

PVBLICA

DAI Il Disegno per
l'Accessibilità e
l'Inclusione

A cura di Cristina Cándito e Alessandro Meloni

ISBN 9788899586256

PUBLICA

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

Cristina Càndito (coordinamento scientifico e organizzativo)
Alessandro Meloni

COMITATO PROMOTORE

Marco Giorgio Bevilacqua
Cristina Càndito
Enrico Cicalò
Tommaso Empler
Alberto Sdegno

COMITATO SCIENTIFICO

Francesco Bergamo
Marco Giorgio Bevilacqua
Giorgio Buratti
Antonio Calandriello
Adriana Caldarone
Antonio Camurri
Cristina Càndito
Enrico Cicalò
Agostino De Rosa
Tommaso Empler
Sonia Estévez-Martín
Maria Linda Falcidieno
Alexandra Fusinetti
Andrea Giordano
Per-Olof Hedvall
Alessandro Meloni
Alessandra Pagliano
Leopoldo Repola
Veronica Riavis
Michela Rossi
Roberta Spallone
Alberto Sdegno
Paula Trigueiros
Michele Valentino

PATROCINI

- UID - Unione Italiana Disegno
- CPO UniGe - Comitato Pari Opportunità Università di Genova
- dAD - Dipartimento Architettura e Design, Università di Genova
- AISM - Associazione Italiana Sclerosi Multipla
- ALI - Associazione Ligure Ipovedenti
- ANGSA Liguria - Associazione Nazionale Genitori di Persone con Autismo
- Effetà Liguria - Conoscere la disabilità uditiva
- UICI - Unione Italiana dei Ciechi e degli Ipovedenti, Genova

IMPAGINAZIONE

Marco Giorgio Bevilacqua
Alexandra Fusinetti
Michele Valentino

SITO DEL CONVEGNO

www.disegnodai.eu
Alexandra Fusinetti

PUBLICA



DAI Il Disegno per
l'Accessibilità e
l'Inclusione

A cura di Cristina Cãndito e Alessandro Meloni

ISBN 9788899586256

Cristina Càndito, Alessandro Meloni (a cura di)
Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione.
Atti del I convegno DAI, Genova 2-3 dicembre 2022
© PUBLICA, Alghero, 2022
ISBN 978 88 99586 25 6
Pubblicazione Dicembre 2022

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



Sommario

- XII **Presentazione**
Francesca Fatta

- XVI **Dall'accessibilità all'inclusione attraverso il disegno**
Cristina Càndito, Alessandro Meloni

- XXXII **Ringraziamenti**

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

- 4 **Spazi iperaccessibili e inaccessibili**
Luigi Corniello

- 20 **Indoor wayfinding app for all**
Cesar Companys, Sonia Estévez Martín

- 32 **The Design for Accessibility and Inclusion of the Epigean Architectural Heritage**
Fabiana Guerriero

- 48 **Moving beyond human bodies on display - signs of a shift in categorisation**
Per-Olof Hedvall, Stefan Johansson, Stina Ericsson

- 60 **Processi di fruizione digitale di sistemi complessi sotterranei per l'inclusione sociale. Il Pozzo Iniziatico ed il Pozzo Imperfetto**
Gennaro Pio Lento

- 76 **Progettare per l'inclusione**
Martina Massarente

- 96 **Sport e accessibilità.**
Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione spaziale
Maria Evelina Melley
- 106 **Un *Virtual Tour* accessibile per il Museo d'Arte Orientale**
Edoardo Chiossone
Alessandro Meloni
- 124 **Design per l'inclusione nel progetto *oMERO*:**
un curriculum europeo per la formazione dei riabilitatori
di disabilità visiva
Claudia Porfirione
- 136 **Spazio e raffigurazione**
Leopoldo Repola
- 150 **Inclusione come campo di problematizzazione:**
re-imparare l'architettura dalla neurodiversità
Micol Rispoli
- 164 **Accessibilità ed inclusione del patrimonio culturale.**
Dalla documentazione al progetto di restauro
Adriana Trematerra
- 180 **Creazione di ambienti inclusivi per le persone**
con disabilità uditiva in UniGe
Angela Celeste Taramasso, Mirella Zanobini, Marina Perelli
- 190 **Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione.**
I campanili storici di Napoli
Ornella Zerlenga, Massimiliano Masullo,
Rosina Iaderosa, Vincenzo Cirillo

FOCUS 2

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

- 208 **Dall'accessibilità all'inclusione nei musei:**
un approccio multidisciplinare
Michela Benente, Cristina Boido, Gianluca D'Agostino, Valeria
Minucciani, Melania Semeraro

- 220 **Linguaggi rappresentativi per la fruizione museale inclusiva**
Cristina Boido, Gianluca D'Agostino
- 232 **Metaverso come opportunità di nuovi servizi di *welfare* per la terza età**
Giorgio Buratti
- 252 **(Metodi HCD x Approcci More-than-human) = Design Inclusivo³**
Francesco Burlando, Isabella Nevoso
- 266 **Tipografia fluida: un esercizio continuo**
Alessandro Castellano, Valeria Piras
- 276 **L'esplorazione tattile per una conoscenza inclusiva: le fontane borboniche del Real Sito di San Leucio**
Margherita Cicala, Riccardo Miele
- 292 **The evolution of Fashion Illustration for Design Inclusivity**
Christopher Conners
- 306 **Analizzare il territorio nel XXI secolo: l'accessibilità attraverso lo studio dei luoghi tradizionali**
Felicia Di Girolamo
- 318 **Considerazioni in merito all'Investimento 1.2 finanziato dall'Unione europea - NextGenerationEU. Il ruolo del Settore del Disegno**
Tommaso Empler
- 332 **L'innovazione del patrimonio culturale: la valorizzazione dei borghi storici**
Raffaella Fiorillo
- 342 ***(Be)coming Restroom.***
La segnaletica dei bagni pubblici da limitazione a sensibilizzazione
Giulio Giordano

