

# **Colore e Colorimetria Contributi Multidisciplinari**

**Vol. XIX B**

A cura di Filippo Cherubini e Andrea Siniscalco



*[www.gruppodelcolore.org](http://www.gruppodelcolore.org)*

*Regular Member  
AIC Association Internationale de la Couleur*

**Colore e Colorimetria. Contributi Multidisciplinari. Vol. XIX B**

A cura di Filippo Cherubini e Andrea Siniscalco

Pubblicato dal Gruppo del Colore - Associazione Italiana Colore

Research Culture and Science Books series (RCASB), ISSN: 2785-115X

ISBN 978-88-99513-26-9

DOI: 10.23738/RCASB.012

© Copyright 2024 by Gruppo del Colore - Associazione Italiana Colore

Piazza C. Caneva, 4

20154 Milano

C.F. 97619430156

P.IVA: 09003610962

[www.gruppodelcolore.it](http://www.gruppodelcolore.it)

e-mail: [segreteria@gruppodelcolore.org](mailto:segreteria@gruppodelcolore.org)

Diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione  
e di adattamento totale o parziale con qualsiasi mezzo sono riservati per tutti i Paesi.

Pubblicato nel mese di Dicembre 2024



## **Colore e Colorimetria. Contributi Multidisciplinari Vol. XIX B**

*Atti della diciannovesima Conferenza del Colore.  
Conferenza On-line  
28-29 Novembre 2024*

### **Chair**

**Andrea Siniscalco**, Politecnico di Milano, IT

### **Comitato di Programma**

**Filippo Cherubini**, IFAC – CNR, IT

**Gianluca Guarini**, Politecnico di Milano, IT

**Lisa Vergelli**, Sapienza Università di Roma, IT

**Marcello Picollo**, IFAC – CNR, IT

**Alessandro Rizzi**, Università degli Studi di  
Milano, IT

### **Segreteria Organizzativa**

**Filippo Cherubini**, Gruppo del Colore - Associazione Italiana Colore

## Comitato Scientifico – Peer review

**Giuseppe Amoruso** | Dipartimento di Design – Politecnico di Milano, IT

**Kine Angelo** | Norwegian University of Science and Technology, NO

**Fabrizio Apollonio** | Università di Bologna, IT

**John Barbur** | City University London, UK

**Laura Bellia** | Università di Napoli Federico II, IT

**Berit Bergstrom** | Swedish Colour Centre Foundation, SE

**Janet Best** | Natick, GB

**Marco Bevilacqua** | Università di Pisa, IT

**Cristian Bonanomi** | Cevlab, IT

**Alessandro Bortolotti** | Università degli Studi “G. d’Annunzio” Chieti – Pescara

**José Luis Caivano** | Universidad de Buenos Aires, AR

**Jean-Luc Capron** | Université Catholique de Louvain, BE

**Cristina Maria Caramelo Gomes** | University of Lisbon, PT

**Antonella Casoli** | Università di Parma, IT

**Vien Cheung** | University of Leeds, UK

**Verónica Conte** | Universidade de Lisboa, PT

**Osvaldo Da Pos** | Università degli Studi di Padova, IT

**Christine Fernandez-Maloigne** | University of Poitiers, FR

**Francesca Fragliasso** | Università di Napoli Federico II, IT

**Davide Gadia** | Università degli Studi di Milano, IT

**Margarida Gamito** | Universidade de Lisboa, PT

**Martinia Glogar** | University of Zagreb, HR

**Yulia A. Griber** | Smolensk State University, RU

**Jon Hardeberg** | Norwegian University of Science and Technology, NO

**Takahiko Horiuchi** | Chiba University, JP

**Francisco Imai** | Optica Color TG, US

**Maria João Durão** | Universidade de Lisboa, PT

**Agata Kwiatkowska-Lubańska** | Academy of Fine Arts, Kraków, PL

**Guy Lecerf** | Université Toulouse2, FR

**Veronica Marchiafava** | Gruppo del Colore – Associazione Italiana Colore, IT

**Manuel Melgosa** | Universidad de Granada, ES

**Fernando Moreira da Silva** | School of Architecture – University of Lisbon

**Carinna Parraman** | University of the West of England, UK

**Laurence Pauliac** | Université Paris Nanterre, FR

**Giulia Pellegri** | Università degli Studi di Genova, IT

**João Nuno Pernão** | Universidade de Lisboa, PT

**Luciano Perondi** | Università IUAV di Venezia, IT

**Alice Plutino** | Università degli Studi di Milano, IT

**Fernanda Prestileo** | CNR-ISAC, IT

**Joana Perry Saes** | CIAUD-Faculty of Architecture, Lisbon University, PT

**Miguel Sanches** | Instituto Politécnico de Tomar, PT

**Verena M. Schindler** | AIC SG Environmental Colour Design, Zollikon, CH

**Zélia Simões** | CIAUD-Faculty of Architecture, Lisbon University, PT

**Roberta Spallone** | Politecnico di Torino, IT

**Elza Tantcheva** | Colour Group, GB

**Justyna Tarajko-Kowalska** | Cracow University of Technology, PL

**Francesca Valan** | Studio Valan, IT

**Eva Maria Valero** | University of Granada, ES

**Meritxell Vilaseca Ricart** | Universitat Politècnica de Catalunya, ES

## **Organizers**



## **Sponsor**



## **Patrocini**

**AIDI** - Associazione Italiana di Illuminazione

**Apcor** - Associação Portuguesa da Cor

**IGIIC** - Gruppo Italiano International Institute for Conservation

**procolore** - Schweizerische Vereinigung für die Farbe

**SID** - Italian Design Society

**Suomen väriyhdistys SVY** - the Finnish Colour Association

## Introduzione

La Conferenza del Colore organizzata ogni anno dalla GdC - Associazione Italiana Colore è giunta nel 2024 alla sua diciannovesima edizione.

L'evento internazionale di due giorni ha visto la partecipazione di tre keynote speaker: Phil Green (University of Science and Technology, Gjøvik, NO), Vien Cheung (University of Leeds, UK) e Robin Kingsburgh (York University Toronto, CA).

Nel corso della conferenza è stato conferito anche il “Color Award / Premio Colore 2024” allo straordinario pittore Valerio Adami.

Un grazie particolare va alla Commissione Premio del Colore, nelle persone di Cristian Bonanomi, Lia Luzzatto e Lisa Vergelli (autrice del testo di presentazione del vincitore) per il prezioso contributo.

Sentiti ringraziamenti a Filippo Cherubini (IFAC-CNR), per il prezioso aiuto nella gestione della conferenza e a tutti i chair di sessione che hanno moderato gli interventi: Luca Cogo (Università degli studi di Milano Bicocca), Marcello Picollo (IFAC-CNR), Francesca Fragliasso (Università degli studi di Napoli Federico II), Ingrid Calvo Ivanovic (Universidad de Chile), Alice Plutino (University of Amsterdam), Verena M. Schindler (AIC Study Group on Environmental Colour Design), Alessandro Rizzi (Università degli studi di Milano Statale), Lisa Vergelli (Sapienza Università di Roma), Beatrice Sarti (Università degli studi di Milano Statale).

Ringraziamenti inoltre a tutte le persone che hanno contribuito alla moderazione digitale della conferenza, garantendone la buona riuscita: Paola Bertoletti, Alessandro Bortolotti, Gianluca Guarini, Ivanka Dicheva, Plutino Alice, Vergelli Lisa.

Ringraziamenti finali per Konica Minolta, che ha generosamente sponsorizzato la conferenza.

Buona lettura.

**Andrea Siniscalco**

*Dicembre 2024*

## Indice

|                                                                                                                                                                                                                           |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>COLORE E RESTAURO.....</b>                                                                                                                                                                                             | <b>9</b>   |
| <b>Imaging iperspettrale per lo studio in situ del colore e dei pigmenti delle facciate architettoniche .....</b>                                                                                                         | <b>10</b>  |
| Filippo Cherubini, Andrea Casini, Costanza Cucci, Marcello Picollo, Lorenzo Stefani, Maurizio De Vita                                                                                                                     |            |
| <b>Luce, colore, <i>ornatus</i> nel costruito storico, fra materia e memoria: casa Marotta-Carboni.....</b>                                                                                                               | <b>17</b>  |
| Anna Marotta                                                                                                                                                                                                              |            |
| <b>Misure spettroscopiche e colorimetriche mediante tecnica di imaging iperspettrale su superficie policroma di grandi dimensioni: il murale del Liceo Scientifico A. M. Enriques Agnoletti di Sesto Fiorentino .....</b> | <b>26</b>  |
| Alessandra Banchelli, Andrea Casini, Filippo Cherubini, Costanza Cucci, Lorenzo Stefani, Marcello Picollo                                                                                                                 |            |
| <b>Chiesa di Santa Sofia in Benevento: vicende storiche, esiti dei restauri condotti dal secondo dopoguerra all'attualità e stato di conservazione .....</b>                                                              | <b>35</b>  |
| Carmine Megna                                                                                                                                                                                                             |            |
| <b>Monitoraggio della stabilità cromatica di una nuova formulazione di colori da ritocco pittorico per il restauro di opere policrome .....</b>                                                                           | <b>44</b>  |
| Serena Hirsch, Elisa Gualini, Serena Morrocchesi, Leonardo Borgioli, Marcello Picollo                                                                                                                                     |            |
| <b>Studio cromatico di un pigmento storico verde a base di rame: il Verdigris. ....</b>                                                                                                                                   | <b>51</b>  |
| Magdalena Souto, Miquel Angel Herrero-Cortell, Giovanni Bartolozzi, Maria J. Melo, Marcello Picollo                                                                                                                       |            |
| <b>Studio dei coloranti organici impiegati per la realizzazione di codici purpurei tardo-antichi e dei fattori che ne influenzano il colore .....</b>                                                                     | <b>60</b>  |
| Cristina Fornacelli, Serena Morrocchesi, Andrea Casini, Costanza Cucci, Lorenzo Stefani, Maurizio Aceto, Francesca Robotti, Teresa D'Urso, Giulia Simeoni and Marcello Picollo                                            |            |
| <b>I colori nascosti dei Re .....</b>                                                                                                                                                                                     | <b>69</b>  |
| Paolo Bertelli, Paola Artoni, Dafne Cimino, Maurizio Aceto, Maria Labate, Amalia Nani, Angelo Agostino                                                                                                                    |            |
| <b>COLORE E MISURA, COLORE E DIGITALE.....</b>                                                                                                                                                                            | <b>77</b>  |
| <b>L'impiego di colorimetria per l'analisi comparativa della variazione cromatica indotta da prodotti de-acidificanti applicati a fibre tessili vegetali .....</b>                                                        | <b>78</b>  |
| Nani A., Ricci C., Gatti A., Labate M., Agostino A.                                                                                                                                                                       |            |
| <b>Generazione di immagini per daltonici: reti generative IA a confronto .....</b>                                                                                                                                        | <b>87</b>  |
| Ester Cacciola, Beatrice Sarti, Alessandro Rizzi                                                                                                                                                                          |            |
| <b>Un nuovo approccio alla gestione del colore negli Urban Digital Twins.....</b>                                                                                                                                         | <b>96</b>  |
| Maria Martone, Tiantian Fan                                                                                                                                                                                               |            |
| <b>L'illusione del colore: le interazioni cromatiche di Josef Albers negli spazi tridimensionali .....</b>                                                                                                                | <b>104</b> |
| Daniele Calisi, Stefano Botta                                                                                                                                                                                             |            |
| <b>COLORE E PSICOLOGIA.....</b>                                                                                                                                                                                           | <b>112</b> |
| <b>Interfaccia e percezione visiva, un nuovo modo di vivere lo spazio attraverso la IV dimensione del design.....</b>                                                                                                     | <b>113</b> |
| Viviana Del Naja                                                                                                                                                                                                          |            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Il colore per il riequilibrio sensoriale: metodo Snoezelen e autismo .....</b>                                                                                                                                                                                   | <b>120</b> |
| Sara Vavassori, Laura Della Bassa, Elisa Veronelli                                                                                                                                                                                                                  |            |
| <b>COLORE NEI GIOCHI E GIOCATTOLI.....</b>                                                                                                                                                                                                                          | <b>129</b> |
| <b>Il Ruolo Simbolico del Colore nei Giochi di Ruolo .....</b>                                                                                                                                                                                                      | <b>130</b> |
| Alessandra Carena, Laura Cardinale, Orietta Albertini                                                                                                                                                                                                               |            |
| <b>Storia e utilizzo del colore nei giochi da tavolo .....</b>                                                                                                                                                                                                      | <b>139</b> |
| D. Aurelio, M. Tibaldini, C. A. Iocco, B. Sarti, A. Rizzi                                                                                                                                                                                                           |            |
| <b>ColorFit, un gioco “print and play” per la rilevazione del daltonismo in classe.....</b>                                                                                                                                                                         | <b>148</b> |
| Carlo Alberto Iocco, Daniele Aurelio Alessandro Rizzi, Liliana Silva                                                                                                                                                                                                |            |
| <b>COLORE E MISURA, COLORE E DIGITALE .....</b>                                                                                                                                                                                                                     | <b>155</b> |
| <b>Disegno e pittura infantile. L'importanza del colore negli studi di Élise Freinet .....</b>                                                                                                                                                                      | <b>156</b> |
| Franca Zuccoli                                                                                                                                                                                                                                                      |            |
| <b>Origini fisiche del colore: esperienze interattive e <i>hands-on</i> .....</b>                                                                                                                                                                                   | <b>165</b> |
| Daniele Aurelio, Chiara Aimè, Arianna Armanetti, Jacopo Braghieri, Ettore Budassi, Andrea Franzetti, Marco Ghilardi, Diego Maragnano, Paolo Montagna, Michele Pirola, Simone Restelli, Davide Santostasi, Denise Trupia, Simone Venturini, Simone Verdi, Luca Zatti |            |
| <b>Il fondo nero nei manifesti pubblicitari: alcuni esempi dei primi decenni del XX secolo.....</b>                                                                                                                                                                 | <b>173</b> |
| Marcello Scalzo                                                                                                                                                                                                                                                     |            |
| <b>L'uso del colore nella comunicazione visiva dei siti web municipali italiani.....</b>                                                                                                                                                                            | <b>183</b> |
| Enea Ahmedhodzic, Beatrice Sarti, Andrea Mario Trentini                                                                                                                                                                                                             |            |
| <b>COLORE E AMBIENTE, COLORE E DESIGN, COLORE ED EDUCAZIONE.....</b>                                                                                                                                                                                                | <b>192</b> |
| <b>I colori della Tuscia. Identità cromatica di un territorio attraverso i suoi manufatti.....</b>                                                                                                                                                                  | <b>193</b> |
| Carla Farina, Jurji Filieri                                                                                                                                                                                                                                         |            |
| <b>‘Color Design’, dal Turntable di Brian Eno al Set Design per gli U2 At The SphereZ.....</b>                                                                                                                                                                      | <b>202</b> |
| Giovanni Caffio, Maurizio Unali                                                                                                                                                                                                                                     |            |
| <b>GEOCROMI: Volti di Tellus.....</b>                                                                                                                                                                                                                               | <b>209</b> |
| Daria Carpineti                                                                                                                                                                                                                                                     |            |
| <b>La cultura del colore in fotografia Dagli archivi vernacolari, The Anonymous Project e Album di famiglia, alla fotografia contemporanea di Martin Parr e Piero Percoco .....</b>                                                                                 | <b>216</b> |
| Michela Frontino                                                                                                                                                                                                                                                    |            |
| <b>Indagini colorimetriche: campagne esplorative per un contributo a supporto dell'interpretazione storico artistica. Esperienze in corso dal Progetto Bormida Gotica .....</b>                                                                                     | <b>224</b> |
| Sara Fasana, Marco Zerbinatti, Ludovica Martina                                                                                                                                                                                                                     |            |

## **Colore e restauro**

## **Imaging iperspettrale per lo studio in situ del colore e dei pigmenti delle facciate architettoniche**

**Filippo Cherubini<sup>1,2\*</sup>, Andrea Casini<sup>1</sup>, Costanza Cucci<sup>1</sup>, Marcello Picollo<sup>1</sup>, Lorenzo Stefani<sup>1</sup>, Maurizio De Vita<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Istituto di Fisica Applicata “Nello Carrara” del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IFAC-CNR);

<sup>2</sup> Università degli Studi di Firenze

Contatto: Filippo Cherubini, f.cherubini@ifac.cnr.it

### **Abstract**

Questo studio si propone di illustrare le potenzialità della camera iperspettrale Specim IQ come strumento non invasivo per l'analisi colorimetrica e per lo studio dei pigmenti impiegati nella decorazione delle facciate architettoniche. L'indagine si è svolta all'esterno ed in condizioni di luce naturale con l'obiettivo di verificare la possibilità di superare le limitazioni delle strumentazioni tradizionali utilizzate in questo campo. Tali strumentazioni, come ad esempio lo spettrocolorimetro, richiedono il contatto fisico con la superficie e sono limitati a piccole aree di analisi. Tali caratteristiche costituiscono da sempre notevoli limitazioni operative ed al fine di superare tali problematiche, è stata presa in considerazione l'adozione di tecniche di imaging per l'acquisizione di dati colorimetrici.

La camera iperspettrale Specim IQ opera nell'intervallo spettrale compreso tra 400-1000 nm, con 204 bande spettrali, risoluzione di 7 nm e con un passo di acquisizione di 3,5 nm. Tali caratteristiche permettono anche di ottenere spettri di riflettanza accurati.

I risultati ottenuti con la camera Specim IQ sono confrontati, dove possibile, con quelli ottenuti dal colorimetro Konica-Minolta CM700d. Questo confronto si è rivelato essenziale per validare la precisione e l'affidabilità della metodologia proposta.

**Keywords:** imaging iperspettrale, Specim IQ, spettrocolorimetro, analisi colorimetrica, architettura

### **Introduzione**

Negli anni '80, la tecnologia nota come Spettroscopia Imaging (IS) fece la sua comparsa nel campo del telerilevamento rivoluzionando di fatto questo settore in quanto permise di catturare dati spettrali dalla superficie terrestre utilizzando aerei o satelliti. Questa soluzione permise di ampliare notevolmente l'esplorazione della composizione degli oggetti terrestri (Goetz et al., 1985; Green et al., 1998).

Nel corso degli anni 2000, la tecnica della Spettroscopia Imaging (IS) ha ulteriormente espanso il suo ambito di applicazione grazie all'uso di nuovi strumenti di imaging iperspettrale (HyperSpectral Imaging, HSI). Per mezzo di queste innovazioni, si è registrato un notevole incremento nell'impiego di tale tecnologia nei campi delle scienze ambientali e geologiche. Nel corso degli anni, l'HSI ha trovato applicazione anche in settori altamente specializzati, come ad esempio quello del patrimonio culturale.

In quest'ultimo contesto, l'HSI si è rivelato uno strumento prezioso per l'analisi delle superfici pittoriche, permettendo di indagare su dettagli nascosti in dipinti e manufatti artistici (Casini et al., 2005; Delaney et al., 2010; Dooley et al., 2013; Daniel et al., 2015; Cucci et al., 2016; Deborah et al., 2019; Striova et al., 2020). Ha inoltre trovato applicazione anche nel campo dell'architettura, in particolare nell'analisi dei materiali lapidei (Sciuto et al., 2022) e nell'acquisizione di dati colorimetrici delle facciate degli edifici (Cherubini et al., 2023).



L'imaging iperspettrale impiega una tecnologia che consente di acquisire una sequenza quasi continua di immagini spettroscopiche all'interno di bande spettrali strette e contigue, con una larghezza di banda inferiore a 10 nm. Questo intervallo spettrale si estende tipicamente dalla porzione visibile dello spettro (VIS, 400-750 nm) al vicino infrarosso (NIR, 750-2500 nm) (Cucci et al., 2016).

I dati acquisiti con l'imaging iperspettrale vengono racchiusi in un file chiamato "cubo di immagine" o "file cubo". Tali files contengono quindi un'immensa quantità di informazioni (Mardia et al., 1979; Martens e Naes 1989; Kruse et al., 1993; Orlando et al., 1995; Nielsen 2015; Cucci et al., 2016) dai quali è possibile estrarre ed ottenere informazioni simili a quelle ricavate con tecniche di imaging convenzionali, come l'infrarosso a falsi colori (FCIR).

Inoltre, utilizzando il "file cubo", è possibile estrarre anche uno spettro di riflettanza per ogni pixel all'interno di una determinata area presa in analisi, fornendo così informazioni spettroscopiche utili per l'identificazione (anche se non esaustiva) di pigmenti e materiali pittorici (Cucci et al., 2016).

I recenti progressi tecnologici hanno portato a significativi avanzamenti nel campo del HSI. Per questo studio, tra i nuovi sistemi in commercio, è stato considerato l'utilizzo della telecamera iperspettrale Specim IQ, sviluppata da SPECIM Spectral Imaging Ltd. con sede a Oulu, Finlandia ([www.specim.fi](http://www.specim.fi)). Questa camera ha dimostrato la capacità di superare molte sfide legate ai costi delle apparecchiature, del software e dell'hardware necessari per l'acquisizione di immagini.

### **Informazioni tecniche camera Specim IQ**

La camera Specim IQ è stata progettata come un dispositivo all-in-one dedicato all'analisi iperspettrale in un'ampia gamma di oggetti e in diverse aree di applicazione (Behmann et al., 2018). A differenza della tipica strumentazione iperspettrale, la camera Specim IQ ha un corpo e un peso simili a quelli di una normale camera digitale, incorporando comunque un sistema di imaging iperspettrale con una fotocamera RGB, una memoria espandibile, batterie integrate e un software preinstallato per l'acquisizione e l'analisi dei dati in tempo reale. Inoltre, offre un'interfaccia utente intuitiva che permette di interagire direttamente con i dati acquisiti attraverso un touchscreen.

La camera Specim IQ acquisisce immagini con una risoluzione di 512 x 512 pixel, con un intervallo spettrale di 400-1000 nm ed una risoluzione di 7 nm per un totale di 204 bande spettrali (Cucci et al., 2017; Behmann et al., 2018).

### **Motivazioni della ricerca e definizione parametri sperimentali**

La camera Specim IQ è stata ampiamente utilizzata in diversi ambiti nel settore dei Beni Culturali, dimostrandosi uno strumento versatile ed efficace per l'analisi di una vasta gamma di manufatti artistici (Cucci et al., 2017, Cucci et al., 2018, Picollo et al., 2020). A partire dal 2018, diversi studi (Cucci et al., 2018) hanno confermato che questo dispositivo può essere impiegato anche per ricerche colorimetriche in contesti architettonici, pur evidenziando alcune lacune che necessitano di ulteriori approfondimenti (Cherubini et al., 2022).

Per il presente studio, è stata studiata la facciata di un edificio del XIX secolo situato in Piazza Indipendenza 13 a Firenze, Italia, dedicando particolare attenzione all'analisi dei colori e dei pigmenti. L'edificio, che si sviluppa su tre piani con altezze interne superiori ai 4 metri, presenta una facciata caratterizzata da elementi in stile tradizionale e decorazioni tipiche del XX secolo. Al piano terra si trova un basamento in conci di pietra serena, mentre i piani superiori sono presenti decori su intonaco con motivi geometrici rettangolari di colore giallo e rosso. Le cornici delle finestre sono anch'esse in pietra serena.

Per l'acquisizione dei dati di imaging iperspettrale, sono stati considerati due aspetti fondamentali. In primo luogo, data la limitata risoluzione spaziale della camera e la complessità del motivo decorativo, è stato valutato attentamente il posizionamento ottimale della strumentazione rispetto all'oggetto di studio. In secondo luogo, è risultato essenziale l'impiego di un riferimento bianco adeguato per l'analisi dei dati iperspettrali in ambienti esterni e su manufatti architettonici. Maggiori dettagli sulla

scelta e sull'uso del riferimento bianco (Cherubini et al., 2023) sono forniti nel manuale operativo della camera Specim IQ (Specim IQ Manual. <https://www.specim.com/iq/iq-downloads/>).

L'obiettivo è stato quello di garantire sia una corretta analisi dei colori e dei pigmenti su tutti i livelli della facciata. Di seguito riportiamo una descrizione del setup sperimentale:

- La camera è stata montata su un treppiede e orientata con un angolo di circa  $30^\circ$  rispetto alla superficie della facciata analizzata, mantenendo una distanza fissa di circa 20 metri.
- Come fonte di illuminazione è stata utilizzata la luce naturale (16:30 - 17:00). La facciata in quel momento della giornata era completamente in ombra.
- La facciata è rivolta verso est.
- Il riferimento bianco è stato acquisito simultaneamente.
- I dati sono stati acquisiti con un tempo di integrazione di 13 millisecondi per banda.
- Tutte le misure sono state effettuate da un unico operatore.



Fig. 1 – I punti di analisi colorimetrica dell'edificio localizzato in piazza Indipendenza n.11 e n.13, Firenze.

Una volta acquisiti le immagini iperspettrali, per calcolare i valori colorimetrici CIE, i dati iperspettrali della camera Specim IQ sono stati interpolati da 3,5 nm a 1 nm utilizzando un programma sviluppato presso IFAC-CNR. Il software calcola i dati colorimetrici per l'Osservatore Standard  $2^\circ$  e

l'illuminante D65 utilizzando la libreria Python SciPy (SciPy API. <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.interpolate.interp1d.html>). Questo software produce per ciascuna delle tre coordinate  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  delle immagini in formato TIFF in scala di grigi. In questo modo, per ogni singolo punto preso in esame, è stato possibile analizzare il colore utilizzando lo strumento contagocce in Adobe Photoshop® 2020. Le aree di analisi prese in considerazione sono state variabili, da 1 a 9 pixel, a seconda del contesto e della necessità. Inoltre come evidenziato nella Fig. 1 abbiamo potuto studiare anche parte dei colori del complesso architettonico dell'edificio posto al civico 11 di Piazza Indipendenza.



Fig. 2 – Dettaglio del piano terra dell'attacco dei conci di pietra serena con la cornice delle finestre, anch'essa in pietra serena.

Dove possibile è stato deciso anche di effettuare misure colorimetriche con lo spettrofotometro Konica-Minolta CM-700d al fine di confrontare e validare i dati acquisiti con la camera Specim IQ. A causa della texture irregolare delle pietre del piano terra (Fig. 2) è stato estremamente difficile catturare accuratamente i dati colorimetrici con questa strumentazione.

I dati acquisiti con entrambe le strumentazioni sono riportati in tabella 1:

Tabella 1 – Valori  $L^*a^*b^*$  calcolati dalle misure acquisite con la camera Specim IQ e lo spettrofotometro Konica-Minolta CM-700d.

| ***                              | Strum.  | Baseamento       | Facciata | Cornici | Finestre       | Decor    |
|----------------------------------|---------|------------------|----------|---------|----------------|----------|
| <b>Piazza Indipendenza n. 11</b> | IQ      | 64/4/15          | 98/-1/11 | 71/4/16 | ***            | 74/4/16  |
|                                  | CM-700d | 61,81/3,07/15,31 | ***      | ***     | ***            | ***      |
| <b>Piazza Indipendenza n. 13</b> | IQ      | 56/1/9           | ***      | 51/2/11 | Marrone chiaro | Ocra     |
|                                  |         |                  |          |         | 85/8/26        | 88/10/34 |
|                                  |         |                  |          |         | Marrone scuro  | Rosso    |
|                                  |         |                  |          |         | 38/12/13       | 65/14/25 |

|  |         |                  |     |                 |                  |  |
|--|---------|------------------|-----|-----------------|------------------|--|
|  | CM-700d | 54,84/1,59/12,24 | *** | 54,92/0,80/8,61 | Marrone chiaro   |  |
|  |         |                  |     |                 | ***              |  |
|  |         |                  |     |                 | Marrone scuro    |  |
|  |         |                  |     |                 | 38,47/9,63/10,63 |  |

\*\*\*Non misurabile o non presente

Un ulteriore obiettivo di questa ricerca era ottenere, dai dati acquisiti con la camera Specim IQ, informazioni aggiuntive sui pigmenti utilizzati nella decorazione del primo piano. Come accennato in precedenza, grazie ai "file cubo" è possibile estrarre gli spettri di riflettanza per ogni pixel all'interno di un'area di analisi, e ciò ha permesso di eseguire un'analisi spettrale della decorazione. In particolare, i dati acquisiti hanno consentito di identificare che il colore di base, descritto come "ocra", e quello dei riquadri, identificato come "rosso", sono realizzati con pigmenti a base di idrossidi e ossidi di ferro, in particolare una combinazione rispettivamente di goethite ed ematite.

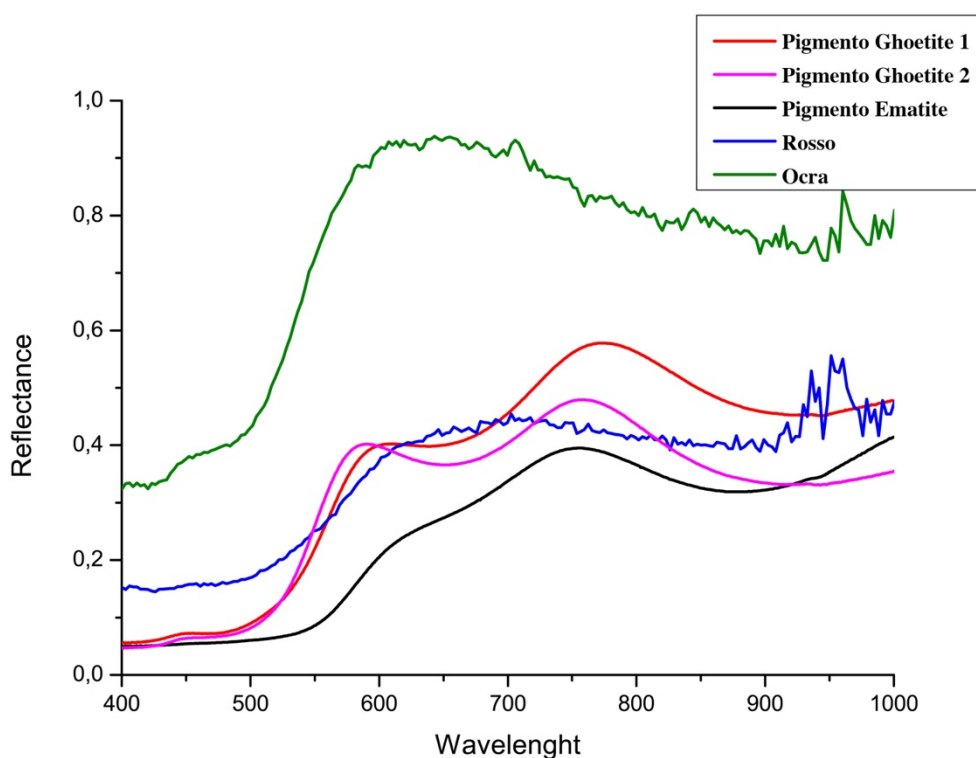


Fig. 3 – Andamento spettrale dei vari pigmenti analizzati.

Ciò è evidente dalle bande di assorbimento distintive osservate nelle regioni intorno a 420 nm e 480 nm, nonché a circa 850 nm e 930 nm attribuibili alla presenza di ematite e goethite. In ogni caso è doveroso sottolineare che negli spettri estratti dai dati di imaging iperspettrale manca una caratteristica dell'ematite e della goethite, tipicamente osservata intorno ai 650 nm. Questa assenza potrebbe essere dovuta alla presenza di un altro pigmento attualmente non identificato. Per fornire una visione più chiara, è stato generato un grafico comparativo che illustra l'andamento spettrale dei pigmenti di goethite pura insieme a quelli rilevati sulla facciata (Fig. 3), nonché quello del colore

“rosso” con l'ematite. Il grafico sottolinea sia le somiglianze che le distinzioni cruciali tra i pigmenti utilizzati per decorare la facciata e quelli trovati nei campioni noti.

### Conclusioni

In questo caso studio è stata confermata l'affidabilità del metodo e della strumentazione impiegata: i dati dell'analisi colorimetrica ottenuti utilizzando la camera Specim IQ sono stati confrontati e comparati con quelli ottenuti con lo spettrofotometro.

L'utilizzo della camera Specim IQ ha migliorato in modo significativo la comprensione della facciata esaminata, fornendo preziose informazioni sui colori e i pigmenti impiegati nella decorazione, fondamentali per futuri studi di conservazione e restauro del patrimonio architettonico. La conoscenza dettagliata dei materiali utilizzati è un elemento imprescindibile per qualsiasi decisione di restauro, permettendo, ad esempio, di poter riprodurre i colori originali senza ricorrere a interventi distruttivi sullo strato pittorico o a ulteriori indagini invasive, contribuendo così alla preservazione dell'aspetto dell'edificio.

### Riferimenti bibliografici

CIE Publication No 15.2 (1986) *Colorimetry (2nd edition)*, Bureau Central de la Commission Internationale de l'Éclairage, Vienna.

CIE 15:2004 (2004) *Technical Report. Colorimetry, 3rd ed.; Commission International de l'Eclairage (CIE), Central Bureau of the CIE: Vienna, Austria.*

Cucci, C., *et al.* (2017) "Bridging research with innovative products: a compact hyperspectral camera for investigating artworks: a feasibility study," *Proc. SPIE Vol. 10331, Optics for Arts, Architecture, and Archaeology VI*, Luca Pezzati; Piotr Targowski (Eds.), 1033106-1, June 28, 2017.

Cucci, C., *et al.* (2018) "The illuminated manuscript Corale 43 and its attribution to Beato Angelico: Non-invasive analysis by FORS, XRF and hyperspectral imaging techniques" *Microchemical Journal*, 138, pp. 45-57.

Cucci, C., *et al.* (2018) "Potentialities of reflectance hyperspectral imaging technique in the field of architecture," in *Colour and Colorimetry Multidisciplinary Contributions, Vol. XIV B*, Edited by V. Marchiafava and L. Luzzatto, Proceedings 14th Conferenza del Colore, Firenze 11-12 September 2018, pp. 155-166.

Cherubini, F., *et al.* (2019) "Il rilievo del colore in architettura: confronto fra nuove e vecchie metodologie," in *Colore e Colorimetria Contributi Multidisciplinari Vol. XV A*, Edited by Aldo Bottoli e Veronica Marchiafava, Proceedings 15th Conferenza del Colore, Macerata 5-7 September 2019, pp. 23-27.

Cherubini, F., *et al.* (2019) 'Applicazione di camera iperspettrale per misure spettroscopiche e colorimetriche su superfici policrome in esterno con luce naturale', in *Colore e Colorimetria Contributi Multidisciplinari Vol. XVII B*, a cura di Andrea Siniscalco, Atti della 17a Conferenza del Colore, Firenze 12-13 September 2022, pp. 10- 15. <https://doi.org/10.23738/RCASB.007>.

Cherubini, F., *et al.* (2021) "Application of hyperspectral camera and spectrocolorimeter for spectroscopic and colorimetric measurements on polychrome surfaces in a controlled environment: pros and cons of the presented technologies" in *Proceedings of the International Colour Association (AIC) Conference 2021*, Milan, Italy. AIC, pp. 745-749.



- Cherubini, F., *et al.* (2023) 'Application of a hyperspectral camera for colorimetric and spectroscopic measurements under natural light on outdoors artistic polychrome surfaces', *Cultura e Scienza del Colore - Color Culture and Science*, 15(2), pp. 57–65. doi: 10.23738/CCSJ.150207.
- Daniel F., *et al.* (2015) "Hyperspectral imaging applied to the analysis of Goya paintings in the Museum of Zaragoza (Spain)," *Microchemical Journal*, 113-120.
- Deborah H., *et al.* (2019) "Spectral-divergence based pigment discrimination and mapping: A case study on The Scream (1893) by Edvard Munch," *Journal of the American Institute for Conservation*, 58(1-2), 90-107.
- Delaney J., *et al.* (2010) "Visible and Infrared Imaging Spectroscopy of Picasso's Herlequin Musician: Mapping and Identification of Artist Materials in Situ," *Applied Spectroscopy*, 64(6), 584-594.
- Dooley K., *et al.* (2013) "Mapping of egg yolk and animal skin glue paint binders in Early Renaissance paintings using near-infrared reflectance imaging spectroscopy," *Analyst*, 138, 4838-4848.
- ISO/CIE 10526 (1991) *CIE standard colorimetric illuminants*, International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO/CIE 10527 (1991) *CIE standard colorimetric observers*, International Organization for Standardization, Geneva.
- Kruse, F.A. *et al.* (1993) "The spectral image processing system (SIPS)—Interactive visualization and analysis of imaging spectrometer data," *Remote Sens. Environ.*, 44, 145–163.
- Mardia, K.V., *et al.* (1979) *Multivariate Analysis*, Academic Press: London, UK; New York, NY, USA; Toronto, ON, Canada; Sydney, Australia; San Francisco, CA, USA.
- Oleari, C. (2016) *Standard colorimetry: definitions, algorithms and software*, John Wiley & Sons.
- Piccolo, M., *et al.* (2020) "Hyper-Spectral Imaging Technique in the Cultural Heritage Field: New Possible Scenarios," *Sensors*, 20:2843.
- Sciuto, C., *et al.* (2022) "What Lies Beyond Sight? Applications of Ultraportable Hyperspectral Imaging (VIS-NIR) for Archaeological Fieldwork," *Journal of Field Archaeology*, 47(8), pp. 522–535.
- Signoroni, A., *et al.* (2020) "Spatial–Spectral Evidence of Glare Influence on Hyperspectral Acquisitions," *\*Sensors\**, 20:4374.
- Sharma, G., *et al.* (2005) "The ciede2000 colour-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations," *Color Res. Appl.*, 30, pp. 21–30.
- Striova J., *et al.* (2020) "Reflectance imaging spectroscopy in heritage science," *La Rivista del Nuovo Cimento*, 43, 515-566.

## Luce, colore, *ornatus* nel costruito storico, fra materia e memoria: casa Marotta-Carboni

Anna Marotta

Politecnico di Torino

Anna Marotta, nannarella.marotta

### Abstract

In un vero e proprio progetto di valorizzazione di un bene culturale, il contributo illustra un significativo esempio di architettura neoclassica (su uno dei principali assi rettori di Torino) firmato da Luigi Formento nel 1852 – nel quartiere ebraico - per un’agiata famiglia di questa comunità, ivi residente. Il più importante degli appartamenti soggetto a gravi processi di degrado e di trasformazione incongrui e impropri (tanto che risultavano irriconoscibili spazi e strutture originali, compresi decori e finiture), dal 2009 è tornato alla destinazione d’uso d’origine grazie alla nuova proprietà, che ha ripristinato il sistema strutturale e distributivo, anche nel suo linguaggio formale e percettivo. Saloni ed *enfilades* continuano a mantenere il loro ruolo centrale nel sistema spaziale, organizzatore del “pensiero visivo” nell’abitazione. Per la sua divulgazione e valorizzazione (anche quale esempio di “lezione vivente di architettura”, per educare ai beni culturali) è stata fondata un’Associazione ETS, ad essa dedicata, e in particolare agli studenti del Politecnico di Torino: Casa Museo Marotta-Carboni.

**Keywords:** colore nel costruito storico, apparati decorativi in architettura, semiotica della visione, consapevolezza dell’abitare, valorizzazione dei beni culturali.

### Introduzione

In un rigoroso approccio di restauro, si è confermata come irrinunciabile la conoscenza oggettiva, attraverso i criteri e parametri (da protocolli procedurali normati): dai disegni di progetto e indagini storico-documentarie negli Archivi Storici Torinesi; dai rilievi e misurazioni ai test sulle campionature, dagli elementi portanti alle finiture.

Complementare è l’analisi visiva dei caratteri architettonici: tipologia, distribuzione spaziale, simmetrie, regolarità, centralità, allineamenti e visioni prospettiche a lunga distanza, compreso il colore. Eliminate le superfetazioni, la prospezione della materia originale ha svelato aspetti insospettati, come i pregiati decori nelle volte dei saloni e nelle pareti. E’ stato così possibile far rivivere la “memoria del colore” ritrovata fra le “tracce materiali” (nei pigmenti cromatici, anche a oro zecchino) nella calce delle volte decorate. Nei “modi” decorativi, si annotano - fra i tanti - quello geometrico, espressione del gusto neoclassico del tempo: il motivo a meandro si ritrova nel soffitto dell’ingresso, nelle ringhiere, e “citato” nel pavimento. Mentre la matrice culturale ebraica dei primi proprietari è rivelata nei decori dei soffitti della sala pranzo: nell’arabesco damascato bianco e blu, come nei “paesaggi della memoria” in cornici ovali.

Passando dal materiale all’immateriale, la stessa architettura è stata valutata non più solo mediante la conoscenza “oggettiva”, ma considerata anche nell’approccio psicologico-soggettivo della casa come spazio significativo e “proiezione del sé”, in un rinnovato concetto di “consapevolezza dell’abitare”. Nella semiotica della visione, con attenzione al rapporto fra percorsi visivi, cromatici, decorativi, e geometrie formali (anche con ricostruzioni virtuali), il sistema degli apparati decorativi si è rivelato complesso, ma sistematicamente omogeneo. L’*ornatus* architettonico, è un carattere forte che esalta lo spazio configurato: icone e semè mi, come “memoria visiva”, raccontano la Storia, “riattualizzata” da chi oggi vi abita, per tutti. Alla precedente fase si è aggiunta la programmatica ricerca dei significati

simbolici originari, confrontata e integrata congruentemente con quelli propri della cultura e del vissuto personale dei “nuovi abitanti”.

### **1. La memoria nelle tracce materiali**

In un approccio disciplinare di rigoroso restauro e coerente rifunzionalizzazione (fino al cantiere) si è confermata come irrinunciabile la conoscenza oggettiva e filologica, attraverso i criteri e parametri (da protocolli procedurali normati) di cui a seguire citiamo.

**1a** Disegni di progetto, indagini storico-documentarie negli Archivi Storici Torinesi, rilievi e misurazioni, test sulle campionature, dagli elementi portanti alle finiture....

**1b** Analisi visiva dei caratteri architettonici: tipologia, distribuzione spaziale, simmetrie, regolarità, centralità, *enfilades*, allineamenti e visioni prospettiche a lunga distanza.

Proprio attraverso l'approccio alle tracce materiali del passato nel costruito storico, la prospezione e l'interrogazione (anche visiva) della materia originale, una volta eliminate le pesanti e incongrue superfetazioni, hanno svelato aspetti insospettati, come i pregiati decori nelle volte dei saloni (Fig. 1a, b) e nelle pareti (Fig. 1 c, d). E' stato così possibile far rivivere la “memoria del colore” ritrovata nei pigmenti cromatici, nella calce delle volte decorate. Così come i residui di minio per il “bolo” a oro zecchino nelle cornici di alcuni soffitti.

In una doppia chiave di lettura, a questa precedente fase si è aggiunta la programmatica ricerca dei significati simbolici originari, confrontata e integrata congruentemente con quelli propri della cultura e del vissuto personale dei “nuovi abitanti”, per i quali la casa è stata intesa come comunicazione (anche simbolica) e passato da ricordare, per “renderlo attuale” (Graffione, 2012). Ciò in particolar modo per me, napoletana d'origine, che ho individuato molte similitudini con la “casa della memoria” dove sono nata e questa mia attuale residenza.

### **2. Dalla casa della memoria a quella dell'attualità: la dimora come “proiezione del sé**

Quindi, passando dal materiale all'immateriale, la stessa architettura è stata valutata non più (non solo) attraverso la conoscenza “oggettiva”, ma è stata considerata anche nell'approccio psicologico della casa come spazio residenziale significante, e “proiezione del sé”, (Day, 1996, Pennacino, 2018) in un rinnovato concetto di “consapevolezza dell'abitare”: dunque il “vissuto” (dalla Storia all'attualità) è stato assunto quale irrinunciabile parametro di progetto e interpretazione.

Alla precedente fase si è aggiunta la programmatica ricerca dei significati simbolici originari, confrontata e integrata congruentemente con quelli propri della cultura e del vissuto personale dei “nuovi abitanti”. Anche attraverso il colore, l'architettura è stata confermata come spazio comunicante, “dove abitano le emozioni” e come “memoria da vivere”, con attenzione al non casuale rapporto fra percorsi visivi, cromatici, decorativi, e geometrie formali, (anche mediante ricostruzioni virtuali). Fra psicologia e semiotica della visione, *l'ornatus* architettonico si conferma come carattere forte del costruito storico: la decorazione come sistema complesso, iconico della memoria visiva.

### **3. Il colore dei decori e dei sememi nella semiotica della memoria: rimandi cromatici, rimandi culturali.**

In una siffatta molteplice chiave di lettura, tra materiale e immateriale, per “vivere nella memoria, per vivere la memoria” qui si riportano –fra i tanti – due approcci di metodo: **2a** ricerca dei significati simbolici originali e non solo; **2b** analisi dell'immateriale: l'architettura intesa come “comunicazione e memoria da fra psicologia e semiotica”, con particolare attenzione ai percorsi visivi, cromatici, decorativi.

Così, il *corpus* degli apparati decorativi si è rivelato nella sua ricchezza e complessità, ma sistematicamente omogeneo. *L'ornatus* architettonico si rivela carattere forte, che esalta il costruito storico e il suo spazio costituito: icone e semémi, come “memoria visiva”, raccontano le storie di chi



vi ha abitato, “riattualizzate” da chi oggi vi abita (Scalvini,1975). Fra i tanti “modi” cromatici e decorativi, se ne possono annotare diversi casi:

1- Il primo è quello incrociato con le geometrie, il meandro (o greca) espressione del gusto neoclassico del tempo: il motivo (come semema ed emblema nella cultura architettonica neoclassica), nelle ringhiere dei balconi, nell’acciottolato storico nel cortile (fig. 4a-c-d); (fig.4b). In quegli anni Luigi Formento declina in modo attento e raffinato in molti dettagli dell'architettura questo decoro (a greca o meandro): un segno caratterizzante e distintivo, ma anche uno *status symbol* della classe sociale. Tracce dello stesso motivo sono state ritrovate nella calce nella cornice riscoperta nell'ingresso e “replicata” nelle piastrelle del pavimento con il colore verde che dialoga con lo stesso colore presente presenti nell'acciottolato storico del cortile, fatto con sassi di Dora e di Po.

2 - Il secondo (dalla matrice culturale ebraica dei primi proprietari) è rivelato nei decori dei soffitti della sala pranzo: nell’ arabesco damascato bianco e blu, come (presumibilmente) nei paesaggi nelle cornici ovali (non più riconoscibili per il deterioramento della materia) nel soffitto della sala da pranzo. Rispetto al colore cercato e ritrovato nelle tracce materiali, come nelle volte, un caso diverso è costituito dall’accostamento (nelle nicchie) con il bianco/blu “Willow” delle ceramiche vittoriane (Fig 6) di cui riferiremo nel cap.5.

3 - Mentre, nel conservare la logica dei “paesaggi di famiglia” dei primi proprietari (nella volta affrescata della sala da pranzo) è stata ricordata e abbinata “l’immagine della memoria” di piazza Sannazaro a Napoli, appartenente al vissuto dei nuovi abitanti (Fig. 4a), 1848, Achille Gigante, spiaggia di Mergellina, litografia lumeggiata a biacca. E con gli stessi paesaggi nel soffitto dipinti, dialogano quelli riportati nelle ceramiche post-ferdinandee: cioè dalla chiusura della manifattura borbonica di Capodimonte alle esperienze nella Napoli dell’Ottocento con le fabbriche di Mollica, Mosca, Battaglia.

4 - Perfettamente inserito in un unico sistema correlato tanto per il colore, quanto per il progetto simbolico e di percezione visiva, c’è il carattere visivo-decorativo che potremo definire “il cielo in una stanza”: Di particolare rilievo e spessore culturale, l’“oculo” che si apre nel centro: una piccola citazione della “Camera degli Sposi di Mantegna”, a sottolinearne il ruolo catalizzatore e di dialogo con il cielo azzurro e la sua chiara luminosità.

5 - Infine, nella stanza per il mio studio, ho voluto far rivivere un’ulteriore memoria della mia casa napoletana: la decorazione pavimentale della mia cameretta, da me esattamente e amorosamente ripreso nel suo disegno, prima di lasciare per l’ultima volta la casa di mia madre, la casa della mia infanzia e della mia giovinezza (Fig. 5 e, f). E - inaspettatamente - solo in seguito, negli affreschi del soffitto si sono svelate le tracce di pigmenti negli ornamenti “rosso pompeiano”: esattamente con le stesse cromie del pavimento, addirittura in *nuance*, (Fig. 5 g, h) in una “corrispondenza cromatica da incantesimo”. Perché, in queste due case, anche il colore è Storia, memoria, magia.

6 - In questa esaltante esperienza nel settore della cultura cromatica, e del restauro del costruito storico, è per me doveroso citare il contributo di Gianni Brino, amico e collega, con il suo lungo e prestigioso curriculum di studi, ricerche ed esperienze nel colore per architettura e città, soprattutto a Torino. A lui devo il prezioso consiglio che mi ha condotto alle competenti restauratrici che con me hanno condiviso l’esperienza del colore ritrovato in casa Marotta-Carboni: Raffaella Ricchi ed Eliana Milani alle quali si deve la riscoperta di questo bene culturale di pregio (Figg.1,2a, 4b,5g, 5h).



Fig 1 Tracce materiali del passato nel costruito storico. La prospezione e l'interrogazione (anche visiva) della materia originale, una volta eliminate le pesanti e incongrue superfetazioni, hanno svelato aspetti insospettati, come i decori nelle volte dei saloni (a, b) e nelle pareti (c, d). Anche la veranda (e,f) è stata messa in valore, eliminando l'improprio tamponamento, realizzato in periodi diversi (1920-1990)



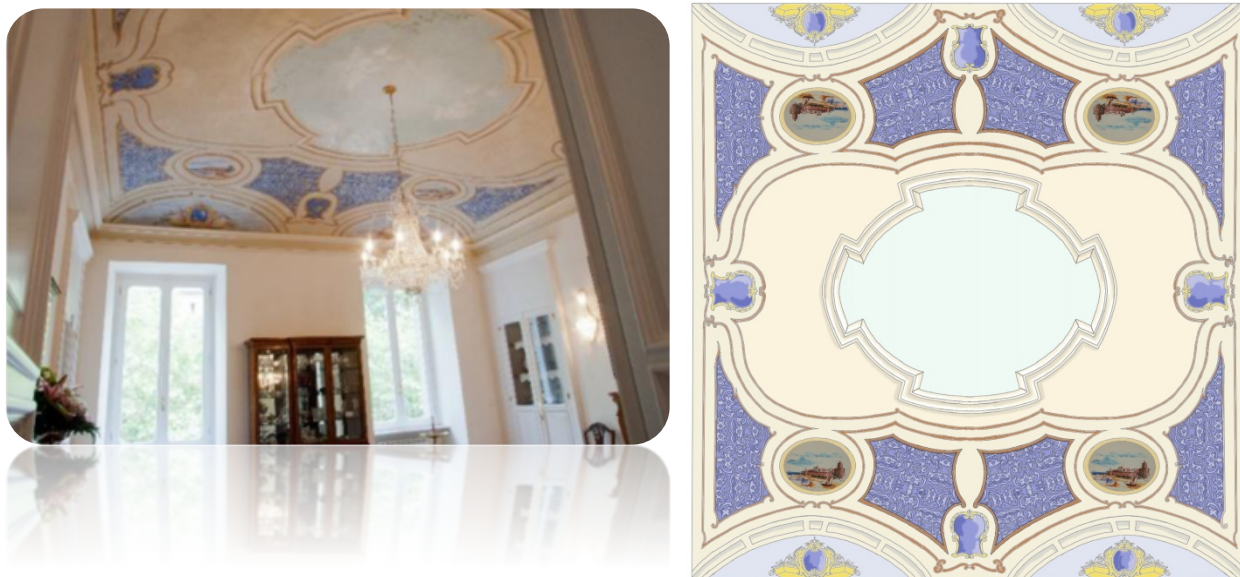


Fig. 2a e 2b. Dalle tracce conservate nella calce (che conserva una sua “memoria materiale”) e dalle geometrie spaziali e strutturali, è stato possibile ricostruire il complesso impianto decorativo nel soffitto voltato, nella camera da pranzo. Di particolare rilievo e spessore culturale, l’“oculo” che si apre nel centro: a sottolinearne il ruolo catalizzatore e di dialogo con il cielo azzurro e la sua chiara luminosità.



Fig.3a,b,c: Il ripristino del colore originale, e il ritorno alla luce naturale...



Fig. 4a e 4b Nel conservare la logica dei “paesaggi di famiglia” (non più riconoscibili) dei primi proprietari, nel soffitto della sala da pranzo è stata citata “l’immagine della memoria” di piazza Sannazaro a Napoli, appartenente al vissuto dei nuovi abitanti (4b); 1848, Achille Gigante, Spiaggia di Mergellina, litografia lumeggiata a biacca (4a).

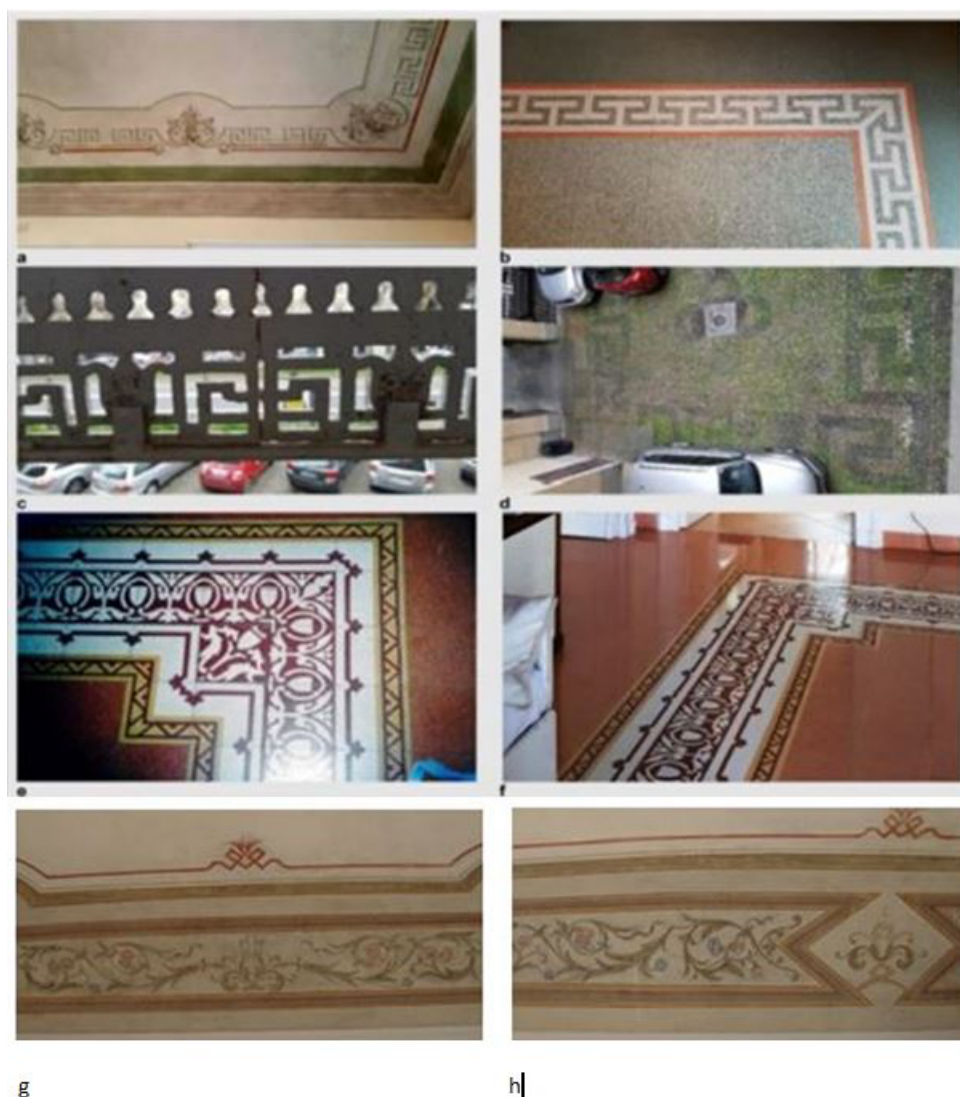


Fig. 5 Sememi nella semiotica della memoria. Il sistema degli apparati decorativi si è rivelato nella sua ricchezza e complessità, ma sistematicamente omogeneo. Nella cornice del decoro a calce nell'ingresso, il meandro (o greca) come emblema del gusto neoclassico di Luigi Formento (a,b,c,d) declinato in modo attento e raffinato in molti dettagli dell'architettura: un segno distintivo, ma anche uno *status symbol*. Le immagini successive (e, f, g, h) negli affreschi del soffitto del mio studio a Torino, hanno svelate le tracce di pigmenti “rosso pompeiano”: negli ornamenti, esattamente con le stesse cromie del pavimento, che avevo “replicato” dalla mia cameretta di Napoli: addirittura in *nuance*. In una “corrispondenza cromatica da incantesimo”, il colore nella volta è stato scoperto solo dopo il posizionamento delle piastrelle: perché, in queste due case, anche il colore è Storia, memoria, magia.

#### 4. Il decoro bianco/blu “scende” dal soffitto nelle nicchie delle pareti: le ceramiche Willow

Rispetto al colore cercato e ritrovato nelle tracce materiali, come nelle volte, un caso diverso di “dialogo visivo e simbolico” è costituito dall'accostamento nelle nicchie delle murature. Il bianco/blu “Willow” delle ceramiche vittoriane (fig 6, fig. 1d e 2a). Il termine Willow in italiano allude al salice piangente ed è proprio questo albero il fulcro della storia dell'omonimo decoro: una storia tragica di un amore contrastato riprodotto nei suoi elementi cardine migliaia di volte su piatti, tazzine, vasi, soprattutto nell'Inghilterra vittoriana. C'è anche chi sostiene che tale romantica leggenda, sia stata in realtà usata proprio per incrementare il mercato cinese di tali produzioni.

La leggenda narra di un ricco mandarino cinese con una bellissima figlia (Koong-se) promessa in sposa ad Ta.jin un duca guerriero che dovrebbe portarla via con la sua barca, lasciando in dote al



padre moltissimi gioielli. Ma lei si innamora di Chang, un praticante che irrimediabilmente ricambia i suoi sentimenti. Il ricco signore lo licenzia immediatamente e fa costruire un alto muro intorno al giardino della casa, isolandoli e separandoli.



Fig. 6 Il decoro Willow: la cultura dell'antica Cina nel gusto dell'Inghilterra vittoriana

Un giorno la fanciulla trova sulla riva del lago una conchiglia con all'interno un poema ed una perla, che Chang aveva ricevuto da lei giorni prima: è il segno che il suo amante è vicino a lei anche se non può vederlo. Al banchetto per il fidanzamento Chang, vestito da servo, riesce ad infiltrarsi tra gli invitati e a raggiungere la camera di Koong-se, riuscendo a rapirla e a fuggire con lei. Dopo molte peripezie si rifugiano in una isola lontana e per molti anni passano felici una lunga vita d'amore. Chang diventa un famoso scrittore. Il mandarino, che non aveva dimenticato l'affronto, sente parlare di lui e manda le guardie per ucciderlo. Lui viene accoltellato mentre Koong-se viene bruciata nel rogo della sua stessa casa, appiccato dai soldati. Entrambi i giovani muoiono. Dio toccato dal loro amore e dalla loro terribile sorte li trasforma in due colombe libere di volare insieme nel cielo. Anche questa storia è un esempio di linguaggio cromatico, visivo e simbolico, che vive nei decori di casa Marotta-Carboni.

## 5 Conclusioni

La conoscenza come parametro di progetto (come tecnica e competenza scientifico-disciplinare) è irrinunciabile e preziosa non solo per architetti e progettisti, spesso responsabili della conservazione materiale del costruito storico, (in questo caso a costo zero per la comunità). Ma – soprattutto – per abitanti, visitatori, fruitori, che potranno “vivere la memoria, nella memoria”, in piena e partecipata consapevolezza, per la valorizzazione di tutti i beni culturali.

**Bibliografia / Bibliography**

Ackerman J., 2000. *Imitation*. In *Antiquity and its Interpreters*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

Day C. , 1996. *La casa come luogo dell'anima*. Milano: Red, 1996. ISBN: 8874930678.

De Fusco R., 2005. *Architettura come mass-medium. Note per una semiologia architettonica*. Milano: Dedalo, 2005.

Di Mauro, L., 2001, *Cento disegni per un Grand Tour del 1829. Napoli (e dintorni), Sicilia, Roma e Italia nelle vedute di Antonio Senape*, Napoli, Grimaldi Editori.

Forti, G., s.a. *Antiche ricette di pittura murale*, Edizioni Cierre.

Frazzoni D., 1996, *L'imbianchino, decoratore-stuccatore*, Hoepli. Milano.

Graffione M, 2012. *Nell'officina di Warburg. Le immagini della memoria nel progetto di architettura*. Milano: Franco Angeli.

Marotta A., 2018, *Le stanze della memoria: il paesaggio nella casa, la casa nel paesaggio*, in: *La Città Altra*, atti CIRICE, VIII Convegno Internazionale di studi, Napoli ottobre 2018.

Marotta A., 2010a. *Dal segno al simbolo: geometria e significato delle volte tra percezione e cognizione*. In Mandelli E., Lavoratti G. (eds). *Disegnare il tempo e l'armonia. Il disegno di architettura osservatorio nell'universo*. IL Atti del Convegno internazionale AED. Firenze: Alinea, pp. 726-735.

Marotta A. , 2005. *Decoration as a System. Survey and critical interpretation*. Proceeding of the International cooperation to save the world's cultural heritage, 2005, pp. 1090-1095.

Pennacino, N., *La casa come proiezione del sé. Lo spazio abitativo come espressione di Weltanschauung e radici culturali*, tesi di laurea, a.a. 2017-2018, rel. prof. Anna Marotta.

Pinotti A., 2009. *Teorie dell'immagine. Il dibattito contemporaneo*. Milano: Raffaello Cortina, 2010.  
Groupe p, 2007. *Trattato del segno visivo. Per una retorica dell'immagine*. Traduzione di Migliore Tiziana. Milano: Mondadori, 2007.

Piva G., 1949, *Manuale pratico di tecnica pittorica. enciclopedia-ricettario per tutti gli artisti-pittori dilettanti-allievi delle accademie e scuole di belle arti*, Hoepli , Milano

Quarneti, G., 1889, *I quaderni di Giacomo Querini da Venezia. (delle calcine, dei mattoni e degli intonaci)*

Rattazzi A., *Conosci il grassello di calce?*, Edicon Edizioni.

Ronchetti G., *Pittura murale*, Hoepli, Milano 1922

Scalvini M. L., 1975. *L'architettura come semiotica connotativa*. Milano: Bompiani, 1975.

Traini S., 2006. *Le due vie della semiotica. Teorie strutturali e interpretative*. Bompiani: Milano, 2006.

Marsciani F. (ed.), 2000. *Tra semiotica ed ermeneutica /Paul Ricoeur e Algirdas Julien Greimas*. Roma: Meltemi, 2000.

Venturini G., 1991, *Intonaci e tinteggi tradizionali. metodi e tecniche*, Electa-Editori Umbri ass., Perugia

Vigna D., Alessandria M. S., *La casa tra immagine e simbolo*. Torino: Utet, 1996.

Zorzi, L., 1935, *Intonachi-Pavimenti-Rivestimenti (Nella Moderna Edilizia)*, Edizioni Tecniche Utilitarie. Bologna

Comoli Mandracci V., 1984. *Beni culturali e ambientali nel Comune di Torino*. Torino: Celid, 1984.

## Misure spettroscopiche e colorimetriche mediante tecnica di imaging iperspettrale su superficie policroma di grandi dimensioni: il murale del Liceo Scientifico A. M. Enriques Agnoletti di Sesto Fiorentino

Alessandra Banchelli<sup>1</sup>, Andrea Casini<sup>1</sup>, Filippo Cherubini<sup>1</sup>, Costanza Cucci<sup>1</sup>, Lorenzo Stefani<sup>1</sup>, Marcello Piccolo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Istituto di Fisica Applicata “Nello Carrara” del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IFAC-CNR),  
Via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (FI)  
Contatto: Alessandra Banchelli, alebanche99@gmail.com

### Abstract

Le misure finalizzate allo studio del colore su superfici policrome sono comunemente eseguite mediante strumenti appositi, come colorimetri o spettrofotometri, che coprono aree di misura di piccole dimensioni (decine di millimetri quadrati) e richiedono il contatto con la superficie esaminata. Queste due caratteristiche risultano essere limitanti soprattutto quando si devono analizzare superfici policrome di grandi dimensioni, come i murales, dove peraltro l'accesso a determinate zone, come quelle posizionate ad alta quota, risulta difficoltoso o quasi impossibile. In aggiunta le limitate dimensioni dell'area di studio non sempre risultano essere rappresentative dell'intera superficie da esaminare. Una possibile alternativa per superare queste limitazioni è quella di ricorrere a tecniche di imaging che permettono sia di acquisire le misure a distanza sia di coprire superfici policrome estese. L'obiettivo primario di questo lavoro è stato quello di testare l'affidabilità e la precisione dei dati ottenuti attraverso la tecnologia iperspettrale applicata allo studio colorimetrico dei materiali presenti su una superficie ampia caratterizzata da una gamma diversificata di vernici spray, come quella del murale dedicato a A. M. Enriques Agnoletti posto sull'edificio dell'omonimo Liceo Scientifico di Sesto Fiorentino (FI). Al posto di una comune camera digitale è stato deciso di utilizzare la camera iperspettrale Specim IQ (Specim, Spectral Imaging Ltd, Oulu, Finland).

I dati finalizzati allo studio colorimetrico ottenuti utilizzando la camera iperspettrale Specim IQ sono stati confrontati con quelli ottenuti da strumentazione a contatto, ovvero lo spettrocolorimetro Konica-Minolta CM700d, in modo da verificare una corrispondenza tra i risultati ottenuti attraverso l'impiego delle due tecniche.

**Keywords:** imaging iperspettrale, superfici policrome, murales, Specim IQ, misure di colore.

### Introduzione

L'imaging iperspettrale (HSI, Hyperspectral Imaging) è una tecnologia ben consolidata in molti settori applicativi, incluso quello dei beni culturali, dove ha mostrato grandi potenzialità (Cucci *et al.*, 2016). Lo sviluppo di questa tecnologia ha permesso negli ultimi anni di introdurre nuovi sistemi di spettroscopia d'immagine con il vantaggio di compensare e ridurre alcuni limiti tecnologici iniziali. Spesso, infatti, i sistemi impiegati in ambito dei beni culturali sono caratterizzati da attrezzature ingombranti e poco versatili, non adatti all'uso in ambiente esterno. Nel presente lavoro è stata presa in considerazione una strumentazione iperspettrale compatta e portatile, utilizzabile anche in esterno, ovvero la camera iperspettrale Specim IQ di SPECIM Spectral Imaging Ltd. (Oulu, Finlandia, [www.specim.fi](http://www.specim.fi)). Questa camera iperspettrale è stata utilizzata per differenti applicazioni nel campo dei Beni Culturali (Baillet *et al.*, 2021; Peruzzi *et al.*, 2021; Pouyet *et al.*, 2022; Sciuto *et al.*, 2022; Solbes-Garcia *et al.*, 2023; Yihao *et al.*, 2024; ), tra le quali anche alcuni lavori dedicati allo studio del colore su superfici policrome (Cucci *et al.*, 2017; Cucci *et al.*, 2018; Cherubini, *et al.*, 2019).

Le misure di colore, nel campo architettonico-artistico sono comunemente eseguite mediante strumenti appositi, come colorimetri o spettrofotometri, che risultano avere due principali limitazioni quando si parla di superfici policrome di grandi dimensioni quali ad esempio le facciate di un edificio:



la necessità del contatto dello strumento con la superficie da esaminare e le limitate dimensioni dell'area di studio (decine di millimetri quadrati). L'impiego di tecniche di imaging può rappresentare, quindi, una possibile alternativa per superare queste limitazioni. Studi pilota condotti sia nel campo artistico che architettonico (Cucci *et al.*, 2017; Cucci *et al.*, 2018; Cherubini *et al.*, 2019; Cherubini *et al.*, 2023) hanno portato a risultati incoraggianti sull'uso dell'imaging iperspettrale per applicazioni colorimetriche; tuttavia i test effettuati fino ad oggi non possono essere considerati sufficienti per stabilire un protocollo metodologico e dimostrare l'affidabilità della tecnica su dipinti murali in esterno, impiegando esclusivamente come sorgente la luce naturale.

Questo lavoro si propone di esplorare ulteriormente l'uso della camera iperspettrale Specim IQ e testarne l'affidabilità e la precisione in uno studio finalizzato al calcolo colorimetrico dei materiali presenti sul murale dedicato a A. M. Enrique Agnoletti posto sull'edificio dell'omonimo Liceo Scientifico di Sesto Fiorentino (FI) (Fig. 1). Si tratta di una superficie policroma di grandi dimensioni (30x13 m, 390 m<sup>2</sup>) esposta a sud-ovest e realizzata dall'artista fiorentino Francesco Forconi, in arte *Skim*, nel maggio 2023. L'artista ha realizzato il murale utilizzando una gamma molto diversificata di vernici colorate spray.

Nel presente studio è stato utilizzato anche lo spettrocolorimetro Konica-Minolta CM700d per verificare la corrispondenza tra i risultati ottenuti dalle due diverse tecniche e testare, di conseguenza, l'affidabilità dei dati ottenuti tramite la camera iperspettrale Specim IQ.



Fig. 1 - Murale dedicato a A. M. Enrique Agnoletti

### Strumentazione e setup di misura

I vantaggi della camera Specim IQ sono da riferire alle sue ridotte dimensioni (207x91x125,5 mm), alla sua leggerezza (1,3 kg) e all'interfaccia *user-friendly* per visualizzare in tempo reale i cubi di dati, permettendo così di ottenere uno strumento portatile e maneggevole (Cucci *et al.*, 2017). La camera può essere utilizzata sia in esterno che in interno, con illuminazione naturale o artificiale (<https://www.specim.com/>) e opera a distanze variabili da 20 cm all'infinito. Utilizza un sensore CMOS al silicio di 512x512 pixel, lavora nell'intervallo 400 - 1000 nm, acquisisce 204 bande con passo di acquisizione di 3,5 nm e risoluzione spettrale di 7 nm. La camera presenta un campo visivo completo (FOV) di 31°x31°, il che significa che lavorando a una distanza di lavoro di 1 m si ha un campo visivo di 0,55x0,55 m. Usa un riferimento di bianco per tarare i dati acquisiti. La taratura dei dati può essere fatta in tre modi: riferimento bianco registrato prima della misura (riferimento bianco personalizzato), contemporaneamente al campione (riferimento bianco simultaneo) o usare lo spettro

di emissione di una sorgente (riferimento del bianco predefinito). In questo studio i dati sono stati acquisiti utilizzando il bianco di riferimento in modalità “riferimento bianco simultaneo”. Il target di calibrazione dei dati HSI utilizzato è un pannello bianco realizzato appositamente per misure in ambito architettonico e posizionato in corrispondenza della superficie in modo tale che esso rientri all'interno dell'area acquisita dalla camera.

Lo spettrocolorimetro Konica-Minolta modello CM700d è dotato di una sfera integratrice e ha una geometria di misurazione d/8 (illuminazione diffusa/angolo di 8° rispetto alla normale). Questo strumento lavora nell'intervallo spettrale 360-740 nm con un passo di acquisizione di 10 nm e sensore lineare di 32 fotodiodi al silicio. La sorgente luminosa è una lampada allo xeno pulsata con filtro taglia UV. Lo strumento è dotato di un proprio riferimento bianco (100% riflettente) e di un box di calibrazione dello zero (0% di riferimento).

Le due strumentazioni hanno previsto set-up di acquisizione differenti:

- le misure tramite camera iperspettrale Specim IQ sono state svolte in luce diurna, il giorno 4 ottobre nell'orario 11-11:30 di una giornata con cielo sereno. In totale sono stati acquisiti 3 *file-cube* (cubo immagine), corrispondenti a tre distanze diverse dal murale (35, 25, 3 m), in modo tale da coprire l'intera superficie dell'opera e avere acquisizioni più ravvicinate.
- per le misure con spettrocolorimetro Konica-Minolta CM700d sono state selezionate 19 aree di misura (Fig. 2. e Tabella 1) corrispondenti a 19 campiture diverse e posizionate nella parte bassa del murale in quanto impossibilitati ad avere impalcature o sistemi per poter lavorare ad altezze diverse. Inoltre, sono state scelte aree da analizzare aventi campiture il più possibile omogenee. Le misure sono state eseguite su aree di 8 mm in diametro (configurazione MAV) e con componente speculare inclusa (SCI) ed esclusa (SCE).



Fig. 2 - Aree selezionate per le misure colorimetriche.

Tabella 1 – Aree e rispettive campiture selezionate per le misure colorimetriche.

| Area      | 1           | 2              | 3             | 4           | 5           | 6            | 7            | 8            | 9          | 10    |
|-----------|-------------|----------------|---------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------|
| Campitura | Azzurra     | Rossa          | Grigio Chiara | Bruna       | Gialla      | Viola Chiara | Bianca       | Giallo-Bruna | Arancione  | Ciano |
| Area      | 11          | 12             | 13            | 14          | 15          | 16           | 17           | 18           | 19         |       |
| Campitura | Rosa Chiara | Verde Petrolio | Verde Chiara  | Verde Scura | Viola Scura | Blu          | Grigio Scura | Nera         | Rosa Scura |       |

### Analisi dei dati e discussione dei risultati

Nella prima fase di analisi i dati ottenuti tramite la camera iperspettrale Specim IQ sono stati elaborati tramite l'algoritmo *Spectral Angle Mapper* (SAM), mediante il software ENVI, per comprendere se aree aventi stesso colore fossero state realizzate con la stessa vernice spray.

Questo algoritmo opera una classificazione spettrale che raggruppa i pixel i cui spettri hanno una differenza angolare n-D piccola - ovvero inferiore ad una soglia prestabilita (MA) - rispetto ad uno spettro preso come riferimento, consentendo, quindi, di evidenziare con un'unica classe di colore tutti



i pixel che hanno una forma spettrale simile. Nel presente lavoro vengono presentati i dati del file-cube ottenuto alla distanza di acquisizione di 25 m (*file-cube* 1427 – Fig. 3.a).

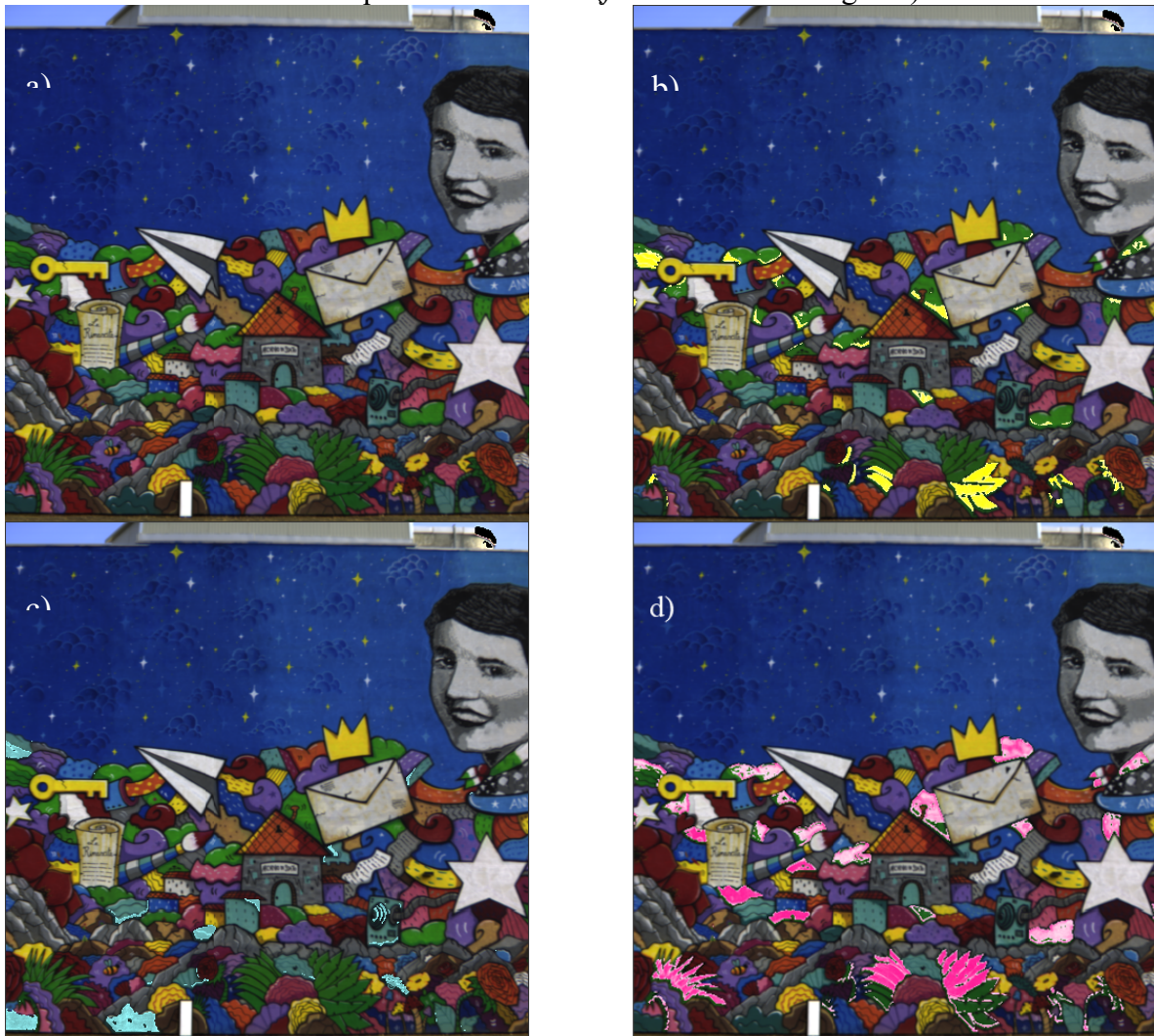


Fig. 3 – *File-cube* 1427 (a) e le rispettive immagini SAM in cui si evidenziano tre tipi di sfumature di verde: verde scuro, evidenziato in giallo (b), verde petrolio, evidenziato in azzurro (c) e verde chiaro, evidenziato in rosa (d).

In base alle diverse aree di colore è stata utilizzata una tolleranza angolare stretta e variabile con MA da 0,05 a 0,1 radianti. Nonostante la limitata risoluzione della camera e i problemi relativi alla non costante illuminazione, l'algoritmo ha efficacemente discriminato le differenti campiture, comprese le diverse sfumature di colore. In figura 3 sono riportati, come esempio dei risultati ottenuti, le immagini SAM relative alle tre diverse sfumature di verde che ritroviamo nel murale: verde scuro (Fig. 3.b), verde petrolio (Fig. 3.c) e verde chiaro (Fig. 3.d).

In figura 4.b è riportata l'immagine SAM ottenuta utilizzando come *endmember* il riferimento bianco individuato dal punto rosso nella stella. L'algoritmo ha messo in evidenza tutti i pixel che hanno una forma spettrale simile a quest'ultimo, includendo anche alcune zone con colorazione grigia, come per esempio la pergamena all'interno del riquadro giallo in figura 4.

Successivamente, sono stati confrontati i parametri colorimetrici di alcune campiture ottenuti dai dati generati dalla camera IQ. Le coordinate  $L^*a^*b^*$  sono state calcolate a partire dai dati generati dalla camera IQ per lo spazio colorimetrico CIEL $^*a^*b^*$ 76, osservatore standard 2° e illuminante D65. Le tre coordinate colorimetriche sono state riportate in un file in formato TIF (immagini TIF in scala di grigi delle tre coordinate  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) per poi essere elaborate con il software Adobe Photoshop®

(Cherubini *et al.*, 2023). Per acquisire i valori  $L^*a^*b^*$  dei file TIF è stato utilizzato lo strumento “contagocce” per il campionamento e la selezione dei colori. Questo strumento consente di analizzare qualsiasi pixel all'interno di un'immagine e di campionare il colore di questo. I risultati ottenuti sono presentati attraverso i medesimi esempi di campiture esemplificati nella discussione relativa all'applicazione dell'algoritmo SAM.

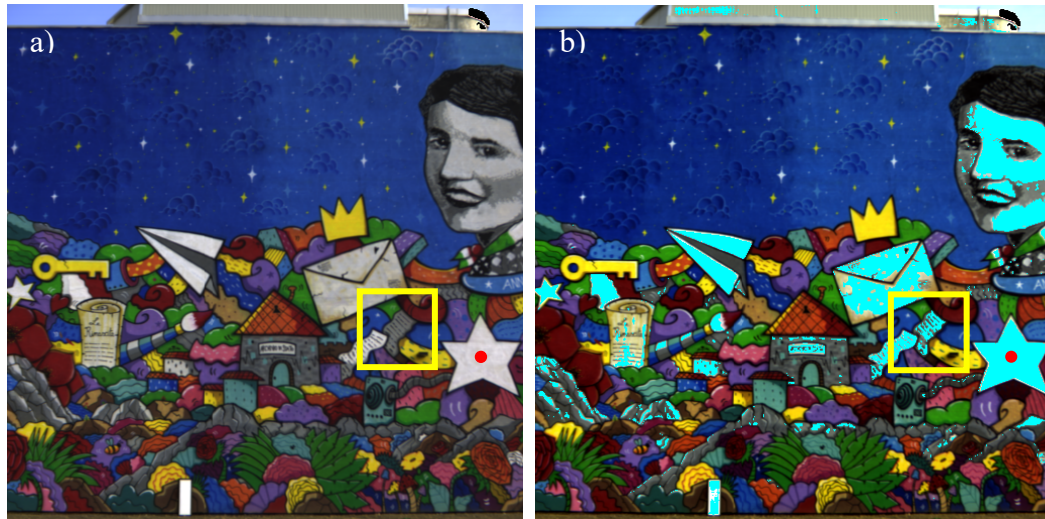


Fig. 4 – File-cube 1427 (a) e l'immagine SAM (b) ottenuta considerando come *endmember* un'area bianca (punto rosso).

La Tabella 2 presenta un confronto tra diverse aree corrispondenti alle tre tonalità di verde (verde scuro, verde petrolio e verde chiaro) e a zone di colore grigio e bianco. Il numero di campioni riflette circa la proporzione di utilizzo delle varie tonalità all'interno del murale; pertanto, il verde chiaro, il verde scuro, il bianco e il grigio presentano un maggior numero di misure rispetto al verde petrolio che, a causa anche delle dimensioni più ridotte delle relative zone, è meno rappresentato. È stato deciso di considerare anche i rispettivi valori colorimetrici delle diverse campiture per capire, dal punto di vista spettrale nella sola regione del visibile (400-700nm), quanta similitudine di risultato si poteva avere tra raggruppamento di pixel aventi simili spettri con algoritmo SAM e valori colorimetrici. Dalla media dei valori  $L^*a^*b^*$  si è messo in evidenza che la maggiore differenza tra le campiture verdi è attribuibile alla componente  $b^*$ , puntualizzando che, passando dal verde chiaro al verde scuro fino al verde petrolio, è stata osservata una diminuzione della componente gialla (rispettivamente  $b^* = 36; 24; -7$ ). Confrontando analogamente i dati colorimetrici delle campiture bianche e grigie, è emerso che la differenza tra le campiture, come aspettato, riguarda esclusivamente la luminosità (parametro  $L^*$ ).

Dopo aver valutato la validità dei dati colorimetrici acquisiti mediante la camera iperspettrale Specim IQ, il presente studio si è concentrato sul primo obiettivo, ovvero quello di verificare l'accuratezza del sistema di misura per acquisizioni in ambiente esterno al fine dell'analisi colorimetrica di superfici policrome di ampie dimensioni. Per controllare questo parametro i dati colorimetrici calcolati dai dati di imaging iperspettrale sono stati confrontati con quelli acquisiti tramite lo spettrocolorimetro Konica-Minolta CM700d. Per far questo, sono stati analizzati i valori di  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  relativi alle 19 campiture presenti nel murale. Per determinate campiture, come già detto in precedenza, sono stati estratti più dati con la camera Specim IQ; pertanto, è stata calcolata la media di questi valori al fine di facilitare il confronto con quelli ottenuti dal colorimetro.

È fondamentale sottolineare che, a causa della possibilità di effettuare misure con lo spettrocolorimetro esclusivamente ad altezza uomo, i punti di acquisizione sono limitati alla parte inferiore del murale, riducendo così la rappresentatività dei risultati sull'intera superficie. Di conseguenza, in molti casi, le aree misurate dalle due strumentazioni non coincidono, poiché non è

stato possibile effettuare rilievi a quote elevate. Inoltre, è importante notare che con lo spettrocolorimetro è stato acquisito un solo punto per ciascuna campitura. Pertanto, questo studio deve essere considerato come una fase preliminare, con la prospettiva di approfondimenti futuri in base ai risultati ottenuti.

Tabella 2 – Aree e rispettive campiture selezionate per le misure colorimetriche.

| Colore         | L* | Media | a*  | Media | b* | Media |
|----------------|----|-------|-----|-------|----|-------|
| Verde Chiaro   | 56 | 62    | -32 | -38   | 30 | 36    |
|                | 63 |       | -37 |       | 34 |       |
|                | 65 |       | -41 |       | 39 |       |
|                | 66 |       | -42 |       | 42 |       |
| Verde Scuro    | 55 | 55    | -38 | -37   | 22 | 24    |
|                | 57 |       | -42 |       | 24 |       |
|                | 58 |       | -33 |       | 32 |       |
|                | 53 |       | -35 |       | 21 |       |
| Verde Petrolio | 50 | 50,5  | -24 | -24   | 7  | -7    |
|                | 51 |       | -24 |       | 7  |       |
| Grigio Chiaro  | 69 | 69,6  | 0   | -1,50 | 1  | 0     |
|                | 70 |       | -2  |       | 0  |       |
|                | 70 |       | -1  |       | -1 |       |
| Bianco         | 93 | 85,3  | 1   | 0     | 0  | 1,5   |
|                | 93 |       | 0   |       | 2  |       |
|                | 70 |       | -1  |       | 1  |       |

I risultati delle differenze tra i valori  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  ottenuti con i due strumenti mostrano andamento diverso a seconda delle diverse campiture analizzate. Sebbene le discrepanze non siano particolarmente marcate considerato i due diversi approcci di misura, emergono alcune tendenze rilevanti che meritano di essere analizzate e discusse.

Nella maggior parte dei casi i valori della componente  $L^*$  mostrano valori più alti per la camera iperspettrale rispetto a quelli del colorimetro. Questo comportamento è particolarmente evidente per alcune campiture, come quella verde chiaro ( $L_{IQ}^* = 62$ ,  $L_{KM}^* = 53,26$ ,  $\Delta L^* = 4,4$ ), il rosso ( $L_{IQ}^* = 50$ ,  $L_{KM}^* = 45,63$ ,  $\Delta L^* = 4,4$ ), il giallo ( $L_{IQ}^* = 85,30$ ,  $L_{KM}^* = 80,70$ ,  $\Delta L^* = 4,6$ ), il giallo-bruno ( $L_{IQ}^* = 71$ ,  $L_{KM}^* = 61,91$ ,  $\Delta L^* = 9,1$ ) e il nero ( $L_{IQ}^* = 33$ ,  $L_{KM}^* = 22,08$ ,  $\Delta L^* = 10,9$ ). Il fatto che i valori di  $L_{IQ}^*$  siano più alti potrebbe dipendere dal bianco di riferimento usato e dall'illuminazione non omogenea sulla parete.

L'analisi complessiva delle differenze ottenute ha evidenziato che il parametro che presenta maggiori variazioni è  $a^*$  (rosso/verde). Questo comportamento è particolarmente evidente nella campitura arancione: mentre i valori di  $L^*$  e  $b^*$  presentano differenze relativamente contenute ( $\Delta L^* = 0,1$ ;  $\Delta b^* = 1,2$ ), i valori di  $a^*$  mostrano un  $\Delta a^*$  di 9,5. Un'osservazione simile è applicabile anche ad altre campiture, come quella rosa chiaro ( $\Delta a^* = 11,5$ ), rosa scuro ( $\Delta a^* = 6,2$ ), rosso ( $\Delta a^* = 6,1$ ), giallo ( $\Delta a^* = 6,4$ ), giallo-bruno ( $\Delta a^* = 6,3$ ) e verde scuro ( $\Delta a^* = 8,0$ ). Inoltre è stato osservato che per tutte le campiture con valori positivi di  $a^*$ , quindi caratterizzate da una componente rossa, il colorimetro registra un valore di  $a^*$  inferiore rispetto a quello HSI.

