir et al. 2021]. The possibility for the blind to independently explore tactile representations of cultural artifacts is therefore a challenge that requires the adaptation of the meaningful content of the cultural object to the specific characteristics of tactile exploration [Souradi et al. 2020], although the use of these models allows them to 'speak' not only to people with visual or cognitive disabilities, to whom they are primarily addressed, but to the totality of users.

Conclusions

Developments in the use of these models in the field of heritage communication are now directed towards the implementation of new sensory levels through the use of information technologies.

The *Unesco4All* project presents an innovative approach that aims to create sensory pathways around some World Heritage sites, specifically designed for a blind audience. Users are provided with a ring equipped with NFC technology [D'Agnano et al. 2015], which, with the support of an app, is able to 'read' the pattern after haptic exploration and provide a real-time audio description.

It uses a similar approach to the research carried out for the enhancement of the Olomuc Castle, Czech Republic. Here, user-model interaction is achieved by printing model elements corresponding to points of interest with a conductive material that 'responds' to



Fig 11. Bronze model of one of the towers of the Golden Gate Bridge. On line source: <<https://rb.gy/8mofb3>> (accessed 21 February 2024).

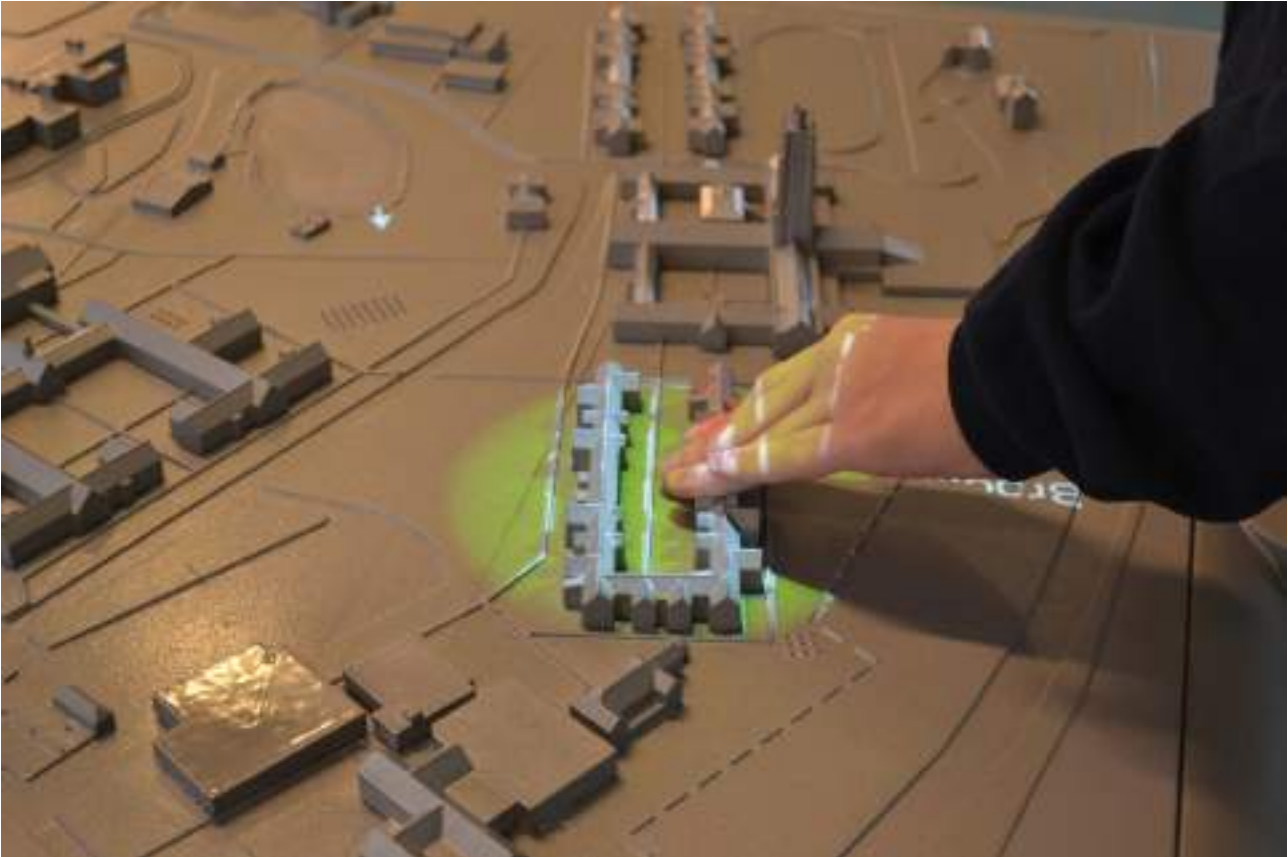


Fig. 12. Perkins School's multisensory model, which offers audio, tactile and visual cues for inclusive interaction. Credit: University at Buffalo IDeA Center. On line source: <<https://rb.gy/bfj1sp>> (accessed 9 April 2024).

touch. Activation of the connections by touch results in the display of detailed information on the tablet next to the 3D model and an audio description of the elements [Lazna et al., 2002].

Research by the *IDEA Center* at the University at Buffalo proposes an interactive wayfinding system. Three-dimensional maps were printed and then painted with conductive paint: when touched, a light projection illuminates the building and information about it is

communicated to the user, along with directions on how to reach it, all through an audio system (fig. 12). Today, the role historically assigned to physical models, which were exclusively visual, is being replaced by models that support new levels of sensory perception, capable of increasing the degree of inclusiveness and responding effectively to regulations requiring interventions in accordance with the principles of design-for-all.