- 356 From tactile reading to extended experience for blind people**
Sara Gonizzi Barsanti, Adriana Rossi
- 372 Il disegno a mano libera nella progettazione: un linguaggio democratico in comparti esclusivi**
Linda Inga
- 388 Molteplici forme di rappresentazione per condividere le geometrie di Expo Milano 2015**
Martino Pavignano, Ursula Zich
- 410 Il disegno e il colore come forma espressiva di inclusione negli ambienti scolastici**
Francesca Salvetti
- 422 Drawing by embroidering: Social design embedded in the culture and traditions of the north of Portugal**
Daniela Silva, Bruna Vieira, Paulo Leocádio,
Alison Burrows, Paula Trigueiros

FOCUS 3

Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione cognitiva

- 438 Il contributo delle scienze grafiche al superamento delle barriere architettoniche negli spazi pubblici e nei siti di interesse culturale**
Enrico Cicalò, Amedeo Ganciu
- 450 I.S.P: *Innovative Sustainable Paths***
Nicola Corsetto
- 462 Digital documentation for the accessibility and communication of two Franciscan Observance convents**
Anastasia Cottini
- 476 La stampa 3D come forma di rappresentazione per la comunicazione alla disabilità visiva**
Tommaso Empler, Adriana Caldarone, Alexandra Fusinetti

492 **La Comunicazione Aumentativa Alternativa: un ambito di sperimentazione del ruolo inclusivo del disegno**
Valeria Menchetelli

512 **Applicazioni empiriche della scienza del disegno per l'accessibilità web e l'inclusione cognitiva**
Davide Mezzino, Pietro Verneti

530 **Lo spazio rappresentato per il disturbo dello spettro autistico (ASD)**
Anna Lisa Pecora

FOCUS 4

Il disegno per l'accessibilità e l'inclusione spaziale

550 **Toccare lo spazio prospettico, "sentire" l'opera d'arte. Strategie per l'accessibilità dei dipinti prospettici per i non vedenti**
Barbara Analdi

566 **L'accessibilità tra Disegno ed Ecologia. Modelli proiettivi per le relazioni acustiche con l'ambiente**
Francesco Bergamo, Alessio Bortot

580 **Toccare in prospettiva: una proposta alternativa per l'accessibilità e l'inclusione socio-culturale**
Antonio Calandriello

594 **Riscoprire la volta. Comunicazioni accessibili per l'Aula Magna del Palazzo dell'Università di Genova**
Cristina Cándito, Manuela Incerti, Giacomo Montanari

614 **La realtà virtuale per la 'rappresentazione' della musica. Quali possibilità per l'inclusione?**
L'esperienza di *Crescendo-Naturalia Artificialia*
Valeria Croce, Federico Caprioli, Marco Cisaria,
Andrew Quinn, Marco Giorgio Bevilacqua

632 **Il disegno per rafforzare il 'sentimento' e rallentare la degenerazione cerebrale**
Andrea Giordano, Isabella Friso, Cosimo Monteleone

- 646** *We-Ar(E)-Able Houses*. Proposte progettuali *Age-Friendly* tra *Interior Design* e *Fashion Design*
Simona Ottieri, Giovanna Ramaccini
- 662** *Mano all'arte*. Segni e linguaggi per un'esperienza tattile del patrimonio culturale
Alice Palmieri, Alessandra Cirafici
- 676** *Disegno a rilievo e mappe di luogo: comprendere l'architettura attraverso il tatto*
Veronica Riavis
- 690** *Fabbricazione digitale ed AR per la creazione di percorsi espositivi multisensoriali inclusivi*
Francesca Ronco
- 704** *Narrazioni sulla cecità*
Alberto Sdegno
- 716** *Modelli tattili per la conoscenza. Eros che incorda l'arco* al Parco Archeologico di Ostia Antica
Luca J. Senatore, Beatrice Wielich
- 730** *Modelli digitali per il superamento delle barriere architettoniche in ambito medico-sanitario*
Michele Valentino, Andrea Sias

La stampa 3D come forma di rappresentazione per la comunicazione alla disabilità visiva

Tommaso Emler, Adriana Caldarone, Alexandra Fusinetti

Sapienza Università di Roma

Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura

tommaso.empler@uniroma1.it, adriana.caldarone@uniroma1.it, alexandra.fusinetti@uniroma1.it



Disabilità visiva
Modellazione 3D
Comunicazione tattile
Beni culturali

Visual Impairment
3D Modelling
Tactile Communication
Cultural Heritage

Nell'ambito della comunicazione di artefatti culturali per utenti con disabilità visive, le potenzialità legate alla realizzazione di modelli tridimensionali e fisici, creati mediante prototipazione additiva e sottrattiva, sono molteplici. Questi devono però essere elaborati secondo alcune regole di rappresentazione che permettano la corretta percezione cognitiva di quanto raffigurato a rilievo. I casi applicativi possono riguardare sia artefatti architettonici, di cui replicare lo stato attuale o ricostruzioni del passato, sia oggetti pittorici.

In the field of communicating cultural artefacts for visually impaired users, the potential of three-dimensional and physical models, created through additive and subtractive prototyping, is manifold. However, these must be processed according to certain rules of representation that allow the correct cognitive perception of what is depicted in relief. Application cases may concern both architectural artefacts, of which the current state or reconstructions of the past must be replicated, and pictorial objects.

Introduzione

Il tema della rappresentazione per la disabilità visiva è stato, negli ultimi anni, argomento di interessanti ricerche per il settore del disegno [Empler 1996; Empler 2013; Empler, Fusinetti 2019; Empler, Fusinetti 2020; Levi, Rolli 1996; Paddeu et al. 2021].

La letteratura mostra come le modalità percettive siano differenti tra le persone non vedenti dalla nascita, quelle non vedenti in età tardiva e gli ipovedenti, evidenziando come la percezione visiva sia l'unica modalità che si forma con l'esperienza: il riconoscimento delle forme avviene solo se le stesse sono state 'viste' o esperite in precedenza.

Questo vuol dire che chi diventa cieco in età tardiva mantiene la 'memoria' di quanto visto e di alcuni aspetti legati alla fenomenologia della visione, come le deformazioni prospettiche.