Per quanto riguarda la componente  $b^*$  (giallo/blu), le differenze tra i due strumenti sono meno **marcate** rispetto ai valori di  $L^*$  e  $a^*$ . In diversi casi, i valori di  $b^*$  ottenuti da KM e IQ sono simili, come per esempio nel rosa chiaro ( $b_{KM}^* = 5,22$ ;  $b_{IQ}^* = 5$ ;  $\Delta b^* = 0,2$ ) o nel giallo ( $b_{KM}^* = 72,1$ ;  $b_{IQ}^* = 72,3$ ;  $\Delta b^* = 0,2$ ). Tuttavia, per alcune tinte, come nel caso dell'azzurro e del viola chiaro, si nota una **differenza significativa** nel parametro  $b^*$ . In particolare, i valori IQ mostravano valori di  $b^*$  più

elevati rispetto a quelli ottenuti con il colorimetro. Ad esempio, per l'azzurro, il valore medio di  $b_{IQ}^*$  = -34 presenta differenze marcate con il dato del colorimetro,  $b_{KM}^*$  = -22,1 con un  $\Delta b^*$  = 11,9.

In sintesi, le differenze tra i due strumenti di misura, colorimetro e camera Specim IQ, evidenziano che, pur ottenendo risultati simili per alcune componenti cromatiche (specialmente per il parametro  $b^*$ ), ci sono differenze sistematiche che emergono soprattutto nella misura di  $L^*$  e della componente  $a^*$  (verde/rosso). Con la metodologia di misura utilizzata, la camera **IQ, rispetto al colorimetro, tende a definire tinte più luminose e con una componente più rossa.**

Dato che non tutte le aree misurate con le due strumentazioni coincidono, è stato deciso di confrontare i valori acquisiti nelle stesse aree con quelli registrati in aree diverse ma con tinta simile, al fine di ottenere una visione più completa e accurata dei risultati. I confronti dei valori relativi alle stesse aree di acquisizione mettono in luce le discrepanze tra i valori  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Questa analisi comparativa ha mostrato che, contrariamente a quanto ci si potrebbe aspettare, non vi è stato un miglioramento sostanziale dei risultati: le differenze tra i valori colorimetrici registrati in aree diverse non risultano significativamente maggiori rispetto a quelle ottenute nelle stesse zone di misura. Ad esempio, confrontando aree di misura diverse, come nel caso del rosso ( $L^*$ :  $\Delta L^*$  = 4,4;  $a^*$ :  $\Delta a^*$  = 6,1,  $b^*$ :  $\Delta b^*$  = 1,1), con aree di misura coincidenti, come nel rosa chiaro ( $L^*$ :  $\Delta L^*$  = 3,0;  $a^*$ :  $\Delta a^*$  = 11,5,  $b^*$ :  $\Delta b^*$  = 0,2), è stato osservato che le discrepanze hanno più o meno lo stesso peso.

### Considerazioni finali

Dallo studio preliminare condotto per valutare la fattibilità di uso della camera iperspettrale Specim IQ per l'analisi colorimetrica in ambito architettonico su superfici policrome di grandi dimensioni si può concludere che questo sistema presenta potenzialità significative per tale applicazione. Le discrepanze riscontrate possono essere in parte spiegate, in primo luogo, per il fatto che i due strumenti operano con configurazioni di acquisizione differenti. Inoltre, la camera iperspettrale sfrutta l'illuminazione naturale che presenta caratteristiche di variabilità nel tempo e disomogeneità sulla superficie investigata. Un altro fattore è da attribuirsi al metodo di calibrazione con il bianco di riferimento che differisce tra le due strumentazioni.

Basandoci sui risultati dei test pregressi fatti sui campioni colore standard, in condizioni di illuminazione omogenea e costante (Cherubini *et al.*, 2023, Cherubini *et al.*, 2023) in cui vengono confrontate le due diverse tecniche (camera iperspettrale IQ e colorimetro), è emerso il ruolo fondamentale del set-up di misura. Infatti, nonostante i dati spettrali HSI fossero comparabili con quelli ottenuti con lo spettrocolorimetro CM-700d, in qualche misura l'illuminazione del set di ripresa ha probabilmente contribuito ad una variabilità dei dati ottenuti (Cherubini *et al.*, 2023). Questo per confermare che anche nel presente studio le discrepanze riscontrate tra i parametri colorimetrici ottenuti dalle due diverse strumentazioni sono riconducibili principalmente al set-up di acquisizione e alla tipologia di sorgente luminosa impiegata.

Si può concludere che esistono molte variabili che, come previsto, possono influenzare i risultati ottenuti. Nonostante tali problematiche, il presente studio costituisce un'ulteriore base preliminare per valutare l'esistenza di una ripetibilità nelle misure colorimetriche acquisite tramite la telecamera iperspettrale Specim IQ.

### Ringraziamenti

Gli autori desiderano esprimere la loro sincera gratitudine alla Prof.ssa Silvia Baldaccini, Dirigente scolastica dell'Istituto Istruzione Statale Superiore A. M. "Enriques Agnoletti" di Sesto Fiorentino per aver reso possibile lo svolgimento delle misure colorimetriche sul murale situato presso l'edificio del liceo.

### Riferimenti bibliografici



Baillet, V. *et al.* (2021) '3D for Studying Reuse in 19th Century Cairo: the Case of Saint-Maurice Residence', EUROGRAPHICS Workshop on Graphics and Cultural Heritage (2021), A. Chalmers and V. Hulusic (Editors).

Cherubini, F. *et al.* (2019) 'Il rilievo del colore in architettura: confronto fra nuove e vecchie metodologie', *Colore e Colorimetria Contributi Multidisciplinari* Vol. XV A, Edited by Aldo Bottoli e Veronica Marchiafava, Proceedings 15th Conferenza del Colore, Macerata 5-7 September 2019, pp. 23-27.

Cherubini, F. *et al.* (2023) 'Application of hyperspectral camera and spectrophotometer for spectroscopic and colorimetric measurements on polychrome surfaces in a controlled environment: pros and cons of the presented technologies', Wiley Periodicals LLC., *Color Res Appl.* 2023; Vol. 48, pp. 210-221.

Cherubini, F. *et al.* (2023) 'Application of a hyperspectral camera for colorimetric and spectroscopic measurements under natural light on outdoors artistic polychrome surfaces', *Color Culture and Science Journal*, 2023, Vol. 15 (2), pp. 57-65.

Cucci, C. *et al.* (2016) 'Reflectance Hyperspectral Imaging for Investigation of Works of Art: Old Master Paintings and Illuminated Manuscripts', *Accounts of Chemical Research*, 2016, Vol. 49, 10: p.2070-2079.

Cucci, C. *et al.* (2017) 'Bridging research with innovative products: a compact hyperspectral camera for investigating artworks: a feasibility study', in *Optics for Arts, Architecture, and Archaeology VI*, Edited by Luca Pezzati, Piotr Targowski, 2017, Proceedings of SPIE Vol. 10331, pp. 1033106-1.

Cucci, C. *et al.* (2018) 'Potentialities of reflectance hyperspectral imaging technique in the field of architecture', in *Colour and Colorimetry Multidisciplinary Contributions*, Vol. XIV B, Edited by V. Marchiafava and L. Luzzatto, Proceedings 14th Conferenza del Colore, Firenze 11-12 September 2018, pp. 155-166.

<https://www.specim.com/> Specim-A konica minolta company, Specim IQ, [Online] [Riportato: 07 08 2024.]

Peruzzi G. *et al.* (2021) 'Non-invasive identification of dyed textiles by using VIS-NIR FORS and hyperspectral imaging techniques', "Cultura e Scienza del Colore - Color Culture and Science" journal, Vol. 13 No. 01 (2021).

Pouyet, E. *et al.* (2022) 'The materiality of Neo-impressionism harmony: a non-invasive study of Paul Signac "Au temps d'Harmonie"', Scientific Methods in Cultural Heritage Research Gordon Research Conference 2022, Jul 2022, Les Diablerets, Switzerland.

Sciuto, C. *et al.* (2022) 'What Lies Beyond Sight? Applications of Ultraportable Hyperspectral Imaging (VIS-NIR) for Archaeological Fieldwork', *Journal of Field Archaeology*, Volume 47, 2022 - Issue 8.

Solbes-García, A. *et al.* (2023) 'Comparative study of two multispectral imaging systems on the "Arxiu Valencià del Disseny" interior design samples', *International Journal of Conservation Science*, Volume 14, Issue 3, July-September 2023: 1173-1184.



Yihao, F. et al. (2024) 'Secrets on the rock: analysis and discussion of the Dunde Bulaq rock art site', *Herit Sci* 12, 38 (2024). <https://doi.org/10.1186/s40494-024-01146-z>.

## Chiesa di Santa Sofia in Benevento: vicende storiche, esiti dei restauri condotti dal secondo dopoguerra all'attualità e stato di conservazione

Carmine Megna

Università degli Studi "Suor Orsola Benincasa", Napoli  
carmine.megna@unisob.na.it, carmine.megna2@gmail.com

### Abstract

The abbey dedicated to Divine Wisdom was founded around the middle of the 8th century at the behest of Duke Arechi II. Observing the miniature in the *Chronicon Sanctae Sophiae*, which shows the founder in the act of blessing the model, it is possible to affirm that the original early medieval monastic complex had two sacred buildings. The current church, of modest dimensions, dedicated to the cult of some holy martyrs, and a second hall for religious celebrations. This hypothesis is supported by archaeological investigations, thanks to which it emerged that the remaining church was characterized by a ten-pointed star plan.

This contribution on the monument, a UNESCO World Heritage Site since June 2011, starts from the historical-architectural events of the monastery, characterized by the destruction caused by the earthquakes that occurred over time and by the consequent works. The Benedictines, at a certain date, renounce the reconstruction of the main church and renovate the smaller hall, adapting it to religious celebrations. Further interventions were carried out later, including that of the early 18th century, in which the star system was eliminated, the plan was regularized and the church took on a late Baroque appearance. Furthermore, the restoration of the sacred building carried out after the Second World War by the Superintendent Antonino Rusconi with the aim of restoring the original form of the Lombard church is analysed. Finally, the events of recent years and the current state of conservation are examined.

**Keywords:** Santa Sofia, Carlo Buratti, Antonino Rusconi, restauro, de-restauro.

### Introduzione

Secondo gli *Annales Beneventani* e Leone Ostiense, il duca Gisulfo nel 737 avrebbe intrapreso la costruzione della chiesa di Santa Sofia. Ma l'edificio alla sua morte, nel 751, sarebbe rimasto incompiuto. Al suo successore, Arechi II (758-787), andrebbe il merito del completamento dell'opera. Invece Erchemperto e alcune attestazioni del *Chronicon Sanctae Sophiae* attribuiscono tutti i meriti ad Arechi II. Secondo tali fonti, il duca longobardo avrebbe portato a compimento l'aula ecclesiale e l'avrebbe consacrata in poco meno di due anni. Ciò è possibile per un edificio di modeste dimensioni, quale è la chiesa in esame di circa 200 mq (originariamente *martyrium*). Ma per completare il monastero si sarebbe giunti all'anno 772. In merito alla consistenza originaria del complesso si evidenzia che in una miniatura del *Chronicon Sanctae Sophiae* (rappresentante Arechi II nell'atto di benedire il modello della costruzione) le aule ecclesiali sono due. L'esistenza di due edifici sacri è stata accertata grazie alle campagne di scavo archeologico condotte nei primi anni duemila dalla Soprintendenza. Pertanto in epoca arechiana, il complesso comprende il *martyrium*, la chiesa e gli edifici monastici. Nel maggio del 760 Arechi II, dopo aver fatto traslare e deporre sotto l'altare le reliquie dei Santi Dodici Fratelli, consacra l'aula ecclesiale. Dunque a quella data le strutture sono ultimate, mentre la decorazione pittorica potrebbe essere stata completata in seguito. Il 26 agosto 768 sono deposte anche le reliquie di San Mercurio. L'intento del duca è quello di realizzare il sacrario dei longobardi dell'Italia meridionale e dedica il tempio alla Divina Sapienza. Per tale dedizione forse suggerita da Paolo Diacono autore della *Historia Langobardorum*, molti ritengono che si tratti di un esplicito riferimento a Santa Sofia di Costantinopoli. Ma la circostanza della pianta stellare a

dieci punte dell'edificio fa pensare che è opportuno «approfondire la relazione tra la dedizione e il significato riconosciuto dalla tradizione cristiana al numero dieci, che veniva utilizzato anche nelle miniature per rappresentare la totalità dell'universo creato e il principio di ogni cosa, vale a dire la Divina Sapienza» (Bove, 2022, p.111).



Fig. 1 – Miniatura con Arechi II che benedice il modello di Santa Sofia (particolare). Si notano due cupole distinte.

Immagine tratta dal *Chronicon Sanctae Sophiae*, Biblioteca Apostolica Vaticana (da Rotili, 2011).

Fig. 2 – Piazza Matteotti, area antistante la chiesa di Santa Sofia, scavo archeologico del 2000-2001. Si nota la struttura semicircolare costituente l'abside dell'aula ecclesiale che fronteggiava il *martyrium* (da Bove, 2022).

## Il monastero

Intorno al 774 il cenobio è abitato da una comunità femminile benedettina; la prima badessa potrebbe essere Gariperga, sorella di Arechi II. Il monastero è assoggettato all'abbazia di Montecassino che esercita la propria autorità mediante un preposito che risiede presso la vicina chiesa di S. Benedetto. Le fonti attestano che nel 923 le benedettine permangono nel monastero e che la badessa è Rodelgarda. Nel corso degli anni trenta del X secolo, alla comunità femminile subentrano i monaci. Questi ultimi nel 944-945 riescono a svincolarsi dalla casa madre grazie ad una sentenza che pone fine a una lite tra Magelpoto e Ursus, rispettivamente abate di Montecassino e di Santa Sofia. Il 25 ottobre 989 un sisma causa gravi danni al complesso monastico. Seguono degli interventi di ricostruzione e riparazione realizzati anche con operazioni di *spolia*. Alla morte dell'ultimo principe longobardo Landolfo VI, nel 1077, grazie al trattato di Worms sottoscritto nel 1052 tra l'imperatore Enrico III e il papa Leone IX, Benevento entra nell'orbita pontificia. Da quel momento sino al 1860, la città sannita, quasi ininterrottamente, è un'*enclave* soggetta alla signoria papale, estranea alle vicende che accomunano l'Italia meridionale. Sul finire dell'XI secolo e per tutto il successivo, l'abbazia vede accrescere i propri possedimenti. Nella prima metà del XII secolo il monastero è ampliato e giunge ad oltre 2000 mq di superficie coperta, compreso lo *scriptorium* nel quale si realizzano splendidi codici. L'estensione complessiva del complesso, incluso l'orto e il giardino, supera i 10000 mq. Un ruolo di rilievo in questa fase è assunto dall'abate Giovanni IV che ristrutturava il cenobio danneggiato dal terremoto del 1138, lo amplia e ricostruisce il chiostro. Verso la metà del XIII secolo inizia una lenta ma inesorabile fase di decadenza. L'epilogo si compie il 18 aprile 1462, quando il papa Pio II concede la commenda del monastero al cardinale Niccolò Forteguerri. Ai monaci del cenobio subentrano i canonici benedettini, i quali saranno sostituiti nel 1595 dai regolari di S. Salvatore di Bologna. Dal 1462 inizia la serie di abati commendatari, conclusa dalla soppressione del monastero ad opera dei napoleonici nel 1806. Nel 1809 viene abbattuto il muro di cinta del complesso ecclesiastico e l'area antistante alla chiesa diventa pubblica. Al centro della piazza si realizza la fontana sovrastata da un obelisco che ha alla base quattro leoni di marmo. Con la restaurazione del governo pontificio, il 30 aprile 1816, papa Pio VII dispone la restituzione dei beni e delle rendite appartenenti alle corporazioni religiose beneventane. Ma il monastero di Santa Sofia è escluso dal piano e rimane soppresso (Massa, 2016, pp. 31-42). Nel 1827, dopo la morte dell'ultimo abate commendatario Ruffo, anche il beneficio del complesso è soppresso. I beni superstiti sono

assegnati da papa Leone XII al Collegio Gesuitico, mentre l'ex monastero, la chiesa e il campanile passano al Comune di Benevento. Successivamente l'Amministrazione provinciale acquista il complesso e dal 1928, previo restauro, lo destina a Museo del Sannio e ad Archivio storico. L'ex monastero è stato nuovamente ristrutturato negli anni Cinquanta e Novanta del Novecento. La chiesa, divenuta rettoria nel 1928, è di proprietà del Fondo Edifici di Culto dello Stato italiano, che l'ha concessa in comodato d'uso alla Curia Arcivescovile. Il campanile è di proprietà comunale. Dal 25 giugno 2011 il complesso è parte del sito seriale «Longobardi in Italia: i luoghi del potere (568-774 d.C.)», comprendente sette città che conservano testimonianze architettoniche, pittoriche e scultoree longobarde, iscritto nella lista dei patrimoni dell'umanità dell'Unesco.

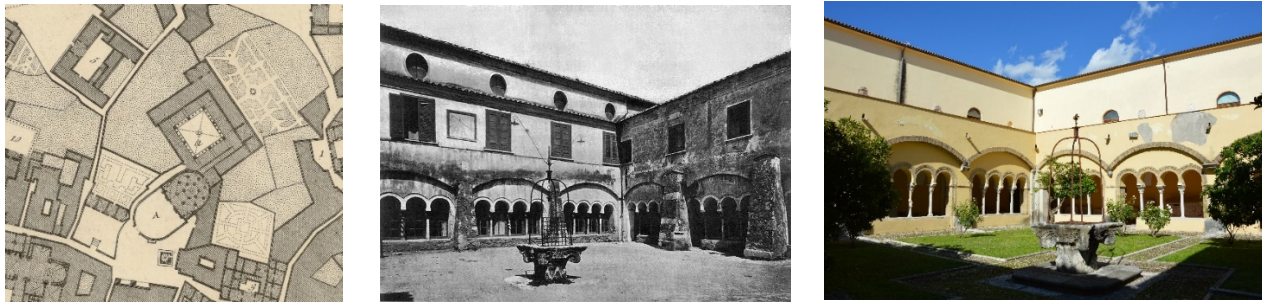


Fig. 3 - S. Casselli (dis.), C. Antonini (inc.), *Topografia della Pontificia Città di Benevento*, 1780 circa, particolare. Si notano la chiesa a pianta centrale, il chiostro e il monastero di Santa Sofia.

Figg. 4 - 5 – Chiostro di Santa Sofia, angolo nord-est, nel 1905 (da Meomartini, 1909) e nel 2024 (foto di C. Megna). I volumi sovrapposti al deambulatorio sono stati demoliti nella seconda metà del secolo scorso.

### La chiesa

Negli anni 2000-2001 la Soprintendenza ha condotto delle campagne di scavo archeologico per indagare aree già scavate negli anni Cinquanta del secolo scorso, in occasione del restauro diretto dal Soprintendente Antonino Rusconi. All'esterno della chiesa di Santa Sofia «sono state individuate diverse fasi insediative: una più antica, ascrivibile tra il IV e il III secolo a.C., costituita da tratti di mura realizzate con ciottoli di fiume e una successiva caratterizzata da un settore abbastanza esteso di muratura in opera reticolata policroma con *cubilia* di tufo e pietra calcarea [...] Tra i rinvenimenti più interessanti c'è sicuramente un segmento di forma semicircolare, adiacente all'attuale fontana, costituente probabilmente l'abside di una chiesa più antica di Santa Sofia e datata tra il tardo antico e l'alto medioevo, dall'andamento opposto rispetto all'attuale. Questa tesi sarebbe confermata dalla presenza di sepolture poste proprio nella cavità absidale ed altre allineate in quella che probabilmente era la navata» (Paradiso, 2014, p. 53). Dunque, per un certo arco temporale, nel complesso monastico coesistono due aule ecclesiali. L'edificio sorto come *martyrium*, attualmente «ha un impianto centrale (inscrivibile in un cerchio di 23,5 m di diametro) con un doppio deambulatorio determinato da un cerchio interno di sei colonne di spoglio, con splendidi capitelli corinzi antichi, e da un giro esterno di dieci sostegni, otto pilastri di sezione quadrata in muratura listata e due colonne davanti l'ingresso. La terminazione presbiteriale è caratterizzata da tre absidi poco sporgenti di dimensioni simili, innestate su una muratura perimetrale circolare che assume sui fianchi un particolarissimo andamento spezzato a zig zag fino al muro convesso di facciata. Colonne e pilastri quadrati sono collegati tra loro e con il perimetrale da archi in laterizio che sorreggono le volte triangolari e trapezoidali, in parte originarie, realizzate in gettata con frammenti di tufo» (Schiavi, 2016, pp. 142-143).

«L'intervento del Rusconi, oggi non proponibile, fu accompagnato da scavi archeologici che purtroppo non vennero pubblicati [...] nonostante ciò esso risultò non privo di efficacia se, eliminando il muro ad andamento circolare col quale si era inteso ridurre a simmetria l'edificio e demolendo alcune cappelle laterali, Rusconi ricostruì, sul profilo delle fondazioni individuate [...] il muro d'ambito a zig-zag recuperando così l'originario impianto stellare» (Rotili, 2017, p. 254).

L'autore del restauro realizzato tra il 1951 e il 1957, non ha mai pubblicato la monografia dell'intervento e solo nel 1967 l'ha illustrato in una conferenza. Questa scelta, così come si evince dall'analisi della «travagliata elaborazione progettuale» del restauro «contraddistinto da frequenti ripensamenti», sembra essere dovuta agli «spinosi e, in gran parte, insoluti problemi interpretativi che

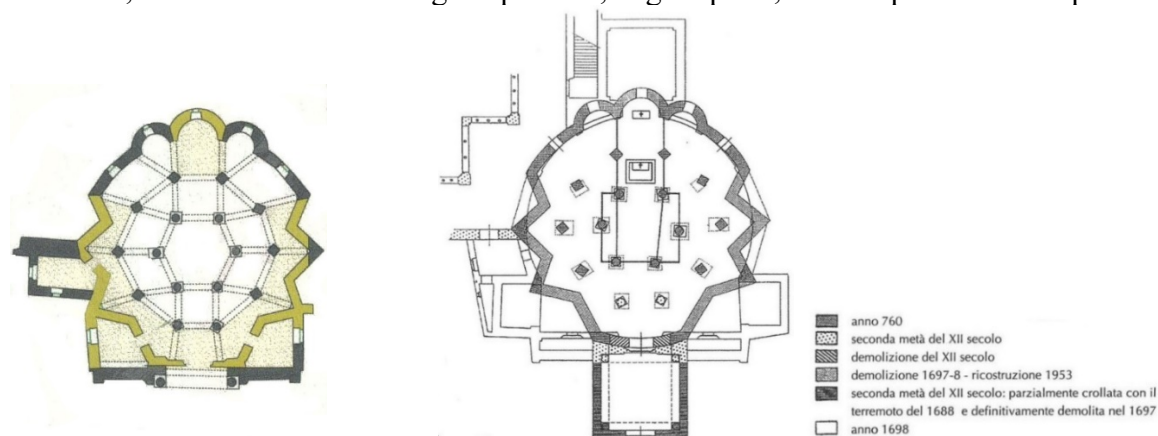


Fig. 6 – Chiesa di Santa Sofia, planimetria: il puntinato indica le volte e il verde le murature realizzate *ex novo* dal Rusconi nel corso del restauro del 1951-57 (da Bove, 2022).

Fig. 7 – Chiesa di Santa Sofia, planimetria con l'indicazione delle differenti fasi (da Carella, 2003)

il susseguirsi delle esplorazioni produceva» (Russo, 2004, pp. 301-306). Di sicuro l'intervento è stato condotto ignorando l'art. 5 delle Norme ministeriali per il restauro dei monumenti del 1932, che testualmente recita: «Che siano conservati tutti gli elementi aventi un carattere d'arte o di storico ricordo, a qualunque tempo appartengano, senza che il desiderio dell'unità stilistica e del ritorno alla primitiva forma intervenga ad escluderne alcuni a detrimento di altri».

Alcune foto degli scavi archeologici condotti nella chiesa, pubblicate da Russo (2004) e Bove (2022), mostrano che le murature di fondazione dell'impianto originario rientrano nei pressi dell'ingresso (la facciata attuale è stata realizzata oltre il perimetro originario) e sono lineari in corrispondenza del muro curvo absidato. Dunque la chiesa era a pianta stellare con dieci punte e non pseudo stellare.



Fig. 8 - Chiesa di Santa Sofia, scavi condotti negli anni Cinquanta del secolo scorso. Si notano le fondazioni perimetrali originarie rientranti rispetto alla facciata attuale (da Russo, 2004).

Fig. 9 - Chiesa di Santa Sofia, scavi condotti nei primi anni di questo secolo. Si notano le fondazioni ad andamento lineare sottostanti al muro curvo absidato (da Bove, 2022).

Relativamente all'impianto stellare originario, è plausibile ritenere che le strutture murarie angolari e i pilastri, decisamente sovradimensionati per le attuali coperture, siano state la parte basamentale di un'articolazione volumetrica ben più elevata e monumentale. Probabilmente vi era un'ampia cupola,



sostenuta dai pilastri che formano il decagono, crollata per le sollecitazioni di un sisma distruttivo. L'ipotesi del crollo della cupola è avvalorata dagli spostamenti visti da Rusconi alla base dei pilastri, causati dall'azione sismica. Sorte analoga sarà toccata alla contigua chiesa absidata, non più esistente. Nel corso dei secoli vi sono stati diversi terremoti violenti, tra cui quelli dell'847, del 989 e del 1124. Un altro sisma distruttivo è quello del 1138, cui si è già accennato precedentemente. È evidente che la comunità benedettina a seguito di tali accadimenti, ha dovuto compiere delle scelte per impiegare al meglio le risorse disponibili tra le ristrutturazioni del patrimonio esistente e le nuove strutture per l'espansione del cenobio. Probabilmente nella seconda metà del IX secolo l'aula ecclesiale più ampia, diruta per l'azione sismica, è obliterata e il *martyrium* è destinato all'uso liturgico ordinario per la comunità. Pertanto si modifica l'impianto stellare di quest'ultimo, trasformando lo spazio centrale interno ed orientandolo secondo l'asse che congiunge l'ingresso con l'altare. Si realizza la parete semicircolare di fondo, dotandola di una tricola, cioè tre absidi accostate, di cui restano le absidi laterali con frammenti dei dipinti, mentre la centrale è stata riedificata da Rusconi. I muri perimetrali sono ricostruiti, o si reintegra la tessitura muraria. In ogni caso si ripropone l'originario *opus vittatum*, realizzato con due filari di mattoncini rossi intercalati da una fila di tufelli gialli irregolarmente squadriati. Si pongono in opera le colonne di spoglio, sei delle quali definiscono il cerchio interno sormontato dal tiburio e due, in luogo di pilastri, ai lati del nuovo ingresso. Quest'ultimo fronteggia la parete di fondo semicircolare con tricola. Le colonne poste in opera all'interno sono fondate sulla pavimentazione esistente in *opus sectile*, realizzata con tarsie esagonali, e si realizza un nuovo piano pavimentale. La parte anteriore dell'aula è avanzata e si realizza la nuova facciata piana, probabilmente munita di protiro. In epoca successiva, molto probabilmente dopo il sisma del 1138, il prospetto è modificato ed arricchito con l'innesto del portale con la lunetta. «La chiesa era interamente affrescata, come indica la distribuzione dei superstiti frammenti. I brani più importanti del ciclo pittorico che era dedicato alle Storie di Cristo si trovano nelle absidi minori. In quella di sinistra sono rappresentate scene della Storia di San Giovanni Battista mentre nell'abside destra sono le Storie della Vergine [...] La Storia di San Giovanni Battista, nell'abside sinistra, consta di due distinte scene: L'annuncio a Zaccaria della prossima nascita del Battista e il Silenzio di Zaccaria che indica ai fedeli stupefatti di essere stato privato della parola per l'incredulità all'annuncio dell'angelo» (Rotili, 2017, p. 256). La datazione degli affreschi è controversa. Ferdinando Bologna nel 1950 sostiene che gli affreschi sono posteriori a quelli di S. Vincenzo al Volturno (826 - 843). Nel 1962 rivede il proprio parere e fissa al secolo VIII la realizzazione del ciclo pittorico. Conferma tale datazione nel 1968 e nel 1992 indica una derivazione siro-palestinese. Anche Hans Belting, nel 1968, classifica i dipinti come coevi alla fondazione della chiesa. Infine, Carlo Bertelli nel 1983 propone una datazione vicina al sisma dell'847 e, nel 2017, fissa la realizzazione tra la fine del IX e l'inizio del X secolo. Tale ultima datazione è congruente con quella indicata precedentemente per la ristrutturazione della chiesa. Il devastante sisma del 1456 causa nuovi danni al complesso monastico e al sacro edificio. In questa fase la comunità cenobita si è contratta e convive con una crisi economica da oltre un secolo. Non può permettersi un restauro organico e realizza interventi localizzati di riparazione. Nell'absidiola di destra si dipinge un S. Giorgio lasciando al contorno le pitture preesistenti. Nel 1688 si verifica un terremoto che provoca ingenti danni al monastero, il crollo della cupola centrale della chiesa e del campanile, ubicato a breve distanza dalla facciata. L'arcivescovo e abate commendatario Orsini, futuro papa Benedetto XIII, offre una cospicua somma per ristrutturare l'edificio sacro. La sua idea è demolire quasi completamente quel manufatto atipico, lasciando *in situ* solo il colonnato centrale. A tale soluzione sono contrari i canonici del monastero. Si verifica un interessante caso di contrasto tra la volontà del principale finanziatore di adeguare la chiesa al gusto artistico del tempo e il desiderio di conservazione del manufatto dei cenobiti. Inizia una trattativa che si conclude con una soluzione di compromesso: limitare le modifiche radicali al muro perimetrale dell'aula ecclesiale, che diventa circolare. Per ottenere ciò, vengono eliminate le murature residue dell'impianto stellare, a meno dei vertici che sono inglobati nella nuova tessitura muraria. Inoltre, si demolisce l'abside centrale e si realizza un profondo presbiterio a pianta rettangolare. Infine, si decide di ricostruire il campanile fuori



dal recinto monastico per tenerlo distante dal sacro edificio. La chiesa ristrutturata è consacrata il 19 marzo 1701. Il 14 marzo del 1702 un altro sisma causa il crollo del campanile in fase di costruzione, nonché danni al complesso monastico, alle volte e agli stucchi dell'aula ecclesiale. L'arcivescovo Orsini per intensificare la ricostruzione di Benevento, chiama diversi architetti, tra cui Carlo Buratti che si occupa della ristrutturazione urbanistica di piazza Santa Sofia, concepita in forma ovale, e della chiesa che ristruttura conferendole «una veste decorativa tardo barocca, elegante ed appropriata che non meritava di essere rimossa» (Bove, 2022, p. 136).

Le distruzioni causate dai due terremoti in questione e gli interventi conseguenti sono descritti in un pubblico strumento, a cura dell'arcivescovo Orsini, dell'8 febbraio 1708. Molto interessante è la descrizione dello «stato moderno della chiesa: lunga palmi 79 ed altrettanti larga, recinta dal muro di forma sferica spezzata da quattordici mezzi pilastri in dodici angoli, che restringendosi contra otto pilastri di fabbrica e due antiche colonne di granito, forma il secondo recinto ottangolare, e da questo restringendosi parimenti al mezzo sopra sei antiche colonne, quattro di granito e due di bardiglio scannellate [...] si riduce ad un perfetto sessagono, sopra cui ergesi la cupola della stessa figura, con quattro finestre munite di vetriate e rezze di ferro. La sua facciata lunga palmi 76 è di forma quadrata col suo frontespizio triangolare, ed ha in mezzo il suo portone, sostenuto da due colonne di granito» Inoltre, si descrivono il pavimento di mattoni «ben arrotati», l'altare, l'urna di marmo e il coro in legno di noce (Massa, 2016, pp.35-38).

Nel 1947 il Soprintendente Giorgio Rosi interviene sulla chiesa e sul piazzale antistante per la riparazione di modesti danni inferti dai bombardamenti anglo-americani del 1943. Nel corso degli interventi compie dei saggi nell'area presbiteriale e riporta alla luce le due absidi laterali, con i resti degli affreschi, e le fondamenta dell'abside centrale della tricora. Nel 1950 il Soprintendente Rusconi avvia una campagna sistematica di rimozione degli intonaci. In questa fase, lungo il perimetro circolare, vengono alla luce dei settori angolari di muratura realizzati in *opus vittatum*. Si tratta dei vertici della pianta stellare dell'edificio longobardo, inglobati nella muratura settecentesca. Analogamente vengono alla luce le articolazioni delle volte e degli archi e l'iniziale sagoma della cupola. La rimozione del pavimento esistente ne evidenzia la quota iniziale e mostra che la parte centrale era rialzata. Gli scavi archeologici portano alla luce porzioni di muratura fondale a zig zag, che convergono verso gli speroni individuati nel perimetro circolare. Inizia il restauro, ultimato nel 1957, il cui esito è riassumibile in un'operazione di de-restauro dell'intervento settecentesco, del quale si salva, esclusivamente per motivi economici, la cupola sull'alto tamburo. Quest'ultima, da progetto, si sarebbe dovuta sostituire con una bassa calotta sferica inglobata in un tetto conico. Si



Fig. 10 - Chiesa di Santa Sofia, la facciata caratterizzata dagli stucchi settecenteschi (cartolina, viaggiata nel 1902).

Fig. 11 - Chiesa di Santa Sofia, la facciata nel 1951, all'inizio del restauro di Rusconi (da Bove, 2022).



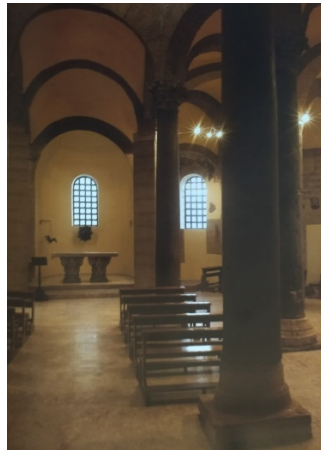
Fig. 12 - Chiesa di Santa Sofia, la facciata dopo il restauro ultimato nel 1957 (cartolina, viaggiata nel 1959).

Fig. 13 - Chiesa di Santa Sofia, la facciata attuale (foto di C. Megna, 2024).



Fig. 14 – Piazza Matteotti con la chiesa e il campanile di Santa Sofia (foto di C. Megna, 2024).

Fig. 15 - Chiesa di Santa Sofia, particolare della lunetta del portale (XII sec.), su fondo a mosaico: *Gesù in trono tra Maria e San Mercurio che presenta un abate* (foto di C. Megna, 2024).



Figg. 16-17 - Chiesa di Santa Sofia, l'interno nella sistemazione settecentesca (cartolina, viaggiata nel 1943) e dopo il restauro di Rusconi con la pavimentazione in pietra da taglio (da Meccariello e Tiso, 2008).

Figg. 18-19 - Chiesa di Santa Sofia, l'interno attuale con la pavimentazione in battuto (foto di C. Megna, 2024).





Figg. 20-21 - Chiesa di Santa Sofia, dipinti murari dell'absidiola di sinistra raffiguranti scene della Storia di S. Giovanni Battista: *Annuncio a Zaccaria*; *Silenzio di Zaccaria* (foto di C. Megna, 2024)

Fig. 22 - Chiesa di Santa Sofia, esterno, le murature originarie e quelle ricostruite in sottosquadro sono a vista e distinguibili. Il volume con la cupola e il tamburo del XVIII secolo, è intonacato e tinteggiato (foto di C. Megna, 2024).

ripristina in parte l'impianto stellare originario, si demolisce il coro rettangolare, ricostruendo l'abside centrale della triconca. Si lascia in opera la facciata, ma si arretra il portale romanico e si chiudono le finestre e l'oculo. Si demoliscono diverse volte, che vengono ricostruite adattandole alla conformazione pseudo-stellare.

A più riprese nei primi anni novanta del secolo scorso e poi tra il 2005 e il 2010, l'Amministrazione comunale e la Soprintendenza intraprendono degli interventi riassumibili come segue: tinteggiatura della facciata e riproposizione delle sagome a stucco delle finestre e delle cornici barocche; intonacatura e tinteggiatura della parete più interna al centro della facciata con il portale lunettato, che Rusconi aveva lasciato con la tessitura di mattoni a vista; adeguamento impiantistico; pulitura delle superfici murarie; rifacimento della pavimentazione con un battuto del tipo alla veneziana in luogo del precedente in pietra da taglio. Con quest'ultimo intervento, in corrispondenza di alcune colonne di spoglio, è stato messo in evidenza il livello pavimentale originario, sul quale sono fondate. Attualmente la chiesa presenta fenomeni di degrado dovuti ad infiltrazioni di acqua piovana dalle coperture e all'umidità di risalita. Anche il battuto pavimentale si presenta localmente usurato. Esiste un progetto di restauro, per il quale era previsto l'inizio dei lavori a settembre 2024. Problemi gestionali tra la Curia Arcivescovile e la Soprintendenza hanno fatto slittare l'apertura del cantiere. Per il campanile è previsto un intervento di miglioramento sismico, finanziato con i fondi del PNRR.

## Conclusioni

La chiesa di Santa Sofia, a seguito del controverso intervento di Rusconi, ha perso irrimediabilmente parte della sua stratificazione storica. Ciò nonostante nel sacro edificio coesistono testimonianze storico-artistiche di varie epoche che si distinguono stilisticamente e per i diversi materiali utilizzati. Proprio la compresenza di manufatti di varie epoche storiche arricchisce il valore dell'edificio di fondazione longobarda. L'auspicio è che presto si realizzino, a regola d'arte, interventi idonei per la corretta conservazione e la trasmissione al futuro di questo pregevole monumento.

## Riferimenti bibliografici

Bove, F. (2022) *Storia del monastero e della chiesa di S. Sofia in Benevento*. Soveria Mannelli: Rubbettino.

Bertelli, C. (1983) 'Traccia allo studio delle fondazioni medievali dell'arte italiana', in *Storia dell'Arte Italiana*, V, *Dal Medio Evo al Quattrocento*. Torino: Einaudi, pp. 93-95.

- Bertelli, C. (2017) 'La cultura artistica', in *Longobardi, un popolo che ha cambiato la storia*. Catalogo della mostra tenuta a Napoli. Milano: Skira, pp. 321-323.
- Bologna, F. (1950) 'Per una revisione dei problemi delle sculture meridionali dal IX al XIII secolo', in *Sculture lignee in Campania*, Catalogo della mostra. Napoli: Giuseppe Montanino, pp. 21-30.
- Bologna, F. (1992) 'Momenti della cultura figurativa nella Campania medievale', in G. Pugliese Carratelli (a cura di), *Storia e civiltà della Campania, II, Il Medioevo*. Napoli: Electa, pp. 210-218.
- Carella, S. (2003) 'Sainte-Sophie de Bénévent et l'architecture religieuse longobarde en Italie méridionale', *Hortus Artium Medievalium, Journal of the International Research Center for Late Antiquity and Middle Ages*, 9, pp. 331-356.
- Massa, P. (2016) 'Fonti inedite per la storia dell'Abbazia di S. Sofia di Benevento e dei suoi abati commendatari', *Nuovi annali della Scuola speciale per archivisti e bibliotecari*, XXX, pp. 25-58.
- Meccariello, L. e Tiso, G. (2008) *Santa Sofia a Benevento: la chiesa alla Santa Sapienza*. Benevento: Edizioni Lume.
- Meomartini, A. (1909) *Benevento*. Bergamo: Istituto Italiano di Arti Grafiche.
- Paradiso, E. (2014) 'Santa Sofia tra dimensione sacrale e culturale', *Territori della cultura*, 18, pp. 48-59.
- Rotili, M. (2011) 'La chiesa di Santa Sofia a Benevento', in *Benevento Le Chiese del Fondo Edifici di Culto del Sannio*. Bari-Milano: Edizioni L'Orbicolare, pp. 27-49.
- Rotili, M. (2017) 'Spazi monastici a Benevento', *Hortus Artium Medievalium, Journal of the International Research Center for Late Antiquity and Middle Ages*, 23/1, pp. 240-261.
- Russo, M. (2004) 'Antonino Rusconi: l'attività campana', in G. Fiengo e L. Guerriero (a cura di), *Monumenti e ambienti. Protagonisti del restauro del dopoguerra*. Napoli: Arte Tipografica, pp. 289-326.
- Schiavi, L. C. (2016) 'Benevento e Salerno longobarde alla luce degli studi e delle ricerche archeologiche recenti', in G. Mazzoli e L. Micieli (a cura di), *I Longobardi oltre Pavia: conquista, irradiazione e intrecci culturali*. Milano: Cisalpino, pp. 135-175.

## **Monitoraggio della stabilità cromatica di una nuova formulazione di colori da ritocco pittorico per il restauro di opere policrome**

**Serena Hirsch<sup>1</sup>, Elisa Gualini<sup>2</sup>, Serena Morrocchesi<sup>2</sup>, Leonardo Borgioli<sup>3</sup>, Marcello Picollo<sup>4</sup>**

1 Centro per la Conservazione ed il Restauro dei Beni Culturali "La Venaria Reale", Via XX Settembre 18, 10078 Venaria Reale (TO)

2 Dipartimento di Chimica 'Ugo Schiff', Università degli Studi di Firenze, Via della Lastruccia 3, 50019 Sesto Fiorentino (FI)

3 C.T.S. Srl, Via Piave 20/22, 36077 Altavilla Vicentina (VI)

4 Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara" del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IFAC-CNR), Via Madonna del piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (FI)

Contatto: Serena Hirsch [serena.hirsch99@gmail.com](mailto:serena.hirsch99@gmail.com) ([serena.hirsch@ccrvenaria.it](mailto:serena.hirsch@ccrvenaria.it))

Elisa Gualini [elisa.gualini@unifi.it](mailto:elisa.gualini@unifi.it)

Serena Morrocchesi [serena.morrocchesi@unifi.it](mailto:serena.morrocchesi@unifi.it)

Leonardo Borgioli [l.borgioli@ctsconservation.com](mailto:l.borgioli@ctsconservation.com)

Marcello Picollo [m.picollo@ifac.cnr.it](mailto:m.picollo@ifac.cnr.it)

### **Abstract**

Nel campo del restauro l'utilizzo di materiali stabili è fondamentale per la conservazione a lungo termine delle opere d'arte su cui sono stati applicati. Queste opere, infatti, necessitano di trattamenti che non ne aggravino ulteriormente le condizioni, ma che anzi ne permettano un mantenimento nel tempo. Una categoria di materiali ampiamente utilizzati nel restauro sono i colori per il ritocco pittorico, che non devono subire alterazioni cromatiche dovute ad agenti esterni come luce, umidità e temperatura. Tali variazioni comprometterebbero la leggibilità e l'integrità estetica dell'opera.

Il presente studio si è focalizzato sulla caratterizzazione cromatica di una serie di prodotti per il ritocco pittorico messi in commercio dall'azienda CTS. Per questo monitoraggio sono state realizzate 30 campiture 6 x 8 cm utilizzando la serie di colori Pures+ CTS. Ciascuna campitura è stata analizzata con uno spettrocolorimetro a contatto acquisendo tre misure nel medesimo punto al fine di ottenere un valore medio rappresentativo e garantendo la ripetibilità dei dati raccolti. I parametri colorimetrici sono stati acquisiti una volta che le stesure sono risultate asciutte al tatto (tempo zero, T0). Successivamente, il pannello è stato esposto a invecchiamento artificiale con radiazione ultravioletta per 100 ore (T1), al termine del quale sono state ripetute le misure di colore per ciascun provino. Successivamente, le stesure sono state riposte in ambiente confinato, con illuminazione naturale filtrata dal vetro di una finestra, simulando un invecchiamento naturale per 12 mesi al termine del quale sono state nuovamente misurate (T2). Il confronto dei dati colorimetrici ai tempi T0, T1 e T2 ha consentito di avere una valutazione preliminare della stabilità cromatica dei materiali in condizioni di invecchiamento accelerato e naturale. La presentazione verterà sui risultati e sulla metodologia di indagine utilizzata. In particolare, verrà messa in luce la stabilità dei prodotti analizzati e la ripetibilità delle procedure di misurazione nel tempo.

**Keywords:** restauro, colori per il ritocco pittorico, misure colorimetriche, invecchiamento artificiale, invecchiamento naturale, stabilità.

## Introduzione

Nel restauro delle superfici policrome l'intervento di reintegrazione delle lacune e delle aree più degradate è fondamentale per il recupero estetico delle opere. In passato tutti i leganti tradizionali (tempere, acquerelli, colori ad olio) furono utilizzati con risultati talvolta negativi, sia dal punto di vista ottico (ingiallimenti, alterazioni dei pigmenti) sia dal punto di vista conservativo (perdita della reversibilità).

Spesso si trattava di prodotti artigianali, miscele complesse derivanti da “segreti di bottega”, e con l'avvento nell'800 dei prodotti industriali le cose non migliorarono, anzi, il segreto industriale nascondeva spesso l'impiego di una varietà di sostanze in continuo cambiamento, come cere, grassi animali, sostanze proteiche e coloranti di dubbia resistenza agli agenti esterni, e in particolare alla luce.

Non c'è quindi da stupirsi se le analisi effettuate sui colori di tutti i produttori ottocenteschi rivelano sempre la presenza di additivi, a volte in quantità impressionanti che sconfinano nella vera e propria frode (Townsend *et al.*, 1995). E se l'instabilità di coloranti e pigmenti aveva rapidamente portato a definire delle scale e delle metodologie di analisi, sfociate poi nel Color Index, non altrettanto era avvenuto per i leganti, rimasti occultati nelle pieghe delle conoscenze quasi alchemiche dei formulatori di colori (Kinseher, 2006).

Con l'avvento delle resine sintetiche e di nuove classi di pigmenti è stato possibile proporre materiali più stabili, come le resine viniliche ed acriliche a partire dagli anni '70, per arrivare, al volgere del secolo, alla resina urea-aldeide, denominata Laropal A81. Questa resina è stata ampiamente utilizzata negli ultimi 20 anni come vernice, e in parallelo sono stati condotti numerosi studi che ne hanno dimostrato la stabilità alle radiazioni UV e alla luce artificiale e naturale (Marchiafava *et al.*, 2012) (Angelin *et al.*, 2014). Conseguente sviluppo è stato quello del suo utilizzo come legante per pigmenti, con la comparsa sul mercato di linee di colori da ritocco basate su questa resina (Leonard *et al.*, 2000). Se da un lato lo sviluppo tecnico poteva far sperare in un superamento delle problematiche inerenti alla stabilità di questa categoria di prodotti, alcune indagini condotte da gruppi indipendenti evidenziarono la scarsa reversibilità di alcuni colori commerciali, e la bassa qualità di alcuni pigmenti contenuti, come lacche rosse, blu oltremare, blu cobalto, nero avorio e ocre gialla (Sánchez Ortiz *et al.*, 2010) (Bracci *et al.*, 2010).

Anche oggi per i moderni colori presenti sul mercato non si può escludere, in assenza di analisi più approfondite, la presenza di cariche ed eccipienti che influiscono negativamente sul degrado della miscela risultante.

È stato quindi necessario proseguire nel miglioramento qualitativo di questi prodotti, e la nuova linea di colori Purest, presentata nel 2023 da CTS Srl, ha proposto di unire al legante Laropal A81 i pigmenti più stabili disponibili sul mercato, in modo da rendere accessibile ai restauratori una gamma di materiali ad alta stabilità (Fig.1). Nello sviluppo della formulazione è stato scelto come regolatori delle proprietà reologiche sostanze stabili come il carbonato di calcio e la silice micronizzata, che non influiscono sulle caratteristiche cromatiche, mentre una particolare attenzione è stata rivolta alla selezione di solventi a bassa tossicità. Infine, per poter mantenere invariate nel corso di produzioni successive le tonalità dei colori ottenuti, si sono orientati su formule mono-pigmento: dato che i produttori possono fornire partite con leggerissime differenze tonali, l'affidarsi ad un solo pigmento dovrebbe ridurre il rischio di ottenere variazioni, più probabili invece se un dato colore è il risultato di una miscela di tre o più pigmenti. Tuttavia, non sempre questo è stato possibile, in particolare nella riproposizione di colori del passato, come il giallo Napoli, o il bruno Van Dyck, o certe lacche organiche come la lacca di garanza che sono stati ottenuti dalla miscela di più pigmenti.





Fig. 1 - Le 30 campiture cromatiche della linea di colori Purost+ CTS sottoposte ad analisi colorimetriche

### Metodologia e strumentazione

Il presente studio riporta i dati delle variazioni cromatiche di 30 stesure di colori Purost+ sottoposte ad invecchiamento artificiale e naturale. Questo invecchiamento è stato strutturato per monitorare la risposta cromatica delle stesure ottenendo una conoscenza iniziale della loro stabilità nel tempo. L'acquisizione degli spettri di riflettanza è stata effettuata con uno spettrocolorimetro Konica-Minolta modello CM-700d (Fig. 2). Tutte le misure sono state effettuate da due operatori, uno incaricato di posizionare la maschera nel punto di misura e l'altro di effettuare le analisi colorimetriche. Per ogni campitura sono state acquisite tre misure avendo cura di sollevare e riposizionare lo strumento a ogni singola acquisizione. Il riposizionamento dello strumento nel medesimo punto è stato possibile grazie all'ausilio di una maschera. I parametri strumentali utilizzati sono stati i seguenti: modalità di acquisizione MAV con maschera di misura da 8 mm, componente speculare inclusa (SCI) ed esclusa (SCE). Per il successivo calcolo colorimetrico è stato utilizzato il software proprietario SpectraMagic NX e i dati colorimetrici sono stati ottenuti scegliendo come riferimento l'Osservatore Standard Supplementare 10° e come illuminante il D65 nello spazio colore CIE L\*a\*b\* 1976.



Fig. 2 - Acquisizione dei dati colorimetrici con lo spettrocolorimetro.

Le misure sono state effettuate in tre momenti differenti: T0 (21 luglio 2023), T1 (25 settembre 2023), T2 (29 luglio 2024). T0 corrisponde al tempo zero quando le stesure di colore sono risultate asciutte, T1 e T2 sono associati rispettivamente a periodi di invecchiamento artificiale di 100 ore con radiazione ultravioletta (UVa con massimo di emissione a 365 nm) e naturale per la durata di un anno in ambiente interno con illuminazione naturale filtrata dal vetro di una finestra.

Per ogni campitura, dai dati  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ottenuti dalle tre acquisizioni è stata calcolata la media e lo scarto massimo, indicativo della precisione dei dati ottenuti. Successivamente sono stati calcolati i valori di  $\Delta E$  rispetto a T0 (T1-T0, T2-T0), per determinare la variazione del colore nel tempo delle singole campiture. Il calcolo di  $\Delta E$  è stato ottenuto tramite la formula della differenza cromatica CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ) (Sharma *et al.*, 2005). Se il valore di  $\Delta E_{00}$  risulta inferiore a 2, la variazione del colore si può considerare non percepibile dall'occhio. Sono state, infine, valutate precisione e ripetibilità facendo riferimento ai valori degli errori massimi associati ai tre parametri colorimetrici. Se questi errori risultano piccoli ( $< 0,5$ ) è possibile affermare che lo strumento è stato riposizionato con precisione sulla maschera (Reichold *et al.*, 2024)

## Risultati

I dati ottenuti a seguito di tre misurazioni realizzate nell'arco di un anno sono riportati di seguito. L'attenzione è stata posta sul valore di  $\Delta E$  calcolato rispetto al T0 sia per misure SCI che SCE (Tabella 1). Dai dati riportati emerge subito che il valore di  $\Delta E$  SCI calcolato per T1-T0 risulta sempre inferiore ad 1. Quindi nell'intervallo di tempo in cui le campiture di colore sono state sottoposte a invecchiamento artificiale sotto radiazione UV non hanno subito variazioni cromatiche percettibili. Inoltre, gli errori associati ai tre valori  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  non risultano mai superiori a 0,5 indicando che le misure siano state effettuate con un corretto riposizionamento dello strumento nel punto di misura per ognuna delle tre acquisizioni.

Analizzando i risultati  $\Delta E$  SCE calcolati per T1-T0 le considerazioni relative al  $\Delta E$  sono analoghe; solo la campitura numero 8 (rosso cadmio medio) mostra un valore di poco superiore a 1 (1,01). Gli errori massimi associati ai parametri  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  sono risultati essere inferiori a 0,5 per tutti i campioni ad eccezione del 21 (terra gialla trasparente) in cui al parametro  $b^*$  è associato un errore di 0,53 (Tabella 2). Tuttavia, la variazione cromatica registrata è rimasta sempre prossima al valore di 0,5 per cui non si è ritenuto utile approfondire ulteriormente la questione.

I valori di  $\Delta E$  (sia SCI che SCE) calcolati per T2-T0 non risultano mai superiori a 2 e il valore massimo registrato è 1,74 nelle misure SCI, mentre per le misure SCE è 1,66. In entrambi i casi questo valore si registra per la campitura 16 (verde smeraldo). Quest'ultima insieme alle campiture 11 (violetto manganese), 13 (blu oltremare) e 20 (ocra gialla) sono quelle per le quali si registra una maggiore variazione  $\Delta E$ , nonostante resti sempre inferiore a 2. Dunque, per tutte le aree la variazione cromatica, associata ad un periodo di invecchiamento naturale, non è osservabile ad occhio nudo. Gli errori calcolati per  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  risultano sempre inferiori a 0,5 sia per le misure SCI che SCE.

Tabella 1. Differenze di colore ( $\Delta E_{00}$ ) per le diverse campiture di colori Puresst+.

| Numero campitura di colore | Colori Puresst+          | $\Delta E_{00}$ |      |       |      |
|----------------------------|--------------------------|-----------------|------|-------|------|
|                            |                          | T1-T0           |      | T2-T0 |      |
|                            |                          | SCI             | SCE  | SCI   | SCE  |
| 2                          | bianco titanio           | 0,25            | 0,24 | 0,29  | 0,28 |
| 3                          | giallo di Napoli         | 0,21            | 0,2  | 0,33  | 0,32 |
| 4                          | giallo cadmio limone     | 0,35            | 0,36 | 0,31  | 0,40 |
| 5                          | giallo cadmio medio      | 0,16            | 0,15 | 0,61  | 0,62 |
| 6                          | aureolina permanente     | 0,08            | 0,1  | 0,19  | 0,18 |
| 7                          | arancio cadmio           | 0,13            | 0,15 | 0,68  | 0,69 |
| 8                          | rosso cadmio medio       | 0,36            | 1,01 | 0,35  | 1,05 |
| 9                          | carminio permanente      | 0,1             | 0,28 | 0,30  | 0,60 |
| 10                         | lacca di garanza scura   | 0,61            | 0,61 | 0,67  | 0,69 |
| 11                         | violetto manganese       | 0,18            | 0,18 | 1,37  | 1,33 |
| 12                         | blu ceruleo              | 0,65            | 0,11 | 1,19  | 0,83 |
| 13                         | blu oltremare            | 0,21            | 0,21 | 1,38  | 1,38 |
| 14                         | blu cobalto              | 0,05            | 0,04 | 0,83  | 0,83 |
| 15                         | blu di Prussia           | 0,77            | 1    | 0,53  | 0,91 |
| 16                         | verde smeraldo           | 0,2             | 0,2  | 1,74  | 1,66 |
| 17                         | verde ossido di cromo    | 0,09            | 0,1  | 0,69  | 0,70 |
| 18                         | terra verde              | 0,57            | 0,57 | 0,88  | 0,88 |
| 19                         | lacca verde              | 0,25            | 0,48 | 0,39  | 1,48 |
| 20                         | ocra gialla              | 0,12            | 0,12 | 1,03  | 1,04 |
| 21                         | terra gialla trasparente | 0,48            | 0,88 | 0,30  | 1,29 |
| 22                         | terra di Siena naturale  | 0,38            | 0,4  | 0,84  | 0,83 |
| 23                         | terra rossa trasparente  | 0,11            | 0,11 | 0,36  | 0,36 |
| 24                         | rosso indiano            | 0,1             | 0,1  | 0,36  | 0,36 |
| 25                         | terra di Siena bruciata  | 0,21            | 0,26 | 0,39  | 0,49 |
| 26                         | terra d'ombra naturale   | 0,28            | 0,2  | 0,64  | 0,69 |
| 27                         | terra d'ombra bruciata   | 0,2             | 0,18 | 0,73  | 0,70 |
| 28                         | bruno trasparente        | 0,22            | 0,49 | 0,30  | 0,74 |
| 29                         | bruno Van Dyck           | 0,07            | 0,34 | 0,23  | 0,98 |
| 30                         | nero avorio              | 0,13            | 0,13 | 0,40  | 0,41 |
| 31                         | nero vite                | 0,12            | 0,12 | 0,40  | 0,38 |

Tabella 2. Media e scarto massimo dei parametri colorimetrici  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  per la campitura numero 21.

| Campitura di terra gialla trasparente (numero 21) |       | SCI   |                | SCE   |                |
|---------------------------------------------------|-------|-------|----------------|-------|----------------|
|                                                   |       | Media | Scarto massimo | Media | Scarto massimo |
| 21 luglio 2023                                    | $L^*$ | 45,51 | 0,08           | 39,18 | 0,08           |
|                                                   | $a^*$ | 21,49 | 0,08           | 25,99 | 0,06           |
|                                                   | $b^*$ | 27,86 | 0,12           | 43,86 | 0,42           |
| 25 settembre 2023                                 | $L^*$ | 45,32 | 0,07           | 39,13 | 0,07           |
|                                                   | $a^*$ | 21,12 | 0,08           | 25,5  | 0,15           |
|                                                   | $b^*$ | 26,9  | 0,06           | 41,53 | 0,53           |
| 29 luglio 2024                                    | $L^*$ | 45,59 | 0,04           | 39,63 | 0,06           |
|                                                   | $a^*$ | 21,44 | 0,05           | 25,62 | 0,04           |
|                                                   | $b^*$ | 27,31 | 0,05           | 40,82 | 0,07           |

## Conclusioni

Il presente studio riporta il monitoraggio delle variazioni cromatiche dei colori per ritocco pittorico Purest+ CTS, a seguito di cicli di invecchiamento artificiale e naturale, con lo scopo di valutarne la loro stabilità.

I dati raccolti dimostrano che i colori analizzati mantengono le loro caratteristiche cromatiche sia in condizioni di invecchiamento accelerato, simulato attraverso esposizione a radiazione ultravioletta, sia dopo un intero anno di invecchiamento naturale. Infatti, i valori di  $\Delta E$  non superano mai il valore di soglia pari a 2, oltre il quale la variazione cromatica è ritenuta percepibile all'occhio. In particolare, i colori ottenuti per miscelazione di più pigmenti hanno dimostrato una buona stabilità cromatica. Infatti, anche le formulazioni composite hanno subito solo minime variazioni nel periodo di monitoraggio. Relativamente alle campiture 11 (violetto manganese), 13 (blu oltremare), 16 (verde smeraldo) e 20 (ocra gialla), per le quali è stata registrata una maggiore variazione  $\Delta E$ , potrebbe essere interessante sottoporle ad un ulteriore invecchiamento naturale al fine di monitorare la variazione cromatica.

La metodologia di acquisizione dei dati colorimetrici, che ha previsto la ripetizione di più acquisizioni sulla medesima campitura e l'utilizzo di una maschera per la ricollocazione dello strumento nel punto di analisi, ha consentito di ottenere misurazioni precise e ripetibili. Questo è stato confermato dagli errori massimi associati ai parametri  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  inferiori a 0,5.

Dati i risultati ottenuti, anche se preliminari, è possibile affermare che i colori Purest+ offrono un'ottima prestazione in termini di stabilità cromatica, aspetto fondamentale nell'ambito del restauro e della conservazione delle opere d'arte. Naturalmente dovranno essere effettuate ulteriori sperimentazioni per confermare questi risultati su tempi più lunghi. In particolare, questi ulteriori test dovranno considerare sia cicli di invecchiamento artificiale sia monitoraggi con luce ambiente e naturale, per simulare condizioni di esposizione reale a medio e lungo termine.

### Riferimenti bibliografici

Angelin, E. M. *et al.* (2014). 'Studio della stabilità alla luce di alcuni prodotti impiegati nel restauro', *Atti del 100° Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica*, Pisa, 22-26 settembre 2014.

Bracci, S. *et al.*, (2010). 'Studio comparativo di colori da ritocco pittorico sottoposti a cicli di invecchiamento accelerato'. In *Le fasi finali del restauro delle opere policrome mobili - 2. Atti del 5° Congresso Internazionale Colore e Conservazione*, Trento, Il Prato 2011, pp. 61-68.

Kinseher, K. (2006) 'Paintings Are Made of Paint: The Exhibition of Painting Techniques in the Munich Glaspalast, 1893', *Studies in Conservation*, 51(sup2), pp. 41-48.

Leonard, M., *et al.*, (2000). 'Development of a new material for retouching'. *Studies in Conservation*, 45(sup1), pp. 111-113.

Marchiafava V., *et al.*, (2012). 'Studio sulla stabilità di vernici naturali e sintetiche mediante tecniche colorimetriche e spettroscopiche'. In: *Atti del VII Congresso Nazionale di Archeometria AIAR*, Modena, 22-24 Febbraio 2012. Ed. G. Vezzalini e P. Zanini, Patron Editore, Bologna - Versione elettronica (CD-ROM), pp. 274-283.

Ortiz, A. S., *et al.*, (2010). 'Evaluación de diferencias de color en tres materiales contemporáneos para la reintegración cromática de bienes culturales'. *Óptica pura y aplicada*, 43(2), pp. 141-151.

Reichold, C. G. *et al.*, (2024) 'Paintings: monitoring varnish variations and their effect on color perception. A case study', *Cultura e Scienza del Colore - Color Culture and Science*, Accepted for publication.

Sharma, G. *et al.* (2005) 'The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations', in *Color Research & Application: Endorsed by Inter-Society Color Council, The Colour Group (Great Britain), Canadian Society for Color, Color Science Association of Japan, Dutch Society for the Study of Color, The Swedish Colour Centre Foundation, Colour Society of Australia, Centre Français de la Couleur*, 30(1), pp.21-30.

Townsend, J. H. *et al.*, (1995). 'Later nineteenth century pigments: Evidence for additions and substitutions'. *The Conservator*, 19(1), 65-78.



## Studio cromatico di un pigmento storico verde a base di rame: il Verdigris.

Magdalena Souto<sup>1,2</sup>, Miquel Angel Herrero-Cortell<sup>3</sup>, Giovanni Bartolozzi<sup>2</sup>, Maria J. Melo<sup>4</sup>, Marcello Picollo<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Università degli Studi di Firenze, Viale Morgagni, 40/44 - 50134 Firenze, Italia

<sup>2</sup> Istituto di Fisica Applicata “Nello Carrara” – Consiglio Nazionale delle Ricerche, Via Madonna del Piano, 10, 50019 Firenze, Italy

<sup>3</sup> Facultad de Bellas Artes, Universitat Politècnica de Valencia, Camino de Vera, s/n. 46022 – Valencia, Spagna

<sup>4</sup> REQUIMTE/CQFB, Chemistry Department, FCT/Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal

Contatto: Magdalena Souto, magdalena.souto@edu.unifi.it

### Abstract

Il verdigris (anche chiamato verderame) è stato uno dei pigmenti sintetici più utilizzati a partire dall'antichità fino al XIX secolo: grazie alla facilità nel reperire le materie prime per produrlo e alla vasta gamma cromatica offerta, il verdigris è stato una costante delle palette degli artisti a partire dall'età antica fino all'avvento dei colori prodotti industrialmente nel XIX secolo.

Questa ricerca parte dallo studio delle ricette storiche per la preparazione del verdigris e il suo impiego in pittura. La preparazione delle stesure è stata effettuata seguendo le ricette storiche e le tecniche riportate dai trattati artistici come quello di Teofilo e il Liber Diversarum Arcium (contenuto nel trattato di Montpellier). Il verdigris ha una versatilità unica, sia utilizzato da solo sia in miscela con coloranti organici e pigmenti inorganici. Per osservare al meglio questa sua polivalenza è stato effettuato un confronto con altre classi di verdi, come diverse varietà di malachite e terre verdi.

Nel presente lavoro saranno presentati i primi risultati inerenti alle tinte ottenibili con questi materiali e con le diverse loro preparazioni. Saranno anche presentati i risultati della loro miscelazione con pigmenti bianchi e gialli, organici e inorganici e, in ultimo, è stato effettuato uno studio riguardante delle stesure di verdigris con velature ottenute utilizzando dei coloranti gialli.

**Keywords:** Verdigris, colorimetria, pigmenti, ricette storiche

### Introduzione

Il colore verde appartiene ad una categoria cromatica molto ampia, dove è possibile contare un largo numero di pigmenti puri, inorganici e organici, minerali e sintetici, come anche una vasta gamma di miscele di pigmenti e coloranti blu e gialli. I pigmenti più largamente utilizzati fino al XIX secolo per ottenere il colore verde sono stati la malachite,  $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ , le terre verdi (celadonite e glauconite, silicati ferrosi e ferrici di potassio, manganese e alluminio più ossidi di ferro, alluminio e potassio) e il verdigris,  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (Herrero-Cortell, 2019).

Il verdigris è uno dei primi pigmenti artificiali prodotti dall'uomo. Ottenuto dall'ossidazione del rame nativo per mezzo di vapori di aceto, a seconda delle condizioni di reazione, è possibile ottenere una

miscela di acetati con diversi gradi di idratazione e diversi tipi di impurezze, di cui il componente predominante è l'acetato monoidrato di rame (II) ( $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) (Buse, Otero, Melo, 2019). È stato un pigmento molto apprezzato per la gamma cromatica offerta e per la facilità nel reperire le materie prime per produrlo, ma allo stesso tempo temuto per essere velenoso, difficile da utilizzare e altamente instabile (Herrero-Cortell, 2019). L'identificazione con tecniche non invasive del verdigris sulle opere d'arte risulta spesso difficile, dal momento che quasi tutti i pigmenti verdi puri utilizzati fino al 1800, come la malachite o i resinati, erano a base di rame. Inoltre, il verdigris difficilmente veniva utilizzato come pigmento puro. Esso veniva spesso miscelato con pigmenti gialli per ottenere delle tinte più calde, oppure con pigmenti bianchi come la biacca per ottenere tonalità più chiare (Herrero-Cortell, 2019). L'insieme di queste miscele produceva delle tinte molto simili a quelle della malachite o di alcune terre verdi, rendendo ancora più difficoltoso il suo riconoscimento.

È con questi presupposti che si è effettuato uno studio del pigmento verdigris miscelato con diversi tipi di pigmenti e coloranti gialli e con biacca, mettendo a confronto i risultati ottenuti con delle stesure di quattro diversi tipi di malachite e quattro terre verdi.

## Materiali e Metodi

### 2.1 Pigmenti

**Pigmenti Verdi:** sono stati utilizzati diversi pigmenti verdi, sia di origine naturale che sintetica, selezionando quattro varietà di pigmento per il verdigris, la malachite e le terre verdi.

- Come varietà di verdigris,  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , sono stati selezionati quello fornito da Zecchi Colori Belle Arti in Firenze, un acetato di rame (II) monoidrato da British Drug Houses (BDH) Prolabo chemicals in Londra e due tipi di verderame artigianali, il primo prodotto presso la Facoltà di Belle Arti dell'Università Politecnica di Valencia e il secondo presso il laboratorio SABeC IFAC-CNR.
- Sono selezionate due varietà di malachite,  $(\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2)$ , fornite da Zecchi Colori Belle Arti in Firenze, la malachite scura e la malachite extrafine, un carbonato basico di rame fornito da Hoechst AG in Francoforte e, in ultimo, la Malachite Dunkel fornita da Kremer Pigmente GmbH & Co. KG in Aichstetten. Quest'ultima e la malachite extrafine provengono da minerali naturali, mentre la malachite scura Zecchi e il carbonato basico sono prodotti sintetici.
- Tra le numerose varietà di terre verdi,  $2(\text{K}[(\text{Al}, \text{Fe}^{\text{III}}), (\text{Fe}^{\text{II}}, \text{Mg})(\text{AlSi}_3, \text{Si}_4)\text{O}_{10}(\text{OH})_2])$ , sono state selezionate la terra verde antica, la terra verde di Verona, la terra verde calda e il verdaccio, tutte fornite da Zecchi Colori Belle Arti in Firenze.

**Pigmenti Gialli:** Sono stati utilizzati vari pigmenti gialli, sia di natura organica che inorganica. Tra i pigmenti gialli organici sono stati utilizzati lo zafferano e la reseda dei tintori, entrambi forniti dalla facoltà di Belle Arti dell'Università Politecnica di Valencia; è stata utilizzata anche della curcuma commerciale e dell'aloe, fornita da Zecchi Colori Belle Arti in Firenze. Tra i pigmenti inorganici sono stati utilizzati l'orpimento,  $\text{As}_2\text{S}_3$ , di Kremer Pigmente GmbH & Co. KG in Aichstetten, il giallo di Napoli,  $\text{Pb}_3(\text{SbO}_4)_2$ , e il giallo di vetro (un giallo probabilmente a base di piombo e stagno) forniti da Zecchi Colori Belle Arti in Firenze.

**Pigmenti Bianchi:** Come unico pigmento bianco si è utilizzata della biacca,  $(\text{PbCO}_3)_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ , fornita da Kremer Pigmente GmbH & Co. KG in Aichstetten.

## 2.2 Leganti

In questo studio le tempere prodotte sono state preparate utilizzando come leganti della gomma arabica fornita da Kremer Pigmente GmbH & Co. KG in Aichstetten e l'albume d'uovo

## 2.3 Supporti

Sono stati utilizzati della carta di cotone di cellulosa pura al 100% e delle tavolette in legno sulle quali è stata stesa una preparazione a gesso e colla. I materiali citati sono stati forniti dalla Facoltà di Belle arti dell'Università Politecnica di Valencia.

## 2.4 Colorimetria

Lo strumento impiegato per le misure colorimetriche è uno spettrocolorimetro Konica-Minolta mod. CM700d utilizzando una geometria di misura  $d/8^\circ$  nell'intervallo 400-700 nm in riflettanza diffusa (componente speculare esclusa, SCE). La sorgente interna è una lampada xeno pulsata, mentre il sensore è costituito da un array lineare di fotodiodi al silicio con un passo di campionamento spettrale di 10 nm. Il calcolo colorimetrico è stato fatto per l'illuminante D65 e Osservatore Standard Supplementare  $10^\circ$ . I dati colorimetrici sono stati riportati nello spazio di colore CIEL\*a\*b\* 1976.

## Lavoro Sperimentale

Il lavoro è stato suddiviso in quattro parti:

3.1 Studio su famiglie di Pigmenti Puri (Tempere a uovo). Stesure su una tavola con preparazione a gesso e colla delle campiture a tempera d'uovo (albume) di tre diverse famiglie i pigmenti verdi (Fig.2A).

3.2 Studio su famiglie di Pigmenti Puri (Tempere con gomma arabica). Su un foglio di carta di cotone sono stati effettuati dei segni verticali con diversi tipi di inchiostro, sopra i quali sono state stese delle campiture delle tempere a base di Gomma Arabica delle tre famiglie di pigmenti presentate nella sezione 3.1 (Fig. 2B).

3.3 Variazioni sul Verdigris. In un primo momento su un foglio di carta di cotone sono state effettuate delle campiture di tempere a uovo di verdigris con pigmenti e coloranti gialli (Fig. 4A). Successivamente le tempere così ottenute sono state stese su una tavoletta con preparazione a gesso e colla, con diverse composizioni. Si è partiti stendendo le tempere di verdigris miscelate ai pigmenti gialli tal quali, e successivamente si sono preparate delle tempere con una quantità crescente di biacca, ottenendo delle campiture che risultano via via più chiare e meno sature (Fig. 4B). I pigmenti utilizzati per questa fase sono stati i seguenti, nell'ordine citato: zafferano, reseda dei tintori, curcuma, aloe, giallo di Napoli, orpimento e giallo di vetro.

3.4 Studio delle velature. Su una tavola con preparazione a gesso e colla sono stati preparati due diversi tipi di campiture: una campitura con gradiente sfumato di una miscela di verdigris e biacca e una seconda campitura dove è stato steso il verdigris come unico sfondo, sul quale è stato poi applicato un tratteggio di biacca che è andato da più rado a più fitto. Una volta pronte queste basi, si sono stese delle velature a chiara d'uovo di quattro coloranti organici: zafferano, reseda dei tintori, curcuma e aloe (Fig. 6).

## Risultati e discussione

Nei diagrammi di Figg. 1A e B e nelle tabelle 1 e 2 sono riportati i risultati delle misure colorimetriche sulle campiture di pigmenti puri su tavola (tempere a base d'uovo) e su carta (tempere a base di gomma arabica). Dai diagrammi  $a^*$ ,  $b^*$  è possibile osservare le diverse posizioni dei pigmenti. Nel caso delle campiture stese su tavola (Figg. 1A, 2A, Tabella 1) tre delle varietà di verdigris presentano dei colori verdi tendenti al blu, mentre solamente il verdigris prodotto a Valencia possiede una maggiore componente di giallo, avvicinandosi maggiormente ai dati relativi alle campiture di malachite. Queste ultime presentano un andamento costante rispetto all'asse blu-giallo ( $b^*$ ) ma con tendenza a valori positivi di  $b^*$ , mentre presentano valori diversi sull'asse rosso-verde ( $a^*$ ), dove le campiture di malachite spaziano da tinte decisamente verdi ad altre meno sature. Le stesure di terra verde mostrano tutte caratteristiche abbastanza simili, avendo una posizione di neutralità rispetto all'asse  $a^*$  e una maggior componente gialla rispetto all'asse  $b^*$ .

Nel caso delle campiture su carta (Figg. 1B, 2B Tabella 2) gli andamenti appena visti sono confermati, ma con una maggiore differenziazione per quanto riguarda le stesure a base di verdigris e malachite. Le terre invece presentano un andamento perfettamente confrontabile con le campiture su tavola. I valori di  $L^*$  sono mediamente più alti nel caso della malachite e verdigris su carta, mentre risultano leggermente più bassi per le terre rispetto alle campiture su tavola.

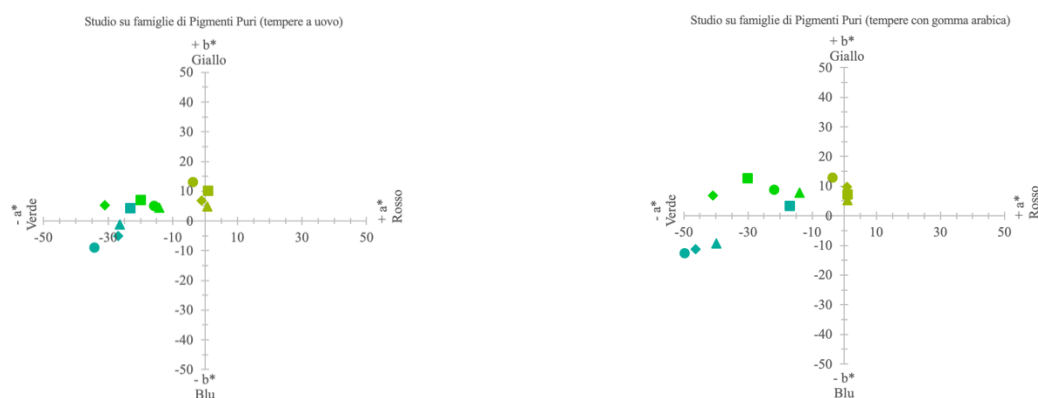


Fig. 1A e B - Diagramma colorimetrico ( $a^*$ ,  $b^*$ ) delle campiture dello studio su famiglie di pigmenti puri: **A)** tempere a uovo (*sinistra*); **B)** tempere con gomma arabica (*destra*).

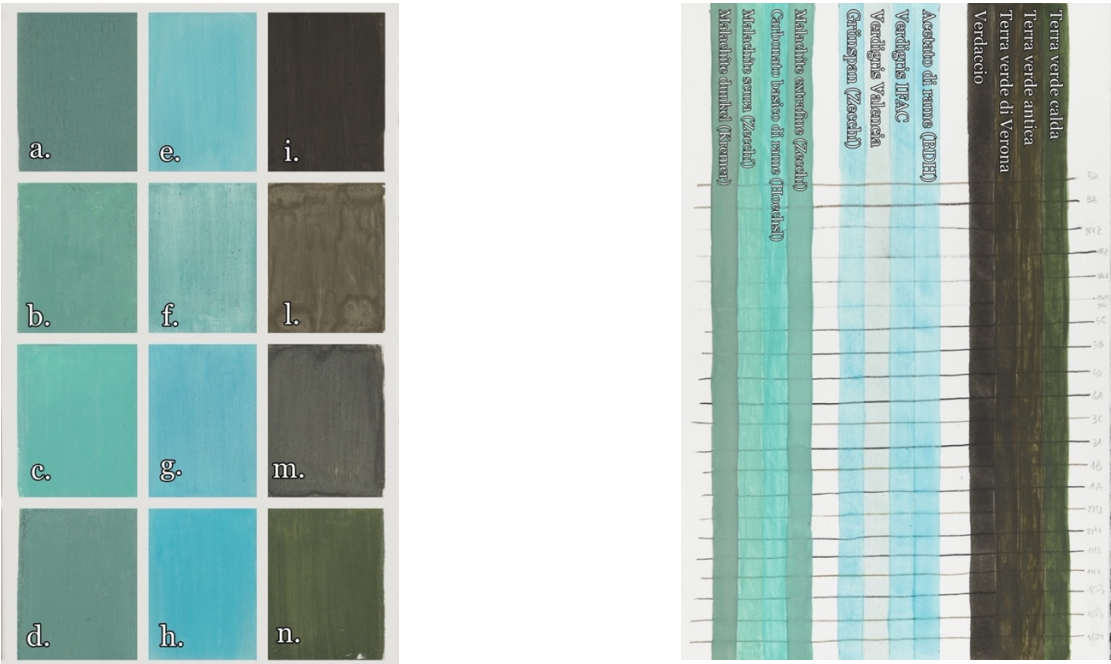


Fig. 2A e B – **A**) Campiture di pigmenti puri su tavola (*sinistra*): a. Malachite dunkel (Kremer), b. Malachite scura (Zecchi), c. Carbonato basico di rame (Hoechst), d. Malachite extrafine (Zecchi), e. Acetato di rame (BDH), f. Verdigris IFAC, g. Verdigris Valencia, h. Grünspan (Zecchi), i. Verdaccio (Zecchi), l. Terra verde di Verona (Zecchi), m. Terra verde antica (Zecchi), n. Terra verde calda (Zecchi). **B**) Campiture di pigmenti puri su carta di cotone (*destra*): da sinistra verso destra: malachite, verdigris, terra verdi.

Tabella 1: Valori L\*, a\*, b\* delle campiture di pigmenti puri, su tavola.

| Pigmento                     | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | Simbolo |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Malachite dunkel Kremer      | 49,41   | -14,02  | 4,39    | ▲       |
| Malachite scura Zecchi       | 55,73   | -19,91  | 6,96    | ■       |
| Carb. di Rame HOECHST        | 62,1    | -31     | 5,26    | ◆       |
| Malachite extrafine Zecchi   | 52,9    | -15,69  | 4,91    | ●       |
| Grunspan Zecchi              | 69,16   | -26,2   | -1,3    | ▲       |
| Verderame Valencia           | 62,55   | -22,97  | 4,13    | ■       |
| Verderame IFAC               | 65,06   | -26,83  | -5,2    | ◆       |
| Acetato di rame BDH          | 63,16   | -34,19  | -9,03   | ●       |
| Verdaccio Zecchi             | 29,9    | 0,82    | 4,73    | ▲       |
| Terra verde di Verona Zecchi | 40,56   | 0,96    | 10,08   | ■       |
| Terra verde antica Zecchi    | 41,2    | -0,95   | 6,84    | ◆       |
| Terra verde calda Zecchi     | 40,26   | -3,6    | 13,01   | ●       |

Tabella 2: Valori L\*, a\*, b\* delle campiture di pigmenti puri, su carta.

| Pigmento                     | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | Simbolo |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Malachite dunkel kremer      | 57,16   | -13,84  | 7,77    | ▲       |
| Malachite scura zecchi       | 70,06   | -30,13  | 12,59   | ■       |
| Carb di Rame HOECHST         | 67,23   | -40,82  | 6,84    | ◆       |
| Malachite extrafine zecchi   | 61,89   | -21,69  | 8,64    | ●       |
| Grunspan Zecchi              | 73,95   | -39,72  | -9,34   | ▲       |
| Verderame Valencia           | 81,87   | -16,89  | 3,33    | ■       |
| Verderame IFAC               | 69,95   | -46,27  | -11,34  | ◆       |
| Acetato di rame BDH          | 70,23   | -49,67  | -12,68  | ●       |
| Verdaccio Zecchi             | 29,11   | 1,15    | 5,11    | ▲       |
| Terra verde di Verona Zecchi | 29,93   | 1,08    | 7,04    | ■       |
| Terra verde antica Zecchi    | 31,76   | 1,01    | 9,59    | ◆       |
| Terra verde calda Zecchi     | 35,46   | -3,54   | 12,82   | ●       |

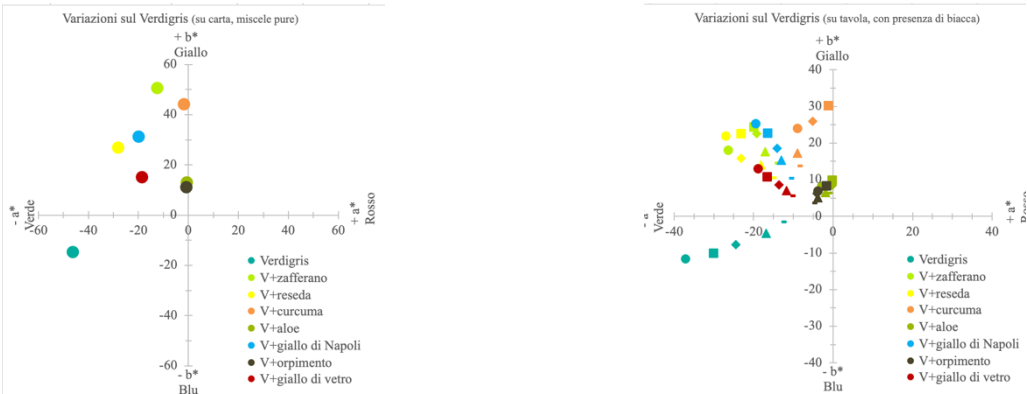


Fig. 3A e B - Diagramma colorimetrico ( $a^*$ ,  $b^*$ ) delle campiture *Variazioni sul verdigris*: A) su carta, miscele pure (sinistra); B) su tavola, con presenza di biacca (destra).

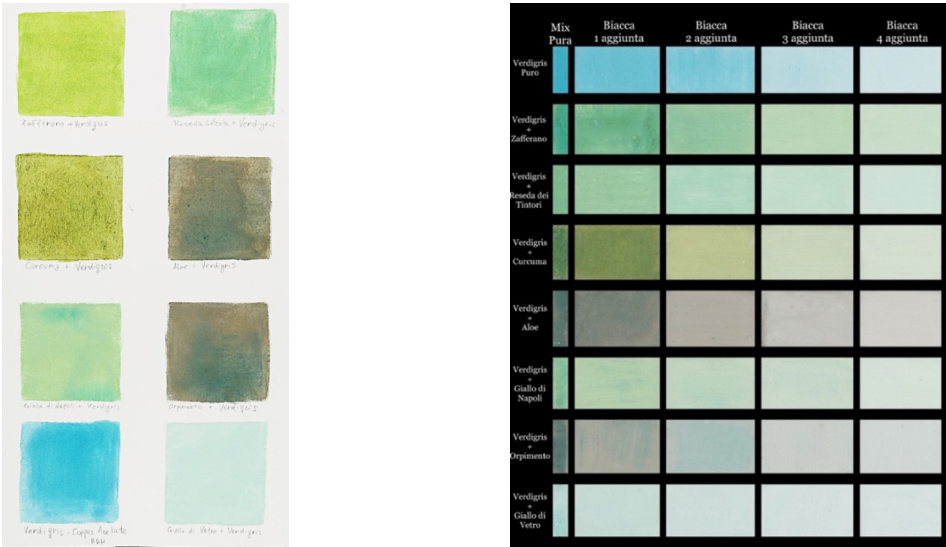


Fig. 4A e B - Campiture *Variazioni sul verdigris*: A) su carta, miscele pure (sinistra); B) su tavola, con presenza di biacca (destra).

Tabella 3: Valori  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  delle campiture *Variazioni sul verdigris* (su carta).

| Nome campiture  | $L^*(D65)$ | $a^*(D65)$ | $b^*(D65)$ | Simbolo |
|-----------------|------------|------------|------------|---------|
| Verderame BDH   | 62,33      | -46,19     | -14,72     | ●       |
| V+zafferano     | 72,75      | -12,28     | 50,55      | ●       |
| V+reseda        | 65,58      | -28,04     | 26,9       | ●       |
| V+curcuma       | 63,18      | -1,66      | 44,11      | ●       |
| V+aloe          | 53,19      | -0,6       | 12,93      | ●       |
| V+Giallo Napoli | 74,37      | -19,73     | 31,18      | ●       |
| V+Orpimento     | 54,22      | -0,64      | 11,07      | ●       |
| V+Giallo Vetro  | 83,4       | -18,54     | 15,1       | ●       |

Tabella 4: Valori  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  delle campiture *Variazioni sul verdigris* (su tavola).

| Nome          | $L^*(D65)$ | $a^*(D65)$ | $b^*(D65)$ | Simbolo | Nome   | $L^*(D65)$ | $a^*(D65)$ | $b^*(D65)$ | Simbolo |
|---------------|------------|------------|------------|---------|--------|------------|------------|------------|---------|
| Verderame BDH | 68,14      | -37,14     | -11,64     | ●       | V+aloe | 51,03      | -2,79      | 8,11       | ●       |
| V2            | 73,99      | -30,02     | -10,09     | ■       | V+A2   | 54,51      | -0,2       | 9,78       | ■       |
| V3            | 77,95      | -24,42     | -7,78      | ◆       | V+A3   | 64,05      | -0,2       | 8,37       | ◆       |
| V4            | 83,04      | -16,71     | -4,7       | ▲       | V+A4   | 71,67      | -1,83      | 6,51       | ▲       |



|             |       |        |       |   |                 |       |        |       |   |
|-------------|-------|--------|-------|---|-----------------|-------|--------|-------|---|
| V5          | 85,6  | -12,8  | -1,63 | — | V+A5            | 76,79 | -1,19  | 6,33  | — |
| V+zafferano | 66,72 | -26,35 | 17,91 | ● | V+Giallo Napoli | 71,02 | -19,34 | 25,26 | ● |
| V+Z2        | 70,79 | -19,83 | 24,36 | ■ | V+GN2           | 75,38 | -16,35 | 22,6  | ■ |
| V+Z3        | 73,71 | -19,09 | 22,51 | ◆ | V+GN3           | 79,41 | -14,01 | 18,49 | ◆ |
| V+4         | 78,52 | -17,04 | 17,52 | ▲ | V+GN4           | 81,13 | -12,93 | 15,29 | ▲ |
| V+5         | 81,62 | -14,45 | 14,41 | — | V+GN5           | 84,06 | -10,9  | 10,38 | — |
| V+reseda    | 63,87 | -26,93 | 21,79 | ● | V+Orpimento     | 53,37 | -3,74  | 6,87  | ● |
| V+R2        | 69,72 | -23,08 | 22,54 | ■ | V+O2            | 63,84 | -1,62  | 8,32  | ■ |
| V+R3        | 77,07 | -23,13 | 15,78 | ◆ | V+O3            | 72,44 | -3,99  | 6,16  | ◆ |
| V+R4        | 81,99 | -18,07 | 13,98 | ▲ | V+O4            | 77,35 | -3,8   | 4,97  | ▲ |
| V+R5        | 83,98 | -15,27 | 10,52 | — | V+O5            | 80,21 | -5,08  | 3,63  | — |
| V+curcuma   | 55,81 | -8,93  | 23,95 | ● | V+Giallo Vetro  | 81,7  | -18,8  | 12,89 | ● |
| V+C2        | 57,35 | -1,1   | 30,16 | ■ | V+GV2           | 83,03 | -16,47 | 10,78 | ■ |
| V+C3        | 72,12 | -5,01  | 25,86 | ◆ | V+GV3           | 84,33 | -13,57 | 8,49  | ◆ |
| V+C4        | 79    | -8,88  | 17,15 | ▲ | V+GV4           | 85,23 | -11,61 | 7,02  | ▲ |
| V+C5        | 83,4  | -8,81  | 13,66 | — | V+GV5           | 85,66 | -10,6  | 5,59  | — |

Dai valori  $a^*$  e  $b^*$  delle campiture di miscele di verdigris con pigmenti gialli stese su carta riportati in figura 3A risulta che il verdigris puro sia l'unico a essere ubicato nel terzo quadrante ( $-a^*$ ,  $-b^*$ ), presentando una tinta verde fredda (Fig. 4A). Le miscele di verdigris con la reseda dei tintori, con il giallo di Napoli e il giallo di vetro presentano valori di  $a^*$  confrontabili con quelli ottenuti dalla malachite. Questa somiglianza potrebbe determinare una seria difficoltà nella distinzione tra la malachite e una miscela di verdigris. Una situazione simile si riscontra con le miscele di verdigris con l'aloe e l'orpimento. In questo caso, le tinte risultano molto simili a quelle della terra verde, dando la sensazione cromatica di un grigio con leggera preponderanza verso il giallo ( $a^* > 0$ ) (Tabella 3).