Notes

[1] In this regard, consult the document of the *Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali* (2009) regarding the *Convenzione delle Nazioni Unite sui diritti delle persone con disabilità*, in particular article 30 refers to participation in cultural and recreational life, leisure and sports, and article 9 concerns accessibility: <<https://www.lavoro.gov.it/temi-e-priorita/disabilita-e-non-autosufficienza/focus-on/Convenzione-ONU/Documenti/Convenzione%20ONU.pdf>> (accessed 20 February 2024).

[2] Article 12 of the *Convenzione di Faro* specifically refers to access to cultural heritage and democratic participation: <<https://www.journalchc.com/wp-content/uploads/2020/08/Convenzione-di-Faro.pdf>> (accessed 20 February 2024).

Author

Alexandra Fusinetti, Department of Architecture, Design and Urban Planning, University of Sassari, amfusinetti@uniss.it

Reference List

Anagnos, T., Carroll, B., Weiss, S., Heil, D. (2013). PublicWorks for Public Learning: A Case Study. In *Proceedings of the 120th ASEE Annual Conference & Exposition*. Atlanta, Georgia 23–26 giugno 2013. <https://www.researchgate.net/publication/262674224_PublicWorks_for_Public_Learning_A_Case_Study/link/00b7d5385ffafbed2d000000/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7InBhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlybilsInByZXZpb3VzUGFnZSI6bnVsbH19> (consultato il 28 maggio 2024).

Ansaldo, B. (2023). *Perspective and the blind. Rappresentazione e comunicazione inclusiva per l'accessibilità dei dipinti prospettici*. Napoli: FedOAPress.

Balletti, C., Adami, A., Guerra, F., Vernier, P. (2012). Dal rilievo alla maquette: il caso di San Michele in Isola. In *Archeomatica* v. 3 n. 2, pp. 24–30. <<https://mediageo.it/ojs/index.php/archeomatica/article/view/122/131>> (accessed 28 May 2024).

Barvir, R., Brus, J., Vondrakova, A. (2021). 3D-printed models of Czech architectural monuments for people with severe visual impairment. In P. Zamperlin, A. Cantile, and M. Milli (Eds.). *Abstracts of the International Cartographic Association of the 30th International Cartographic Conference (ICC 2021)*. Firenze, 14–18 December 2021, vol. 3. <<chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajcgclefindmkaj/https://ica-abs.copernicus.org/articles/3/23/2021/ica-abs-3-23-2021.pdf>> (accessed 28 May 2024).