I non vedenti dalla nascita invece, non essendo stati in grado di formarsi un'esperienza 'visiva' e di conseguenza non possedendo alcuna 'memoria' di tale senso, non sono in grado di codificare certi linguaggi, tra cui la prospettiva, che pertanto non può essere utilizzata nella formulazione di comunicazioni a loro rivolte, ad esempio nelle rappresentazioni su pannelli visuo-tattili [Empler, Fusinetti 2019].

Gli ipovedenti, infine, a seconda della patologia, possono avere la percezione di alcuni degli indizi che concorrono a formare l'esperienza visiva, come l'indice di profondità, oppure lo scaglionamento orizzontale o verticale, ma tale percezione può variare nell'arco della giornata, anche a seconda delle condizioni di luce.

Queste considerazioni sono necessarie per comprendere meglio la capacità della lettura e memorizzazione delle forme e delle figure che vengono esplorate con la percezione aptica, che non consente una percezione d'insieme come quella visiva, ma una percezione sequenziale, effettuata con il movimento e lo spostamento delle mani.

L'utilizzo delle mani come strumento di esplorazione, le quali non seguono un percorso di lettura 'lineare' ma che varia di volta in volta e che può dipendere dall'immagine, dalla forma, dalla complessità dell'oggetto da analizzare, ma an-

Fig. 0.
Dettaglio del modello mesh del quadro "Napoleone a cavallo sul campo di Wagram".
Elaborazione degli autori.

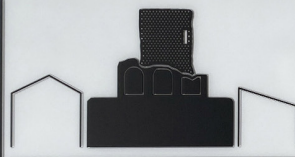
Fig. 1.
Mappa visuo-tattile con proiezioni di tipo frontale; Villa di Massenzio, Roma. Foto e sviluppo dei pannelli da parte degli autori.

Fig. 2.
Modelli tattili in resina che rappresentano lo stato attuale e la ricostruzione delle Terme di Caracalla, Roma. Foto e sviluppo dei modelli da parte degli autori.

IL SEPOLCRO DI PRISCILLA / THE TOMB OF PRISCILLA

IL SEPOLCRO DI PRISCILLA FU DEDICATO DA T. FLAVIO ABBASCANTO ALLA MOGLIE. SUI SUOI RESTI UNA TORRE MEDIEVALE TESTIMONIA LA TRASFORMAZIONE DEL SEPOLCRO IN FORTIFICAZIONE.

THE TOMB OF PRISCILLA WAS DEDICATED BY T. FLAVIUS ABBASCANTO TO HIS WIFE. ON TOP OF THE REMAINS STANDS A MEDIEVAL TOWER, WITNESS OF THE RE-USE OF THE TOMB AS A FORTIFICATION.



LEGENDA / LEGEND

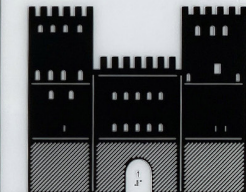
- RESTI DEL SEPOLCRO ROMANO / ROMAIN TOMB REMAINS
- RESTI DELLA TORRE MEDIEVALE / MEDIEVAL TOWER REMAINS
- CASALI MODERNI / MODERN FARMHOUSES

QR CODE

LA PORTA APPIA / APPIAN GATE

LA PORTA SI APRE NELLE MURA COSTRUITE DALL'IMPERATORE AURELIANO TRA IL 270 E IL 275 D.C. LE VICINE CATAcombe DI S. SEBASTIANO HANNO DATO IL NOME ALLA PORTA DAL MEDIOEVO.

THE APPIAN GATE PASSES THROUGH THE WALLS BUILT BY THE EMPEROR AURELIAN BETWEEN 270 AND 275 AD SINCE THE MIDDLE AGES, THE GATE HAS TAKEN ITS NAME FROM THE NEARBY CATACOMBS OF SAINT SEBASTIAN.



LEGENDA / LEGEND

- MURATURA / WALLING
- INGRESSO / ENTRANCE
- TRAVERTINO / TRAVERTINE STONE

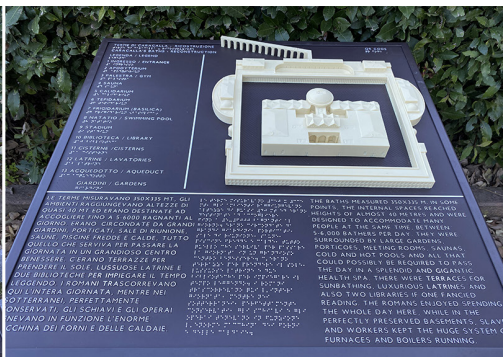
QR CODE



LA BANCHE DI CARACALLA FURONO DEDICATE NEL 216 D.C. DALL'IMPERATORE CARACALLA. IL COMPLESSO FU COSTRUITO A TUTTA CARACALLA, DALLA STRADA DEL FORO ROMANO FINO ALLE PIRAMIDI DI SOFIA. IL COMPLESSO FU DEDICATO A CARACALLA, IL SOFIA, IL FORO ROMANO, IL TEMPIO DI ANTONINO E PIAZZA DEL POPOLO. IL COMPLESSO FU DEDICATO A CARACALLA, IL SOFIA, IL FORO ROMANO, IL TEMPIO DI ANTONINO E PIAZZA DEL POPOLO.

THE BANK OF CARACALLA WAS DEDICATED IN 216 A.D. BY THE EMPEROR CARACALLA. THE COMPLEX WAS BUILT THROUGHOUT CARACALLA, FROM THE FORUM ROMANUM TO THE SOFIA PYRAMIDS. THE COMPLEX WAS DEDICATED TO CARACALLA, THE SOFIA, THE FORUM ROMANUM, THE TEMPLE OF ANTONINUS AND PIAZZA DEL POPOLO.