In miscela con la biacca (Figg. 3B, 4B) si nota nella distribuzione  $a^*$ ,  $b^*$  uno spostamento graduale delle campiture verso la neutralità (Tabella 4).

Infine, in Fig. 5 e nelle tabelle 5 e 6 sono riportati i risultati delle misure colorimetriche sulle velature a base di tempere d'uovo molto diluite di gialli organici applicati su un fondo di verdigris e biacca (Fig. 6). I valori di  $a^*$  e  $b^*$  delle velature stese su fondo tratteggiato (▲) sono confrontabili con quelle stese su fondo sfumato (●). A partire dallo Spot 1, dove la concentrazione di verdigris è molto alta, fino ad arrivare allo spot 5, dove invece la biacca risulta essere in maggiore quantità, si osserva un progressivo aumento della luminosità ( $L^*$ ), allo stesso tempo un incremento dei valori  $b^*$ , con uno spostamento verso il giallo, e uno spostamento verso la neutralità rispetto ad  $a^*$ . Le velature di aloe sono le uniche i cui valori non si trovano interamente nel secondo quadrante ( $-a^*$ ,  $+b^*$ ): alcuni valori si trovano nel primo quadrante, mostrando un maggior contributo del rosso ( $+a^*$ ).

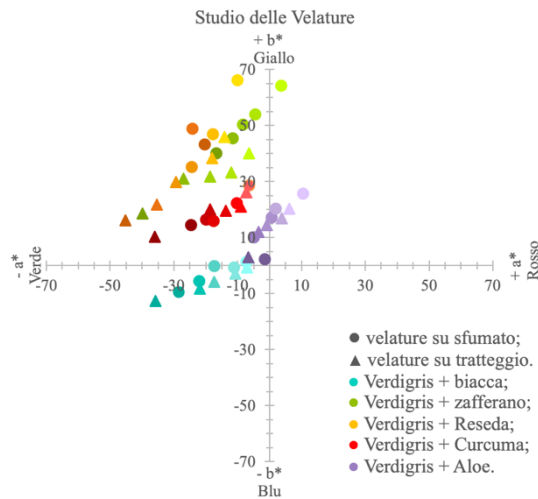


Fig. 5 - Diagramma colorimetrico ( $a^*$ ,  $b^*$ ) delle velature, su sfondo sfumato (●), su sfondo tratteggiato (▲).

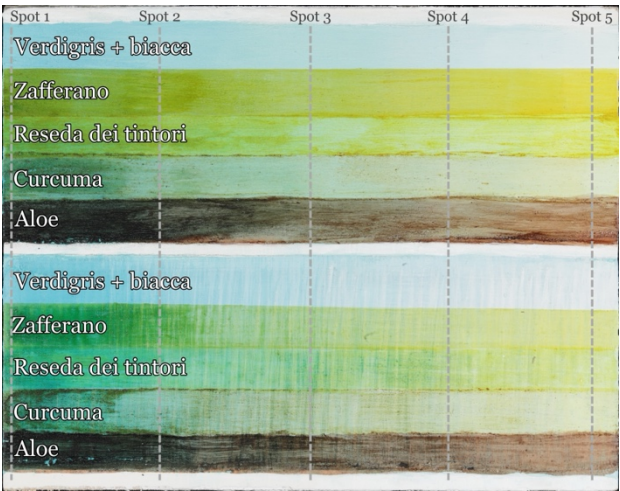


Fig. 6 - Velature di tempere di gialli organici su fondo di verdigris e biacca, con fondo sfumato (sopra) e fondo tratteggiato (sotto).

Tabella 5: Valori  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  delle velature (su sfondo sfumato).

| Nome campiture          | $L^*(D65)$ | $a^*(D65)$ | $b^*(D65)$ | Simbolo |
|-------------------------|------------|------------|------------|---------|
| <i>Velature sfumato</i> |            |            |            | ●       |
| V spot 1                | 71,59      | -28,57     | -9,3       |         |
| Spot 2                  | 77,08      | -21,87     | -5,73      |         |
| Spot 3                  | 80,95      | -17,34     | -0,3       |         |
| Spot 4                  | 85,13      | -11,04     | -0,66      |         |
| Spot 5                  | 90,04      | -7,09      | 1,24       |         |
| V+Z spot 1              | 54,2       | -16,66     | 40,03      |         |
| Spot 2                  | 57,23      | -8,19      | 50,24      |         |
| Spot 3                  | 70,74      | -11,43     | 45,42      |         |
| Spot 4                  | 75,7       | -4,41      | 53,91      |         |
| Spot 5                  | 79,38      | 3,85       | 64,02      |         |
| V+R spot 1              | 51,7       | -20,29     | 43,18      |         |
| Spot 2                  | 64,06      | -24,03     | 48,79      |         |
| Spot 3                  | 74,82      | -24,32     | 35,13      |         |
| Spot 4                  | 80,25      | -17,72     | 46,72      |         |
| Spot 5                  | 81,49      | -9,94      | 66,02      |         |
| V+C spot 1              | 44,24      | -24,45     | 14,45      |         |
| Spot 2                  | 63,33      | -19,75     | 16,44      |         |
| Spot 3                  | 74,21      | -17,52     | 15,93      |         |
| Spot 4                  | 78,96      | -10,19     | 22,19      |         |
| Spot 5                  | 84,32      | -6,4       | 28,41      |         |
| V+A spot 1              | 25,51      | -1,45      | 2,12       |         |
| Spot 2                  | 38,73      | -4,76      | 10,01      |         |
| Spot 3                  | 46,58      | 0,73       | 17,05      |         |
| Spot 4                  | 58,43      | 2,04       | 20,3       |         |
| Spot 5                  | 53,7       | 10,7       | 25,63      |         |

Tabella 6: Valori  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  delle velature (su sfondo tratteggiato).

| Nome campiture             | $L^*(D65)$ | $a^*(D65)$ | $b^*(D65)$ | Simbolo |
|----------------------------|------------|------------|------------|---------|
| <i>Velature tratteggio</i> |            |            |            | ▲       |
| V spot 1                   | 62,92      | -35,58     | -12,73     |         |
| Spot 2                     | 72,97      | -21,83     | -8,32      |         |
| Spot 3                     | 77,6       | -17,26     | -5,8       |         |
| Spot 4                     | 82,24      | -10,65     | -2,86      |         |
| Spot 5                     | 86,49      | -7         | -0,72      |         |
| V+Z spot 1                 | 42,3       | -39,62     | 18,42      |         |
| Spot 2                     | 54,83      | -26,8      | 30,98      |         |
| Spot 3                     | 69,16      | -18,6      | 31,72      |         |
| Spot 4                     | 74,96      | -11,83     | 33,05      |         |
| Spot 5                     | 80,21      | -6,29      | 39,89      |         |
| V+R spot 1                 | 51,06      | -45,01     | 16,15      |         |
| Spot 2                     | 65,01      | -35,16     | 21,75      |         |
| Spot 3                     | 64,2       | -29,31     | 29,65      |         |
| Spot 4                     | 73,21      | -17,88     | 38,37      |         |
| Spot 5                     | 79,01      | -14,01     | 45,89      |         |
| V+C spot 1                 | 49,81      | -35,95     | 10,12      |         |
| Spot 2                     | 58,83      | -18,55     | 19,9       |         |
| Spot 3                     | 70,66      | -13,62     | 19,5       |         |
| Spot 4                     | 75,87      | -8,98      | 21         |         |
| Spot 5                     | 83,27      | -7,2       | 25,97      |         |
| V+A spot 1                 | 28,53      | -6,61      | 2,87       |         |
| Spot 2                     | 41,64      | -3,24      | 11,89      |         |
| Spot 3                     | 49,13      | -0,75      | 14,44      |         |
| Spot 4                     | 50,8       | 3,98       | 16,77      |         |
| Spot 5                     | 55,9       | 6,39       | 20,24      |         |

## Conclusioni

Si è effettuato uno studio cromatico di quattro varietà del pigmento verdigris, preso singolarmente, e poi studiato in miscela con pigmenti bianchi e gialli di diversa natura. Si è inoltre messo a confronto il verdigris e le sue miscele con altri pigmenti verdi quali la malachite e la terra verde. Dalle analisi colorimetriche si è osservato che il verdigris puro presenta dei colori verdi tendenti al blu al contrario della malachite o la terra verde. Le sue miscele invece presentano diverse sfumature di verde, alcune che danno risultati comparabili con quelli ottenuti con le diverse campiture di malachite (miscele con reseda, giallo di Napoli e giallo di vetro) mentre altre risultano più simili a quelle della terra verde (miscele con aloe e orpimento). Quando si aggiunge alle miscele la biacca, essa causa un aumento della luminosità  $L^*$  e un generale spostamento dei colori nel diagramma  $a^*b^*$  verso la neutralità.

Infine, nel caso delle velature, dove si osserva una predominanza del verdigris sullo sfondo si hanno dei colori con netta predominanza verde (spot 1 e spot 2) mentre mano a mano che aumenta il contributo della biacca si osserva uno spostamento verso colori tendenzialmente più gialli (spot 4 e 5). Gli andamenti tra i due tipi di campiture, sfumato e tratteggiato, risultano comparabili.

## Riferimenti bibliografici

Buse, J., Otero, V., & Melo, M. (2019). New Insights into Synthetic Copper Greens: The Search for Specific Signatures by Raman and Infrared Spectroscopy for Their Characterization in Medieval Artworks. *Heritage*, 2(2), 1614–1629. doi:10.3390/heritage2020099

Herrero-Cortell, M. A. (2019) Colores verdes in Materiales, soportes y procedimientos utilizados en los obradores pictóricos de la Corona de Aragón (siglos XV y XVI). Una aproximación a través del paradigma valenciano. Tesi di dottorato. Università di Lleida. Lleida.

## Studio dei coloranti organici impiegati per la realizzazione di codici purpurei tardo-antichi e dei fattori che ne influenzano il colore

Cristina Fornacelli<sup>1</sup>, Serena Morrocchesi<sup>2</sup>, Andrea Casini<sup>1</sup>, Costanza Cucci<sup>1</sup>, Lorenzo Stefani<sup>1</sup>, Maurizio Aceto<sup>3</sup>, Francesca Robotti<sup>3</sup>, Teresa D'Urso<sup>4</sup>, Giulia Simeoni<sup>4</sup> and Marcello Picollo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto di Fisica Applicata “Nello Carrara” del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IFAC-CNR), Via Madonna del piano 10. 50019 Sesto Fiorentino (FI)

<sup>2</sup> Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Chimica “Ugo Schiff” (DICUS), Via della Lastruccia, 3. 50019 Sesto Fiorentino (FI)

<sup>3</sup> Università degli studi del Piemonte Orientale, Dipartimento per lo Sviluppo Sostenibile e la Transizione Ecologica, piazza S. Eusebio, 5 - 13100 Vercelli.

<sup>4</sup> Dipartimento di Lettere e Beni Culturali, Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli, Via Raffaele Perla 21. 81055 Santa Maria Capua Vetere (CE)

### Abstract

I codici purpurei rappresentano una tra le più prestigiose opere librerie realizzate in epoca tardoantica e medievale. La loro condizione di elevato prestigio è tuttavia in contrasto con la possibilità di effettuare approfondite indagini diagnostiche per poterne comprendere la tecnica di produzione e la natura delle materie prime impiegate. Grazie al progetto nazionale di ricerca PRIN2020 PURPLE – PURple ParchmEnt LEGacy, è stato possibile intraprendere una vasta campagna di indagini analitiche non invasive per lo studio tecnologico e la caratterizzazione materica di un consistente numero di codici purpurei, dalla tarda antichità all'età moderna. Nel presente studio saranno illustrati i risultati ottenuti a seguito di indagini colorimetriche eseguite su codici purpurei realizzati fra il V ed il XVI secolo. Le indagini sono state condotte attraverso l'acquisizione e la successiva elaborazione di immagini iperspettrali, ottenute attraverso l'impiego di una camera iperspettrale Specim IQ. I risultati saranno discussi criticamente e messi in relazione ai coloranti presenti e alle caratteristiche della pergamena.

**Keywords:** Codici purpurei, Imaging Iperspettrale, Colorimetria, FORS, Coloranti organici.

### Introduzione

Il monitoraggio del colore rappresenta un'importante attività in numerosi contesti, dal controllo di qualità nell'industria alla conservazione del patrimonio culturale (Marchiafava *et al.*, 2014; Chlebeda, Rogulska and Łojewski, 2017). Il modello di descrizione del colore maggiormente impiegato in questi ambiti è rappresentato dal sistema CIEL\*a\*b\*, ampiamente utilizzato da colorimetri e software di grafica disponibili sul mercato.

Recentemente, lo sviluppo di nuovi metodi dedicati alla descrizione del colore è stato indirizzato verso l'implementazione di sistemi di visione artificiale, anziché colorimetri e spettrofotometri standard. Ulteriori sviluppi in quest'area hanno portato all'uso dell'imaging iperspettrale (HSI), una tecnica che, grazie alla ricchezza di contenuti informativi inclusi nei set di dati acquisiti, rappresenta una delle tecnologie che negli ultimi anni ha riscosso maggiori consensi all'interno della comunità scientifica, così come in ambito storico-artistico. Il vasto set di dati HSI (comunemente denominato *data-cube*, o *file-cubo*) possiede un alto contenuto informativo e può essere elaborato utilizzando algoritmi diversi (Cucci, Delaney and Picollo, 2016). Ogni *data-cube*, a seconda delle geometrie di misura con cui è stato acquisito, può essere usato per il calcolo dei valori di tristimolo (XYZ) definiti dalla Commission internationale de l'éclairage (CIE).

I continui progressi volti a riadattare e migliorare questa tecnologia per applicazioni specifiche nel campo della conservazione dei Beni Culturali, hanno inoltre reso l'HSI uno strumento indispensabile nella caratterizzazione non-invasiva di una vasta gamma di opere d'arte (Cucci, Delaney and Picollo, 2016). Sebbene la maggior parte delle strumentazioni HSI risultano essere ingombranti e di difficile trasportabilità, i recenti sviluppi hanno permesso di ottenere dispositivi nettamente più compatti e capaci di operare in diverse condizioni ambientali.

Gli studi condotti negli ultimi anni dal gruppo SABeC (Spectroscopy applied to Cultural Heritage) presso i laboratori dell'Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara" del CNR di Sesto Fiorentino hanno permesso di valutare l'accuratezza, la ripetibilità e la riproducibilità dei dati acquisiti dalla camera Specim IQ sviluppata da SPECIM Spectral Imaging Ltd. (Oulu, Finlandia, [www.specim.fi](http://www.specim.fi)) per applicazioni finalizzate al calcolo colorimetrico di oggetti bidimensionali (Cherubini *et al.*, 2020, 2023; Pertica *et al.*, 2023).

Il presente studio, condotto nell'ambito del progetto PRIN Purple Parchment Legacy<sup>1</sup>, è rivolto allo studio colorimetrico di codici purpurei realizzati a partire dal V secolo con lo scopo di ottenere informazioni riguardo il tipo, la distribuzione e il degrado del colorante impiegato per la tintura della pergamena. Nonostante alcuni limiti riscontrati prevalentemente dall'analisi di oggetti non perfettamente *flat*, il confronto dei risultati ottenuti a seguito dell'applicazione di tecniche diagnostiche tradizionali e innovative ha dimostrato le buone potenzialità della tecnica iperspettrale per la misura del colore. L'HSI si è inoltre dimostrato un potente strumento per la realizzazione di mappe colorimetriche che consentono un monitoraggio efficace dei cambiamenti che il colore può subire nel corso tempo, quali l'usura, l'esposizione alla luce o trattamenti conservativi, aprendo così nuove prospettive nell'ambito del monitoraggio e della conservazione Beni Culturali.

### I codici purpurei

Lo studio colorimetrico è stato eseguito su 4 differenti codici purpurei investigati nell'ambito del progetto PRIN Purple Legacy (Tab. 1). I codici purpurei rappresentano la produzione libraria probabilmente più pregiata dall'Antichità all'Alto Medioevo.

| Codice                                                            | Biblioteca                                    | Periodo    | Colorante                                      |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|------------------------------------------------|
| <i>Codex Neapolitanus</i><br><i>Lat. 3 (ex vindob. Lat. 1235)</i> | Biblioteca Nazionale<br>Emanuele III - Napoli | V secolo   | Oricello                                       |
| <i>Codex Brixianus</i>                                            | Biblioteca Queriniana - Brescia               | VI secolo  | Oricello<br>Oricello+indaco<br>Oricello/folium |
| <i>Evangelario</i><br><i>Gr. 2 (ex vindob. Gr. Suppl. 12)</i>     | Biblioteca Nazionale<br>Emanuele III - Napoli | X secolo   | Oricello                                       |
| <i>Libro d'Ore di Durazzo</i>                                     | Biblioteca Civica Berio - Genova              | XVI secolo | Oricello                                       |

Tab. 1 – Codici purpurei investigati in occasione del presente studio

È attualmente accertato che il colorante storicamente impiegato in codici di età Tardo Antica e Alto Medioevale è rappresentato prevalentemente da oricello, ottenuto da varie specie di licheni del genere *Roccella*, invece del più noto e importante porpora di Tiro (Aceto *et al.*, 2019). Più scarse sono le testimonianze dell'impiego di *folium*, ricavato dai frutti trilobati della *Chrozophora tinctoria* (L.) A. Juss) appartenente alla famiglia delle *Euforbiacee*. Per diversi secoli, tuttavia, la distinzione fra oricello e folium è stata sovente trascurata, sia in ambito tecnico che in letteratura artistica dove

<sup>1</sup> *Purple Parchment Legacy, Progetto nazionale di ricerca sui manoscritti purpurei dalla tarda antichità all'età moderna.* Finanziato nell'ambito del PRIN: PROGETTI DI RI-CERCA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE – Bando 2020, Protocollo n. 2020P8W99T – Settore ERC SH5, CUP C93C22000530001

coloranti ottenuti da licheni o da specie del genere *Chrozophora* sono stati riportati con la medesima nomenclatura. Solo recentemente è stato possibile distinguere l'impiego di oricello e folium sulla base delle rispettive caratteristiche spettroscopiche.

Per ottenere il caratteristico color porpora, la pergamena veniva sottoposta a tintura per immersione, a pennello e attraverso spugnatura (Hofmann *et al.*, 2020). Le caratteristiche della pergamena (es. origine), il grado e la qualità della lavorazione, nonché le differenze che esistono fra lato pelo e lato carne (dovute alle intrinseche difformità fra lo strato papillare e reticolare del derma e che comportano una diversa lavorazione dei due strati) influenzano fortemente il grado di colorazione del supporto (Aceto *et al.*, 2019).

### Set up sperimentale

La camera Specim IQ è stata sviluppata per fornire uno strumento completo per l'analisi iperspettrale su diversi manufatti e in diversi campi applicativi (Behmann *et al.*, 2018). A differenza della maggior parte della strumentazione HSI tradizionale, la camera integra un sistema di imaging iperspettrale con una camera a colori, una memoria espandibile, batterie e un software integrato per l'acquisizione e l'analisi dei dati in tempo reale che consente inoltre di interagire direttamente con la camera attraverso un touchscreen integrato e un'interfaccia user-friendly.

La camera opera nell'intervallo 400-1000 nm con risoluzione spettrale di 7 nm; le immagini acquisite hanno una risoluzione di 512 x 512 pixels con un totale di 204 bande spettrali (Cucci *et al.*, 2017; Behmann *et al.*, 2018). Il sistema operativo è inoltre pensato per consentire all'operatore di valutare ed apportare, ad ogni acquisizione, i necessari adattamenti per la regolazione della camera. L'acquisizione dei dati iperspettrali con Specim IQ può essere realizzata in diverse condizioni ambientali ed impiegando sia luce naturale che artificiale. L'impiego inoltre di uno standard di riflettanza consente di calibrare i dati HSI allo scopo confrontare misurazioni effettuate in diverse condizioni.

La misura del colore è stata inoltre eseguita attraverso l'impiego di uno spettrofotometro Konica-Minolta modello CM-700d. Il colorimetro, dotato di sfera integratrice, ha una geometria di misura  $d/8^\circ$  e opera nell'intervallo spettrale 400-700 nm con passo di acquisizione di 10 nm. La sorgente è rappresentata da una lampada Xenon pulsata (con filtro taglia UV), mentre il detector è costituito da una serie di fotodiodi al silicio. Lo strumento è inoltre provvisto di un proprio riferimento bianco (riflettente al 100%) e un box di calibrazione zero (riferimento 0%). Le misurazioni sono state eseguite spot di diametro 8 mm (configurazione MAV) ed in configurazione sia con componente speculare integrata che esclusa (rispettivamente configurazione SCI e SCE).

### Data processing

Per poter procedere con lo studio colorimetrico a partire dai dati generati dalla camera IQ è stato necessario un processo di elaborazione che consentisse di ottenere immagini sRGB (Standard Red Green Blue) in formato TIF in scala di grigio delle tre coordinate  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  (spazio colorimetrico CIELab76) per l'osservatore standard  $2^\circ$  e illuminante standard D65. Questo è stato reso possibile grazie a un programma realizzato ad hoc presso IFAC-CNR (Cherubini *et al.*, 2020, 2023).

I dati contenuti nei files in formato sRGB sono stati successivamente elaborati con il programma Fiji<sup>TM</sup>, un pacchetto di elaborazione immagini che integra ImageJ<sup>TM</sup> (programma di elaborazione per immagini scientifiche multidimensionali) con una serie di plug-in per l'analisi scientifica delle immagini. Il software permette di convertire l'immagine sRGB in uno stack  $L^*a^*b^*$  su cui successivamente poter estrarre i valori di ogni singola coordinata a partire da un punto o da un'area, fino alla creazione di mappe di distribuzione.

Una fase preliminare del presente studio si è concentrata sulla validazione dei risultati ottenuti tramite HSI attraverso un confronto con i dati acquisiti attraverso l'impiego dello spettrocolorimetro Konica-Minolta modello CM-700d. Per ottenere un migliore confronto, si è inoltre preferito procedere con



l'impiego di uno filtro MEAN che consentisse di ottenere uno smoothing in un'area di 7x7 pixels (raggio 3).

Per ciascun codice sono stati individuati 2 fogli con caratteristiche peculiari e per ciascun foglio sono state selezionate 3 aree di circa 49 pixel (corrispondente a 7 pixel per lato); la posizione delle 3 aree è stata scelta in modo da poter studiare il comportamento della pergamena in prossimità dell'angolo esterno in basso (dove la pergamena viene maggiormente maneggiata durante la sfogliatura), del bordo interno in prossimità della rilegatura (facendo attenzione a non eseguire la misurazione su aree interessate da fenomeni di degrado) e della parte centrale (in mezzo al testo, o alla miniatura).

## Risultati e discussione

Il confronto dei valori delle coordinate colorimetriche  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  ottenute tramite le acquisizioni con colorimetro e HSI (definite d'ora in avanti rispettivamente  $L^*a^*b^*$  (CM-700d) e  $L^*a^*b^*$  (HSI)) ha mostrato una buona correlazione ( $R^2$ :  $L^*=0.92$ ,  $a^*=0.86$ ,  $b^*=0.95$ ), suggerendo una possibile applicabilità della tecnica HSI al calcolo delle coordinate colorimetriche. Tuttavia, considerando il dato acquisito dal colorimetro quale valore di riferimento ed andando a valutare l'errore assoluto e la dispersione dei dati  $L^*a^*b^*$  (HSI), è possibile osservare come  $L^*$  sia interessata da fluttuazioni maggiormente rilevanti, prevalentemente imputabili a condizioni di illuminazione non perfettamente omogenee (es. superficie *non-flat*). I valori di  $a^*$  (HSI) risultano mediamente sovra-stimati ( $\Delta a^* = +3.8$ ), mentre  $b^*$  (HSI) presenta valori sempre sotto-stimati ( $\Delta b^* = -0.9$ ) rispetto a quelli forniti dal colorimetro (Tab. 2). Sebbene uno studio più approfondito si renda necessario per comprendere al meglio le motivazioni che hanno portato tali differenze fra i valori di riferimento  $L^*a^*b^*$  (CM-700 d) e quelli HSI  $L^*a^*b^*$  (HSI), si può ritenere che esse siano prevalentemente correlabili a vari fattori, quali:

- Impiego di tecnologie differenti che richiedono diverse condizioni di set up.
- Illuminazione non perfettamente omogenea dovuta a eterogeneità della superficie. Tali eterogeneità sono da imputarsi alle caratteristiche proprie del supporto membranaceo, nonché alle condizioni di set up che, vista la delicatezza dell'opera, non permettevano di maneggiarla e/o posizionarla adeguatamente.
- Impiego di riferimenti diversi per la calibrazione dei due strumenti;

La possibilità di misurare il colore a partire da una mappa ad alta risoluzione dell'oggetto ha inoltre rappresentato uno dei maggiori vantaggi nell'applicazione di HSI allo studio di superfici altamente delicate. Le mappe colorimetriche così ottenute possono consentire di monitorare i cambiamenti che l'oggetto analizzato può subire nel corso del tempo, o a causa dell'esposizione alla luce o di interventi di conservazione. Occorre tuttavia considerare che la precisione delle operazioni di monitoraggio sarà strettamente connessa alla ripetibilità delle condizioni operative (camera, illuminazione, distanza e posizionamento dell'oggetto).

|                        | $\Delta L^*$ | $\Delta a^*$ | $\Delta b^*$ | $\Delta E$ |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Errore assoluto</b> | 6,8          | 8,1          | 2,6          | -          |
| <b>Range</b>           | -5,6 – 6,8   | 1,8 – 8,1    | -2,6 – 0,2   | 5,3 – 35,5 |
| <b>Mean</b>            | -0,5         | 3,8          | -0,9         | 14,8       |
| <b>STD</b>             | 3,3          | 1,8          | 1,0          | 9,3        |

Tab. 2 - Tabella riassuntiva delle differenze fra i valori colorimetrici ottenuti a seguito di indagini colorimetriche tramite spettrocolorimetro Konica-Minolta CM-700d e HSI.

## Casi studio

### *Variabilità delle caratteristiche colorimetriche dell'oricello*

Anticamente l'oricello veniva comunemente estratto da diverse specie di licheni appartenenti a diverse famiglie biologiche, principalmente licheni fruticosi (specie *Roccella*) e crostosi, che erano diffusi in diverse parti del mondo dalle coste mediterranee dell'Africa, dall'Asia al Sud America. Il

termine oricello è quindi oggi utilizzato per disegnare una qualsiasi specie di licheni che è in grado di produrre una tintura viola, comprendendo quindi numerose specie biologiche che, a seguito di specifici trattamenti (es. macerazione in una miscela di acqua calda e ammoniaca, generalmente urina) risultano in una complessa miscela di derivati del phenoxazone (Beecken *et al.*, 2003). Ne consegue che, a seconda delle caratteristiche della materia prima e delle successive fasi di estrazione, nonché alle caratteristiche del supporto su cui viene applicato (es. specie animale, pH), l'impiego di oricello può dare luogo a colorazioni che possono differire fra loro.

In occasione del presente studio, sono state confrontate le caratteristiche colorimetriche di 4 codici, il *Codex Brixianus* (VI secolo), il *Codex Neapolitanus* (fine V secolo), l'*Evangelario Greco 2* (X secolo) ed il *Libro d'Ore di Durazzo* (XVI secolo). Lo studio dei parametri colorimetrici ha permesso di evidenziare caratteristiche peculiari di ogni codice che sono imputabili a miscele a base di oricello di diversa natura (Fig. 1).

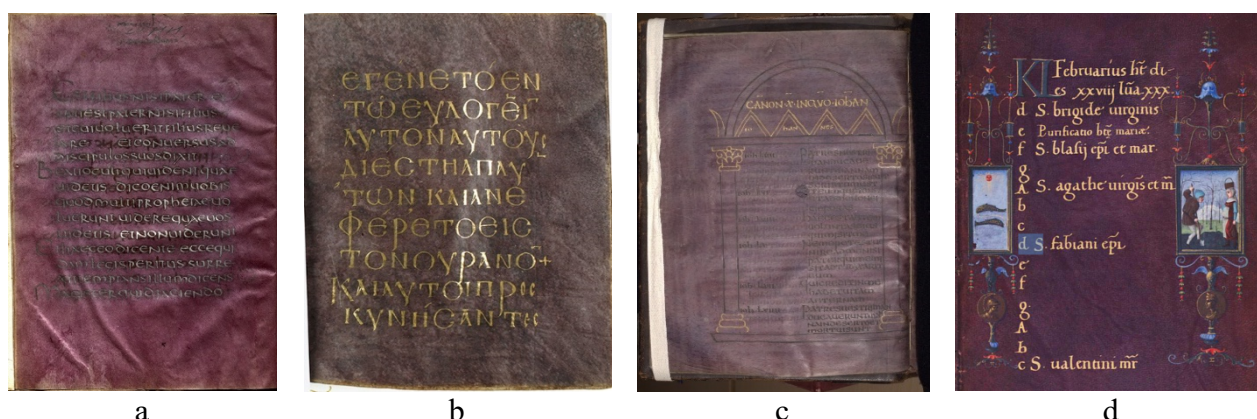
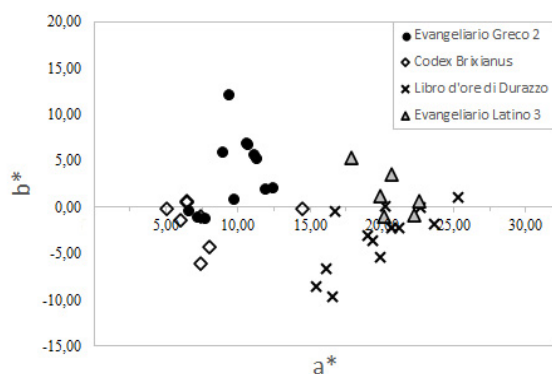


Fig. 1 – Dettagli dei codici analizzati. (a) Codex Neapolitanus Lat. 3 (ex vindob. Lat. 1235). (b) Evangelario Gr. 2 (ex vindob. Gr. Suppl. 12). (c) Codex Brixianus. (d) Libro d'Ore di Durazzo

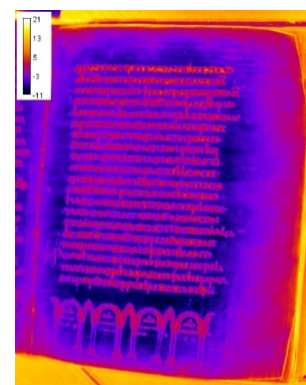
Da una prima osservazione dei parametri colorimetrici (Fig.2), è possibile notare come l'*Evangelario Greco* codice presenti valori colorimetrici che si discostano nettamente da quelli calcolati per gli altri codici, sia per quanto riguarda il lato pelo che il lato carne. Tutti i fogli appartenente all'*Evangelario Greco* presentano infatti una colorazione molto intensa che si traduce in valori di riflettanza nettamente inferiori ( $28,06 < L^* < 44,38$ ) rispetto a quanto osservato nel resto dei codici investigati ( $32,11 < L^* < 53,44$ ). Ad una maggiore saturazione del colore si accompagna inoltre una netta differenza nei valori di  $a^*$  ( $6,66 < a^* < 10,75$ ) e  $b^*$  ( $0,48 < b^* < 6,66$ ). Tutto questo si traduce in una colorazione con una minore componente rossa che, unitamente ad una componente gialla mediamente più alta, risulta in una tinta più calda della pergamena rispetto agli altri tre codici.



a



b



c

Fig. 2 –Diagramma di cromaticità  $a^*$ ,  $b^*$ . (a) Mappatura delle coordinate colorimetriche  $a^*$  (b) e  $b^*$  (c) del foglio 120r del Codex Brixianus.

### Differenze colorimetriche fra lato pelo e lato carne

Il *Codex Neapolitanus* (Ex-Vindobonensis Lat. 3), risalente alla fine del V secolo d.C., rappresenta uno dei codici più antichi conosciuti fino ad oggi. Il codice si distingue per la pregiata lavorazione della pergamena (spessore variabile tra 0,10 mm e 0,18 mm) caratterizzata da una colorazione porpora molto tenue e, ad occhio nudo, relativamente omogenea. Il codice si contraddistingue in particolare per la netta differenza di intensità del colore fra lato pelo e lato carne dovuta a un maggiore assorbimento del colorante da parte del primo che ha comportato una maggiore saturazione.

La mappatura di  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  (Fig. 2) ha consentito una prima valutazione delle differenze di distribuzione del colorante evidenziando maggiori disomogeneità sui fogli lato carne. Per una valutazione delle differenze di colore, si è quindi scelto di investigare aree con maggiore omogeneità, come ad esempio, nel caso specifico, in prossimità della costola. Come si può osservare in tabella 3, le principali cause della differenza di colore che si osserva fra lato pelo e lato carne sono da imputarsi prevalentemente ad una diminuzione della componente rossa e ad un incremento medio della riflettanza (strettamente correlata a  $L^*$ ) in accordo con la minore saturazione della colorazione purpurea del folio. Per quanto riguarda  $L^*$  occorre tuttavia tenere conto degli effetti dovuti ad una non trascurabile curvatura della superficie investigata che rende la stima di  $L^*$  meno affidabile.

Come si può evincere dai valori colorimetrici, la differenza di colore fra i due fogli risulta notevole ( $\Delta E$  76.37) e maggiormente influenzata dalle evidenti differenze nei valori di  $a^*$  e nella percentuale di riflettanza.

| Codice                        | folio | Lato   | Colore         | Colorante              | $L^*$ | STD  | $a^*$ | STD  | $b^*$  | STD  |
|-------------------------------|-------|--------|----------------|------------------------|-------|------|-------|------|--------|------|
| <i>Codex Neapolitanus</i>     | 16v   | Carne  | Porpora chiaro | Oricello               | 53,44 | 1,74 | 13,21 | 0,64 | -0,55  | 0,54 |
| <i>Codex Neapolitanus</i>     | 18r   | Pelo   | Porpora        | Oricello               | 43,18 | 2,32 | 19,88 | 0,65 | 1,23   | 0,62 |
| <i>Libro d'Ore di Durazzo</i> | 108v  | Carne  | Porpora        | Oricello               | 32,11 | 1,35 | 20,25 | 0,98 | 0,07   | 0,88 |
| <i>Libro d'Ore di Durazzo</i> | 2r    | Pelo   | Porpora        | Oricello               | 32,76 | 0,82 | 19,04 | 0,63 | -3,01  | 0,79 |
| <i>Libro d'Ore di Durazzo</i> | 167v  | Fading | Porpora chiaro | Oricello               | 41,16 | 2,23 | 17,71 | 0,34 | -1,01  | 1,06 |
| <i>Codex Brixianus</i>        | 120r  | Carne  | Porpora        | Oricello               | 36,48 | 1,51 | 14,45 | 0,80 | -0,23  | 0,67 |
| <i>Codex Brixianus</i>        | 120r  | Carne  | Porpora        | Folium                 | 35,68 | 1,43 | 12,85 | 0,85 | -8,57  | 0,53 |
| <i>Codex Brixianus</i>        | 35r   | Carne  | Porpora        | Oricello+ indaco/guado | 38,66 | 1,01 | 7,41  | 0,65 | -0,93  | 0,69 |
| <i>Breviario Ferrante</i>     | 1r    | Carne  | Viola          | Folium                 | 34,15 | 0,97 | 9,42  | 0,40 | -10,70 | 0,63 |

Tab. 3 - Valori medi dei tre parametri colorimetrici calcolati in aree selezionate (20x65 pixel).

### Degrado della tintura

Rispetto alla porpora di Tiro, oricello e folium presentano una minore stabilità che può comportare un drastico sbiadimento a seguito di un'esposizione prolungata alla luce (Aceto *et al.*, 2020).

Le indagini eseguite sul *Libro d'Ore* di Durazzo (conosciuto anche come Offiziolo di Durazzo), hanno permesso una prima valutazione degli effetti dell'esposizione alla luce (artificiale e/o naturale) alla quale si sottopone il codice durante eventi espositivi.

Il *Libro d'Ore* di Durazzo, realizzato nei primi anni del XVI secolo, è una raccolta di salmi e preghiere (Uffici) caratterizzato dall'impiego di pergamena di elevata qualità che presenta una colorazione ad oricello altamente omogenea. Sebbene ad una prima osservazione ad occhio nudo non si evidenzino particolari differenze fra lato pelo e lato carne, la mappatura delle coordinate colorimetriche consente di evidenziare una distribuzione meno omogenea del colorante sul lato carne, come osservato anche

nel caso precedente. Tuttavia, a differenza dell'Evangelario Latino, il Libro d'ore di Durazzo presenta una ridotta differenza di colore fra lato pelo e lato carne ( $\Delta E = 5.7$ ) (tab 3).

Tale omogeneità si estende a tutto il codice ad eccezione del foglio 167v, il quale mostra le conseguenze di una ripetuta (anche se non prolungata) esposizione alla luce. In questo caso, le conseguenze dello sbiadimento della colorazione purpurea sono ben evidenti e principalmente rappresentate dal un aumento della percentuale di riflettanza e una netta variazione di  $b^*$  che comporta una diminuzione della componente blu. Quest'ultima, insieme ad una leggera diminuzione della componente rossa risulta in una colorazione meno purpurea ( $\Delta E = 44.9$ ), verosimilmente influenzata dal degrado del colorante ed un maggiore contributo della pergamena.

La scelta dei conservatori di esporre il codice aperto sempre al medesimo folio ha quindi consentito di preservare la colorazione dei restanti fogli ed ha fornito un ottimo esempio di come le condizioni di esposizione, nonché di conservazione, giochino un ruolo fondamentale nella preservazione di questa categoria di manoscritti.

### *Impiego di diversi coloranti*

Sebbene un esteso studio materico dei codici purpurei sino ad oggi conosciuti sia ancora ai primi stadi, allo stato dell'arte sarebbe possibile affermare che il solo oricello rappresenta il colorante predominante per la colorazione dei codici tardo-antichi e altomedievali (Aceto *et al.*, 2019). Ne rappresenta un'eccezione il codice *Brixianus*, risalente al VI secolo e conservato presso la Biblioteca Queriniana di Brescia.

Grazie alla possibilità di estrarre dal data-cube informazioni spettrali associate ad ogni singolo pixel, le indagini iperspettrali hanno consentito di verificare la presenza di più coloranti, anche all'interno dello stesso foglio. La possibilità di estendere l'indagine a numerosi fogli appartenenti alle diverse sezioni che costituiscono il codice, ha permesso di chiarire alcuni aspetti legati alla produzione del *Codex Brixianus* e alla sua storia dal VI secolo fino ad oggi (Aceto *et al.*, 2024).

Le indagini hanno evidenziato un peculiare l'impiego di miscele o combinazioni di coloranti diversi per ogni sezione, nello specifico oricello e indaco/guado nei *Canon*i, oricello e folium nei *Vangeli*, portando a ritenere che le due sezioni siano da considerarsi indipendenti.

Le indagini colorimetriche confermano le differenze osservate a livello spettroscopico (Tab. 3). Nella sezione dei *Vangeli* le aree marginali al testo, colorate con oricello, sono descritte da coordinate colorimetriche in accordo con quelle osservate in altri codici colorati con il medesimo colorante. Nella porzione centrale, in cui le indagini spettroscopiche hanno confermato l'impiego di folium, è possibile notare un netto incremento della componente blu ed in una conseguente colorazione più violacea. I valori di  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  ottenuti in quest'area sono stati confrontati con quelli ottenuti a partire da stesure a base di folium riscontrate su diversi codici rinascimentali napoletani, come ad esempio il *Breviario di Ferrante*, conservato presso la Biblioteca Nazionale Vittorio Emanuele III di Napoli, ottenendo riscontri che permettono quindi di collegare determinate caratteristiche colorimetriche al tipo di colorante impiegato.

Nella sezione *Canon*i, la miscelazione di oricello e indaco/guado per ottenere verosimilmente una colorazione più violacea sono in accordo con la netta diminuzione di  $a^*$  rispetto alle aree colorate con solo oricello donando alla pergamena una colorazione caratterizzata da una maggiore componente blu.

Sebbene non diagnostiche al livello materico, le indagini colorimetriche attraverso l'elaborazione dei HSI hanno quindi mostrato elevate potenzialità per l'identificazione di aree con diversa colorazione, consentendo, ad esempio, di valutare con maggiore precisione le aree da sottoporre ad una più approfondita analisi puntuale attraverso altre tecniche analitiche.

### **Conclusioni**

Da quanto emerso dal presente studio, l'applicazione di tecniche di indagine iperspettrale, nello specifico attraverso la camera Specim IQ, allo studio colorimetrico di codici purpurei ha mostrato

risultati incoraggianti. Sebbene restino da approfondire alcune limitazioni, la possibilità di estrapolare informazioni colorimetriche a partire dal data-cube con buona precisione ed ottima risoluzione consenti fornisce spunti molto interessanti per lo studio colore ed il monitoraggio delle sue variazioni nel tempo.

## Bibliografia

Aceto, M., Calà, E., Agostino, A., Fenoglio, G., Gulmini, M., Idone, A., Porter, C., Hofmann, C., Rabitsch, S., Denoël, C., Förstel, C. and Quandt, A. (2019) 'Mythic dyes or mythic colour? New insight into the use of purple dyes on codices', *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 215, pp. 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2019.01.091>.

Aceto, M., Calà, E., Agostino, A., Labate, M., Capra, V., Gualini, E., Hirsch, S., Morrocchesi, S. and Picollo, M. (2024) 'Indagini diagnostiche non-invasive sul Codex Brixianus', in C. Falluomini and P. Stoppaci (eds) *Nuove Ricerche sul Codex Brixianus*. Spoleto: Fondazione Centro Italiano per gli Studi sull'Alto Medioevo, pp. 25–48.

Aceto, M., João Melo, M., Calà, E., Nabais, P. and Araújo, R. (2020) 'Identification of the purple dye on the Vienna Genesis', in *The Vienna Genesis: Material analysis and conservation of a Late Antique illuminated manuscript on purple parchment*. Böhlau Verlag, pp. 103–118. <https://doi.org/10.7767/9783205210580.103>.

Beecken, H., Gottschalk, E.M., v Gizycki, U., Krämer, H., Maassen, D., Matthies, H.G., Musso, H., Rathjen, C. and Zdhorszky, U.I. (2003) 'Orcein and litmus', *Biotechnic & histochemistry*, 78(6), pp. 289–302.

Behmann, J., Acebron, K., Emin, D., Bennertz, S., Matsubara, S., Thomas, S., Bohnenkamp, D., Kuska, M.T., Jussila, J., Salo, H., Mahlein, A.K. and Rascher, U. (2018) 'Specim IQ: Evaluation of a new, miniaturized handheld hyperspectral camera and its application for plant phenotyping and disease detection', *Sensors (Switzerland)*, 18(2). <https://doi.org/10.3390/s18020441>.

Cherubini, F., Casini, A., Cucci, C., Innocenti, S., Picollo, M. and Stefani, L. (2020) 'Misure spettroscopiche e colorimetriche in ambiente controllato con camera iperspettrale: applicazione su stampe del 1930', in *Colore e Colorimetria. Contributi Multidisciplinari - Atti della XVI Conferenza del Colore, Bergamo 2020*, pp. 173–180.

Cherubini, F., Casini, A., Cucci, C., Picollo, M. and Stefani, L. (2023) 'Application of a hyperspectral camera for colorimetric measurements on polychrome surfaces in a controlled environment and evaluation of three image processing software for displaying colorimetric data: Pros and cons of the methodology presented', *Color Research and Application*, 48(2), pp. 210–221. <https://doi.org/10.1002/COL.22835>.

Chlebda, D.K., Rogulska, A. and Łojewski, T. (2017) 'Assessment of hyperspectral imaging system for colour measurement', *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 185, pp. 55–62. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2017.05.037>.

Cucci, C., Casini, A., Stefani, L., Picollo, M. and Jussila, J. (2017) 'Bridging research with innovative products: a compact hyperspectral camera for investigating artworks: a feasibility study', in *Optics for Arts, Architecture, and Archaeology VI*, p. 1033106. Available at: <https://doi.org/10.1117/12.2270015>.

Cucci, C., Delaney, J.K. and Picollo, M. (2016) 'Reflectance Hyperspectral Imaging for Investigation of Works of Art: Old Master Paintings and Illuminated Manuscripts', *Acc Chem Res*, 49(10), pp. 2070–2079. Available at: <https://doi.org/10.1021/acs.accounts.6b00048>.

Hofmann, C., Rabitsch, S., Malissa, A., Aceto, M., Uhler, K., Griesser, M., Calà, E., Agostino, A. and Fenoglio, G. (2020) 'The miniatures of the Vienna Genesis: colour identification and painters' palettes', in *The Vienna Genesis*, pp. 201–246. <https://doi.org/10.7767/9783205210580.201>.

Marchiafava, V., Bartolozzi, G., Cucci, C., De Vita, M. and Picollo, M. (2014) 'Colour measurements for the characterisation and monitoring of contemporary works of art', *Cultura e Scienza del Colore*, 1/14, pp. 26–30

Pertica, A., Casini, A., Cucci, C., Picollo, M., Stefani, L. and Vervat, M. (2023) 'Reflectance hyperspectral imaging for colorimetric and spectroscopic studies: the analysis of an impressionist painting', *Cultura e Scienza del Colore*, 15(2), pp. 75–82. <https://doi.org/10.23738/CCSJ.150209>.



## I colori nascosti dei Re

Paolo Bertelli<sup>1</sup>, Paola Artoni<sup>1</sup>, Dafne Cimino<sup>1</sup>, Maurizio Aceto<sup>2</sup>, Maria Labate<sup>3</sup>,  
Amalia Nani<sup>3</sup>, Angelo Agostino<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Indipendente

<sup>2</sup> Università degli Studi del Piemonte Orientale

<sup>3</sup> Università degli Studi di Torino

Contatto: Paolo Bertelli, paolo.bertelli27@gmail.com

### Abstract

Questo studio si concentra su un inedito dipinto su tavola del XVI secolo, “*L’adorazione di un re Magio*”, attribuibile a un artista nordico. L’opera presenta un’iconografia che ricalca la parte inferiore di un’incisione di Hendrick Goltzius (1558-1617) ispirata a un dipinto non identificato. Dall’analisi infrarossa e radiografica emerge che il dipinto ha subito modifiche: la tavola è stata tagliata e uno strato di colore bruno è stato applicato per ridefinire lo sfondo delle figure principali. Le indagini multispettrali e XRF hanno permesso di individuare pigmenti originali di grande pregio come cinabro, oro e smaltino tipicamente impiegati nella pittura rinascimentale nelle vesti di san Giuseppe, Gaspere e della Madonna. Inoltre, tramite fluorescenza UV si è documentata la non omogeneità dello strato superficiale caratterizzato dalla coesistenza di più vernici che indica l’esecuzione di recenti interventi di restauro, in alcuni casi con materiali sintetici moderni. Queste evidenze mostrano come, nonostante le alterazioni, l’opera preservi la sua qualità cromatica e la ricchezza della composizione originale.

**Keywords:** Hendrick Goltzius, Lucas van Leyden, imaging, pigmenti, XRF

### Introduzione

Il ritaglio di quadri antichi era una pratica spesso utilizzata dai commercianti d’arte che eliminavano porzioni considerate meno importanti o danneggiate per arrangiare le opere alle esigenze del mercato, per ricavare più ‘originali’ da un solo dipinto (emblematica, ad esempio, è la vicenda della *Pala della Santissima Trinità* di Peter Paul Rubens, ora nel Museo di Palazzo Ducale di Mantova, ridotta in frammenti nel XIX secolo al fine di isolare i ritratti gonzagheschi poi messi sul mercato) o per ridurre il supporto ad una nuova sagoma, magari coerente con altre presenti nello stesso spazio espositivo. Questa manipolazione, però, accompagnata da una conseguente parziale ridipintura, può eliminare dettagli significativi e decontestualizzare completamente il lavoro dell’artista. Conseguentemente, anche la valutazione dell’autenticità e della provenienza del dipinto possono essere alterate, rendendo più complessa l’attribuzione. In questo lavoro si dimostra come un approccio diagnostico non invasivo, basato sulle determinazioni multispettrale e compositiva dei pigmenti che danno origine ai colori presenti nell’opera, abbia permesso di riscoprire, in una tavola cinquecentesca nordica, una consistente parte del dipinto originale celata da una nuova veste iconografica e risalire così alla composizione primigenia.

Il soggetto è quello della “*Adorazione dei Magi*”, che in questa tavola si riduce ad un solo re Magio, quello che dona a Cristo l’oro, e che viene in questa trattazione verrà indicato come Gaspere. Occorre però sottolineare come questa iconografia differisca da altre tradizioni parallele, secondo cui, a portare al piccolo Gesù tale dono sarebbe stato il Magio moro, Baldassarre.

## Materiali e metodi

Le indagini svolte hanno previsto l'adozione di diverse tecniche analitiche di approccio non invasivo (microscopia ottica, spettrometria di fluorescenza ai raggi X -XRF- portatile, imaging dall'ultravioletto ai raggi X. Le immagini di microscopia ottica sono state acquisite tramite microscopio portatile<sup>2</sup> per evidenziare l'aspetto delle superfici cromatiche. Le analisi XRF si sono svolte con strumentazione portatile direttamente *in situ*<sup>3</sup> con lo scopo di individuare gli elementi riconducibili ai diversi pigmenti utilizzati e allo strato di preparazione. L'approccio metodologico, che ha permesso di formulare una descrizione della struttura stratigrafica del dipinto, è basato sul confronto statistico della determinazione quantitativa degli elementi presenti nei punti di analisi sulle differenti campiture cromatiche mediante tale analisi spettroscopica (Cavaleri, 2021; Neri, 2022; Orsilli, 2021; Pelosi, 2022).

Partendo da una valutazione della composizione superficiale, ottenuta con metodologia di *imaging multi-band*, ovvero fotografia a luce diffusa (Vis), ripresa nell'infrarosso (IR) (con elaborazione di questi due canali risultante nell'immagine IR falso colore, IRFC), fluorescenza indotta da ultravioletti (UVF),<sup>4</sup> radiografia (RX)<sup>5</sup>, oltre all'osservazione microscopica delle aree del dipinto analizzate, è stato possibile desumere che alcuni elementi non potessero essere responsabili del colore visivamente percepibile, ma fossero correlabili a particolari di un'immagine sottostante, come suffragato dalle rappresentazioni iconografiche dell'epoca.

Solo su materiale soprammesso, ovvero su alcuni prelievi di vernice, è stata eseguita l'analisi composizionale mediante spettroscopia infrarossa<sup>6</sup>.

---

<sup>2</sup> Microscopio da 5.0 MP Edge 3.0 DINOLITE-AM73915MZT4 400x - 470x con messa a fuoco automatica sul punto di interesse; dotato di un polarizzatore e di funzionalità avanzate come DPQ, eFLC, AMR ed EDR.

<sup>3</sup> THERMO Niton XL3T GOLDD (East Greenbush, NY), con detector LDD (Large Drift Detector) di 25 mm<sup>2</sup>, spessore del cristallo di silicio 550 µm, risoluzione energetica di 135 eV, anodo di argento, corrente massima di 100 µA, tensioni comprese tra 8 e 50 kV. Ciascuna analisi comprende quattro misure sequenziali con voltaggi e filtri differenti (Main: 40 kV, filtro in Al/Fe; High: 50 kV, filtro in Mo; Low: 20 kV, filtro in Cu; Light: 8 kV, filtro assente) per migliorare la risposta del materiale in tutto l'intervallo energetico dello spettro. Spot di analisi ellissoidale con diametro di 3 e 8 mm. Tempo di acquisizione 120".

<sup>4</sup> Le riprese a luce diffusa Vis, UVF (con riflettore Labino led light) e IR in banda stretta (con filtro Heliopan RG 1000 fino a 900 nm) sono state eseguite dal prof. Miquel Herrero-Cortell (Università Politecnica di Valencia) con fotocamera Nikon© D7200 DSLR (24 MP, sensore CMOS) digitale full spectrum con filtri Heliopan.

<sup>5</sup> È stato utilizzato un apparecchio radiografico con sorgente radiogena IPS operante a 140kV e 100mA.

<sup>6</sup> Le analisi di spettroscopia infrarossa a trasformata di Fourier in riflettanza totale attenuata (FTIR-ATR) si sono svolte su frammenti prelevati dal bordo della tavola e appartenenti allo strato superiore del dipinto e su prelievi eseguiti tramite tampone. Le misure sono state eseguite con strumentazione Bruker Vertex 70 con il set-up Platinum con cristallo ATR di diamante. Ciascuno spettro è il risultato di 64 scansioni; la risoluzione spettrale è 2 cm<sup>-1</sup>.

## L'adorazione di un re Magio

L'oggetto di questo studio è un inedito dipinto su tavola conservato in una collezione privata, raffigurante “L'adorazione di un re Magio” (Fig. 1).



Fig. 1 - Artista nordico, L'Adorazione di un re Magio, inizio XVI secolo, tavola

L'iconografia è identica alla metà inferiore di una incisione dell'artista Hendrick Goltzius (Paesi Bassi, Mühlbracht 1558–1617 Haarlem) (Leeftang H. 2003) raffigurante “L'adorazione dei Magi” (Fig. 2), a sua volta tratta, almeno in modo parziale, da una da una composizione più antica sino ad ora non identificata dagli studi storici oppure realizzata in stile a partire dalla stessa misteriosa matrice. Karel van Mander, nella sua raccolta di biografie degli artisti pubblicata nel 1604, nella “Vita” dell'amico Goltzius ricorda che egli era talmente abile nell'imitare lo stile degli artisti illustri da riuscire a ingannare anche gli esperti e che “L'Adorazione dei Magi” venne da lui incisa nello stile di Lucas van Leyden (Van Mander K., 2000).



Fig. 2 - Hendrick Goltzius, L'Adorazione dei Magi, incisione

Nel dipinto in parola, il supporto della tavola, che attualmente misura 75x62 cm, risulta tagliato sul bordo superiore e su quello di destra mentre uno strato di colore bruno scuro appare steso attorno alle figure della Vergine, del Bambino e del Magio. L'indagine svolta tramite imaging IR (Fig. 3) e radiografia (Fig. 4) toglie ogni dubbio intorno alla presenza di porzioni di panneggi relativi a personaggi presenti sullo sfondo.



Fig. 3 - Artista nordico, L'Adorazione di un re Magio, fotografia IR (dettaglio)

Il significato originario del dipinto è stato quindi prima alterato tagliando la tavola e poi ridefinendolo tramite una ridipintura. La presenza di pigmenti radiopachi permette, ad esempio, di osservare nitidamente il lembo di un pannello alle spalle della Vergine ed è stato questo dettaglio a suggerire di procedere con un'indagine della tavola tramite XRF.



Fig. 4 - Artista nordico, L'Adorazione di un re Magio, radiografia (dettagli)

## I doni dei Magi: oro e colori preziosi

Le analisi imaging in *multi-band* (luce diffusa, fluorescenza agli ultravioletti, fotografia agli infrarossi e radiografia) hanno suggerito di procedere tramite XRF, operazione eseguita *in situ*, al fine di valutare la stratigrafia dell'opera sulla base della composizione chimica identificata. Grazie all'elaborazione dei dati XRF, confrontati con la fotografia in infrarosso falso colore (Fig. 5), ecco dunque apparire, virtualmente, i colori del manto rosso di san Giuseppe, caratterizzato da cinabro e filigrane d'oro, e del manto blu di Gaspere, con l'intensità dello smaltino, celati sotto lo sfondo bruno di un improbabile tendaggio d'ambientazione.

L'analisi ha anche permesso di isolare le componenti chimiche associate alla ridipintura bruna, utilizzata per mascherare le caratteristiche cromatiche del dipinto originario, divenute ormai incoerenti con il contesto a seguito del taglio della tavola.

Questo processo ha pertanto fatto riscoprire una ricchezza dei pigmenti tipica delle botteghe più importanti e delle committenze regali.

Sono soprattutto i colori individuati sotto la coltre bruna dello sfondo a risultare significativi (Eastaugh, 2008). Essi sono infatti del tutto coerenti con l'iconografia rinascimentale della Sacra Famiglia nell'*Adorazione dei Magi*, con un San Giuseppe caratterizzato dalla veste blu/viola e dal manto rosso (colori tradizionalmente associati all'immagine del santo, che così è descritta già in epoca rinascimentale da Botticelli e Perugino, tanto per fare qualche esempio) che, come noto, rievoca la simbologia cromatica della protezione amorosa del padre putativo di Cristo e la sua dignità spirituale che trascende il suo ruolo terreno.

Il rosso del manto mostra la presenza di mercurio e zolfo che connota inequivocabilmente l'impiego del cinabro [HgS], a cui si associano in più punti i segnali dell'oro, mentre il blu/viola, caratterizzato dalla compresenza di cobalto e silicio sono sinonimo dell'utilizzo dello smaltino.

Nella fattispecie, si tratta di smaltino prodotto con cobalto proveniente probabilmente dalle miniere della Sassonia, che rifornivano di minerale l'industria europea del vetro e dei pigmenti. Queste miniere, situate nella regione dei Monti Metalliferi (Erzgebirge), erano attive soprattutto dal XVI secolo e producevano cobalto con le stesse impurità di nichel, arsenico e bismuto che ritroviamo nello smaltino fiammingo di quel periodo (Seccaroni, 2016).

Lo stesso blu appare poi nel manto di Gaspere, anch'esso celato dal bruno che appiattisce lo sfondo con un abbozzato tendaggio.

L'intera *palette* originaria è dunque caratterizzata da pigmenti di pregio, come conferma anche la composizione del manto blu della Madonna dipinto con azzurrite e velato con smaltino, e della sua veste rossa, caratterizzata da una miscela di biacca [2PbCO<sub>3</sub> Pb(OH)<sub>2</sub>] e cinabro con velature di lacca, di cui si individua il mordente. Anche il ricamo in oro della veste della Vergine suffraga il pregio materico dei pigmenti utilizzati.

L'oro dei raggi che incorniciano il volto del Bambino, presente nelle zone che non sono state interessate dalle ridipinture, non si trova invece nel dono di Melchiorre, nel quale il giallo delle monete è costituito essenzialmente da un giallorino di tipo I (giallo piombo-stagno [Pb<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub>]).



I verdi sono a base di rame, probabilmente verdigris, il cui tono viene reso più *caldo* da una miscela anch'essa a base di giallorino.

Tale ricchezza di pigmenti si contrappone agli interventi successivi al taglio del supporto, finalizzato a dare, come detto, un nuovo significato simbolico all'opera.

Il colore bruno dello sfondo è probabilmente una terra a base di ferro e manganese i cui toni più chiari sono ottenuti con l'aggiunta di bianco di titanio. Questo sposta l'intervento di copertura dello sfondo ad un momento non precisabile del Novecento. Ciò è avallato anche da alcuni punti giallo/ocra, osservabili sul manto di Melchiorre o sul terreno ai piedi della Madonna, dove non è presente alcun pigmento inorganico come suggerito dall'assenza di segnali XRF; l'ipotesi è che si tratti di coloranti organici di sintesi anch'essi di origine moderna. In queste aree è inoltre interessante notare come vi sia stata anche un'alterazione del fondo di preparazione. Inizialmente questo doveva comprendere una base di gesso [ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ] e colla completata dalla presenza di un'imprimatura a base di biacca, come riscontrato in altri punti di analisi. Dai dati registrati in queste zone risulta invece che la quantità di piombo è quasi completamente sparita a vantaggio del solo gesso (calcio e zolfo mostrano concentrazioni relativamente molto più elevate). L'ipotesi è quella di una eliminazione meccanica del pigmento originario che ha anche interessato lo strato di preparazione.



Fig. 5 - Artista nordico, L'Adorazione di un re Magio, IRFC

Sicuramente il dipinto ha subito una serie di interventi che si sono succeduti nel tempo, probabilmente con la finalità di modificarne il contenuto iconografico e di nascondere parzialmente la pittura originaria, sia attraverso la copertura con il colore bruno, sia mediante un'abrasione degli strati cromatici. Questo è evidenziato anche dalla conformazione e alterazione delle sostanze protettive filmogene poste al di sopra degli strati pittorici e facilmente distinguibili nelle immagini in



fluorescenza ultravioletta (Figura 6). Qui gli interventi di restauro (almeno tre) appaiono evidenti, soprattutto lungo le giunture delle tavole e, in particolare, nella zona del volto della Madonna.

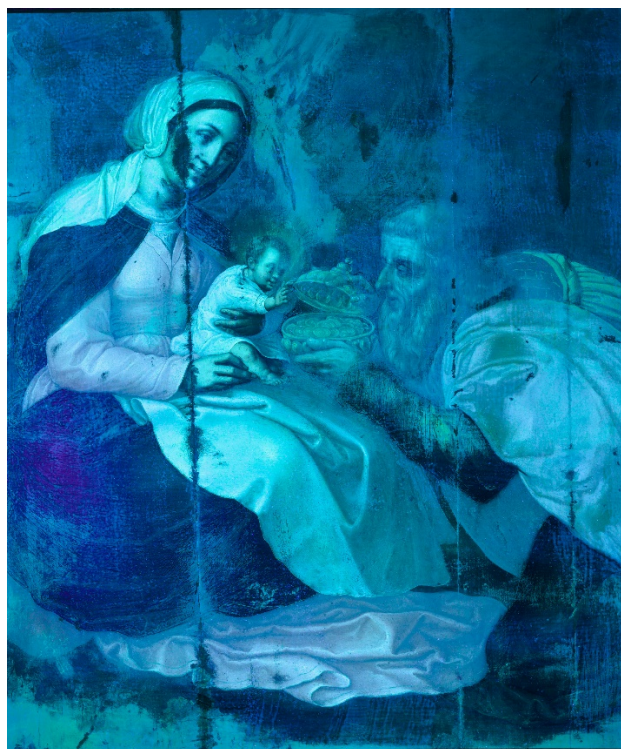


Fig. 6 - Artista nordico, L'Adorazione di un re Magio, UVF

Le evidenti fluorescenze, le differenti tecniche di applicazione e la presenza di alcuni accumuli, suggeriscono l'uso di più strati di vernici diverse che, specialmente sulle fasce inferiore e superiore dello sfondo, hanno plasmato nel tempo lo strato superficiale della tavola. Dalle analisi FTIR svolte sui campioni di una di queste finiture è stato possibile riscontrare la presenza di un composto terpenico, probabilmente gommialacca, associato a cera naturale.

In alcune aree specifiche (osservabili soprattutto sulla veste della Madonna) si notano alcuni punti con una fluorescenza azzurro-blu intensa, associabile in prima ipotesi a materiali sintetici moderni utilizzati nei restauri.

## Conclusioni

Questo caso studio illustra i risultati combinati di un approccio multidisciplinare che ha coniugato le fonti storiche e la costruzione iconografica dell'opera con i dati delle analisi non invasive, in cui le determinazioni quantitative sono funzionali anche una lettura stratigrafica dell'opera.

Le informazioni di carattere superficiale (imaging e microscopia) diventano la chiave di lettura delle analisi di profondità (XRF) attraverso una correlazione statistica dei dati elementari.

Il risultato è una riscoperta di quelli che dovevano essere i colori originari di una tavola fortemente rimaneggiata sia nelle dimensioni che nella rappresentazione pittorica, variazione che ne cambia completamente la collocazione iconografica.

È stato dunque possibile con un approccio non invasivo e non distruttivo che utilizzava una metodica di analisi puntuali accoppiate ad una caratterizzazione multispettrale ricolorare (virtualmente) gran parte di questa tavola sino ad ora inedita.

### Riferimenti bibliografici

Cavaleri, T., Buscaglia, P., Caliri, C., Ferraris, E., Nervo, M., & Romano, F. P. (2021). *Below the surface of the coffin lid of Neskhonsuennekhy in the Museo Egizio collection*. X-Ray Spectrometry, 50(4), 279-292. DOI: 10.1002/xrs.3184.

Eastaugh, N., Walsh, V., Chaplin, T., & Siddall, R. (2008). *Pigment Compendium: A Dictionary of Historical Pigments*. Elsevier. DOI: 10.4324/9780080473765.

Leefflang, H., et al. (2003). *Hendrick Goltzius (1558–1617): Drawings, Prints and Paintings*. Exhibition catalogue. Zwolle: Waanders.

Neri, E., Alfeld, M., Nasr, N., de Viguerie, L., & Walter, P. (2022). *Unveiling the paint stratigraphy and technique of Roman African polychrome statues*. Archaeological and Anthropological Sciences, 14(6), art. no. 118. DOI: 10.1007/s12520-022-01586-3.

Orsilli, J., Galli, A., Bonizzoni, L., & Caccia, M. (2021). *More than XRF mapping: STEAM (statistically tailored elemental angle mapper) a pioneering analysis protocol for pigment studies*. Applied Sciences, 11(4), art. no. 1446, 1-23. DOI: 10.3390/app11041446.

Pelosi, C., Agresti, G., & Lanteri, L. (2022). *Imaging, spectroscopic and sample analysis of a 16th century canvas painting representing the Holy Trinity with Saints*. European Journal of Science and Theology, 18(1), 177-188.

Seccaroni, C., & Haldi, J. P. (2016). *Cobalto, zaffera, smalto dall'antichità al XVIII secolo*. Frascati: Ed. ENEA.

Van Mander, K. (2000). *Le vite degli illustri pittori fiamminghi, olandesi e tedeschi*, traduzione e edizione a cura di R. de Mambro Santos. Sant'Oreste (RM): Aperion Editori.

## **Colore e Misura, Colore e Digitale**

## **L'impiego di colorimetria per l'analisi comparativa della variazione cromatica indotta da prodotti de-acidificanti applicati a fibre tessili vegetali**

**Nani A.<sup>1</sup>, Ricci C.<sup>2</sup>, Gatti A.<sup>2</sup>, Labate M.<sup>1</sup>, Agostino A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Dipartimento di Chimica, Università di Torino, via P. Giuria 7 – 10125 Torino, Italia

<sup>2</sup> Centro Conservazione e Restauro La Venaria Reale, Via XX settembre 18, 10078 Venaria Reale (Torino), Italia

Contatto: Nani Amalia, [amalia.nani@unito.it](mailto:amalia.nani@unito.it)

### **Abstract**

Uno dei principali fenomeni di degrado nei supporti tessili di natura cellulosica è la depolimerizzazione dovuta all'azione sinergica di processi ossidativi e di idrolisi acida. Ad oggi sono disponibili in commercio alcuni prodotti in grado di rallentare il processo costituendo una riserva alcalina superficiale. Il lavoro svolto si è posto come obiettivo quello di confrontare in modo sistematico l'azione di tre prodotti de-acidificanti di composti nanostrutturati su filati naturali di lino, juta e cotone. I tessuti sono stati acidificati chimicamente a un valore di pH superficiale di 4, trattati per mezzo dell'applicazione di tre dispersioni di idrossidi di calcio e magnesio nanostrutturati in solventi diversificati, poi sottoposti a invecchiamento artificiale. L'azione del trattamento è stata monitorata attraverso un'acquisizione periodica e sistematica dei valori di pH superficiale, l'osservazione in microscopia elettronica a scansione e lo studio della variazione colorimetrica. Considerando l'utilizzo ormai diffuso di questi prodotti applicati a supporti tessili anche a scopo preventivo, l'induzione di una variazione cromatica delle fibre originali può rappresentare un aspetto rilevante nella scelta dei prodotti di intervento. In questa sede verrà discusso il monitoraggio colorimetrico delle fibre in relazione all'applicazione dei prodotti. Il protocollo messo a punto per la valutazione della variazione cromatica dei provini ha previsto degli intervalli di misura progressivi nel tempo atti a definire l'andamento di  $\Delta E_{00}$ . Questo ha permesso di evidenziare alcune criticità derivate dall'importante variazione cromatica indotta da alcune delle formulazioni rispetto ad altre. In particolare, per alcune delle combinazioni testate, è stata riscontrata una significativa perdita di saturazione della tinta originale, da imputare principalmente a variazioni dei valori di giallo (+b\*) rispetto al medesimo tessuto non trattato.

**Keywords:** colorimetria, conservazione, prodotti nanostrutturati, deacidificazione, fibre tessili.

### **Introduzione**

La depolimerizzazione dovuta alla dissociazione per idrolisi acida è uno dei principali meccanismi di degrado dei tessuti vegetali di natura cellulosica, impiegati come supporti pittorici o come manufatti tal quali. La rottura della catena di cellulosa avviene in corrispondenza del legame ad ossigeno tra due strutture  $\beta$ D glucopiranosio, quando il pH subisce forti deviazioni rispetto allo stato normale. Mentre l'idrolisi alcalina della cellulosa è favorita da alte temperature, quella acida avviene facilmente a temperatura ambiente, in condizioni conservative umide e in presenza di acidità (es. inquinanti atmosferici, prodotti di ossidazione dei materiali pittorici) (Martuscelli, 2006).

Questi processi agiscono sulle lunghe catene di cellulosa spezzandole. Causano una progressiva alterazione delle proprietà fisico-meccaniche delle fibre, direttamente proporzionale all'entità del fenomeno che si traduce, a livello macroscopico, nella perdita di plasticità associata ad un aumento della fragilità del supporto tessile. Tradizionalmente, i supporti tessili fortemente depolimerizzati venivano sottoposti a trattamenti invasivi e irreversibili di consolidamento ottenuti mediante

l'impregnazione delle fibre cellulosiche con sostane adesive naturali o di sintesi, oppure attraverso il drastico intervento di foderatura (Stoner e Rushfield, 2013). Ad oggi la tendenza al “minimo intervento” favorisce un approccio più conservativo, limitando allo stretto indispensabile l'intervento diretto sul manufatto. In quest'ottica si inserisce l'azione preventiva di trattamento per mezzo di prodotti deacidificanti su materiali tessili, una consolidata pratica operativa mutuata dal restauro di beni cartacei. Questi prodotti permettono infatti di tamponare e rallentare la depolimerizzazione neutralizzando le funzioni carbossiliche che si creano in seguito all'idrolisi, tramite formazione di sali insolubili in acqua (tradizionalmente sali di Ca e Mg), creando inoltre una riserva alcalina superficiale con funzione di buffer. Lo scopo è mantenere il valore di pH superficiale in un range tra 6,5 e 7,5, laddove sia l'idrolisi dei legami glicosidici sia l'ossidazione della cellulosa siano fortemente sfavorite (Poggi *et al.*, 2018).

Nell'ambito del restauro di beni cartacei sono da lungo tempo studiate e impiegate a questo scopo soluzioni acquose a base di bicarbonati e idrossidi di metalli alcalino-terrosi, in alternativa dispersioni in solventi organici sfruttate con metodologie in immersione (Giorgi *et al.*, 2002), entrambe inadatte al trattamento di supporti dipinti (Hackney e Ernst, 1994). L'impiego di acqua può infatti provocare rigonfiamento delle fibre, contribuire a reazioni di idrolisi alcalina nonché interagire e rigonfiare gli strati preparatori e pittorici.

Recenti studi (Giorgi *et al.*, 2008; Poggi *et al.*, 2018; Böhme *et al.*, 2020; Oriola-Folch *et al.*, 2020) si sono quindi orientati sull'impiego di solventi differenti: in parte riferiti al restauro cartaceo come il metodo *Bookkeeper™* (Preservation Technologies, L.P., Cranberry, USA) (Zumbühl e Wuelfert, 2001), altri di nuova formulazione come le nano-dispersioni di idrossidi di metalli alcalino-terrosi in solventi poco polari e apolari messe a punto nell'ambito del progetto europeo NanoRestArt (CSGI Firenze). Questi hanno trovato recente applicazione nel restauro di dipinti su tela, principalmente su dipinti contemporanei (Poggi *et al.*, 2018; Tognoni *et al.*, 2018).

## Materiali e metodi

In questa sede è stata valutata l'interazione di tre prodotti de-acidificanti presenti sul mercato all'applicazione su tre fibre vegetali differenti. I tessuti sono stati scelti sulla base delle principali tipologie il cui utilizzo è stato riscontrato come supporti pittorici nel corso dei secoli: lino, juta e cotone. I provini, di misura 4x4 cm, sono stati ricavati da tele grezze con armatura a tela semplice (1:1), non trattate in alcun modo (Fig.1). Per ogni fibra sono stati predisposti 43 provini tessili, per un totale di 129. I provini sono stati sottoposti a un processo di acidificazione chimica selezionato sulla base della letteratura esistente (Nechyporchuk *et al.*, 2017), che prevede l'acidificazione per immersione del tessuto in una soluzione di perossido di idrogeno (35 wt%) e acido solforico 95-98%, miscelati in proporzione variabile. Il protocollo è stato appositamente calibrato sulla base di alcuni test per consentire il raggiungimento di un valore di pH consono alla casistica considerata: i provini sono stati suddivisi sulla base del tipo di fibra, lasciati in immersione in una soluzione di 330 ml di H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e 1,65 ml di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> per 72h totali. A questo è seguito un risciacquo in acqua demineralizzata, a un tempo definito di cinque minuti, ripetuto per due volte. Al termine i tessuti sono stati posti ad asciugare in stufa ventilata a una temperatura stabile di 40°C per 48h.



Fig. 3- Provini di tessuto: da sinistra juta, cotone e lino.

I prodotti testati sono stati individuati sulla base della letteratura esistente (Zumbühl e Wuelfert, 2001; Palladino *et al.*, 2020; Partenzi *et al.*, 2023), in riferimento a casi applicativi specifici su supporti tessili:

- *Bookkeeper*<sup>TM</sup> → particelle di ossido di Magnesio (MgO) disperse in liquidi inerti (perfluoroeptano) a una concentrazione di 4,3 g/L. In dispersione sono inoltre presenti diversi additivi tra cui un tensioattivo fluorurato (< 0,1%) (Zumbühl e Wuelfert, 2001).
- *NanorestorePaper*<sup>TM</sup> → nano-dispersioni composte da nanoparticelle di idrossido di Calcio, disponibili sia nella formulazione in etanolo sia in propanolo a concentrazioni di 3 g/L e 5 g/L. Sulla base delle indicazioni sopra riportate, in questa sede sono state testate le due varianti in etanolo e propanolo alla concentrazione di 3 g/L, al fine di simulare un caso applicativo standard.

In seguito all'applicazione dei prodotti, i provini sono stati sottoposti ad invecchiamento artificiale prevedendo cicli alternati in stufa ventilata a temperatura costante di 60°C e camera di umidificazione a temperatura ambiente e saturazione di umidità. I tempi di permanenza sono stati progressivi ed esponenziali, con acquisizioni di dati dopo 1, 4, 11, 26, 57 e 128 giorni, per un totale di 3072 ore.

In occasione di ognuna delle sei estrazioni sono state acquisite misure colorimetriche con spettrocolorimetro portatile a contatto Konica Minolta CM-700d dotato di standard bianco di calibrazione Konica Minolta CM-A177. Le misure sono state condotte in modalità SCE, nello spazio di colore  $L^*a^*b^*$ , con osservatore 10°, illuminante standard D65 e area di illuminazione e analisi di diametro 11 mm. Per ogni area di analisi sono state mediate 10 misure. Le differenze di colore tra varie aree, rappresentate dal valore  $\Delta E_{00}$ , sono state calcolate mediante formula CIEDE2000; si è deciso inoltre di includere per completezza anche i valori  $\Delta E$ . È stata considerata  $\Delta E_{00} > 1$  come soglia significativa, in quanto rappresenta il valore da cui la variazione cromatica risulta essere percepibile all'occhio umano ( $\Delta E > 2$ ) (Luo, Cui e Rigg, 2001; Mokrzycki e Tatol, 2011).

## Risultati e discussione

In seguito al trattamento, già da una prima osservazione macroscopica è stata subito evidente una variazione cromatica dei tessuti indotta dall'applicazione dei prodotti.

I dati desunti dalle misure colorimetriche acquisite in seguito al trattamento dei provini, nel confronto con i tessuti acidificati ma non trattati hanno evidenziato variazioni cromatiche considerevoli per quattro dei cinque prodotti testati. Per quanto riguarda la fibra di cotone, tutte le dispersioni della linea *Nanorestore*<sup>TM</sup> in ogni tipologia di solvente e applicazione riportano valori di  $\Delta E_{00} > 2$ , *Bookkeeper*<sup>TM</sup> ha apportato una variazione significativa anche se di poco  $> 1$  (Fig. 2a).



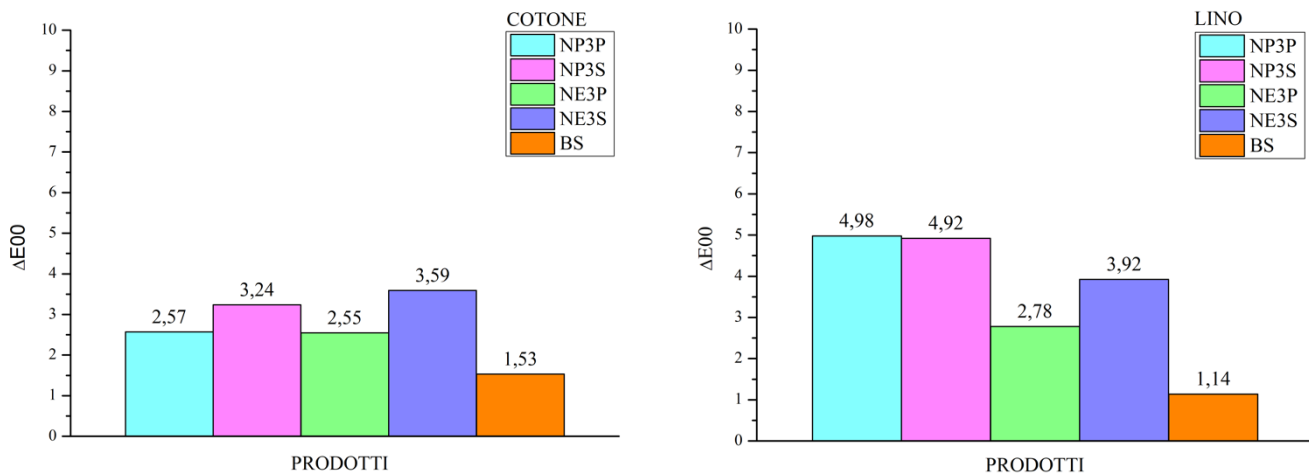


Fig. 4 a,b- Variazione cromatica indotta dall'applicazione dei prodotti sulla fibra di cotone (sx) e lino (dx).

| COTONE   |              |              |              |            |                 |
|----------|--------------|--------------|--------------|------------|-----------------|
| Prodotti | $\Delta L^*$ | $\Delta a^*$ | $\Delta b^*$ | $\Delta E$ | $\Delta E_{00}$ |
| BS       | -0,92        | -0,01        | 1,44         | 1,71       | 1,53            |
| NP3P     | -1,46        | -0,05        | 2,48         | 2,88       | 2,57            |
| NP3S     | -0,96        | -0,36        | 3,3          | 3,46       | 3,24            |
| NE3P     | -0,83        | -0,27        | 2,55         | 2,7        | 2,55            |
| NE3S     | -1           | -0,31        | 3,71         | 3,85       | 3,59            |

Tab. 4 - Valori di variazione cromatica desunti dai provini di cotone in seguito all'applicazione dei prodotti.

| LINO     |              |              |              |            |                 |
|----------|--------------|--------------|--------------|------------|-----------------|
| Prodotti | $\Delta L^*$ | $\Delta a^*$ | $\Delta b^*$ | $\Delta E$ | $\Delta E_{00}$ |
| BS       | 0,72         | -0,83        | -0,97        | 1,47       | 1,14            |
| NP3P     | -4,64        | -3,01        | -1,85        | 5,83       | 4,98            |
| NP3S     | -4,45        | -3,05        | -1,68        | 5,65       | 4,92            |
| NE3P     | -3,17        | -1,37        | -0,48        | 3,49       | 2,78            |
| NE3S     | -3,99        | -2,24        | -1,11        | 4,71       | 3,92            |

Tab. 5- Valori di variazione cromatica desunti dai provini di lino in seguito all'applicazione dei prodotti.

Le variazioni più significative sono state riscontrate per i trattamenti con applicazione a spray: NP3S con  $\Delta E_{00}$  3,24 e NE3S con  $\Delta E_{00}$  3,59 (Tab. 1).

I provini di lino, in seguito al trattamento hanno evidenziato una variazione cromatica significativa indotta principalmente dalle dispersioni *Nanorestore*<sup>TM</sup>, con valori di  $\Delta E_{00}$  significativamente  $> 1$  (Fig. 2b). La prestazione peggiore è stata riscontrata per le dispersioni in propanolo: NP3P con  $\Delta E_{00}$  4,98, in cui l'apporto maggiore è stato dato dalla coordinata  $L^*$  ( $\Delta L^*$  -4,64) che sottolinea un'importante perdita di luminosità (Tab.2).

Uguualmente, NP3S con  $\Delta E_{00}$  4,92 dovuto principalmente a una perdita di luminosità ( $\Delta L^*$  -4,45). Le dispersioni in etanolo hanno riportato una variazione di  $\Delta E_{00}$  minore rispetto ai prodotti in propanolo, ma pur sempre  $> 1$ ; in particolare, l'applicazione spray (NE3S) con  $\Delta E_{00}$  3,92, principalmente perdita di luminosità e saturazione ( $\Delta L$  -3,99,  $\Delta a$  -2,24;  $\Delta b$  -1,11). Al contrario, in seguito all'applicazione di *Bookkeeper*<sup>TM</sup> è stata evidenziata una variazione minima ( $\Delta E_{00}$  1,14). La fibra di juta ha manifestato un comportamento singolare all'applicazione del prodotto NE3P, manifestando una forte variazione cromatica in seguito al trattamento ( $\Delta E_{00}$  7,25), principalmente dovuti a una netta perdita di luminosità ( $\Delta L$  -7,93) e una perdita di toni caldi ( $\Delta b^*$  -7,59;  $\Delta a^*$  -2,68) (Tab. 3). Le altre dispersioni *Nanorestore*<sup>TM</sup> hanno apportato una variazione moderata, mentre all'applicazione di *Bookkeeper*<sup>TM</sup>, la variazione è risultata essere minima (Fig. 3).

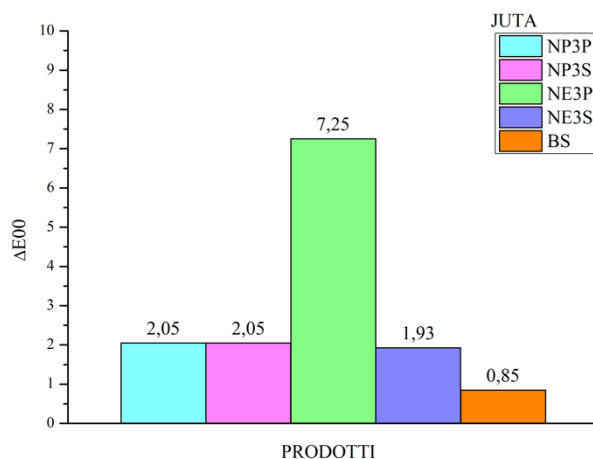


Fig. 5- Variazione cromatica indotta dall'applicazione dei prodotti sulla fibra di juta.

| JUTA     |              |              |              |            |                 |
|----------|--------------|--------------|--------------|------------|-----------------|
| Prodotti | $\Delta L^*$ | $\Delta a^*$ | $\Delta b^*$ | $\Delta E$ | $\Delta E_{00}$ |
| BS       | 0,11         | -0,73        | -1,66        | 1,82       | 0,85            |
| NP3P     | -1,44        | -1,72        | -3,06        | 3,79       | 2,05            |
| NP3S     | -1,50        | -1,70        | -2,99        | 3,78       | 2,05            |
| NE3P     | -7,93        | -2,68        | -7,59        | 11,3       | 7,25            |
| NE3S     | -0,84        | -1,68        | -3,36        | 3,85       | 1,93            |

Tab. 6- Valori di variazione cromatica desunti dai provini di juta in seguito all'applicazione dei prodotti.

I dati raccolti durante il ciclo di invecchiamento sono stati confrontati con le misure acquisite in seguito all'applicazione dei prodotti a tempo zero, al fine di monitorare la variazione cromatica in funzione del tempo.

Per quanto riguarda le fibre di cotone e lino, i provini trattati con BS hanno subito variazioni di  $\Delta E_{00}$  considerevoli, con una tendenza crescente a partire dalla terza estrazione (11 giorni). I prodotti *Nanorestore*<sup>TM</sup> hanno manifestato un buon comportamento all'invecchiamento, con variazioni maggiori all'applicazione a pennello rispetto a quella spray (Fig. 4 e 5, Tab. 4 e 5).

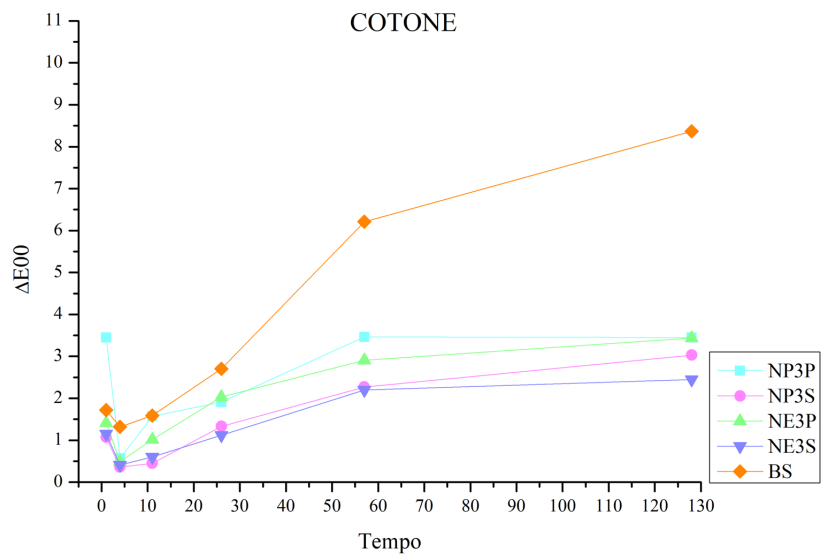


Fig. 6- Grafico nel quale è evidenziato l'andamento di  $\Delta E_{00}$  in funzione del tempo per la fibra di cotone.

| COTONE   |              |              |              |            |                 |
|----------|--------------|--------------|--------------|------------|-----------------|
| Prodotti | $\Delta L^*$ | $\Delta a^*$ | $\Delta b^*$ | $\Delta E$ | $\Delta E_{00}$ |
| BS       | -6,97        | 0,52         | 8,71         | 11,17      | 8,37            |
| NP3P     | -3,09        | 0,55         | 3,17         | 4,46       | 3,45            |
| NP3S     | -3,19        | 0,54         | 2,49         | 4,09       | 3,03            |
| NE3P     | -3,49        | 0,66         | 2,83         | 4,55       | 3,44            |
| NE3S     | -2,93        | 0,55         | 1,66         | 3,41       | 2,45            |

Tab. 7 - Valori di variazione cromatica desunta dal confronto tra i provini di cotone trattati al tempo zero e al termine del ciclo di invecchiamento artificiale.

| LINO     |              |              |              |            |                 |
|----------|--------------|--------------|--------------|------------|-----------------|
| Prodotti | $\Delta L^*$ | $\Delta a^*$ | $\Delta b^*$ | $\Delta E$ | $\Delta E_{00}$ |
| BS       | -7,04        | -0,78        | 0,77         | 7,12       | 5,23            |
| NP3P     | -0,54        | 1,14         | 1,57         | 2,01       | 1,68            |
| NP3S     | 0,22         | 0,90         | 0,29         | 0,97       | 1,16            |
| NE3P     | -1,93        | -0,04        | 0,05         | 1,93       | 1,42            |
| NE3S     | -1,79        | 0,58         | 0,72         | 2,01       | 1,54            |

Tab. 8 - Valori di variazione cromatica desunta dal confronto tra i provini di lino trattati al tempo zero e al termine del ciclo di invecchiamento artificiale.