Bigi, D. (2017). La Forma delle idee. L'elaborazione di modelli tra storia dell'architettura antica e musealizzazione odierna. In *Amici dei Musei di*

Roma (a cura di). *Bollettino dei musei comunali di Roma*, Nuova Serie 2017, vol. 31. Roma: Gangemi Editore.

Caddeo, P., Fornara, F., Nenci, A. M., Piroddi, A. (2006). Wayfinding tasks in visually impaired people: the role of tactile maps. In *Cognitive Processes*, vol. 7, pp. 168–169. <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10339-006-0128-9.pdf>> (accessed 28 May 2024).

Caldarone, A. (2018). Dalla stampa 3D agli oggetti 4D. La prototipazione rapida per i beni culturali. In T. Empler, F. Quici, G. M. Valenti (a cura di). *Atti del 4° workshop 3D Modeling & BIM. Nuove Frontiere*. Roma, 18–19 April 2018, pp. 366–382. Roma: Dei, Tipografia del Genio Civile.

Càndito, C., Meloni, A. (a cura di). (2022). *Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione. Atti del I convegno DAI*. Genova 2–3 December 2022. Alghero: Pubblica. <https://www.publicapress.it/wp-content/uploads/2022/11/DAI_PUBBLICA.pdf> (accessed 28 May 2024).

Consiglio d'Europa - *Convenzione quadro del Consiglio d'Europa sul valore del patrimonio culturale per la Società* (2008). <https://www.journalchc.com/wp-content/uploads/2020/08/Convenzione-di-Faro.pdf>

D'agnano, F., Balletti, C., Guerra, F., Vernier, P. (2015). Tooteko: a case study of augmented reality for an accessible cultural heritage. Digitization, 3D printing and sensors for an audio-tactile experience. In *International Archives of the Photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, vol. XL-5/W4, pp. 207–213. <<https://isprs-archives.copernicus.org/>

articles/XL-5-W4/207/2015/isprsarchives-XL-5-W4-207-2015.pdf> (accessed 28 May 2024).

Direzione Generale dei Musei (2018). *Linee guida per la redazione del Piano di eliminazione delle barriere architettoniche (P.E.B.A) nei musei, complessi museali, aree e parchi archeologici*. <<http://musei.beniculturali.it/wp-content/uploads/2015/11/Linee-guida-per-la-redazione-del-Piano-di-eliminazione-delle-barriere-architettoniche-P.E.B.A-nei-musei-complessi-monumentali-aree-e-parchi-archeologici.pdf>> (accessed 20 February 2024).

Direzione Generale dei Musei (2022). *Piano strategico per l'eliminazione delle barriere architettoniche*. <http://musei.beniculturali.it/wp-content/uploads/2023/08/PN-PEBA_aggiornamento-agosto-2023.pdf> (accessed 20 February 2024).

Empler, T. (2012). *Grafica e comunicazione ambientale. Nuovi ambiti rappresentativi nell'architettura contemporanea*. Roma: Dei.

Empler, T., Fusinetti, A. (2019). Rappresentazione visuo-tattile. Comunicazione tattile per i disabili visivi / Visual-tactile representation. Tactile communication for the visually impaired. In P. Belardi (a cura di). *Riflessioni. L'arte del disegno. Il disegno dell'arte. Atti del 41° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione / Reflections. The art of drawing. The drawing of art. Proceedings of the 41st International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Perugia, 19-21 September 2019, pp. 1563-1572. Roma: Gangemi Editore. <<https://www.torrossa.com/it/resources/an/4557553#>> (accessed 28 May 2024).

Empler T., Fusinetti A. (2021). Dal rilievo strumentale ai pannelli informativi tattili per un'utenza ampliata / From Instrumental Surveys to Tactile Information Panels for Visually Impaired. In A. Arena, M. Arena, D. Mediatì, P. Raffa (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/ Connecting. Drawing for weaving relationship. Languages Distances Technologies. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Messina 16-17-18 September 2021, pp. 2265-2282. Milano: FrancoAngeli. <<https://series.francoangeli.it/index.php/oa/catalog/view/693/544/4192>> (accessed 28 May 2024).