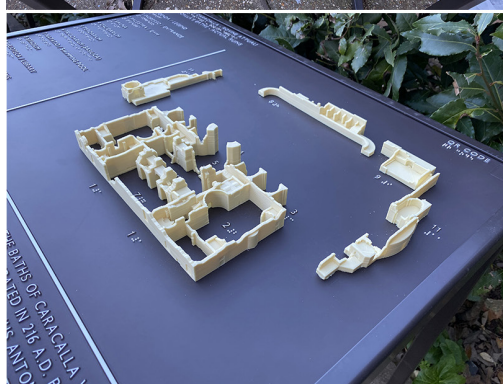
THE BANK OF CARACALLA WAS DEDICATED IN 216 A.D. BY THE EMPEROR CARACALLA. THE COMPLEX WAS BUILT THROUGHOUT CARACALLA, FROM THE FORUM ROMANUM TO THE SOFIA PYRAMIDS. THE COMPLEX WAS DEDICATED TO CARACALLA, THE SOFIA, THE FORUM ROMANUM, THE TEMPLE OF ANTONINUS AND PIAZZA DEL POPOLO.



LE BATHS MEASURED 350X335 METERS. THE INTERNAL SPACES WERE DESIGNED TO ACCOMMODATE MANY PEOPLE AT THE SAME TIME. BETWEEN THE BATHS AND THE SOFIA, THERE WAS A LARGE GARDEN. THE BATHS WERE BUILT IN TRAVERTINE AND ALL THAT COULD BE POSSIBLE WAS REQUIRED TO SPEND THE DAY IN A SPLENDID AND GIGANTIC HEALTH SPA. THESE WERE TERRACES FOR SUNBATHING, LUXURIOUS LATRINE, AND ALSO TWO LIBRARIES. ONE WAS CALLED PERICLES. THE ROMANS ENJOYED SPENDING THE WHOLE DAY HERE. WHILE IN THE PERFECTLY PRESERVED BASEMENTS, SLAVES AND WORKERS KEPT THE HOUSING SYSTEMS, FURNACES AND BOILERS RUNNING.

THE BATHS MEASURED 350X335 METERS. THE INTERNAL SPACES WERE DESIGNED TO ACCOMMODATE MANY PEOPLE AT THE SAME TIME. BETWEEN THE BATHS AND THE SOFIA, THERE WAS A LARGE GARDEN. THE BATHS WERE BUILT IN TRAVERTINE AND ALL THAT COULD BE POSSIBLE WAS REQUIRED TO SPEND THE DAY IN A SPLENDID AND GIGANTIC HEALTH SPA. THESE WERE TERRACES FOR SUNBATHING, LUXURIOUS LATRINE, AND ALSO TWO LIBRARIES. ONE WAS CALLED PERICLES. THE ROMANS ENJOYED SPENDING THE WHOLE DAY HERE. WHILE IN THE PERFECTLY PRESERVED BASEMENTS, SLAVES AND WORKERS KEPT THE HOUSING SYSTEMS, FURNACES AND BOILERS RUNNING.

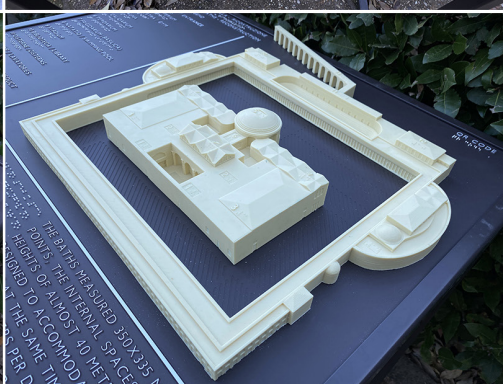
THE BATHS MEASURED 350X335 METERS. THE INTERNAL SPACES WERE DESIGNED TO ACCOMMODATE MANY PEOPLE AT THE SAME TIME. BETWEEN THE BATHS AND THE SOFIA, THERE WAS A LARGE GARDEN. THE BATHS WERE BUILT IN TRAVERTINE AND ALL THAT COULD BE POSSIBLE WAS REQUIRED TO SPEND THE DAY IN A SPLENDID AND GIGANTIC HEALTH SPA. THESE WERE TERRACES FOR SUNBATHING, LUXURIOUS LATRINE, AND ALSO TWO LIBRARIES. ONE WAS CALLED PERICLES. THE ROMANS ENJOYED SPENDING THE WHOLE DAY HERE. WHILE IN THE PERFECTLY PRESERVED BASEMENTS, SLAVES AND WORKERS KEPT THE HOUSING SYSTEMS, FURNACES AND BOILERS RUNNING.



LE BATHS MEASURED 350X335 METERS. THE INTERNAL SPACES WERE DESIGNED TO ACCOMMODATE MANY PEOPLE AT THE SAME TIME. BETWEEN THE BATHS AND THE SOFIA, THERE WAS A LARGE GARDEN. THE BATHS WERE BUILT IN TRAVERTINE AND ALL THAT COULD BE POSSIBLE WAS REQUIRED TO SPEND THE DAY IN A SPLENDID AND GIGANTIC HEALTH SPA. THESE WERE TERRACES FOR SUNBATHING, LUXURIOUS LATRINE, AND ALSO TWO LIBRARIES. ONE WAS CALLED PERICLES. THE ROMANS ENJOYED SPENDING THE WHOLE DAY HERE. WHILE IN THE PERFECTLY PRESERVED BASEMENTS, SLAVES AND WORKERS KEPT THE HOUSING SYSTEMS, FURNACES AND BOILERS RUNNING.

THE BATHS MEASURED 350X335 METERS. THE INTERNAL SPACES WERE DESIGNED TO ACCOMMODATE MANY PEOPLE AT THE SAME TIME. BETWEEN THE BATHS AND THE SOFIA, THERE WAS A LARGE GARDEN. THE BATHS WERE BUILT IN TRAVERTINE AND ALL THAT COULD BE POSSIBLE WAS REQUIRED TO SPEND THE DAY IN A SPLENDID AND GIGANTIC HEALTH SPA. THESE WERE TERRACES FOR SUNBATHING, LUXURIOUS LATRINE, AND ALSO TWO LIBRARIES. ONE WAS CALLED PERICLES. THE ROMANS ENJOYED SPENDING THE WHOLE DAY HERE. WHILE IN THE PERFECTLY PRESERVED BASEMENTS, SLAVES AND WORKERS KEPT THE HOUSING SYSTEMS, FURNACES AND BOILERS RUNNING.