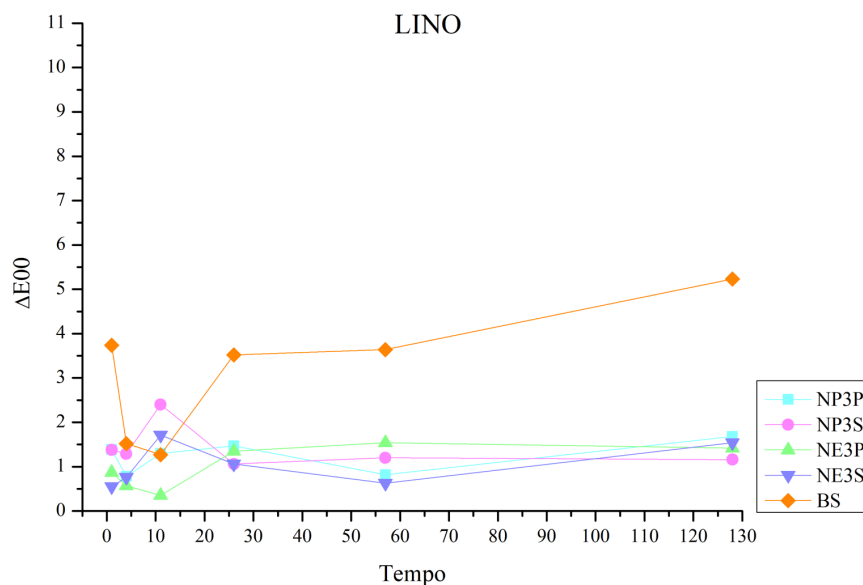


Fig. 7- Grafico nel quale è evidenziato l'andamento di  $\Delta E_{00}$  in funzione del tempo per la fibra di lino.

I provini di juta trattati hanno manifestato variazioni cromatiche considerevoli all'invecchiamento, con l'eccezione dei provini trattati con NP3P (Fig.6). In particolare, si evidenzia come le dispersioni in propanolo riportino valori di  $\Delta E_{00}$  particolarmente elevati rispetto alle stesse in etanolo. La prestazione migliore all'invecchiamento è stata riscontrata per i provini trattati con NE3P, il cui  $\Delta E_{00}$  al tempo finale di 128 giorni risulta essere significativamente inferiore rispetto agli altri trattamenti (Tab.6).

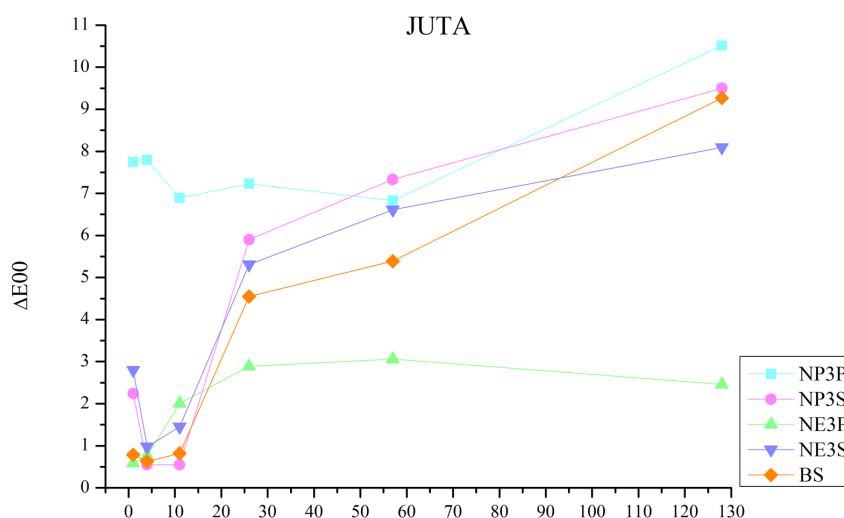


Fig. 8- Grafico nel quale è evidenziato l'andamento di  $\Delta E_{00}$  in funzione del tempo per la fibra di juta.

| JUTA     |              |              |              |            |                 |
|----------|--------------|--------------|--------------|------------|-----------------|
| Prodotti | $\Delta L^*$ | $\Delta a^*$ | $\Delta b^*$ | $\Delta E$ | $\Delta E_{00}$ |
| BS       | -11,80       | -0,26        | -0,91        | 11,83      | 9,27            |
| NP3P     | -12,99       | -0,59        | -1,74        | 13,12      | 10,51           |
| NP3S     | -11,63       | -1,46        | -3,54        | 12,24      | 9,50            |
| NE3P     | -2,78        | -0,32        | 1,40         | 3,13       | 2,46            |
| NE3S     | -10,26       | -0,09        | -1,06        | 10,31      | 8,09            |

Tab. 9 - Valori di variazione cromatica desunta dal confronto tra i provini di juta trattati al tempo zero e al termine del ciclo di invecchiamento artificiale.

## Conclusioni

Considerando l'interazione con i materiali costitutivi dell'opera come uno dei parametri fondamentali nella scelta dei prodotti di intervento, risulta fondamentale tener conto anche dell'aspetto cromatico. Indurre un cambiamento dell'originale cromia, sia che si parli del recto di un dipinto su tela sia di un manufatto tessile di altra natura, comporta una variazione nella valenza estetica del manufatto oltre a segnalare un'interazione a livello della materia. Questo contributo intendeva quindi valutare la variazione cromatica indotta da alcuni prodotti de-acidificanti disponibili in commercio, al fine di fornire alcuni dati utili per la valutazione delle strategie di intervento nel restauro dei materiali tessili di natura cellulosica.

## Riferimenti bibliografici

- Böhme, N. *et al.* (2020) 'New treatments for canvas consolidation and conservation', *Heritage Science*, 8(1), p. 16. doi: <https://doi.org/10.1186/s40494-020-0362-y>.
- Giorgi, R. *et al.* (2002) 'Nanotechnologies for Conservation of Cultural Heritage: Paper and Canvas Deacidification', *Langmuir*, 18(21), pp. 8198–8203. doi: <https://doi.org/10.1021/la025964d>.
- Giorgi Rodorico, Poggi Giovanna, and Baglioni Piero (2008) 'Deacidificazione di documenti cartacei mediante dispersioni non acquose di nanoparticelle alcaline', in *Lo Stato dell'Arte 6. Atti del VI Congresso Nazionale IGIIC (Italian Group of the International Institute for Conservation) - Lo Stato dell'Arte 6*, Spoleto: Nardini editore, pp. 69–76. doi: <https://hdl.handle.net/2158/342126>.
- Hackney, S. and Ernst, T. (1994) 'The applicability of alkaline reserves to painting canvases', *Studies in Conservation*, 39(sup2), pp. 223–227. doi: <https://doi.org/10.1179/sic.1994.39.Supplement-2.223>.
- Luo, M.R., Cui, G. and Rigg, B. (2001) 'The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000', *Color Research & Application*, 26(5), pp. 340–350. doi: <https://doi.org/10.1002/col.1049>.
- Martuscelli, E. (2006) *Degradazione delle Fibre Naturali e dei Tessuti Antichi. Aspetti Chimici, Molecolari, Strutturali e Fenomenologici*. Firenze: Padeia.
- Mokrzycki, W. and Tatol, M. (2011) 'Color difference Delta E - A survey', *Machine Graphics and Vision*, 20, pp. 383–411.
- Nechyporchuk, O. *et al.* (2017) 'Accelerated ageing of cotton canvas as a model for further consolidation practices', *Journal of Cultural Heritage*, 28, pp. 183–187. doi: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2017.05.010>.

Oriola-Folch, M. *et al.* (2020) 'Novel nanomaterials to stabilise the canvas support of paintings assessed from a conservator's point of view', *Heritage Science*, 8(1), p. 23. doi: <https://doi.org/10.1186/s40494-020-00367-2>.

Palladino, N. *et al.* (2020) 'Nanomaterials for Combined Stabilisation and Deacidification of Cellulosic Materials—The Case of Iron-Tannate Dyed Cotton', *Nanomaterials*, 10(5), p. 900. doi: <https://doi.org/10.3390/nano10050900>.

Partenzi, I. *et al.* (2023) 'Treatment of Acid Hydrolysis of a 1900 Large-Scale Composite Artwork by the Artist Roberto Sebastian Matta: Comparison between Traditional and Innovative Deacidifying Methodologies', *Heritage*, 6(3), pp. 2650–2663. doi: <https://doi.org/10.3390/heritage6030140>.

Poggi, G. *et al.* (2018) *La chimica dei nanocomposti e la loro applicazione al restauro dei manoscritti* [PDF], *Studi di archivistica*. Università Ca' Foscari Venezia, Italia, p. paleografia. doi: <https://doi.org/10.14277/6969-215-4/SABP-4-21>.

Stoner, J.H. and Rushfield, R. (eds) (2013) *Conservation of Easel Paintings*. 0 edn. Routledge. Available at: <https://doi.org/10.4324/9780080941691>.

Tognoni Alice *et al.* (2018) 'Deacidificazione delle tele con nanoparticelle di idrossido di calcio. Interazioni con le pellicole pittoriche moderne e contemporanee', *Bollettino ICR*, 36, pp. 25–50.

Zumbühl, S. and Wuelfert, S. (2001) 'Chemical aspects of the Bookkeeper deacidification of cellulosic materials: the influence of surfactants', *Studies in Conservation*, 46(3), pp. 169–180. doi: <https://doi.org/10.1179/sic.2001.46.3.169>.



# Generazione di immagini per daltonici: reti generative IA a confronto

Ester Cacciola<sup>1</sup>, Beatrice Sarti<sup>1</sup>, Alessandro Rizzi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Informatica, Università degli Studi di Milano, Milano

Contatto: Ester Cacciola, [estersara.cacciola@studenti.unimi.it](mailto:estersara.cacciola@studenti.unimi.it)

## Abstract

Il daltonismo è un fenomeno diffuso in tutto il mondo. Sono stati effettuati molti studi a riguardo, rivolti in particolare all'approfondimento delle sue varie tipologie (monocromatismo/acromatopsia, dicromatismo, e anomalie) e alla diagnosi in persone che ne sono affette. Al contempo, in questi ultimi anni, sono emerse e si sono affermate tecniche di intelligenza artificiale (IA) capaci di risolvere efficacemente problemi di varia natura, come, ad esempio, automatizzare e velocizzare azioni oppure generare immagini ed altri contenuti. Esistono infatti sistemi (alcuni per il web e altri per smartphone) in cui l'IA viene utilizzata per generare ambienti, edifici architettonici e oggetti con stili diversi, produrre contenuti multimediali ed integrativi, creare video, modificare immagini preesistenti, ricolorarle, riscicarle o combinarle insieme per riprodurre qualcosa di originale.

Nel presente lavoro, sono state impiegate alcune reti generative al fine di determinarne la capacità di creare immagini in linea con la visione di una persona daltonica dicromatica (protanope, deuteranope o tritanope). In particolare, sono state analizzate le risposte delle reti a descrizioni o immagini fornite, valutando le figure generate e confrontandole con la possibile visione di un daltonico tramite l'applicazione di un algoritmo di daltonizzazione. Questa metodologia ha permesso di mettere a confronto le immagini originali con quelle daltonizzate e di valutare l'efficacia dei programmi generativi nella simulazione della visione cromatica alterata.

**Keywords:** Intelligenza artificiale, Reti generative, Discromatopsia, Daltonismo dicromatico

## Introduzione

Il colore riveste un'importante funzione sul modo in cui vediamo e percepiamo il mondo che ci circonda. Diversi studi hanno evidenziato infatti come la visione umana sia profondamente diversa per ognuno di noi. Sono presenti però anche problematiche fisiche che possono comportare una visione cromatica differente rispetto alla norma; un esempio a riguardo è il daltonismo, fenomeno che interessa circa 300.000 persone nel mondo (7-8% della popolazione) (Evans, 2003).

Il daltonismo è un'anomalia visiva che comporta un'alterata percezione dei colori, che può essere totale (acromatopsia) o parziale, congenita o acquisita in seguito ad infezioni, malattie specifiche (come maculopatia o cataratta) o traumi cranici (Bailey, 2010; Lanthony, 2018). Questa anomalia è causata dal malfunzionamento o dalla mancanza di uno o tutti e tre i fotorecettori presenti sulla retina del nostro occhio (i coni L, M e S), che porta all'incapacità totale o parziale di distinguere specifiche tonalità cromatiche (Futagbi *et al.*, 2011; McIntyre, 2020). In particolare, in base al numero di coni presenti e funzionanti, il daltonismo può essere suddiviso in: acromatopsia (mancanza o malfunzionamento totale di tutti e tre i coni), monocromatismo (presenza di un solo cono funzionante), dicromatismo (presenza di due coni funzionanti, ovvero protanopia, deuteranopia e tritanopia) e tricromatismo anomalo (presenza di tutti e tre i coni ma con uno che non funziona correttamente, ossia protanomalia, deuteranomalia, tritanomalia) (Evans, 2003). Tra questi, il dicromatismo è il tipo di daltonismo più studiato e include individui con protanopia, deuteranopia e tritanopia. La protanopia è causata dalla mancanza del cono L, che comporta una bassa sensibilità alle lunghezze d'onda del rosso e difficoltà a differenziare le tonalità di rosso, giallo e arancione. La deuteranopia, attribuita all'assenza del cono M, è caratterizzata da una ridotta sensibilità alle lunghezze d'onda del verde, che causa difficoltà nel distinguere i colori rosso, giallo e verde. Infine, la tritanopia, più rara e legata all'assenza del cono S, comporta una perdita di sensibilità nelle

lunghezze d'onda del blu, portando all'incapacità di distinguere tra le tonalità di blu e giallo (Evans, 2003; Lanthony, 2018). Esistono inoltre numerosi modi per diagnosticare il daltonismo: tra i più diffusi ci sono il test di Ishihara, il test Fransword, e l'anomaloscopia.

In questi ultimi anni, la ricerca in tutto il mondo si è molto soffermata anche sul fenomeno dell'intelligenza artificiale (IA) e sulle sue applicazioni per risolvere diverse problematiche, automatizzare processi e accelerare attività complesse. In particolare, esiste una branca dell'intelligenza artificiale, l'IA generativa, che sfrutta modelli di deep learning addestrati su grandi set di dati non solo per creare testi, immagini, musica e video, ma anche in contesti professionali per visualizzare rapidamente progetti creativi o svolgere attività dispendiose in termini di tempo (Brynjolfsson *et al.*, 2023). Alcune delle reti più note che utilizzano questa tecnologia sono ChatGPT, DALL·E, GitHub Copilot, Microsoft Bing, Google Bard, Midjourney, Stable Diffusion e Adobe Firefly (Ali *et al.*, 2024). L'obiettivo di questo contributo è quello di esplorare il punto di incontro tra i due fenomeni sopra citati (daltonismo e intelligenza artificiale), dunque quello di indagare se sia possibile utilizzare le IA generative per simulare, attraverso l'uso di immagini e descrizioni, la visione di una persona daltonica dicromatica (protanope, deuteranope, tritanope). In seguito alla presentazione delle reti generative qui considerate, vengono mostrati e commentati alcuni esempi di immagini generate. L'input fornito alle reti consiste in una descrizione dell'immagine desiderata, in certi casi affiancata anche da un'immagine di partenza. Si pone pertanto l'attenzione sui diversi risultati acquisiti dai singoli modelli generativi in funzione della descrizione fornita; vengono poi esaminate le differenti immagini ottenute dalle reti che richiedono in input sia immagini che descrizioni e confrontate tra loro le risposte prodotte da ogni rete generativa presa in esame a partire da una stessa descrizione. In aggiunta, le immagini generate vengono poi filtrate attraverso un algoritmo di daltonizzazione al fine di verificare la corrispondenza dei colori riprodotti con il tipo di daltonismo richiesto in descrizione ed ottenere quindi una migliore valutazione della reale efficacia delle reti scelte per questo tipo di richiesta.

## Materiali e metodi

In questo studio è stata testata la capacità dei sistemi di IA di generare immagini in linea con la visione di un daltonico dicromatico. In particolare, sono state analizzate dieci differenti reti generative, riportate in dettaglio in Tab. 1. Alcune di queste reti sono disponibili soltanto su web, altre solo su smartphone e altre ancora su entrambe le piattaforme. Alcune, inoltre, permettono l'inserimento della sola descrizione testuale di ciò che si vuole generare, mentre altre consentono anche l'inserimento di un'immagine che però, nella maggioranza dei casi, funge soltanto da base per la creazione di una nuova. In Tab. 1 vengono riassunti, oltre a questi attributi, le principali caratteristiche di ciascuna delle reti, il loro relativo utilizzo e i rispettivi link di accesso.

Nel presente lavoro, è stata studiata l'efficacia di ciascuna rete generativa nella creazione di immagini in linea con la visione di una persona daltonica dicromatica. Di seguito, verranno presentati i risultati ed esempi di quattro analisi, organizzate in diverse sezioni. Dapprima, sono stati effettuati una serie di tentativi per determinare il modo migliore di formulare le descrizioni testuali delle immagini desiderate, al fine di ottenere risultati il più possibile vicini alle aspettative. Una volta identificata la descrizione ottimale, questa è stata utilizzata per confrontare le risposte di tutte le reti generative.

È importante sottolineare che questo studio non vuole stilare una classifica delle reti generative coinvolte, quanto invece comprendere e valutare se attualmente siano in grado di generare questo tipo di immagini. È stato poi analizzato il comportamento delle reti anche quando il sistema permetteva l'inserimento di un'immagine in input, in modo tale da vedere se la rete generativa fosse in grado di mantenere inalterata la figura originale, eccetto che per un filtraggio relativo al tipo di daltonismo desiderato. Infine, per verificare se la colorazione dell'immagine ottenuta fosse coerente con quella del tipo di daltonismo ricercato, ciascuna figura generata è stata filtrata mediante Coblis V2 (Wickline *et al.*, 2000), un algoritmo di daltonizzazione che simula la visione di una persona daltonica rimappando i colori dell'immagine in base al tipo di daltonismo richiesto. Dal momento che si sta

lavorando con dei sistemi in continua evoluzione, è bene specificare che tutte le informazioni e i risultati presentati in questo contributo sono relativi al periodo in cui è stata svolta l'analisi (novembre 2023 - febbraio 2024).

Tab.1 - Elenco e caratteristiche delle reti generative utilizzate.

| <i><b>IA generativa</b></i>      | <i><b>Piattaforma</b></i>                                                                                                | <i><b>Input</b></i>                                                                                              | <i><b>Utilizzo e caratteristiche</b></i>                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DALL·E 2 <sup>7</sup>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Web (hotpot.ai per versione gratuita)</li> <li>• Smartphone (AI Art)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrizione</li> <li>• Descrizione + immagine</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adatta per la creazione di immagini fotorealistiche, mescolare concetti e stili e modificare immagini esistenti</li> <li>• Richiede precisione nella descrizione</li> <li>• Sito ufficiale a pagamento, con necessità di registrazione</li> </ul>                     |
| NightCafe <sup>8</sup>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Web</li> <li>• Smartphone</li> </ul>                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrizione</li> <li>• Descrizione + immagine (solo per web)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Specializzata per generare immagini artistiche e opere d'arte</li> <li>• Offre opzioni di personalizzazione della rete (es. tempo di generazione, dimensione delle epoche)</li> <li>• Versione gratuita con funzionalità limitate; necessita registrazione</li> </ul> |
| Starry AI <sup>9</sup>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Web</li> <li>• Smartphone</li> </ul>                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrizione</li> <li>• Descrizione + immagine</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Specializzata in arte mista e avatar</li> <li>• A pagamento ma crediti gratuiti giornalieri con azioni limitate, necessita registrazione</li> </ul>                                                                                                                   |
| Playground AI <sup>10</sup>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Web</li> </ul>                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrizione</li> <li>• Descrizione + immagine</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilità di generare immagini, modificarle e combinarle, oltre che vedere le opere di altri utenti</li> <li>• Versione gratuita con funzionalità limitate e immagini a bassa risoluzione; necessita registrazione</li> </ul>                                       |
| Bing Image Creator <sup>11</sup> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Web</li> </ul>                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrizione</li> </ul>                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrato nel motore di ricerca Bing;</li> <li>• Utilizza tecnologia DALL·E</li> <li>• Piattaforma gratuita con immagini di qualità e risoluzione non sempre elevata; registrazione non necessaria</li> </ul>                                                         |
| Adobe Firefly <sup>12</sup>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Web</li> </ul>                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrizione</li> </ul>                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrata in Adobe Creative Cloud e in Bard (chatbot di Google)</li> <li>• Focalizzata su immagini commerciali e design</li> <li>• Attualmente gratuito in versione beta; necessita registrazione di account Adobe con abbonamento</li> </ul>                         |
| Leonardo AI <sup>13</sup>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Web</li> <li>• Smartphone (AIART GENERATOR)</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrizione</li> <li>• Descrizione + immagine (solo per web)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Specializzata per il design di giochi, illustrazioni e personalizzazioni avanzate</li> <li>• Versione gratuita con funzionalità limitate; necessita registrazione, accessibile da Discord</li> </ul>                                                                  |
| Blue Willow <sup>14</sup>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Web (Limewire per prova gratis)</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrizione</li> <li>• Descrizione + immagine</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usata per creare loghi, avatar, personaggi di fumetti, arte digitale astratta, grafici, etc;</li> <li>• Veloce nella generazione ma non adatta a scenari realistici e volti umani</li> <li>• Gratuita; necessita registrazione, accessibile da Discord</li> </ul>     |
| Lexica <sup>15</sup>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Web</li> <li>• Smartphone</li> </ul>                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrizione</li> </ul>                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genera immagini di buona qualità con stili artistici diversi (no immagini realistiche);</li> </ul>                                                                                                                                                                    |

<sup>7</sup> Sviluppata da Open AI, <https://openai.com/index/dall-e-2/> e <https://hotpot.ai/ai-image-generator/create>

<sup>8</sup> Sviluppata da NightCafe Studio, <https://creator.nightcafe.studio/>

<sup>9</sup> Sviluppata da StarryAI, <https://starryai.com/>

<sup>10</sup> Sviluppata da Playground AI, <https://playgroundai.com/> (link attuale: <https://playground.com/>)

<sup>11</sup> Sviluppata da Microsoft, <https://www.bing.com/images/create>

<sup>12</sup> Sviluppata da Adobe, <https://firefly.adobe.com/>

<sup>13</sup> Sviluppata da Leonardo AI, <https://leonardo.ai/>

<sup>14</sup> Sviluppata da Blue Willow, <https://www.bluewillow.ai/> e <https://limewire.com/studio/image/create-image>

<sup>15</sup> Sviluppata da Lexica, <https://lexica.art/aperture>

|                                |                                                                                                                  |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                |                                                                                                                  |                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permette visualizzazione e salvataggio di immagini generate da altri utenti</li> <li>• A pagamento ma crediti gratuiti giornalieri; necessita registrazione</li> </ul>                                          |
| Stable Diffusion <sup>16</sup> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PC</li> <li>• Smartphone (MAKE AI ART e STABLE DIFFUSION AI)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrizione (per smartphone)</li> <li>• Descrizione + immagine (per PC)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genera immagini dettagliate</li> <li>• Consente alta personalizzazione e uso con modelli di dati già allenati</li> <li>• Modello gratuito open source personalizzabile; registrazione non necessaria</li> </ul> |

## Risultati e discussione

### Confronto delle immagini generate in base alla descrizione in input

Per iniziare, nel caso fosse richiesto il solo inserimento di una descrizione testuale, sono state testate diverse espressioni per identificare il modo migliore di formularle, con l'obiettivo di ottenere risultati il più possibile vicini a quanto desiderato. Le descrizioni utilizzate sono riportate nella didascalia di Fig. 1, che mostra un esempio dei rispettivi risultati ottenuti con la rete DALL·E 2.



Fig. 1 – Confronto dei risultati ottenuti dalla rete DALL·E 2 in base alla descrizione di input, con soggetto un cesto di frutta per un daltonico protanope. Di seguito le rispettive descrizioni testate:

- (a) Immagine di [soggetto] visto con gli occhi di un daltonico [tipo di daltonismo]; (b) Immagine di [soggetto] come lo vedrebbe un daltonico [tipo di daltonismo]; (c) Immagine di [soggetto] visto da un daltonico [tipo di daltonismo]; (d) Immagine di [soggetto] visto da un daltonico affetto da [tipo di daltonismo]; (e) Immagine di [soggetto] filtrata per un daltonico [tipo di daltonismo]; (f) Immagine di [soggetto] filtrata per un daltonico affetto da [tipo di daltonismo]; (g) Immagine di [soggetto] secondo la visione di un daltonico [tipo di daltonismo]; (h) Immagine di [soggetto] secondo la visione di un daltonico affetto da [tipo di daltonismo]; (i) Immagine di [soggetto] con colori visibili da un daltonico [tipo di daltonismo].

Come si può notare, un caso particolare si può riscontrare nei risultati per la descrizione di Fig. 1a, dove, oltre al cesto di frutta, compare anche un cane nonostante non sia menzionato nella descrizione in input. In molti casi, infatti, l'espressione "visto con gli occhi di" ha portato le diverse reti (soprattutto DALL·E 2, Adobe Firefly, Lexica e Bing) a generare immagini con particolari scorci prospettici, volti (umani o animali) od occhi, specialmente a fronte di richieste di soggetti naturali. Per quanto riguarda le altre descrizioni (Fig. 1b - 1i), invece, le immagini ottenute presentano nel complesso un risultato pressoché equivalente tra loro. In tutti i casi la rete genera il soggetto

<sup>16</sup> Sviluppata da Stability AI, <https://stability.ai/news/stable-diffusion-public-release>

desiderato, senza però adattare i colori in base al tipo di daltonismo richiesto; si può infatti dire che in generale le immagini generate riflettano, nella maggior parte dei casi, la visione di un normovedente. Effettivamente, in tutti gli esempi riportati in Fig. 1 si nota come nei vari cesti di frutta i colori rosso e verde, che dovrebbero essere confusi da un daltonico protanope, sono invece rappresentati in modo distinto.



Fig. 2 – Esempio di risultato delle reti IA a fronte di richieste specifiche, a seguito della descrizione “Generazione di immagine di persona vestita di rosso in un bosco come la vedrebbe un daltonico protanope”. In ordine, da sinistra a destra, gli esiti dati per (a) Bing Image Generator, (b) Adobe Firefly, (c) DALL·E 2, (d) NightCafe, (e) Leonardo AI e (f) Lexica.

Per indagare la sensibilità delle reti riguardo ai colori confusi dalle persone daltoniche, sono state quindi testate anche descrizioni che richiedono colori complessi e/o specifici. In Fig. 2 viene mostrato un esempio in cui vengono riproposte scene con presenti il colore rosso e un bosco per un daltonico protanope, per il quale i colori rosso e verde risultano difficili da distinguere. Come si può vedere, anche in questo caso le reti generative hanno dato priorità alla descrizione testuale, ignorando il tipo di daltonismo per cui si richiede il filtraggio.

Tenendo conto dei risultati ottenuti in questa fase, sono state così adottate, per la generazione delle immagini per tutte le altre reti generative, le descrizioni presenti in 1b-h, perché erano quelle che, nella risposta, conferivano una maggiore somiglianza a quanto ricercato.

### ***Confronto delle reti generative a fronte della stessa descrizione in input***

Una volta identificata la descrizione testuale ottimale per ottenere risultati il più possibile vicini alle aspettative, questa è stata utilizzata per confrontare le risposte fornite da tutte le reti generative. In Fig. 3 viene mostrato l'esempio dei risultati ottenuti da tutte le reti generative a fronte della stessa descrizione: “Generazione di immagine di fiori come li vedrebbe un daltonico protanope”.





Fig. 3 - Confronto dei risultati ottenuti con tutte le reti generative usate a fronte della descrizione in input: “Generazione di immagine di fiori come li vedrebbe un daltonico protanope”.

In questo esempio, come anche nella maggioranza dei casi riscontrati, il risultato ottenuto è un’immagine fedele alla descrizione testuale per quanto riguarda il soggetto, ma non corrispondente al tipo di daltonismo desiderato. Come già evidenziato nella sezione precedente, infatti, spesso la visione presentata da queste reti rispecchia quella di un normovedente. Nella maggioranza dei casi, infatti, l’immagine risultante mostra colori che non sarebbero percepibili da quel tipo di daltonismo, come accade nelle Fig. 3b, 3c, 3d, 3f, 3h, 3i, 3l, 3n e 3o, in cui le tonalità di colore rossastro, che non sarebbero distinguibili per un protanope, sono presenti o addirittura dominanti.

Sono tuttavia presenti rari casi in cui l’immagine ottenuta coincide, con buona approssimazione, alla descrizione iniziale, come accade ad esempio per le Fig. 3a e 3m, dove le nuance cromatiche si avvicinano alla visione di una persona protanope.

Per reti generative come Lexica (Fig. 3m) e, in parte, Bing (Fig. 3g), invece, l’esito finale è un’immagine in cui i colori dell’oggetto appaiono fantasiosi o alterati attraverso filtri pigmentati.

### ***Confronto delle immagini generate a fronte di descrizione ed immagine in input***

Per alcune delle reti generative prese in esame, era inoltre consentito l’inserimento di un’immagine oltre alla sola descrizione in input. Come per i casi precedenti, si è cercato di vedere, per le singole reti, quali fossero le frasi più incisive atte a farci ottenere quanto richiesto. In particolare, ci si è soffermati su tre formulazioni che sono sembrate maggiormente significative, anche in vista dei risultati dapprima ottenuti; si è perciò deciso di utilizzare le seguenti descrizioni: “la stessa immagine come la vedrebbe un daltonico [tipo di daltonismo]”, “immagine del [soggetto] ritratto in foto come lo vedrebbe un daltonico [tipo di daltonismo] e “la stessa immagine filtrata/adattata per come la vedrebbe un daltonico [tipo di daltonismo].

In Fig. 4 viene mostrato l’esito relativo all’utilizzo della prima frase sopra citata, ovvero “la stessa immagine come la vedrebbe un daltonico [tipo di daltonismo]”. Come si può notare in questo caso, per tutti gli esempi riportati per ogni rete, il sistema utilizza la foto che viene caricata, tuttavia per la maggioranza delle reti (come, ad esempio, in Fig. 4c, 4e e 4f), le immagini che vengono generate risultano distorte e non sempre in linea con la richiesta avanzata, questo perché le fotografie in input fungono soltanto da base per generare un’immagine ricostruita che riprende soltanto alcune caratteristiche di quella originale. Esistono casi, come in Fig. 4g, in cui la rete generativa modifica totalmente la fotografia inizialmente inserita, rendendo l’immagine generata diversa dalla precedente, e completamente irriconoscibile. Inoltre, per alcune reti come Adobe Firefly (esempio 4d), è possibile che la descrizione testuale usata possa portare ad ottenere immagini con la presenza di un volto umano, animale o robotico, proprio come accadeva in precedenza nella Fig. 1a con l’utilizzo della frase “immagine di un [soggetto] visto con gli occhi di un daltonico [tipo di daltonismo]”. Al contrario, sono presenti anche reti, come DALL·E 2 (esempio in Fig. 4b), che, nell’impiego della medesima dicitura, cercano di mantenere quasi inalterata l’immagine originale, frapponendo un filtro (qui chiamato “concept art”) che opera piccole modifiche rispetto alla fotografia originale; ciononostante, il filtro utilizzato non coincide con quello di un’immagine daltonizzata.



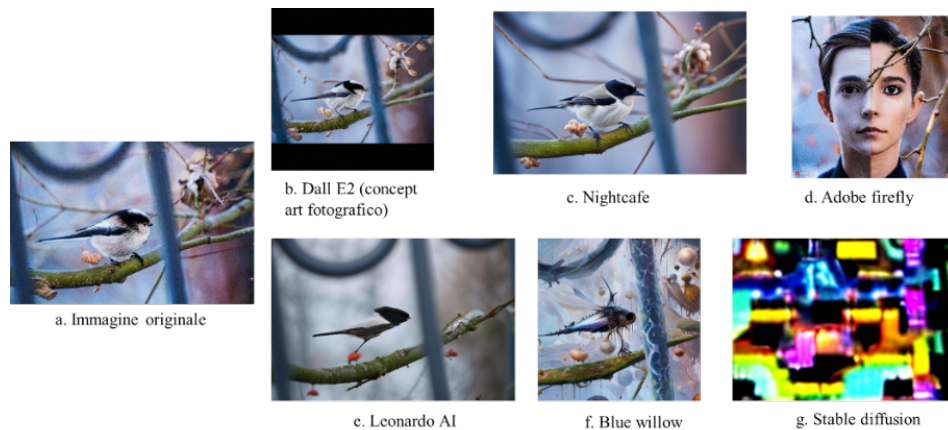


Fig. 4 - Confronto di immagini generate dalle varie reti generatrici rispetto all'immagine originale. Richiesta: "la stessa immagine come la vedrebbe un daltonico tritanope".

Considerando l'esito della frase precedente, si è deciso di utilizzare termini più specifici per descrivere ciò che veniva rappresentato in foto, nella speranza che in questo modo la rete generativa fosse maggiormente in grado di riprodurre quanto voluto. In Fig. 5 viene mostrato il risultato relativo a quattro reti generative, per cui, insieme all'immagine precedente, è stata utilizzata la frase "immagine del [soggetto] ritratto in foto come lo vedrebbe un daltonico [tipo di daltonismo]". Per tutti e quattro le IA è possibile notare come il soggetto richiesto, specialmente per le Fig. 5b e 5d, sia molto simile a quello di input; ciononostante, anche in questo caso la nuova immagine generata risulta differente da quella di partenza poiché non sembra utilizzare i soli colori percepibili da una persona daltonica. Dal momento che, in tutti i casi, il problema che si riscontrava era dato dalla mancanza dell'apposizione di un filtro che andasse a riprodurre il daltonismo ricercato, si è cercato, nella precisione delle descrizioni, di conferire maggior peso su questo aspetto, utilizzando infatti la frase "la stessa immagine filtrata per come la vedrebbe un daltonico [tipo di daltonismo]". In particolare, si è scelto di utilizzare questa dicitura per una rete generativa in particolare, Playground AI, in quanto, oltre al comando normale, presenta anche l'opzione "expanded prompt". A differenza di quanto accade per il comando senza questa opzione e per anche le altre reti, questa funzione permette al sistema di fare una ricerca di frasi simili rispetto a quanto scritto, fatto che ha permesso di ottenere un risultato maggiormente vicino a quanto si voleva ottenere. In Fig. 6 è mostrato il risultato relativo a questa funzione di Playground AI. Si può infatti notare come, con questa opzione abilitata, per la prima volta l'immagine si presenti completamente identica all'originale, eccetto che per un filtro colorato giustapposto sull'immagine. Purtroppo, per quanto il comportamento riscontrato in questa funzionalità della rete sia molto vicino allo scopo desiderato, il filtro spesso non corrisponde al daltonismo che richiesto.

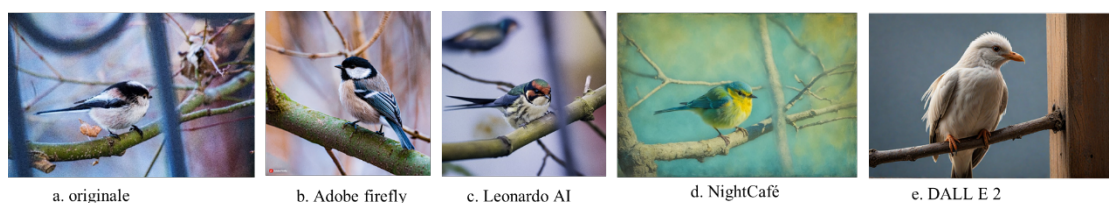


Fig. 5 – Risultati delle varie reti generative all'utilizzo della frase "immagine dell'uccellino ritratto in foto come lo vedrebbe un daltonico tritanope".



Fig. 6 – Immagine originale ed esempi di risultati per il programma Playground AI, con importazione di immagini, senza il comando expanded prompt e con. Richiesta: “la stessa immagine filtrata come la vedrebbe un daltonico tritanope”.

### ***Daltonizzazione delle immagini generate***

Una volta ottenute tutte le immagini da ciascuna delle reti generative, queste sono state filtrate con l'algoritmo di daltonizzazione Coblis V2 per verificare la coerenza cromatica rispetto al tipo di daltonismo richiesto. Nella maggior parte dei casi, come spiegato in precedenza, le immagini sembravano presentare una colorazione più vicina alla visione di un normovedente rispetto a quella di un daltonico, e questa ultima fase ha permesso di confermare tale osservazione.



Fig. 7 - Daltonizzazione delle immagini generate. A sinistra l'immagine originale create dall'IA, a destra la stessa immagine dopo l'applicazione dell'algoritmo di daltonizzazione.

In Fig. 7 viene mostrato un esempio di immagine generata e successivamente filtrata con Coblis V2 per ciascuno dei tre tipi di daltonismo (protanope, deuteranope, tritanope). Eccetto Fig. 7c, inserita per mostrare uno dei rari casi in cui la rete generativa ha creato un'immagine con colori molto simili al daltonismo richiesto, si può notare come l'immagine filtrata dall'algoritmo di daltonizzazione scelto si presenti differente rispetto a quella generata dall'IA, a conferma che le reti generative non sono state in grado di riprodurre il daltonismo richiesto.

### **Conclusioni**

Il lavoro svolto ha permesso di evidenziare che, eccetto alcuni casi particolari, le reti IA attuali non sono in grado di generare correttamente immagini adatte al tipo di daltonismo richiesto. Le reti che utilizzano le sole descrizioni testuali in input riescono a riprodurre il soggetto desiderato, ma raramente la colorazione riflette l'insieme dei colori percepibili dal tipo di daltonismo indicato; per quanto riguarda invece le reti che permettono l'uso combinato di descrizioni testuali ed immagini come input, nella maggior parte dei casi l'immagine generata è una distorsione di quella di partenza. L'immagine di input, infatti, viene utilizzata come base o riferimento per sviluppare questa nuova immagine, che però spesso risulta poco coerente con la descrizione iniziale. Il risultato più vicino a ciò che si voleva ottenere è rappresentato dalla rete Playground AI che, grazie a parametri specifici come "expanded prompt", genera effettivamente nuove immagini, mantenendo inalterata l'immagine di partenza eccetto che per l'applicazione di un filtro che però, anche in questo caso, non è in grado di riprodurre esattamente in modo corretto la percezione del daltonismo richiesto in descrizione. L'uso di un algoritmo di daltonizzazione come Coblis V2 ha ulteriormente confermato la limitazione di queste reti generative: infatti, applicando questo algoritmo alle immagini generate dalle reti, si è osservato che, eccetto rari casi, queste riflettono una visione dei colori di un normovedente anziché

quella del tipo di daltonismo ricercato. Un'estensione dell'indagine potrà essere effettuata in futuro, al fine di verificare eventuali miglioramenti delle reti generative nella creazione di questo tipo di immagini.

### **Ringraziamenti**

Questa ricerca è stata finanziata dall'Unione Europea - Next Generation EU, Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR Missione 4, Componente 2, Investimento 1.5 “Ecosistemi dell'Innovazione”), progetto MUSA.

### **Bibliografia**

Ali, S. *et al.* (2024) ‘Constructing Dreams Using Generative AI’, *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 38(21), pp. 23268–23275. doi: 10.1609/aaai.v38i21.30374.

Bailey, J. (2010) ‘Color Vision Deficiency a Concise Tutorial for Optometry and Ophthalmology Color Vision Deficiency a Concise Tutorial for Optometry and Ophthalmology’.

Brynjolfsson, E., Li, D. and Raymond, L.R. (2023) ‘Generative AI at Work’. National Bureau of Economic Research (Working Paper Series). doi:10.3386/w31161.

Wickline, Matthew, and the Human-Computer Interaction Resource Network (HCIRN), (2000) [https://web.archive.org/web/20090318054431/http://www.nofunc.com/Color\\_Blindness\\_Library](https://web.archive.org/web/20090318054431/http://www.nofunc.com/Color_Blindness_Library)

Evans, A. (2003) *Color is in the Eye of the Beholder: A Guide to Color Vision Deficiency and Colorblindness*. CVD Pub.

Futagbi, G., Miensah, E.D. and Eshunsah, N.A. (2011) ‘Red-Green Colour Deficiencies and the Study of Science, Computer Usage and Internet Browsing’, *Journal of the Ghana Science Association*, 13(1). doi: 10.4314/jgsa.v13i1.69185.

Lanthony, P. (2018) *The History of Color Blindness*. Wayenborgh Publishing.

McIntyre, Z. (2020) ‘Testing and Improving an Optimization-Based Digital Colorblindness Corrective Filter’.

# Un nuovo approccio alla gestione del colore negli Urban Digital Twins

Maria Martone<sup>1</sup>, Tiantian Fan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Formerly Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Sapienza Università di Roma

<sup>2</sup>Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma

maria.martone@uniroma1.it

ftt0532@gmail.com

## Abstract

Con il rapido sviluppo della scienza e della tecnologia, i gemelli digitali urbani sono gradualmente diventati uno strumento importante per la pianificazione e la gestione della città, sperimentato già da molte realtà internazionali. Creando città gemelle digitali virtuali, si possono monitorare e ottimizzare le operazioni di gestione urbana in modo più efficiente e accurato, aprendo nuovi scenari proiettati anche verso l'evoluzione di nuovi modelli di sviluppo per una migliore qualità della vita.

Sulla base di tali premesse e soprattutto considerando il colore elemento chiave della percezione visiva di una città, l'obiettivo del contributo è verificare se nei gemelli digitali le città mantengono le proprie peculiarità cromatiche e quali potranno essere i criteri metodologici di affidabilità per un nuovo modo di gestire il colore, considerando le nuove tecnologie disponibili. Facendo riferimento ad alcuni esempi di gemelli digitali di città pubblicati in rete e in particolare facendo riferimento al progetto di Helsinki, il saggio si propone di indagare se esistono e in che misura differenze cromatiche tra la visione virtuale e quella reale della città e quali possono essere, sulla base dei risultati raccolti, eventuali ottimizzazioni o compensazioni per considerare l'Urban Digital Twin fonte documentale anche nella gestione del colore sia nel campo della progettazione e riqualificazione urbana che di rilievo dello stato dei luoghi.

**Keywords :** Urban Digital Twin, gestione del colore, cromatismi urbani digitali, Color Validity Index (CVI).

## Introduzione

Le città gemelle digitali (Urban Digital Twins) rappresentano una delle più avanzate tecnologie per la gestione e la pianificazione urbana. Questi modelli integrano non solo rappresentazioni tridimensionali di edifici e infrastrutture, ma anche flussi di dati in tempo reale, come il traffico, il monitoraggio ambientale e il consumo energetico (Mazzetto, 2024). Grazie all'uso di tecnologie come l'Internet of Things (IoT) e l'Intelligenza Artificiale (AI), gli Urban Digital Twins offrono un controllo complessivo e una gestione ottimizzata delle città, rendendo le città sempre più intelligenti e reattive alle esigenze moderne (Ogunsakin, Mehandjiev, & Marin, 2023).

L'uso degli Urban Digital Twins si sta diffondendo con successo non solo in Italia, ma in tutto il mondo. In Italia, ad esempio, Bologna ha implementato questa tecnologia per proteggere il patrimonio culturale, gestire il turismo e sviluppare applicazioni smart city. Allo stesso modo, città come Berlino, Helsinki, Shanghai e Tokyo stanno sperimentando vari modelli di Digital Twins per scopi diversi, tra cui la gestione delle risorse urbane e la risposta alle emergenze ambientali e climatiche.

Tuttavia, un aspetto spesso trascurato di questi modelli è la gestione accurata del colore, che è fondamentale per la percezione visiva e l'identità architettonica di una città. Questo studio si propone di investigare se le rappresentazioni digitali mantengono la fedeltà cromatica delle città reali e se il colore può essere considerato un dato geospaziale accuratamente rappresentato nei Digital Twins. Attraverso l'analisi di alcuni esempi di Urban Digital Twins, con un focus particolare sulla città di Helsinki, verranno eseguite indagini su campioni di edifici per proporre una metodologia applicabile anche in altri contesti urbani.



### Gli Urban Digital Twins: il caso di Helsinki

Con l'avanzamento tecnologico, i gemelli digitali urbani sono emersi come strumenti fondamentali per la gestione e la pianificazione delle città, offrendo opportunità senza precedenti per ottimizzare i servizi urbani e migliorare la qualità della vita. Questi modelli non solo rappresentano edifici e infrastrutture in 3D, ma integrano anche dati provenienti da dispositivi IoT, consentendo un monitoraggio in tempo reale di aspetti come il traffico, l'ambiente e il consumo energetico. A livello globale, città come Singapore e Dubai hanno dimostrato l'efficacia dei Digital Twins nel migliorare la sicurezza urbana e la sostenibilità (Fig.1), utilizzando la simulazione di scenari e la gestione delle risorse in modo più efficiente (AA.VV., 2023).



Fig. 1 – Esempi di Digital Twins cities: a sinistra Singapore (<https://skedgo.com/leveraging-digital-twins-to-improve-urban-transport/> consultato il 30 settembre 2024); a destra Dubai (<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=qklaJtOITuE> consultato il 30 settembre 2024).

Tuttavia, uno degli aspetti più complessi e spesso trascurati di questi modelli è la gestione accurata del colore. La fedeltà cromatica è cruciale per la percezione visiva e l'identità architettonica delle città, poiché influisce direttamente sull'aspetto estetico degli edifici, sulla leggibilità degli spazi urbani e sul benessere psicologico dei cittadini. Studi precedenti hanno dimostrato che la riproduzione cromatica nei gemelli digitali urbani è affetta da numerose sfide, tra cui la variabilità delle condizioni di luce naturale, la riflettanza dei materiali da costruzione e l'usura nel tempo (Wurm *et al.*, 2024). Ad esempio, le variazioni di luminosità durante il giorno possono alterare la percezione del colore, mentre l'invecchiamento dei materiali da costruzione può introdurre discrepanze tra il mondo reale e quello virtuale (Zhang & Liu, 2023).

In Italia, l'uso dei gemelli digitali è in crescita, con città come Bologna che ne sfruttano il potenziale per la protezione del patrimonio culturale e la gestione del turismo. Inoltre, aziende come CGR SpA (Compagnia Generale Ripresearee) stanno utilizzando la fotogrammetria e il telerilevamento con sensori multispettrali per migliorare l'accuratezza cromatica delle rappresentazioni urbane. Questo approccio ha dimostrato il suo valore nella gestione urbana complessa, sottolineando l'importanza dell'integrazione dei dati cromatici nei modelli virtuali.



Fig.2 – Digital Twin di Helsinki (<https://kartta.hel.fi/3d/mesh/> consultato il 30 settembre 2024). In evidenza i cinque edifici scelti come campioni.

Nonostante i progressi tecnologici, l'applicazione delle tecniche di gestione cromatica agli spazi urbani aperti rimane una sfida significativa. Il presente studio si propone di contribuire a colmare questa lacuna, introducendo una metodologia basata sull'Indice di Validità Cromatica (CVI) per

valutare e migliorare la fedeltà cromatica nei gemelli digitali urbani. Con un focus particolare sul Digital Twin di Helsinki, sono stati scelti cinque edifici rappresentativi per effettuare un campionamento dei colori degli elementi principali (Fig. 2). Attraverso un'analisi dettagliata della rappresentazione cromatica virtuale e un confronto con scenari reali, questo lavoro analizza lo stato attuale della fedeltà cromatica, proponendo strategie di ottimizzazione per migliorare la percezione visiva complessiva degli spazi urbani. Infine, viene presentato un nuovo approccio metodologico per l'analisi e la documentazione del colore nei gemelli digitali, contribuendo a una gestione cromatica più precisa e integrata nella progettazione e riqualificazione urbana (Parraga, Troscianko, & Tolhurst, 2002).

### **Obiettivi e metodologia di indagine**

Helsinki è un esempio di eccellenza nell'uso dei gemelli digitali urbani grazie alla sua accessibilità e applicazione tecnologica avanzata. La città è pioniera nella protezione del patrimonio culturale, pianificazione urbanistica e trasporto intelligente. Il Digital Twin di Helsinki, accessibile pubblicamente, offre funzionalità interattive che semplificano le analisi urbane per i ricercatori. Ad esempio, il modello Urban Data integra identificativi univoci (GMLID, RATU e VTJ-PRT) per una gestione avanzata dei flussi di dati e fornisce dettagli come altezza, materiale e anno di costruzione per ogni edificio.

La scelta di Helsinki come oggetto di studio è rilevante sia per il suo valore scientifico che per le applicazioni pratiche che offre. Questo studio analizza la fedeltà cromatica nei modelli digitali urbani, concentrandosi sulle discrepanze tra scenari virtuali e reali e proponendo strategie per migliorare la gestione del colore nei Digital Twins. Poiché non è stato possibile effettuare sopralluoghi diretti, i colori delle facciate sono stati analizzati utilizzando Google Earth, mantenendo invariata la metodologia per garantire la coerenza dei risultati. Tuttavia, si auspica che future analisi possano essere perfezionate con rilevamenti sul campo.

Gli obiettivi specifici della ricerca includono: valutare lo stato attuale della gestione del colore nel Digital Twin di Helsinki, identificare le differenze cromatiche tra la città virtuale e quella reale e proporre strategie per migliorare la fedeltà cromatica nei modelli digitali.

Il caso di studio si concentra sul quartiere di Aleksanterinkatu, nel centro di Helsinki, e su cinque edifici principali: la Cattedrale, il Municipio, l'Università, l'Edificio della Borsa Valori e la Gioielleria *Olli Johan Lindroos*. I campioni di colore sono stati selezionati in modo uniforme sulle principali aree delle facciate (pareti, tetti, cornici delle finestre e porte) per garantire la rappresentatività dei dati.

I dati cromatici delle facciate sono stati estratti utilizzando Adobe Photoshop, con valori RGB raccolti sia dal modello digitale sia da immagini reali. Le differenze cromatiche ( $\Delta E$ ) sono state calcolate per classificare le deviazioni, mentre l'Indice di Validità Cromatica (Color Validity Index, CVI) (Chen *et al.*, 2018) ha misurato la fedeltà complessiva. Le strategie di ottimizzazione includono la calibrazione cromatica, la simulazione della luce e l'implementazione di algoritmi di correzione automatica. In questo studio, l'attenzione principale è posta sulla tonalità, essendo un elemento chiave per la percezione visiva e l'identità architettonica. Le variazioni di luminosità e saturazione, sebbene registrate, sono considerate secondarie a causa della loro dipendenza da fattori ambientali esterni come l'illuminazione naturale e l'accumulo di sporco. La tonalità offre invece un'indicazione più stabile e rilevante per i nostri scopi.

### **Workflow**

#### *1. Raccolta e pre-elaborazione dei dati del modello virtuale*

Abbiamo acquisito i dati cromatici dal Digital Twin 3D degli edifici situati lungo la via Aleksanterinkatu utilizzando il modello urbano della città di Helsinki. Questi dati forniscono una rappresentazione virtuale dettagliata, essenziale per il confronto successivo con i dati reali.

#### *2. Raccolta e analisi del colore del modello reale*



Utilizzando software di estrazione cromatica come Adobe Photoshop, abbiamo campionato i colori delle facciate degli edifici, includendo aree come pareti, tetti, cornici delle finestre e porte. Per ogni campione, sono stati registrati i valori RGB, garantendo un'analisi cromatica accurata e coerente.

### 3. Confronto tra scene virtuali e reali

I campioni cromatici del modello virtuale sono stati confrontati con le immagini reali estratte da Google Earth. Questo confronto ha permesso di identificare e analizzare eventuali discrepanze cromatiche tra i modelli digitali e gli edifici reali, contribuendo a valutare la fedeltà cromatica del Digital Twin di Helsinki.

### Analisi dei dati cromatici e delle differenze. Tabelle comparative

Si è proceduto all'analisi dei dati cromatici sui campioni scelti per ciascun edificio sia del Digital Twin di Helsinki che di Google Earth a cui si è aggiunta una analisi delle differenze cromatiche calcolate come di seguito indicato (Schanda, 2007).

Per prima cosa è stato convertito lo spazio colore RGB in XYZ, secondo la formula seguente:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = M \cdot \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix}$$

I valori XYZ sono stati convertiti in CIELAB, uno spazio colore che riflette meglio la percezione umana di luminosità, cromaticità e tonalità. La formula di trasformazione è la seguente:

$$\begin{aligned} L^* &= 116 \cdot f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - 16 \\ a^* &= 500 \cdot \left(f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right)\right) \\ b^* &= 200 \cdot \left(f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right)\right) \end{aligned}$$

Infine, i valori CIELAB convertiti vengono utilizzati per calcolare la differenza cromatica, facendo riferimento alla seguente formula:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$

Infine, per ciascun edificio selezionato è stata elaborata una tabella comparativa tra i risultati dell'analisi dei dati cromatici dei campioni prelevati sia dal Digital Twin di Helsinki che da Google Earth, di cui, a seguire, se ne riporta una descrizione (Figg. 3 e 4).

In base al valore di  $\Delta E$  ottenuto, si può classificare il tipo di deviazione cromatica, indicando se si tratta di uno spostamento verso toni più chiari, scuri, caldi o freddi.

**La Cattedrale.** Le facciate virtuali presentano luminosità inferiore, predominanza di verde e maggiore saturazione rispetto alla realtà. Differenze specifiche: pareti  $\Delta E = 17,11$  (meno luminose, tendenza al verde); tetto  $\Delta E = 70,87$  (bassa luminosità, saturazione ridotta); porta  $\Delta E = 58,33$  (tendenza rosso-marrone); finestra  $\Delta E = 13,12$  (leggera tendenza al giallo).

**Il Municipio.** Il modello virtuale risulta più scuro e freddo. Differenze specifiche: parete  $\Delta E = 46,41$  (tonalità fredda e scura); tetto  $\Delta E = 26,00$  (leggero spostamento freddo); porta  $\Delta E = 190,75$  (marcata deviazione verso tonalità chiare e fredde); finestra  $\Delta E = 7,87$  (buona fedeltà).

**L'Università.** Buona fedeltà cromatica con eccezioni. Differenze specifiche: parete  $\Delta E = 2,18$  (alta fedeltà); tetto  $\Delta E = 20,70$  (leggermente più chiaro e freddo); porta  $\Delta E = 21,16$  (più chiara e meno satura); finestra  $\Delta E = 22,23$  (più fredda e scura); colonna  $\Delta E = 13,28$  (leggero scurimento).

**L'Edificio della Borsa Valori.** Discrepanze moderate con toni più chiari e meno saturi. Differenze specifiche: parete 1  $\Delta E = 23,17$ ; parete 2  $\Delta E = 20,13$  (entrambi meno profondi e caldi); tetto  $\Delta E = 55,89$  (più chiaro); porta  $\Delta E = 23,75$  (più fredda e desaturata); finestra  $\Delta E = 27,61$  (più chiara).

**La Gioielleria "Olli Johan Lindroos".** Differenze marcate, con tonalità generalmente più chiare e meno calde. Differenze specifiche: parete 1  $\Delta E = 22,74$  (meno satura); parete 2  $\Delta E = 72,98$  (significativa perdita di sfumature calde); tetto  $\Delta E = 102,69$  (chiaro e freddo); porta  $\Delta E = 36,12$  (meno intensa); finestra  $\Delta E = 55,69$  (meno calda e meno autentica). Per una chiara visualizzazione delle deviazioni cromatiche trattate, si veda la Figura 5.

| La Cattedrale                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |       | Il Municipio                                                                                                                                                                  |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                    |                                                                                     |                              |                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                        |  |  |  |       |                                                                                              |  |  |  |                                                                                    |                                                                                     |                              |                                                               |
| Helsinki Digital Twin Informazioni                                                                                                                                                                                                                                                      | Helsinki Digital Twin (H.D.T. Mod. vir.)                                          | Google Earth (G.E. Mod. Reale)                                                    | Foto (G.E.)                                                                       |       | Helsinki Digital Twin Informazioni                                                                                                                                            | Helsinki Digital Twin (H.D.T. Mod. vir.)                                           | Google Earth (G.E. Mod. Reale)                                                      | Foto (G.E.)                                                                         |                                                                                    |                                                                                     |                              |                                                               |
| Informazioni sull'edificio: Altezza dell'edificio: 58,89 m ; Quota inferiore dell'edificio: 13,44; VTJ-PRT: 103027179C; RATU: 211; GMLID: BID_4d58c091-9185-42fd-a8be-78f1f6eb891f.                                                                                                     |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |       | Informazioni sull'edificio Altezza dell'edificio: 32,7 m; Quota inferiore dell'edificio: 1,9; VTJ-PRT: 103027184J; RATU: 216; GMLID: BID_29d5c8c9-a6e1-439b-ad4e-cceab20d9f9e |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                    |                                                                                     |                              |                                                               |
| CAMPIONE                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                   | RGB Mod. vir.                                                                     | RGB Mod. reale                                                                    | (ΔE)  | Tipo di deviazione cromatica                                                                                                                                                  |                                                                                    | CAMPIONE                                                                            | RGB Mod. vir.                                                                       | RGB Mod. reale                                                                     | (ΔE)                                                                                | Tipo di deviazione cromatica |                                                               |
| Parete H.D.T.                                                                                                                                                                                                                                                                           | Parete G.E.                                                                       | 194 201 205                                                                       | 247 247 245                                                                       | 17.11 | Leggero spostamento verso toni più chiari e neutri.                                                                                                                           |   | Parete H.D.T.                                                                       | Parete G.E.                                                                         | 197 200 205                                                                        | 214 229 237                                                                         | 46.41                        | Scostamento verso toni più chiari e freddi.                   |
|                                                                                                                                                                                                        |  |  |  |       |                                                                                                                                                                               |                                                                                    |    |    |  |  |                              |                                                               |
| Tetto H.D.T.                                                                                                                                                                                                                                                                            | Tetto G.E.                                                                        | 188 203 203                                                                       | 125 185 176                                                                       | 70.87 | Marcato scostamento verso toni più scuri e più freddi.                                                                                                                        |   | Tetto H.D.T.                                                                        | Tetto G.E.                                                                          | 238 239 237                                                                        | 214 229 237                                                                         | 26.00                        | Scostamento moderato verso toni leggermente più scuri.        |
|                                                                                                                                                                                                        |  |  |  |       |                                                                                                                                                                               |                                                                                    |    |    |  |  |                              |                                                               |
| Porta H.D.T.                                                                                                                                                                                                                                                                            | Porta G.E.                                                                        | 188 171 150                                                                       | 96 65 38                                                                          | 58.33 | Notevole spostamento verso toni più scuri e caldi.                                                                                                                            |   | Porta H.D.T.                                                                        | Porta G.E.                                                                          | 176 176 175                                                                        | 99 63 42                                                                            | 190.75                       | Notevole spostamento verso toni molto più scuri e caldi.      |
|                                                                                                                                                                                                        |  |  |  |       |                                                                                                                                                                               |                                                                                    |    |    |  |  |                              |                                                               |
| Finestra H.D.T.                                                                                                                                                                                                                                                                         | Finestra G.E.                                                                     | 209 210 208                                                                       | 247 247 245                                                                       | 13.12 | Leggero scostamento verso toni più chiari e neutri.                                                                                                                           |   | Finestra H.D.T.                                                                     | Finestra G.E.                                                                       | 201 199 204                                                                        | 196 198 198                                                                         | 7.87                         | Minimo scostamento verso toni leggermente più scuri e neutri. |
|                                                                                                                                                                                                        |  |  |  |       |                                                                                                                                                                               |                                                                                    |    |    |  |  |                              |                                                               |
| NOTE: 1.VTJ-PRT: Identificatore permanente dell'edificio; 2.RATU: Viene usato nella sua univocità come "ID edificio" ; 3.GMLID: Identificativo univoco in formato GML (Geography Markup Language), utilizzato per distinguere singoli oggetti geografici all'interno di un dataset GML. |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |       |                                                                                                                                                                               |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                    |                                                                                     |                              |                                                               |

| L'Università                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |       | L'Edificio della Borsa Valori                                                                                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                      |                                                                                       |                              |                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                      |  |  |  |       |                                                                                                |  |  |  |                                                                                      |                                                                                       |                              |                                                            |
| Helsinki Digital Twin Informazioni                                                                                                                                                                                                                                                      | Helsinki Digital Twin (H.D.T. Mod. vir.)                                            | Google Earth (G.E. Mod. Reale)                                                      | Foto (G.E.)                                                                         |       | Helsinki Digital Twin Informazioni                                                                                                                                                | Helsinki Digital Twin (H.D.T. Mod. vir.)                                             | Google Earth (G.E. Mod. Reale)                                                        | Foto (G.E.)                                                                           |                                                                                      |                                                                                       |                              |                                                            |
| Informazioni sull'edificio: Altezza :dell'edificio: 29,38 m; Quota inferiore dell'edificio: 4,31; VTJ-PRT: 103036766M; RATU: 328; GMLID: BID_3a9b6d01-301d-421b-9b85-f8b4d7165e8e; Posizione Est: 25497267.22 - Nord: 6672955.49 - N2000: 27.82                                         |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |       | Informazioni sull'edificio: Altezza dell'edificio: 30,74 m; Quota inferiore dell'edificio: 1,91; VTJ-PRT: 1030367814; RATU: 340 ; GMLID: BID_3da327ac-519e-49e3-afec-9f086c2b12ee |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                      |                                                                                       |                              |                                                            |
| CAMPIONE                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | RGB Mod. vir.                                                                       | RGB Mod. reale                                                                      | (ΔE)  | Tipo di deviazione cromatica                                                                                                                                                      |                                                                                      | CAMPIONE                                                                              | RGB Mod. vir.                                                                         | RGB Mod. reale                                                                       | (ΔE)                                                                                  | Tipo di deviazione cromatica |                                                            |
| Parete H.D.T.                                                                                                                                                                                                                                                                           | Parete G.E.                                                                         | 204 200 185                                                                         | 207 199 187                                                                         | 2.18  | Scostamento minimo, quasi impercettibile.                                                                                                                                         |   | Parete1 H.D.T.                                                                        | Parete1 G.E.                                                                          | 190 169 165                                                                          | 155 110 104                                                                           | 23.17                        | Scostamento verso toni più scuri e caldi.                  |
|                                                                                                                                                                                                      |  |  |  |       |                                                                                                                                                                                   |                                                                                      |    |    |  |  |                              |                                                            |
| Tetto H.D.T.                                                                                                                                                                                                                                                                            | Tetto G.E.                                                                          | 238 239 237                                                                         | 183 201 226                                                                         | 20.70 | Scostamento moderato verso toni più freddi e leggermente più scuri.                                                                                                               |   | Parete2 H.D.T.                                                                        | Parete2 G.E.                                                                          | 180 172 162                                                                          | 176 141 109                                                                           | 20.13                        | Scostamento verso toni più scuri e leggermente più caldi.  |
|                                                                                                                                                                                                      |  |  |  |       |                                                                                                                                                                                   |                                                                                      |    |    |  |  |                              |                                                            |
| Porta H.D.T.                                                                                                                                                                                                                                                                            | Porta G.E.                                                                          | 154 146 136                                                                         | 91 98 90                                                                            | 21.16 | Scostamento verso toni più scuri e freddi.                                                                                                                                        |   | Tetto H.D.T.                                                                          | Tetto G.E.                                                                            | 213 213 216                                                                          | 69 70 87                                                                              | 55.89                        | Notevole scostamento verso toni molto più scuri e freddi.  |
|                                                                                                                                                                                                      |  |  |  |       |                                                                                                                                                                                   |                                                                                      |    |    |  |  |                              |                                                            |
| Finestra H.D.T.                                                                                                                                                                                                                                                                         | Finestra G.E.                                                                       | 176 176 175                                                                         | 112 123 134                                                                         | 22.23 | Scostamento moderato verso toni più freddi e più scuri.                                                                                                                           |   | Porta H.D.T.                                                                          | Porta G.E.                                                                            | 114 91 82                                                                            | 136 83 47                                                                             | 23.75                        | Scostamento verso toni più caldi e leggermente più chiari. |
|                                                                                                                                                                                                      |  |  |  |       |                                                                                                                                                                                   |                                                                                      |    |    |  |  |                              |                                                            |
| Colonna H.D.T.                                                                                                                                                                                                                                                                          | Colonna G.E.                                                                        | 188 189 188                                                                         | 225 226 225                                                                         | 13.28 | Scostamento verso toni più chiari e neutri.                                                                                                                                       |   | Finestra H.D.T.                                                                       | Finestra G.E.                                                                         | 105 93 93                                                                            | 74 40 23                                                                              | 27.61                        | Scostamento verso toni più scuri e caldi.                  |
|                                                                                                                                                                                                      |  |  |  |       |                                                                                                                                                                                   |                                                                                      |    |    |  |  |                              |                                                            |
| NOTE: 1.VTJ-PRT: Identificatore permanente dell'edificio; 2.RATU: Viene usato nella sua univocità come "ID edificio" ; 3.GMLID: Identificativo univoco in formato GML (Geography Markup Language), utilizzato per distinguere singoli oggetti geografici all'interno di un dataset GML. |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |       |                                                                                                                                                                                   |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                      |                                                                                       |                              |                                                            |

Fig.3 - Tabelle comparative dei dati virtuali e reali relativi ai cromatismi e alle differenze cromatiche della Cattedrale, del Municipio, dell'Università e dell'Edificio della Borsa Valori della città di Helsinki.

| La Gioielleria “Olli Johan Lindroos”                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |        |                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                        |  |  |  |        |                                                                    |
| Helsinki Digital Twin Informazioni                                                                                                                                                                                                                                                      | Helsinki Digital Twin (H.D.T. Mod. vir.)                                          | Google Earth (G.E. Mod. Reale)                                                    | Foto (G.E.)                                                                        |        |                                                                    |
| Informazioni sull'edificio: Altezza dell'edificio: 56,23 m; Quota inferiore dell'edificio: 4,27; VTJ-PR1¹ : 1030367471; RATU² : 313; GMLID³ : BID_7f0175c2-6ea2-4ae0-95e8-98151cb612f3                                                                                                  |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |        |                                                                    |
| CAMPIONE                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                   | RGB Mod. vir.                                                                     | RGB Mod. reale                                                                     | (ΔE)   | Tipo di deviazione cromatica                                       |
| Parete1 H.D.T.                                                                                                                                                                                                                                                                          | Parete1 G.E.                                                                      | 139 117 113                                                                       | 155 111 98                                                                         | 22.74  | Scostamento moderato verso toni più caldi e leggermente più scuri. |
|                                                                                                                                                                                                        |  |  |   |        |                                                                    |
| Parete2 H.D.T.                                                                                                                                                                                                                                                                          | Parete2 G.E.                                                                      | 209 210 208                                                                       | 188 171 150                                                                        | 72.98  | Notevole spostamento verso toni molto più scuri e caldi.           |
|                                                                                                                                                                                                        |  |  |   |        |                                                                    |
| Tetto H.D.T.                                                                                                                                                                                                                                                                            | Tetto G.E.                                                                        | 194 201 205                                                                       | 125 153 146                                                                        | 102.69 | Grande scostamento verso toni molto più scuri e freddi.            |
|                                                                                                                                                                                                        |  |  |   |        |                                                                    |
| Porta H.D.T.                                                                                                                                                                                                                                                                            | Porta G.E.                                                                        | 88 81 90                                                                          | 115 81 66                                                                          | 36.12  | Scostamento verso toni leggermente più chiari e caldi.             |
|                                                                                                                                                                                                        |  |  |   |        |                                                                    |
| Finestra H.D.T.                                                                                                                                                                                                                                                                         | Finestra G.E.                                                                     | 181 171 170                                                                       | 161 145 125                                                                        | 55.69  | Scostamento significativo verso toni più scuri e caldi.            |
|                                                                                                                                                                                                        |  |  |   |        |                                                                    |
| NOTE: 1.VTJ-PR1: Identificatore permanente dell'edificio; 2.RATU: Viene usato nella sua univocità come "ID edificio" ; 3.GMLID: Identificativo univoco in formato GML (Geography Markup Language), utilizzato per distinguere singoli oggetti geografici all'interno di un dataset GML. |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |        |                                                                    |

Fig.4 - Tabella comparativa dei dati virtuali e reali relativi ai cromatismi e alle differenze cromatiche della Gioielleria “Olli Johan Lindroos” della città di Helsinki.

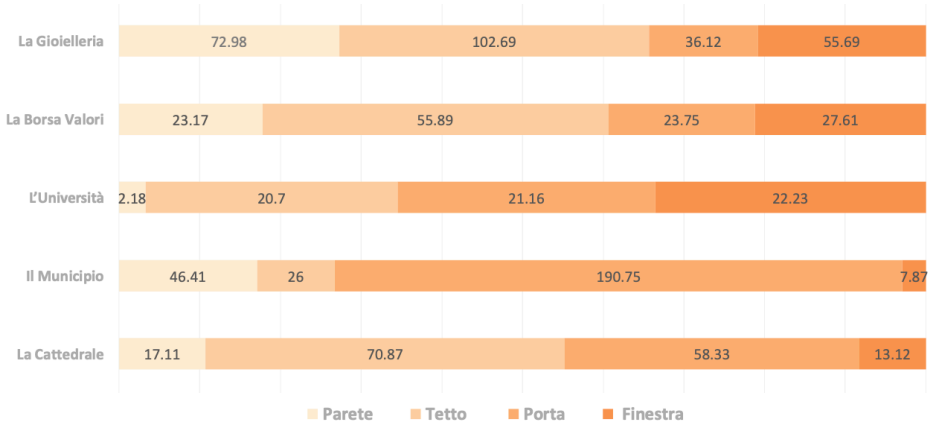


Fig.5 –Deviazioni cromatiche (ΔE) per elementi architettonici. Il grafico illustra le deviazioni cromatiche (ΔE) tra il modello virtuale e la realtà per cinque edifici. Le barre indicano i diversi elementi architettonici, con valori più alti che rappresentano deviazioni cromatiche significative.

**Valutazione dell’efficacia della gestione del colore tramite il Color Validity Index (CVI)**

L’Indice di Validità Cromatica (Color Validity Index, CVI) viene utilizzato per misurare il grado di fedeltà cromatica tra il modello virtuale e la scena reale. La formula per il calcolo del valore CVI è la seguente:

$$CVI = \frac{\sum \Delta E}{n}$$

Più basso è il valore CVI maggiore è la fedeltà cromatica. La valutazione dell’indice di validità cromatica è stata calcolata per ciascun edificio scelto sulla base di un numero di campioni, così come di seguito riportato

*La Cattedrale*:  $\Sigma\Delta E = 17,11 + 70,87 + 58,33 + 13,12 = 159,43$ ; numero di campioni = 4; CVI = 39,86.  
*Il Municipio*:  $\Sigma\Delta E = 46,41 + 26,00 + 190,75 + 7,87 = 271,03$ ; numero di campioni = 4; CVI = 67,76.  
*L'Università*:  $\Sigma\Delta E = 2,18 + 20,70 + 21,16 + 22,23 + 13,28 = 79,55$ ; numero di campioni = 5; CVI = 15,91.

*L'Edificio della Borsa Valori*:  $\Sigma\Delta E = 23,17 + 20,13 + 55,89 + 27,61 + 11,59 = 138,39$ ; numero di campioni = 5; CVI = 27,68.

*La Gioielleria "Olli Johan Lindroos"*:  $\Sigma\Delta E = 22,74 + 72,98 + 102,69 + 36,12 + 55,69 = 290,22$ ; numero di campioni = 5; CVI = 58,04.

*Valutazione dei risultati*. I risultati mostrano che l'Università ha la migliore fedeltà cromatica con un CVI di 15,91, mentre il Municipio e la Gioielleria evidenziano deviazioni significative (CVI di 67,76 e 58,04). Questi risultati sottolineano la necessità di strategie di ottimizzazione specifiche per migliorare l'accuratezza cromatica nei modelli virtuali (Fig. 6).

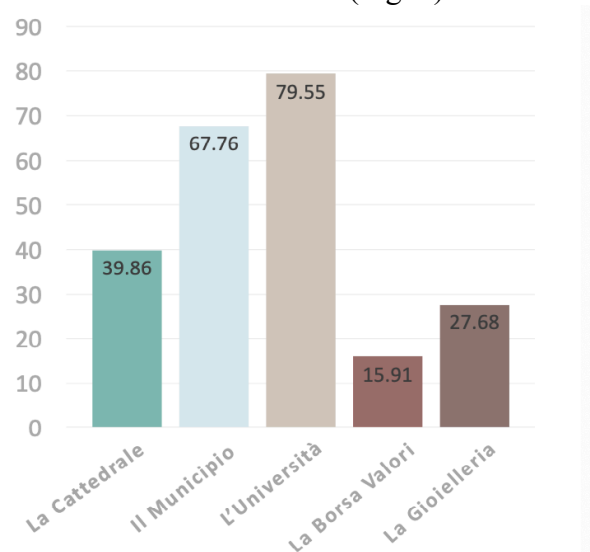


Fig.6 – Istogramma rappresentante l'Indice di Validità Cromatica (CVI) degli edifici analizzati della città di Helsinki. Il valore più basso di CVI indica una maggiore fedeltà cromatica.

### Strategie di ottimizzazione

*Ottimizzazione delle aree con elevato  $\Delta E$* . Per le aree con  $\Delta E$  superiore a 50 (es. tetto della Cattedrale, porta del Municipio), è necessaria un'ottimizzazione della riflettanza e del mapping delle texture dei materiali per ridurre le differenze cromatiche.

*Allineamento dello spazio cromatico*. Per allineare con precisione le tonalità RGB tra il modello virtuale e quello reale, si può utilizzare software di gestione del colore, come *ColorMunki* o *Spyder*, per una calibrazione cromatica coerente.

*Miglioramento della simulazione della luce*. Bisogna adeguare i parametri di illuminazione nel modello virtuale per riflettere le condizioni reali. L'uso di un render a spettro completo può migliorare la fedeltà dei colori rispetto all'illuminazione ambientale.

*Introduzione di algoritmi di correzione del colore*. Algoritmi come la correzione gamma, l'adeguamento della temperatura del colore e il bilanciamento della luminosità possono compensare automaticamente le differenze cromatiche.

*Sistema di Monitoraggio del CVI in tempo reale*. Per mantenere un'elevata fedeltà cromatica, è utile un sistema di monitoraggio continuo del CVI, che rilevi e corregga periodicamente le discrepanze tra il modello virtuale e la realtà.

L'implementazione di queste strategie può migliorare significativamente la validità cromatica dei gemelli digitali, garantendo una corrispondenza più accurata e una migliore esperienza visiva nel contesto urbano.

## Conclusioni

Il presente studio ha esplorato la gestione cromatica nei gemelli digitali urbani, focalizzandosi sul caso di Helsinki. Attraverso un confronto tra i dati cromatici del Digital Twin e quelli ottenuti da Google Earth, sono emerse criticità che influiscono sulla qualità della rappresentazione digitale, specialmente in termini di luminosità e saturazione. Tuttavia, l'indagine ha dimostrato che un controllo cromatico efficace è possibile utilizzando software avanzati di analisi cromatica e calcolando le differenze cromatiche ( $\Delta E$ ) con l'Indice di Validità Cromatica (CVI). Questo approccio ha permesso di misurare accuratamente la fedeltà cromatica tra il modello virtuale e la scena reale, proponendo strategie di ottimizzazione mirate.

I risultati di questo studio supportano l'utilizzo degli Urban Digital Twins come strumenti validi non solo per la gestione del colore, ma anche per la progettazione e la riqualificazione urbana. Con un controllo cromatico adeguato, i Digital Twins possono migliorare la documentazione e la conservazione dell'identità visiva delle città. Per incrementare ulteriormente la fedeltà cromatica, si raccomanda l'integrazione di livelli di dettaglio relativi ai cromatismi (Level of Detail – LOD), includendo dati precisi sui colori delle facciate e delle coperture degli edifici, ottenuti attraverso rilievi in campo con tecnologie digitali avanzate.

Infine, la ricerca futura potrebbe estendere queste strategie ad altri contesti urbani, con l'obiettivo di confermare la validità dei risultati e promuovere l'adozione dei gemelli digitali come strumenti fondamentali per una gestione urbana integrata, includendo aspetti cromatici per città visivamente coerenti e sostenibili.

Nota. Nella condivisione generale dei contenuti presentati, Maria Martone si è interessata dell'impostazione del contributo mentre Tiantian Fan si è interessata dell'analisi dei dati cromatici con l'elaborazione delle schede e dei grafici.

## Riferimenti bibliografici

AA.VV. (2023) Digital Twin Cities: Key Insights and Recommendations. World Economic Forum. Insight Report. August. [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Digital\\_Twin\\_Cities\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Digital_Twin_Cities_2023.pdf)

Chen, Z. et al. (2018) Analyzing Color Difference Evaluation Methods for Digital Twin Models of Urban Architecture. *International Journal of Architectural Computing*, 16(4), pp.271-289.

Mazzetto, S. (2024) A Review of Urban Digital Twins Integration, Challenges, and Future Directions. *Smart City Development. Sustainability*, 16, 8337. <https://doi.org/10.3390/su16198337>.

Ogunsakin, R., Mehandjiev, N., & Marin, C. A. (2023) Towards adaptive digital twins architecture. *Computers in Industry*, 149(March), 103920. DOI: 10.1016/j.compind.2023.103920.

Parraga, C. A., Troscianko, T., & Tolhurst, D. J. (2002) Spatiochromatic properties of natural images and human vision. *Journal of Vision*, 2(7), pp.532-555.

Schanda, J. (2007) *Colorimetry: Understanding the CIE System*. Hoboken, NJ:Wiley-Interscience, pp.72-78.

Wurm, M. et al. (2024) Towards Urban Digital Twins: A Workflow for Procedural Modeling from Remote Sensing Data. *Remote Sensing*, 16(11), 1939. <https://doi.org/10.3390/rs16111939>.

Zhang, H., & Liu, Y. (2023) Advances in Urban Digital Twin Applications: Color Management and Perception Challenges. *Buildings*, 13(4), 1004. <https://doi.org/10.3390/buildings13041004>.

## **L'illusione del colore: le interazioni cromatiche di Josef Albers negli spazi tridimensionali**

**Daniele Calisi<sup>1</sup>, Stefano Botta<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Università degli Studi Roma Tre – Dipartimento di Architettura

Contatto: Daniele Calisi, [daniele.calisi@uniroma3.it](mailto:daniele.calisi@uniroma3.it)

### **Abstract**

Josef Albers, figura centrale nell'evoluzione della teoria del colore del XX secolo, ha profondamente influenzato la comprensione artistica e scientifica delle interazioni cromatiche. Il suo lavoro, in particolare *Interaction of Color* (1963), esplora come i colori si influenzano reciprocamente e come queste interazioni possono alterare la percezione visiva. Albers riteneva che il colore non fosse una qualità intrinseca di un oggetto, ma piuttosto un fenomeno relativo, la cui percezione è determinata dal contesto e dalle condizioni ambientali. Questo principio di relatività cromatica è stato illustrato attraverso una serie di esercizi pratici che dimostrano come lo stesso colore possa apparire differente a seconda dei colori circostanti, enfatizzando l'importanza della contestualizzazione cromatica. Questa prospettiva apre interessanti possibilità nella progettazione tridimensionale, dove le teorie di Albers possono essere applicate per influenzare la percezione spaziale. Approfondire le sue riflessioni all'interno di ambienti tridimensionali rappresenta una sfida sperimentale interessante. Utilizzando simulazioni virtuali immersive in *real-time rendering*, è possibile esplorare gli effetti sulla percezione visiva dello spazio di alcune interazioni cromatiche descritte da Albers. L'applicazione delle teorie di Albers a questi ambienti 3D non è solo un esercizio teorico, ma ha implicazioni pratiche significative nel progetto architettonico, in quanto affrontano la manipolazione percettiva dello spazio grazie all'interazione di luci e colori. Riflettere sulle teorie di Albers mediante tecnologie avanzate permette di approfondire il suo lavoro e di creare spazi visivamente stimolanti e percettivamente dinamici.

**Keywords:** Josef Albers, 3D space, VR, simultaneous contrasts, afterimage.

### **Introduzione**

Il XX secolo è stato caratterizzato da un intenso fermento intellettuale che ha portato a rivoluzioni concettuali e nuove frontiere pratiche in campi come arte, architettura, design e percezione visiva. In queste discipline, come anche in psicologia, la teoria della Gestalt, nata in Germania negli anni '20, ha offerto un contributo fondamentale alla comprensione dei processi percettivi. Questa teoria, concentrandosi sull'organizzazione e interpretazione della percezione visiva, sposta l'attenzione dalle singole parti alla configurazione complessiva, basandosi sul principio per cui “il tutto è più della somma delle parti” (Koffka, 1935). Di conseguenza, un'immagine o una forma non sono semplici aggregati di componenti visivi, ma generano esperienze percettive più complesse. Movimenti come il Bauhaus, sviluppatosi all'intersezione tra arte e industria, hanno proposto una visione integrata delle discipline creative, ridefinendo il rapporto tra forma e funzione. Le teorie sul colore, in particolare, hanno avuto un ruolo centrale: i contributi di figure come Johannes Itten e Josef Albers hanno introdotto approcci radicali ed esplorazioni sperimentali sul colore. Questi contributi non si sono limitati all'ambito bidimensionale, ma hanno influenzato le arti applicate e l'architettura, aprendo nuove possibilità per la percezione e l'uso del colore nello spazio.

Albers ricopre un ruolo cardine nel ripensare la percezione cromatica in termini di interazione. Con il suo percorso di insegnamento al Bauhaus, al Black Mountain College e a Yale, sviluppa un approccio laboratoriale al colore, privilegiando “la prassi prima della teoria” (Albers, 1963). Il suo



lavoro *Interaction of Color* mette in discussione la percezione del colore, spostandola dalle sue qualità intrinseche alla sua natura relazionale. Il testo, composto da una serie di esercizi pratici, esplora la mutevolezza e gli inganni della percezione cromatica. Per Albers, il colore non è una caratteristica fissa e stabile, ma un fenomeno soggetto a variazioni a seconda del contesto (Weber, 1988). La sua teoria della "relatività cromatica" si distacca dalle teorie basate su modelli cromatici statici come la ruota dei colori di Goethe (1970), affermando invece che i colori sono percepiti in un "flusso continuo", dove lo stesso colore può apparire diverso a seconda degli accostamenti: più chiaro, più scuro, più caldo o più freddo. L'approccio di Albers risuona con i principi della Gestalt, che egli stesso cita (Albers, 1963). Le illusioni ottiche prodotte dai suoi esperimenti dimostrano che la percezione dei colori dipende dall'interazione fra questi, nonché da forme e posizioni, creando configurazioni visive che alterano l'esperienza percettiva (Arnheim, 1974). Albers evidenzia così come la percezione del colore sia strettamente legata alle condizioni ambientali, generando quella "discrepanza fra fatto fisico ed effetto psichico" (Albers, 1963; Albers, 1969).

In ambito architettonico, l'opera di Albers offre spunti di riflessione interessanti, sebbene abbia lavorato principalmente sul colore applicato a superfici piane. Architetti coevi, come Le Corbusier e Luis Barragán, hanno esplorato l'uso del colore in architettura con finalità non solo estetiche, ma anche funzionali e plastiche. Le Corbusier utilizza il colore per modificare la percezione dello spazio e guidare l'attenzione (Morgado, 2020), mentre Barragán integra il colore nella struttura architettonica per evocare emozioni e trasformare lo spazio (Ambasz, 1976).

Le teorie di Albers sull'interazione cromatica si sono dimostrate quindi applicabili anche nel progetto spaziale, pur essendo nate da riflessioni bidimensionali. Questo contributo mira a esplorare gli effetti tridimensionali delle interazioni cromatiche descritte da Albers, sperimentando una trasposizione di tali teorie in contesti architettonici. L'uso di tecnologie immersive, come la realtà virtuale, consente non solo di manipolare il colore in ambienti controllati, ma anche di studiare dall'interno gli effetti percettivi delle interazioni cromatiche negli spazi architettonici.

### **Contrasti simultanei e post-immagini**

Nelle esplorazioni sperimentali sull'interazione del colore affrontate da Albers, vengono richiamati e posti in relazione numerosi fenomeni, effetti ed illusioni visive, alcuni dei quali già al tempo noti o approfonditi da altri teorici. In particolare, numerosi dei casi trattati richiamano i due concetti, per l'autore strettamente connessi, di contrasto simultaneo e post-immagine.

Nella divergenza fra fatto fisico ed effetto psichico sottolineati da Albers, il contrasto simultaneo è un fenomeno che si verifica quando più colori, posti l'uno accanto all'altro, sembrano influenzarsi reciprocamente, facendosi apparire "diversi da come siano in realtà". Alla base di ciò vi è l'attitudine dell'occhio umano a confrontare le informazioni visive (non solo cromatiche) sempre nel loro insieme e in relazione al contesto. Ad esempio, un colore grigio neutro può apparire leggermente bluastrò se accostato a un colore arancione, oppure giallastro se posizionato vicino al viola (fig. 1). Esso è un esempio chiaro di come la percezione del colore sia relativa e instabile (Albers, 2013). La spiegazione scientifica del fenomeno risiede nel modo in cui (inter)agiscono i coni retinici, responsabili della percezione del colore. Questi sono suddivisi per tipi, ciascuno sensibile a una lunghezza d'onda specifica della luce. Nell'osservare più colori, essi si attivano a seconda della quantità di luce riflessa, ma la percezione del colore è anche influenzata dall'attivazione dei coni circostanti. Nel contrasto simultaneo, questa interazione tra coni in diverse aree della retina porta il cervello a enfatizzare i contrasti cromatici per aumentare la differenziazione visiva, il che provoca la sensazione che i colori appaiano diversi rispetto alla loro realtà fisica (Goldstein, 2017).

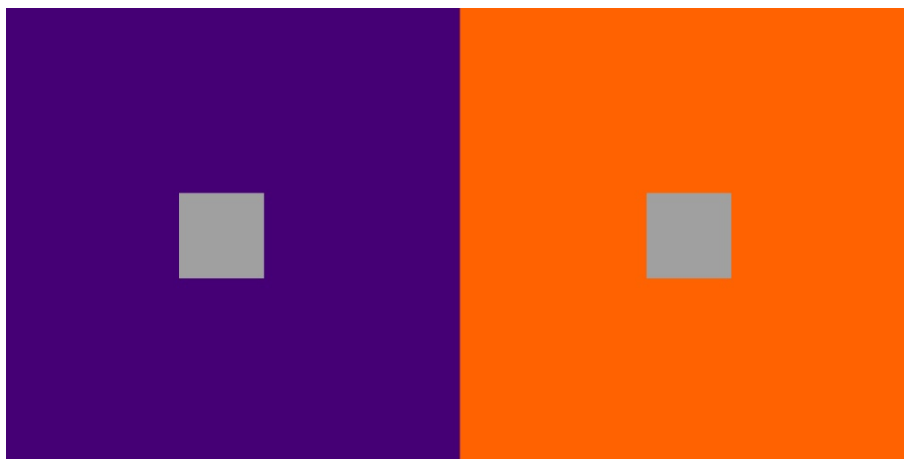


Fig. 1 – In questa riproduzione di uno degli esercizi, lo stesso grigio neutro può sembrare più bluastrò o giallastro, in presenza di uno sfondo arancione piuttosto che viola.

Sempre dovuto al comportamento dei coni retinici, la post-immagine è un fenomeno che si verifica quando, dopo aver fissato un colore per un certo periodo di tempo, si continua a percepire un'immagine residua del suo complementare anche spostando l'attenzione su una superficie neutra. Questo effetto è dovuto a un affaticamento temporaneo dei coni: se si osserva un colore intenso, i coni che rispondono a quel particolare colore vengono sovrastimolati e diventano meno sensibili. Di conseguenza, quando lo sguardo si sposta su una superficie neutra, i coni che rispondono ai colori complementari si attivano maggiormente, provocando l'apparizione della post-immagine (Pinna, 2010). In uno dei suoi esercizi, Albers invita a osservare intensamente un cerchio rosso (su fondo nero) per alcuni secondi per distogliere lo sguardo e portarlo su un disco bianco, sul quale, per breve tempo, sarà percepibile un'immagine residua verde, complementare del rosso (fig. 2). Ciò sottolinea altresì come la percezione del colore non sia una rappresentazione passiva, bensì processo psicofisiologico dinamico.