Empler T., Caldaroni A., Fusinetti A. (2023). L'interazione visibile: transizioni tra modelli analogici e digitali per le ricostruzioni storiche / Visible Interaction: Transitions between Analogical and Digital Models for Historical Reconstructions. In M. Cannella, A. Garozzo, S. Morena (a cura di). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Palermo, 14-16 September 2023, pp. 1231-1248. Milano: FrancoAngeli. <<https://series.francoangeli.it/index.php/oa/catalog/view/1016/880/5688>> (accessed 28 May 2024).

Lazna, R., Barvir, R., Vondrakova, A., Brus, J. (2022). Creating a Haptic 3D Model of Wenceslas Hillin Olomouc. In *Applied Sciences* No. 12. <<https://>

www.mdpi.com/2076-3417/12/21/10817/pdf?version=1667802912> (accessed 28 May 2024).

Limoncetti, M. (2023). "Sources of Research" for the Virtual Reconstruction of Ancient Monuments: The Case of Architectural Models. In I. Trizio, E. Demetrescu, D. Ferdani (Eds.). *Digital 'Restoration' and 'Virtual' Reconstructions, Digital Innovations in Architecture, Engineering and Construction*, pp. 19-37. Cham: Springer.

Menchetelli, V., Melloni, E. (2023). Dall'accessibilità alle accessibilità: il disegno per l'inclusione molteplice del patrimonio culturale. In A. Sdegno, V. Riavis (a cura di). *Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione. Atti del II convegno DAI, Udine 1-2 December 2023*, pp. 340-363. Alghero: Pvblica. <<https://www.publicapress.it/index.php/book/dai2023/>> (accessed 28 May 2024).

Ministero per i Beni e le Attività Culturali (2008). *Linee guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale*. <<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2008/05/16/114/so/127/sg/pdf>> (accessed 20 February 2024).

Montusiewicz, J., Barszcz, M., Korga, S. (2022). Preparation of 3D Models of Cultural Heritage Objects to Be Recognised by Touch by the Blind – Case Studies. In *Applied Sciences* No. 12. <<https://www.mdpi.com/2076-3417/12/23/11910/pdf?version=1669340247>> (accessed 28 May 2024).

Sdegno, A., Riavis, V. (2020). Toccare la profondità: restituzione prospettica e percezione aptica inclusiva / Touching the depths: perspective restitution and inclusive haptic perception. In *Disegnare Idee Immagini*. Anno XXXI, n. 60, pp. 72-83. Roma: Gangemi.

Sdegno, A., Riavis, V. (a cura di). *Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione. Atti del II convegno DAI, Udine 1-2 December 2023*. Alghero: Pvblica. <<https://www.publicapress.it/index.php/book/dai2023/>> (accessed 28 May 2024).

Simonnet, M., Morvan, S., Marques, D., Ducruix, O., Grancher, A., Kerouedan, S., (2018). Maritime Buoyage on 3D-Printed Tactile Maps. In Association for Computing Machinery (Ed.). *Proceedings of the 20th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS '18)*. New York, USA, pp. 450–452.

Souradi A., Lecomte C., Romeo K., Gay S., Riviere M.A., El Moataz A., Pissaloux E. (2020). Towards the Tactile Discovery of Cultural Heritage with Multi-approach Segmentation. In El A. Moataz, D. Mammass, A. Mansouri, F. Nouboud (Eds.). *Image and Signal Processing. ICISP 2020. Lecture Notes in Computer Science*, pp. 14-23. Cham: Springer. <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-030-51935-3.pdf>> (accessed 28 May 2024).

Whittemore, T. (1938). The Mosaics of St. Sophia at Istanbul. In *American Journal of Archaeology*, vol. 42, No. 2, pp. 219–226.