THE BATHS MEASURED 350X335 METERS. THE INTERNAL SPACES WERE DESIGNED TO ACCOMMODATE MANY PEOPLE AT THE SAME TIME. BETWEEN THE BATHS AND THE SOFIA, THERE WAS A LARGE GARDEN. THE BATHS WERE BUILT IN TRAVERTINE AND ALL THAT COULD BE POSSIBLE WAS REQUIRED TO SPEND THE DAY IN A SPLENDID AND GIGANTIC HEALTH SPA. THESE WERE TERRACES FOR SUNBATHING, LUXURIOUS LATRINE, AND ALSO TWO LIBRARIES. ONE WAS CALLED PERICLES. THE ROMANS ENJOYED SPENDING THE WHOLE DAY HERE. WHILE IN THE PERFECTLY PRESERVED BASEMENTS, SLAVES AND WORKERS KEPT THE HOUSING SYSTEMS, FURNACES AND BOILERS RUNNING.



LE BATHS MEASURED 350X335 METERS. THE INTERNAL SPACES WERE DESIGNED TO ACCOMMODATE MANY PEOPLE AT THE SAME TIME. BETWEEN THE BATHS AND THE SOFIA, THERE WAS A LARGE GARDEN. THE BATHS WERE BUILT IN TRAVERTINE AND ALL THAT COULD BE POSSIBLE WAS REQUIRED TO SPEND THE DAY IN A SPLENDID AND GIGANTIC HEALTH SPA. THESE WERE TERRACES FOR SUNBATHING, LUXURIOUS LATRINE, AND ALSO TWO LIBRARIES. ONE WAS CALLED PERICLES. THE ROMANS ENJOYED SPENDING THE WHOLE DAY HERE. WHILE IN THE PERFECTLY PRESERVED BASEMENTS, SLAVES AND WORKERS KEPT THE HOUSING SYSTEMS, FURNACES AND BOILERS RUNNING.

THE BATHS MEASURED 350X335 METERS. THE INTERNAL SPACES WERE DESIGNED TO ACCOMMODATE MANY PEOPLE AT THE SAME TIME. BETWEEN THE BATHS AND THE SOFIA, THERE WAS A LARGE GARDEN. THE BATHS WERE BUILT IN TRAVERTINE AND ALL THAT COULD BE POSSIBLE WAS REQUIRED TO SPEND THE DAY IN A SPLENDID AND GIGANTIC HEALTH SPA. THESE WERE TERRACES FOR SUNBATHING, LUXURIOUS LATRINE, AND ALSO TWO LIBRARIES. ONE WAS CALLED PERICLES. THE ROMANS ENJOYED SPENDING THE WHOLE DAY HERE. WHILE IN THE PERFECTLY PRESERVED BASEMENTS, SLAVES AND WORKERS KEPT THE HOUSING SYSTEMS, FURNACES AND BOILERS RUNNING.

THE BATHS MEASURED 350X335 METERS. THE INTERNAL SPACES WERE DESIGNED TO ACCOMMODATE MANY PEOPLE AT THE SAME TIME. BETWEEN THE BATHS AND THE SOFIA, THERE WAS A LARGE GARDEN. THE BATHS WERE BUILT IN TRAVERTINE AND ALL THAT COULD BE POSSIBLE WAS REQUIRED TO SPEND THE DAY IN A SPLENDID AND GIGANTIC HEALTH SPA. THESE WERE TERRACES FOR SUNBATHING, LUXURIOUS LATRINE, AND ALSO TWO LIBRARIES. ONE WAS CALLED PERICLES. THE ROMANS ENJOYED SPENDING THE WHOLE DAY HERE. WHILE IN THE PERFECTLY PRESERVED BASEMENTS, SLAVES AND WORKERS KEPT THE HOUSING SYSTEMS, FURNACES AND BOILERS RUNNING.

che dall'esperienza dell'individuo, del tempo a disposizione, ecc. [Levi, Rolli 1996], solleva la questione della soglia minima di percepibilità.

Infatti, mentre la vista consente anche di riconoscere linee sottili ravvicinate tra loro o particolari molto piccoli, non si può dire lo stesso della percezione tattile che ha un 'ingombro minimo' dovuto alla dimensione dei polpastrelli delle mani che esplorano gli oggetti.

Da qui nasce l'esigenza di definire alcune regole rappresentative che consentano il riconoscimento di quanto raffigurato a rilievo o in 3D.

Dal punto di vista legislativo, le direttive per la rappresentazione rivolta all'utenza con disabilità visiva è stata definita negli anni attraverso alcune norme ISO (24503:2011, 17049:2013, 19028:2016, 24508:2019, UNI 8207:2003) e studi manualistici italiani ed internazionali [Levi, Rolli 1996; Brie, Morice 1996]. Nel 2018, inoltre, vengono emanate in Italia delle Linee Guida per la redazione del Piano per l'Eliminazione delle Barriere Architettoniche (P.E.B.A) da parte della Direzione Generale Musei del MiBACT, utili alla realizzazione di migliori condizioni di accessibilità per le diverse tipologie di fruitori. Queste prendono in considerazione le *Riproduzioni per l'esplorazione tattile* di oggetti tridimensionali e di dipinti, mosaici o figure di altro genere, mediante l'utilizzo di modelli architettonici in scala, bassorilievi o mappe tattili.

La trasmissione culturale rivolta alle persone con disabilità visive può utilizzare quindi diversi linguaggi e supporti, a seconda delle informazioni che è necessario comunicare.

Interessanti possono essere gli sviluppi di una ricerca di valorizzazione rivolta a questa categoria di utenti: da una parte la documentazione di oggetti d'architettura, in cui è necessaria una riduzione di scala che tenga conto dei rapporti dimensionali tra le varie parti; dall'altra la divulgazione di oggetti pittorici dove la terza dimensione, quella della profondità, è legata solo alla percezione degli indizi di profondità.

Stato dell'arte

Le rappresentazioni a rilievo sono utilizzate oggi in diversi contesti culturali, museali e non, per consentire una più effi-

Fig. 3.
Pannello tattile situato a Ghent che raffigura a rilievo la parte inferiore del Polittico dell'agnello mistico di Van Eyck. Foto degli autori.