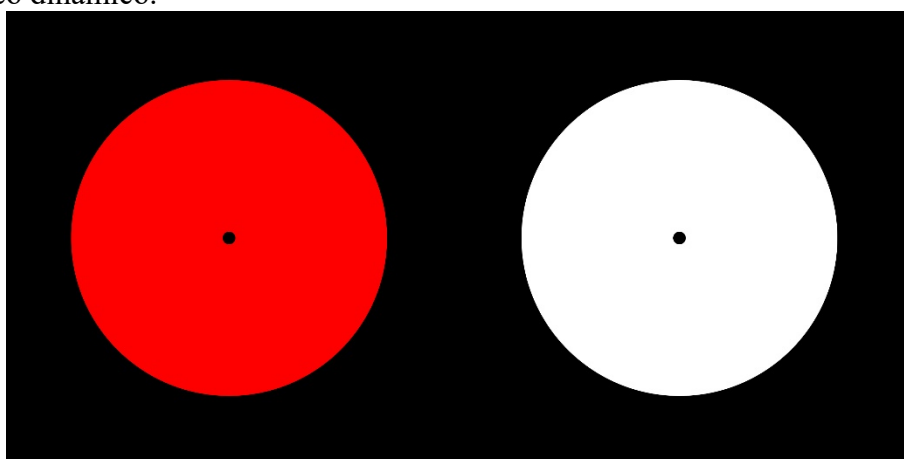


Fig. 2 – Riproduzione degli autori di un esercizio proposto da Albers per sperimentare il fenomeno della post-immagine

Un'importante considerazione è stata posta sul rapporto critico in cui Albers pone contrasti simultanei e post-immagini (Lee, 1981), richiamandoli indistintamente come fossero lo stesso fenomeno. Esistono differenze chiare sia in termini spaziali che temporali: il contrasto simultaneo avviene in modo immediato e a prescindere dal movimento o dalla stasi dello sguardo, mentre le post-immagini sono visibili solamente dopo un periodo di focalizzazione su un colore e spostando poi l'attenzione su una superficie neutra. Ciò nondimeno, entrambi i fenomeni restano connessi fra di loro e, in qualche modo, possono chiarire le motivazioni alla base di numerosi effetti ed illusioni cromatiche derivanti dall'interazione fra colori.

### Interazioni cromatiche in realtà virtuale: *Albers's Chambers VR*

La sperimentazione tridimensionale sulle interazioni cromatiche descritte da Albers nasce, in primo luogo, da una necessaria selezione di alcuni esercizi da egli proposti per poterne dare una trasposizione valida in ambiente virtuale. In tal senso, si è cercato di analizzare le numerose categorie di effetti e fenomeni descritti, al fine di cercare esperimenti che potessero trovare una traduzione corretta e interessante nella terza dimensione, offrendo possibilmente ulteriori spunti di riflessione. Tale necessità di cernita è connessa all'aumento di complessità che deriva dalla trasposizione 3D, per la quale ci si è resi conto sin da subito che alcuni esercizi di Albers difficilmente avrebbero potuto trovare una declinazione in termini plastici, andando a perdere di efficacia o non aggiungendo nulla in più a quanto si possa già sperimentare già su carta in due dimensioni. Uno dei punti di forza su cui si è cercato di basare questa ricerca sta nella possibilità, in ambiente virtuale, di controllare e isolare al meglio l'interazione fra colori, eliminando elementi interferenti che nella realtà fisica sono al più riducibili. Luci, ombre e caratteri materici delle superfici possono essere liberamente definiti per veicolare al meglio l'esperienza. È per questo motivo, per esempio, che nelle esperienze immersive di seguito descritte l'utente non ha una propria corporeità nella scena: può muoversi e interagire in modo immersivo, rimanendo tuttavia invisibile e quindi non interferendo cromaticamente con l'ambiente. Allo stesso modo, le tre camere di Albers sono pensate per essere isolate fra loro, e per questo motivo è stato progettato, nella realizzazione della VR, un sistema di teletrasporti per permettere di spostarsi fra le stanze senza spazi filtri né porte che possano intaccare l'esperimento. Ciò nondimeno, appare evidente come le esperienze virtuali ideate siano una simulazione digitale di fenomeni fisici, che possono quindi avvicinarsi molto all'effetto reale ma con dovute limitazioni derivanti dalla natura stessa della tecnica. Le divergenze con la realtà possono però essere volutamente sfruttate per ottenere determinati risultati altrimenti inattuabili, come il totale annullamento delle ombre nello spazio di lavoro.

Si è scelto di sviluppare quindi tre casi sotto forma di stanze-esperienza immersive e interconnesse fra loro in un unico esperimento denominato *Albers's Chambers VR*. Alcune di esse fanno riferimento diretto alle tavole riportate in *Interazione del colore* (2013), altre propongono piuttosto versioni alternative dei processi esposti in alcuni capitoli. La metodologia seguita per la realizzazione delle camere di Albers ha previsto una prima fase di concept rapido mediante schizzi su carta, al fine di vagliare le alternative possibili per la restituzione 3D degli esperimenti; si è poi passati direttamente alla modellazione tridimensionale NURBS sul software Rhinoceros 7 (fig. 3). Le stanze-esperienza realizzate sono state quindi convertite in superfici mesh per necessità delle fasi successive, e importate all'interno di Unreal Engine 5.3, motore attraverso il quale è stata realizzata l'esperienza VR qui di seguito descritta.

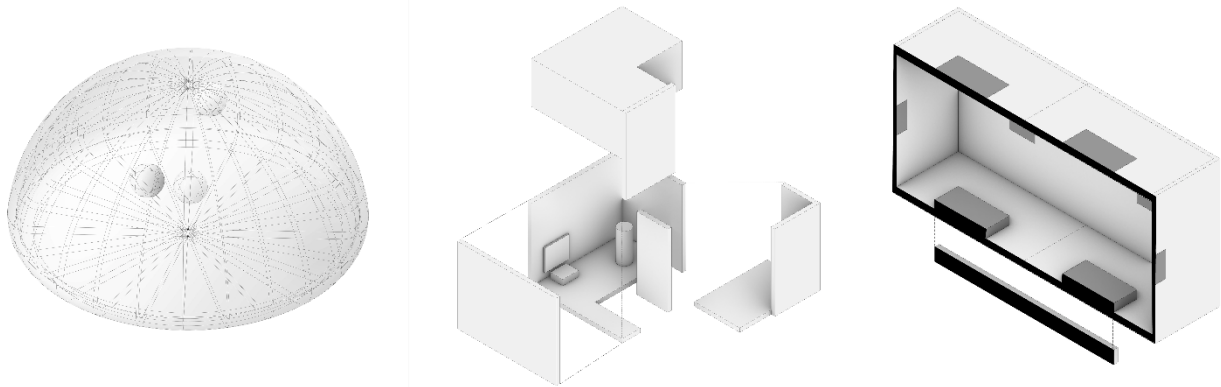


Fig. 3 – I modelli delle tre camere di Albers realizzati per la successiva sperimentazione in realtà virtuale.

La prima stanza (fig. 1) prende come riferimento il tema della sottrazione del colore, lavorando sull'interazione fra gli elementi e il fondo su cui questi vengono mostrati. L'esercizio originale prevedeva l'uso di tre campioni diversi di rosso da sottoporre a variazioni di background con colori diversi o uguali a quelli dei soggetti; al cambiamento di questo, infatti, Albers sottolinea come i campioni di colori tendono ad accentuare le proprie differenze, piuttosto che a scomparire completamente quando il fondo coincide con uno dei tre rossi. Partendo da ciò, è stato sviluppato uno spazio all'interno del quale sospendere tre sfere in movimento, di tonalità diverse di rosso, per sperimentare in modo dinamico gli effetti della variazione del colore dell'ambiente sugli oggetti di scena. Si è deciso di immaginare una stanza quanto più uniforme per dare all'utente la possibilità di muoversi liberamente al suo interno senza che questo interferisca troppo con le proprie forme e ombre. Una prima idea aveva previsto un ambiente sferico monocromatico, ma la forma limitava gli spostamenti del visitatore sul suo fondo, per cui si è ricorsi successivamente a una cupola di diametro 12 metri, smussata nell'intersezione con il suolo; tale forma, spesso usata per applicare HDRI nelle scene per il rendering, restituisce un ampio piano orizzontale nel quale muoversi, limitando le ombre del fondale, che comunque restano leggermente visibili e aiutano l'orientamento dell'osservatore. Le tre sfere sono state animate per fluttuare nello spazio vuoto in modo lento e costante, avvicinandosi e allontanandosi fra loro così che possano verificarsi momentanee sovrapposizioni fra i colori. La superficie della cupola è stata programmata tramite un *blueprint* tipico di Unreal Engine affinché l'utente, mediante il click di un pulsante, possa cambiarne il colore in modo interattivo, passando dal bianco di partenza a ciascuno dei tre rossi, fino a una quarta tonalità differente dello stesso colore. Le indicazioni su come interagire con la scena vengono fornite da una scritta olografica nera posta ai margini della scena, in corrispondenza del punto di partenza dell'utente, tale da essere il meno possibile invasiva. Si è inoltre deciso di attenuare il più possibile i contrasti e le ombre presenti agendo direttamente sulla visione digitale dell'osservatore (mediante un *PostProcessVolume*), così da rendere ancor più evidenti le interazioni fra sfere e fondo.

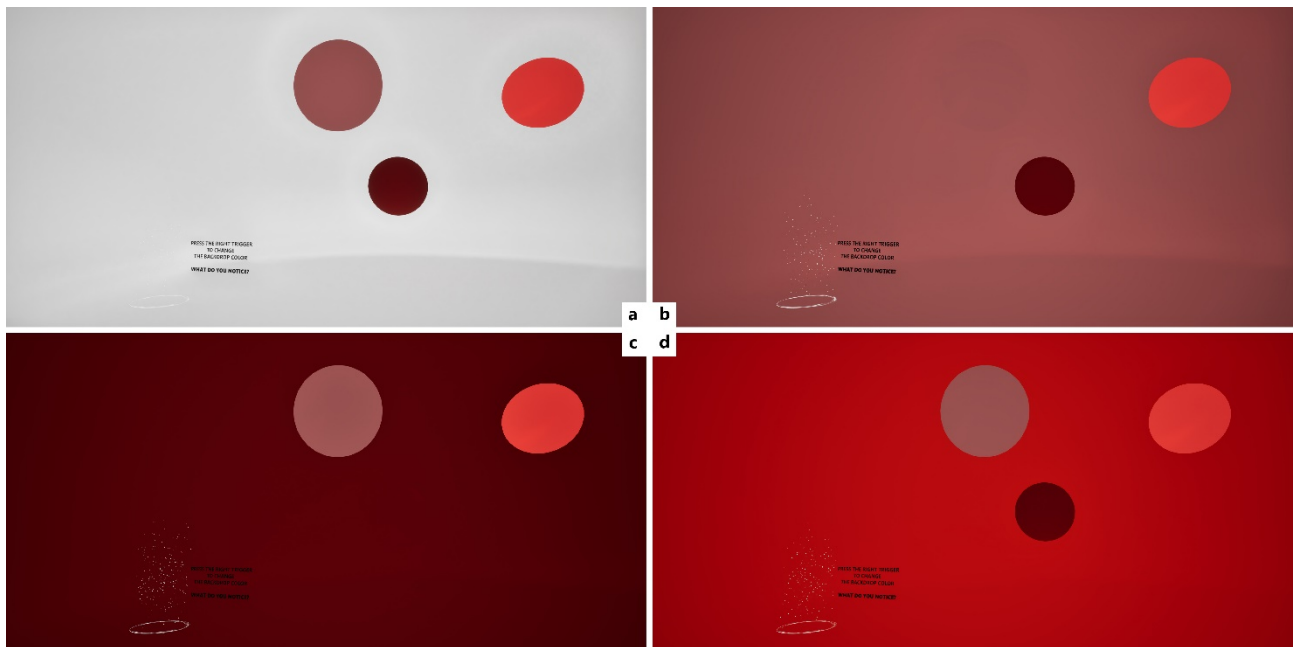


Fig. 4 – La prima camera di Albers. Le sfere, ben visibili su fondo bianco (a), si perdono nello sfondo quando questo è del medesimo colore (b, c) e vengono alterate quando la cupola assume una quarta tonalità differente dalle altre (d).

La seconda camera di Albers (fig. 5) prende come spunto invece le tavole relative all'effetto post-immagine (VIII-1 / VIII-2), cercando una riproposizione del medesimo fenomeno in ambiente

architettonico. Per ottenere ciò, ci si è rifatti all'iconica plasticità e all'uso del colore tipico delle opere di Luis Barragán, realizzando un ambiente di base quadrata abitato da masse dalle forme essenziali. Sono stati scelti colori pressoché neutri per pareti principali, soffitto e pavimento, connotando invece gli altri elementi con cromie maggiormente forti e sature, dalle quali è possibile ottenere migliori risultati sull'effetto post-immagine rispetto a tonalità più tenui. In una prima fase si è scelto di attribuire, come nelle architetture di Barragán, una matericità spiccata alle superfici, selezionando calcestruzzi e intonaci grezzi, o superfici riflettenti. Si è deciso in seguito di riproporre il medesimo esperimento annullando tale caratteristica, la quale chiaramente interferisce con la visione e l'interazione dei colori nello spazio. In questo caso, la camera è illuminata in modo tenue e naturale da un lucernario, restituendo un ambiente privo di forti contrasti. A partire dagli esadecimali dei colori scelti, sono stati ricavati i complementari per realizzare nuovi materiali da applicare alla scena; degli stessi ne è stata poi creata una versione bianca che conservasse solo il carattere materico superficiale, sulla quale permettere alla retina di proiettare la post-immagine. Anche in questo caso, all'utente viene data la possibilità di muoversi liberamente nell'ambiente e gli si propone, mediante un altro ologramma, di fissare intensamente per almeno 30 secondi un punto della scena prima di premere un pulsante, il quale consente di passare dalla versione a colori complementare alla versione in bianco del medesimo ambiente, così da poter percepire come post-immagine la camera ideata in principio.



Fig. 5 – La seconda camera di Albers, nella sua versione a colori complementari (a), neutri (b) e originali (c), ovvero come dovrebbero risultare nella post-immagine.

La terza stanza-esperienza progettata (fig. 6) ripropone in 3D il tema degli sfondi invertiti, attingendo alle forme della tavola VI-4 e ai colori della VI-3. I due esercizi mostrano gli effetti di due sfondi sulla percezione di un unico colore terzo, percepito come due colori distinti in base al contesto che lo circonda. In questo caso, si è pensato a un grande ambiente unico, di dimensioni 20x10x10 metri, illuminato artificialmente in modo soffuso al fine di evitare ombre nette. La stanza si presenta visivamente come la giustapposizione di due spazi cubici attraverso una delle facce; ciò è evidenziato altresì dai due colori differenti (giallo e viola) che caratterizzano pareti, soffitti e pavimenti. Quadrati di un terzo colore sono sottesi in ognuna delle facce e, sul piano di calpestio, questi si trasformano in due piattaforme distinte e sconnesse. In questo caso, l'utente viene teletrasportato su una delle pedane e ha la possibilità di valutare intorno a sé gli effetti provocati dai colori di fondo sulla percezione della terza tonalità. Come accade nell'esercizio di Albers, dove una striscia di carta permetteva di collegare fra loro i due quadrati minori per dimostrare che si trattasse dello stesso colore, qui viene data la possibilità all'utente di premere un pulsante per far apparire/scompare una passerella e connettere fra loro i due piedistalli dal colore apparentemente diverso.



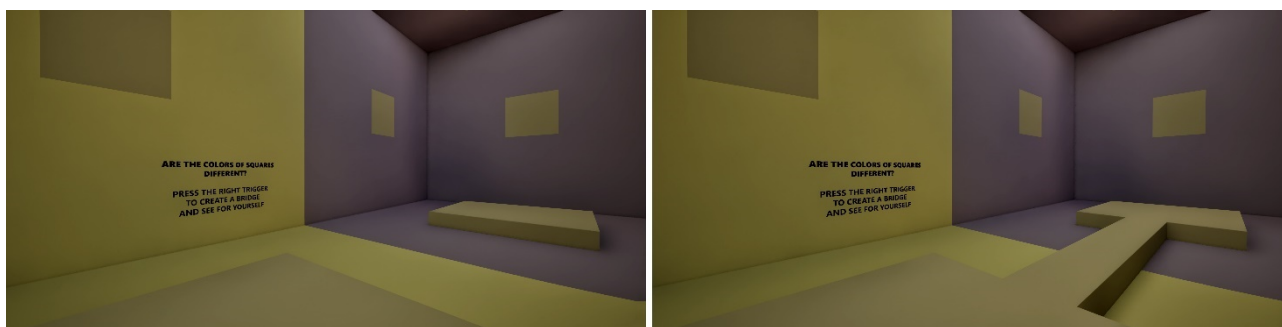


Fig. 6 – La terza camera di Albers. I quadrati/piedistalli, apparentemente di colori diversi (sinistra), sono in realtà del medesimo colore, come dimostrato dall’attivazione della passerella di connessione (destra).

## Conclusioni

Le tre esperienze virtuali presenti in questo contributo cercano di riproporre in chiave tridimensionale il discorso sulle interazioni cromatiche di Albers, provando a trasformare alcuni dei suoi esercizi in esperimenti virtuali dinamici e interattivi. Le possibilità date dalla VR, in tal senso, consentono di mostrare e approfondire determinati fenomeni in modo coinvolgente e innovativo, permettendo di costruire laboratori digitali controllati, ampliabili e in costante evoluzione; in futuro, le stesse *Albers's Chambers* qui descritte possono essere ulteriormente sviluppate mediante l’aggiunta di nuove stanze-esperienza.

Nella prima camera, il visitatore, cambiando il colore della cupola, nota come alcune sfere sembrano scomparire completamente e riapparire altrove, o cambiare addirittura tonalità; l’interazione cromatica è acuita degli oggetti e dell’utente, che creano sempre nuove configurazioni (e sovrapposizioni) di colori. La seconda camera racconta al visitatore due possibilità distinte di effetto post-immagine, con dei risultati leggermente diversi rispetto all’esercizio originale: nel caso della versione materica, sono proprio le connotazioni delle superfici, unitamente al chiaroscuro delle forme plastiche, a smorzare il fenomeno, soprattutto su bordi e spigoli dove si hanno le maggiori variazioni di ombra; nella versione amaterica, l’effetto risulta sicuramente migliore seppur con le medesime interferenze della luce, rimanendo ben percepibile seppur meno che nella versione su carta. In tal senso, è necessario tenere bene in considerazione il modo in cui i colori stessi, per via della riflessione della luce, interferiscono sul chiaroscuro definendo colori apparenti che alterano quelli delle superfici (Calisi, 2013). La terza camera dà la possibilità all’utente di percepire il modo in cui gli sfondi adiacenti alterano la percezione del colore dei quadrati, mostrando due tonalità distinte, le quali tuttavia vengono subito annullate dalla passerella/raccordo che permette comparare in modo veloce la realtà effettiva. In tutti e tre i casi, seppure in modo diverso, si evidenzia come la terza dimensione aggiunga ulteriori elementi di complessità da tenere in considerazione, quali le forme e le ombre degli oggetti; questi influenzano inevitabilmente la percezione della scena e possono potenzialmente alterare il risultato dell’esercizio qualora non gestiti correttamente.

I casi sviluppati sono solo tre dei numerosi esercizi per i quali è possibile immaginare delle versioni sperimentali tridimensionali; non solo, partendo dai medesimi esercizi e tavole, è plausibile ipotizzare numerosi altri modi di ricostruire esperienze simili sugli stessi temi. In tal senso, l’esperienza di *Albers's Chambers VR* evidenzia le potenzialità, non senza limitazioni, dell’impiego di laboratori virtuali per l’approfondimento dinamico, interattivo e immersivo di tematiche come quella dell’interazione fra colori, i cui sviluppi in futuro potrebbero arricchire ulteriormente l’analisi e il racconto della complessità dei fenomeni percettivi.



**Riferimenti bibliografici**

Albers, J. (2013). *Interaction of Color*. 4th ed. Milano: il Saggiatore.

Albers, J. (1969). *Search Versus Re-Search: Three Lectures by Josef Albers at Trinity College*. Middletown, CT: Wesleyan University Press.

Arnheim, R. (1974). *Art and Visual Perception: A Psychology of the Creative Eye*. Berkeley: University of California Press.

Calisi, D. (2013). La modernità delle intuizioni. I colori apparenti nell'interazione tra superfici. In *Colore e Colorimetria. Contributi Multidisciplinari*, vol. IX A. ISBN 978-88-387-6241-3

Goethe, J. W. von (1970). *Theory of Colours*. Cambridge, MA: MIT Press.

Goldstein, E.B. (2017). *Sensation and Perception*. 10th ed. Boston: Cengage Learning.

Koffka, K. (1935). *Principles of Gestalt Psychology*. New York: Harcourt, Brace.

Lee, A. (1981). 'A critical account of some of Josef Albers' concepts of color'. *Leonardo*, 14 (2), pp. 99-105. doi: 99-105. 0024-094X181/020099-07 \$0200/0.

Morgado, P. (2020). 'Influence of Color: Luis Barragán and Josef Albers', 108th ACSA Annual Meeting Proceedings, pp. 738-744. doi:10.35483/ACSA.AM.108.105.

Munari, B. (2013). 'I colori sono infiniti'. In: J. Albers, *Interazione del colore*, Milano: il Saggiatore.

Ware, C. (2021). *Information Visualization: Perception for Design*. 4th ed. San Francisco: Morgan Kaufmann.

Weber, N. F. (1988). *Josef Albers: A Retrospective*. New York: The Solomon R. Guggenheim Museum.

Weber, N. F. (2013). Prefazione a *Interazione del colore* di J. Albers, 4th ed. Milano: il Saggiatore.

## **Colore e psicologia**

## Interfaccia e percezione visiva, un nuovo modo di vivere lo spazio attraverso la IV dimensione del design

Viviana Del Naja

Dipartimento Tecnologia dei materiali, Università degli Studi di Napoli Federico II  
Dipartimento Architettura degli interni, IUAD - Institute of Universal Art and Design  
Viviana del Naja, arch.vdn@gmail.com

### Abstract

Negli ultimi decenni abbiamo assistito ad un processo di profonda trasformazione dell'architettura contemporanea dovuto soprattutto alla spinta prorompente della cultura informatica e della tecnologia elettronica, che hanno portato alla diffusione della cosiddetta *Media Architettura*.

Questa nasce da una stretta connessione tra spazio urbano, spazio architettonico, arte, comunicazione e percezione visiva che vede le pareti architettoniche come fogli bianchi a servizio dei media trasformando l'involucro verticale esterno prima e le superfici interne poi, in un'interfaccia interattiva e comunicativa.

Infatti, tutti quegli aspetti che un tempo erano propri dell'opera d'arte, in qualche modo, sono passati all'architettura non in quanto arte bensì come mezzo di comunicazione.

Come l'architettura anche il ruolo dell'utente è cambiato radicalmente grazie ai media digitali: da spettatore passivo, diventa protagonista attivo se stimolato ad agire attraverso l'uso di *call to action* mirate e legate ad obiettivi specifici. Le persone, entrando in rapporto con un elemento che è capace di mutare la sua interfaccia, vengono chiamate a partecipare a vari livelli e ad agire.

Dal punto di vista della psicologia della percezione, ogni movimento o cambiamento provocato da un riflesso naturale finisce per attirare l'attenzione con una forza comunicativa molto più intensa rispetto ad un'immagine statica; infatti, il principio secondo il quale un qualsiasi utente viene invitato, e finanche spinto ad interagire, è quello della partecipazione ludica.

Sulla base di queste premesse, come possiamo realizzare nuovi tipi di design più efficaci ed in linea con un nuovo concetto di abitare lo spazio e che tenga in considerazione un'utente attivo e non passivo?

Il neurodesign ci parla di questo e del mettere in rapporto sensazioni e pensieri dell'utente nella loro esperienza con un prodotto o un'interfaccia; attirare l'attenzione ottimizzando aspetti come il coinvolgimento emozionale, che l'oggetto può creare, e la sua salienza visiva.

Per generare questa connessione emotiva tra gli utenti e il prodotto vengono in supporto elementi quali: l'utilizzo del colore, illusioni ottiche come anamorfosi, e il rapporto tra luce, forma e materia.

Madeira by Giana Design è un prodotto d'arredo brevettato a livello europeo e sviluppato secondo tali criteri; una boiserie lignea tridimensionale e customizzabile nella scelta del bi-colore, che introduce l'utente in un nuovo modo di vivere lo spazio privilegiando il benessere e vivendo la IV dimensione del design.

**Keywords:** Percezione visiva, Luce, Interfaccia utente, Materia, Colore, Design, Media architettura

## Introduzione

I principi teorici che muovono questa ricerca sul tema che si sta trattando derivano dalla scienza della comunicazione grazie al ruolo che i media hanno ormai saldamente conquistato nell'assetto della società attuale: dalla teoria della percezione e di come il nostro cervello elabora le informazioni che gli arrivano dai sensi, all'arte, ossia, il processo compositivo attraverso il quale l'occhio ricompone gli stimoli ricevuti sottoforma di luce e colore, per comporre un'interfaccia secondo una risposta adeguata alla domanda dell'utente che, non si pone più come spettatore, bensì come protagonista attivo.

La percezione, per la fenomenologia, è la modalità primaria attraverso cui l'uomo entra in rapporto con ciò che lo circonda attraverso: il mondo è popolato da oggetti visti, sentiti, toccati e riconosciuti come tali. La nostra esperienza funziona proprio attraverso il riconoscimento di tali oggetti a livello percettivo, senza il quale si dovrebbe parlare genericamente di "sensazione".

Ma in un mondo di utenti distratti da migliaia di stimoli e con poca attenzione, come possiamo oggi attirare l'attenzione e realizzare ambienti che stimolano la mente e coinvolgono l'utente, senza l'utilizzo della digitalizzazione ma, ottimizzando aspetti come il coinvolgimento emozionale che l'oggetto può creare?.

Parliamo del Tempo, come IV dimensione dell'architettura, e il suo rapporto tra *spazio e utenza*, un fenomeno che ci apre la strada verso nuovi modi di vivere lo spazio e nuovi modi di concepire il design, approfondendo e sperimentando il principio gestaltico in cui *il tutto è superiore alla somma delle singole parti* e portando avanti il concetto di design empatico ed esperienziale che mira alla componente di immaterialità ed inclusività del prodotto stesso, lasciando al centro le esigenze e i desideri dell'utente. Essere parte attiva, spinti ad interagire col prodotto/oggetto perché stimolati attraverso giochi visivi, illusioni ottiche e non necessariamente da interfacce digitali; design empatico che racchiude in sé una caratteristica immersiva ed interattiva intrinseca che fa riflettere sui confini sempre più labili tra realtà ed irrealtà (Fig.1,2).



Fig. 1,2 - Traverso-Vighy, Palermo Airport Retail, Punta Raisi, Palermo.

## Luce, forma e materia: elementi in relazione nel Tempo

Dal punto di vista della psicologia della percezione, ogni movimento o cambiamento provocato da un riflesso naturale finisce per attirare l'attenzione con una forza comunicativa molto più intensa rispetto ad un'immagine statica; nel caso del rivestimento ceramico esterno degli edifici portoghesi (Fig. 3), notiamo subito questa caratteristica nel rapporto luce-materia che coinvolge l'utente e lo stimola all'interazione. L'azulejos è un elemento che caratterizza intere città, ceramico e dalla tradizione secolare con caratteristiche ottiche e cromatiche che, sulla base di misurazioni spettrali effettuate su quattro tipi differenti, raccontano valori di riflettanza visiva superiori a quelli attesi (Fig. 4). I pattern e le loro composizioni geometriche realizzano giochi visivi di vicinanza e allontanamento

dai cosiddetti *padrões* mettendo in atto, attraverso il colore, la luce e la forma, quella componente ludica di interazione con l'utente.

Un elemento immobile la cui percezione varia a seconda di come l'utente si muove nello spazio circostante; un'interfaccia non digitale in grado di interessare e coinvolgere attraverso l'elemento Tempo portatore della componente esperienziale della IV dimensione.

Illusioni ottiche e percezioni visive, di cui tanto parlava Escher, ma inserite nel mondo architettonico e del design; procedimenti del paradosso, dell'alterazione visiva, metodi che hanno come conseguenza una visione altra della "realtà". Ricordiamo come l'incisore olandese si confronta sempre, con i temi dell'universo della geometria, spazio e infinito e quindi con il tempo e l'eternità; potremmo dire che tutti quegli aspetti che un tempo erano propri dell'opera d'arte, in qualche modo, sono passati all'architettura non in quanto arte bensì come mezzo di comunicazione e di interazione.



Fig. 3 – Edificio rivestito con azulejos, Porto.



Fig. 4 – Konica Minolta, spectrophotometer CM 2600d

#### Neurodesign e gli elementi per il coinvolgimento emotivo

Il compito di un neuro designer, in un mondo in cui le persone sono sommerse da numerosi stimoli in ogni momento, è quello di riuscire ad attirare la loro attenzione e di dirigerla verso un percorso prestabilito, utilizzando il processo di elaborazione degli stimoli visivi che mette in moto il cervello. Infatti, ciò che l'essere umano percepisce fin da subito quando vede qualcosa è il colore dato dalla presenza della luce, seguito dalla forma.

La caratterizzazione di un ambiente per il benessere dell'utente e per generare in esso stimoli e percezioni positive vuole sicuramente il coinvolgimento di elementi quali: luce, colore e materia sulla quale la luce si riflette/ rifrange, come nel caso dell'azulejos portoghese, o, addirittura, attraverso

come nel caso della tipica *mashrabiya* marocchina ripresa anche dal mondo occidentale per il rivestimento esterno di edifici e il raffrescamento interno di questi.

La *mashrabiya* ha un'estetica non casuale, ma funzionale: differenziando i fori per grandezza, forma e modulo di ripetizione, si può regolare l'aria in entrata, e la luce, tenendo conto, ovviamente, dell'esposizione solare.

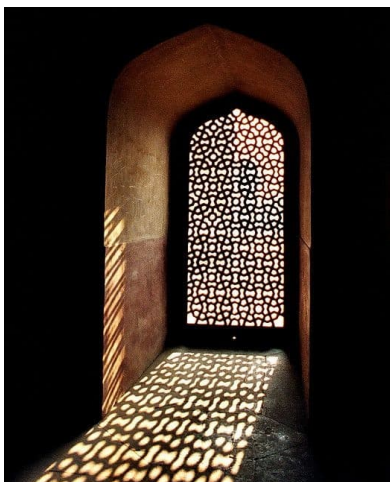


Fig. 5 – Alhambra(Granada, Spagna)



Fig. 6 – San Sebastian, San Telmo Museum

Anche in questo caso emerge la componente del tempo: filtri di luce che proiettano immagini e pattern a seconda dell'inclinazione del sole; parliamo sempre di un elemento immobile la cui percezione muta a seconda del passaggio temporale, soddisfacendo esigenze per il benessere dell'utenza e stimolando la parte ludica e sensoriale di quest'ultima.

Tanto nel primo esempio di interfaccia piena, dell'*azulejos*, quanto nel secondo esempio di interfaccia forata, il tema del pattern è sempre presente: una ripetizione modulare geometrica e spesso simmetrica che porta al suo interno la presenza di più disegni percepiti a seconda del punto di osservazione, vicino o lontano.

Forme geometriche facilmente riconoscibili, quadrato, cerchio, triangolo, e la ripetizione di un modulo, la componente della luce che attraversa la materia o ne rafforza la presenza e la sua finitura colorata, giochi ottici di percezione che attivano la componente ludica, tutto connesso all'elemento tempo. Ecco come il neurodesign prende vita attraverso elementi architettonici che riescono a



soddisfare più funzioni, da quelle ambientali al coinvolgimento dell'utente per una ricerca continua verso il benessere del fruitore.

## Strumenti informatici di gestione

La progettazione diventa algoritmica e gli oggetti di architettura e di design responsivi, si crea un chiaro collegamento di carattere dinamico fra gli eventi generatori (input), il progetto (elaborazione digitale) e la rappresentazione formale (output). Il disegno, per le nuove forme e articolazioni che assume nell'evoluzione delle tecnologie digitali, diventa un nuovo e rivoluzionario strumento di progetto, controllo e verifica del rapporto tra l'architettura, il design e la produzione-costruzione, riannodando in maniera assolutamente nuova i rapporti progettuali tra l'architettura e il design.

Il processo è generato e alimentato da un rinnovato rapporto fra l'uomo e il computer o in modo più generale fra l'essere umano e lo spazio dell'elaborazione digitale. Elemento chiave di questo rinnovamento è la centralità dell'elaborazione nelle nuove attività e nei nuovi prodotti: essa non è utilizzata per generare un prodotto, ma è essa stessa anima intelligente del prodotto.

Nel campo specifico del progetto, il fenomeno si avverte osservando l'affermarsi dei progetti parametrici, dei modelli cinematici responsivi, della prototipazione rapida e di numerose altre attività ad esso connesse.

Operare in questo nuovo scenario, dove l'oggetto supera la tradizionale staticità per acquisire un nuovo significato formale attraverso il movimento nel tempo, propone un'indispensabile analisi e acquisizione di conoscenze teoriche e riflessioni critiche interdisciplinari che uniscono il disegno al progetto abbracciando sia la modellazione parametrica che la comunicazione dell'oggetto responsivo, sia la robotica che la prototipazione. Con algoritmi appositi è possibile gestire e coniugare al prodotto ogni elemento ritenuto utile all'attuazione di quel progetto; la gestione della forma sulla base di concetti dal coinvolgimento visivo e, quindi, di interazione e coinvolgimento mentale, la gestione della luce e del colore.

## Conclusioni

Parlare di IV dimensione, della componente Tempo all'interno dell'ambito architettonico, vuol dire portare avanti un discorso di relazione uomo-architettura, uomo-design andando oltre il settore materiale e le semplici risposte alle domande di funzione ed esigenze pratiche da parte degli utenti. Attraverso la luce, la forma e la materia sulla base delle teorie di percezione visiva siamo in grado di progettare interfacce non digitali ma ugualmente stimolanti e inclusive che, con il supporto di strumenti informatici e algoritmi idonei, possiamo gestire nel rapporto di luce e ombra, riflettanza e rifrazione, colore e materia.

Oggi il mondo del design e del prodotto vuole un'interazione differente e, in tal caso, parlare di involucri e di interfaccia stimolando e attraendo attraverso delle componenti ludiche senza entrare nel campo della digitalizzazione, vuol dire che tanti passi sono stati fatti nel mondo immateriale dell'architettura.

Madeira by Giana Design è un prodotto d'arredo riconducibile a quanto finora analizzato; è una boiserie lignea tridimensionale che gioca con il tema delle anamorfosi. Un brevetto europeo inseribile in ogni contesto, da quello residenziale a quello pubblico, che si presta come elemento di finitura a parete; Madeira è customizzabile per dimensione e scelta del bicolore e la sua percezione varia a seconda del punto di vista dell'utente (Fig. 7).

Riuscire ad intercettare un metodo di approccio tale da avere parametri con cui definire un progetto a regola d'arte e non solo per quanto concerne la forma, ma soprattutto per quanto può riguardare la percezione dell'edificio stesso attraverso l'utilizzo dei colori, di specifiche finiture e del possibile

utilizzo di pattern è un passo che può permetterci di affrontare una nuova dimensione dell'architettura, la IV dimensione, quella del tempo.



Fig. 7– Madeira by Giana design ([www.gianadesign.it](http://www.gianadesign.it))

### Riferimenti bibliografici

Albisinni P., Bucciarelli G., De Carlo L., (1989), *Architettura dell'immagine*, Gangemi, Roma.

Antonini E., Tatano V. Sinopoli N.,(2007), *Territori dell'innovazione*, in Conti Editore, *Informazione e progetto. L'evoluzione dell'informazione tecnica e il settore delle costruzioni*, Forum, Udine.

Arnheim R., (2005), *Arte e percezione visiva*, Feltrinelli, Milano.

De Fusco R., (1981), *Architettura come mass-medium*, Dedalo, Bari.

Gasparini K., (2009), *Design in superficie. Tecnologie dell'involucro architettonico mediatico*, Franco Angeli, Milano, 2009

Jaglarz, A., (2011), "Perception and illusion in interior design.", International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction, pp. 226-350. Springer, Berlin, Heidelberg. Available at: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-21666-4\\_39](https://doi.org/10.1007/978-3-642-21666-4_39).

Meco J., (1989), *O azulejo em Portugal*, Publicações Alfa, Lisbona.

Merleau Ponty M., (1965), *Fenomenologia della percezione*, Il saggiatore, Milano.

Munari B., (2005), *I colori sono infiniti*, in J. Albers, *Interazione del colore. Esercizi per imparare a vedere*, Il Saggiatore, Milano.

Nery E., (2007), *Azulejo. Apreciação estética do azulejo*, Edições INAPA, Lisbona.

Sinopoli N., (2007), *La tecnologia invisibile. Il processo di produzione dell'architettura e le sue regie*, Franco Angeli, Milano.

Terol M., (2002), *Azulejos em Lisboa. A luz duma cidade*, Éditions Hervas, Parigi.

Tornaghi E., (2001), *Il linguaggio dell'arte*, Loescher, Torino.

Travi V., (2002), *Tecnologie avanzate. Costruire nell'era elettronica*, Testo&Immagine, Torino.

Virilio P., a cura di Porcelli M. G., (1988), *Lo spazio critico*, Dedalo, Bari.

Zumthor P., (2008), *Atmosfere: ambienti architettonici, le cose che ci circondano*, Electa, Milano.

## Il colore per il riequilibrio sensoriale: metodo Snoezelen e autismo

Sara Vavassori<sup>1</sup>, Laura Della Bassa<sup>1</sup>, Elisa Veronelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ITACA soc. coop. soc.

Contatto: Sara Vavassori, s.vavassori@cooperativaitaca.it

### Abstract

Questo articolo si propone di illustrare l'utilizzo del colore nelle stanze Snoezelen ai fini del riequilibrio sensoriale di persone affette da disturbi dello spettro autistico. La stanza Snoezelen è un ambiente appositamente attrezzato per fornire stimoli sensoriali controllabili e modulabili, progettata per essere sicura, confortevole e attraente dal punto di vista sensoriale. Persone con disturbi dello spettro autistico dimostrano di beneficiare molto del metodo Snoezelen. Le persone autistiche hanno una lentezza di elaborazione degli stimoli e una percezione della gestalt che genera una costante esposizione al rischio di stress da sovraccarico sensoriale. Nella sperimentazione fatta da Cooperativa Itaca a partire dal 2022 ad oggi, dei trenta bambini che frequentano Spazio Autismo ventitré bambini, attraverso l'esperienza nella Snoezelen room, hanno diminuito il livello d'ansia e i comportamenti ossessivo-compulsivi, compensandosi sensorialmente per una migliore qualità della vita e un migliore apprendimento sensoriale.

**Keywords:** Snoezelen, multisensorialità, autismo

### Introduzione

Oltre ai canonici cinque sensi, vista, udito, olfatto, gusto, tatto, ad una lettura più approfondita riceviamo dati sensoriali anche attraverso altri tre mezzi: la propriocezione, il senso vestibolare, spesso indicato come senso dell'equilibrio, e la tattilità, intesa come estesa a tutto il corpo (Viola and Noddings, 2006). In ogni momento siamo bombardati da informazioni sensoriali che scorrono in un unico flusso "come ruscelli in un lago" e l'integrazione sensoriale è proprio la capacità del cervello di organizzare questi stimoli; altrimenti, il processo esita in fraintendimenti dei segnali e blocchi. Le persone con disturbi dello spettro autistico (ASD) spesso hanno difficoltà nell'organizzare gli stimoli esterni, che in alcuni casi possono essere accentuati ed in altri percepiti a fatica.

Si tratta di persone che presentano spesso profili sensoriali peculiari, per le quali la stanza Snoezelen offre la possibilità di un riequilibrio sensoriale. Una strutturazione ambientale come quella proposta dagli ambienti e dal metodo Snoezelen (Hulsegge and Verheul, 1987), è quanto mai cruciale perché permette di canalizzare e aiutare la tenuta dell'attenzione. Dentro la stanza, l'operatore modula i colori in funzione dei bisogni della persona, se di contenimento e relax o di attivazione, e ne regola l'intensità e la durata. I colori vengono proposti in stimolazione attraverso attrezzature e materiali, quali: fibre ottiche mono e multi colore (fig.1), tubo a bolle (fig.2), led, proiezioni selezionabili, materiali retroilluminati di esplorazione attiva, materiali fluorescenti. Ciascuna attrezzatura e materiale viene proposto singolarmente e gradualmente, in più sedute, per una forma di adattamento e allenamento all'uso.

### Il colore per il benessere fisico e psichico

Il colore è un soggetto molto interessante per la psicologia (Siniscalco and Bortolotti, 2023). Come affermato dall'articolo (Bortolotti *et al.*, 2022), quando parliamo di colore intendiamo almeno due nozioni: la natura fisica dello stimolo e la risposta percettiva individuale. La psicologia del colore si concentra sull'analisi di questa seconda nozione. L'articolo è indirizzato in particolare ad evidenziare l'influenza della luminosità sull'emotività. Sono note da tempo le interazioni tra luminosità e umore (come il SAD, Seasonal Affective Disorder), non solo nel senso che una minore luminosità può dare sintomi depressivi, ma anche che una maggiore luminosità può dare sintomi di ansia. La luminosità

influisce sui tempi di reazione, sullo stato di allerta, sulla frequenza dei battiti cardiaci, sulla memoria di lavoro, sul sonno.

Per simili motivi, molti studiosi ritengono che gli spazi pubblici e privati, tanto più se sono dedicati alla cura o alla formazione, come ospedali, centri diurni, scuole, ecc, debbano essere progettati prendendo in considerazione i parametri di colore, luce e materiali usati (Barbato, 2019; Caumon, *et al.*, 2023). Moltissimi studi sono anche stati dedicati all'influenza dell'ambiente naturale o anche solo che richiami la natura sul nostro benessere (Kaplan, 1995; Kellert and Wilson, 2013).

Le ricerche scientifiche sullo Snoezelen sono ancora poche e frammentate. Nell'articolo (Lotan and Gold, 2009) sono stati raccolti ventotto articoli riguardanti interventi Snoezelen uno-a-uno con persone con disabilità intellettive e dello sviluppo. Il risultato è che questo tipo di interventi promuove cambiamenti significativi sui comportamenti adattivi, per quanto sia ancora presto per pronunciarsi in senso positivo sulla sua validità come metodo terapeutico.

### **Disturbi dello spettro autistico e percezione**

L'autismo è considerato un Disturbo Generalizzato dello Sviluppo delle funzioni cerebrali (DSM-IV e ICD-10) che impedisce al soggetto l'organizzazione e la comprensione delle informazioni trasmesse attraverso i sensi.

I soggetti appartenenti allo spettro autistico sono caratterizzati da una triade di menomazioni con gradi differenti di compromissione. In particolare, difficoltà nell'interazione sociale, difficoltà nella comunicazione, interessi ristretti e ripetitivi. Oltre a questa triade, c'è una parte sommersa: i disturbi sensoriali.

Le problematiche sensoriali riguardano a vario titolo tutti i soggetti dello spettro ed è importante riconoscerle affinché possano essere compensate. Ciascun canale sensoriale può essere classificato come: "iper" (il canale è troppo aperto, di conseguenza entrano troppe informazioni da gestire per il cervello) o "ipo" (il canale non è sufficientemente aperto, di conseguenza entra un numero di informazioni insufficiente e il cervello ne è deprivato). Nel caso del canale visivo, si parla di ipo- o iper-vista. La persona con iper-vista percepisce colori illusori, scintillii, particelle, movimenti verticali nel corpo del testo... e ciò genera stress visivo che a sua volta crea nel soggetto meccanismi di difesa spesso scorrettamente interpretati come "comportamenti disfunzionali", ma che in realtà hanno appunto la funzione di compensazione sensoriale. Lo stress visivo può essere influenzato dal tipo di luce, dall'intensità luminosa o dall'incidenza della luce. Questo stress ha dei correlati sul piano fisiologico che si manifestano con nausea, mal di testa, affaticamento della vista, problemi percettivi, apparente disinteresse alle proposte fatte, problemi di lettura, goffaggine motoria, problemi di coordinazione, frequenti piccoli incidenti, mancanza di concentrazione.

Se ha ipo-visione, invece, la persona fatica ad intuire dove siano gli oggetti, percepisce solo i contorni; anche le luci non sono mai "abbastanza forti". L'ipo-visione si manifesta nella continua ricerca della luce del sole, dei bagliori e degli scintillii. Vi è inoltre la tendenza a camminare intorno alle cose, percorrendo con la mano gli spigoli o il perimetro per capire di che cosa si tratti.

All'interno dei servizi della Cooperativa esiste la possibilità di fare una valutazione prima dell'indicazione d'uso della stanza attraverso lo strumento degli Arcobaleni Sensoriali (SPCR) come ideati da (Bogdashina, 2015), un test grazie al quale è possibile rilevare il funzionamento sensoriale della persona e la presenza di eventuali dispercezioni. Il test dettaglia le esperienze sensoriali di ciascun soggetto per tracciarne un profilo (arcobaleno) che aiuti l'identificazione di punti di forza e di debolezza sensoriali, utili nella scelta dei metodi di insegnamento e di trattamento appropriati.

Rispetto al senso della vista si approfondiscono comportamenti relativi alla percezione dei cambiamenti, alla distrazione legata agli stimoli visivi, all'attrazione verso le luci forti, l'oscillazione, colori accesi o meno.

## **Metodo TEACCH**

In passato, si è erroneamente pensato che i bambini autistici non fossero in grado di esprimere i propri sentimenti e desideri, e che un ambiente non strutturato potesse aiutare a liberare le loro potenzialità inibite. Tuttavia, l'esperienza di chi lavora con loro, anche dentro Itaca, dimostra il contrario. Si è appreso che la strutturazione dell'ambiente è essenziale per assicurare la persona autistica, poiché la sua "cecità sociale" e i deficit di comunicazione possono generare ansia e comportamenti problematici. Un quadro temporale-spaziale strutturato e comprensibile rappresenta il primo passo per l'intervento educativo con il bambino autistico. TEACCH (Schopler, 2006). si basa sulla teoria dell'apprendimento visuale, che riconosce che le persone con ASD spesso apprendono meglio attraverso informazioni visive. Di conseguenza, il TEACCH utilizza materiali visivi, come schede e immagini, per aiutare le persone con ASD a comprendere le informazioni e ad apprendere le abilità. Il programma utilizza anche l'organizzazione spaziale, ad esempio l'uso di caselle e contenitori, per aiutare a organizzare l'ambiente e fornire una struttura.

La strutturazione viene declinata dagli operatori di Itaca attraverso l'etichettatura degli spazi con simboli di identificazione e la loro suddivisione in aree funzionali specifiche. Tuttavia, è importante sottolineare che la strutturazione degli spazi non deve essere rigida e immutabile, ma individualizzata e flessibile. Tutte condizioni a cui la stanza Snoezelen risponde.

## **Origini e significato del metodo Snoezelen**

Come si legge (Hulsegge and Verheul, 1987), già nel 1966 gli americani Cleland e Clark avevano avuto l'idea di una "caffetteria sensoriale", dove le persone con disabilità cognitive potessero sperimentare diverse sensazioni. A questo tipo di approccio si può paragonare la nascita dello Snoezelen negli anni '70 in Olanda, dove le istituzioni erano via via sempre più allertate dal problema riguardante le persone con severa disabilità, che rimanevano escluse dalle attività normalmente proposte a chi presentava disabilità meno impattanti. Nacque allora l'idea di lavorare proponendo stimolazioni ai vari sensi, inizialmente in modo artigianale e creativo (stanze oscurate, specchi, palloni, incensi, olii essenziali, alimenti diversi... la prima stanza Snoezelen fu un tendone da circo) poi sempre più strutturato, fino a costituire la vera e propria Snoezelen Room. Il nome stesso della stanza rispecchia nella sua etimologia le intenzioni degli inventori: Snuffelen (esplorare) e Doezen (rilassare). Il terapeuta occupazionale Ad Verheul e il musicoterapeuta Jan Hulsegge per primi realizzarono una stanza Snoezelen nel centro per disabili psichici di De Hartenberg in Olanda. Il metodo è stato poi descritto più dettagliatamente e usato in tutto il mondo come parte degli strumenti a disposizione per migliorare la qualità di vita dei pazienti.

Snoezelen è un approccio mirato alla ricerca di un contatto con il mondo interno della persona attraverso la stimolazione dei sensi, finalizzato a migliorare il benessere. L'approccio multisensoriale prevede la proposta di esperienze basate sulla proposta di uno o più stimoli sensoriali, gestiti e controllati, in contesti strutturati e tematici. L'obiettivo principale è quello di favorire nella persona uno stato di benessere generale, favorendo il rilassamento o la riattivazione. Declinandolo rispetto alle persone seguite dalla Cooperativa, risulta importante anche la stimolazione delle competenze relazionali e comunicative della persona stessa, l'aumento della coerente percezione corporea e lo sviluppo dell'interesse verso il mondo. Dentro tali ambienti le proposte sono adattate ai bisogni e agli interessi della singola persona per favorire l'integrazione sensoriale, la percezione di sé e del proprio corpo, l'interazione con l'altro, la rassicurazione, la predisposizione all'attenzione e all'apprendimento, l'emersione di emozioni e ricordi.

## **L'utilizzo del colore nel metodo Snoezelen**

- Secondo la teoria dello Snoezelen (Scarpari, 2023) è necessario considerare la vibrazione specifica dei diversi colori per poterli utilizzare correttamente, in quanto queste differenti vibrazioni possono predisporci a emozioni diverse. Esistono due gruppi di colori a seconda degli effetti che producono (Widmann, 2024).



Distensione, stabilizzazione, relax: verde, azzurro, blu e violetto.

- Verde: ha poca spinta di vibrazione. Rimanda alla natura, che per il nostro patrimonio genetico (ipotesi biofilica) richiama a uno spazio di protezione e di sicurezza. Più recentemente, lo colleghiamo al silenzio e alla pace che possiamo sperimentare, almeno in contesto occidentale, alla vacanza e al riposo.
- Azzurro: ha anch'esso una bassa spinta vibratoria, rimanda a spazi ampi come il cielo, il mare
- Blu: è un colore considerato avvolgente, è dimostrato che anche solo osservando un riquadro dipinto di blu i battiti del cuore rallentano
- Violetto: viene spesso usato nelle professioni d'aiuto come messaggio di calma e riposo. Di questo colore possono essere dipinti i reparti ospedalieri e tinte le divise del personale sanitario.

Attenzione, stimolazione, eccitazione: rosso, arancione, giallo

- Rosso: vibra molto, dà impeto, sensazione di esplosività
- Arancione: rimanda un messaggio di grande energia, è usato nelle cromoterapie come antidepressivo, contro gli stati apatici
- Giallo: è eccitatorio, energetico, ad alta vibrazione. Contrariamente al senso comune, più è pallido più è eccitatorio. Il giallo scuro è invece meno stimolante.

Quando viene preparata la stanza multisensoriale, si dà all'intero spazio una direzione cromatica consistente, evitando di mandare messaggi contrastanti, come, per esempio, accendere il fascio di fibre ottiche su una tonalità azzurra e poi aggiungere nello spazio delle sorgenti o materiali luminosi gialli/arancioni. Il bianco può essere invece utilizzato come colore neutro.

Queste affermazioni vengono condivise da una larga platea. In un lavoro del 2019 (Barbato, 2019) si afferma che colori e luci influenzano l'umore e la performance, in specifico i colori freddi come blu e verde sono rilassanti e pacificanti all'occhio, mentre quelli caldi come il rosso e il giallo sembrano attivanti e eccitatori. La luce fredda, che contiene radiazioni ad onda corta, ha anche un effetto significativo sulla sincronizzazione del ritmo circadiano, in quanto influisce sulla melatonina. C'è necessità però di un approccio interdisciplinare che confronti i contributi dei vari campi di studio. L'articolo si concentra in particolare sul design di interni, dove "i colori delle pareti e dei mobili influiscono sulla percezione dello spazio e inducono diversi stati psicologici". Non è comunque da sottovalutare il fatto che, oltre ad effetti fisiologici, i colori portano con sé anche fattori sociali e culturali. Nella scelta dei colori di mobili e pareti è da tenere in considerazione sia la lunghezza d'onda dei colori sia l'effetto psicologico e fisiologico. Per esempio, la luce blu ha un effetto, come si diceva, rilassante, ma la sua lunghezza d'onda a lungo andare induce soppressione della melatonina e quindi può produrre effetti negativi sul sonno. Le pareti della stanza Snoezelen sono per scelta bianche in quanto la stanza in sé deve essere neutra, come un foglio pulito su cui possiamo scrivere con i colori che scegliamo di usare, e perché, nonostante le tende oscuranti, non deve dare la sensazione di buio.

### **Gli strumenti visivi nella stanza Snoezelen**

La Snoezelen Room si compone di una serie di attrezzature cardine e di materiali. Prevede sedute morbide e avvolgenti, attrezzature con colorazione variabile, luci regolabili, proiezioni immersive, suoni e aromi personalizzabili, materiali visivi, sonori, olfattivi, tattili o gustativi di carattere naturale o artificiale.

Tra i sensi, la vista è sicuramente quello da cui traiamo più stimoli e ad una velocità più elevata, permettendo così di incuriosire l'utente anche a distanza, senza necessità di contatto che potrebbe, almeno nelle prime fasi, rappresentare motivo di blocco e paura. La lentezza del movimento deve essere garantita, di modo che, pur non avendo un'immagine statica, non ci siano variazioni improvvise che possano scatenare reazioni. È importante sottolineare che sono diversi i parametri in base ai quali vengono definiti gli usi degli strumenti visivi. Il colore della proiezione e dei particolari devono essere coerenti con l'obiettivo definito. Ad esempio, se è previsto un coinvolgimento

stimolante che possa predisporre ad una attivazione cognitiva (per esempio, quali sono gli animali del bosco), e viene offerta come sfondo una passeggiata nel bosco che presenta solo tonalità di verde, si potrebbe incorrere in una contraddizione di metodo che inficia il raggiungimento dell'obiettivo.

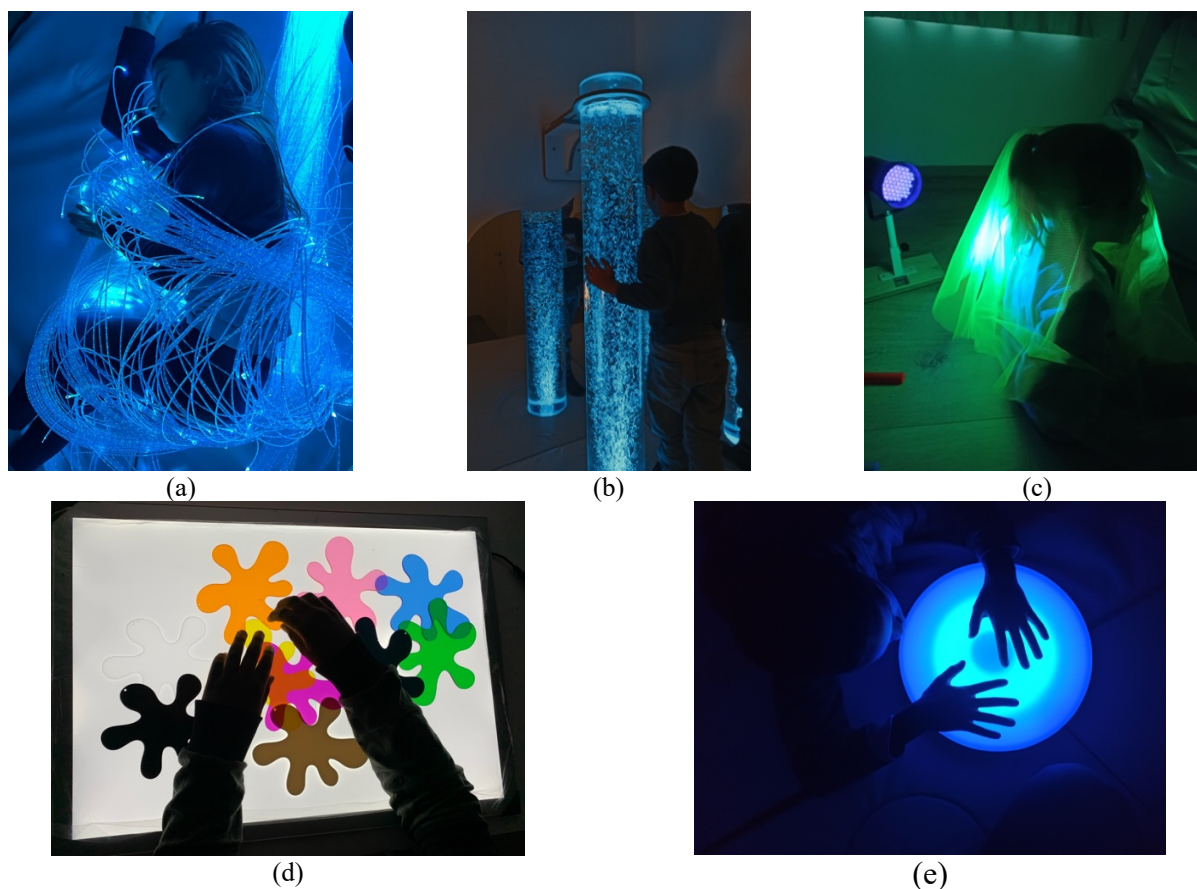


Fig. 1 – Strumenti utilizzati nella Snoezelen room. (a) copertura luminosa con fibre ottiche, (b) tubo a bolle, (c) uso di luci UV, (d) tavolino luminoso, (e) ciottolo luminoso

Di seguito presentiamo gli strumenti che vengono utilizzati maggiormente come stimolo visivo.

Il videoproiettore SensiView è un proiettore mobile che, grazie al sistema di inclinazione, permette di proiettare immagini e video sia sul soffitto che sulle pareti. La stanza, da foglio bianco quale è come da definizione, si popola di immagini e suoni che possono essere declinate in base al profilo sensoriale della persona e all'obiettivo.

Il proiettore Solar 100 Led è un proiettore che può essere attrezzato con diverse ruote di proiezione di varie tipologie (ad olio o ad immagini fisse). I dischi creano figure astratte, sono quindi adatti per attirare l'attenzione visiva delle persone che faticano ad entrare in contatto con l'ambiente multisensoriale, per introdurli in un percorso rilassante e stabilizzante.

I fasci di fibre ottiche (Fig. 1a) sono elementi luminosi caratterizzati da fili trasparenti o colorati dai quali si irradia una fonte luminosa. La sorgente luminosa che alimenta il colore nel fascio di fibre è a led e gestibile sia nel colore che nell'intensità, ottenendo così quella modulabilità necessaria per la realizzazione di un ambiente Snoezelen. Possono rappresentare un primo approccio con lo stimolo luminoso oppure a quello tattile e fungono da mediazione rispetto ad un contatto diretto con il corpo dell'operatore.

Il tubo a bolle (Fig. 1b) spesso viene proposto come primo elemento acceso della Snoezelen room, in quanto ha un'estetica accattivante e presenta diversi punti di interesse: la luminosità tenue, il colore, la movimentazione leggera e prevedibile delle bolle, il lieve calore che emana e la vibrazione che

propaga e che è percepibile se si appoggia il corpo su di esso. Il tubo a bolle dà il tono per tutto il resto degli elementi della stanza.

Nel setting Snoezelen vengono utilizzate piccole torce oppure lampade da terra/da tavolo a luci UV (Fig. 1c) che possono colpire oggetti fluorescenti oppure fosforescenti. In particolare, vengono introdotte quando gli altri oggetti luminosi, come le fibre o il tubo a bolle, non bastano a catturare l'attenzione. L'utilizzo delle lampade UV insieme a materiali fluorescenti (ciottoli, stoffe, fili di vari materiali) o fosforescenti rappresenta un ausilio fondamentale per lo svolgimento di attività di stimolazione visiva e tattile anche per le persone che mostrano maggiori difficoltà nell'aprirsi all'ambiente Snoezelen o con ipovisione.

Il tavolino retroilluminato (Fig. 1d) è una superficie piana retroilluminata in modo neutro che viene utilizzato come sfondo su cui proporre oggetti che attirino l'attenzione. Può favorire la manipolazione degli oggetti traducibile anche in finalità didattiche.

Oggetti luminosi di vario tipo (Fig. 1e): dai ciottoli configurabili con diversi colori, alle costruzioni, e che possono essere messi in campo come elemento di focalizzazione dell'attenzione e aggancio.

### **Metodologia e sperimentazione del colore nella stanza Snoezelen**

Cooperativa Itaca opera dal 1993 nella provincia di Bergamo con servizi diurni e residenziali dedicati alle persone con disabilità, autismo e patologie psichiatriche. Da due anni implementa all'interno di tutti i propri servizi, diurni e residenziali, il metodo Snoezelen anche attraverso la realizzazione di tre Snoezelen Room, e sul legame tra questo e l'uso del colore intende presentare il proprio lavoro di sperimentazione, in particolare nei confronti delle persone con disturbi dello spettro autistico (DSA). Ad oggi la Cooperativa sperimenta questo metodo non solo con le persone con disabilità, con le quali è stato usato fin dal principio, ma con tutte le persone con fragilità o anche neurotipiche che desiderino momenti per sé, di contatto con il proprio mondo interno ed esterno.

I primi soggetti beneficiari della sperimentazione sono stati i frequentanti del servizio Spazio Autismo della Cooperativa Itaca. Si tratta di bambini tra i 5 e i 14 anni, con una certificazione di Sindrome dello spettro autistico. I bambini accedono al servizio una volta alla settimana per la durata di un'ora e mezzo. Gli obiettivi sono legati allo sviluppo di autonomie cognitive, comunicative, personali e sociali e al riequilibrio sensoriale in stanza Snoezelen. Gli operatori chiamati a gestire questa tipologia di utenza sono educatori professionali, formati anche allo Snoezelen, che lavorano sulla base dell'approccio TEACCH e della multisensorialità. L'accesso in stanza multisensoriale varia da un tempo breve (15 minuti) ad una permanenza più lunga (40 minuti).

Nella sperimentazione che Itaca propone, solitamente il primo accesso avviene con la stanza preparata con pochi stimoli accesi, spesso il tubo a bolle con tonalità rilassanti, per introdurre l'ambiente e far prendere dimestichezza alla persona con esso. Si ha anche modo di osservare quali sono gli spazi preferiti o che chiamano maggiormente l'attenzione della persona. In seguito, gradualmente si accendono e sperimentano le attrezzature e i materiali per valutare il grado di benessere dell'utente e i suoi interessi. L'operatore, nella gestione di questi diversi stimoli controllabili e modulabili, opta per una singola proposta o per l'utilizzo di tutte le strumentazioni presenti, armonizzandole tra di loro. Si definisce così un percorso con obiettivi puntuali e specifici individualizzati, che di volta in volta vengono sviluppati attraverso le stimolazioni con attrezzature e materiali, che si ripetono con una certa regolarità, ai fini della valutazione del raggiungimento dell'obiettivo.

L'utilizzo di un solo elemento visivo crea un focus di attenzione esclusivo, finalizzato a condurre la persona verso un obiettivo specifico. Creare un nido di fibre e posizionarvi al centro un libro, ad esempio, vuol significare che la proposta di quel momento sarà una lettura.

La Snoezelen Room, grazie alle strumentazioni specifiche di cui è attrezzata, agevola l'aggancio relazionale con la persona con ASD, ma soprattutto favorisce l'attuazione dell'approccio Teacch attraverso la proposta di materiali fluorescenti, sensibili alla luce UV. Creando un setting completamente privo di luci, la proposta del materiale fluo (sassolini, sabbie colorate, stoffe, etc.), crea un iniziale stupore, tipico dei setting multisensoriali, che mantiene prolungata l'attenzione della

persona verso la proposta e permette di fare richieste cognitivamente più impegnative, come associazioni, seriazioni, incastri, realizzazioni grafiche. Inoltre, grazie a strumenti di coloritura fluorescenti, come pastelli, pennarelli o tempere, se applicati su base scura e illuminati, diventa possibile lavorare sullo sviluppo delle basi del pregrafismo.

Questo tipo di sperimentazione è inizialmente proposta a terra, per poi essere spostata sul tavolino retroilluminato; l'obiettivo è quello di aumentare gradualmente i tempi di performance della persona, moltiplicabili poi anche in spazi altri, come le aule di scuola o di terapia. Lavorando sullo sviluppo dei prerequisiti in stanza multisensoriale, sarà possibile poi osservare maggior adeguatezza anche all'esterno.

Le unità tematiche sensoriali (Fig. 2) sono una proposta alternativa all'interno delle Snoezelen room. Partendo da un tema specifico da approfondire, l'operatore organizza il setting mantenendo una coerenza tematica, con l'obiettivo che la persona che vive quell'esperienza possa farlo in profondità. In questo caso la scelta del colore è legata fortemente al tema.



Fig. 2 – Esempio di unità tematica sensoriale

La Cooperativa ha avviato nel corso del 2024 il monitoraggio degli accessi in stanza attraverso due strumenti riconosciuti a livello sovranazionale: il primo è “Scheda di raccolta dati” durante la seduta Snoezelen validata dall'ISNA (International Snoezelen Association) e altri accettati dalla comunità scientifica internazionale quali la scheda GAS (Goal Attainment Scale) (Turner-Stokes, 2009).

Nella Scheda di Raccolta dati durante la seduta, vengono raccolti attraverso l'osservazione una serie di parametri fisici su una scala da 1 a 10 (ad esempio, mimica facciale, temperatura mani, tono muscolare, respirazione) che vengono registrati prima e dopo la seduta.

La scheda GAS invece parte dalla definizione di un obiettivo specifico, misurabile, rispetto al quale in ciascuna seduta si va a dare una valutazione dell'ottenimento o meno (per esempio: mantenimento della postura per tot minuti).

## Conclusioni

L'approccio Snoezelen ha dimostrato di contribuire al benessere psicofisico delle persone con autismo di cui si occupa la Cooperativa. Pur essendo nato nel campo della terapia per persone con disabilità grave e gravissima, l'approccio viene ora ampliato ad altri settori, quali appunto quelli delle persone con DSA e non solo. Itaca ha avviato un progetto di ricerca sull'accesso in stanza per persone

con disturbi della salute mentale. Come descritto in (Novak . *et al.*, 2012), l'uso di stanze sensoriali può ridurre lo stress e i disturbi del comportamento di persone con patologia psichiatrica. Il progetto è stato presentato a settembre 2024 al Convegno della Società Italiana di Psichiatria di Consultazione: psichiatria della persona e dignità della cura tra ospedale e territorio. Da ottobre 2024, in tutti i servizi, diurni e residenziali, della Cooperativa sono state introdotte le schede ISNA e GAS per il monitoraggio degli accessi in stanza. I risultati si vedranno nei prossimi mesi. Inoltre, Itaca ha allargato l'uso della stanza, oltre agli stessi frequentanti dei servizi, agli operatori e le loro famiglie, a studenti delle scuole primarie e secondarie, fino a coprire in generale anche tutti i profili neurotipici.

### **Ringraziamenti**

Si ringrazia la dott.ssa Silvana Cagiada e la Società Italiana di Medicina Psicosomatica, sezione di Crema, per il supporto scientifico nel progetto di ricerca in corso.

### **Riferimenti bibliografici**

Barbato, G. *et al.* (2019). 'How the colours of objects and light affect human emotions, performance and health. The need for a holistic approach to design indoor environment'. *Cultura e Scienza del Colore-Color Culture and Science*, 11(01), pp. 67-73. doi: 10.23738/CCSJ.110108

Bogdashina, O. (2015) *Le Percezioni sensoriali nell'autismo e nella sindrome di asperger*. Crema: Uovonero.

Bortolotti, A. *et al.* (2022). 'About the influence of color perceived lightness on psychological functions'. *Cultura e Scienza del Colore-Color Culture and Science*, 14(01), pp. 112-122. doi: 10.23738/CCSJ.140114

Caumon, L. *et al.* (2023). 'Experience of place: colour and lighting design methods in the process of inclusive housing projects'. *Cultura e Scienza del Colore - Color Culture and Science*, 15 (2), pp.22. 10.23738/CCSJ.150203

Hulsegge, J. and Verheul, A. (1987) *Snoezelen: Another world: A practical book of sensory experience environments for the mentally handicapped*. Chesterfield: Rompa.

Kaplan, S. (1995) 'The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework', *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), pp. 169–182. doi:10.1016/0272-4944(95)90001-2.

Kellert, S.R. and Wilson, E.O. (2013) *The biophilia hypothesis*. Washington, D.C: Island Press.

Lotan, M. and Gold, C. (2009) 'Meta-analysis of the effectiveness of individual intervention in the Controlled Multisensory Environment (Snoezelen®) for individuals with intellectual disability', *Journal of Intellectual & Developmental Disability*, 34(3), pp. 207–215. doi:10.1080/13668250903080106

Novak, T. *et al.* (2012) 'Pilot study of a sensory room in an acute inpatient psychiatric unit', *Australasian Psychiatry*, 20(5), pp. 401–406. doi:10.1177/1039856212459585

Scarpari, L. (2023) 'La multisensorialità e la stimolazione sensoriale per la persona con patologia deficitaria complessa', *dispensa corso di formazione*.

Schopler, E. (2006) *The research basis for autism intervention edited by Eric Schopler ... et al.*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Siniscalco, A., Bortolotti, A. (2023). 'Physiology and psychology of light and colour: evaluation of an experimental approach'. *Color and Colorimetry Multidisciplinary Contributions* 18, pp. 85-92. Gruppo del Colore-Associazione Italiana Colore.

Turner-Stokes, L. (2009) 'Goal attainment scaling (GAS) in rehabilitation: A practical guide', *Clinical Rehabilitation*, 23(4), pp. 362–370. doi:10.1177/0269215508101742.

Viola, S., Noddings, A. (2006) 'Making Sense of Every Child'. *Montessori Life*, 18(4).

Widmann, C. (2024) *Il simbolismo dei colori*. Bergamo: Moretti & Vitali.



## **Colore nei giochi e giocattoli**

## Il Ruolo Simbolico del Colore nei Giochi di Ruolo

Alessandra Carena<sup>1</sup>, Laura Cardinale<sup>2</sup>, Orietta Albertini<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Università di Genova, Centro Ricerca sul Gioco e Game Science Research Center

<sup>2</sup>Jano Studio s.r.l.

<sup>3</sup>Il Salotto di Giano A.P.S.

Contatto: Alessandra Carena, [alessandra.carena80@gmail.com](mailto:alessandra.carena80@gmail.com); Laura Cardinale, [laura.cardinale@janostudio.it](mailto:laura.cardinale@janostudio.it); Orietta Albertini, [o.albertini@ilsalottodigiano.it](mailto:o.albertini@ilsalottodigiano.it).

### Abstract

Il colore ha sempre avuto un'alta valenza simbolica tanto nei codici sociali, quanto in quelli artistici e narrativi delle società umane. Quanto oggi riprendiamo dei codici colore del passato? Quanto invece è frutto di una nuova rappresentazione del mondo fantastico? Facendo particolare riferimento al gioco di ruolo, e ancor più nello specifico a "Dungeons & Dragons", titolo che maggiormente ha reso noto al grande pubblico questa nuova categoria ludica, e di cui quest'anno ricorre il 50° anniversario, l'intervento affronterà un percorso tra mito e storia, tra antiche e nuove percezioni. Il fine è quello di indagare quali elementi della cultura cromatica siano utilizzati ancora oggi nei giochi di ruolo fantasy, e quanto invece sia stato soppiantato da nuovi codici colore.

A partire da elementi storici, passando per le narrazioni di genere, fino alla creazione dei colori "nuovi" (come quelli a fluorescenza o glow in the dark), si tenterà di categorizzare l'impatto che il colore ha nella resa dei personaggi che costellano le ambientazioni fantastiche dei giochi di ruolo, tanto quelli tradizionali, quanto quelli di nuova generazione; tanto nell'immaginario storico/fantasy, quanto in quello fantascientifico/cyberpunk.

**Keywords:** simboli, colore, giochi di ruolo, fantasy, fantascienza  
symbols, color, role playing, fantasy, science fiction

### Introduzione

Se il simbolo è un elemento atto, per analogia, a suscitare idee e percezioni diverse dal suo aspetto sensibile, il colore è dunque un simbolo per eccellenza da tempi antichissimi. Al di là della sua percezione fisica infatti, il colore assume connotazioni sociali e culturali, significati psicologici ed estetici, richiamando alla mente aspetti della conoscenza condivisa di una comunità nota. Il "linguaggio del colore", che così si viene a determinare, è un complesso di significati trasversali che comunica nozioni non verbali a tutti coloro che partecipano alla "conversazione". Se oggi quindi, in ambito grafico pubblicitario, utilizziamo il colore per trasmettere significati legati a un brand, in passato lo utilizzavamo in ambito decorativo o politico per associare linee di pensiero o azione di una determinata fazione sociale.

Il colore diviene quindi non solo un modo per comunicare il mondo circostante ma, al contrario, una lente attraverso cui guardarlo e analizzarlo. Legato per analogia agli altri sensi, diventa un modo per comprendere il funzionamento della nostra percezione, fisicamente, e della nostra cultura, socialmente. La riflessione sulle valenze evocative e associative del colore ha ispirato ricerche psicologiche sulle sinestesie, come quelle che hanno permesso a Wexner (1954) di svelare interessanti convergenze interculturali nell'associazione tra colori e stati d'animo (rosso: eccitante, vigoroso; giallo: giocoso, allegro; verde: tranquillo, tenero ecc.).

Poiché gli studi sulla simbologia del colore si stanno progressivamente allontanando da una concezione universalista del simbolo, a favore di una relativista, in cui il peso dei fattori esterni nella costruzione e diffusione del significato simbolico del colore è maggiore, è possibile analizzare la

“stratificazione” di tali significati attraverso le fonti cui si è diffuso. Se negli ultimi cento anni il mondo Occidentale ha utilizzato il colore per diffondere messaggi, è possibile analizzarli storicamente andando indietro alle fonti per costruire una “Storia del colore e dei suoi significati”.

Se le prime fonti erano letterarie e religiose, con le rivoluzioni industriali e l’espansione dei concetti di tempo libero e ricreativo, possiamo aggiungere all’analisi anche tutti quegli aspetti che afferiscono a una fruizione spontanea e di intrattenimento: dal cinema alla televisione, la musica e la pubblicità, fino alla creazione di sotto-comunità con i propri codici e simboli, ossia “la cultura pop” e “il mondo Nerd”.

## **Il Colore nella Letteratura**

In ambito letterario il simbolismo dei colori ha sia contribuito alla costruzione di immaginari condivisi, che rappresentano una tecnica narrativa per evocare sensazioni, comunicare significati profondi e sottili, e porre l’attenzione del lettore su determinati aspetti, oggetti o elementi del testo. Un esempio calzante è il significato dei colori nelle fiabe e come esso, nella sua trasposizione mediale da libro a film, sia mutato nel tempo. La mela di Biancaneve che nella versione del 1812 della fiaba dei Fratelli Grimm è sia bianca che rossa (di modo che la strega possa mostrare a Biancaneve le sue buone intenzioni, mangiando la parte bianca che è sana e lasciando a lei quella rossa avvelenata), diventa interamente rossa nel film del 1937 della Walt Disney Company, rappresentando al contempo un oggetto di tentazione e desiderio. La fiaba, tra l’altro, adotta un simbolismo cromatico sin dal principio, dapprima nella profezia di nascita di Biancaneve (con il desiderio della madre di avere una bambina “bianca come la neve, rossa come il sangue e nera come l’ebano”) per poi tornare più volte nel testo, distinguendo di volta in volta ciò che è vivo da ciò che è morto (le “guance rosse” per cui sembrava “ancora fresca, come fosse viva” indicando però la presenza della mela rossa avvelenata nella sua gola, e la “nera terra” dove i nani volevano seppellirla dopo averla trovata svenuta a casa). Nel film a colori, la mela diventa rossa e lucida, invitante e pericolosa, rappresentando nel suo colore intenso il pericolo intrinseco.

A molti generi letterari è attribuito un colore o schema di colori (ad esempio il rosa, il giallo o il noir) indicante sia il tono della narrazione che lo stile adottato, ma anche il tipo di azioni intraprese dai protagonisti e, conseguentemente, le tematiche che verranno affrontate dal testo. Il Gioco di Ruolo, una forma di narrazione condivisa in cui i partecipanti collaborano alla costruzione di una storia, interpretando i protagonisti e i narratori delle vicende, ha quindi ereditato questa associazione identitaria. I giocatori si muovono in un mondo immaginario, le cui descrizioni risentono sia dell’immaginario comune della cultura di appartenenza dei giocatori, sia del loro background personale, contribuendo alla costruzione di un immaginario collettivo condiviso afferente al loro specifico mondo di gioco. Attraverso la copertina e le illustrazioni dei manuali di gioco si può avere un mondo fiabesco in cui i protagonisti saranno eroi impavidi pronti ad affrontare avventure per salvare popoli e nazioni, o ribelli di una società corrotta pronti a combattere per un mondo migliore. Colori, palette, schemi e accostamenti permettono di far capire immediatamente ai giocatori che tipo di storie si andranno a raccontare e, quindi, che tipo di azioni ci si aspetta che compiano.

Similmente a quanto avvenuto per Biancaneve, il simbolismo dei colori adottato ne *Il Signore degli Anelli* da J.R.R. Tolkien contribuisce a plasmare l’immaginario vivido ed eroico delle avventure Fantasy di film, videogiochi, giochi da tavolo e di ruolo che a quell’immaginario si rifanno. Se ne *Il Signore degli Anelli* abbiamo colori associati alla magia e agli Stregoni che la praticano, nei giochi di ruolo Fantasy abbiamo un simbolismo e un colore associato a creature (nello specifico draghi) e scuole di magia.

## Il Colore nel Gioco di Ruolo Fantasy

Parlando di gioco di ruolo viene naturale iniziare le riflessioni partendo dal suo capostipite, *Dungeon & Dragons* (contratto D&D), che quest'anno compie 50 anni. Più di una "moda", dunque, bensì un nuovo media che ha avuto la capacità non solo di ritagliarsi una propria fetta di mercato, bensì di influenzare altre modalità di comunicazione. Primitivo esempio, in tal senso, il mondo dei videogiochi, che nella loro storia hanno visto sviluppare, parallelamente al gioco cartaceo, il filone RPG (*role play games*), prima e, con la diffusione di internet, il MMORPG (*Massively Multilpayer Online Role Play Games*) poi. Altri esempi sono i mondi dell'animazione, del cinema e delle serie TV. Senza indagare i molteplici aspetti che sicuramente hanno concorso ad un tale successo planetario, il presente studio vuole soffermarsi sugli aspetti simbolici nell'uso del colore che il gioco ha fatto nelle proprie ambientazioni.

Il gioco di ruolo, infatti, è fortemente caratterizzato da due peculiarità. Le **meccaniche di gioco**, da una parte, rappresentano tutto il sistema di regole attraverso cui i giocatori possono costruire insieme la storia, e determinano il successo o meno di determinate decisioni, la capacità o meno dei personaggi di compiere determinate azioni e il risultato di epici scontri e scazzottate in locanda. Dall'altra **l'ambientazione** è il cuore del racconto, è l'intero mondo entro cui gli eroi si muovono, si confrontano e che, in qualche misura, cambiano grazie al risultato delle loro azioni e delle loro avventure.

In che modo, quindi, il colore influenza questi due aspetti?

Nel mondo dei giochi di ruolo esistono tantissime ambientazioni differenti che, come si è visto, spesso riprendono e si intrecciano molto coi generi letterari che li precedono o da cui traggono ispirazione. Restando entro D&D, ormai alla 6° edizione uscita a Settembre 2024, si possono contare circa una decina di ambientazioni, tutte di stile fantasy. Protagonisti indiscussi, presenti infatti anche nel titolo, sono i **draghi**. Interessante è l'evoluzione cromatica di queste imponenti creature. Nell'**immaginario collettivo europeo**, infatti, i draghi sono animali mitologici legati alla natura e alla terra, come nella **mitologia norrena**, serpentiformi con scaglie marrone-verde come i vari rettili presenti in natura, o in quella dell'**antica grecia**, ove varie creature sempre a forma di serpente subentrano in diversi miti, dall'Idra di Lerna, un drago fluviale a sette teste, al Ladone che, attorcigliato attorno ad un albero, sorvegliava le mele d'oro nel giardino delle Esperidi. Tuttavia questa visione cambia con il passaggio al **Medioevo cristiano**, ove la stesura dei bestiari carica le fattezze e i colori delle creature di significati e allegorie. Ecco quindi il principe Timuride Bahram che uccide un drago blu (1371) o le varie raffigurazioni di San Giorgio e il drago (nella foto dipinto di Paolo Uccello, 1460 circa). Il drago, dunque, assume un **carattere simbolico** molto forte, paragonato al diavolo, essere tentatore e infido che richiama il serpente della Genesi.



Fig. 1 - "San Giorgio e il drago", Paolo Uccello, 1460 circa, National Gallery, London

Nel passaggio letterario il drago diviene quindi una creatura possente e mostruosa, custode di immensi tesori e ricchezze, che solo eroi scaltri e ricchi di coraggio possono sconfiggere. Non sono da meno i draghi di D&D: giganteschi mostri alati, sono aggressivi, avidi e vanitosi, temuti tanto dagli umanoidi, quanto dai loro stessi simili. Essi assumono una simbologia specifica in base al colore delle loro scaglie. Nel bestiario, infatti, i “**draghi cromatici**” sono tutti di accezione malvagia, e sono associati ad uno specifico ambiente naturale. Vi sono quindi il drago rosso, che soffia fuoco e vive in prossimità di vulcani e in caverne piene di lava; il drago verde che vive nelle foreste, o nel folto della giungla, e sputa gas velenosi; il drago blu che vive nei deserti e soffia potenti fulmini; quello nero trova dimora nelle paludi e soffia sostanze acide; il drago bianco alberga nelle montagne innevate e nei meandri dei ghiacciai, sputando soffi gelidi e ghiaccio. Tutti questi draghi sono caratterizzati dall’essere legati al loro **ambiente naturale**, che ne condiziona anche il tipo di soffio, e sono generalmente i signori indiscussi del territorio; al pari della mitologia norrena, inoltre, nella loro tana custodiscono il loro prezioso tesoro. A differenza di altre mitologie, in D&D sono tuttavia presenti delle specie di drago che incarnano una serie di virtù e che possono di conseguenza essere considerati “draghi buoni”. Essi sono i “**draghi metallici**” che *<<hanno lo scopo di preservare e proteggere e si considerano una delle razze più potenti tra le molte razze che hanno un posto nel mondo>>* (D&D, Monster Manual; 2021). Al pari degli altri draghi essi bramano tesori, ma non per avidità, bensì per curiosità storica, per ricercare oggetti e tesori del passato e custodirli. Non di rado, infatti, si possono trovare nelle loro tane potentissime reliquie che sarebbe troppo pericoloso lasciare incustodite. Tali draghi possono essere indotti a separarsene in virtù di una giusta causa. Sono inoltre in grado di mutare forma e assumere sembianze umanoidi per esplorare il mondo attorno a loro, spinti da un desiderio di conoscenza delle altre specie e del mondo, anche se spesso restano creature guardinghe e schive. Questo senso di “storicità” è sottolineato dalla loro abilità di memoria persistente e duratura: se incontrano nella loro vita un discendente di qualche umanoide incontrato prima, ad esempio, potrebbero di conseguenza essere prevenuti, in base ai comportamenti adottati dal predecessore. Anche in questo caso in base al tipo di metallo si hanno diverse caratteristiche visive e distintive. Vi sono quindi i draghi d’argento, i più amichevoli e socievoli, le cui scaglie mutano in base all’età fino a sembrare come scolpiti in un unico blocco d’argento, il cui soffio può essere freddo o paralizzante e le cui tane sono tra le nuvole o in cima ad alti picchi innevati e isolati o nei complessi di miniere abbandonate; i draghi di bronzo sono creature costiere che si nutrono di piante acquatiche, vivono vicino alle coste o in antichi relitti, sono affascinati dalle strategie militari e amano quindi mettersi in gioco e combattere per giuste cause e utilizzano un soffio caratterizzato da fulmini o da un’aura che respinge i nemici; i draghi di rame sono incredibilmente socievoli, burloni e gioviali, vivono sulle colline o gli altopiani in territori dal clima secco e hanno un soffio caratterizzato da sostanze acide o in grado di rallentare i nemici; i draghi d’oro, unico esemplare metallico nell’edizione BECM del gioco (la prima commercializzata, quella volgarmente chiamata in Italia “scatola rossa”), sono, ovviamente, i più maestosi e buoni, vivono in zone molto remote e non disdegnano la vicinanza all’acqua, come laghi idilliaci, isole immerse nella nebbia o grotte nascoste dietro alle cascate, e il loro soffio è caratterizzato dal fuoco o da una sostanza in grado di indebolire i nemici; infine i draghi d’ottone sono amanti della conversazione e della luce del sole, prediligendo quindi climi caldi e asciutti che li portano a nidificare in zone desertiche come canyon o complessi di rovine, il loro soffio è caratterizzato da fuoco e da sostanze in grado di addormentare i nemici.

All’antica allegoria di natura infida che contrasta l’umano (o gli umanoidi), dunque, D&D contrappone una nuova simbologia che vede nei metalli un simbolo di purezza e saggezza, una “tecnologia” che riprende il mito della tradizione alchemica (come la pietra filosofale), che contrasta la natura malvagia dei draghi cromatici attraverso la saggezza derivata dalla memoria. Questa non è accessibile a tutti: è schiva e timorosa e si concede solamente a quegli eroi che, attraverso un percorso iniziatico, sappiano ricercarla, dimostrando di essere mossi da nobili intenzioni.

Analizzando più in generale il bestiario di *D&D*, emerge una caratteristica costante: sia le creature che richiamano la mitologia nota, come grifoni, chimere, manticore e ippogrifi, sia quelle più propriamente fantasy come orchi, sirene, fate, sia, infine, quelli originali come Mimic, Mind Flyer, e Beholder, hanno tutti una specifica colorazione di riferimento, perlopiù nei dettagli di pelle, pelliccia o corazze naturali. Tali assegnazioni cromatiche sono spesso “innaturali”, rispetto alla usuale colorazione della pelle propria di umani ed elfi: ecco quindi comparire, al di là di scaglie,



Fig. 2 - Diversi draghi cromatici e metallici tratti dai manuali dei mostri di *Dungeons & Dragons*

piume e peli, numerosi riferimenti alla palette dei rossi accessi, dei viola, dei verdi e dei blu. Anche i neri e i grigi, così come il bianco innaturale, sono spesso utilizzati, soprattutto in riferimento ad un uso distorto della magia, lasciando quindi spazio a tutto il filone della non-morte.

### Il Colore in altre ambientazioni

Il fantasy, tuttavia, è solo una delle ambientazioni possibili, così come *Dungeons & Dragons* è solo uno dei numerosi titoli ormai presenti sul mercato editoriale del gioco di ruolo. Fare una catalogazione precisa non è oggetto specifico di questo studio. Ciò che preme fare, invece, è rilevare i numerosi collegamenti e rimandi fra i diversi media e capire se e in che modo il colore costituisca un elemento di categorizzazione dei vari generi ludici, al pari di come lo sia in ambito letterario. Come detto i richiami a diversi generi è costante, così come il richiamo alla simbologia e alle catalogazioni cromatiche del genere.

Prendiamo ad esempio H.P. Lovecraft, colui che, insieme ad Edgar Allan Poe, ha dato origine al genere letterario “**Horror**”. Nel gioco di ruolo “*Call of Cthulhu*” i colori di copertine e illustrazioni acquisiscono immediatamente toni cupi e scuri, attraverso immagini inquietanti che escono dallo



sfondo, utilizzando colori con alta saturazione e bassissima chiarezza, per richiamare alla mente le stesse angosciose atmosfere descritte dall'autore nei libri appartenenti al ciclo "I Miti di Cthulhu".

Allo stesso modo vi è un'interconnessione visiva molto forte tra la letteratura e il gioco di ruolo in stile "cyberpunk". Il genere cyberpunk trae le sue origini iconografiche soprattutto dal celebre film del 1982 "Blade Runner": qui inizia l'immaginario delle smisurate megalopoli cupe, con grattacieli altissimi e cartelli al neon che si intrecciano a racchiudere la civiltà entro pareti di plastica e metallo, in contrapposizione ad una frontiera che delimita l'apocalittica devastazione delle regioni desertiche. In termini di luminosità la luce del sole è pressoché assente, i colori, perlopiù cupi, sono a tratti contrapposti da colori primari ad altissima saturazione quali rossi e gialli, rimandando ad



Fig. 3 - Copertine di Call of Cthulhu

un'immagine misteriosa, splendida, oscura, che si contrappone agli inserti di luce al neon delle parti più tecnologiche e futuristiche. Tale divario, enfatizzato nei giochi di ruolo cyberpunk, sottolinea non solo gli aspetti psicologici del racconto, in cui vi è un costante senso di sconfitta e di impotenza nei confronti di una società malata e corrotta, gestita da corporazioni senza alcuna umanità, ma sottolinea anche le distinzioni sociali all'interno dell'ambientazione: gli innesti cyber sono diffusi, ma sono costosi, soprattutto se nuovi, efficienti e, di conseguenza, luminosi. I cosiddetti colori "fluo" meritano un'analisi approfondita: apparsi al Motor Show di Parigi nel 1910, grazie all'invenzione della lampada al neon di George Claude, ebbero una grande fortuna tra gli anni '20 e gli anni '50, periodi in cui le insegne hollywoodiane facevano sognare di mondi luminosi e sfavillanti. Rimasti sopiti per quasi trent'anni, tornano alla ribalta negli anni '80, periodo di massima diffusione nell'immaginario collettivo. Sinonimo di futuro e progresso, di benessere e rivalsa, essi sono uno squisito frutto dell'ingegno umano, tanto grande da riuscire a creare colori più brillanti e luminosi di quanto la natura da sola non sia riuscita a fare. Una rivincita, dunque, sulla natura, che, portata verso confini di apocalittica distruzione, non lascia spazio ad altro se non all'umana tecnologia per poter sopravvivere.