Fig. 4.
Immagine (sx) e riproduzione tattile (dx) di uno dei mosaici del Museo Archeologico di Sousse, Tunisia. Foto degli autori.

Fig 5.
Immagine (sx) e riproduzione tattile (dx) di uno dei mosaici presenti al Museo Archeologico di Sousse, Tunisia. Si può notare l'errore di interpretazione in fase di lavorazione del rilievo di una delle zampe anteriori del cavallo di destra.



cace comunicazione rivolta non esclusivamente alle persone con disabilità visiva, ma alla totalità dei fruitori.

Oltre all'utilizzo delle mappe visuo-tattili, che sfruttano una rappresentazione basata sulla geometria descrittiva (mediante proiezioni ortogonali, le più adatte per lettori non vedenti [Brie, Morice 1996]) (fig. 1), le nuove tecnologie stanno permettendo un sempre maggiore utilizzo dei modelli tridimensionali elaborati mediante prototipazione additiva, capaci di descrivere sia piccoli oggetti che modelli architettonici in scala, consentendo una duplice modalità di lettura: rinnovata o corretta interpretazione dell'effettiva forma dei luoghi nel periodo passato e la possibilità di far comprendere quegli stessi luoghi ad un vasto pubblico [Empler, Fusinetti 2021] (fig. 2).

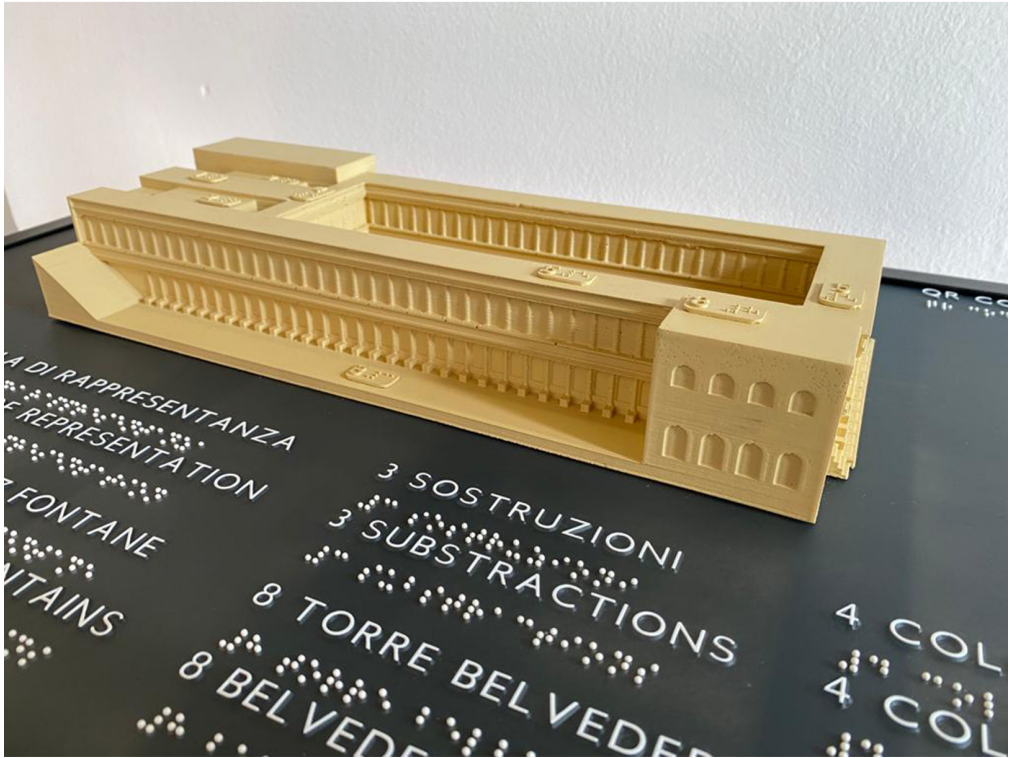
A seconda della collocazione (interna o esterna) dei modelli fisici, della dimensione degli oggetti e delle informazioni da comunicare, possono variare sia la scala che il materiale da utilizzare per la loro messa in opera.

E se per l'utilizzo esterno è necessario un procedimento che consta di diversi passaggi e cambi di materiali - prevedendo una prima fase di prototipazione additiva mediante stampa 3D, realizzazione di matrice in silicone per la colatura della resina con la quale sarà prodotto il modello finale [Empler, Fusinetti 2021] -, nel caso di modelli fisici pensati per un utilizzo interno è possibile rendere disponibili ai fruitori gli oggetti direttamente stampati con tecnologia FDM (*Fused Deposition Modelling*). Mediante estrusione di PLA (acido polilattato, realizzato con risorse rinnovabili come l'amido di mais) e successiva rifinitura dei segni derivanti dal processo di stampa, l'oggetto è pronto per essere installato così com'è, avente colore del filamento utilizzato, oppure subire un ulteriore passaggio di pittura.

Per quanto riguarda la riproduzione di oggetti pittorici, è un interessante esempio il pannello realizzato in occasione del recente restauro del *Polittico dell'Agnello Mistico* di Van Eyck (1432), situato nel *Visitor Centre* della Cattedrale di San Bavone a Ghent. Viene riprodotta l'opera mediante una stampa 3D che è stata successivamente colorata riproducendo fedelmente le cromie della pala originale (fig. 3).

Nel Museo Archeologico di Sousse in Tunisia, invece, alcuni pezzi dell'estesa collezione di mosaici romani (la seconda più grande al mondo) sono stati resi accessibili all'utenza con di-

Fig. 6. Pannello e modello tridimensionale tattile della ricostruzione della Villa di Traiano, Arcinazzo Romano, Roma. Foto e sviluppo del modello da parte degli autori.



sabilità visiva attraverso la loro tridimensionalizzazione, effettuata intagliando delle tavole di legno o riproducendo le raffigurazioni come bassorilievi modellati in terracotta.

In questo caso i pannelli sono monocromi, assumendo il colore del materiale con cui sono realizzati (fig. 4).