Fig. 4 - Da sinistra: locandina del film “Blade Runner”, copertine di RPG: Cyberpunk, Altered Carbon, Cyborg

### Il colore immaginato

Al pari degli esempi citati possono esserci molteplici altre analisi. Un esempio sono i giochi di ruolo **dedicati ai più piccoli**: un filone nato da pochi anni e attualmente in crescita che vede tanto semplificazioni di meccaniche note, quanto creazione di sistemi originali, con ambientazioni fantastiche che talvolta possono rifarsi, nuovamente, a quelle presenti in altri media. Sono validi esempi “Tails of Equestria”, un gioco di ruolo a tema “My little pony” e “Dragondale”, una semplificazione della 5° edizione di D&D in cui l’ambientazione è stata creata insieme a dei ragazzi a scuola, traendo spunto dalla geografia locale per creare un mondo e un bestiario personalizzati.



Fig. 5 - copertine di Tails of equestria e Dragondale

Già dalla copertina è possibile notare come i colori siano luminosi e sgargianti, soprattutto nitidi e con minori sfumature, caratteristica tipica dell’illustrazione rivolta all’infanzia, con una preminenza di colori primari e secondari, facilmente leggibili e impattanti.

Per contro esistono alcune contaminazioni “al contrario”, in cui il gioco di ruolo ha creato ambientazioni e simbologie che sono poi divenute videogiochi, film e serie TV. Un esempio su tutti l’opera di Geroge Martin “A Song of Ice and Fire”, opera letteraria che trae origini dalle avventure vissute dall’autore giocando di ruolo assieme ai suoi amici, divenuta dapprima libro, da cui poi è seguita la trasposizione nella serie TV “Il trono di spade”.

Ciò che unisce tutti gli esempi fin qui riportati è, tuttavia, una caratteristica propria non tanto delle ambientazioni, quanto delle meccaniche. Ogni gioco di ruolo cartaceo prevede una “**scheda del personaggio**”, ove vengono riportate le caratteristiche che i giocatori andranno ad interpretare. Tali schede, solitamente riportate alla fine del manuale, vengono stampate dai giocatori che spesso, per

ragioni squisitamente economiche, stampano in bianco e nero e scrivono a matita. Di fronte alla fantasmagoria di categorizzazioni e colori, quindi, la verità di questo potente media è che si basa esclusivamente sul segno nero apposto sopra un foglio bianco. Il colore, quindi, non è realmente vissuto dall'esperienza visiva, né viene elaborato percettivamente attraverso sinestesie o movimenti cinetici. Il colore, nel gioco di ruolo, viene esclusivamente descritto, dal narratore, e immaginato dai partecipanti. In alcuni casi, e con i narratori più solerti, possono essere mostrate illustrazioni di supporto, ma queste sono solamente un intermezzo fugace nell'insieme della narrazione. Il gioco di ruolo racconta i colori, e i simboli cromatici che usa sono quelli della condivisione di senso che emerge dal vissuto collettivo dei giocatori, dalla loro disponibilità di mettersi in gioco, dal patteggiamento ed acquisizione delle regole e dell'ambientazione. Se, ad esempio, i giocatori volessero utilizzare D&D per creare un mondo dove l'erba è viola, il cielo magenta e la terra blu, avrebbero tutta la possibilità di farlo, immaginarlo ed esplorare assieme queste nuove categorie di senso. Il gioco di ruolo, dunque, può divenire un potente **mezzo di esplorazione cromatica** per la generazione di nuove categorizzazioni e nuovi simboli.

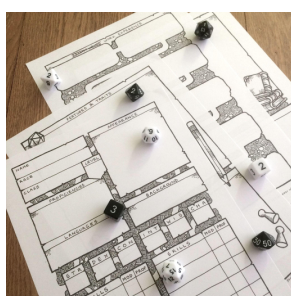


Fig. 6 - schede del personaggio - dal sito [www.penflower-ink.com](http://www.penflower-ink.com)

## Conclusioni

Il presente studio ha tutt'altri fini che l'essere esaustivo: al contrario vuole dare il via alla possibilità di nuovi filoni di ricerca. Quanto rimane fedele la trasposizione del colore quando si passa dal gioco di ruolo ad un altro media? Quanto cambia la percezione dei giocatori su quanto stanno vivendo e raccontando se il narratore inserisce maggiori elementi descrittivi, soprattutto con riferimenti visivi e cromatici? La percezione e l'efficacia della narrazione cambiano in presenza di persone affette da daltonismo? Questi sono solo alcuni quesiti che emergono spontanei dall'incontro tra gioco narrativo e colore.

Questo breve testo desidera, infine, mettere in luce ai giocatori che lo leggeranno l'enorme valenza che il colore ha e può avere nei loro giochi, per invitarli ad acquisire nuove consapevolezze, sperando di incoraggiarli a nuove possibilità interpretative e narrative.

## Riferimenti bibliografici

AA.VV. (2021) D&D Monster Manual - Manuale dei mostri, Wizard of the Coast, USA, ISBN: 978-0-7869-6770-4

Ellen Conroy M.A. (1921) *The Symbolism of Colour*, London, UK: W. Rider.

Izzi M. (1989) *Il dizionario illustrato dei mostri...e altre creature dell'immaginario*, Roma, Gremese ISBN 88-7605-449-9

Kartashkova F. I., Belyaeva L. E.(2022) 'Colour Meaning in English Literary Pieces', *RUDN Journal of Language Studies, Semiotics and Semantics*, 13(1), pp. 201-212. doi: 10.22363/2313-2299-2022-13-1-201-212.

Miller, M. Y. (1981) 'The Green Sun: A Study of Color in J.R.R. Tolkien's The Lord of the Rings', *Mythlore: A Journal of J.R.R. Tolkien, C.S. Lewis, Charles Williams, and Mythopoeic Literature*, 07(04), pp. 3-11.

Pagani, C. (2001) 'Le variazioni antropologico-culturali dei significati simbolici dei colori', *Leitmotiv*, 01(01), pp. 175-197.

Vaz da Silva F. (2007) 'Red as Blood, White as Snow, Black as Crow: Chromatic Symbolism of Womanhood in Fairy Tales', *Marvels & Tales*, 21(02), pp. 240–252.

Wexner, L.B. (1954) 'The degree to which colors (hues) are associated with mood-tones', *Journal of Applied Psychology*, 38, pp. 432-35. doi: 10.1037/H0062181.

Yuanyuan M. (2022), 'Blade Runner 2049: An Analysis of the Color Aesthetics of Cyberpunk Movies', *Art and Society*, 01(01), pp. 46-48. doi: 10.56397/AS.2022.08.06.

## Storia e utilizzo del colore nei giochi da tavolo

D. Aurelio<sup>1</sup>, M. Tibaldini<sup>2</sup>, C. A. Iocco<sup>1</sup>, B. Sarti<sup>1</sup>, A. Rizzi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Informatica, Milano (MI)

<sup>2</sup> Università degli studi di Genova, Dipartimento di Scienze della Formazione, Genova (GE)

Contatto: Beatrice Sarti, [beatrice.sarti@unimi.it](mailto:beatrice.sarti@unimi.it)

### Abstract

Quale ruolo hanno i colori all'interno dei giochi da tavolo? Si tratta di mera decorazione, utile al più a distinguere i pezzi propri da quelli avversari, oppure svolgono compiti più elaborati, entrando a fare parte delle regole stesse che disciplinano il gioco? In questo articolo viene esplorato l'uso del colore nei giochi da tavolo attraverso un approccio storico che abbraccia sia i giochi più antichi sia quelli più moderni, analizzando come le pratiche e le concezioni intorno al tema del colore si siano sviluppate nel tempo. Il colore nei giochi da tavolo ha infatti subito un'evoluzione significativa, passando da un elemento secondario a un componente fondamentale per l'estetica e la funzionalità del gioco, e questo cambiamento riflette non solo le innovazioni tecnologiche ma anche l'evoluzione delle aspettative dei giocatori e del mercato dei giochi da tavolo.

**Keywords:** colore nei giochi da tavolo, storia, giochi antichi, giochi astratti, giochi moderni.

### Introduzione

Il colore ha sempre svolto un ruolo chiave nella vita umana, portando con sé una serie di simbolismi culturali, significati emozionali e ragioni pratiche. Nell'ambito dei giochi da tavolo, il colore ha seguito uno sviluppo lento ma significativo, passando da semplice elemento decorativo a una componente essenziale per le meccaniche e l'estetica dei giochi. Questo articolo si propone di esplorare l'utilizzo del colore nei giochi da tavolo da una prospettiva storica, esaminando come le pratiche legate all'uso del colore si siano sviluppate dalle prime civiltà fino ai giochi moderni.

L'obiettivo principale del paper è comprendere come l'introduzione del colore nei giochi sia stata influenzata da vari fattori, quali le risorse tecnologiche, la disponibilità dei materiali e le evoluzioni culturali. Oltre a questo, si cercherà di illustrare come il colore sia diventato un elemento in grado di migliorare l'esperienza di gioco, favorendo la comprensione delle regole, la strategia e l'immedesimazione emotiva.

La struttura del paper è suddivisa in diverse sezioni. La prima parte esamina l'uso del colore nei giochi da tavolo antichi, con particolare attenzione ai giochi delle civiltà classiche e medievali. Successivamente, viene analizzato l'uso del colore nei giochi astratti, evidenziando come esso abbia influenzato le meccaniche e le strategie di gioco. Infine, nell'ultima sezione, il focus si sposta sui giochi da tavolo moderni, dove il colore assume un ruolo centrale non solo nell'estetica ma anche nelle meccaniche di gioco, con esempi tratti dai giochi da tavolo contemporanei.



## Il colore nei giochi da tavolo antichi

### Immaterialità e materialità: concetti, forme, materiali e colori

L'uso del colore per differenziare pedine, caselle e altri elementi di gioco venne sviluppato indipendentemente presso diverse culture del mondo.<sup>17</sup> Fino al XIX secolo, la maggior parte dei giochi si adattarono alla tricromia bianco-nero-rosso.

Fin dalla loro origine, come nel caso della tavola di El-Mashasna (Ayrton and William Leonard Stevenson, 1911: Pl. 17), considerata la più antica attestazione certa di un gioco da tavolo, i giochi da tavolo non richiedevano l'uso di colori, ma piuttosto di geometrie e forme incise sui tavolieri. Ad esempio, nella necropoli reale di Ur risalente alla metà del terzo millennio a.C., vennero ritrovati frammenti di due tavolieri,<sup>18</sup> e tre esemplari integri in legno, intarsiati di lapislazzuli, corniola e gusci di conchiglia, che presentavano una raffinata palette di colori: bianco, blu intenso, rosso vivo (vedi Fig. 1a).<sup>19</sup> L'unico elemento ricorrente in questi giochi è il motivo a forma di fiore di alcune caselle, attestata anche in epoche successive e citata in una tavoletta che ne spiega il regolamento.<sup>20</sup> Altri reperti relativi a questo gioco (o sue varianti) rinvenuti in Egitto, Siria, Cipro, Iran, Mesopotamia (Dikaios, 1969: tav.128,65; Piperno and Salvatori, 1982, 1983, tav. 21–22; Crist, 2016a, 2016b; Crist *et al.*, 2016) sono privi di altre decorazioni e caratterizzazioni cromatiche, a riprova del fatto che i colori (e gli altri intarsi) non avevano alcuna funzione ludica ma solo decorativa e attestavano lo status sociale del loro proprietario.

Uno dei tavolieri di Ur presenta il proprio corredo di gioco<sup>21</sup>. I dadi in pietra di forma tetraedrica (come quelli in Fig. 1c), presentano degli intarsi colorati in corrispondenza di due vertici: è il primo caso in cui l'uso del colore è funzionale allo svolgimento del gioco poiché il risultato del lancio dei dadi era dato da quelli che cadevano con il vertice colorato verso l'alto.



Fig. 1 - Tavoliere (a), pedine (b) e dadi (c) del Gioco reale di Ur ritrovato nella necropoli di Ur e ora conservato al British Museum

Allo stesso periodo risale la necropoli di Saqqara, in Egitto, che comprende anche la tomba di Hesy-Re, alto dignitario di corte.<sup>22</sup> Al suo interno, un affresco rappresenta tre giochi e, accanto ad essi, delle scatole con le pedine, il cui stato di conservazione lascia intuire che in un caso le pedine erano bianche e nere, mentre in un altro si utilizzavano sei gruppi di sei pedine ciascuno, con colori che variavano dal rosso al bianco, passando per diverse tonalità di ocra.

<sup>17</sup> Per una panoramica generale sui giochi da tavolo tradizionali, si rimanda al portale <https://ludii.games/>

<sup>18</sup> uno parzialmente rinvenuto, U11162 dalla tomba PG 779 (Woolley, 1934: tav. 97).

<sup>19</sup> Tavoliere U9000 della tomba PG 513; U10557 tomba PG 789, U10478 (Woolley, 1934: tav. 95a-b, 69)

<sup>20</sup> Tavoletta BM33333

<sup>21</sup> U10478

<sup>22</sup> Saqqara, S-2405



Dato il costo di pietre colorate e pigmenti, all'epoca la soluzione più economica per diversificare gli elementi di gioco era di modellarli in forme diverse (come nel caso dalla famosa tavola da gioco di Amenotep III, vedi Fig. 2a). Questa abitudine rimase in uso anche quando lo status sociale del proprietario consentiva l'accesso a varie colorazioni, preferendo realizzare delle pedine policrome, ma di forme differenti (come nel caso dei pezzi da gioco in terracotta blu e nera di Fig. 2b), oppure con sia colori che forme differenti (come anche testimoniato nell'affresco nella tomba della regina Nefertari, vedi Fig. 2c).

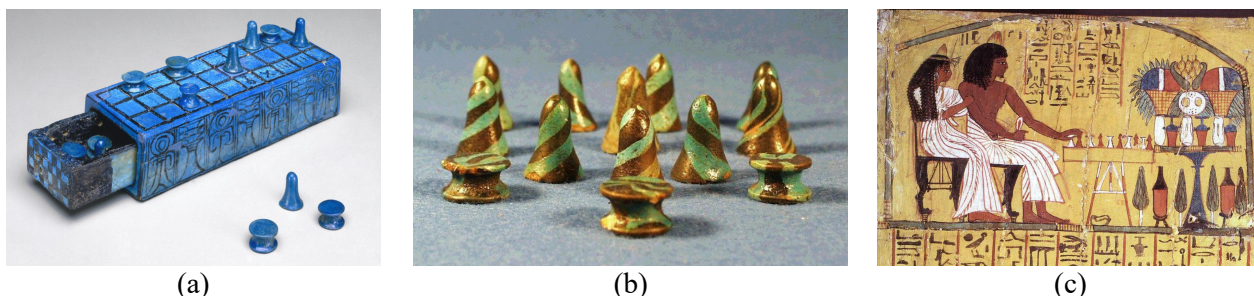


Fig. 2 – (a) tavola da gioco di Amenhotep III, Brooklyn Museum, Charles Edwin Wilbour Fund, 49.56a-b; (b) pedine di provenienza ignota, Musée Royale d'Art et d'Histoire, Bruxelles, inv. n° E.06206m - 82821; (c) dettaglio dell'affresco nella tomba di Sennedjem, Deir El Medina, Tomba TT1

### Greci e Romani, vetro e osso, bianco e nero... e infine, il rosso

Per riscontrare un utilizzo pratico del colore nei giochi da tavolo bisognerà attendere fino all'epoca classica e la diffusione del vetro. La produzione di questi corredi ludici sembra avere origine in Fenicia, dove la lavorazione del vetro era già ben avviata e i cui artigiani sapevano quali sali aggiungere al silicio per ottenere colorazioni differenti.

Nell'Italia preromana, etruschi e celti potevano utilizzare come pedine sassi di diverso colore (Schädler, 2019), oppure raffinate pedine in pasta vitrea monocolora o bicolore, come attestato da un ritrovamento di un set in pasta vitrea blu e gialla rinvenuto in una tomba celtica a Montefortino, oggi conservato al Museo Archeologico di Ancona.<sup>23</sup>

Le pedine in vetro divennero ancora più popolari ed economicamente accessibili in epoca romana: le descrivono Marziale<sup>24</sup> e Ovidio<sup>25</sup>, che specificano l'utilizzo di pedine di diverso colore.<sup>26</sup>

Il vetro offriva possibilità cromatiche precluse ad altri materiali: sono state ritrovate pedine realizzate in murina,<sup>27</sup> oppure ricoperte con foglia d'oro o d'argento (Daniaux, 2019: 88-9). La tradizione

<sup>23</sup> provenienti dalle tombe di Camerano, Fabriano. Museo Archeologico di Ancona, inv. n° 1890

<sup>24</sup> Marziale, Epigrammi, VII, 72: *Paolo, possa il dicembre esserti propizio [...] così possa tu vincere contro Novio e Publio, e con le pedine accerchiare il soldato di vetro.*

<sup>25</sup> Ovidio, Ars Amatoria, II, 208: *Se infine muoverai le tue pedine nel gioco della guerra, fa sì che i tuoi soldatini siano vinti dai nemici di vetro.*

<sup>26</sup> Ovidio, Tristia, II, 475-483: [...] *come avanzi in linea retta il soldato di diverso colore quando un pezzo viene eliminato in mezzo a due nemici [...]*

Marziale, Epigrammi, XIV, 17: *La tavola da gioco: con questa il dado mi dà un doppio 6, con questa la pedina è persa a causa di un doppio nemico di diverso colore.*

Similmente Giulio Polluce, Onomasticon, IX, 98: *Il 'plinthion' è il gioco praticato con molti pezzi, che presenta delle caselle delimitate da delle linee, ed il 'plinthion' è detto anche 'polis', ed ogni pedina 'kyon' (cane). Le pedine sono divise in due gruppi a seconda del loro colore e l'arte del gioco consiste nel catturare una pedina di colore diverso (avversaria) accerchiandola con due dello stesso colore.*

<sup>27</sup> Civico Museo Archeologico di Casteggio, St. 58170

MET, inv. 17.194.507; inv. 17.194.541 (di provenienza egiziana)

dell'epoca vedeva però contrapporsi bianchi e neri, come attestato da diverse fonti letterarie,<sup>28</sup> che in realtà, data la difficoltà nella realizzazione del vetro di colore nero, erano perlopiù blu molto scuro. In epoca romana, alla bicromia bianco-nero si aggiunse poi il rosso, colore molto popolare poiché di facile reperimento<sup>29</sup> il cui utilizzo in campo ludico è attestato da diversi brani dell'Anthologia Latina:<sup>30</sup>

*Le pedine di differenti colori sono sottomesse al lancio incerto dei dadi, e il bianco e il rosso lottano tra di loro, benché entrambe percorrano la medesima linea di parole, colui a cui arriderà la sorte prende la palma della vittoria!*<sup>31</sup>

Questa tricromia è attestata anche durante l'epoca medievale, seppur con funzioni differenti. La raccolta di giochi redatta dal re Alfonso X di Castiglia presenta tavole da gioco ricche di colori, fra cui spiccano le scacchiere, con caselle bianche e rosse, occupate da pedine bianche e nere. Questo testo riporta anche il gioco della Tavola Astronomica<sup>32</sup> che presenta un tavoliere per sette giocatori. In questo caso possiamo vedere pedine rosse, gialle, verdi, marroni, bianche, nere, a strisce blu, rosse e bianche. I giochi da tavolo più diffusi come la dama e gli scacchi, tuttavia, seguitarono a proporre un'essenziale tricromia bianco-nero-rosso, che seppure preferibile, non era considerata indispensabile. I pezzi da gioco detti Lewis Chessmen<sup>33</sup> non presentano segni di colorazione, mentre le caselle dei tavolieri potevano essere differenziate da una diversa lavorazione della superficie, come è possibile vedere sul pavimento della prigione della torre del Trovador dell'Aljaferia di Saragozza. Gradualmente, la tricromia si ridusse ad una bicromia bianco-nero, o meglio, chiaro-scuro, che si radicò nella nostra tradizione ludica e culturale restando, fino all'avvento dei giochi a stampa della seconda metà del XIX secolo, il principale standard cromatico dei giochi da tavolo.

## Il colore nei giochi astratti

### *Sulla definizione di gioco astratto*

Per poter parlare dei colori nei giochi astratti dobbiamo prima definire cosa rende astratto un gioco da tavolo. Benché l'astrattezza di un gioco venga spesso associata all'assenza di un'ambientazione in cui si inseriscono le meccaniche di gioco, questo aspetto non è sufficiente. In un gioco da tavolo *combinatorio* o di *pura strategia* l'elemento di aleatorietà è assente, e i giocatori dispongono di informazioni complete sulle condizioni del gioco: ad ogni turno è possibile, con abbastanza tempo di calcolo o di ragionamento, esplorare l'intero albero delle possibili configurazioni del gioco e identificare la mossa migliore sulla base di un'opportuna funzione di valutazione (o fitness). I giochi astratti estendono i giochi combinatori allentandone alcuni vincoli: (1) il gioco si basa su informazione completa, e le meccaniche di gioco, che raramente includono elementi aleatori, privilegiano il pensiero logico rispetto alla fortuna; (2) l'assenza di informazioni nascoste permette ai giocatori di creare una strategia a lungo termine, i.e. un percorso attraverso l'albero degli stati. A questi vincoli possono essere aggiunti tre punti meno stringenti: (a) benché non esclusivamente, il gioco è spesso per due giocatori con turni alternati; (b) l'aspetto e la grafica del gioco sono spesso minimaliste, non descrittive di un contesto o di un'ambientazione; (c) le regole del gioco sono semplici da imparare, ma difficili da padroneggiare.

<sup>28</sup> ad esempio: Anonimo, Laus Pisonis, 190; Agazia Scolastico, *Anthologia Palatina*, IX, 482 (Epigramma 100).

<sup>29</sup> Plinio il vecchio, Storia Naturale, XXII, 3.

<sup>30</sup> Anonimo, *Anthologia Latina*, 192-194

<sup>31</sup> Anonimo, *Anthologia Latina*, 192.

<sup>32</sup> Fol. 97v

<sup>33</sup> British Museum, 1831.1101.79 e ss.; National Museum of Scotland, H.NS 19-29.

In base a queste definizioni, risultano astratti giochi classici come scacchi, dama, *go*, *xiangqi*, *shogi* o la maggior parte dei giochi della famiglia dei *mancala*, come *bao*, *oware* e *kalah*; non risultano invece astratti la maggior parte dei giochi di carte, poiché queste vengono distribuite casualmente da un mazzo; giochi come il *backgammon* – dove il movimento delle pedine, pur ricordando la semina dei *mancala*, è gestita attraverso dei dadi – possono venire considerati astratti in virtù del grado di strategia che essi permettono; anche in *The Duke* le tessere vengono pescate da un sacchetto, ma la natura scacchistica del gioco permette ugualmente ai giocatori di creare una strategia a lungo termine; al contrario, un gioco antico come il *pachisi*, non sarebbe astratto perché la componente aleatoria non è bilanciata dalla possibilità di creare strategie profonde.

### **Utilizzo del colore nei giochi astratti storici**

Come precedentemente detto, la scelta dei colori, almeno nei giochi più antichi, è legata soprattutto ad aspetti storico-culturali o di disponibilità dei materiali. È così ad esempio per il pigmento rosso del *kermes*, derivato dalla cocciniglia (*Kermes vermilio*) che parassita varie specie della famiglia *Quercus*: una volta standardizzati i metodi di estrazione nell'antichità<sup>34</sup>, la disponibilità del pigmento si è riversata su diversi aspetti culturali della società antica, dalla tintura di vesti sino alle produzioni artistiche, e inevitabilmente anche quelle ricreative. Nello *xiangqi* – gioco ispirato all'evento storico della disputa Chu-Han, in cui alla caduta della dinastia Qin del III secolo a.C. e alla conseguente frammentazione dell'impero fecero seguito varie lotte tra lo stato occidentale del Chu e lo stato dell'Han per la supremazia sull'intera Cina – i colori rosso e nero simboleggiano secondo la tradizione rispettivamente l'esercito di *Liu Bang*, che dopo la vittoria nella contesa sarebbe diventato noto con l'appellativo di Imperatore cremisi, e i colori scuri dell'esercito di *Xiang Yu*, egemone di Chu. Qui però l'aspetto cromatico è solo una caratteristica transiente, utile a distinguere i pezzi di un giocatore da quelli dell'avversario, ma senza ulteriore rilevanza all'interno delle regole. Altri esempi di questa categoria sono giochi come gli scacchi – sia occidentali che orientali – o il *go*. Negli scacchi, i colori tradizionali sono bianco e nero, e servono principalmente a distinguere i due schieramenti e a determinare, almeno dalla fine del XIX secolo, il primo giocatore. Questo, assieme alla colorazione delle case della scacchiera, serve a fornire un contrasto visuale e a rendere più leggibile le situazioni di gioco, ma, oltre a questo, i colori non hanno altro ruolo all'interno delle regole. Analoga conclusione vale per il *go*: anche in questo gioco il colore delle pietre, tradizionalmente bianche e nere, serve a distinguere i due contendenti. Nel gioco le pietre vengono disposte sulle intersezioni di una scacchiera (*goban*) di dimensioni variabili (9x9, 13x3 o 19x19) per delimitare aree di territorio; la semplice suddivisione bianco/nero, ispirata alla filosofia taoista e documentata nei testi cinesi dell'epoca Han, rappresenta concetti opposti e facilita l'analisi visiva del gioco e la percezione delle aree controllate dai due giocatori. Analogamente, nello *xiangqi* i giocatori utilizzano pezzi cilindrici su cui sono incisi caratteri tradizionali cinesi che descrivono il loro rango e ruolo, tradizionalmente dipinti di rosso e di nero per la già citata disputa Chu-Han del III secolo a.C.; anche qui, insomma, il ruolo del colore è di affiliare i pezzi al rispettivo giocatore. Uno dei giochi astratti meno recenti dove la colorazione gioca un ruolo più profondo all'interno del *ruleset* è *Reversi*, in cui due giocatori (bianco e nero) piazzano dischi bicolore (neri su un lato e bianchi dall'altro) su una scacchiera 8x8; alla fine di ogni mossa, i dischi dell'avversario compresi tra due dischi dello stesso colore vengono capovolti, modificando continuamente la proprietà dei pezzi. Il gioco si conclude quando non ci sono più mosse legali, e vince il giocatore con più dischi del proprio colore. In questo caso, la dicotomia bianco/nero non ricorda solamente ad ogni giocatore dove siano posizionati i propri pezzi ma

---

<sup>34</sup> Plinio il vecchio, Storia Naturale, XXII, 3

rappresenta una strategia dinamica in cui ogni giocatore deve prevedere dove posizionare i dischi per massimizzare i capovolgimenti favorevoli.

### Utilizzo del colore nei giochi astratti moderni

A partire dall'epoca romana, il colore inizia a rivestire un ruolo essenziale sia nell'estetica che nelle meccaniche dei giochi. Avvicinandoci ai giorni nostri, si può apprezzare come il colore ricopra un ruolo fondamentale all'interno di molti giochi astratti, sia come semplice *feature* estetica che come elemento di gioco. Ne sono esempio giochi come *SET!*, in cui viene utilizzato un mazzo di carte (rappresentato in Fig. 3a) su cui sono raffigurate figure geometriche identificate da 4 caratteristiche, ciascuna con tre possibili valori, come forma (rombo, oblò o spagnoletta), colore (rosso, blu o verde), numero (1, 2 o 3 figure) e campitura (figura vuota, rigata o piena). 12 carte vengono disposte sul banco e più giocatori competono contemporaneamente per trovare un SET, ovvero un insieme di tre carte in cui ogni caratteristica ha valori identici o completamente diversi tra le carte, come mostrato in Fig. 3b. Pur non pienamente compatibile con la definizione di gioco astratto fornita precedentemente, in quanto basato su carte e giocato in contemporanea, il gioco si presta ad un'analisi algebrica molto approfondita. Un altro esempio di gioco astratto contemporaneo in cui il colore riveste un ruolo fondamentale è *Hyle* (o *Entropy*). In questo gioco di Eric Solomon, divenuto ormai un caposaldo alle *Mind Sports Olympiads* di Londra, un giocatore ("Caos") pesca da un sacchetto una tessera colorata con uno di sette colori disponibili e la piazza su una scacchiera 5x5 (o 7x7 nella versione estesa di *Hyle7*); l'altro giocatore ("Ordine") ha la possibilità di fare slittare la tessera verticalmente o orizzontalmente lungo caselle vuote, nel tentativo di creare sequenze cromaticamente palindrome di tessere. Più la sequenza è estesa, più punti fornisce all'Ordine, che guadagna un punto per ogni tessera all'interno di una sequenza palindroma. Alla fine di una partita, Ordine e Caos si scambiano di ruolo. Fig. 3c rappresenta un possibile schema conclusivo di una partita di *Hyle7*: la prima riga varrebbe 5 punti, e la seconda colonna da sinistra varrebbe 15 punti. In *Azul* di Michael Kiesling, da due a quattro giocatori si contendono tessere simili ad *azulejos* suddivise in gruppi ("negozi") per piastrellare uno schema 5x5 sulla propria scheda. Anche in questo caso, i colori sulle tessere, oltre a migliorare l'esperienza di gioco fornendo un'immedesimazione più completa e amplificando l'impatto emotivo e psicologico che il gameplay ha sui giocatori, hanno un ruolo fondamentale, in quanto piastrellabili in singola istanza su ogni riga dello schema; chi tentasse di piastrellare un colore già piastrellato su una riga incorrerebbe in una penalità. *Wizard's Garden* è un gioco di Tim Schutz basato su meccaniche di capovolgimento simili a *Lights Out* o meno direttamente alla famiglia di *Reversi/Othello*. Qui due giocatori dispongono su una scacchiera 4x4 delle pedine circolari sulle cui facce sono raffigurati un fiore rosso e un fiore verde, scegliendo liberamente quale faccia mostrare; quando una pedina viene posizionata ortogonalmente adiacente ad uno o più fiori già presenti, questi vengono capovolti in modo da mostrare il fiore sul retro. Il primo giocatore che riesce ad allineare quattro fiori dello stesso colore li ritira dalla plancia e li rimette in un *pool* comune, trattenendone uno per sé come punto.

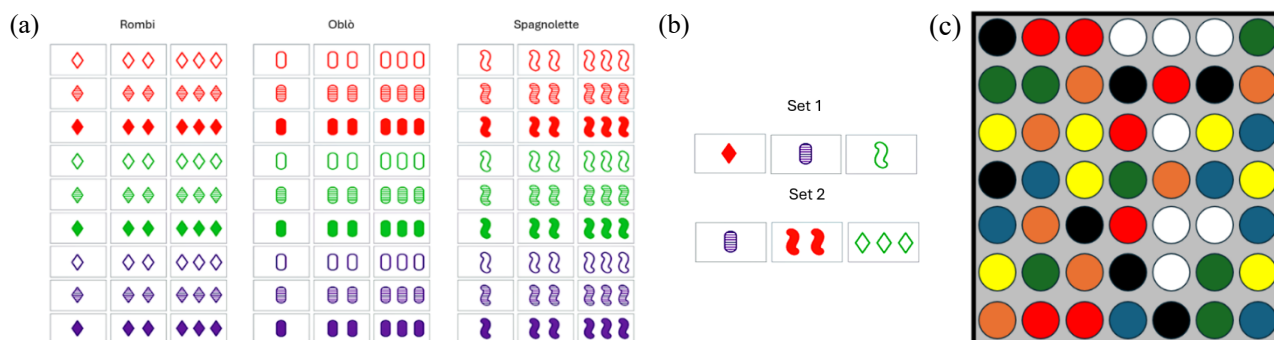


Fig. 3 – (a) carte di *SET!* e (b) Esempi di possibili SET e (c) possibile schema conclusivo di una partita di *Hyle7*: la prima riga varrebbe 5 punti (2 per la coppia rossa, 3 per la terna bianca); la seconda colonna da sinistra varrebbe 15



punti (3 per la terna arancione-blu-arancione, 5 per la cinquina verde-arancione-blu-arancione-verde, 7 per il settetto rosso-verde-arancione-blu-arancione-verde-rosso)

### Il colore nei giochi da tavolo moderni

In questa sezione viene analizzato l'utilizzo del colore nei giochi da tavolo moderni, noti anche come *Designer Games*. La principale differenza tra questa tipologia di giochi e quelle descritte in precedenza è che i *Designer Games* sono prodotti disponibili sul mercato. La progettazione di questi giochi tiene quindi conto delle necessità dell'acquirente/giocatore sotto vari punti di vista partendo dalla qualità dei materiali di gioco fino all'esclusione o all'utilizzo di specifiche meccaniche di gioco. Non fanno più uso della "player elimination" (esclusione di un giocatore dalla partita mentre questa continua per gli altri), presentano diramazioni strategiche profonde permettendo una alta rigiocabilità, presentano spesso diverse modalità di gioco in grado di coinvolgere un diverso numero di giocatori, occupano uno spazio consono sul tavolo e rispettano una specifica dichiarata sulla scatola di gioco. I giochi da tavolo moderni seguono quindi tutta serie di regole non scritte con l'obiettivo di soddisfare le aspettative degli acquirenti e rendersi comprensibili e intavolabili in più situazioni possibili.

### Utilizzo grafico del colore

Il colore viene utilizzato per molteplici aspetti riguardanti l'impatto estetico del prodotto e la sua leggibilità. Il *Branding* è una strategia di marketing che viene utilizzata per differenziare il proprio prodotto dagli altri presenti nello stesso mercato definendo una specifica identità visiva. Un prodotto progettato correttamente utilizza le grafiche ed il colore con l'obiettivo di raggiungere il corretto target di pubblico.

Il colore inoltre viene spesso usato internamente al gioco come veicolo di emozioni: associare tonalità corrette ai vari componenti specifici permette di comunicare al giocatore vari aspetti emotivi che rendono l'esperienza di gioco più semplice da comprendere e di maggiore impatto. Ad esempio, il colore rosso viene spesso utilizzato nelle situazioni di conflitto e pericolo com'è possibile vedere in Fig. 4a in *Paleo* (di Peter Rustemeyer, 2020). In questo gioco i giocatori devono decidere che carta incontro affrontare basandosi sull'immagine presente sul retro. Le carte più rischiose hanno un'immagine con predominante rossa che trasmette ai giocatori il senso di pericolo rispetto a quello che si potrebbe celare sul fronte della carta.

Il colore viene usato anche per esaltare la gerarchia visiva che intercorre tra i vari elementi grafici rappresentati sui componenti di gioco. Questa è fondamentale per separare gli elementi puramente estetici da quelli che hanno un significato meccanico all'interno del gioco.

In *SkyTeam* (di Luc Rémond, 2023) riportato in Fig. 4b, per esempio, ogni giocatore ha un proprio set di dadi distinti per colore (blu e arancione) che andranno piazzati a turno su una plancia comune seguendo delle specifiche limitazioni indicate dalla plancia stessa tramite l'utilizzo del colore.

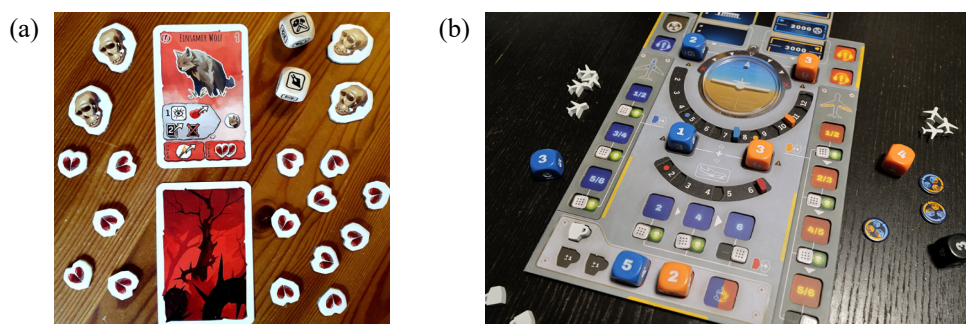


Fig. 4 - (a) carte incontro di *Paleo* e (b) plancia di *SkyTeam* a destra

### Utilizzo meccanico del colore

L'utilizzo meccanico del colore è una unicità del videogioco e del gioco da tavolo. Questa specificità dipende dal fatto che il "gioco" in tutte le sue forme è l'unico medium con cui lo spettatore interagisce attivamente. Il colore diventa non solo una feature da percepire e comprendere ma anche un elemento attivo con cui interagire. Il colore può essere utilizzato nel gioco da tavolo come: *identificatore*, *significatore*, o come elemento centrale di una meccanica di gioco specifica.

Il colore può essere utilizzato come *identificatore* per individuare degli specifici oggetti di gioco o per definire una relazione che intercorre tra gli stessi. Il colore può essere utilizzato per esempio per identificare tutti i componenti che appartengono ad uno specifico giocatore oppure per definire gli elementi che condividono una feature particolare. Diversi esempi di questo utilizzo sono presenti in *Risiko* (1968): i carri armati (stesso colore - stesso giocatore) e gli stati (stesso colore - stesso continente).

Il colore viene utilizzato inoltre come *significatore* per dare risalto a degli oggetti che hanno un significato meccanico importante all'interno del gioco tramite la saturazione o l'utilizzo di palette specifiche. In *Dune: Imperium* (di Paul Dennen, 2020) per esempio, il simbolo dei punti vittoria è l'unico elemento giallo del gioco.

Alcuni utilizzi meccanici del colore sono: *Pattern Recognition*, *Color Matching*, *Deduction* e Ottenimento risorse tramite somma additiva del colore.

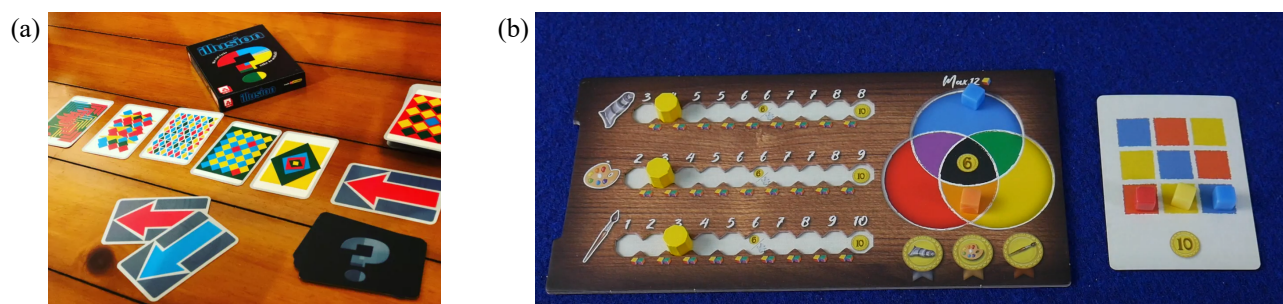


Fig. 5 - (a) carte di *Illusion* e (b) plancia di *Colors of Paris*

Il "Pattern Recognition" consiste nel riconoscere e associare elementi di gioco che hanno lo stesso pattern o colore prima degli altri giocatori. Può essere declinata in modalità differenti tra cui la percezione del colore corretto o dell'area coperta da uno specifico colore come accade nel gioco *Illusion* (di Wolfgang Warsch, 2018) (vedi le carte in Fig.5a) o nel riconoscimento di uno specifico colore mancante come accade in *Fantascatti* (di Jaques Zeimet, 2010).

Un'altra meccanica spesso utilizzata è quella del "Color Matching" in cui i giocatori sono portati a riconoscere e associare per primi, o con altri criteri specifici, oggetti che hanno lo stesso colore.

Esistono poi diversi giochi di deduzione in cui l'elemento da dedurre è uno o più colori. In *Colour Brain* (di Tristan Williams, 2017) per esempio dobbiamo rispondere a delle domande che richiedono di ricordare i colori che compongono uno specifico oggetto. Infine, l'ottenimento di risorse tramite la somma additiva del colore è una meccanica presente in alcuni giochi più complessi e strutturati. In *Colors of Paris* (di Nicolas De Oliveira, 2019, fare riferimento a Fig.5b) per esempio i giocatori interpretano dei pittori francesi che devono dipingere i quadri più famosi della storia dell'arte. Le risorse per completare le carte che rappresentano i quadri sono i pigmenti di pittura che possono essere combinati tra loro in modo da ottenere i colori secondari o pigmenti neri. I giocatori devono quindi ottimizzare l'ottenimento delle varie risorse per creare i colori corretti e usarli per "dipingere" i quadri prima degli avversari.

## Conclusioni

Attraverso un'analisi storica del colore nei giochi da tavolo, in questo articolo si è esplorato come l'evoluzione del colore nei giochi da tavolo rispecchi un processo complesso che va oltre l'aspetto puramente estetico e coinvolge profondamente sia lo sviluppo tecnologico che la disponibilità di



materiali, le meccaniche del gioco e le aspettative dei giocatori. Se in passato il colore rappresentava principalmente un elemento decorativo o una necessità tecnica, oggi è diventato uno strumento chiave per migliorare la giocabilità, l'accessibilità e l'immedesimazione. Oggi il colore non solo contribuisce a rendere i giochi esteticamente più piacevoli, ma diventa anche un mezzo per facilitare la comprensione delle regole, guidare le scelte strategiche e coinvolgere emotivamente i giocatori. Il suo ruolo si è ampliato in parallelo con l'evoluzione del design e della produzione dei giochi da tavolo, riflettendo non solo i cambiamenti tecnologici, ma anche le mutate aspettative e abitudini di chi gioca. Questa evoluzione è testimonianza della crescente complessità del mondo dei giochi da tavolo contemporanei, rendendoli non solo un passatempo, ma anche un'esperienza immersiva che unisce estetica, strategia e interazione sociale.

### **Riferimenti bibliografici**

Ayrton, E.R. and William Leonard Stevenson (1911) Pre-dynastic cemetery at El Mahasna.

Crist, W. (2016a) Games of Thrones: Board Games and Social Complexity in Bronze Age Cyprus. Tesi Ph.D. Arizona State University.

Crist, W. (2016b) 'Gaming Stones morphological data'. Harvard Dataverse. doi: 10.7910/DVN/1COPOZ.

Crist, W., Dunn-Vaturi, A.-E. e de Voogt, A. (2016) Ancient Egyptians at Play: Board Games Across Borders. Bloomsbury.

Daniaux, T. (2019) 'Plateaux et jetons de jeu d 'Aventicum', in catalogo della mostra a cura di V. Dasen Ludique, jouer dans l'antiquité, giugno-dicembre 2019.

Dikaïos, P. (1969) Enkomi. Excavations 1948–1958. Vol. 1. Mainz am Rhein: Philip von Zabern.

Piperno, M. e Salvatori, S. (1982) 'Evidence of western cultural connections from a phase 3 group of graves at Shahr-i Sokhta', Mesopotamien und Seine Nachbarn, pp. 79–95.

Piperno, M. e Salvatori, S. (1983) 'Recent results and new perspectives from the research at the graveyard of Shahr-i Sokhta, Sistan, Iran', Annali, 43, pp. 173–191.

Schädler, U. (2019) 'Greeks, Etruscans, and Celts at play', Archimède. Archéologie et histoire ancienne, 6, pp. 160–174. doi: 10.47245/archimede.0006.ds2.08.

Woolley, C. L. (1934) Ur excavations. Vol. 2, The Royal cemetery. Oxford: Oxford Univeristy Press.

## ColorFit, un gioco “print and play” per la rilevazione del daltonismo in classe

Carlo Alberto Iocco<sup>1</sup>, Daniele Aurelio<sup>1</sup>, Alessandro Rizzi<sup>1</sup>, Liliana Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Informatica “Giovanni degli Antoni”, MIPS Lab, via Celoria 18, 20133 Milano (MI)

<sup>2</sup>Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, viale Timavo, 93, 42121 Reggio Emilia (RE)  
Contatto: Carlo Alberto Iocco, carlo.iocco@unimi.it

### Abstract

Con discromatopsia si intende una specifica condizione in cui i coni, una classe di cellule fotorecettrici presenti sulla retina, non funzionano correttamente, portando così il soggetto a percepire alcuni colori in maniera limitata o alterata. Approssimativamente il 9% degli uomini europei e lo 0,5% delle donne europee hanno una forma di deficit visivo riguardante la percezione dei colori. In Italia questa condizione viene spesso riconosciuta e diagnosticata molto tardi, persino dopo la fase adolescenziale, e ciò può comportare diverse problematiche. Date queste premesse, può essere d'aiuto uno strumento di semplice utilizzo per eseguire uno screening in ambito scolastico. Con questa finalità è stato realizzato ColorFit: un gioco da tavolo astratto per due giocatori, gratuito “print and play” che può essere stampato e utilizzato autonomamente a scuola senza supporto di personale specializzato esterno. ColorFit è un gioco molto semplice basato sulla meccanica del piazzamento tessere e del color matching in cui i giocatori si alternano nel piazzamento di tessere colorate su una plancia divisa in settori colorati. Una tessera può essere piazzata solo in una casella che ne condivida il colore: in questo modo viene testata la capacità dei giocatori di riconoscere i colori sulla plancia oltre a quelli presenti tra le loro tessere. ColorFit è stato inoltre pensato come strumento altamente personalizzabile e editabile in base ai vari colori che volta per volta si vogliano analizzare. In questo paper verranno descritti il funzionamento del gioco, i suoi metodi di personalizzazione, il suo utilizzo in ambiente controllato e come lo stesso viene fornito al personale scolastico e di supporto per permetterne l'utilizzo in modalità completamente autonoma.

**Keywords:** colore, giochi da tavolo, discromatopsia, screening

### Introduzione

La discromatopsia, storicamente chiamata daltonismo, è una condizione genetica che in una percentuale di individui provoca l'ipofunzione di una classe di coni nella retina umana che rende difficile percepire e distinguere alcuni colori. Circa il 9% degli uomini europei e lo 0,5% delle donne europee ne sono affetti, e in Italia il numero di individui discromatici si aggira intorno ai 2,2-2,5 milioni (Wright e Martin 1946), (Birch 2012). Attualmente i metodi più utilizzati per testare il daltonismo sono il test di Ishihara e il test di Farnsworth-Munsell (Birch and McKeever, "Survey of the accuracy of new pseudoisochromatic plates" 1993), (Cole 2007), che possono essere associati a test clinici più accurati come l'anomaloscopia di Nagel o il test CAD (Colour Assessment and Diagnosis).

I test diagnostici per daltonismo vengono eseguiti principalmente ai fini del rilascio di autorizzazioni alla guida di veicoli (ad es. patente di guida) e per lo svolgimento di compiti specifici. Per questo motivo, molte diagnosi di daltonismo vengono fatte dopo l'adolescenza o in età adulta, soprattutto nei casi di daltonismo lieve, o in soggetti per i quali il daltonismo era mascherato da altri tipi di disfunzioni.

Questi test diagnostici, oltre a venire eseguiti spesso tardivamente, richiedono personale formato e specializzato, e prevedono per i pazienti che ad essi vengono sottoposti un alto livello di attenzione. Questo rende molti test difficili per i bambini o per individui con deficit di attenzione (Armellin, Plutino e Rizzi 2022).

Una diagnosi precoce è essenziale per un'adeguata gestione di eventuali problemi associati a questa condizione, soprattutto a scuola. Un personale docente non formato e la mancanza di conoscenza di questo fenomeno potrebbero causare stress, esclusione o discriminazione dei bambini daltonici, oltre a rallentare il loro ritmo di apprendimento. Le problematiche dovute a questa condizione potrebbero inoltre essere fraintese con altre disfunzioni cognitive, il che porta ad una duplice problematica: da un lato, lavorare su un problema inesistente, dall'altro ignorarne uno reale.

In questo contesto, una corretta formazione degli insegnanti, associata ad alcuni specifici strumenti utili a comprendere e riconoscere questa condizione, potrebbe essere un primo passo verso una maggiore inclusione dei soggetti affetti da discromatopsia. Crediamo che l'utilizzo dei giochi da tavolo come strumento diagnostico precoce abbia numerosi vantaggi. I giochi sono uno strumento interattivo e coinvolgente che permette di testare la capacità dei bambini di riconoscere i colori in modo divertente, senza creare stress e senza intaccare la loro motivazione. Inoltre, un test basato sull'utilizzo di giochi da tavolo è un metodo facilmente accessibile e a basso costo, adatto a diverse fasce d'età e contesti (ad es., a scuola).

### **Premesse e limitazioni di design**

Abbiamo deciso di progettare il gioco da tavolo ColorFit in modo che rispettasse queste specifiche limitazioni:

1. Deve mantenere le caratteristiche che lo facciano percepire come un gioco e non come un test: si gioca con altre persone, ci si alterna nei turni di gioco, bisogna seguire delle specifiche restrizioni, alla fine della partita uno dei partecipanti è dichiarato vincitore, ecc.)
2. Le regole del gioco devono essere molto semplici
3. Chiunque deve essere in grado di supervisionare una partita e comprendere se i giocatori possano avere dei problemi nel riconoscimento dei colori senza la presenza di un esperto
4. Il gioco deve essere gratuito ed essere composto da materiali di gioco semplici da riprodurre per chiunque
5. Deve essere accompagnato da una documentazione che ne spieghi sia il funzionamento che l'utilizzo controllato
6. Deve presentare varie alternative rispetto alla palette cromatica in modo da testare diversi deficit di visualizzazione del colore.

Per rispettare queste caratteristiche è stato necessario risolvere alcuni problemi di design. Per prima cosa, una partita a ColorFit deve poter essere analizzata in modo oggettivo da un supervisore che possa dichiarare di aver notato delle problematiche nella capacità di riconoscere i colori dei giocatori. Ciò implica che una partita deve avere una durata ridotta e deve coinvolgere un numero ridotto di giocatori. In questo modo, da un lato si ha tempo sufficiente per poter svolgere più sessioni di gioco con gli stessi giocatori variando le palette cromatiche, e dall'altro, dato il numero ridotto di giocatori, l'osservatore non rischia di perdere di vista le mosse eseguite dai partecipanti. Analizzando la durata dei turni di gioco, il numero e la tipologia di errori commessi dai giocatori, è possibile rilevare potenziali problemi nel riconoscimento dei colori.

Da alcuni test preliminari è risultato importante non inserire all'interno del gioco riferimenti al mondo reale o elementi narrativi, con l'obiettivo di isolare il più possibile la componente cromatica del gioco. Riferimenti ad elementi esterni al gioco potrebbero infatti distogliere l'attenzione dei giocatori o, ancora peggio, suggerire indebitamente connessioni cromatiche fuorvianti.

Inoltre solitamente i giochi da tavolo mettono alla prova molteplici capacità cognitive. Questa è una caratteristica molto interessante nei giochi progettati per intrattenere, ma risulta essere problematico negli scenari che stiamo descrivendo. ColorFit deve quindi essere percepito come un gioco ma, al tempo stesso, non deve presentare molteplici livelli di complessità per conservare dunque una struttura molto semplice e mantenere come centrale il task del riconoscimento dei colori.

### Funzionamento del gioco

Questa analisi ci ha portato a definire ColorFit come un gioco astratto per due giocatori della durata di circa 15 minuti a partita. Con l'aggettivo astratto intendiamo che al gioco non è associato alcun tema e che non è basato sulla casualità. Il gioco da tavolo ColorFit è stato già testato con buoni risultati in ambiente scolastico. Da questi test preliminari derivano inoltre le caratteristiche riportate in questo paragrafo.

Il regolamento di gioco di ColorFit è il seguente:

1. Scegliere la tipologia di plancia su cui giocare e distribuire le tessere colorate corrispondenti tra i due giocatori in modo che un giocatore abbia quelle con il simbolo "o" e l'altro quelle con il simbolo "x".

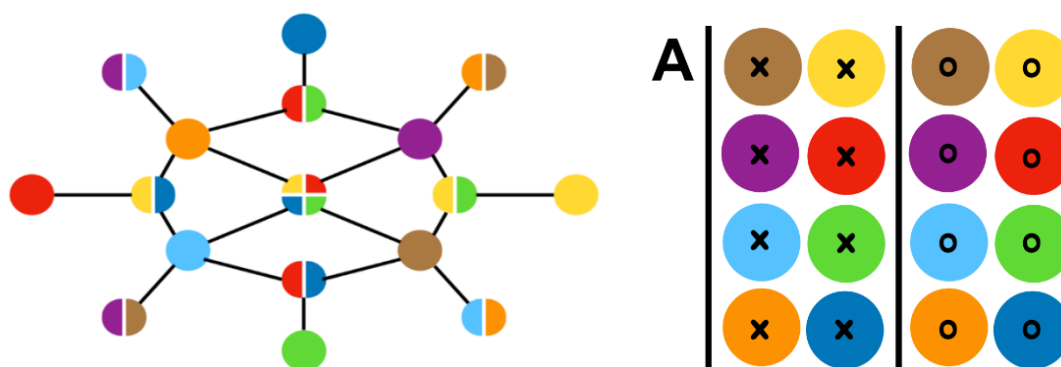


Fig. 1 – Plancia “A” di ColorFit (sinistra) e pedine ad essa associata (destra)

2. Estrarre casualmente il primo giocatore. Il primo giocatore piazza una delle sue tessere in un nodo a sua scelta che ne condivida il colore.
3. I giocatori, a turno, posizionano una pedina a testa sul tabellone di gioco, piazzandola su un nodo collegato a uno già occupato da una tessera. Se un giocatore non ha la possibilità di posizionare nessuna tessera poiché non ci sono nodi disponibili, passa il turno senza piazzare nulla. Un giocatore può posizionare una tessera solo su nodi che abbiano lo stesso colore della propria tessera e non siano già occupati da un'altra tessera.
4. Il primo giocatore a posizionare tutte le tessere viene dichiarato vincitore.

L'idea è quella di fornire al personale scolastico e agli operatori ludici un unico documento che contenga tutto il necessario per comprendere l'utilizzo del gioco e permettere la sua somministrazione, oltre a tutti i materiali necessari per giocare.

Un set di ColorFit consta di diversi documenti stampati e componenti. Più nel dettaglio, prevede:

1. Un'introduzione a ColorFit
2. Come utilizzare ColorFit in classe
3. Le regole del gioco
4. Le plance di gioco suddivise in base alla palette cromatica utilizzata
5. Le tessere di gioco associate alle mappe

### **Variazioni cromatiche e test**

Per giocare una partita a ColorFit, i giocatori devono scegliere una plancia di gioco specifica tra quelle disponibili. La prima, denominata plancia “A”, è stata realizzata con una palette satura e differenziata (vedi Fig. 2 a sinistra). Per questa plancia sono stati utilizzati colori molto diversi fra loro come rosso, verde, blu, viola e giallo con l’obiettivo di rendere difficoltoso ai giocatori affetti da discromatopsia la distinzione cromatica che intercorre tra i vari nodi. Durante i playtest con giocatori discromatopsici ci siamo invece resi conto di come questi non commettessero errori, e di come dunque fosse piuttosto semplice distinguere i colori utilizzati anche in presenza dei loro deficit percettivi.

È stato quindi deciso di utilizzare questa plancia con giocatori che non hanno mai giocato a ColorFit. L’obiettivo in questo caso è stato quello di far comprendere le regole ai giocatori abbassando il livello di complessità relativo al riconoscimento dei colori. In questo modo, quando ai giocatori verrà chiesto di fare una nuova partita, questa volta su una plancia con una palette cromatica più complessa in termini di distinzioni cromatiche, saremo sicuri che questi abbiano già interiorizzato le regole del gioco. Gli errori commessi su questo secondo set saranno legati molto più direttamente alla percezione del colore e non ad una comprensione incompleta delle regole di gioco.

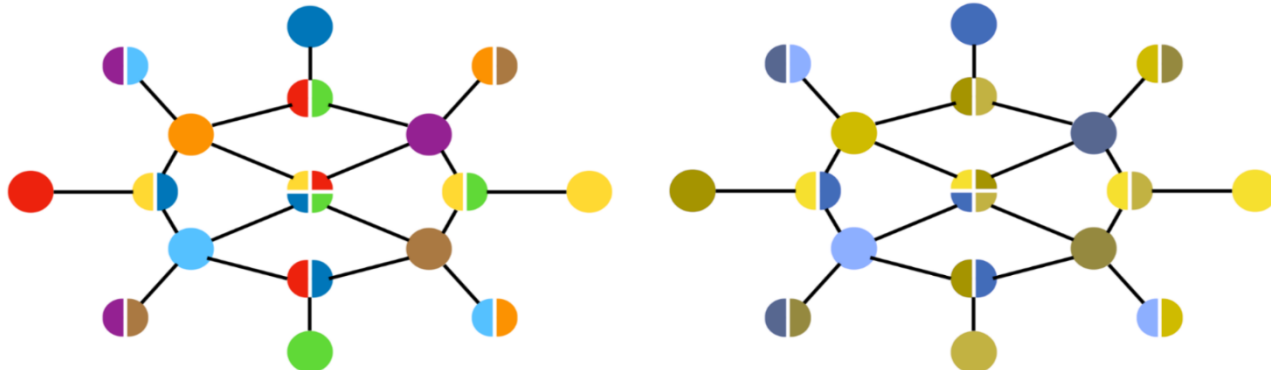


Fig. 2 – Plancia “A” di ColorFit (sinistra) e la stessa plancia mostrata tramite il filtro daltonizzatore di Vischeck

La seconda e la terza palette cromatica (rispettivamente “B1” e “B2”) sono state concepite per essere estremamente impegnative, specialmente per i tipi di deficit di colore della famiglia della protanopia e deuteranopia. La prima palette è incentrata sulle tonalità del verde, mentre la seconda su quelle del viola.

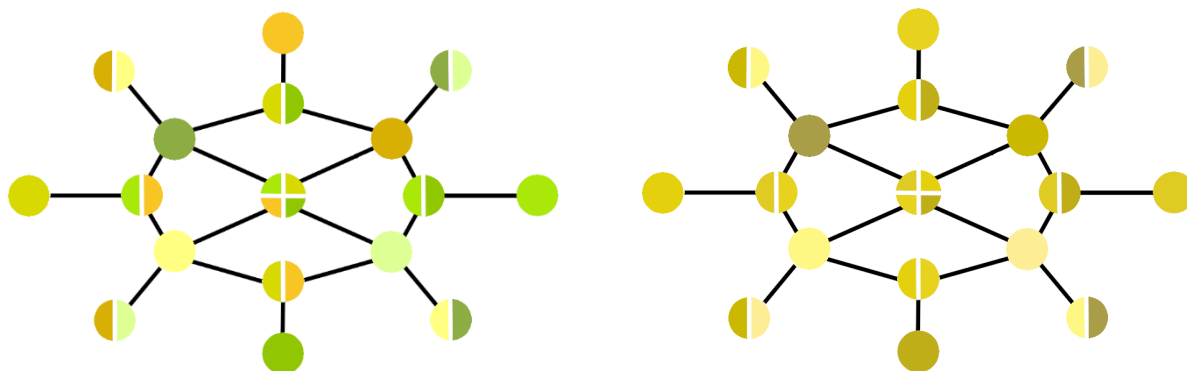


Fig. 3 – Plancia “B1” di ColorFit (sinistra) e la stessa plancia mostrata tramite il filtro daltonizzatore di Gimp (destra)

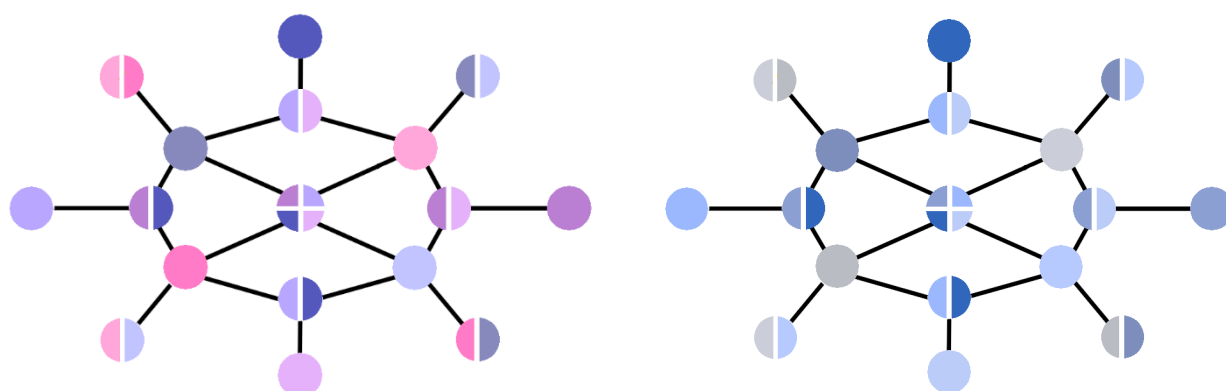


Fig. 4 – Plancia “B2” di ColorFit (sinistra) e la stessa plancia mostrata tramite il filtro daltonizzatore di Gimp (destra).

Testando queste due nuove iterazioni è stato però notato che benché i giocatori daltonici avessero effettivamente più problemi a riconoscere i colori, questi non risultavano riconoscibili in maniera più immediata neanche da parte dei giocatori senza alcun deficit visivo. Durante le partite con queste plance, infatti, i tempi di risposta di tutti i giocatori si dilatavano e il numero di errori aumentava.

Si è dunque deciso di creare un'altra plancia (plancia “C”) basata su una palette cromatica facile da distinguere per un giocatore senza deficit visivi e contemporaneamente più complessa per un giocatore discromatico. La plancia “C” è risultata quella più adeguata per i nostri scopi.

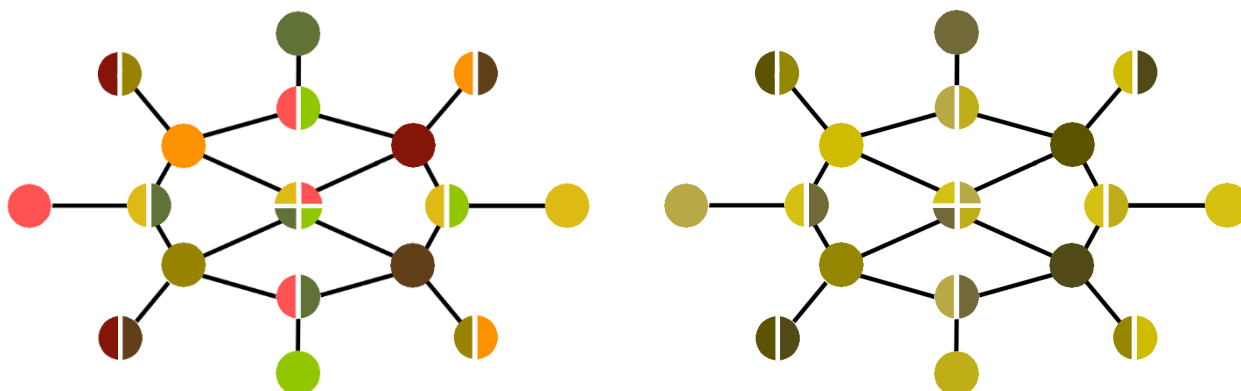




Fig. 5 – Plancia “C” di ColorFit (sinistra) e la stessa plancia mostrata tramite il filtro daltonizzatore di Gimp (destra).

In aggiunta a ciò, stanno venendo testate altre modifiche grafiche che potrebbero avere un impatto sulla capacità di riconoscere i colori dei giocatori, come ad esempio l'utilizzo di background di colori diversi e di plance che presentano topografie e dunque connettività differenti (Fig.6).

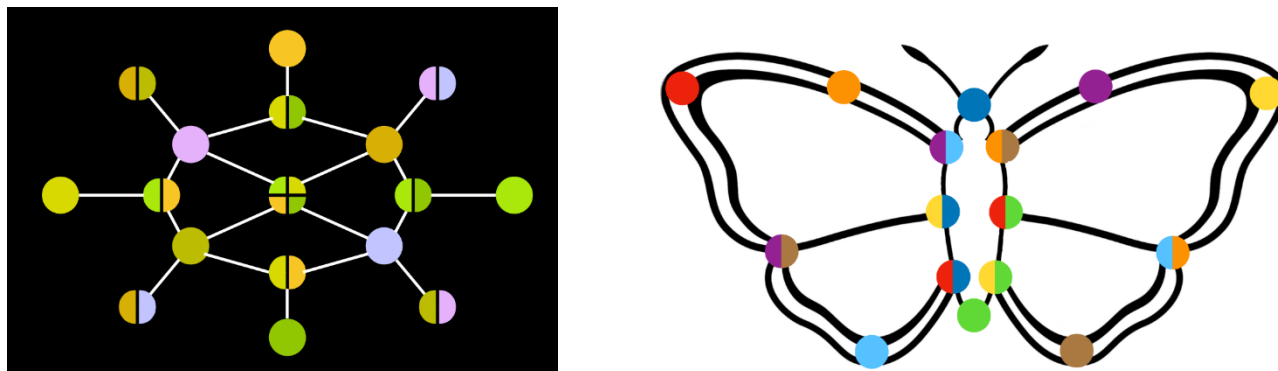


Fig. 6 – Plancia con background alterato (sinistra) e plancia con differente topologia (destra)

## Conclusioni

In conclusione, la diagnosi precoce del daltonismo attraverso i giochi da tavolo rappresenta un utile passo avanti per la prevenzione degli inevitabili disagi associati a questa condizione. Grazie all'utilizzo di ColorFit, riteniamo sia possibile identificare in modo rapido ed efficace gli individui con difficoltà nella percezione dei colori.

La diffusione del documento di presentazione di ColorFit persegue due obiettivi contemporaneamente: il primo è quello di rendere più nota la discromatopsia ed il suo funzionamento in ambito scolastico; il secondo è quello di individuare e supportare fin dalla giovane età gli studenti effettivamente affetti da discromatopsia. In questo contesto ColorFit potrebbe diventare uno dei primi giochi da tavolo di questo tipo a essere utilizzato nelle scuole in modo autonomo e non supervisionato da esperti esterni.

Vogliamo concludere questo contributo ricordando che l'utilizzo di giochi da tavolo come strumenti di screening non sostituisce in alcun modo una diagnosi medica, ma rappresenta un valido supporto per il riconoscimento dei soggetti affetti da deficit della visione dei colori. ColorFit, come altri giochi da tavolo utilizzati con questi scopi, fornisce unicamente un'indicazione iniziale quale punto di partenza per indagini più approfondite in ambito medico.

## References

Armellin, L., A. Plutino, and A. Rizzi. (2022) 'Online games for color deficiency data collection.', RESEARCH CULTURE AND SCIENCE BOOKS, 6, 79-86. Birch, J. (2012) 'Worldwide prevalence of red-green color deficiency.' JOSA A: 313 - 320. Color and Colorimetry. Multidisciplinary contributions. Vol. XVIII B ISBN 978-88-99513-24-5

Birch, McKeever, (1993) 'Survey of the accuracy of new pseudoisochromatic plates' Ophthalmic and Physiological Optics: 13(1), 35 - 40.

Cole, B. L. (2007) 'Assessment of inherited colour vision defects in clinical practice'. Clinical and experimental optometry: 90(3), 157 - 175.

Wright, W. D., e L. C. Martin. (1946) 'Researches on normal and defective colour vision.' *Optometry and Vision Science*, 24(6), 311-312.

## **Colore e Misura, Colore e Digitale**

# Disegno e pittura infantile. L'importanza del colore negli studi di Élise Freinet

Franca Zuccoli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Umane per la Formazione, Università degli Studi di Milano-Bicocca  
Contatto: franca.zuccoli@unimib.it

## Abstract

Questo contributo vuole presentare la figura di Élise Virginie Lagier-Bruno Freinet (1898-1983), una maestra impegnata nel percorso di profonda trasformazione della didattica, con una precisa focalizzazione relativa alle sue ricerche in ambito artistico, dedicate all'infanzia e alla fanciullezza. La storia di Élise si intreccia, in modo indissolubile, con quella di Célestin Freinet, pedagogista e creatore di una nuova modalità di insegnamento, denominato pedagogia naturale e popolare. Con lui, divenuta poi sua moglie, parteciperà costantemente al processo di cambiamento radicale del modo di fare e intendere la scuola. La sua attenzione al disegno e alla pittura infantile, la porterà a indagare in modo puntuale questo aspetto, sottolineando alcune peculiarità e delineando teorie articolate, all'interno delle quali il colore diventa elemento imprescindibile.

**Keywords:** maestri, pedagogia, MCE, Élise Freinet, arte, colore

## Introduzione

All'interno della pedagogia e della didattica, relative al secolo appena trascorso, alcune figure di maestri, docenti, educatori e pedagogisti, che si sono occupati nello specifico delle fasce d'età che riguardano i primissimi anni di vita dei bambini fino all'adolescenza, hanno avuto tra i loro interessi di ricerca e d'azione un'attenzione particolare nei confronti dell'educazione artistica. In questi percorsi è molto significativo andare a indagare, in modo più puntuale, come hanno voluto e saputo occuparsi di una tematica così pregnante, come quella del colore. L'interesse dei bambini nei confronti dei colori, l'individuazione delle loro preferenze sono, infatti, dei dati molto significativi, confermati da innumerevoli ricerche che si sono sviluppate nel corso degli anni (Gesche, 1927; Granger, 1955; Gyu "Phillip" Park, 2014; Zenter, 2001). Poter trattare questo aspetto, sia in termini di analisi e di ricerca, sia nell'osservazione delle proposte pratiche sviluppate in classe risulta quindi un aspetto imprescindibile, per andare a comporre un panorama di possibilità, che sono strettamente inserite nella visione che questi autori hanno avuto nei confronti dello stesso colore. Proprio in questo orizzonte di interesse verso l'educazione artistica si posiziona Élise Virginie Lagier-Bruno (1898-1983) maestra e appassionata d'arte, che ha saputo coniugare il rinnovamento delle pratiche didattiche e la prospettiva di una nuova modalità di fare scuola, con un'attenzione puntualissima nei confronti dell'espressione iconica (grafica e pittorica) oltre che tridimensionale dei bambini. Prima di approfondire la sua figura è però necessario tracciare, seppure brevemente, una cornice storica all'interno della quale il suo percorso va a collocarsi. Il riferimento fondamentale, di quello che potremmo definire come un inquadramento storico, è indubbiamente Célestin Freinet (1896-1966), pedagogista noto a livello internazionale, riconosciuto come uno dei maestri più significativi in Europa, che avviò un vero e proprio rinnovamento dell'istituzione scolastica. Le sue riflessioni e proposte per un nuovo modo di sperimentare il processo di insegnamento-apprendimento, in linea con una pedagogia naturale e popolare, che avesse al centro il lavoro cooperativo di bambini e insegnanti, hanno avuto la loro concretizzazione in molti dei suoi testi e nella definizione delle Tecniche e/o della Pedagogia Freinet (Freinet C., 1956, 1960, 1969, 1962, 2002).

Anche l'Italia ha partecipato a questa ondata di rinnovamento, che ha visto numerosi docenti sperimentare, tra le altre cose: l'uso della tipografia, la creazione del giornalino scolastico, la corrispondenza tra le classi, il testo libero, il lavoro cooperativo, la didattica laboratoriale, la classe intesa come officina. Questo percorso italiano è arrivato nel 1951 a fondare a Fano la Cooperativa della Tipografia a Scuola (CTS) che, nel 1956, ha poi trasformato il suo nome in Movimento di Cooperazione Educativa MCE (Movimento cooperazione educativa Roma, 1977). Tra gli insegnanti coinvolti è significativo ricordare: Giuseppe Tamagnini (Tamagnini, 2022), Nora Giacobini, Aldo Pettini, Anna Fantini, Ernesto Codignola, Lydia Tornatore, Raffaele Laporta, Bruno Ciari, Mario Lodi (Di Santo, Meda, Bottero, 2022; Lodi, 1972; Lodi, & Lorenzoni, 2022; Tonucci, Cantatore, & Meda, 2024), Fiorenzo Alfieri (Alfieri, & Canevaro, 1974), per citarne solo alcuni. All'interno di questo processo di trasformazione della scuola, hanno operato, infatti, con costanza e professionalità moltissime figure, che hanno elaborato propri progetti, ideato e applicato vere e proprie innovazioni, che sono diventate un patrimonio condiviso della comunità. Molti di questi insegnanti non hanno lasciato un segno permanente o è difficilmente riconoscibile la loro autorialità, proprio perché si trattava di una modalità di lavoro che puntava sempre sulla cooperazione e sullo scambio costante di conoscenze ed esperienze tra i docenti implicati.

Tornando alle peculiarità di questo approccio è indubbio che l'attenzione verso tutti i linguaggi espressivi: dalla pittura al disegno, dall'incisione alle realizzazioni tridimensionali, dalla musica al teatro sia stata una peculiarità di questa proposta. A tal fine risulta opportuno citare questo brano, dedicato alle arti espressive bidimensionali, contenuto nel testo di Célestin Freinet *La scuola del fare*: “Il disegno e la pittura (in particolare nelle prime classi elementari). Si tratta di una forma di espressività naturale, a cui tutti i bambini sono sensibili e che peraltro usano spontaneamente a patto che la scuola non gliela proibisca e non la trasformi in lezione priva di vita e zeppa di regole, proprio come se si trattasse di una tecnica che deve essere appresa prima. In questo caso, allora, il disegno e la pittura cessano di essere un'espressione e diventano un compito. Il bambino agirà solo come *scolaro*. Dobbiamo assolutamente fare in modo che i ragazzi disegnino liberamente, il più sovente possibile, su fogli di carta dai formati più disparati. Essi devono poter compiere il loro *tâtonnement* sperimentale anche in questo settore.” (Freinet C., 2002, p.264)

### **Élise Freinet alcune note biografiche e il sodalizio con Célestin Freinet**

All'interno di questo processo di trasformazione della scuola, si pone Élise Virginie Lagier-Bruno nata il 14 agosto del 1898 e figlia di due maestri. Diplomata alla scuola normale, inizia il suo percorso come insegnante. Nel 1925 incontra Célestin Freinet, con cui condivide sia la passione politica, si iscriveranno insieme al partito comunista, sia la volontà di trasformare la scuola. Il 6 marzo 1926 si sposano continuando un percorso comune di ideazione e condivisione di progetti didattici innovativi sperimentandoli direttamente nelle loro classi, lavorando costantemente fianco a fianco, insieme a un gruppo di insegnanti che si faceva, giorno dopo giorno, sempre più consistente, con l'obiettivo comune di costituire una scuola profondamente rinnovata. Nello specifico si deve alla sua passione per l'arte l'attenzione sempre più rigorosa di questo movimento, nei confronti dell'espressione artistica infantile e delle modalità per alimentarla, supportarla e documentarla. Questo interesse nasceva da un desiderio personale, quasi vocazionale, verso l'arte, che non aveva potuto sviluppare completamente, per la mancanza di una rendita finanziaria che le consentisse di proseguire gli studi in quella direzione. Fin dal 1920 aveva iniziato a disegnare grazie ai corsi per corrispondenza della scuola ABC di Parigi.

Questo percorso sempre più appassionato l'aveva portata nel 1925 a prendere un congedo senza stipendio, per poter frequentare a Parigi i corsi di quella scuola. È di quel periodo un riconoscimento ricevuto, con la vincita di un premio relativo alle illustrazioni del romanzo *Le joug* di Marion Gilbert.

Il suo rientro a scuola, dopo questa parentesi di studi artistici, avvenne nel 1930, al momento del suo trasferimento nel dipartimento delle Alpi Marittime, anche se poi una diagnosi legata alla tubercolosi la portò a lasciare l'insegnamento, senza per questo abbandonare il lavoro nel movimento di trasformazione della scuola. Rispetto ad altri autori che si stavano interessando alle proposte espressive dei bambini, i risultati ottenuti dai suoi studi personali e dall'osservazione delle produzioni infantili, la portarono a compiere una scelta di campo mirata, giungendo a chiamare questo ambito l'*Arte dei bambini*, ed andando a definirne alcune caratteristiche specifiche. Il suo lavoro di ricerca si concentrò, per questo in modo puntuale sulla produzione grafica e pittorica dei bambini, raccogliendo molti materiali, catalogandoli, sperimentando soluzioni pratiche e laboratori. Affascinata da quella che aveva definito come l'*Arte dei bambini*, andò a individuare alcune caratteristiche di questa produzione, definite come: spontaneità, piacere, originalità, autenticità, tâtonnement expérimental, personalità grafica. Tra il 1950 e il 1960, presso Coursergoules, una piccola cittadina provenzale, riuscì a creare un museo d'arte dell'infanzia in cui espose i lavori grafici e pittorici dei bambini della scuola di Vence, sua è stata per un lungo periodo anche la direzione della rivista *Art enfantin*.

### **L'Arte dei bambini, una visione pedagogica e una proposta**

Questa passione personale per l'arte, realizzata grazie a un suo percorso di studio mirato, permise a Élise Lagier-Bruno Freinet di approfondire, in primo luogo per sé stessa, le tecniche oltre che le indicazioni operative, addentrandosi in questo ambito, non solo come fruitrice, ma da autrice. Il corso che aveva iniziato a frequentare dapprima per corrispondenza, grazie alla formula ideata da ABC (Académie des Beaux Arts), che dal 1925 al 1939 aveva sperimentato l'invio di corsi di disegno per posta, la vide poi diventare allieva a Parigi in presenza. La stessa formula dei corsi postali, sarà da lei utilizzata, successivamente, per condividere le sue proposte di educazione artistica con gli insegnanti dell'Istituto cooperativo della scuola moderna, movimento nato dalle idee innovative di Célestin Freinet. È importante però in questo passaggio, che ha permesso di cogliere la preparazione e la ricerca personale di Élise Lagier-Bruno Freinet, che avrebbe voluto sperimentare totalmente la vocazione artistica, le ricadute e le prospettive che questa formazione le aveva fornito. Per comprendere a pieno il suo diverso punto di vista, rispetto all'educazione artistica per i bambini, è necessario compiere un primo confronto rifacendosi ai programmi che in quel momento erano applicati. Osservando, infatti, quanto in quel periodo veniva proposto ai bambini, non va dimenticato come i programmi nazionali e le pratiche degli insegnanti guardassero a un disegno o a una pittura richiesta ai bambini solitamente a fronte di una consegna diretta del docente e con un obiettivo di resa veristica della realtà (d'Enfert, 2010). Tra gli anni '20 e gli anni '30 si era passati da quello che era stato definito come il metodo geometrico di Eugène Guillaume, che mirava a esercitare i bambini per giungere a una traccia realizzata con sicurezza ed esattezza, grazie a una serie di esercizi di addestramento della mano, al metodo intuitivo di Felix Ravaisson, che lasciava spazio al sentimento e all'espressione personale (Beguery, 2003; Bordeaux, 2023). Nell'ambito delle Scuole nuove e dei rinnovamenti metodologici, però, un nuovo e differente vigore aveva assunto il disegno infantile, inteso non più solo come produzione grafica da esercitare, ma come una vera e propria forza comunicativa ed espressiva naturale.

Qui si pone il posizionamento di Élise Lagier-Bruno Freinet che insieme a Célestin Freinet giunse ad affermare in più testi il valore del disegno e della pittura infantile, intendendole come espressione di una vera e propria arte dei bambini che doveva affrancarsi dal realismo visuale degli adulti, riuscendo a diventare autonoma sotto tutti i punti di vista (M. Freinet, 1997). La definizione di questa posizione, non nasceva da un pensiero intuitivo, emozionale e casuale, ma era stata elaborata dopo otto anni di ricerche realizzate durante la loro permanenza a Bar-sur-Loup, a Saint Paul de Vence nel 1930 e poi a Vence dove, nel 1935, venne creata la Scuola Freinet. (É. Freinet, 1963, p.24), punto d'arrivo di tutto il percorso sperimentato negli anni precedenti. La definizione di un'*Arte infantile* divenne



elemento caratterizzante della proposta di Élise Lagier-Bruno Freinet, strettamente connessa alla scelta di applicare una pedagogia naturale, rispettosa dello sviluppo e della forza vitale propria dei bambini. Una modalità in cui l'adulto in un certo senso arretra con le sue proposte, favorendo invece la produzione spontanea e naturale dei bambini, che nasce da una vera e propria necessità espressiva, non limitata solo al campo del disegno e della pittura, ma legata a tutta la produzione in senso ampio come, per esempio, quella legata alla scrittura. Su questo punto è utile approfondire alcuni aspetti, partendo proprio da questa necessità di espressione. Nel suo testo *L'enfant artiste* Élise Freinet sottolinea come questa esigenza abbia la necessità di un lungo tempo dedicato per potersi compiere. Si tratta, infatti, della richiesta di un'acquisizione naturale che spinge i bambini verso l'ampliamento del proprio sapere. Qui il maestro e la maestra dovrebbero rispondere a questo appello dei bambini verso la conoscenza, non offrendo quello che non è richiesto, ma esaudendo puntualmente le attese, proponendo tecniche educative efficaci, essendo presenti in qualità di partecipazione intellettuale, morale e affettiva (É. Freinet, 1963, p.16). Imprescindibile, in questa prospettiva, è la presenza di un materiale di qualità, che permetta alla necessità espressiva di svilupparsi coerentemente, consentendo l'assicurazione di un successo realizzativo. Lei stessa definisce in un altro testo tre fattori indispensabili per il corretto avvio di una proposta artistica con i bambini: 1- avere i materiali necessari: carta in formato conveniente, matite colorate e gessetti, pennelli, colori preparati, spazi per far asciugare e sistemare le opere realizzate; 2- avere uno spazio sufficiente perché i bambini possano realizzare i loro lavori sulla superficie piana o sui cavalletti senza difficoltà; 3- avere la possibilità di disporre di un tempo sufficiente perché il tema prenda forma sul foglio grazie al disegno, inizialmente e se possibile sia messo in campo anche con il colore. (É. Freinet, 1962, p.19) Il momento dedicato al disegno e alla pittura deve essere un atto quotidiano a cui abituarsi, lei stessa suggerisce che non sia collocato rigidamente in una lezione specifica, ma che i bambini siano dotati di album o cahier del disegno da bozza (da 100 pagine), per abituarli a quella che definisce come una creazione a getto continuo, permettendo di considerare il disegno come uno strumento legittimo. In questo procedere deve essere lasciato ampio spazio alla libertà di scelta, che consente a 'ces vibrations de la vie' (É. Freinet, 1963, p.17) di manifestarsi. Tra gli altri suggerimenti che lei fornisce vi è quello di: chiedere di scrivere il titolo di ciascun disegno, osservare i grafismi che appaiono più sovente per ogni bambino, evidenziare alcuni passaggi di progressione, ricercare opere d'artisti simili agli sviluppi che si stanno realizzando, domandare che all'avvio della seduta di pittura l'inizio del disegno sia facilmente leggibile. Numerosissimi sono i consigli pratici per aiutare lo sviluppo articolato del disegno e della pittura di ogni bambino, permettendoci di cogliere il valore operativo di questa serie di testi destinati in modo specifico agli insegnanti. (É. Freinet, 1962)

Va precisato come la proposta nel campo della pittura e del disegno si affianchi costantemente al medesimo cammino compiuto nei confronti del testo libero, dell'esperienza del 'tâtonnée'. In una testimonianza specifica legata a un'insegnante (É. Freinet, 1963, pp. 16-17) Élise Freinet riporta alcuni passaggi in questo esercizio di libertà, sottolineando come la cura dell'adulto preveda un percorso lungo, nel caso descritto di circa sette anni, con alcuni punti fermi: la confidenza nelle capacità espressive dei bambini, la proposta di fogli di diversi formati, inizialmente piccoli, poi sempre più grandi, la predisposizione di una *palette* ricca, con toni e sfumature differenti. Un altro aspetto che Élise Freinet sottolinea è quello dedicato allo sviluppo del disegno libero, che va curato come un fiore e alimentato, in modo che possa accrescere la stessa comunicazione orale dei bambini, fin dalla scuola dell'infanzia, proseguendo con attenzione anche alla scuola primaria, in una pratica naturale che favorisca lo sviluppo dell'attitudine creatrice. Di fronte a molte produzioni infantili Élise Freinet si trova a scrivere così, sottolineando la potenza espressiva: "Certains dessin d'enfants sont d'une telle densité d'expression qu'elles sont un défi jeté à la lucidité et à la perspicacité de l'esprit adulte le mieux informé des choses de l'Art. [...] Nous pouvons affirmer cependant qu'examinant la production artistique de nos écoles sous tous les angles de prise de contact qui sont habituels à la pensée critique, on est comme frappé de stupeur en découvrant les mille aspects d'une telle activité

créatrice.” (É. Freinet, 1963, p.26). In questo senso è opportuno, per lei, parlare di una vera e propria *Arte infantile*, con determinate caratteristiche specifiche, diversa e autonoma dalla produzione degli adulti e per questo meritevole di uno studio approfondito, di una proposta differenziata. Élise Freinet proprio per questo sostiene che le pratiche della libera espressione da loro sperimentato hanno permesso di rivelare una modalità di esistere, propria dell’infanzia (Freinet É., 1962, p.5) ‘L’art enfantin qui apparaît aux yeux du profane comme une activité gratuite et subsidiaire, est pour l’éducateur œuvre vive qui porte en elle des valeurs de sensibilité et d’intelligence, susceptibles d’éclairer notre connaissance de l’enfant d’un jour nouveau.’ (Freinet É., 1962, p.6) In questo senso il bambino diventa lui stesso l’attore principale della sua educazione e della sua formazione.

### **L’Arte dei bambini. L’importanza del colore**

In questa indagine dedicata al lavoro di Élise Lagier-Bruno Freinet un aspetto fondamentale rintracciato nella sua ricerca è quello dedicato al colore. Nei suoi tesi alcuni capitoli sono scritti tenendo ben presente questo aspetto così importante per i bambini. Nel libro *L’enfant artiste* del 1963, che abbiamo ampiamente utilizzato nei riferimenti del paragrafo precedente troviamo due capitoli dal titolo: *La couleur* con i sotto paragrafi ‘Dessiner et peindre sont œuvres complémentaires’ e ‘Faut-il conseiller l’enfant dans le choix des couleurs?’ e *Une vision colorée du monde* con ‘Le sens de l’unité picturale se conquiert par le pratique’. L’attenzione che la maestra o il maestro pone nei confronti dell’offerta dei colori diventa così un aspetto imprescindibile per sviluppare pienamente le potenzialità presenti nell’*Arte infantile*. A fronte di un’osservazione puntuale dei percorsi sviluppati dai bambini, di una predisposizione mirata degli spazi, dei materiali e degli strumenti messi a disposizione, l’azione del bambino è libera, sia nella scelta delle tematiche da individuare come le più appropriate per sé, sia nella decisione relativa ai colori in cui l’insegnante non interviene mai.

Questa pedagogia naturale, legata al *tâtonnement expérimental* diventa allora una pratica organica e pervasiva di tutto l’insegnamento, anche della parte più strettamente artistica, poiché potenzia quella che l’opposizione a un insegnamento frazionato, fatto di singole briciole del sapere. Così Célestin Freinet proponeva la riflessione e la definizione del *Tâtonnement expérimental*. ‘Une première découverte est obtenue par tâtonnement expérimental. Longuement répétée, cette découverte s’organise, se mécanise, devient technique de vie. On ne peut en tirer des lois qu’on enseignera aux descendants. Ces lois régleront le travail à ce palier, donneront une certaine sécurité, constitueront un tremplin à partir duquel de nouvelles expériences tâtonnées vont s’effectuer. Parmi l’infinité des tâtonnements, un tâtonnement particulièrement réussi fera surgir une notion de qualité exceptionnelle qui s’organisera en nouveau palier.’ (Freinet É., 1968, p.8) Lavorando con costanza per sperimentazioni, tentativi ed errori, si permette ai bambini di sviluppare una competenza grafica e pittorica, che non nasce dall’applicazione della regola impartita dal docente, ma che appare a partire dalla pratica personale e collettiva, dalle azioni riuscite e da quelle che non sono andate a buon fine, in un continuo lavoro che ricorda sia l’officina, sia la bottega d’arte e d’artigianato.. Un altro punto, che Élise Freinet sottolinea spesso è quello legato al clima relazionale attento, rispettoso e vitale, che è motore di questa crescita individuale, senza questo “ambiente umano” non potrebbe essere possibile lo sviluppo e l’arricchimento dell’espressione personale, che deve passare attraverso una sperimentazione talvolta difficile e prolungata nel tempo.

Rispetto al colore Élise Freinet individua due tipologie di bambini, quelli che hanno già una loro palette di colori, una scelta personale che supera l’uso dei colori fondamentali. Questi elaborano da soli delle mescolanze, le giustappongono, le fondono in quella che definisce un’unità pittorica. Questi alunni devono essere incoraggiati a scegliere in modo totalmente autonomo. Ci sono altri bambini per cui il dipingere e il colore sono ancora delle esperienze da affrontare, poiché rimangono ancora al disegno, anche questa può essere una scelta. In ultimo propone anche una categoria che viene

etichettata come quella dei bambini che non sanno disegnare, talvolta non vogliono disegnare, in particolare verso i 9-13 anni, può essere che questi ragazzi scelgano di lavorare solo nell'ambito della copiatura, che li tranquillizza, e che in questo caso permette comunque di realizzare un'esperienza. Rispetto al colore consiglia l'insegnante di preparare il giorno prima i colori e le varie mescolanze con il bianco, in modo da avere una palette meno "grezza." (É. Freinet, 1962, p.64)

Élise Freinet manifesta inoltre, nei suoi scritti, un'attenzione puntuale nei confronti del mondo dell'arte, in cui i riferimenti legati ai fauves, ad altri movimenti in particolare d'area espressionista, ma anche a tutta la storia dell'arte vengono esplicitati nel dettaglio dei suoi testi. Non dobbiamo dimenticare che la stessa scuola istituita dai coniugi Freinet e le esposizioni realizzate nello spazio dedicato all'arte infantile erano oggetto della visita di alcuni pittori famosi, che in quel periodo frequentavano o vivevano in Costa Azzurra, artisti del calibro di Matisse e Picasso. Un altro punto nei confronti del colore è quello che riguarda la puntualizzazione di quattro aspetti. Il primo relativo all'allestimento del laboratorio o più semplicemente, laddove non ci fosse lo spazio a scuola, di una cassetta di strumenti e materiali, con l'indicazione puntuale relativa ai colori da proporre ai bambini; la seconda legata al rapporto tra la traccia, la grafica e il colore, riconoscendo un linguaggio proprio al colore; la terza sulla personale palette di colori ogni bambino; la quarta sull'evoluzione del percorso grafico pittorico del bambino e sulla presenza del colore. Questo lavoro di ricerca, approfondimento e di individuazione di strategie utili a un'applicazione nelle varie realtà scolastiche è reso evidente dalla numerosa produzione di testi scritti e di pratici opuscoli da parte di Élise Freinet dedicati ai maestri intesi come guide puntuali per ripensare le proposte scolastiche e per far nascere veri e propri laboratori artistici in tutte le scuole. Questo lavoro nasceva da una riflessione che l'aveva molto colpita, il fatto che nella preparazione alla professione insegnante mancasse completamente una formazione sul versante artistico, i maestri e le maestre non avevano a disposizione nessun tipo di cultura artistica, benché poi si trovassero a doverla insegnare. Su questo aspetto così scrive: "Au cours de sa brève formation professionnelle rien n'a préparé le jeune élève-maître à l'enseignement du dessin." (É. Freinet, 1963, p.15) La sua produzione bibliografica in questo ambito diventa anche per questo motivo davvero ricca, accrescendosi con lo sviluppo delle sue ricerche. In particolare negli anni dal 1927 al 1970 troviamo una serie di articoli che vengono pubblicati nelle differenti riviste legate al movimento originato da Freinet. Difficile, anche nella stessa produzione del marito, discriminare l'autorialità delle parti, molti libri, infatti, furono pubblicati a due nomi, ma su questo aspetto sono state realizzate ultimamente delle ricerche puntuali (Go, Riondet, 2016).

## Conclusioni

L'approfondimento legato alla figura di Élise Lagier-Bruno Freinet ha permesso di aprire uno squarcio relativo, innanzitutto, alla presenza di molte donne all'interno del panorama pedagogico dello scorso secolo. Se, infatti, indubbiamente il numero di persone implicato nell'insegnamento direttamente nelle classi e nelle sezioni educative è legato per la stragrande maggioranza al mondo femminile, molto spesso gli autori riconosciuti sono quasi solo uomini. La produzione di scritti e di articoli vede, infatti, la netta prevalenza di teorizzatori maschili, con una presenza minoritaria femminile. Talune maestre e pedagogiste donne hanno pubblicato alcuni testi, ma non tutte sono assunte alla ribalta nel loro tempo, e anche se note allora non hanno continuato a essere conosciute e riconosciute nel tempo. Per alcune di loro è quindi necessario operare un lavoro di ricerca più puntuale per far conoscere ancora oggi la loro opera e il loro pensiero, ricucendo molti passaggi talvolta dimenticati nello scorrere degli anni. È questo il caso, anche, di Élise Lagier-Bruno Freinet, meno nota rispetto al marito Célestin Freinet, figura, però, indubbiamente importante, che ha saputo lasciare un'impronta significativa in particolare nell'ambito dell'educazione artistica.

La sua valorizzazione della produzione dei bambini e delle bambine l'ha portata a parlare di una vera e propria *Arte infantile*, con caratteristiche differenti e autonome nei confronti della produzione dell'arte adulta. L'impianto da cui nasce questa posizione è quello della pedagogia naturale. In questo senso l'insegnante, per favorire lo sviluppo di questa potenzialità espressiva, non deve proporre e imporre tematiche, esercizi, ma allestire uno spazio offrendo strumenti e materiali mirati, che nascono dall'attenta osservazione dei bambini mentre lavorano. Questo può favorire il fiorire di questa espressione figurativa, che può prendere strade differenti tra gli stessi bambini, ma che è intesa in una visione collettiva di condivisione. Un altro aspetto importante è quello relativo al tempo. Per far sì che questa espressione possa davvero prendere forma, l'adulto educatore deve dedicare molto tempo a questo sviluppo e a questa crescita.

Un ultimo punto da sottolineare è il fatto che attualmente il Movimento di Cooperazione in Italia sta nuovamente riscuotendo un grande interesse, come dimostrano numerose pubblicazioni realizzate (Bottero, Meirieu, 2021; Tonucci, Cantatore, & Meda, 2024) oltre alla crescita di gruppi di insegnanti impegnati nel rinnovamento della didattica che si ispirano alle proposte di Célestin Freinet, costituitisi in comitati e in gruppi nelle varie parti della penisola. In questa riattivazione di un'attenzione mirata alle teorie e alla pedagogia di Freinet un aspetto che necessita ancora di un ulteriore approfondimento è proprio quello legato alla proposta di Élise Lagier-Bruno Freinet a questa rivoluzionaria attenzione legata al mondo dell'*Arte infantile*, che potrebbe trovare nelle nuove evoluzioni nella pratica sviluppata nelle classi contemporanee.

### Riferimenti bibliografici

Alfieri, F., & Canevaro, A. (1974). *Il mestiere di maestro: dieci anni nella scuola e nel movimento di cooperazione educativa*. Milano: Emme.

Beguery, J. (2003). 'Le dessin: vers un problème d'enseignement artistique', Denis D., Kahn P., L'École républicaine et la question des savoirs. Enquête au cœur du Dictionnaire de pédagogie de Ferdinand Buisson, pp. 221-252, Paris: CNRS Éditions.

Bordeaux, M. C. (2023, November). 'L'éducation artistique à l'épreuve de ses modèles: de l'éducation nouvelle à la culture numérique', in Colloque International «Éducation Artistique et Culturelle et Numérique: Enjeux et Mutations».

Bottero, E., & Meirieu, P. (2021). *Pedagogia cooperativa: le pratiche Freinet per la scuola di oggi*. Roma: Armando.

d'Enfert, R. (2010). 'Du dessin aux arts plastiques', F. Jacquet-Francillon, L. Loeffel, R. d'Enfert (dir.). *Une histoire de l'école. Anthologie de l'éducation et de l'enseignement XVIII<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècle (351-358)*. Paris: Retz.

Di Santo, M. R., Meda, J., & Bottero, E. (2022). *Mario Lodi e la Biblioteca di Lavoro: una proposta didattica alternativa ancora attuale*. Azzano San Paolo (Bg): Junior.

Freinet, C. (1956). *Les méthodes naturelles dans la pédagogie moderne*. Paris: Bourrellet.

Freinet, C. (1960). *L'éducation du Travail*. Neuchâtel/Paris: Delachaux et Niestlé.

Freinet, C. (1962). *I detti di Matteo. Una pedagogia moderna del buon senso*. Firenze: La Nuova Italia.

- Freinet, C. (1969). *La méthode naturelle II. L'apprentissage du dessin (suivi des Genèses)*. Neuchâtel/Paris: Delachaux et Niestlé.
- Freinet, C. (2002). *La scuola del fare*. Azzano San Paolo (Bg): Edizioni Junior.
- Freinet, C., & Freinet, É. (1949) *Naissance d'une pédagogie populaire*. Cannes: Editions de L'École Moderne Française.
- Freinet, É. (1962). *Dessins et peintures d'enfants*. Cannes: Editions de L'École Moderne Française.
- Freinet, É. (1963). *L'enfant artiste*. Cannes: CEL.
- Freinet, É. (1981). *Naissance d'une pédagogie populaire*. Feni: PCM Petite Collection Maspero.
- Freinet, É. (1968). 'La méthode naturelle. Fondement d'une psychologie de structures', *Le point de vue pédagogique*, (1), pp.5-9.
- Freinet M. (1997). *Souvenirs de notre vie, I*. Paris: Stock.
- Gesche, I. (1927). 'The color preferences of one thousand one hundred and fifty-two Mexican children', *Journal of Comparative Psychology*, 7(4), pp. 297–311. <https://doi.org/10.1037/h0072520>
- Go, H. L. (2016). 'Élise Freinet, une pédagogue de l'art enfantin', *Carrefours de l'éducation*, 41(1), pp.223-240.
- Go, H. L., & Riondet, X. (2016). *À côté de Freinet*. Namcy: Presses universitaires.
- Granger, G. W. (1955). 'An Experimental Study of Colour Preferences', *The Journal of General Psychology*, 52(1), pp.3–20. <https://doi.org/10.1080/00221309.1955.9918340>
- Gyu "Phillip" Park, J. (2014). 'Correlations between color attributes and children's color preferences', *Color Research & Application*, 39(5), pp.452-462.
- Lodi, M. (1972). *C'è speranza se questo accade a Vho*. Torino: Einaudi.
- Lodi, M., & Lorenzoni, F. (2022). *Il paese sbagliato: diario di un'esperienza didattica*. Torino: Einaudi.
- Legrand, L. (1993). 'Célestin Freinet', *Prospects*, 23(1-2), pp.403-418.
- Maréchal, G.L. (1969). 'À propos de la pédagogie du dessin. Plaidoyer pour une alphabétisation plastique des enfants', *Revue Française de Pédagogie*, (6), pp.17-33.
- Movimento cooperazione educativa, Roma (1977). *La realizzazione della scuola a tempo pieno*. Pavia: La linea.
- Riondet, X. (2013). 'Élise Freinet: de l'expérience naturiste aux pratiques de l'École Freinet', *Recherches & éducations*, (8), pp.133-148.
- Tamagnini, G. (2002). *Didattica operativa : le tecniche Freinet in Italia (Nuova ed. riv)*. Azzano San Paolo (Bg): Junior.

Tonucci, F., Cantatore, L., & Meda, J. (2024). Mario Lodi: maestro, intellettuale, scrittore. Roma: Carocci.

Zentner, M.R. (2001). 'Preferences for colors and color-emotion combinations in early childhood', *Dev Sci* (4), pp.389–398.



## Origini fisiche del colore: esperienze interattive e *hands-on*

**Daniele Aurelio<sup>1</sup>, Chiara Aimè<sup>2</sup>, Arianna Armanetti<sup>3</sup>, Jacopo Braghieri<sup>4</sup>, Ettore Budassi<sup>4,5</sup>, Andrea Franzetti<sup>5</sup>, Marco Ghilardi<sup>4</sup>, Diego Maragnano<sup>4</sup>, Paolo Montagna<sup>4,5</sup>, Michele Pirola<sup>4,5</sup>, Simone Restelli<sup>4</sup>, Davide Santostasi<sup>6</sup>, Denise Trupia<sup>6</sup>, Simone Venturini<sup>7</sup>, Simone Verdi<sup>4</sup>, Luca Zatti<sup>8</sup>**

1: Dipartimento di Informatica "Giovanni degli Antoni", Università degli Studi di Milano, via Celoria 18, Milano (MI)

2: Dipartimento di Fisica, Università di Pisa e INFN Pisa, Largo Bruno Pontecorvo 3, Pisa (PI)

3: Scuola IMT Altì Studi, Piazza S. Francesco, 19, Lucca (LU)

4: Dipartimento di Fisica, Università di Pavia, Via Bassi 6, Pavia (PV)

5: INFN – Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Pavia, Via Bassi 6, Pavia (PV)

6: Liceo Scientifico Statale "Niccolò Copernico", Pavia (PV)

7: Ricerca sul Sistema Energetico - RSE, Via Rubattino 54, Milano (MI)

8: Università di Pavia, Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione, via A. Ferrata 5, Pavia (PV)

Contatto: Daniele Aurelio, [daniele.aurelio@unimi.it](mailto:daniele.aurelio@unimi.it)

### Abstract

Nel contesto di uno stage estivo presso il dipartimento di Fisica dell'università di Pavia, il gruppo Physics4Teenagers propone da anni un workshop dedicato alle cause fisiche del colore. Il workshop, pensato come percorso per le competenze trasversali e per l'orientamento (PCTO) per studenti del IV anno di scuola secondaria superiore, parte dalle basi concettuali dell'interazione fra radiazione e materia e della fisica della luce, con un'introduzione alla sua natura a un tempo corpuscolare e ondulatoria, e prosegue con i principali effetti che la coinvolgono, come riflessione, rifrazione, diffrazione e interferenza. Trovano spazio all'interno del seminario diversi argomenti, come la dispersione cromatica da prisma e la sua versione naturalistica dell'arcobaleno, ma anche la fisiologia dell'occhio umano e il processo di visione, con la distinzione tra colori spettrali e sensazioni cromatiche, e gli effetti di sintesi additiva e sottrattiva per generare colori oltre quelli spettrali; nell'intervento viene inoltre posto l'accento su diversi fenomeni fisici in grado di generare una risposta in modo spettralmente selettivo, partendo dalla teoria dei pigmenti, su cui si basano le comuni vernici, sino a quella dei cristalli fotonici e delle risonanze plasmoniche, esemplificate da piume di pavone e vetri colorati.

Il workshop promuove l'interazione tra docenti e discenti con diverse attività sperimentali: esperimenti con oggetti o fenomeni della vita di tutti i giorni, come tempere a olio e luci colorate; esperimenti di scoperta, in cui il comportamento di oggetti comuni come lampadine colorate da domotica e fogli stampati a colori risulta di non immediata comprensione; esperimenti dimostrativi, in cui vengono esemplificate le teorie fisiche spiegate nel corso dell'incontro, e un vero e proprio momento laboratoriale con la realizzazione di uno spettroscopio portatile.

In questo intervento ripercorreremo le principali attività sperimentali proposte nel workshop.

**Keywords:** colore, esperienze didattiche, pigmenti, cristalli fotonici, plasmoni, scuola.

### Introduzione

L'insegnamento della teoria del colore è un tema estremamente complesso e affascinante che coinvolge sia la fisica che la fisiologia dell'occhio. Nonostante la sua importanza, tuttavia, nei curricula scolastici italiani questo argomento viene spesso trattato solo superficialmente. Per far fronte a tali lacune, il gruppo di ricerca "Physics4Teenagers" del Dipartimento di Fisica

dell'università di Pavia [1] propone da diversi anni una sequenza didattica innovativa a studenti del IV anno di scuola secondaria superiore intervenuti ad uno stage estivo presso il dipartimento stesso [2]. Nonostante gli studenti coinvolti siano ogni anno altamente motivati, è emerso nel tempo come molti di essi abbiano difficoltà concettuali riguardo alla teoria del colore, dalla sua definizione sino alle cause fisiche e fisiologiche che portano alla sua percezione. Quella del workshop durante lo stage estivo è dunque l'occasione per rafforzare le conoscenze degli studenti e correggere dubbi, preconetti ed errori a cui una esposizione scolastica imprecisa o errata possa avere dato spazio.

### **Cenni alla teoria delle origini fisiche del colore**

Il workshop è stato progettato per presentare il tema del colore in modo graduale ed autoconsistente, diluendo varie sezioni nell'arco temporale di una mattinata. È dunque inevitabile partire da nozioni di base sulle onde elettromagnetiche, specificando il significato di spettro elettromagnetico e mostrandone la divisione in regioni quali spettro infrarosso, spettro visibile, spettro ultravioletto, e via dicendo. La discussione include anche la spiegazione di fenomeni basilari di ottica geometrica quali riflessione e rifrazione, con la discussione di alcuni effetti a questi collegati, come i miraggi. Trova spazio in questa sezione anche una spiegazione della diffusione alla Rayleigh, cui va attribuito il colore blu del cielo sulla Terra. A quel punto, per introdurre una spiegazione del comportamento dei pigmenti, vengono descritti i livelli energetici discreti degli atomi e le bande energetiche delle molecole, specificando come a livello quantistico materiali opachi assorbano solamente quelle parti di spettro cui corrispondono salti tra livelli energetici, trasmettendo o riflettendo il resto. Con questo modello relativamente semplice, gli studenti sono già in grado di giustificare il colore di molti oggetti quotidiani, come frutta o vestiti. Tuttavia, una teoria del colore che attribuisse le cause delle esperienze cromatiche al solo comportamento dei pigmenti sarebbe erranea: esistono infatti oggetti come le piume dei pavoni o le ali di alcune famiglie di farfalle cui corrispondono colori particolarmente vividi e sgargianti, senza che però in esse siano contenuti pigmenti in grado di giustificare questa esperienza cromatica. Per spiegare questi fenomeni viene ripreso il comportamento ondulatorio della luce e il concetto di interferenza e diffrazione delle onde.

### **Attività sperimentali**

Nel corso del workshop, le attività di didattica frontale vengono interrotte sovente per lasciare spazio a diverse attività sperimentali. In queste attività i partecipanti partecipano attivamente allo svolgimento del workshop, rispondendo a domande, facendo previsioni e toccando in prima persona l'apparato sperimentale preparato per l'occasione. In questa sezione verrà fornita una breve presentazione delle attività proposte.

- **Sintesi additiva**

La sintesi additiva è un fenomeno in cui la combinazione di luci colorate [3] permette la generazione di nuove sensazioni cromatiche [4]. In questo esperimento, gli studenti hanno accesso ad un apparecchio diviso in due camere da una paratia di legno, all'interno delle quali sono installati dei LED RGB (rosso, verde e blu) da un lato e dei LED bianchi all'interno dell'altra. I tre colori rosso (R), verde (G) e blu (B) utilizzati nella prima camera rappresentano infatti i tre colori primari della sintesi additiva. Combinando le luci dei LED in diversi modi, gli studenti possono osservare come la sovrapposizione di due o più fasci di luce di diversi colori generi nuove esperienze cromatiche:

$$\begin{aligned} \mathbf{R} \text{ (rosso)} + \mathbf{G} \text{ (verde)} &= \mathbf{Y} \text{ (giallo)} \\ \mathbf{R} \text{ (rosso)} + \mathbf{B} \text{ (blu)} &= \mathbf{M} \text{ (magenta)} \\ \mathbf{B} \text{ (blu)} + \mathbf{G} \text{ (verde)} &= \mathbf{C} \text{ (ciano)} \\ \mathbf{R} \text{ (rosso)} + \mathbf{G} \text{ (verde)} + \mathbf{B} \text{ (blu)} &= \mathbf{W} \text{ (bianco)} \end{aligned}$$

L'esperimento proposto aiuta nella comprensione di come esistano più sensazioni di colore, anche oltre quelle dei colori spettrali introdotti nella prima parte del workshop.



- **Sintesi sottrattiva**

Il fenomeno della sintesi sottrattiva si basa, al contrario di quella additiva, sulla combinazione di pigmenti colorati. In questo caso, è possibile partire da tempere ad olio opportunamente mescolate, oppure da oggetti o superfici colorate, come ad esempio filtri o pigmenti di colore ciano, magenta e giallo, per studiare come si comporti la luce riflessa dai pigmenti a mano a mano che vengono combinati. Come studiato teoricamente nella prima parte del workshop, infatti, i pigmenti, presenti ad esempio all'interno di una vernice opaca, assorbono determinate lunghezze d'onda della luce e riflettono quelle che non assorbono. Combinando i pigmenti, ad esempio mescolando tempere o sovrapponendo filtri di colore diverso, si osservano i seguenti risultati:

$$\mathbf{C \text{ (ciano)} + M \text{ (magenta)} = B \text{ (blu)}}$$

$$\mathbf{C \text{ (ciano)} + G \text{ (giallo)} = V \text{ (verde)}}$$

$$\mathbf{M \text{ (magenta)} + G \text{ (giallo)} = R \text{ (rosso)}}$$

$$\mathbf{C \text{ (ciano)} + M \text{ (magenta)} + G \text{ (giallo)} = K \text{ (nero)}}$$

Mettere gli studenti in condizione di testare queste combinazioni li aiuta a capire che, nella sintesi sottrattiva, i colori si formano assorbendo determinate lunghezze d'onda presenti nella luce bianca, con il nero come risultato dell'assorbimento di tutte le lunghezze d'onda. Sovrapponendo filtri colorati trasparenti, insomma, essi si comportano come dei "setacci" spettrali, che sottraggono certe lunghezze d'onda per assorbimento e lasciano attraversare indenni tutte le altre.

- **Costruzione di uno spettroscopio**

La costruzione di uno spettroscopio artigianale è un'attività semplice e creativa che permette di scomporre la luce visibile nelle sue componenti spettrali utilizzando materiali facilmente reperibili, come cartone scuro, forbici, nastro adesivo e un frammento di reticolo di diffrazione. Questo strumento fai-da-te consente di analizzare come diverse sorgenti luminose naturalmente presenti all'interno degli ambienti che quotidianamente occupiamo – come lampadine, LED o luce solare – producano spettri differenti, offrendo una dimostrazione pratica dei fenomeni di dispersione della luce. Lo spettroscopio risulta sostanzialmente essere un parallelepipedo di cartone chiuso su ogni faccia laterale; il foglio di cartone viene ritagliato in modo da lasciare una sottile fessura su una delle basi del parallelepipedo, e una feritoia di

dimensioni confrontabili con la fotocamera di uno smartphone sulla faccia opposta; su questa fessura viene incollato tramite del nastro adesivo un piccolo frammento di un reticolo di diffrazione con 500 linee al millimetro. Lo spettroscopio sfrutta il principio della diffrazione della luce: quando la luce entra attraverso la fessura sottile, orientata in modo da puntare verso la sorgente luminosa, il reticolo di diffrazione redistribuisce angolarmente le diverse lunghezze d'onda – ovvero i colori – che compongono spettralmente la luce. Ogni lunghezza d'onda viene deviata in modo diverso, e questo permette di analizzare la composizione della luce emessa da varie fonti. E' ad esempio possibile mostrare come alcune esperienze cromatiche possano essere prodotte tramite sintesi additiva – per esempio osservando una luce gialla prodotta sovrapponendo luce verde e luce rossa – mentre altre derivano da un colore spettrale – come ad esempio la celebre linea di emissione delle lampade a vapori di sodio attorno ai 589 nanometri: nel primo caso, lo spettroscopio mostrerà due righe nette corrispondenti alle lunghezze d'onda delle due sorgenti luminose rossa e verde, mentre nel secondo caso mostrerà una singola linea gialla.

- **Luci colorate e ombre**

L'esperienza va svolta in un ambiente scuro, posizionando un oggetto opaco davanti ad una parete bianca. L'oggetto viene dunque illuminato con tre torce RGB, che emettono quindi luce rossa (R), verde (G) e blu (B), disposte in posizioni diverse in modo tale che i loro fasci di luce si sovrappongano parzialmente.

Accendendo una torcia alla volta, si osserva come l'oggetto proietti un'ombra scura quando la luce è bloccata. Questo fenomeno risulta di non difficile comprensione: l'oggetto impedisce alla luce di raggiungere la parete, che risulta quindi buia poiché non illuminata. Tuttavia, accendendo simultaneamente due o tre torce, le ombre cambiano e la comprensione del fenomeno diventa più complessa [5]. Si formano ad esempio più ombre colorate, dal momento che l'oggetto blocca selettivamente i diversi fasci di luce. Nell'esempio con tre torce, se la luce rossa viene bloccata, l'ombra appare di color ciano, poiché la luce verde e quella blu raggiungono il retro dell'oggetto senza ostacoli, mentre bloccare la luce verde produce un'ombra di color magenta, poiché data dalla sintesi additiva di luce rossa e luce blu. L'assenza, in ultimo, della luce blu genera un'ombra gialla, causata dalla sovrapposizione di luce rossa e luce verde.

Con questa esperienza, gli studenti possono vedere all'opera il fenomeno della sintesi additiva: le ombre non sono infatti nere, come avviene nell'esperienza quotidiana basata su luce sostanzialmente bianca da singola sorgente, ma colorate, poiché i colori provenienti dalle sorgenti primarie non bloccate si combinano tramite sintesi additiva. Cambiando l'angolazione delle torce o la loro posizione, gli studenti possono ottenere effetti diversi, sperimentando così la combinazione dei colori e la formazione delle ombre.

- **Scatola tricromatica**

La **scatola tricromatica** è uno strumento didattico progettato per esplorare e comprendere l'effetto dell'illuminazione colorata sui pigmenti. Viene realizzata in modo semplice utilizzando materiali facilmente reperibili, come una scatola di cartone (e.g., una scatola da scarpe), una sorgente di luce RGB e una serie di pigmenti colorati stampati su un foglio di carta. L'apparecchio è pensato per permettere agli studenti di osservare direttamente come cambia l'aspetto dei colori sotto diverse condizioni di illuminazione.

La scatola ha un'apertura sulla parte superiore, progettata per adattarsi all'obiettivo della fotocamera di uno smartphone o di un tablet, che permette di osservare l'interno senza lasciare trapelare troppa luce esterna. All'interno della scatola viene posizionata una **lampadina RGB da domotica, attivabile tramite telecomando** e capace di emettere luce rossa, verde e blu

separatamente o in diverse combinazioni. In prossimità della lampadina si trova un foglio di carta su cui sono stampati diversi **cerchi colorati** (rosso, verde, blu e ciano, magenta, giallo). Una volta che il coperchio della scatola è posizionato sulla stessa, si crea un ambiente isolato da fonti di luce esterna, il che consente agli studenti di osservare l'effetto della luce colorata generata dalla lampadina LED sui pigmenti senza interferenze. La luce all'interno può essere regolata tramite un telecomando per passare da un colore all'altro, o combinare più colori fra loro: è ad esempio possibile emettere luce bianca attraverso la combinazione di luci rosse, verdi e blu (**R + G + B**). In questo modo, si può simulare l'effetto della luce ambientale su diversi pigmenti colorati.



L'esperimento con la scatola tricromatica inizia mostrando agli studenti i 6 cerchi colorati sotto illuminante bianco, in modo da permettere loro di familiarizzarsi con l'ambiente sperimentale. Successivamente viene chiesto loro di **prevedere** quale sarà l'aspetto dei vari colori sotto ciascuno degli illuminanti rosso, verde o blu. È dunque compito degli studenti chiedersi che aspetto avrà un punto giallo se illuminato solo da luce rossa, o come apparirà un pigmento verde sotto la luce blu. Queste previsioni vengono poi confrontate con i risultati reali quando si accende la luce corrispondente all'interno della scatola.





Il cambiamento nell'aspetto dei pigmenti colorati sotto diverse luci permette di evidenziare il ruolo della **sintesi sottrattiva**: un pigmento appare di un certo colore perché assorbe alcune lunghezze d'onda della luce e riflette le altre. Quando la luce illuminante ha una diversa composizione spettrale (come nel caso della luce colorata), la percezione del colore dell'oggetto cambia di conseguenza. Ad esempio, un punto giallo potrebbe apparire scuro o nero sotto luce blu, perché il pigmento giallo non riflette luce blu e la assorbe.

In sintesi, la scatola tricromatica è un dispositivo didattico economico e facile da realizzare, ma altamente efficace nel fornire agli studenti un'esperienza visiva diretta del complesso rapporto tra luce, pigmenti e percezione del colore.

- **Piume di pavone, plasmoni, etc.**

Il workshop si conclude con una sezione dedicata a fenomeni meno comuni, come colorazione strutturale da cristalli fotonici ed effetti plasmonici. Questa scelta offre l'opportunità di presentare agli studenti concetti avanzati di fisica e nanotecnologie, mostrando persino collegamenti tra il mondo naturale, curiosità storico-artistiche e applicazioni moderne.

Esistono infatti esperienze cromatiche che non si basano su sostanze chimico-fisiche che assorbono luce allo stesso modo di vernici, tempere o pigmenti, bensì su interazioni tra la luce e nanostrutture presenti all'interno di alcuni sistemi fisici.

In questa sezione viene introdotto il concetto di colorazione strutturale [6, 7], ovvero un fenomeno fisico che si verifica quando la luce interagisce con strutture periodiche di dimensioni confrontabili con la lunghezza d'onda della luce incidente presenti sulla superficie di un oggetto, come le piume di un pavone o le ali di alcune famiglie di farfalle (e.g., le farfalle del genere tassonomico *Morpho*) [8]. Invece di dipendere da pigmenti, il colore viene generato dall'interferenza della luce che si riflette su determinate microstrutture periodiche chiamate cristalli fotonici [9]. Un cristallo fotonico è una struttura in cui le caratteristiche ottiche come l'indice di rifrazione hanno una periodicità su una scala di centinaia di nanometri. Quando la luce colpisce queste strutture, essa viene diffratta e riflessa, e riesce ad interferire con se stessa creando colori intensi e brillanti che cambiano a seconda dell'angolo di osservazione. È questo il motivo per cui le piume del pavone, ad esempio, sembrano cambiare i propri colori



sgargianti a seconda dell'angolo di osservazione [10]. Un fenomeno certo non ascrivibile alla pigmentazione della cheratina che compone la struttura delle piume, che di per sé fornirebbe una colorazione scialba e uniforme.

Un altro fenomeno degno di nota, che conclude il workshop, è quello delle risonanze plasmoniche di superficie, che si verificano quando onde elettromagnetiche come la luce eccitano oscillazioni collettive di elettroni su superfici metalliche nanostrutturate. Agli studenti viene spiegato l'effetto di queste oscillazioni da un punto di vista fenomenologico, senza scendere nei dettagli analitici del problema, ma mostrando come uno dei primi esempi che ha sfruttato questo fenomeno si ritrovi in artefatti antichi come la coppa di Licurgo, un manufatto romano risalente al IV secolo d.C. conservato oggi nel British Museum di Londra [11]. La coppa di Licurgo è infatti un raro esempio di vetro dicroico, che cambia colore a seconda della direzione della luce. Quando la coppa viene vista in trasparenza, osservandone la luce trasmessa, appare di un colore rosso intenso; tuttavia, quando la coppa viene illuminata dall'esterno, la luce riflessa appare verde. Questo straordinario effetto è dovuto alla presenza di nanoparticelle di oro e argento disperse nel vetro, probabilmente introdotte in modo fortuito nella pasta vetrosa dagli artigiani dell'epoca. Quando la luce interagisce con queste nanoparticelle metalliche, essa induce un'oscillazione collettiva degli elettroni sulla loro superficie, creando risonanze plasmoniche che alterano il modo in cui la luce viene assorbita e riflessa, e causando i conseguenti cambiamenti di colore. Sull'onda di questa curiosità storica, viene però anche sottolineato come i plasmoni siano alla base di molte tecnologie moderne, come sensori ottici avanzati e tecniche di imaging a scala nanometrica.

Nel complesso, tutte le esperienze qui riassunte mirano a fare luce su alcuni degli errori concettuali più comuni tra gli studenti: comprendere a fondo il meccanismo del colore, applicare le regole della **mescolanza dei pigmenti** a situazioni in cui si mescolano luci colorate o si osservano oggetti sotto luci colorate, e via dicendo. Gli esperimenti aiutano gli studenti a sviluppare una comprensione più profonda di come la **sintesi additiva**, basata sulla compresenza di diverse luci colorate, e la **sintesi sottrattiva**, basata sulla combinazione di pigmenti, siano processi fisici drasticamente diversi, e di come il colore percepito dipenda sia dalla composizione del pigmento che dalla luce che lo illumina, oltre che dalla fisiologia dell'occhio dell'osservatore. La scatola tricromatica rappresenta uno strumento ideale per **attività di previsione, osservazione e spiegazione (Predict-Observe-Explain, in sigla POE)**. Dapprima, infatti, gli studenti formulano ipotesi sul risultato dell'esperimento (fase di previsione), dopo di che osservano i fenomeni che si verificano nella scatola (osservazione) e infine discutono i motivi delle discrepanze tra le loro previsioni e i risultati reali (spiegazione). Questa interazione promuove una maggiore comprensione dei fenomeni fisici coinvolti nel colore, oltre che un generale apprezzamento del workshop nella sua forma complessiva: questo è evidenziato dai risultati di un test proposto sia prima che dopo il workshop, i cui indicatori mostrano un miglioramento netto nella statistica delle risposte corrette.

### Conclusioni

Le esperienze sperimentali condotte nel contesto del workshop sul colore hanno evidenziato alcuni risultati significativi. Gli esperimenti più efficaci sono stati quelli relativi alla sintesi additiva e sottrattiva dei colori, che hanno permesso agli studenti di comprendere meglio come si combinano le luci colorate e come i pigmenti rispondono a diverse fonti luminose.

Un'esperienza particolarmente apprezzata è stata la costruzione di uno spettroscopio fatto in casa utilizzando uno smartphone e un reticolo di diffrazione. Questo strumento ha permesso agli studenti di osservare direttamente gli spettri delle luci e di confrontare sorgenti diverse come LED multicolore, stimolando così una riflessione più approfondita sulla natura della luce e dei colori.

L'uso della scatola tricromatica è stato un altro esperimento di grande impatto. Questa semplice struttura, costruita con materiali facilmente reperibili, ha permesso di osservare l'interazione tra luce

colorata e pigmenti in un ambiente controllato. Gli studenti hanno mostrato sorpresa e interesse nell'osservare risultati che spesso contraddicevano le loro previsioni iniziali, evidenziando il valore di tali esperimenti nel chiarire i concetti di sintesi sottrattiva e la dipendenza del colore dall'illuminazione.

Infine, l'introduzione di argomenti avanzati come i cristalli fotonici, i plasmoni e gli spettri di assorbimento dei pigmenti ha suscitato curiosità, mostrando come le applicazioni moderne della fisica del colore possano essere esplorate anche a livello scolastico. Questi esperimenti hanno non solo consolidato le conoscenze degli studenti sui fenomeni del colore, ma hanno anche offerto uno sguardo verso le frontiere della ricerca scientifica.

### Riferimenti bibliografici

Per maggiori informazioni: <https://fisicapaviaeducational.it/phys4teens/>

Aurelio, D. et al., 'A teaching-learning sequence on colour in the context of a motivational stage for high school students', *J. Phys.: Conf. Ser.* **2727** 012005, doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2727/1/012005> (2024)

Travis R., 'New method for observing, demonstrating, and teaching additive color mixture', *Color Res Appl.* 2021; 46: 954–960. <https://doi.org/10.1002/col.22672> (2021)

Gerritsen, Frans. "Theory and practice of color: a color theory based on laws of perception." (1975).

Olivieri, G., Torosantucci, G., & Vicentini, M. (1988). Coloured shadows. *International Journal of Science Education*, 10(5), 561–569. <https://doi.org/10.1080/0950069880100509>

Kinoshita, S.Y.S. & Yoshioka, S & Miyazaki, Jun. (2008). Physics of structural colors. Reports on Progress in Physics. 71. 076401. <https://doi.org/10.1088/0034-4885/71/7/076401>.

Jordi Gomis-Bresco, Jose Viosca, Structural colour: peacocks, Romans and Robert Hooke, Science in school, Issue 33, 2015 <https://www.scienceinschool.org/article/2015/structural-colour-peacocks-romans-and-robert-hooke/>

P. Vukusic e J. R. Sambles, *Photonic structures in biology*, Nature **424**, 852–855 (2003)

J. D. Joannopoulos, S. G. Johnson, J. N. Winn, R. D. Meade, *Photonics crystals: molding the flow of light*, Princeton University Press, disponibile online all'indirizzo <http://ab-initio.mit.edu/book/>

J. Zi et al., Coloration strategies in peacock feathers, PNAS 100 (22) 12576-12578

Freestone, I., Meeks, N., Sax, M. et al. The Lycurgus Cup — A Roman nanotechnology. Gold Bull 40, 270–277 (2007). <https://doi.org/10.1007/BF03215599>

## **Il fondo nero nei manifesti pubblicitari: alcuni esempi dei primi decenni del XX secolo.**

**Marcello Scalzo**

Dipartimento di Architettura DIDA - Università degli Studi di Firenze - [marcello.scalzo@unifi.it](mailto:marcello.scalzo@unifi.it)

### **Abstract**

Agli inizi del XX secolo, un'importante innovazione compare nei manifesti pubblicitari europei; sino ad allora il fondo del poster appariva come una logica conseguenza della scena rappresentata, riprendendone le caratteristiche compositive e cromatiche. Quello che avveniva, ad esempio, nei manifesti di Jules Chéret, Henri Toulouse-Lautrec, Alfons Mucha, Adolf Hohenstein e altri. Leonetto Cappiello, artista livornese trapiantato a Parigi, realizza nel 1903 la pubblicità per il cioccolato svizzero "Klaus" rivoluzionando radicalmente il concetto della comunicazione di un prodotto; diverse sono le novità che l'artista introduce, tanto è che il manifesto del *Chocolat Klaus* viene considerato un vero e proprio punto fondamentale della sua carriera, che lui stesso definirà: "la seconda tappa della mia evoluzione". Cappiello per primo intuisce che il manifesto pubblicitario deve risaltare dal grigiore monotono del muro ove è affisso, imporsi a ciò che lo circonda, deve essere uno "shock visivo" per chi lo osserva. Il poster pubblicitario deve avere un disegno essenziale e un linguaggio grafico semplice; i suoi colori accesi fan sì che l'osservatore non si distraga nei pochi istanti in cui la sua attenzione è concentrata sul manifesto che sta guardando. Negli anni seguenti Leonetto realizza numerosi poster commerciali dove applica gli stessi principi compositivi: figure disegnate con tratti essenziali, dai colori vivaci e contrastanti, personaggi dalle espressioni allegre e sorridenti, i testi sono essenziali, il più delle volte limitati al solo nome del prodotto pubblicizzato, ma soprattutto il tutto si staglia su fondo nero. Sono pochi in questi anni gli autori che sporadicamente usano il fondo nero nei loro manifesti, ad esempio Marcello Dudovich e Leopoldo Metlicovitz; questo scarso impiego dei fondi scuri si protrae sino al secondo decennio del Novecento, quando i poster di Leonetto Cappiello, ormai conosciuti, diffusi ed apprezzati, diventano modello e fonte di ispirazioni per altri artisti. Ormai la soluzione del fondo nero è utilizzata da molti altri importanti cartellonisti, tra i quali, ad esempio, in Italia Giuseppe Magagnoli detto MAGA, Achille Luciano Mauzan, Plinio Codognato, Severo Pozzati detto SEPO, poi in Francia Jean d'Ylen, Adolphe Mouron, meglio conosciuto come Cassandre, Charles Loupot e Paul Colin. Nel nostro breve contributo intendiamo esporre come le innovazioni pensate da Leonetto Cappiello, in particolare l'impiego del fondo nero nei manifesti pubblicitari, ebbero subito successo tanto da essere adottate nel giro di pochi decenni dai più importanti cartellonisti di inizi Novecento.

**Keywords:** Manifesti, pubblicità, fondo nero, Leonetto Cappiello.

### **Introduzione**

Intorno alla metà del 1800 incredibili progressi interessano le tecniche dell'arte della stampa; l'ideazione della cromolitografia permette di riprodurre in grandi formati immagini a colori, imitando soprattutto le cromie delle tempere o degli oli<sup>35</sup>. Parallelamente in ambito commerciale si acquisisce la consapevolezza di quanto una massiccia pubblicità possa diffondere la conoscenza e la fruizione di un prodotto materiale, di un evento o, addirittura, di un pensiero sociale o politico. L'Ottocento è inoltre l'epoca d'oro della diffusione del manifesto murale; le arti visive, pittura, incisione, si amalgamano all'editoria di largo consumo, dando vita ad una rivoluzione del concetto tradizionale di "arte" che viene destinata all'affissione stradale o ad entrare nelle case sotto forma di poster, ma soprattutto ad imprimersi attraverso immagini iconiche nelle menti di tutti. Le vie delle città diventano

---

35 Hollis R. (2005), *Graphic Design*, Thames & Hudson, London, p. 11.

una sorta di grande museo all'aperto<sup>36</sup>, dove l'arte di strada, protagonisti i poster affissi sui muri, dà l'opportunità a numerosi artisti, *affichiste* alla francese, di acquisire notorietà e fama. La Parigi *fin du siècle* vede l'affermarsi di autori quali Eugène Grasset, Jules Chéret, Henri de Toulouse-Lautrec, Alfons Mucha e altri ancora. Agli inizi del Novecento Leonetto Cappiello, un giovane artista livornese, fa il suo esordio sulla scena artistica parigina: riuscirà a conquistare nel giro di pochi anni un'indiscussa ribalta.



Fig. 1 - Jules Chéret, Redoute des Etudiants, 1894.

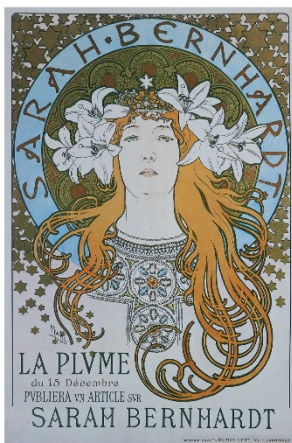


Fig. 2 - Alfons Mucha, La Plume, 1897 ca.



Fig. 3 - Henri Toulouse-Lautrec, May Milton, 1895.



Fig. 4 - Jules Chéret, La Loïe Fuller, 1896.

### Il fondo dei manifesti: dall'esuberanza alla sintesi

L'ambiente artistico parigino sul finire dell'Ottocento è un crogiolo di idee, novità, esperienze; nell'ambito del cartellonismo si sperimentano nuove soluzioni grafiche, finalizzate a dar maggiore risalto al messaggio da comunicare. Si delineano quindi alcuni elementi salienti che compongono il manifesto: immagine principale, destinata a colpire e ad attrarre l'osservatore, il fondo, su cui il soggetto si staglia, il logo o marchio, che identifica il prodotto, l'eventuale slogan, che dovrebbe invogliare il cliente all'acquisto e al consumo e, in ultimo, le informazioni utili, quali indirizzo, località e luogo di vendita. Sebbene la parte centrale del manifesto sia il punto topico su cui si concentra l'attenzione dell'osservatore, non meno importante è la funzione svolta dal fondo su cui la scena si staglia. Il fondale del poster, pur conservando una sua identità e peculiarità grafica, deve assecondare il ruolo da protagonista dell'immagine centrale, risultando comunque indispensabile per esaltare, valorizzare o creare contrasto col soggetto principale. I grandi *affichiste* francesi interpretano e coniugano con fantasia e diversità le componenti del poster. Nel sobrio liberty di Eugène Grasset i fondi a volte sono monocromi, altre, percorsi da striature colorate oppure fronde di alberi o composizioni floreali. Jules Chéret crea dei fondi con una variegata ricchezza di *nuances*, in una molteplicità di transizioni cromatiche fatta di sfumature di colori che vanno dal blu intenso all'azzurro, sino al celeste per poi dissolversi nel bianco del foglio (Fig. 1). Per Alfons Mucha quasi importante come il soggetto del poster è il fondo (Fig. 2), un tripudio di colori, di combinazioni realizzate con elaborati mosaici, tasselli finissimi, studiati sin nei più piccoli dettagli (Scalzo 2022a, pp. 884 ss.); oppure inventa preziose composizioni fitomorfe rese con dovizia di particolari. Henri Toulouse-Lautrec cerca la sintesi grafica, l'essenzialità offerta dal fondo monocromo, poco importa se blu, giallo, ocra, oppure segnato da pochi accenni di ambientazioni, il più delle volte, scenografie di quinte teatrali (Fig. 3). Nel 1896 Jules Chéret è tra i primi a proporre un fondo scuro nei poster; per la Loïe Fuller realizza due manifesti, in questi casi però il fondo nero non è una scelta cromatica (Fig. 4), ma una rappresentazione della realtà: lo spettacolo si svolge nel buio della sala, dove la

36 Meggs P.B., Purvis. A.W., (2006), *History of Graphic Design*, Wiley & Sons, New Jersey, p. 195.



ballerina volteggia nell'oscurità del palcoscenico con un vestito fatto di veli colorati e fluorescenti, illuminati da stretti fasci di luce.

### Leonetto Cappiello: l'esordio parigino, l'innovazione

Nel 1898 arriva nella capitale francese un giovane artista livornese: Leonetto Cappiello. Il suo esordio parigino lo vede realizzare una serie di caricature di personaggi celebri; un inaspettato successo lo proietta nel mondo della pubblicità, dove si afferma nel giro di pochi anni. Sulle orme del solco tracciato da Chéret e Toulouse-Lautrec, verso i quali nutre una forte ammirazione<sup>37</sup>, introduce nel mondo delle “*affichés*” un linguaggio moderno, incisivo e sintetico, dalla grafica essenziale, decisamente staccato da quel, seppure apprezzato, ma sovrabbondante “ornato decorativo” che caratterizza i poster coevi (Scalzo, 2022b, pp. 884 ss.); quella di Cappiello è quasi una “tendenza espressionista molto lontana dallo stile Art Nouveau” (Wlassikoff, 2008, p. 32). I primi manifesti del livornese sono in realtà caricature ingrandite in cui l'artista ci mostra già la sua maestria nell'impaginazione applicando uno dei suoi principi fondamentali: lo sfondo semplice e monocromo su cui il personaggio centrale risalta facilmente; “dapprima utilizzò vari stili, particolarmente influenzato da Lautrec e Chéret, dai quali adottò l'uso dello sfondo a tinta unita” (Hollis, 2005, p.13). Questa preoccupazione per la leggibilità del poster lo differenzia dalla maggior parte dei cartellonisti coevi, che sembrano più interessati ai dettagli che ad una comunicazione efficiente e sintetica. Altri principi fondamentali di Cappiello sono leggibilità ed attribuzione; per essere leggibile, il manifesto deve essere semplice: elementi e caratteri chiari su sfondo scuro, o viceversa; il poster viene realizzato per essere posizionato per la strada, in piena luce, visto velocemente e a distanza<sup>38</sup>. Non deve mai essere in armonia con ciò che lo circonda, anzi, deve risaltare, in totale opposizione; deve inoltre creare una sorta di effetto sorpresa, condizione essenziale di ogni pubblicità che colpisca. I colori utilizzati dovrebbero essere quelli che impressionano meglio la retina, “ma ciò che soprattutto fa un buon manifesto è una linea, quello che lui chiama l'arabesco, sintetico dell'idea: è la linea che dobbiamo cercare e dare secondaria importanza al colore e ai dettagli che devono solo evidenziare, abbellire. Per essere efficace, il manifesto deve anche essere immediatamente associato dal passante ad un marchio: è quindi necessario inventare un personaggio, un animale grottesco o altro che, attraverso la sua ripetizione, sarà indissolubilmente legato al il prodotto” (Weill, 1984, p. 126).



Fig. 5 - L. Cappiello, *Chocolat Klaus*, 1903.



Fig. 6 - L. Cappiello, *Katabexine*, 1903.



Fig. 7 - L. Cappiello, E. & A. Mele, 1903.



Fig. 8 - L. Cappiello, *Cristaux Iodés Proot*, 1905.

37 Viénot J. (1946), *L. Cappiello - sa vie et son Œuvre*, Edition de Clermont, Paris: “I due artisti avevano la stessa ammirazione l'uno per l'altro, la prima volta che si incontrarono, Lautrec venne da Cappiello dicendo senza mezzi termini: Eravamo come due cani l'uno per l'altro, dovevamo incontrarci”. p. 74.

38 I manifesti realizzati con la tecnica litografica, avevano dimensioni varie, ma standard: le più comuni da cm. 70x100, 100x140, 140x200 per arrivare a 200x300 circa. Abitualmente le lastre matrici misuravano 80x110, per cui i manifesti più grandi si ottenevano affiancando singoli fogli. Venivano tirate anche misure inferiori, locandine, di cm. 25x35, 50x60 ed anche il formato cartolina.

### La svolta di Leonetto Cappiello: il fondo nero

Sebbene in precedenza Cappiello avesse già realizzato alcuni poster pubblicitari (il primo per la rivista *Frou-Frou* è del 1899), è il 1903 l'anno della svolta. Una notte sui muri di Parigi<sup>39</sup> appaiono i manifesti del *Chocolat Klaus* (Fig. 5): una donna vestita di verde cavalca un cavallo rosso; le scritte in basso, a caratteri cubitali, sono gialle, lo slogan in blu, il tutto è su fondo nero. Necessarie alcune considerazioni: innanzitutto il prodotto pubblicizzato non appare nel poster, inoltre il ricercato contrasto di colori puri stesi uniformemente sulla superficie evidenzia la dissonanza dei piani cromatici; la novità di maggiore rilievo è l'utilizzo di un fondo nero. Ne consegue che l'immagine dipinta emerge prepotentemente dal fondale scuro, si staglia e si evidenzia palesemente all'osservatore; i caratteri della scritta *Chocolat Klaus*, di un giallo cromo abbagliante, si accendono sul fondo scuro. Cappiello opta per una figura femminile come testimonial, "la donna è prima di tutto seducente, assumendo i lineamenti di famose attrici che sembrano uscire da un music hall: corsetto in vita, scollatura bassa e sorridente" (AA.VV., 2020, p. 14), la ragazza ritratta ha tratti sintetici, retaggio del suo esordio come caricaturista, la donna e il cavallo rosso sono qualcosa di folle, a metà strada fra il sogno e ambientazione da fiaba e, soprattutto, non hanno alcun legame logico con il prodotto da reclamizzare; "l'immagine è dissonante e illogica (...) con il suo movimento accompagna il passante e sembra balzare fuori per rincorrerlo, chiamarlo, costringerlo a girarsi" (Monti-Matucci, 1985, pag. 18). L'artista non deve dare una rappresentazione scrupolosa del prodotto, ma piuttosto 'l'idea': "con *Chocolat Klaus* Cappiello ha virtualmente definito un nuovo concetto nel design dei poster: l'approccio audace che sfonda le barriere della tradizionale moderazione vittoriana e penetra direttamente nel subconscio dello spettatore per evocare immagini che rimangono indelebilmente associate al prodotto pubblicizzato" (Rennert, 2004, p. 16). Nelle sue composizioni Cappiello pone particolare attenzione alla ricerca di quello che definisce "l'arabesco" parola a cui l'artista attribuisce un significato particolare: "arabesco" è un organismo armonico, la struttura essenziale della composizione, "in un certo senso la sua spina dorsale" (Viénot, 1946, p. 57), l'elemento decorativo che collega tra loro le diverse componenti, disegno e colore, per dar loro 'forma', ragione, concretezza. Sempre nel 1903 Cappiello realizza altri manifesti dove impiega il fondo nero: *Amidon au Chat - Hoffmann* e le compresse effervescenti *Katabexine* (Fig. 6). Anche qui il prodotto pubblicizzato è quasi invisibile, l'intero poster è occupato dall'elegante figura sinuosa di donna, dall'abito con colori sgargianti: rosso, fucsia, dal cappello verde, il tutto sovrastato da scritte gialle. Del 1903 è il poster che Leonetto Cappiello realizza per il mercato italiano per l'importante negozio di moda Mele di Napoli (Fig. 7). Questa volta però l'immagine rappresentata non è avulsa dalla tipologia del prodotto pubblicizzato: una coppia vestita elegantemente si staglia su un fondo grigio scuro; questo per creare una leggera differenza cromatica con l'abito da sera nero indossato dall'uomo. Il vestito della donna risalta maggiormente: un tripudio di colori, l'abito rosso, cappello giallo con piume verdi, il boa di piume di struzzo beige, su tutto risaltano le scritte gialle. Il solco è ormai tracciato, Cappiello negli anni seguenti realizza numerosi manifesti, alcuni col fondo, nero diventando un autore di riferimento nell'arte della comunicazione per immagini; le sue idee innovative per la grafica pubblicitaria iniziano ad influenzare le creazioni di numerosi cartellonisti contemporanei e delle generazioni seguenti. "Il nero, colore prima poco utilizzato nella cartellonistica, conquistò un posto di elezione (...) e Cappiello non lo abbandonerà mai del tutto" (AA.VV., 1981, p. 17); negli anni seguenti tra i poster più iconici realizzati dall'artista, quello per *Cristaux Iodés Proot* del 1905 (Fig. 8) dove Cappiello allo slogan "*per vivere lungamente*" associa un vegliardo centenario dalla lunga barba bianca, con indosso un'aderente tuta gialla, in piedi su una scala. Lavora anche per società spagnole, nel poster del "*Coñac del Caballo Verde*" (Fig. 9), sempre

39 Bargiel-Harry R., *Esthétique de l'affiche chez Cappiello*, in AA.VV. (1981), *Cappiello 1875-1942*, Ed. Réunion M.N., Paris, p.16.



del 1905, Capiello ripropone, come per *Chocolat Klaus*, un'accoppiata molto fantasiosa: un'amazzone dai capelli rossi in costume giallo, cavalca un improbabile destriero verde, il tutto su fondo nero e scritte gialle, una vivace composizione che resta impressa nella mente dell'osservatore.



Fig. 9 - L. Capiello, Coñac Caballo Verde, 1905.



Fig. 10 - L. Capiello, Maurin Quina, 1906.



Fig. 11 - L. Capiello, Thermogene, 1909.

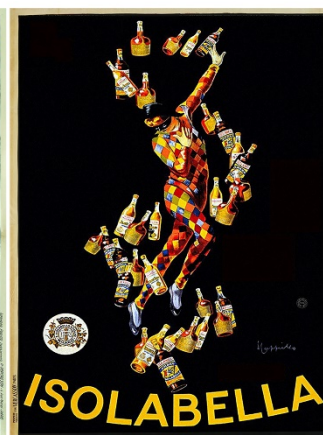


Fig. 12 - L. Capiello, Isolabella, 1910 ca.

Leonetto Capiello nel 1906 realizza un poster stampato da Vercasson<sup>40</sup> per “Maurin Quina Le Puy”<sup>41</sup>; affettuosamente conosciuto come “Il Diavolo Verde” (Fig. 10), un’immagine che sorprende, che unisce qualcosa di sinistro e di ironico, riuscendo ad essere affascinante e avvincente. Istrionico e sornione, il diavolo verde, evidenziato da sfumature viola, è rappresentato nell’atto di stappare una bottiglia rossa. Non c’è da stupirsi se questo manifesto sia una delle icone più memorabili dell’eredità visiva di Capiello. Leonetto è definito l’inventore del “manifesto-marchio” (Villari, 2008, p. 23), perché riesce a creare una forte connessione tra il marchio e l’immagine realizzata, tant’è che la ditta *Thermogène* precisa: “Esigete il Pierrot sputafuoco” (AA.VV., 1981, p. 17), e non “Esigete Thermogène” in quanto l’immagine ideata da Capiello (Fig. 11) vince con la forza della convinzione e si impone definitivamente al consumatore. Il Pierrot di *Thermogène* diventa una pubblicità iconica e longeva, non passa mai di moda in quanto un classico, che durerà dal 1909 per oltre 50 anni. La scelta di una maschera iconica della commedia dell’arte italiana Arlecchino, per pubblicizzare i prodotti della ditta Isolabella, tra il 1909 e il 1910, è forse suggerita dall’italianità del prodotto reclamizzato. Ma anche qui Capiello sorprende e stupisce: il soggetto è una “arlecchina” (Fig. 12), una slanciata figura femminile, dai capelli rossi e dalle labbra vermiglie, che danza sinuosamente tra le bottiglie; un’immagine irrazionale a livello conscio, che però resta inconfondibile a livello emotivo e inconscio. In un’epoca dai ritmi accelerati il passante non ha più tempo di soffermarsi a guardare i manifesti pubblicitari, e quindi non legge più le scritte. I manifesti di Capiello ci offrono immagini prive di orpelli superflui, che nella loro sintesi e essenzialità riescono a colpire, a sorprendere, ad attirare l’attenzione ad ogni costo.

### La diffusione del fondo nero nei manifesti italiani

Dopo il 1903 Leonetto Capiello diviene un autore di riferimento nell’arte della comunicazione per immagini; le sue idee innovative per la grafica pubblicitaria iniziano ad influenzare le creazioni di numerosi cartellonisti sia contemporanei che delle generazioni seguenti.

40 Sui rapporti tra Capielli e lo stampatore Vercasson si veda: AA.VV. 1981, pp. 113 ss., e Scalzo 2022b. pp. 124-125.

41 *Maurin Quina* è un “apéritif”, un vino bianco aromatizzato con ciliegie selvatiche, chinino, mandorle amare e cherry. “Il Diavolo Verde” in particolare evoca la “fée verte” (la fata verde), il soprannome dell’assenzio, una bevanda economica e fortemente alcolica molto popolare durante la *Belle Époque*.



Fig. 13 - P. Codognato, Capparozzi, 1900 ca.



Fig. 14 - P. Codognato, Cillario, 1915 ca.



Fig. 15 - P. Codognato, Motocicli Douglas, 1915.



Fig. 16 - L. Metlicovitz, Marmellate Fede, 1927.

Il fondo scuro prima poco utilizzato nella cartellonistica conquista un posto di elezione, soprattutto dopo il 1910 circa; Cappelletto non lo abbandonerà mai del tutto<sup>42</sup>: “Lo sfondo di un gran numero dei suoi manifesti è un nero pieno che li isola dagli altri manifesti sulla recinzione, e ci sono tante lamine che mettono in risalto i colori violenti...” (AA.VV., 1981, p. 17). La soluzione del fondo scuro inizia a diffondersi tra i cartellonisti, specie italiani, che ne intuiscono la potenzialità grafica. Il veronese Plinio Codognato agli inizi del Novecento realizza un poster per il “Vermut Bianco Capparozzi” (Fig. 13), ma il nero del fondo sembra più dovuto dall’ambientazione della scena, che pare svolgersi nella notte sotto la luce di un lampione, che non ad una reale intenzione dell’autore di utilizzare il fondale scuro. Tempo addietro vi fu una disputa riguardo l’attribuzione della “primogenitura” sull’utilizzo del fondo nero nei poster: “La ricerca della sintesi indirizza Codognato all’utilizzo del fondo nero per numerosi manifesti. Discussa è l’attribuzione del primato temporale tra l’artista veronese e Leonetto Cappelletto” (Martinelli, 2011, p. 110); ma osservando attentamente la cronologia e lo stile delle opere, non possiamo che assegnare il primato all’artista livornese. Nel manifesto per “Rabarbaro Cillario Roma” del 1915 circa, Codognato propone una scena dal fondo nero ambientata tra le rovine della Capitale (Fig. 14), tra il Colosseo e le tre colonne del tempio di Castore e Polluce nel Foro: una bottiglia del liquore nelle vesti di auriga guida un carro trainato da due cavalli rampanti, rossi come la biga, tinte decisamente inusuali, ma destinate ad imprimersi nella memoria dell’osservatore. È il cosiddetto “Rosso Codognato” (Martinelli, 2011, p. 112) che l’artista impiegherà in molti dei suoi poster. Un poster del veronese di forte suggestione è quello dei “Motocicli Douglas”, del 1915: in un cielo nero stellato, a mo’ di cometa fiammeggiante, si staglia il centauro in sella alla moto resi cromaticamente nelle tonalità dal giallo al rosso intenso (Fig. 15); in basso troviamo logo e scritte in un verde brillante. Cappelletto è il primo a disegnare un soggetto di fantasia per reclamizzare un articolo, creando una sorta di sinonimo del prodotto stesso (esempio la pomata *Thermogène*), oppure ispirandosi alla storia associando il prodotto ad un personaggio famoso, una divinità, un soggetto mitologico, un re. Leopoldo Metlicovitz attinge alla letteratura italiana, adottando per il manifesto delle “Marmellate Fede” forse una delle icone più rappresentative della tradizione italiana: Pinocchio (Fig. 16). Fine e raffinato cartellonista, storico grafico della Ditta Ricordi di Milano, autore di famosi manifesti di opere e film, Metlicovitz con garbo e vena umoristica rappresenta il burattino nel suo

<sup>42</sup> La produzione di manifesti commerciale di Cappelletto dal fondo nero è davvero molto ampia; per motivi di sintesi ci siamo limitati a descrivere solo alcuni esempi realizzati nel primo decennio del Novecento.

caratteristico vestito bianco e rosso, mentre mangia con un cucchiaino dal barattolo di marmellata; un cagnolino, dagli stessi colori, lecca le gocce di conserva cadute in terra (Panzeri, 2014, p. 76).



Fig. 17 - M. Dudovich, Stufa Weinhagen, 1906.



Fig. 18 - M. Dudovich, Inchiostrì Rapid, 1906.



Fig. 19 - M. Dudovich, Vermouth Martini, 1920.

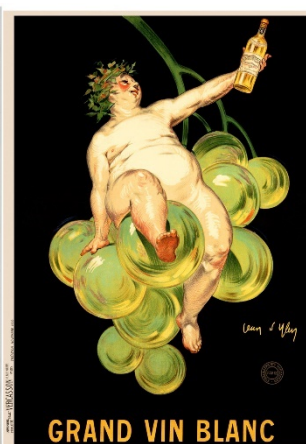


Fig. 20 - Jean d'Ylen, Gran Vin Blanc, 1920.

Ancora di “gusto Liberty” è il manifesto, del 1906 circa, di Marcello Dudovich per la “Stufa Weinhagen” (Fig. 17); la scena, su fondo scuro, vede rappresentati, seduta a riscaldarsi, una giovane donna elegantemente abbigliata, ed un attempato e distinto signore (vestito di nero, per cui integrato nello sfondo) che le scopre la spalla nuda, evidentemente a causa del gran caldo. Piccoli gesti, quasi impercettibili, che però raccontano perfettamente la scena rappresentata. Nei poster di Dudovich “le immagini ritratte sono quasi sempre quelle di donne ...elegantì, benestanti ...di gentiluomini autoritari, sicuri di sé, appartenenti alla classe egemone ”(AA.VV., 1985, p. 43). Per gli “Inchiostrì Rapid” (Fig. 18) Dudovich realizza un poster, datato al 1906, di grande sintesi: il fondo nero, riconducibile al prodotto reclamizzato, diventa protagonista, da qui emergono pochi elementi, il volto, le mani, i capelli rossi di una donna intenta a scrivere su alcuni fogli; completano il manifesto, in basso, il logo e le scritte esplicative. Uno dei poster più iconici di Dudovich decisamente quello per il “Vermouth Bianco” del 1920, un riuscito connubio tra il nero del fondo e l’elegante vestito bianco della ragazza (Fig. 19) che si amplia verso il basso per comprendere la scritta del marchio “Martini & Rossi - Torino”. Jean d’Ylen subentra alla Vercasson come direttore artistico, quando Cappiello, di cui era collaboratore, scioglie il “contratto capestro” (Forni, 2008, p. 79) che lo lega allo stampatore parigino<sup>43</sup>. Jean d’Ylen eredita dal maestro stile, numerosi bozzetti e appunti che Leonetto aveva lasciato alla Vercasson; infatti, nel poster per “Gran Vin Blanc” (Fig. 20) sono palesi i consolidati stilemi del maestro: sul fondo nero un Bacco rubicondo cavalca felice un grappolo di uva bianca.

43 Sulla vicenda si veda: Forni D., Forni R., (2008), *Sepo - settant'anni con l'arte*, Pendragon, Bologna, p. 79.





Fig. 21 - MAGA, Cordial Campari, 1921.



Fig. 22 - A.L. Mauzan, Anisetto Alberti, 1921.



Fig. 23 - Sepo, Sciampagnino Villa, 1920.



Fig. 24 - G. Muggiani, Olio Diana, 1923.

Già rappresentante in Italia dell'editore Vercasson, Giuseppe Magagnoli fonda la MAGA, che in breve diventa la più importante agenzia pubblicitaria italiana; collabora con alcuni dei più noti cartellonisti come Luciano Mauzan, Severo Pozzati Marcello Nizzoli. Nel poster di Magagnoli del 1921 "Cordial Campari" (Fig. 21), il protagonista è un Pierrot che beve golosamente il liquore; predomina il giallo (colore del prodotto pubblicizzato) nelle scritte e nella luce proviene dal basso, come se la scena si svolgesse sul palcoscenico di un teatro. Maga instaura un lungo e proficuo sodalizio professionale con Achille Luciano Mauzan; nella sua pubblicità per "Anisetto Alberti" del 1921 (Fig. 22), l'autore disegna uno strano cavaliere medievale in un'improbabile armatura verde, rappresentato accovacciato nell'atto di aprire la bottiglia con la punta della sua spada. Severo Pozzati, in arte Sepo, propone per Maga nel poster del 1920, per lo "Sciampagnino Villa" (Fig. 23), un buffo personaggio con uno strano abito bianco, un enorme ombrello rosso, tasche e cesta stracolme di bottiglie che, unitamente alle scritte arancioni e gialle, emergono con grande risalto dal fondo nero. Giorgio Muggiani, grafico, pubblicitario, caricaturista, dirigente sportivo e arbitro di calcio, nel suo manifesto del 1923 per l'Olio Diana (Fig. 24), introduce un'importante innovazione nella composizione grafica: la lattina del prodotto e il manico della padella fuoriescono dal bordo bianco che delimita il poster, risultando rifilati "a vivo", dando la sensazione che la scena rappresentata continui oltre i limiti fisici del poster.



Fig. 25 - G. Cappadonia, Touring Oils, 1920.



Fig. 26 - M. Bazzi, 5 Oxid, 1922.



Fig. 27 - F. Seneca, Pastina Buitoni, 1928.



Fig. 28 - L. Cappiello, Nitrolian, 1929.

Non possiamo negare a Giuseppe Cappadonia un notevole senso dell'umorismo; nel poster per "Touring Oil" del 1920 (Fig. 25), in un buio cielo stellato, rappresenta una fiammante auto rossa, lanciata nello spazio a tutta velocità nell'atto di centrare una perplessa e dolorante luna gialla. La vena umoristica e sarcastica di Mario Bazzi è evidente nel manifesto "Concentrato 5 Oxid" dove una figura, quasi immateriale, formata da un candido vestiario fatto di camicia, mutandoni calzerotti, si aggira nel fondo nero sollevando una bottiglia del prodotto (Fig. 26); le scritte verdi e gialle ne assicurano la visibilità. Federico Seneca storico grafico della Perugia, nel poster per la "Pastina glutinata Buitoni" del 1928 (Fig. 27) (entrambi i marchi facevano parte della stessa holding), rappresenta molto schematizzata una suora di San Vincenzo<sup>44</sup> nell'atto di portare ai malati un piatto con pastina e brodo caldo. Da notare i colori scelti per le scritte, giallo, rosso, arancio, chiaro riferimento al tuorlo d'uovo.

## Conclusioni

"Le materie prime a disposizione di Cappiello per trasmettere l'idea sono essenzialmente il colore e il movimento" (Cappiello, 1981, p. 17); questa frase è sintomatica di come l'artista sia riuscito a innovare e a modificare radicalmente la cartellonistica pubblicitaria mondiale attraverso l'impiego di pochi elementi basilari, rendendo il linguaggio comunicativo dei manifesti commerciali semplice ed efficace (Fig. 28). La sua innovazione non sta solo nell'introduzione dei fondi scuri, ma più in generale sull'uso dello sfondo monocromo, non importa se verde, rosso, blu o marrone; tale rinnovamento rende l'immagine principale più riconoscibile ed iconica, questo unito all'utilizzo dei colori complementari, per le figure e le scritte, crea contrasto e dà risalto alla composizione. Cappiello realizza tra il 1903 e il 1920 numerosissimi poster dal fondale scuro, diffondendone in poco più di un decennio l'impiego tra i cartellonisti coevi. Un nutrito gruppo di artisti europei seguirà le sue orme adottando il fondo nero nei manifesti commerciali, a dimostrazione della validità e bontà delle idee innovative e rivoluzionarie del grande Leonetto Cappiello.

## Riferimenti bibliografici

- AA.VV. (1981), *Cappiello 1875-1942*, Edition de la Réunion des Musées Nationaux, Paris.
- AA.VV. (1985), *Marcello Dudovich 1878-1962. 100 manifesti per la Rinascente*, Fabbri Ed., Milano.
- Carnévalé-Mauzan M. (a cura) (2001), *Les poster de Mauzan 1883-1952*, Impr. Deux-Ponts, Gières.
- Forni D., Forni R. (2008), *Sepo - settant'anni con l'arte*, Pendragon, Bologna.
- Hollis R. (2005), *Graphic Design. A concise History*, Thames & Hudson, London.
- Monti R., Matucci E. (1985), *Leonetto Cappiello - dalla pittura alla grafica*, Artificio, Firenze.
- Martinelli F. (2011), *Plinio Codognato l'arte della pubblicità*, Quinta Parete Editore, Verona.
- Meggs P.B., Purvis. A.W. (2006), *History of Graphic Design*, Wiley & Sons, New Jersey.
- Panzeri F. (a cura) (2014), *Leopoldo Metlicovitz a Ponte Lambro*, Graficalampo, Monguzzo (CO).
- Rennert J. (2004), *Cappiello. The poster of Leonetto Cappiello*, The Poster Art Library, New York.

---

44 Le Figlie della Carità di S. Vincenzo de' Paoli si dedicavano alla cura di orfani e all'assistenza dei malati negli ospedali.

Scalzo M. (2022a), *Comunicazione ed estetizzazione nei poster di Alfons Mucha: alcune note sul rapporto tra arte e pubblicità nella Parigi di fine Ottocento*, in *Linguaggi grafici. Decorazione, Pubblica*, Alghero.

Scalzo M. (2022b), *I manifesti di Leonetto Cappiello e Jean d'Ylen: il colore diventa protagonista*, in XVII Conferenza del Colore, Firenze.

Viénot J. (1946), *L. Cappiello - sa vie et son Œuvre*, Edition de Clermont, Paris.

Villari A. (a cura) (2008), *L'arte della pubblicità. 1920-1940*, Silvana Ed., Milano.

Wlassikoff M. (2008), *Histoire du graphisme en France*, Les Arts Décoratifs, Paris.



# L'uso del colore nella comunicazione visiva dei siti web municipali italiani

Enea Ahmedhodzic<sup>1</sup>, Beatrice Sarti<sup>1</sup>, Andrea Mario Trentini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Informatica “Giovanni degli Antoni”, Università degli Studi di Milano

Contatto: Enea Ahmedhodzic, enea.ahmedhodzic@unimi.it

## Abstract

La comunicazione visiva è essenziale nella società odierna, e i colori giocano un ruolo chiave nel trasmettere fiducia e identità istituzionale. Designers Italia, progetto del Dipartimento per la Trasformazione Digitale e AGID (Agenzia per l'Italia Digitale), ha creato un modello di sito web per i comuni italiani, volto a rispettare le linee guida nazionali e migliorare l'accessibilità.

Questo studio analizza le tendenze cromatiche nei siti web comunali per verificare il rispetto del modello governativo, identificare i colori prevalenti e individuare eventuali significati che vanno oltre l'estetica, come l'identità culturale o i messaggi sociali. Attraverso l'estrazione automatica di dati HTML e screenshot, abbiamo strutturato un'analisi dei colori più utilizzati, evidenziando le differenze tra il colore codificato e quello visualizzato sugli schermi.

**Keywords:** Comuni italiani, Designers Italia, Comunicazione, Pubblica amministrazione, Colore nei siti web.

## Introduzione

La comunicazione è un aspetto fondamentale nella società odierna. Nel contesto della comunicazione visiva, i colori vengono utilizzati per coinvolgere e trasmettere messaggi alle persone, con l'intento di ottenere un riscontro economico o di fiducia. I colori giocano infatti un ruolo fondamentale nel modo in cui i consumatori percepiscono i prodotti e i servizi.

Designers Italia è un progetto avviato nel 2015 dal governo italiano per rendere i servizi digitali più efficienti e accessibili ai cittadini (Dellapiana, Gunetti and Scodeller, 2020). Tuttavia, la percezione visiva non si limita al colore principale: elementi come la combinazione dei colori, il layout, l'estetica complessiva, i font e la presentazione delle informazioni possono influenzare il giudizio di credibilità degli utenti. Tali giudizi sono spesso difficili da spiegare, poiché legati a fattori intangibili come le prime impressioni, la dinamicità e l'affidabilità percepita del sito (Robins and Holmes, 2008). Non a caso quindi, l'introduzione del “Blu Italia” da parte di Designers Italia<sup>45</sup> rappresenta una scelta mirata per conferire uno stile rappresentativo e coeso ai siti web delle pubbliche amministrazioni italiane.

La storia del blu in Italia affonda le sue radici ben prima dell'introduzione delle “Linee guida di design<sup>46</sup>”: risale infatti al Rinascimento, periodo in cui il blu ottenne un nuovo prestigio grazie all'utilizzo del pigmento oltremare, estratto dal lapislazzuli. Da colore relativamente poco utilizzato nell'antichità, il blu divenne una tinta nobile e apprezzata, scelta per rappresentare figure sacre come la Vergine Maria, raffigurata con il manto blu in numerose opere, fino ai giorni recenti (Falcinelli, 2017).

L'adozione ufficiale del blu e dell'azzurro in contesti istituzionali si collega anche all'introduzione della maglia azzurra<sup>47</sup> nel calcio italiano, avvenuta il 6 gennaio 1911. Questa scelta cromatica, priva

---

<sup>45</sup> Designers, <https://designers.italia.it> (consultato il 10 giugno 2024).

<sup>46</sup> Linee guida di design, *Designers Italia*, <https://designers.italia.it/norme-e-riferimenti/linee-guida-di-design/> consultato il 10 giugno 2024).

<sup>47</sup> “1911: esordio maglia azzurra,” *Federazione Italiana Giuoco Calcio (FIGC)*, <https://figc.it/it/federazione/la-federazione/la-storia-della-federazione/approfondimenti/1911-esordio-maglia-azzurra/> (consultato il 6 novembre 2024).

di una diretta corrispondenza con il tricolore nazionale, rifletteva il legame con la dinastia Savoia, allora regnante (Benelli, 2015). L'azzurro, o più precisamente il "Blu Savoia," era il colore dello stendardo della casa reale e si ispirava al manto della Vergine Maria, figura di grande devozione per la casata. Da allora, il "Blu Savoia" è divenuto un simbolo nazionale, conservando il suo significato fino a oggi (Aciri, 2024).

Nei contesti digitali, i siti web che utilizzano principalmente il blu attivano pattern neurali tipici della risposta a stimoli piacevoli e belli, rappresentando quindi una forma di elaborazione emotiva e di attribuzione positiva, specialmente se confrontati con altri colori (Nissen, 2020). Questa caratteristica è significativa per le pubbliche amministrazioni, poiché l'uso del blu nei siti istituzionali potrebbe incrementare l'attrattività e la fiducia dei cittadini nei confronti degli enti.

L'obiettivo di questo lavoro non è soltanto quello di concentrarsi sul colore principale indicato dalle linee guida, ma anche di comprendere e analizzare l'uso dei colori nei siti web ufficiali dei comuni italiani. Le tendenze cromatiche possono infatti influenzare la percezione dei cittadini, e ci proponiamo di indagare i possibili legami tra le scelte cromatiche e le caratteristiche dei diversi comuni.

Nel 2022, il Dipartimento per la Trasformazione Digitale ha stanziato fondi attraverso due avvisi pubblici, mettendo a disposizione circa 400 milioni di euro per 3361 enti comunali nel mese di aprile<sup>48</sup>, e circa 346 milioni di euro per 3241 enti nel mese di settembre<sup>49</sup>. L'obiettivo di questi finanziamenti era il miglioramento dei siti web delle pubbliche amministrazioni e dei relativi servizi digitali per i cittadini, con l'obbligo di implementare il modello di sito comunale proposto da Designers Italia.

In totale, sono stati finanziati 6602 enti per un totale di circa 746 milioni di euro, come risulta dai decreti di approvazione del Dipartimento per la Trasformazione Digitale: tuttavia, in Italia ci sono 7896 comuni secondo i dati ISTAT<sup>50</sup> aggiornati a gennaio 2024. La scelta di focalizzarci sugli enti finanziati ci consente di monitorare quanti di questi abbiano implementato il modello proposto. I nominativi degli enti finanziati sono disponibili in formato CSV o JSON nella pagina dedicata agli open data di PA Digitale 2026<sup>51</sup>. Grazie a questi dati e alla possibilità di accedere ad altri dataset, come forniti da ISTAT e l'Agenzia per l'Italia Digitale (AGID)<sup>52</sup>, è stato possibile identificare i colori maggiormente utilizzati sui siti web ufficiali dei comuni italiani e analizzare come questi si distribuiscano nei diversi contesti demografici e geografici.

Questo studio, si concentra sull'analisi del colore dell'intestazione dei siti web comunali italiani, in quanto l'header rappresenta uno degli elementi più visibili e riconoscibili dell'identità di un sito. Le intestazioni forniscono identità al sito e supportano la navigazione globale, con strumenti come la ricerca e altri elementi utili. Nonostante le differenze tecniche e di struttura da sito a sito, gli header seguono un modello di design relativamente costante e fungono da punto di riferimento visivo per gli utenti, consolidando la percezione dell'intero sito come un'entità unica e coerente (Lynch and Horton, 2009).

<sup>48</sup> Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per la trasformazione digitale, *Decreto di approvazione elenco istanze ammesse a valere sull'Avviso Pubblico "Esperienza del Cittadino nei servizi pubblici" – Aprile 2022, Finestra temporale n. 1*, decreto n. 32-1/2022-PNRR e *Finestra temporale n. 2*, decreto n. 32-2/2022-PNRR. Disponibile su: [https://areariservata.padigitale2026.gov.it/Pa\\_digitale2026\\_avvisi](https://areariservata.padigitale2026.gov.it/Pa_digitale2026_avvisi).

<sup>49</sup> Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per la trasformazione digitale, *Decreto di approvazione elenco istanze ammesse a valere sull'Avviso Pubblico "Esperienza del Cittadino nei servizi pubblici" – Settembre 2022, Finestra temporale n. 1*, decreto n. 135/2022 – PNRR. Disponibile su: [https://areariservata.padigitale2026.gov.it/Pa\\_digitale2026\\_avvisi](https://areariservata.padigitale2026.gov.it/Pa_digitale2026_avvisi).

<sup>50</sup> ISTAT, <https://www.istat.it> (consultato il 05/06/2024)

<sup>51</sup> PA Digitale 2026, <https://padigitale2026.gov.it> (consultato il 05/06/2024)

<sup>52</sup> Agenzia per l'Italia Digitale (AGID), <https://www.agid.gov.it> (consultato il 05/06/2024)

Bootstrap Italia, il tema CMS utilizzato per i siti comunali, è messo a disposizione da Designers Italia, sotto il modello *Comuni*<sup>53</sup>, in modalità open source. Viene fornito insieme a risorse come l'HTML e i temi per CMS, basati sulle migliori pratiche e linee guida sull'accessibilità degli strumenti informatici. Questo studio mira a identificare e analizzare i colori predominanti negli header dei siti web comunali italiani attraverso una raccolta automatizzata dei dati, inclusi i codici HTML e screenshot di ciascuna homepage. I dati raccolti sono stati strutturati per facilitare l'analisi dei colori principali e generare visualizzazioni utili a evidenziare eventuali differenze tra i colori utilizzati dai diversi comuni, nonché tra il colore codificato nel linguaggio HTML e quello effettivamente visualizzato sugli schermi.

## Metodologia

Per l'analisi dei siti web comunali italiani, è stato sviluppato uno script Python per automatizzare la raccolta, il filtraggio e la verifica dei dati. I dati iniziali sono stati acquisiti dal sito AGID tramite un dataset CSV contenente informazioni sui comuni italiani e i loro URL istituzionali. La pulizia degli URL è stata necessaria a causa di formati incoerenti, come l'assenza di prefissi ("http://" o "https://") e domini incompleti. Quando possibile, gli URL sono stati normalizzati per correggere i formati incompleti e renderli uniformi e utilizzabili, adottando il prefisso 'http://'. Dopo la pulizia, il dataset è stato filtrato per includere solo i comuni, ottenendo **7878** record, un numero leggermente inferiore a quello dichiarato da ISTAT. La raggiungibilità dei siti è stata verificata tramite *Selenium WebDriver*<sup>54</sup>, che ha identificato i siti attivi e rilevato la presenza del file CSS "bootstrap-italia" con *BeautifulSoup*<sup>55</sup>. Questa verifica ha riportato un totale di **3160** comuni. I dati sono stati poi confrontati con il dataset di PA Digitale sui comuni finanziati nel progetto "1.4.1 Esperienza del Cittadino nei servizi pubblici", anch'esso filtrato e ripulito da duplicati. A seguito dell'integrazione dei dati, il numero totale di comuni è stato ridotto a **2885**.

Per questi siti, è stato estratto il colore dell'header direttamente dall'HTML e acquisito uno screenshot della homepage. Per ottenere i valori dei colori di sfondo delle intestazioni, sono stati estratti i colori di due specifici elementi: il wrapper superiore (*it-header-slim-wrapper*) e il wrapper centrale (*it-header-center-wrapper*). In questo articolo, ci concentreremo unicamente sull'analisi del wrapper centrale, mentre i dati del wrapper superiore sono stati raccolti per analisi future. Questi colori, individuati nel modello HTML del Comune, sono stati aggiunti al dataset per ottenere un quadro dettagliato delle scelte cromatiche adottate, facilitando ulteriori analisi.

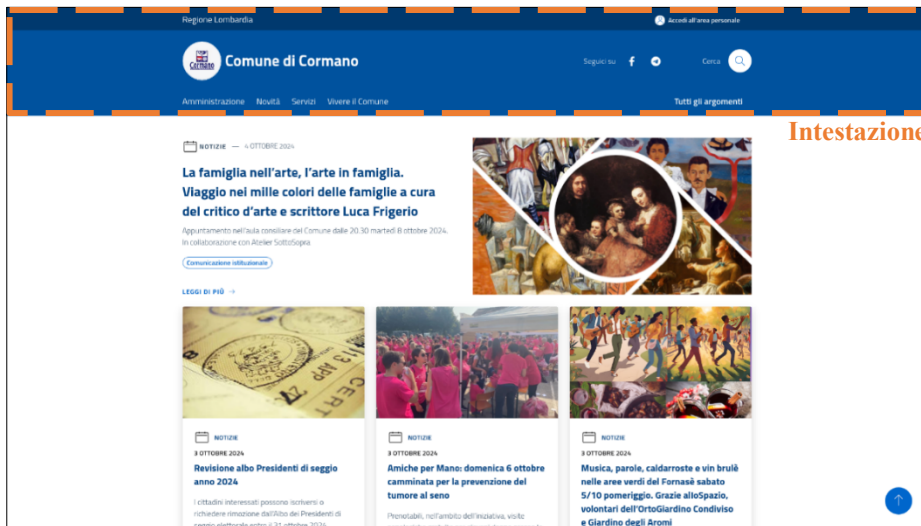
Gli screenshot, invece, sono ottenuti automaticamente utilizzando la libreria *Selenium WebDriver* per l'interazione con il browser. La gestione del browser è stata supportata dal pacchetto *webdriver\_manager* che ha permesso l'installazione automatica di ChromeDriver. Per garantire la riproducibilità e ridurre il carico computazionale, il browser Chrome è stato configurato in modalità senza interfaccia grafica, con dimensioni della finestra impostate a 1920x1080 pixel. Per chiudere automaticamente i banner di accettazione dei cookie è stata utilizzata l'estensione *I still don't care about cookies* e per ogni URL lo script ha acquisito uno screenshot della pagina dopo un timeout di 30 secondi per consentire il caricamento completo del sito web.

---

<sup>53</sup> Modello *Comuni*, <https://designers.italia.it/modelli/comuni/> (consultato il 15/05/2024)

<sup>54</sup> *Selenium WebDriver*, <https://pypi.org/project/selenium/> (consultato il 09/11/2024)

<sup>55</sup> *Beautiful Soup*, <https://pypi.org/project/beautifulsoup4/> (consultato il 09/11/2024)



(a)



(b)

Fig. 9 – (a) Esempio di screenshot della homepage di un comune e (b) relativi colori dominanti in ordine di abbondanza dall'alto verso il basso

I valori RGB (nello spazio colore sRGB) dei pixel di un ritaglio rettangolare di 1900x223 pixel corrispondente all'intestazione (vedi Fig. 9a) sono stati poi raggruppati in 5 cluster mediante l'algoritmo K-means, impostando un random seed di 42 per la ripetibilità dei risultati. I colori dominanti dell'intestazione sono stati quindi identificati nei tre cluster con il maggior numero di occorrenze (vedi Fig. 9b).

La corrispondenza tra i colori dell'intestazione estratti dall'HTML e quelli ottenuti dallo screenshot è stata verificata confrontando i valori sRGB con una tolleranza di  $\pm 7$  unità per ciascuna componente (R, G e B). Solamente 28 sui 2885 siti iniziali hanno mostrato discrepanze nei colori. Tramite controllo manuale è stato visto che nella maggior parte dei casi lo screenshot risultava non essere corretto per il caricamento non completo della pagina o per la presenza del banner dei cookies che l'estensione di Chrome non era riuscita a chiudere. Sui 28 siti, solamente 4 riportavano nel bootstrap un colore diverso da quello visualizzato online, e per questo sono stati esclusi dalle analisi successive, riducendo così a **2881** il numero dei comuni su cui è stata condotta l'analisi.

In particolare, i colori grigi, bianchi e neri sono stati identificati nella zona degli acromatici con un intorno di 10 unità dal centro di coordinate (0,0) e successivamente classificati in base alla luminosità: Nero ( $L^* < 10$ ), Grigio ( $L^*$  tra 10 e 90) e Bianco ( $L^* > 90$ ). I colori restanti sono stati invece suddivisi nei rimanenti 8 gruppi in funzione della loro posizione angolare nel piano  $a^*b^*$ . Questa posizione angolare è stata calcolata come l'arcotangente dei valori  $a^*$  e  $b^*$ , che restituisce l'angolo  $H^\circ$  nel sistema Hue dello spazio colore CIE  $L^*a^*b^*$ . I range di valori angolari nel sistema Hue di ciascuna categoria sono stati stabiliti empiricamente come segue: Rosa ( $0^\circ$ - $27^\circ$ ), Rosso ( $27^\circ$ - $45^\circ$ ), Arancione ( $45^\circ$ - $58^\circ$ ), Marrone ( $58^\circ$ - $78^\circ$ ), Giallo ( $78^\circ$ - $90^\circ$ ), Verde ( $90^\circ$ - $200^\circ$ ), Blu ( $200^\circ$ - $320^\circ$ ) e Viola ( $320^\circ$ - $360^\circ$ ).

Questi 11 gruppi sono stati utilizzati per visualizzare e analizzare la distribuzione dei colori degli header centrali dei siti comunali in relazione ai colori raccomandati dalla linea guida di Designers Italia, al contesto demografico e geografico. Il dataset utilizzato per il confronto con l'header centrale, scaricato da ISTAT, è denominato *Classificazioni statistiche e dimensioni dei comuni* e contiene informazioni dettagliate sui comuni italiani, incluse elaborazioni di carattere geomorfologico e di insediamento urbano. Questo dataset ha permesso di analizzare la distribuzione cromatica degli header dei siti comunali secondo due criteri principali: la classificazione come comuni litoranei o non litoranei, e la suddivisione in fasce demografiche in base alla popolazione.

## Risultati e Discussione

Come illustrato nella Fig. 2, sono presenti numerose altre varianti di blu, rosso, verde e altri colori. La Fig. 10a mostra la distribuzione del colore dell'intestazione dei siti comunali sulle componenti  $a^*$  e  $b^*$  dello spazio CIE  $L^*a^*b^*$ . La densità dei punti evidenzia una predominanza delle tonalità di blu, rosso e verde. Questo andamento è ulteriormente confermato dalla Fig. 10b che rappresenta invece l'istogramma dei colori dei comuni in base alla loro distribuzione angolare. L'istogramma consente infatti di visualizzare la frequenza relativa dei colori nei vari settori angolari, fornendo una panoramica dettagliata della distribuzione delle tonalità utilizzate.