Esempi di questo tipo, riguardanti la resa tridimensionale di raffigurazioni bidimensionali, evidenziano quanto questa non sia un'operazione automatica, ma necessiti di un'approfondita analisi del dipinto/mosaico per decifrare i diversi piani di profondità dell'immagine e ottenere quindi una corretta ricostruzione della rappresentazione. Nell'esempio riportato in figura 5, che confronta l'immagine del mosaico e la sua versione tattile, è possibile notare come sia stato fatto un errore nella riproduzione tridimensionale del cavallo situato nella parte destra del mosaico: nella raffigurazione, la zampa anteriore sollevata è quella 'esterna', la più vicina allo spettatore, mentre nel modello in terracotta viene posta erroneamente nella parte posteriore (fig. 5), con un errore nello scaglionamento degli oggetti posti nello stesso piano.

Metodologia della ricerca

La ricerca illustra una metodologia utilizzata per la realizzazione di modelli fisici per la valorizzazione, creati mediante prototipazione additiva, evidenziando alcune regole di rappresentazione che permettano la corretta percezione cognitiva di quanto raffigurato a rilievo.

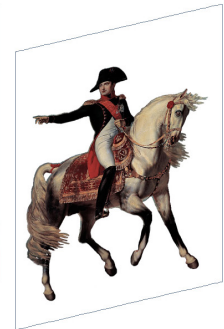
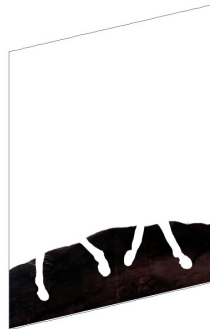
Per quanto riguarda la rappresentazione degli oggetti d'architettura, questa deve tenere conto della scala di rappresentazione dell'oggetto denotato, che porta con sé delle semplificazioni legate proprio alle soglie della percezione optica.

Il processo prevede una prima fase di rilevamento integrato dell'area (drone + TLS) in modo da ottenere, una base di partenza per la modellazione [De Luca 2011]. La mesh viene successivamente elaborata integrando, nel caso di ricostruzioni storiche, anche dati archeologici o di archivio. L'oggetto architettonico viene scalato secondo una dimensione tale da consentire un'esplorazione comoda con le mani, gli elementi più complessi vengono semplificati per una corretta comprensione (dove la soglia dimensionale è costitu-

Fig. 7.
I quadri oggetto della sperimentazione, presenti nel Museo Napoleonico di Roma.

Fig. 8.
Suddivisione dell'immagine nei piani compositivi

Fig. 9.
Processo di preparazione dell'immagine. Elaborazione degli autori.



Sfondo

Oggetti Intermedi

Oggetti in Primo Piano



V



V



1) Immagine del quadro originale

2) Estrazione elementi principali da mettere a rilievo

3) Conversione dell'immagine in scala di grigi

ita dall'effettiva capacità delle dita di esplorare e riconoscere i singoli elementi che fanno parte della composizione complessiva) e vengono chiuse tutte quelle parti che possono costituire un pericolo durante l'esplorazione aptica. Validata la ricostruzione, il modello viene stampato in 3D e utilizzato per creare la matrice negativa in gomma dentro cui sarà infine colata la resina che costituirà il modello fisico finale (fig. 6).

La rappresentazione degli oggetti pittorici è volta ad individuare la migliore modalità per rappresentare a rilievo i dipinti. L'approccio di semplificazione che viene attuato in questo caso si differenzia dalla procedura utilizzata per gli oggetti architettonici. È necessario, infatti, tenere conto di alcuni aspetti legati alla percezione cognitiva e alla lettura aptica da parte dei disabili visivi:

- Individuazione dei principali piani in cui possono essere scomposti i dipinti per consentire una efficace esplorazione con l'uso delle mani. Per rendere tale operazione efficace e mantenere una comprensibilità degli elementi principali presenti in un dipinto devono essere creati alcuni piani compositivi, come, ad esempio: 1) lo sfondo, con una notevole semplificazione di quanto presente, poiché è difficilmente percepibile con l'uso delle mani; 2) gli oggetti intermedi; 3) il soggetto posto in primo piano;
- I singoli oggetti che compongono le scene, monocromatici e realizzati in materiale plastico, per consentirne la riconoscibilità, saranno dotati di texture simili, per quanto possibile, a quella dei materiali riprodotti nell'immagine;
- Le semplificazioni (e questo vale anche per i beni architettonici) dovranno tener conto della dimensione dei polpastrelli di una mano che esplorano degli oggetti e che hanno una soglia di sensibilità non paragonabile a quella della vista. Per consentire una distinzione efficace gli elementi tattili da riconoscere la distanza minima è di almeno 5 mm.

La sperimentazione è avvenuta su due dipinti presenti nel Museo Napoleonico di Roma, ovvero il quadro *Napoleone a cavallo sul campo di Wagram* (Joseph Chabod, 1810) e il quadro *Ritratto delle sorelle Zenaide e Carlotta Bonaparte* (Jacques-Louis David, 1821) (fig. 7).

Nel quadro di Napoleone, le richieste del Museo hanno riguardato la necessità di percepibilità di alcuni elementi presenti nel dipinto, come l'emblema imperiale, la coccarda pre-

Fig. 10.
Dettaglio del modello mesh del cavallo: a sinistra il risultato del processo di automatizzazione, a destra il risultato finale dopo la rifinitura manuale con gli strumenti di *sculpting*.
Elaborazione degli autori.

Fig. 11.
I modelli mesh finali dei due quadri.
Elaborazione degli autori.



sente sulle briglie del cavallo e la bava alla bocca dell'animale, simbolo dell'irrazionalità che viene domata dall'imperatore.

Nel quadro delle sorelle, invece, è stata posta una maggiore attenzione al rilievo delle api del divano (uno dei simboli dell'impero napoleonico), dei diademi e del vestiario.

Per entrambi i quadri il processo ha seguito le seguenti fasi:

1. Individuazione dei piani compositivi. Tre i piani determinati per questi dipinti, ovvero il Piano di Sfondo, il Piano che comprende gli Oggetti Intermedi e quello per gli Oggetti in Primo Piano.

Per quanto riguarda il quadro di Napoleone è stato scelto di eliminare dalla riproduzione il piano di sfondo, equivalente al cielo e alla scena di guerra (collocata nella parte destra del dipinto) poiché da un lato, il rilievo delle nuvole avrebbe creato un 'rumore' eccessivo, dal punto di vista tattile, intorno ai personaggi di primo piano e, dall'altro, la scena di guerra sarebbe risultata troppo piccola rispetto alla scala della riproduzione (30x40 cm a fronte di un dipinto di 294x224 cm). La collina su cui il cavallo poggia le zampe è stata identificata come Oggetto Intermedio mentre Napoleone e il Cavallo come Oggetti di Primo Piano.

Anche nel quadro delle sorelle il piano di sfondo, corrispondente alla parete verde del dipinto, non è stato preso in considerazione dato che non conteneva informazioni utili da comunicare, mentre il divano è stato individuato come Oggetto Intermedio e le sorelle come Oggetti di Primo Piano (fig. 8).

2. Elaborazione delle immagini. Una volta definiti i piani compositivi è stato necessario lavorare sulle immagini ad alta risoluzione dei dipinti. Su queste si è operato eliminando dal file sia le informazioni dello Sfondo che quelle di colore, convertendo il file in scala di grigi e lavorando sul contrasto per evidenziare al meglio le texture dipinte nei diversi elementi presenti (fig. 9).
3. Tridimensionalizzazione delle opere. Le immagini così trasformate vengono elaborate con un applicativo di gestione dei *pixel* (come *Zbrush*) che, mediante un processo di automatizzazione, è in grado di leggere il file in scala di grigi, associando un rilievo più o meno elevato a seconda della tonalità di colore (bianco: rilievo massimo; nero: rilievo minimo). Viene così generato un modello *mesh* tridimensionale.

Fig. 12.
Modello tattile tridimensionale del quadro *Napoleone a cavallo sul campo di Wagram* (Joseph Chabard, 1810), Museo Napoleonico, Roma. Foto e sviluppo dei modelli da parte degli autori.



Il grado di estrusione viene gestito manualmente, mediante strumenti di *sculpting*, ritoccando manualmente il modello nelle aree dove il processo automatico non è riuscito ad elaborare correttamente. Nel caso del quadro di Napoleone, ad esempio, è stato necessario estrarre manualmente una parte delle zampe del cavallo, che nel dipinto risultavano in ombra (e quindi nere) e, quindi, lette come zone piatte (fig. 10).

4. Decimazione della mesh. La mesh ottenuta può essere esportata in formato di stampa.stl previa decimazione, passando da un modello di 6 milioni di punti ad uno da 1 milione. Il procedimento di riduzione non ha inciso sulla qualità finale del modello, poiché questo grado di definizione è ritenuto più che sufficiente se messo in relazione al livello di dettaglio di stampa (che dipende dalla stampante utilizzata) e alle dimensioni finali del modello (fig. 11).
5. Stampa, rifinitura. La stampa dei file è la fase finale del procedimento. È utilizzata una stampante XXL, in grado di riprodurre i modelli in un unico pezzo, che sono poi rifiniti manualmente per eliminare le piccole tracce dovute al deposito di filamento estruso al passaggio della testina. I modelli così stampati sono stati utilizzati come impronta per la creazione di uno stampo in silicone, ottenendo quindi una versione negativa degli stessi, entro cui colare la resina e ottenere il modello fisico finale. Il modello è, infine, lavorato utilizzando un trattamento antibatterico prima di essere collocato ed esposto nella sede museale (fig.12).

Conclusioni

La metodologia, pur non avendo la pretesa di essere unica per rendere comprensibili dei dipinti, illustra una procedura per la realizzazione di modelli fisici architettonici e pittorici che, in accordo con le Linee Guida del MiC, sia in linea con gli obiettivi dell'Universal Design.

Procedono in questa direzione molte modalità di valorizzazione dei beni culturali [Vasilakou et al. 2022] dove i modelli tridimensionali, grazie alle nuove tecnologie digitali, sono sempre più utilizzati per diffondere i luoghi e gli oggetti della cultura.

Riferimenti bibliografici

- Brie, M., Morice, J.C., (1996). Il disegno in rilievo: oggetto di conoscenza. In: *XY, Dimensioni del Disegno*, n. 26, pp. 38-51.
- De Luca, L. (2011). *La fotomodellazione architettonica. Rilievo, modellazione, rappresentazione di edifici a partire da fotografie*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.
- Empler, T. (1996). Il “disegno in rilievo” negli Istituti di Ricerca italiani e francesi. In: *XY, Dimensioni del Disegno*, n. 26, pp. 5-7.
- Empler, T. (2013). Universal Design: ruolo del Disegno e Rilievo. In *Disegnare. Idee Immagini*, n. 46, pp. 52-63.
- Empler, T., Fusinetti, A. (2019). Rappresentazione visuo-tattile. Comunicazione tattile per i disabili visivi. 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*, pp.1563-1572. Milano: FrancoAngeli.
- Empler, T., Fusinetti, A. (2020). Rappresentazioni a rilievo nei percorsi museali. In *Diségno*, n. 6, pp. 169-178.
- Empler, T., Fusinetti, A. (2021). Dal rilievo strumentale ai pannelli informativi tattili per un'utenza ampliata. In Arena, A., Arena, M., Mediati, D., Raffa, P. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione*, pp. 2265-2282. Milano: FrancoAngeli.
- Levi, F., Rolli, R. (1994). *Disegnare per le mani. Manuale di disegno in rilievo*. Torino: Silvio Zamorani Editore.
- Levi, F., Rolli, R. (1996). Il disegno in rilievo. In: *XY, Dimensioni del Disegno*, n. 26, pp.15-22.
- Paddeu, G., Marras, A. M., Mamel, i A. (a cura di), (2021). *OVER THE VIEW Verso la progettazione universale per una cultura accessibile Accessibilità museale: esempi, spunti e suggerimenti*. Pula (CA): CRS4 editore.
- Vasilakou, P., Mineiko, S., Hasioti, T.M., Gavriilidou, Z., Drigas, A. (2022). The accessibility of visually impaired people to museums and art through ICTs. *Technium Social Sciences Journal*, 35(1), pp. 263-284.