Dalla classificazione negli 11 gruppi della teoria del Color Naming risultano 1735 comuni che utilizzano il blu, 561 il verde, 256 il rosso, 199 il bianco, 41 l'arancione, 9 il viola, 66 il rosa, 6 il giallo, 5 il marrone, 2 il grigio e 1 il nero.

La pagina web dedicata a Bootstrap Italia pubblica i colori personalizzati per gli sfondi, per i quali i Colori Primari corrispondono esattamente al Blu Italia (#0066CC) e al Bianco (#FFFFFF). Questi valori sono stati confrontati con quelli ottenuti dal codice HTML, evidenziando che il Blu Italia è presente nell'header centrale di soli **107** comuni, mentre il Bianco è utilizzato in **198** comuni.

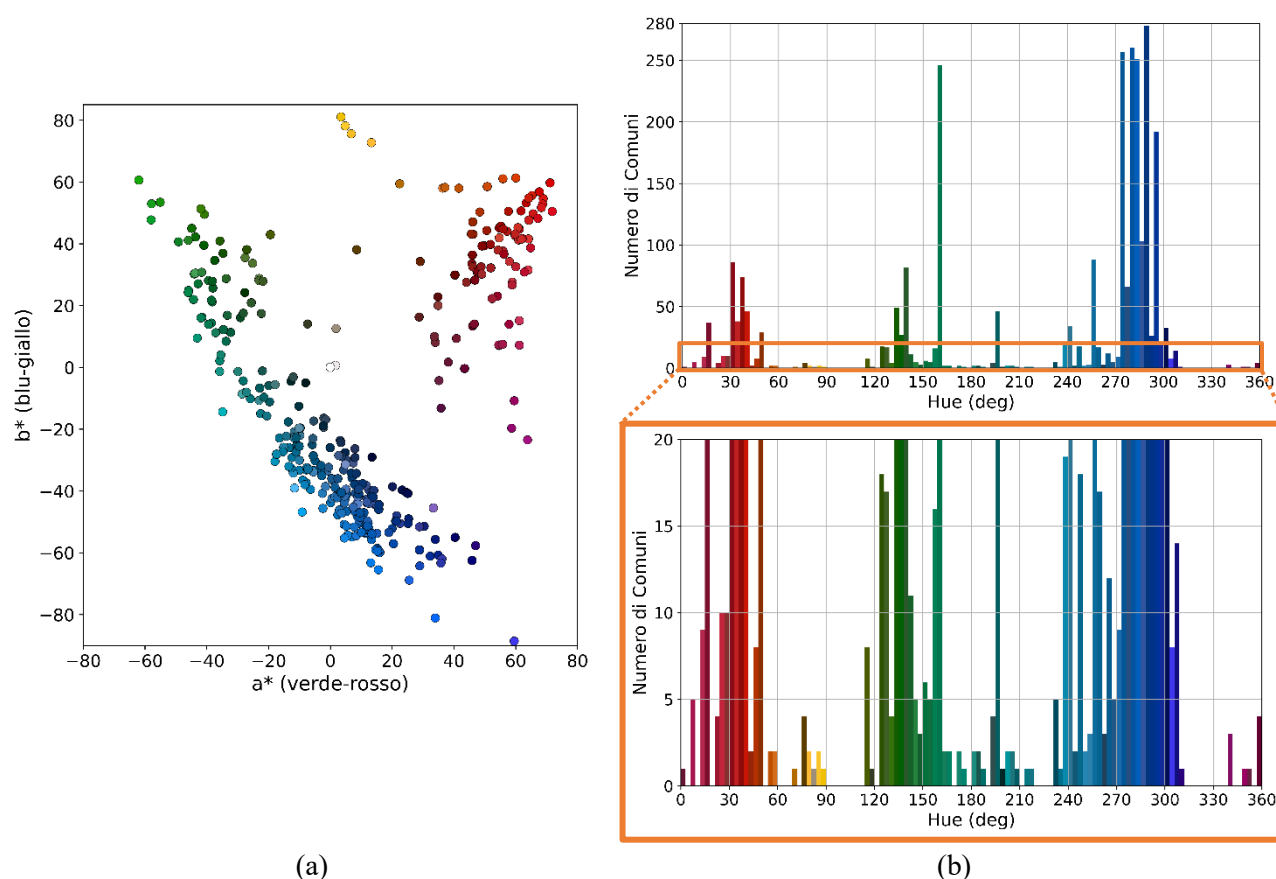


Fig. 10 – (a) proiezione dei colori dei siti sulle componenti  $a^*$  e  $b^*$  dello spazio CIE  $L^*a^*b^*$  e (b) istogramma della distribuzione dei colori secondo il sistema Hue di CIE  $L^*a^*b^*$  e relativo ingrandimento

### Contesto demografico

L'obiettivo di questa analisi è esaminare i colori predominanti negli header dei siti comunali italiani in relazione alle dimensioni della popolazione dei comuni, esplorando possibili differenze tra piccoli comuni e grandi città. L'intento è individuare eventuali relazioni tra la scelta cromatica e la dimensione della comunità servita. I comuni sono stati suddivisi in quattro categorie demografiche: Piccoli Comuni ( $\leq 5000$  abitanti), Comuni Medi (5001-20000 abitanti), Comuni Grandi (20001-50000 abitanti) e Metropoli ( $> 50000$  abitanti).

Il grafico (Fig. 3) illustra la percentuale di comuni in ciascun gruppo demografico che utilizza specifici colori per gli header. Dalla distribuzione, emerge chiaramente che il blu è il colore dominante in tutte le fasce demografiche, con una presenza particolarmente elevata nei Comuni Medi e un utilizzo leggermente inferiore nelle Metropoli. Altri colori, come il verde e il rosso, mostrano una presenza minore e limitata, mentre i colori neutri e varianti come il viola, il giallo e l'arancione sono utilizzati solo raramente.

Analizzando la fascia delle Metropoli, si osserva che i colori principali utilizzati sono cinque: il blu, i colori della bandiera italiana (verde, bianco, rosso) e il grigio, quest'ultimo presente in percentuale nettamente inferiore. Con la diminuzione della popolazione, aumenta la varietà dei colori utilizzati, suggerendo una maggiore diversificazione cromatica nei comuni più piccoli. Questa analisi consente di evidenziare sottili variazioni nelle scelte cromatiche, soprattutto all'interno delle fasce demografiche più piccole, rivelando una gamma cromatica che non emerge nei gruppi più grandi.

Questi risultati suggeriscono che, sebbene il blu, colore associato al comfort e alla sicurezza (Kaya and Epps, 2004), rimanga la scelta cromatica preferita a livello nazionale, esiste una varietà di colori che potrebbe riflettere differenze di identità regionale o di stile a livello locale.

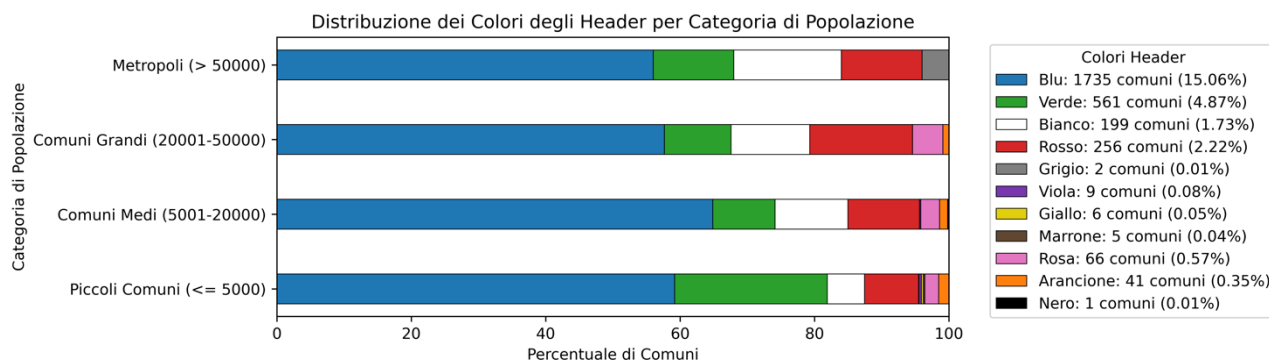


Fig. 3 – Distribuzione percentuale dei colori degli header centrali dei siti web comunali italiani in base alle categorie demografiche di popolazione.

### Contesto geografico

In questa analisi, si considera l'influenza della posizione geografica, come la vicinanza al mare, per valutare se i colori utilizzati rispecchino l'ambiente circostante e il paesaggio naturale del comune. L'analisi della distribuzione dei colori negli header dei siti web comunali rivela tendenze significative in relazione alla posizione litoranea dei comuni (Fig. 4). Il blu emerge come il colore dominante in entrambi i gruppi, con una prevalenza del 37,79% nei comuni litoranei e del 29,62% nei comuni non litoranei. Questa predilezione potrebbe riflettere un'associazione con l'identità nazionale e con l'uso del blu come colore istituzionale, generalmente associato a "benessere, fiducia e sicurezza" (Lichtlé, 2007), oltre che a un richiamo al mare.



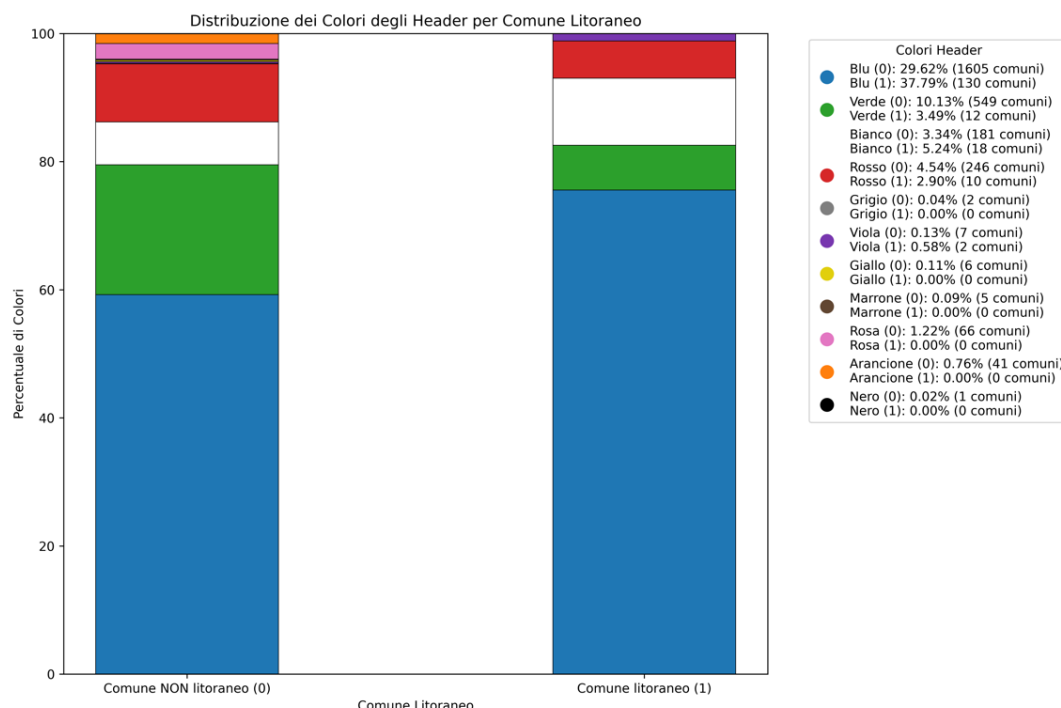


Fig. 4 – Distribuzione dei colori degli header dei siti web comunali in percentuale, suddivisa per comuni litoranei e non litoranei

Nei comuni non litoranei, si osserva una maggiore varietà cromatica. Il verde, ad esempio, rappresenta il 10,13% nei comuni non litoranei, mentre scende al 3,49% nei comuni litoranei. Questo potrebbe suggerire un legame simbolico con il paesaggio naturale o un'associazione con temi ambientali più accentuata nei comuni interni. Inoltre, il colore verde evoca principalmente emozioni positive come relax e comfort, poiché, secondo lo studio di (Kaya and Epps, 2004), richiama la tranquillità e la naturalezza.

Il bianco è utilizzato nel 5,24% dei comuni litoranei rispetto al 3,34% dei comuni non litoranei, mentre il rosso appare nel 4,54% dei comuni non litoranei e nel 2,90% dei comuni litoranei. La presenza di colori neutri, come il grigio (0,04%) e il nero (0,02%), è minima e limitata principalmente ai comuni non litoranei. Altri colori come il rosa (1,22% nei comuni non litoranei) e l'arancione (0,76% nei comuni non litoranei) sono assenti nei comuni litoranei, suggerendo una palette più varia e vivace nei comuni interni.

In generale si può dire che queste percentuali indicano una preferenza per il blu nei comuni costieri, ma una maggiore diversificazione cromatica nei comuni non litoranei. La varietà di colori nei comuni interni potrebbe riflettere un'espressione più localizzata e diversificata dell'identità visiva, adattata ai contesti culturali e ambientali locali.

### Conclusioni e Progetti Futuri

In questo studio sono stati analizzati i colori utilizzati nelle intestazioni dei siti web degli enti comunali italiani. Il metodo utilizzato per l'estrazione automatica dei colori ha permesso di confrontare i colori definiti nel codice HTML con quelli percepiti visivamente sugli schermi. Questo approccio ha rivelato alcune discrepanze, principalmente dovute a problemi di caricamento delle pagine e alla presenza di elementi interferenti, come i banner dei cookie. Questi aspetti evidenziano che l'uso esclusivo di screenshot automatici non è sempre sufficiente per estrarre con precisione i colori principali, mentre una maggiore uniformità nel codice HTML faciliterebbe controlli più rapidi e accurati (anche da parte del governo) su diverse caratteristiche dei siti comunali.

Questa strumentazione non solo risulta utile per ricercatori e cittadini, ma offre anche al governo uno strumento efficace per monitorare il lavoro delle pubbliche amministrazioni, migliorando la trasparenza e la coerenza dei servizi digitali.

L'analisi dei colori predominanti negli header dei siti web comunali italiani ha evidenziato un uso significativo del blu, in diverse varianti, che rappresenta una scelta cromatica coerente con le linee guida di Designers Italia e con l'identità visiva nazionale. Il blu, utilizzato in modo particolare nei comuni costieri, riflette una connessione con il mare, oltre a evocare valori di fiducia e sicurezza, come confermato dalla letteratura. La varietà di colori nei comuni non litoranei suggerisce una maggiore diversificazione cromatica, con un uso più frequente del verde, probabilmente associato al paesaggio naturale.

Lo studio inoltre mostra come i comuni più piccoli tendano a diversificare maggiormente i colori nei propri header rispetto alle metropoli, che prediligono una gamma più limitata e neutra. Tale diversificazione cromatica potrebbe essere un'espressione dell'identità locale e rispecchiare una volontà di rappresentare le specificità culturali e territoriali.

In sintesi, il presente lavoro ha fornito una base quantitativa per comprendere le tendenze cromatiche nei siti web dei comuni italiani, evidenziando come il colore possa svolgere un ruolo importante nella comunicazione visiva istituzionale.

Le ricerche future, già avviate, prevedono ulteriori analisi sul dataset dell'ISTAT, con l'obiettivo di verificare se esistano differenze nelle scelte cromatiche tra le diverse regioni italiane. Si esplorerà anche l'influenza del grado di urbanizzazione, considerando come questo possa riflettersi sulle caratteristiche demografiche e socioculturali di ciascun comune. L'altitudine del centro del comune sarà un altro fattore da esaminare, poiché potrebbe influire indirettamente sulle scelte cromatiche adottate per il sito web. Ad esempio, i comuni montani potrebbero preferire colori che richiamano la natura, come il verde, già osservato nei comuni non litoranei.

Inoltre, verrà approfondita l'analisi delle scelte cromatiche in relazione all'affiliazione politica delle amministrazioni comunali, per valutare se certi colori siano preferiti per trasmettere particolari valori o per riflettere l'identità politica del comune, utilizzando i dati forniti dal Ministero dell'Interno<sup>56</sup>.

Tutte le analisi saranno infine estese anche al wrapper superiore dell'intestazione, al fine di ottenere una visione completa dell'header e dei colori utilizzati, fornendo così una rappresentazione visiva più accurata e completa dell'identità cromatica dei siti web dei comunali italiani.

### Riferimenti bibliografici

Acri, B. (2024) Perché l'azzurro è il colore dell'Italia nello sport? La storia e le divise Armani della squadra italiana alle Olimpiadi di Parigi 2024, Olympics.com. Available at: <https://olympics.com/it/notizie/giornata-mondiale-colore-storia-azzurro-divise-italia-parigi-2024> (Accessed: 8 November 2024).

Benelli, E. (2015) Progettare il volto delle istituzioni: L'immagine coordinata per i servizi, gli enti e le associazioni sportive. Altralinea Edizioni.

Dellapiana, E., Gunetti, L. and Scodeller, D. (2020) 'Italia: design, politica e democrazia nel XX secolo'. Available at: <https://sfera.unife.it/handle/11392/2438079> (Accessed: 8 November 2024).

Falcinelli, R. (2017) Cromorama. Come il colore ha cambiato il nostro sguardo. Einaudi.

---

<sup>56</sup> Ministero dell'Interno, <https://www.interno.gov.it/it> (consultato il 05/06/2024)

Kaya, N. and Epps, H.H. (2004) 'Relationship between color and emotion: A study of college students', *College Student Journal*, 38(3), pp. 396–405.

Lichtlé, M.-C. (2007) 'The effect of an advertisement's colour on emotions evoked by an ad and attitude towards the ad - The moderating role of the optimal stimulation level', *International Journal of Advertising*, 26. Available at: <https://doi.org/10.1080/02650487.2007.11072995>.

Lynch, P.J. and Horton, S. (2009) *Web Style Guide: Basic Design Principles for Creating Web Sites*. 3rd edition. New Haven Conn.: Yale University Press.

Mylonas, D. and Macdonald, L. (2012) '9 - Colour naming for colour communication', in J. Best (ed.) *Colour Design*. Woodhead Publishing (Woodhead Publishing Series in Textiles), pp. 254–270.

Available at: <https://doi.org/10.1533/9780857095534.2.254>.

Nissen, A. (2020) 'Why We Love Blue Hues on Websites: A fNIRS Investigation of Color and Its Impact on the Neural Processing of Ecommerce Websites', in F.D. Davis et al. (eds) *Information Systems and Neuroscience*. Cham: Springer International Publishing (Lecture Notes in Information Systems

Robins, D. and Holmes, J. (2008) 'Aesthetics and credibility in web site design', *Information Processing & Management*, 44(1), pp. 386–399.

# **Colore e ambiente, Colore e design, Colore ed educazione**

## **I colori della Toscana. Identità cromatica di un territorio attraverso i suoi manufatti.**

**Carla Farina<sup>1</sup>, Jurji Filieri<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Università degli Studi della Toscana

<sup>2</sup>Università degli Studi della Toscana

carla.farina@unitus.it

jurji.filieri@unitus.it

### **Abstract**

Un territorio non è solo un luogo fisico, ma è soprattutto un luogo mentale con una propria identità plasmata nel tempo. La sua specificità è il risultato di un'azione sinergica della natura e dell'attività umana, in cui coesistono e si intrecciano molteplici elementi visibili e invisibili, simbolici e materiali, culturali e sociali. Il colore, in quanto attributo visibile della materia circostante, è un fattore essenziale in questo processo di determinazione adattamento e trasformazione di un territorio e ne può diventare il principale identificatore (M. Vitiello, 2012). Ogni territorio possiede una propria identità cromatica composta da tutto ciò che ne fa parte ed è visibile nei suoi scenari. Tuttavia il colore è legato anche alla soggettività e alla emotività individuale e collettiva di ciascuna persona o comunità, per questo tale identità si manifesta in una doppia immagine: una reale e una percepita. L'identità cromatica di un territorio non è quindi solamente ed effettivamente visibile nei suoi paesaggi, ma in tutte quelle produzioni locali, di artigianato, di design e arte, che avendo un forte legame con il territorio e con le sue tradizioni, ne diventano testimonianza culturale e storica.

Questo studio, nell'ambito del rapporto tra design e territorio, esplora l'identità cromatica dei luoghi, con un focus specifico sul "territorio della Toscana" area localizzata tra l'alto Lazio e la Toscana. L'obiettivo è raccontare come l'identità cromatica di un luogo emerga spesso nelle cromie dei suoi manufatti e in particolare nelle produzioni locali dell'artigianato artistico e degli oggetti di design legati al territorio. Si è scelto di raccontare i colori del Toscana, attraverso colori e superfici dei suoi manufatti ceramici, da sempre eccellenza produttiva autoctona e testimonianza di saperi e conoscenze tramandate nel tempo e oggi definitivamente tradotte in patrimonio esperienziale utile per la tutela, valorizzazione e rigenerazione dei territori.

**Key words:** Territorio, Design Identitario, Toscana, Identità cromatica

### **Introduzione**

Nel rapporto tra Design e Territorio, il design si configura come uno strumento strategico per rafforzare, proteggere e far evolvere i territori e le loro identità. Il "Territorio", inteso come un insieme integrato di competenze, conoscenze, cultura, beni materiali e ambientali, è ambito di interesse e di ricerca da parte di quel design che studia nuove metodologie per i processi di gestione e ridefinizione delle identità e delle economie locali e si occupa della valorizzazione di tutti quegli elementi (persone, attività, paesaggi, patrimonio, know-how) indicati come "capitale territoriale", che costituiscono la ricchezza del territorio (Parente, Sedini, 2018).

In questo contesto, caratterizzato dall'importanza di ridefinire consapevolmente i caratteri identitari di un territorio, si è sviluppato un rinnovato interesse verso la "cultura materiale" dei luoghi, rappresentata da manufatti urbani, utensili e oggetti della vita quotidiana che incarnano gli aspetti tangibili di una cultura. Questi manufatti, frutto di relazioni e know-how locali, raccontano la storia e i valori di un determinato territorio, attraverso colori, materiali e tecniche, diventandone elementi di forza per strategie di sviluppo. In questo processo di valorizzazione, l'artigianato e le produzioni artistiche locali diventano di particolare interesse per il loro legame con il mondo produttivo e il mondo del progetto, temi da sempre centrali per il design. Indicate come *Slow Design* (Follesa, 2016),

o design lento, esse rappresentano la cultura artigiana del “saper fare”, patrimonio culturale di qualità e tradizioni secolari, e in cui si riconoscono e sono visibili, tutti quegli elementi che esprimono e rafforzano l'identità di un territorio. Riconoscere ed evidenziare, nel quadro di una cultura ancora eminentemente materiale, gli elementi visivi, materici e culturali, permette di costruire e presentare l'identità territoriale di un luogo, come nuovo apparato strategico e strumentale, disponibile ad una comunità per autodeterminarsi, posizionarsi, attivarsi e rigenerarsi.

Tra gli elementi identitari di un luogo e dei suoi manufatti il colore è senza dubbio centrale, in primis per la qualità evocativa intrinseca con cui questo agisce come stimolatore sensoriale di audience, ben oltre la mera percezione visiva dell'utente, quindi per il complesso sistema valoriale che esso costruisce, oltre il perimetro cieco e riduzionista che lo definisce come “sovrastuttura [formale] dell'oggetto” (Branzi & Trini Castelli, 1984). I cromatismi di un luogo e dei suoi manufatti sono la prima cosa ad essere comunicata, percepita, e ricordata. Le sensazioni colorate possono raccontare il processo adattivo e modificativo del territorio nel tempo, la sua vegetazione, i suoi materiali ed i suoi manufatti. Rendendolo visibile secondo una doppia immagine: una fisica e oggettiva del paesaggio, e un'altra percepita e soggettiva, appartenente alla sfera mnemonica e sensoriale. Il colore appartiene ai luoghi o alle cose in modo inseparabile, nel senso di una qualità simil-strutturale “antiforma”, come definita da Trini Castelli nell'ambito della produzione del Centro Design Montefibre (Oppedisano, 2015).

L'identità cromatica di un territorio non è quindi solamente ed effettivamente visibile nei suoi paesaggi, ma si ritrova in tutte quelle produzioni locali di espressione (artigianale, manifatturiera, artistica, narrativa e linguistica), che dal loro forte legame con il territorio e con le sue tradizioni assorbono elementi, diventandone testimonianza di cultura e storia. Si vuole quindi qui affermare una teoria pratica a supporto del design del territorio attraverso i suoi colori e le cromie dei suoi manufatti.

## 1. Territorio e identità.

Associare un'area a un territorio significa riconoscerle una specifica identità, ossia ritrovarvi degli elementi distintivi che lo caratterizzano. Nell'ambito del design strategico, il termine “territorio” è diventato sinonimo di identità, costituendosi in un binomio alla base delle strategie di valorizzazione culturale ed economica dei luoghi.

Il territorio si configura come un'entità complessa e dinamica, all'incrocio tra natura, cultura e storia, che si nutre di interazioni e contaminazioni, dando vita a una identità ricca e stratificata.

Il “territorio” non è solo uno spazio fisico, ma rappresenta una entità mentale, che formatosi nel tempo, mediante una rete di relazioni e interazioni, risulta unico e identificabile. Ogni territorio, pensato come uno spazio emotivamente vissuto (Pifferi, 2012), ha quindi una sua immagine che offre un “patrimonio d'identità”. Si può spiegare il concetto di territorio paragonando la sua immagine a quella del mosaico, che si compone da tante piccole piastrelle, con caratteristiche, forme, posizioni e funzioni differenti, che però unite insieme danno luogo ad un'unica rappresentazione con altrettante caratteristiche ma un'unica identità. (Ciarrocchi, 2016). Le “tessere”, gli elementi, che formano l'immagine di un territorio sono numerose, ma soprattutto sono elementi attivi. Il territorio infatti è un ecosistema formato da tre componenti: natura (ambiente naturale), cultura (ambiente costruito) e storia (ambiente antropico), che nel loro continuo rinnovarsi ne creano l'identità (A. Magnaghi, 2010). Una identità che, come scrive S. Follesa, si è andata formando in ogni comunità locale e si compone di elementi che hanno un rapporto diretto col territorio, come uso di materiali locali, elaborazione di tipologie, elementi grafici d'ispirazione naturale, ed elementi di “contaminazione” che provengono dal contatto con le altre culture materiali come saperi, tipologie, simboli, tecniche di lavorazione.





Figura 6 – Paesaggio della Tuscia, Veduta di Civita di Bagnoreggio

### 1.1 La Tuscia un mosaico di identità

Raccontare la *Tuscia* vuol dire comprenderne la complessità e i molteplici strati della sua identità. Individuare il suo patrimonio identitario, o capitale territoriale, significa anzitutto comprenderne il *genius loci*, ovvero l'essenza del luogo, in cui è contenuta sia la storia che la sua locazione geografica. La denominazione *Tuscia*, deriva dalla parola latina *Tuscīa* ovvero territorio abitato dai Tusci, e in passato indicava un vasto territorio organizzato e strutturato dalla civiltà Etrusca prima e Romana dopo. Nel tempo si è strutturato nelle tre macro-aree (L. Carbone, 2016) della Tuscia romana, Tuscia Ducale, e Tuscia Longobarda, un territorio molto più vasto di quello a cui ci si riferisce oggi, in quanto occupava gran parte della Toscana fino ai confini meridionali dell'odierna Liguria e dell'Umbria ad ovest.

Attualmente, il termine "Tuscia" viene utilizzato come un neologismo per indicare un vasto territorio, geograficamente non più definito, ibrido e stratificato, descritto come "vario e discontinuo sia dal punto di vista storico-amministrativo, che da quello paesaggistico, antropologico" (S. Pifferi, 2012). Eppure, nonostante la frammentazione e la diversità che la caratterizzano, alla "Tuscia" va riconosciuta una sua identità territoriale presente in tutti i suoi elementi materiali e immateriali specifici proprio dell'area e della storia. Partendo dalla sua anima rurale, caratterizzata da tre dimensioni (L. Carbone, 2016), agricola, ambientale e urbana, riconoscibili nelle tradizioni orali e artigianali, è possibile risalire a quei caratteri identitari, ricucendo la frammentazione, e ricostruire l'immagine del luogo, in una forma complessa ma coerente.

Paesaggio e tradizioni locali, tra cui l'artigianato e i suoi saperi, sono le due componenti fondamentali della sua identità.

Il paesaggio è l'elemento che individua immediatamente un luogo e ne definisce una immagine sia fisica che percepita. Dinamiche naturali e antropiche, quali vegetazione, colture tipiche, manufatti rurali, materiali e tecniche locali, costruiscono l'immagine fisica, che, percepita e interpretata nel tempo da popolazioni e comunità secondo la propria cultura, viene rielaborata in un'immagine mentale dall'utente, fruitore e abitante terzo. Quest'ultima diventa l'eredità culturale presente nelle arti e nell'artigianato locale.

Il paesaggio della Tuscia è stato descritto da viaggiatori e pittori, soprattutto inglesi che a partire dall'Ottocento nei loro Grand Tour rimanevano affascinati dall'intreccio degli elementi naturali e artificiali presenti, generando un archivio ricchissimo di informazioni e immagini, da cui emergono gli elementi identitari del territorio. William Turner nella sua permanenza in Etruria lo ha raccontato nei suoi oli evidenziandone i verdi dei boschi, gli speroni tufacei, le Forre, e le nebbie (Buzzi, 2022). La Tuscia appare così un mosaico vario e colorato di paesaggi agro-forestali, composto di oliveti e vigneti, foreste di faggi e cerri, querce e castagni, con imponenti speroni tufacei della zona della Tolfa, tra questi elementi naturali si inseriscono costruzioni in pietra lavica, in particolare di peperino, presenti sin dalla antichità.

La seconda componente che ricostruisce l'identità di un territorio è individuabile nelle tradizioni locali, quale testimonianza della cultura e storia del luogo. In questo senso possiamo affermare che l'artigianato in particolare esprime i saperi di un territorio, i colori, le decorazioni, le forme e i

materiali, attraverso processi di appropriazione che nascono dalla relazione di una comunità con l'ambiente naturale circostante in un lungo processo di adattamento, frutto di stratificazioni socio-culturali (Magnaghi, 1995) che si accumulano e tramandano nel tempo. Il patrimonio culturale, dell'alto Lazio, è ricco e composito, sia orale (fiabe, saghe e saperi), sia materiale (manufatti e prodotti artistici e artigianali).

La Tuscia, quindi, emerge come un territorio ricco di tradizioni e storie, una terra che parla attraverso il suo paesaggio e il suo artigianato. Attraverso l'analisi di questi elementi, possiamo riscoprire l'identità di un luogo che, nonostante le sue diversità, si presenta come un mosaico vivente, in continuo divenire ma sempre profondamente radicato nella sua storia e nella sua cultura.

## **2. Identità territoriale e identità cromatica**

L'identità territoriale e l'identità cromatica sono concetti che si intrecciano profondamente, riflettendo non solo la composizione fisica del luogo, ma anche le sensazioni e le interpretazioni che esso suscita nei suoi abitanti e visitatori. L'idea che il colore possa fungere da potente strumento di riconoscimento e valorizzazione è di fondamentale importanza per la comprensione di come un territorio possa essere percepito e raccontato.

L'identità territoriale, ovvero ciò che rende unico e definisce un territorio, è data dall'insieme di tutti quegli elementi leggibili sia nel "paesaggio" che nelle produzioni ad esso legate come quelle artigianali e artistiche locali. Il colore, quale attributo visibile di tutti questi elementi, e che costituiscono il "paesaggio" inteso nella sua accezione più ampia, ne diventa il principale identificatore. Ogni territorio possiede quindi una propria identità cromatica che diventa un potente strumento di riconoscimento, comunicazione, valorizzazione e sviluppo a fini culturali, turistici e produttivi.

L'identità cromatica è però un'entità complessa e non oggettiva, in essa entrano in gioco le componenti emotive e sensoriali dei soggetti osservanti e la loro stratificazione nella memoria individuale e collettiva. Colore e paesaggio non appartengono alla sola dimensione fisica, ma alla sfera emotiva e sensoriale, la loro rielaborazione è soggettiva con implicazioni culturali e storiche. L'identità cromatica è pertanto un'interpretazione, soggettiva e comunitaria, che, sedimentata nel tempo, forma la memoria dei luoghi e i loro caratteri identitari. Il ruolo del paesaggio nella costruzione dell'identità cromatica è fondamentale: come "proiezione soggettiva" di un territorio il paesaggio rappresenta la "sensazione" di una esperienza (A. De Nardi, 2010). La sua dimensione mentale e sensoriale è sottolineata dalla Convenzione Europea del Paesaggio emanata nel 2000 a Firenze. Essa lo ha definito una componente fondamentale dell'identità di popolazioni e luoghi che muta nel tempo. Il paesaggio non è il territorio ma è una idea fluttuante e aperta in quanto percepito e letto attraverso sensazioni colorate (Vitiello, 2012).

In ogni paesaggio accanto alla dimensione materiale, ovvero l'insieme degli elementi "fisici" che lo compongono, coesiste una dimensione di immagine mentale, risultante dall'incontro di quegli stessi elementi e il soggetto che li percepisce e li interpreta secondo le proprie idee, i propri valori e la propria sensibilità (A. De Nardi, 2010). Sono le sensazioni colorate, (risultanti dal processo di visione e rielaborazione), che raccontano il processo adattivo e modificativo di un territorio nel tempo, la sua vegetazione, i suoi materiali ed i suoi manufatti, in forma diversa per ogni soggetto.

Il territorio è così visibile in una doppia immagine: una fisica e oggettiva e un'altra percepita e soggettiva. La prima è data da ciò che realmente esiste: il "paesaggio reale" nel quale materiali e linguaggi cromatici di elementi naturali e artificiali compongono scenari. La seconda, soggettiva e appartenente alla sfera mnemonica e sensoriale, corrisponde al "paesaggio percepito", dove colori e forme sono ricostruiti e rielaborati in base all'emotività e alla sensibilità personale. Così come artisti diversi riprodurranno lo stesso paesaggio usando colori e luci differenti, ciascun individuo avrà la propria interpretazione cromatica dei paesaggi, influenzata da fattori come la luce, la vegetazione, le stagioni e persino le esperienze di vita, personali dirette e generazionali pregresse.

Si può dire quindi che l'identità cromatica di un territorio scaturisce in buona parte dalla sua "seconda immagine", ovvero da quella del "paesaggio percepito". Le sensazioni colorate di un paesaggio nel tempo diventano "patrimonio" cromatico delle comunità che lo usano come segno di appartenenza ad un luogo e alla sua cultura. Un territorio la cui identità cromatica è ben definita riesce a suscitare un forte senso di appartenenza e riconoscimento, non solo nella comunità locale, ma anche nei visitatori. Questa identificazione visiva contribuisce alla creazione di un'immagine distintiva, che può essere utilizzata per promuovere il turismo e attrarre nuovi residenti o investimenti.

Valorizzare un luogo attraverso la sua identità cromatica è l'operazione compiuta nel 2019 dall'artista inglese David Tremlett a Ghizzano di Peccioli, paese toscano in provincia di Pisa. Con l'obiettivo di integrare le case del paese al paesaggio, sottolineandone l'appartenenza al territorio, ne ridipingeva le facciate con tinte monocromatiche che richiama i colori delle colline circostanti il paese. Nel piccolo centro della Toscana l'artista effettua una mappatura cromatica del paesaggio naturale, da cui sceglie i colori più rappresentativi (verdi e marroni su tutti gli altri), per poi utilizzarli, un solo colore per ogni lato in tinte piatte di differenti tonalità. I colori acrilici dalle forti tinte dei *Wall Drawing* di Tremlett sono una sua interpretazione del paesaggio, in questo caso acquisita alla conoscenza e percezione collettiva, grazie all'intervento *site-specific* realizzato.

L'identità cromatica e il patrimonio cromatico di un territorio diventano memoria di una comunità che ispira artisti e artigiani e si riflette nelle loro produzioni. Essa non è quindi solamente ed effettivamente visibile nei suoi paesaggi, ma diventando memoria collettiva, si ritrova tutte quelle produzioni locali, di artigianato, di design e arte, che avendo un forte legame con il territorio e con le sue tradizioni, ne diventano testimonianza di cultura e storia. È innegabile, e forse banale, che territori luminosi prediligono per i loro manufatti tinte forti, ad esempio le ceramiche di "Vietri" presentano nelle decorazioni i colori della costiera Amalfitana: il blu del mare, il giallo dei limoni, il verde delle sue foglie, il rosso pompeiano, colori che identificano quel territorio. I colori utilizzati sono spesso una riflessione delle risorse naturali disponibili e delle tradizioni culturali espresse dal posto.

In conclusione, l'identità territoriale e l'identità cromatica si intrecciano in un dialogo continuo che rivela tanto la ricchezza del paesaggio quanto la profondità delle esperienze umane. Comprendere questo intreccio offre non solo spunti per la valorizzazione dei territori, ma anche direttrici per la promozione di una consapevolezza culturale più ampia, capace di riconoscere le diverse narrative che si celano dietro i colori e i luoghi.

### **3. Manufatti e colore, testimonianza e amplificazione di un luogo**

Il colore gioca un ruolo fondamentale nell'artigianato, poiché non solo caratterizza l'estetica degli oggetti, ma funge anche da vero e proprio segno distintivo che ne evoca identità culturale e territoriale, rendendo riconoscibile la propria appartenenza al luogo. Il colore insieme alla texture e alla decorazione, percepibili attraverso la vista, è in grado di generare una "identità immediata" (M. Hachen, 2007)), in quanto la sua osservazione crea tracce mnemoniche sempre più stabili nel nostro cervello che portano al riconoscimento immediato dell'oggetto.

Ogni regione italiana, così come diverse aree nel mondo, adottano colori specifici che riflettono le risorse naturali disponibili, come minerali, piante e materiali locali. Questi colori non sono scelti casualmente; si sono evoluti attraverso tradizioni e pratiche artigianali tramandate di generazione in generazione, contribuendo a formare una sorta di "vocabolario cromatico" che racconta la storia e l'identità della comunità.

In questo contesto, il colore diventa un potente strumento di comunicazione visiva. La sua capacità di evocare emozioni e ricordi lo rende essenziale nella creazione di oggetti che possono essere immediatamente associati a un determinato territorio. Ad esempio, il blu intenso di certe ceramiche della Costiera Amalfitana o il rosso e il giallo che contraddistinguono i tessuti della tradizione sarda sono esempi di come il colore possa fungere da mezzo di riconoscimento e appartenenza.

Inoltre, la combinazione di colore, texture e decorazione non solo arricchisce l'oggetto artigianale dal punto di vista estetico, ma racconta anche una storia più ampia, quella di una comunità e delle sue

tradizioni. Così, mentre osserviamo un artigianato locale, non stiamo semplicemente guardando un oggetto; stiamo esplorando una narrativa complessa e stratificata che celebra l'identità culturale e il legame con il territorio. Ogni tonalità e ogni sfumatura raccontano una storia legata a un contesto geografico, sociale e storico, creando un forte legame tra la comunità e le proprie tradizioni.

Un esempio emblematico sono i tappeti di Aggius, borgo dell'interno della Gallura, in Sardegna. Prodotto tipico dell'artigianato, il cui nome deriva dalle fasce orizzontali decorate con particolari motivi geometrici, in cui ogni una fascia veniva realizzata in un giorno di lavoro. I colori sono una testimonianza dei prodotti locali, sono ricavati da foglie bacche, radici, raccolte e lavorate dalle tessitrici. Infatti le lane sono colorate con metodi naturali: la cipolla per il giallo, radici di robbia per il rosso, bacche di sambuco per il violetto, l'edera per il verde<sup>57</sup> (D. Penati 2021).

La "Tuscia" esprime la sua identità cromatica attraverso i manufatti ceramici, da sempre espressione di quel territorio, e in essi risiedono i suoi codici visivi. I colori che si ritrovano sul manufatto sono il risultato di una sapienza popolare che, dalle materie del luogo quali ad esempio argilla e ossido di cobalto, ne estrae colori, traducendoli in forme e simboli ricorrenti. Attraverso i manufatti ceramici il territorio assume così il colore "blu zaffera", presente con le lavorazioni a rilievo sin dal 1400 nelle ceramiche viterbesi, il "verde ramina" e "bruno manganese" che riflettono i boschi e le culture e sono rispettivamente ricavati dalla lavorazione dell'ossido di rame e ossido di manganese, ed infine il giallo di antimonio che rispecchia i costoni tufacei tipici del paesaggio.



Figura 7 - Manifattura viterbese, Ignoto,  
Boccale con figura antropozoomorfa,  
Viterbo, XV sec.  
maiolica, alt. 25, diam. 14 cm  
Collezione Intesa Sanpaolo  
Viterbo, Museo della Ceramica della Tuscia  
– in comodato

#### 4. Manufatti ceramici, colore tradizione e innovazione nella terra di Tuscia

Se guardiamo alla città di Viterbo e meglio ancora a quell'area sovra-regionale estesa che è la Tuscia, ci accorgiamo di come anche questo spicchio di territorio non sfugga alle considerazioni presentate nei paragrafi precedenti, qualificandosi anche per effetto di dominanti cromatiche e accostamenti che appartengono tanto alla gente del luogo, quanto alla visione nemmeno stereotipata del viaggiatore che ne attraversa strade e tradizioni.

La Tuscia, area storica dell'Italia centrale, comprendente parte delle attuali province di Viterbo, Roma e Rieti fino a lambire aree toscane della bassa Maremma e della campagna Aretina, è caratterizzata da una peculiare identità cromatica legata alla sua geologia e alle tradizioni produttive e che qui si manifestano da secoli. A dominare la scena è il colore grigio del "peperino", una pietra vulcanica molto diffusa nella zona e utilizzata sin dall'antichità nella realizzazione di architetture, arredi urbani e sculture, in una stratificazione antropologica qui particolarmente fitta, che, dagli etruschi ai giorni nostri, ha contribuito a disegnare un panorama complesso di tracce e valori locali. Il fotografo Alberto Salbitani al termine di un fortunato shooting fotografico sui territori dell'alto Lazio descrive questa

immagine complessa attraverso stampe ai bromuri d'argento, in cui le infinitesimali variazioni di nero restituiscono una "porosità" densa del territorio, che corrisponde a quel continuum culturale che avvolge i luoghi raccontati: "Non c'è dubbio che la Tuscia sia un territorio aperto a infinite possibilità per chi è ancora animato da un po' di istinto esplorativo. Scegliendo come itinerario i siti etruschi e la statuaria di Bomarzo – assieme a Paola, compagna in tanti viaggi e guida per il mio traballante orientamento – ci siamo tante volte addentrati per sentieri fino a sprofondare nel folto di boschi ed umidi recessi pietrosi. Per poi riemergere stupefatti davanti a necropoli e misteriosi segni scalfiti nel tufo, vie cave, massi erratici e altri immensi blocchi di pietra sul punto di franare, sperando che il rumore dello scatto, rompendo il millenario silenzio, non diventasse il clic risolutivo per spedire anche noi all'oltretomba" (Fiorentino, Salbitani, 2019).

Il colore grigio sobrio della pietra lavica, caratteristico del paesaggio urbano e naturale, impronta indistinta di uno spontaneo svolgersi dei tempi e dell'azione umana, si accosta alla gamma cromatica delle ceramiche locali, dominata ciclicamente da tendenze autoctone che nascono e maturano dentro ai laboratori della produzione artistica, artigianale e industriale del luogo, contribuendo a ridefinire in modo iterativo un'identità visiva unica, in perenne trasformazione. A Civita Castellana, uno dei principali centri produttivi della Tuscia, la tradizione dell'arte ceramica ha radici millenarie che si sono evolute fino a dar vita a un importante distretto industriale di rilevanza mondiale, specializzato nella produzione di sanitari e articoli per il bagno. Qui la tavolozza dei colori si espande con smalti bianchi, azzurri e neutri, concepiti per esaltare la purezza e l'eleganza dei prodotti. La combinazione tra il grigio naturale del peperino e le tonalità delicate della ceramica o il rapporto oppositivo che si genera tra la porosità litica e la perfetta saturazione superficiale degli smalti ceramici, riflettono un equilibrio estetico che fonde le risorse naturali della Tuscia con l'innovazione industriale, definendo così una caratterizzazione cromatica identitaria, che appartiene al paesaggio visivo e culturale della regione. È ciò che Peter Zumthor evoca nella dimensione plastica dei materiali, con l'immagine ricorrente che stimola "[...] ogni volta un grande mistero, una grande passione, una grande gioia: la consonanza dei materiali" (Zumthor, 2007). Non solo il colore, dunque, ma anche il riverbero congiunto che deriva dal loro star vicino ad altra materia, evidenza del fatto che "c'è una vicinanza critica tra i materiali, che dipende dal genere stesso del materiale e dal suo peso" (Zumthor, 2007).

Appare dunque evidente come la dicotomia interpretativa invocata in apertura (reale/percepito) aiuti da un lato ad analizzare l'identità dei territori complessi come la Tuscia, e dall'altro a indirizzare i processi di loro riposizionamento o valorizzazione strategica, ad esempio nel caso di campagne di marketing territoriale. In questo secondo caso inoltre emerge la natura strumentale attribuibile anche al design, inteso come connubio progetto-produzione, legata alla capacità di aggiungere livelli densi di significato nella stratificazione valoriale fisica e percepita di ogni luogo.

All'interno di questo quadro il colore dunque è materia "spessa", che penetra dentro alla narrazione del *genius loci*, e come tale richiama una profonda conoscenza disciplinare per chiunque intenda, attraverso di esso, costruire, leggere o veicolare significati.

Ritroviamo questa espansione interpretativa nel libro di Ettore Sottsass "Note sul Colore" del 1993, in cui l'autore, inaugurando un nuovo modo di guardare al colore da più punti di vista, accosta alle valutazioni empirico/scientifiche mutate dalla fine dell'Ottocento, descrizioni alternative guidate piuttosto da fattori emozionali, sensoriali, culturali, che si sovrappongono tra di loro. Una modalità che sembra seguire l'intenzione iniziale del design primario di evitare di trattare il colore in termini monodisciplinari [...] privilegiando invece una visione multidisciplinare" (Oppedisano, 2015).

## Conclusioni

L'identità cromatica della Tuscia è un elemento chiave per comprendere il paesaggio e le tradizioni locali. Il grigio del peperino e i colori tipici delle ceramiche artigianali, come il blu zaffera, il verde e il bruno, costituiscono un codice visivo che racconta la storia e la cultura del territorio. Queste cromie non solo rappresentano le risorse naturali della regione, ma fungono anche da veicoli di memoria collettiva, ricucendo il tessuto territoriale frammentato nel tempo.

La connessione tra paesaggio fisico e produzione artigianale mostra come il colore sia uno strumento di narrazione culturale. Le variazioni cromatiche creano un dialogo visivo che amplifica l'identità del luogo, rafforzando il senso di appartenenza e costruendo una narrazione condivisa.

Comprendere il ruolo del colore nell'identità territoriale può offrire strumenti utili per la pianificazione strategica e il marketing territoriale. Un approccio interdisciplinare che integri storia, geologia, arte e antropologia può valorizzare il colore come elemento distintivo, promuovendo la consapevolezza del patrimonio locale e diffondendo la conoscenza culturale a livello globale.

#### Riconoscimenti

Entrambi gli autori hanno partecipato alla stesura dell'intero articolo con personali contributi disciplinari e di ricerca. I paragrafi, Territorio e identità; Identità territoriale e identità cromatica; sono da attribuire a Carla Farina. I paragrafi, Manufatti e colore; Testimonianza e amplificazione di un luogo, Manufatti ceramici, colore tradizione e innovazione nella terra di Tuscia sono da attribuire a Jurji Fileri.

#### Riferimenti Bibliografici

Argiroffo, G.C. (2018) L'importanza del fenomeno cromatico per l'umanità. [online] Available at:

<https://www.neuroscienze.net/potere-dei-colori/> [Accessed 11 September 2024]

Branzi, A. and Trini Castelli, C. (1984). 'Le emozioni del bradisismo. Colloquio con Clino T. Castelli sull'educazione militare, le stranezze dei nomi, il design primario e l'agopuntura'. *Modo*, 73, pp. 2427.

Buzzi G., (2022) *William Turner in Etruria*. Forlì: Massari Editore.

Carbone, L., (2016) 'L'impronta della Rural City nell'area della Tuscia', *Bollettino della Associazione Italiana di Cartografia*, (158), pp. 36-46. DOI: 10.13137/2282-572X/15687.

De Nardi, A., (2010) Il paesaggio nella costruzione dell'identità e del senso di appartenenza al luogo: indagini e confronti tra adolescenti italiani e di origine straniera. [online] Available at:

<https://hdl.handle.net/11577/3422374> [Accessed 11 September 2024].

Fiorentino, G. and Salbitani, R. (2019) *Danzare la terra. La Tuscia antica dello sguardo*. Viterbo: Settecittà.

Follesa, S. (2014) *Design e identità progettare per i luoghi*. Milano: Franco Angeli.

Follesa, S. (2016) *Artigianato e Design. La rinascita del progetto lento*. Milano: SdT Edizioni.

Hachen, M. (2007) *Scienza della visione. Spazio e Gestalt, design e comunicazione*, Apogeo.

Magnaghi, A. (1995) 'Per uno sviluppo locale autosostenibile', in *Materiali. Laboratorio di progettazione ecologica degli insediamenti*. Bologna; AIRSe, pp. 3-26.

Magnaghi, A. (2010) *Il progetto locale. Verso la coscienza di luogo*. Torino: Bollati Boringhieri.

Micelli, S. (2011) *Futuro artigiano*. Venezia: Marsilio.

Oppedisano, F. (2015) 'I colori scappano sempre... scritti sul colore in Italia fra gli anni Settanta e Novanta', *AIS/Design Storia e Ricerche*, (6), pp. 175-196. Milano: AIS/Design.



[online] Available at: <https://www.aisdesign.org/ser/index.php/SeR/article/view/136>

Parente, M. and Sedini, C. (2018) 'Valorizzare il capitale territoriale con un approccio design oriented: il caso di Biella, fabbrica culturale creativa', *Scienze del Territorio*. (6), pp. 212-222.

DOI: 10.13128/Scienze\_Territorio-24386.

Penati, D. (2021) Agostina Gala e l'antica arte della tessitura ad Aggius in Sardegna. [online] Available at: [https://storiedichi.com/tappeti\\_aggius\\_sardegna/](https://storiedichi.com/tappeti_aggius_sardegna/).

Pifferi, S. (2012) *Viaggio e identità dei luoghi. Immagini della Tuscia*. Viterbo: Sette Città,

Villari, B. (2009) Design e territorio. Quando l'oggetto progettuale del design è il capitale territoriale, *I+Disegno, Revista Científico-Académica Internacional De Innovación, Investigación Y Desarrollo En Diseño*, 1, pp. 174-178.

[doi.org/10.24310/Idiseno.2009.v1i.12753](https://doi.org/10.24310/Idiseno.2009.v1i.12753)

Vitiello, M. (2012) 'Identità cromatica e paesaggio', *Colore e Colorimetria. Contributi Multidisciplinari*, Quaderni di Ottica e Fotonica. VIII A, pp. 215-221.

Available at: [https://www.gruppodelcolore.org/wp-content/uploads/2018/10/VOL\\_Xa\\_ITAr.pdf](https://www.gruppodelcolore.org/wp-content/uploads/2018/10/VOL_Xa_ITAr.pdf) (Accessed: 11 September 2024).

Zumthor, P. (2007) *Atmosfere. Ambienti architettonici. Le cose che ci circondano*. Milano: Electa.

## **‘Color Design’, dal Turntable di Brian Eno al Set Design per gli U2 At The SphereZ**

**Giovanni Caffio<sup>1</sup>, Maurizio Unali<sup>2</sup>**

<sup>12</sup> Dipartimento di Architettura, Università degli Studi “G. d’Annunzio” Chieti-Pescara

Contatto: Giovanni Caffio, giovanni.caffio@unich.it

### **Abstract**

Alcune recenti progettualità nelle varie scale dell’art-show design offrono nuovi spunti per attualizzare le relazioni tra colore, luce, immagini e musica. In particolare, vogliamo approfondire due progetti artistici tra loro collegati: l’opera d’arte ambientale del *Turntable I-II* di Brian Eno (esempi di come il colore e la luce possano, in sinergia con il suono, generare emozioni); e il palcoscenico degli U2 per lo show nella The Sphere a Las Vegas.

L’obiettivo principale del saggio è, quindi, analizzare i due progetti di design (differenti fra loro sia in termini scalari, sia nel modo in cui sono vissuti) evidenziando il ruolo che il colore e la luce svolgono nel conformare l’ambiente, disegnando così lo spazio materiale ed emozionale.

Anche se il messaggio estetico e la scala dei due progetti sono differenti – nel primo caso si tratta di stimoli più astratti come musica, luce e colore, mentre nel secondo caso, anche di contenuto digitale (immagini e animazioni che convogliano un significato) – nella sintesi dello show finale At The Sphere, il tutto si fonde con un unico obiettivo: generare emozioni spettacolari.

**Keywords:** Color Design, Show Design, Light Design, Musica, Arte.

### **Introduzione**

Due progetti di design, sia pur in diverse dimensioni scalari e sensoriali, offrono nuovi spunti per attualizzare le relazioni tra colore, luce, immagini e suoni nel più ampio settore progettuale dell’art-show design.

Si tratta di due progetti artistici – elaborati in tempi diversi e da più progettisti, opere differenti fra loro in termini di scala e nel modo in cui suscitano emozioni nell’utente finale – che, per una serie di ragioni e affinità culturali, sono entrati in dialogo generando un inaspettato spazio sensoriale: l’opera d’arte ambientale del *Turntable I-II* di Brian Eno (esempi di come il colore e la luce possano, in sinergia con il suono, provocare diverse emozioni); e il palcoscenico degli U2 per lo show nella The Sphere a Las Vegas.

Questo saggio mira, pertanto, a studiare questi due progetti di design evidenziando soprattutto il ruolo che il colore, la luce e le immagini svolgono nel conformare alle varie scale l’ambiente, disegnando così lo spazio materiale ed emozionale.

Anche se il messaggio estetico e la scala dei due progetti sono distanti – nel primo caso si tratta di stimoli più astratti come luce e colore, mentre nel secondo caso, anche di contenuto digitale (immagini e animazioni che convogliano un significato) – nella sintesi dello show finale At The Sphere, in tutto si fonde con un unico obiettivo: generare emozioni spettacolari.

Questi progetti ci danno anche l’occasione per continuare a riflettere su un’altra tappa evolutiva della storia dello spettacolo multimediale pop che, dagli anni ’50 a oggi, ci ha lasciato molte originali testimonianze caratterizzate da ibridazioni culturali e le sperimentazioni multidisciplinari. In questo continuo confronto fra le creatività del tempo emerge il ruolo che le tecnoculture hanno svolto nel declinare un diverso ruolo svolto dal rapporto tra colore, luce e musica.

Questo studio, ultima tappa di un lungo percorso di ricerca (cfr. la bibliografia), è stato articolato rispetto a due ambiti tematici, ognuno trattato individualmente da un autore. Il capitolo *Turntable I-*

*Il di Brian Eno* è stato elaborato da Giovanni Caffio. Il capitolo *U2: UV Achtung Baby Live At The Sphere, Las Vegas, 29 settembre, 2 marzo 2024* è stato elaborato da Maurizio Unali.

### **Turntable I-II di Brian Eno**

Brian Eno è una figura chiave nel panorama musicale e artistico contemporaneo (Tamm, 1995; Sheppard, 2015; Eno, 2023), un artista e produttore che, con le sue continue ricerche nell'ambito multidisciplinare dell'arte concettuale e della musica, ha influenzato profondamente l'idea di musica ambientale e conformato in modo fondamentale e pervasivo la produzione musicale e artistica dagli anni '70 in poi (Cox and Warner, 2017).

Oltre a essere noto per le sue collaborazioni con band e artisti internazionali – ricordiamo qui gli album da lui prodotti per Devo (*Q. Are We Not Men? A: We Are Devo!*, 1978); Talking Heads (*Remain in Light*, 1980); U2 (*The Joshua Tree*, con Daniel Lanois, 1987) e David Bowie (*Outside*, 1995) –, Eno ha contribuito a definire un'estetica sonora che travalica i limiti convenzionali dei generi musicali e si estende all'arte visiva e al design, stabilendo un fecondo intreccio tra suono, colore, luce e spazio (Scoates, 2019). La sua carriera è attraversata da un filo conduttore legato alla ricerca sui 'paesaggi sonori', una investigazione multidisciplinare che esplora la musica come mezzo per evocare ambienti sensoriali immersivi e transitori.

Brian Eno, infatti, è particolarmente celebre per il suo apporto all'idea di 'musica ambientale', definendo e facendo evolvere il concetto di paesaggio sonoro a partire da opere fondamentali come *Discreet Music* (1975) e *Ambient 1: Music for Airports* (1978). Il paesaggio sonoro può essere definito come un'esperienza in cui strutture musicali si fondono con elementi visivi e spaziali, evocando ambienti immaginari che si sviluppano nel tempo e mutano lentamente, simili a sculture sonore. Questo metodo trova le sue radici nell'arte sonora e cinetica, influenzata da artisti come John Cage e Steve Reich (Holmes, 2020), ma anche nei movimenti artistici della metà del XX secolo che hanno sperimentato il rapporto tra suono, luce, colore e spazio.

A questo proposito ci sembra interessante fare un parallelo con le ricerche artistiche e architettoniche degli anni '50 per poter cogliere appieno le profonde radici culturali e artistiche che Brian Eno ha saputo distillare nel suo progetto culturale.

Pensiamo, solo per fare un esempio, al seminale esperimento del Padiglione Philips (Capanna, 2000) progettato da Le Corbusier in collaborazione con il musicista e architetto greco Iannis Xenakis e con le musiche di Edgard Varèse per l'Esposizione Universale di Bruxelles del 1958, un'opera d'arte totale (Finger e Follett, 2011) e avanguardistica che univa architettura, musica e installazioni audiovisive in modo completamente innovativo. Questo allestimento, insieme al *Poème électronique* di Varese, rappresentano, pertanto, uno dei primi esempi di installazione multimediale immersiva, in cui suono, immagine e spazio lavorano in sinergia per trasmettere un messaggio culturale e tecnologico. Il risultato finale è un ambiente immersivo che anticipa molte tecniche utilizzate nelle moderne installazioni audiovisive e nelle più recenti esperienze di realtà virtuale.

Continuando, non possiamo non citare anche altre esperienze altrettanto significative. Ci riferiamo, per esempio alle 'Macchine per la Musica Visiva' di Oskar Fischinger (Mansell, 2019), pionieristiche nel riuscire a collegare suono e colore in modo sincronizzato; alle *Sonambient Sculpture* (Sullivan, 2019), sculture sonore di Harry Bertoia, che producono suoni evocativi al passaggio del vento fondendo scultura e musica in un unico oggetto d'arte; fino alle installazioni luminose di Olafur Eliasson (Ursprung, 2008), che impiegano la luce come elemento cromatico e spaziale per creare esperienze immersive.

Questi esempi, riferimento culturale per il lavoro di Eno, dimostrano come il confine tra arte, design e tecnologia è stato sempre visto come un obiettivo da superare, all'insegna della *Gesamtkunstwerk* (opera d'arte totale), creando oggetti che non solo esistono nello spazio, ma ne modificano la percezione e ne ampliano l'esperienza arricchendolo di nuovi e inaspettati significati.

Dopo questo breve ma essenziale *excursus* (necessariamente parziale e incompleto nella limitatezza di questo saggio) torniamo ad oggi e alla ricerca di Brian Eno. Specificamente nel contesto dell'arte

sonora, Eno adotta processi generativi che si ispirano alla sovrapposizione di cicli di suono e luce, in cui la ripetizione e la variazione costante creano atmosfere uniche e imprevedibili. L'artista inglese utilizza questi principi in progetti installativi e audiovisivi, facendo eco a movimenti come il minimalismo e l'arte cinetica, e mettendo in discussione le tradizionali categorie di musica e design. Scrive Eno, «Fin dai miei primi esperimenti con la luce e il suono alla fine degli anni '60, non ho mai smesso di essere affascinato dai risultati incredibilmente intricati, complessi e imprevedibili prodotti da semplici sistemi deterministici. Nella musica utilizzo lo stesso tipo di processi generativi della pittura, basati sulla sovrapposizione di cicli non sincronizzati. Diversi cicli di luce sovrapposti continueranno a produrre diversi abbinamenti e miscele di colori e varie composizioni d'ombre che si evolvono lentamente e non si ripetono mai esattamente. Il processo è semplice. I risultati sono complessi» (Riondino, 2024. Trad. di chi scrive).

Arriviamo ora alle ultime produzioni di Eno in cui le esperienze iniziate negli anni '60, ispirate al movimento di *Light and Space* (Böhme, 2014), continuano a saturare i sensi immergendo lo spettatore in uno stato simile alla meditazione e alla contemplazione di opere astratte.

In un percorso che comprende installazioni luminose sulle vele della Sydney Opera House (Goldsmith, 2009), sul telescopio Lovell a Jodrell Bank (Gill, 2018) e proiezioni di luce e musica terapeutica per ospedali (Gambaro, 2013), Eno ha nel tempo realizzato anche delle *lightbox* che come dei caleidoscopi, a cavallo tra il rapimento estatico dei dipinti di Mark Rothko e la sperimentazione della luce delle opere di James Turrell, generano infinite combinazioni di 'paesaggi cromatici'. Realizzate per la galleria d'arte londinese Paul Stopper, queste piccole installazioni (*Amun*, 2020; *Czarina I*, 2023; *Solids I*, 2023), grazie a una serie di luci LED che interagiscono tra loro, producono colorate variazioni luminose in continua trasformazione, creando scenari visivi affascinanti e ipnotici. Ambienti immersivi ideali per l'ascolto della musica.

In linea con questo continuo processo di esplorazione intrapreso con la galleria londinese, l'artista ha presentato due giradischi chiamati semplicemente *Turntable I* (2021) e *Turntable II* (2024):

«La luce sembrava quasi tangibile, come se fosse intrappolata in una nube di vapore», ha commentato Eno a proposito del suo progetto. «Siamo rimasti seduti a guardarlo a lungo, ipnotizzati da questa esperienza totalmente nuova della luce come presenza fisica. [...] Una delle grandi scoperte della teoria dell'evoluzione è che si può partire da elementi semplici e questi evolveranno in forme complesse. Questo è molto controintuitivo: è una di quelle cose che il cervello umano non riesce a comprendere immediatamente. Non ha senso fino a quando non la vedi. [...] Hai l'idea che questo piccolo elemento, che non può contenere molte istruzioni, produca un mondo incredibilmente complesso, intrecciato e interdipendente. Una delle cose che amo di quest'opera è che ne rappresenta una prova concreta» (Lloyd-Smith, 2022. Trad. di chi scrive).

I giradischi progettati da Eno sono quindi esempi concreti di questa fusione tra suono, colore e design. Sono concepiti come 'sculture funzionali': veri e propri oggetti di arte, sono anche mezzi per la riproduzione musicale.

Realizzato in edizione limitata di 50 esemplari, *Turntable I* (per le immagini cfr. <http://www.paulstolper.com/artists/56-brian-eno/works/143-turntable/80178-brian-eno-turntable-2021/>) presenta una base quadrata in acrilico e un piatto circolare che si illumina di colori cangianti mentre il vinile viene riprodotto, generando ombre e riflessi che evocano un ambiente sonoro immaginario. Il colore diventa parte integrante del suono, trasformando l'ascolto della musica in un'esperienza immersiva che trascende la sola dimensione uditiva.

*Turntable II* (per le immagini cfr. <http://www.paulstolper.com/artists/56-brian-eno/works/143-turntable/83926-brian-eno-turntable-ii-2024/>), realizzato in edizione limitata di 150 esemplari, evolve ulteriormente il design del primo giradischi. L'opera ha una struttura rotonda e due dischi perfettamente circolari in acrilico sovrapposti, ciascuno dotato di un sistema LED indipendente. La luce si sovrappone in cerchi di colore che cambiano continuamente, creando un gioco di ombre e tonalità che mutano impercettibilmente e offrono all'osservatore un'esperienza visiva ipnotica e mai

identica a sé stessa. Eno descrive questi effetti di luce come ‘cicli di colore’ che, come i paesaggi sonori, si trasformano lentamente senza mai ripetersi.

Descritto da Eno come una scultura oltre che un giradischi, il *Turntable II* può essere utilizzato come installazione ambientale anche quando non riproduce dischi. Usato come giradischi, la qualità del suono riprodotto è garantita da componenti di elevato valore tecnico quali il braccio in alluminio di Pro-Ject e la testina Ortofon 2M bianca.

In una intervista con il giornalista Rick Poynor, Brian Eno ha spiegato come è nata l’idea dei giradischi: «Beh, tutto è iniziato con queste *lightbox* che vedi sulle pareti qui nel mio studio. Negli ultimi anni, i LED e i piccoli computer che li controllano si sono sviluppati al punto da renderli facili da usare per persone come me. Quando ho iniziato a creare opere luminose, usavo lampadine a incandescenza o addirittura televisori, erano dispositivi goffi e scomodi. Al contrario, i LED sono facili da controllare e molto affidabili. Le luci LED sono diffuse attraverso 68.000 fori nel Perspex – realizzati in 44 ore di perforazione computerizzata – per distribuire la luce sulla superficie dell’opera. [...] Questo ci ha dato la fiducia per pensare a come creare altri tipi di oggetti, e il giradischi è stato il primo esempio. L’effetto è stato sorprendente: è la delicatezza di questi colori e il modo in cui si fondono tra loro a renderlo così seducente. In definitiva, mi piace semplicemente creare oggetti luminosi; qualcun altro ha suggerito un giradischi e l’idea mi è piaciuta moltissimo» (Bell, 2024. Trad. di chi scrive).

Per quanto riguarda la compresenza in questi oggetti di tre componenti distinte e interagenti, quali musica, design e arte, in un sistema in cui la percezione della luce e del colore cambiano continuamente creando combinazioni infinite e imprevedibili, Eno afferma:

«Molti artisti pensano che ci sia una distinzione tra arte e design. Io non la vedo proprio così. Esiste un’arte da guardare e un’arte con cui fare qualcosa. Pensiamo, ad esempio, alla ceramica. Il concetto di significato è curioso perché nessuno si pone mai queste domande per la musica, a meno che non sia musica “difficile” o d’avanguardia: poche persone mettono su i Beach Boys o Jay-Z e si chiedono “Cosa significa?”. Se c’è un messaggio, riguarda l’impermanenza, l’essere effimero e il cogliere l’attimo. Ci sono sempre momenti che svaniscono, non puoi possedere questa cosa completamente perché non è mai davvero finita» (Bell, 2024).

Le parole di Eno riflettono una visione dell’arte e del design in cui i confini tradizionali tra le due discipline appaiono sfumate, portando a un approccio più fluido e interattivo verso le opere che, al pari della ceramica, possano essere fruite e vissute come oggetti di uso comune in cui bellezza e funzione si combinano.

Inoltre, Eno afferma che il messaggio delle sue opere non è fisso, ma piuttosto un’esperienza incentrata sull’impermanenza e la natura transitoria della vita. Come nell’arte generativa di Eno, in cui le luci e i colori si modificano senza ripetersi mai, egli sottolinea che vi è sempre un flusso continuo di attimi che si susseguono. Questa impermanenza è ciò che rende l’opera unica e inafferrabile, poiché non può essere posseduta o congelata in un istante finito e stabile, ma esiste solo nel suo divenire, mai completamente conclusa o immutabile.

In sintesi, *Turntable I e II* rappresentano un’esperienza artistica effimera, in cui il colore è metafora e materia di un evento irripetibile e la cui bellezza risiede proprio nella sua capacità di trasformarsi e svanire, spingendo lo spettatore a vivere l’attimo senza cercare di possederlo.

## **U2: UV Achtung Baby Live At The Sphere, Las Vegas, 29 settembre, 2 marzo 2024**

Dal 29 settembre 2023 al 2 marzo 2024 si sono svolte le quaranta rappresentazioni dell’*U2:UV Achtung Baby Live At The Sphere*, la *residence* del celebre gruppo rock irlandese nella *MSG Sphere* di Las Vegas; uno spazio innovativo e una rappresentazione *live* che hanno segnato l’ultima soglia sensoriale del rock show design, proponendo un potente ambiente immersivo in cui abitare inedite virtualità; un progetto che sembra attualizzare quell’antica ricerca dell’*Opera Totale*, all’insegna

dell'unione delle arti, obiettivo di molte storiche progettualità dell'architettura effimera (per le immagini cfr. <https://stufish.com/project/u2uv/>).

La *MSG Sphere* di Las Vegas (Paradise, Nevada, vicino alla *Strip*) è stata progettata da *Populous*, mega studio-azienda di architettura e design americano con sedi in quattro continenti, specializzato nella progettazione di spazi collettivi, dall'intrattenimento allo sport. "Unire le persone" è uno dei loro slogan: «creiamo esperienze che amplificano la gioia provata nei momenti umani condivisi. (...) Creiamo luoghi in cui le persone possano ridere, piangere, darsi il cinque, festeggiare e far parte di qualcosa di più grande di loro» (<https://populous.com/about>).

È l'architettura sferica più grande del mondo, alta 112 metri e larga 157, può accogliere oltre 18.000 spettatori (18.600 posti a sedere), ed è costata 2,3 miliardi di dollari; è stata realizzata grazie a una struttura portante in acciaio (3000 tonnellate) e in calcestruzzo, ed è ricoperta completamente, all'interno e all'esterno, da schermi a LED ad alta risoluzione (16K), montati in modo da garantire una superficie uniforme (senza giunti visibili), dove visualizzare immagini e video in uno spazio avvolgente altamente immersivo; ricoperta completamente da pannelli led (1,2 milioni di luci led su una superficie di 54mila metri quadrati), la sua calotta è quindi un immenso schermo.

L'atmosfera che si vive in questa architettura per lo spettacolo è, inoltre, resa unica anche dall'evoluto sistema audio immersivo sviluppato appositamente per la conformazione sferica interna di *Sphere*, a cui ha contribuito anche l'azienda italiana Powersoft – specializzata nella progettazione di tecnologie avanzate per l'audio professionale, dagli amplificatori ai componenti per altoparlanti fino ai software pensati, in particolare, per applicazioni di installazioni sonore *live* per eventi –, che ha realizzato inoltre il sistema che fa vibrare e scuotere le poltrone coerentemente con la performance rappresentata, per fornire agli spettatori un'esperienza ancora più realistica, in abbinamento alla stimolazione visiva e acustica.

*The Sphere* è stata inaugurata il 29 settembre 2023 con il primo show dello spettacolo allestito dagli U2.

Si tratta di un *residency show*, cioè una serie di spettacoli con sede fissa, che richiedono un progetto scenico *site-specific*, ossia un intervento concepito in relazione ad uno spazio particolare, non un rock set itinerante nella logica del tour.

La progettazione dello spettacolo, curata dal designer britannico Willie Williams (storico direttore creativo degli U2) con il contributo dell'artista-designer Es Devlin e dell'architetto Ric Lipson (dello studio britannico Stufish Entertainment Architects, fondato dal celebre Mark Fisher), ha coinvolto molteplici creatività e diversi professionisti.

È una rappresentazione ideata in funzione dell'eccezionale architettura che la ospita e rispetto alle poetiche artistico-musicali proposte dalla rock band irlandese che, per l'occasione, decide di rileggere e attualizzare l'immaginario innescato decenni addietro da *Achtung Baby* (album del 1991), promosso dallo storico *ZooTV Tour* (1992-93) (progettato da Willie Williams con Mark Fisher e Jonathan Park).

Il riferimento del disegno del palcoscenico è l'opera *Turntable I* di Brian Eno, un luminoso giradischi LED che cambia colore, ridisegnato da Ric Lipson in dimensioni giganti – un quadrato di 14 metri di lato, alto 1,8, con il piatto circolare rialzato al centro (9,1 m. di diametro) –, per ospitare i quattro musicisti della band.

Questa trovata scenica sembra entrare in un gioco complessivo di fuori scala, accordando fra loro l'immensa superficie interna della sfera, la band e il pubblico sulle gradinate.

Dietro il 'palcoscenico-giradischi' – rivestito da pannelli video LED – è stata allestita la parte in vista del principale sistema di illuminazione dei musicisti in scena, costituito da quattro 'lampioni



articolati' dotati di luci e di seguipersona, che sembrano ricordare, come alcuni hanno evidenziato, il design dei martinetti per pompe petrolifere.

Questa scelta dei progettisti è stata motivata dall'impossibilità di allestire tralicci sospesi che avrebbero oscurato la vista agli spettatori dell'immenso schermo concavo di Sphere, la principale attrazione, dopo gli U2, dello spettacolo.

Il principale protagonista dell'identità visiva dell'intera scenografia è, infatti, l'enorme superficie video semisferica, affidata alla sensibilità di alcuni creativi che, come in una mostra d'arte collettiva, hanno predisposto una successione di opere tematiche che caratterizzano le varie atmosfere musicali proposte dagli U2.

Fra i vari artisti che hanno contribuito con le loro opere visive a spazializzare la scena dello show ricordiamo:

- la videoproiezione *KingSize* – che rappresenta l'ascesa di Elvis Presley e la sua caduta – dell'artista e regista Marco Brambilla spazializza il brano "Even Better Than the Real Thing";
- *Flare (Oceania)* e *Surrender (Flag)* create da John Gerrard;
- *Atomic City* creata da Industrial Light & Magic;
- *Nevada Ark*, una cattedrale visiva dedicata alle specie in via di estinzione del Nevada, creata da Es Devlin;
- il lavoro di Treatment Studio – un'agenzia creativa multidisciplinare di progettazione e produzione nel campo dell'arte e dell'intrattenimento fondata dai pionieri del settore Willie Williams e Sam Pattinson – per la collaborazione alla progettazione e alla produzione di alcuni contenuti visivi dello show.

### Riferimenti bibliografici

Bell, J. (2024) Brian Eno on his Turntable II, circular and 'sexier somehow'. Wallpaper.com. Available at: <https://www.wallpaper.com/tech/brian-eno-turntable-ii-interview> (Accessed: 10 November 2024).

Birtwistle, A (2010) Cinesonica: Sounding Film and Video. Manchester University Press.

Böhme, Gernot. (2014). Light and Space. On the Phenomenology of Light. Dialogue and Universalism. 24. 62-73.

Capanna, A. (2000). Le Corbusier. Padiglione Philips. Bruxelles. Testo & Immagine

Cox, Ch., and Warner, D. (2017) Audio Culture: Readings in Modern Music. Bloomsbury.

Eno, B, (2023) A Year With Swollen Appendices: Brian Eno's Diary 1995. Faber & Faber.

Finger, A.K. e Follett, D.(a cura di) (2011) The Aesthetics of the Total Artwork: On Borders and Fragments. Johns Hopkins Univ Pr.

Gambaro, V. (2013) La musica curativa di Brian Eno: come guarire attraverso la musica. Lifegate.it. Available at: <https://www.lifegate.it/brian-eno-musica-curativa> (Accessed: 10 November 2024).

- Gill, V. (2018) Lovell lights: turning a telescope into an art installation. BBC.com Available at: <https://www.bbc.com/news/science-environment-44900634> (Accessed: 10 November 2024).
- Goldsmith, B. (2009) Brian Eno lights up Sydney Opera House for global warming. Reuters.com. Available at: <https://www.reuters.com/article/lifestyle/brian-eno-lights-up-sydney-opera-house-for-global-warming-idUSTRE54P0Q1/> (Accessed: 10 November 2024).
- Holmes, T. (2020) *Electronic and Experimental Music: Technology, Music, and Culture*. Routledge.
- Lloyd-Smith, Ha. (2022) Brian Eno's stunning turntable is a trippy blend of sound and vision. Wallpaper.com. Available at: <https://www.wallpaper.com/art/brian-eno-turntable> (Accessed: 10 November 2024).
- Mansell, J. G. (2019) 'Optical enchantment: Oskar Fischinger and visual music'. In C. M. Scheer, S. V. Turner, & J. G. Mansell (Eds.), *Enchanted Modernities: Theosophy, the Arts and the American West*. Fulgur Pr, pp. 114-121.
- Riondino, R. (2024) Giradischi Brian Eno Turntable II, AV Magazine. Available at: [https://www.avmagazine.it/news/audio/giradischi-brian-eno-turntable-ii\\_21591.html](https://www.avmagazine.it/news/audio/giradischi-brian-eno-turntable-ii_21591.html) (Accessed: 10 November 2024).
- Scoates, Ch. (2019) *Brian Eno: Visual Music*. Chronicle Books Llc.
- Sheppard, D. (2015) *On some faraway beach: The Life and Times of Brian Eno*. Orion.
- Sullivan, M. R. (2019). 'Sculpture and Sound in the Windy City: Harry Bertoia's Standard Oil Commission'. *Public Art Dialogue*, 9(1), pp. 31–52. <https://doi.org/10.1080/21502552.2019.1571820>
- Tamm, E. (1995 ) *Brian Eno: His Music and the Vertical Color of Sound*. Boston, US: Da Capo Press.
- Ursprung, P. (2008) *Studio Olafur Eliasson. An Encyclopedia*. Taschen.

## **GEOCROMI: Volti di Tellus**

**Daria Carpineti**

Ecomuseo Villa Ficana

Contatto: Daria Carpineti, [cariadarp@gmail.com](mailto:cariadarp@gmail.com)

### **Abstract**

La mia ricerca prende avvio dalla passione per la terra come elemento espressivo, materia primordiale comune a tutti e da tutti riconoscibile, costituente plasmabile dalle molteplicità cromatiche in grado di raccontare e custodire le storie di tutti coloro che la vivono e l'hanno vissuta. La possibilità di estrarre dalla terra la "materia prima" per la creazione di un'opera d'arte rappresenta uno dei principi ispiratori di questa esperienza e del lavoro svolto negli ultimi anni. L'altro elemento, fonte di ispirazione di uguale valenza, è il cercare di esprimere attraverso il materiale terra le storie e le tradizioni legate alla gente e alle usanze dei luoghi. La mia ricerca mostra le peculiarità di un materiale primigenio e naturale ma soprattutto le sue potenzialità culturali, attuando un processo di lavorazione e di estrazione del pigmento ispirato al procedimento illustrato ne "Il libro dell'Arte" di Cennino Cennini (XIV sec. ). Attraverso una serie di accurate raffinzioni, dalla terra si estrae il pigmento e con l'aggiunta dei tradizionali medium pittorici diventa colore. I procedimenti fin qui svolti sono stati condotti su differenti terreni provenienti dal paesaggio Marchigiano e Sardo, consentendo così la creazione di una importante varietà di tinte: risultato delle caratteristiche morfologiche delle diverse aree geografiche interessate. Occorre tenere presente infatti che la terra è un elemento in continua evoluzione, sia in relazione al tempo che al luogo; pertanto, attraverso l'utilizzo dello stesso metodo di estrazione, ogni area può restituire caratteristiche e tonalità differenti, per quanto riguarda la nuance dei pigmenti ottenuti. Per ampliare il campo di ricerca ho dato il via al progetto **Geocromi: volti di Tellus**, che si inserisce nella sperimentazione già in atto e dedicato ai luoghi della terra cruda.

Si tratta di raccogliere terre provenienti da tutti i Comuni aderenti all'Associazione Internazionale Città della Terra cruda, in modo da creare una palette dedicata che sottolinei l'identità e l'unicità delle singole comunità. L'appartenenza ad un luogo, inteso come ambiente ed esperienza di vita, contraddistingue ogni creatura vivente: fine essenziale di questo lavoro è perciò quello di ricercare e sottolineare caratteristiche e storie dei luoghi per poterle valorizzare e condividere. La tinta creata sarà utilizzata per la realizzazione di una serie di opere d'arte "Cromo Territoriali", una serie di piccoli dipinti su tela: inizio di una mostra in continua espansione e sempre in viaggio.

I pigmenti creati potranno essere condivisi per alimentare scambi artistici nazionali ed internazionali. Inoltre si vuole mettere l'esperienza a disposizione delle scuole, restituire il procedimento tramite un approccio alla materia di tipo artigianale e/o artistico, modulando l'attività laboratoriale secondo le esigenze didattiche e la fascia di età degli studenti, per far loro scoprire le possibilità espressive e identitarie della terra.

**Keywords:** geocromie, colori del suolo, pigmenti naturali.

### **Introduzione**

Sono Daria Carpineti, sono un'artista e ricercatrice Marchigiana laureata in decorazione del contemporaneo, la mia ricerca si occupa di estrarre il pigmento della terra;

venendo da una famiglia di contadini sono sempre stata a contatto con la terra le cui sfumature mi hanno sempre attratto, ad un certo punto è sorta proprio in me l'esigenza di cercare un sistema per catturare tutti quei toni bruni delle terre che potevo vedere, per ricavarne del materiale per le mie opere.

## 1. Origine e primi passi della ricerca

Nelle mie ricerche sono partita dal trattato "Il libro dell'arte" di Cennino Cennini (XIV sec.), per capire come gli antichi pittori realizzavano le loro opere, come si procuravano i materiali per la pittura e come venivano effettivamente prodotti i colori.

Nel capitolo 36, Cennini tratta questo argomento e spiega quali sono i colori naturali, quali necessitano di reazioni chimiche e quali invece sono propri di loro natura terrigna e come trovarli.

Il trattato fa riferimento a venature di terre o depositi lateritici dove la terra è più sottile e quasi priva di scarto e non parla delle terre "coltivate".

Si può presumere che Cennini non ne parli per due motivi: sia a causa dell'elevata presenza delle impurità, essendo terreni in cui la presenza di materiale organico e ghiaia è rilevante, sia perché il terreno dei campi ha sicuramente molti meno anni (meno decenni) di "composizione" e di conseguenza può risultare meno stabile nel tempo rispetto alle terre a cui lui fa riferimento.

Ciò non significa però che la terra "ordinaria" non restituisca colore.

E' proprio a questa tipologia di terreno e ai pigmenti che esso poteva restituire che si è rivolta la mia attenzione, per motivi biografici e geografici, dal momento che nella zona in cui vivo, nell'entroterra Maceratese, sono rare le vene di terra pulita e ci sono perlopiù campi coltivati e terricci se così li vogliamo chiamare.

La terra che viene utilizzata ha vari componenti, tra cui generalmente:

CIOTTOLI: diametro dei grani 20-200 mm

GHIAIA: diametro dei grani 2-20 mm

SABBIE: diametro di 0,06-2 mm

LIMI: diametro di 0,002-0,06 mm

ARGILLE: diametro < 0,002 mm

La parte che interessa è chiaramente quella più sottile e cioè quella dei limi e delle argille, così ho ricercato un modo per separarli dalle altre componenti,

Quindi ho dovuto integrare i procedimenti descritti da Cennini con un processo di pulitura dalle impurità un po' più approfondito.

Il metodo da me sviluppato consiste nello sciogliere il campione di terra prelevato in acqua demineralizzata che, attraverso la decantazione, permette di ottenere una prima divisione di questi elementi attraverso un processo di deposito.

Dopodiché procedo con il filtraggio, con una calza e un panno di cotone; in seguito aspetto che evaporino tutta l'acqua e ciò che rimane lo macino e diventa pigmento.

Solo una volta compiuti questi passaggi aggiuntivi nella fase di pulitura e ottenute queste polveri, mi riallaccio al metodo descritto dal Cennini per raggiungere un livello di granulosità abbastanza sottile da poter essere utilizzato anche come acquarello.

Cennini spiega infatti come va eseguita la macinatura finale: con l'ausilio con un macinello una lastra di porfido e un po' d'acqua per circa mezz'ora fino ad ottenere una pasta liscissima che andrà poi essiccata e rimacinata prima dell'utilizzo.

Non sono mai riuscita a trovare una lastra liscia di porfido ma uso generalmente una lastra e un macinello di vetro che sono funzionali comunque allo scopo

## 2. Applicazioni pratiche (Fig. 1).



Fig. 1 2016 prima palette realizzata a partire da terre raccolte in zone sparse del territorio maceratese (Treia, Montelupone, Cingoli, Potenza Picena, Botontano)

Dopo alcuni lavori sperimentali, ho prodotto delle opere in cui il materiale è volto a raccontare il territorio da cui è estratto.

Con la tecnica a olio e i pigmenti autoprodotti dalle terre è stata dipinto un gruppo di 9 tele denominato “Crocevia”.

Le tele rappresentano, visti dall’alto, gli incroci di strade in cui sono presenti le edicole votive del mio paese e ciascuna è stata realizzata con i pigmenti ricavati dalla terra rappresentata.

La terra è, al contempo, oggetto e tramite della rappresentazione. (Fig. 2-3)

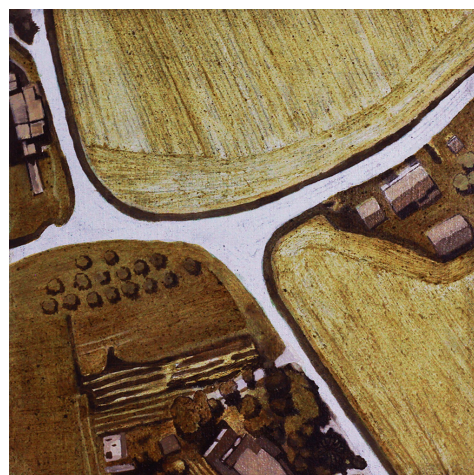


Fig. 2-3 2020 CROCEVIA: 9 tele 20x20 dipinte a olio con pigmenti autoprodotti

La scelta del soggetto si lega ugualmente alla terra e alle sue tradizioni: l’incrocio ha fin dall’antichità un valore simbolico e già i romani poggiavano sculture di divinità pagane a protezione di chi lo attraversava, sostituite in seguito da figure religiose con l’avvento del Cristianesimo; da qui la costruzione delle edicole votive, dove ancora oggi durante il mese di maggio gli abitanti delle contrade si riuniscono per il rito della recita del rosario.

Con i pigmenti sono state sperimentate anche altre tecniche pittoriche, diverse dalla pittura ad olio.

Con la tecnica dell'encausto con pigmenti di terra su terra cruda, ad esempio, è stata realizzata l'opera "Nutrice".(Fig. 4)



Fig. 4 2015 NUTRICE: encausto e pigmenti autoprodotti su stavola in terra cruda

Anche questa si lega al territorio, non solo per il materiale e i pigmenti utilizzati, ma anche per il soggetto: nel mio paese i bambini oltre a giocare con le piccole capre fin dalla nascita, venivano nutriti con il latte di capra quando quello delle loro madri finiva, anche questa è un'usanza tipica legata al luogo, e l'opera è una sorta di voto di ringraziamento ad una seconda madre.

Nell'ultimo anno mi sono dedicata invece, sempre con i pigmenti da me prodotti, alla creazione di colori ad acquarello molto più pratici da trasportare e utilizzare in ogni evenienza.



Fig. 5 Acquarelli prodotti con terre prelevate dalla Sardegna e dalle Marche

### 3. Sviluppi

A settembre 2023 ho ottenuto una borsa di ricerca all'Ecomuseo delle case di terra di Villa Ficana. "Villa Ficana" è un borgo adagiato su un pendio collinare della periferia di Macerata, risalente alla metà del XIX secolo, interamente costituito da case in terra e paglia.

Il mattone costituito da un impasto di terra o terra e paglia, sagomato in apposite forme e seccato al sole, è stato e resta una delle tecnologie costruttive più antiche e più diffuse nel mondo. La paglia funge da armatura, dà stabilità e coesione all'impasto una volta seccato al sole. L'aggiunta di materia



organica presente nella terra incrementa le proprietà colloidali dell'argilla, conferendo all'impasto, con le sue proprietà leganti, maggiore compattezza e resistenza agli agenti atmosferici.

L'impasto veniva lavorato con mani e piedi sino ad ottenere una massa plastica, che nel maceratese prende il nome di *cerretano* o *carginellu* (calcinella). Questa materia prima presenta, oltre al vantaggio di un costo molto basso e di una grande disponibilità, un sicuro pregio funzionale: l'elevata coibenza, che assicura agli abitanti della casa di terra un buon isolamento dal caldo e dal freddo. Ha inoltre apprezzabili proprietà di isolamento acustico, resiste all'elettromagnetismo, è completamente riciclabile.

Eppure tale tecnica costruttiva è stata abbandonata nel secondo dopoguerra, soprattutto per i pregiudizi che la collegavano a condizioni di miseria e arretratezza, e solo recentemente è stata riscoperta, in un'ottica di edilizia eco-compatibile.

Sopravvissuto alla cementificazione selvaggia degli anni '70, il borgo porta con sé la storia della comunità contadina che vi ha abitato, sin dal lontano 1862.

Nel 2003 la Soprintendenza Regionale vi ha apposto un Vincolo, successivamente è stato emanato un Piano di Recupero ed infine il borgo è stato restaurato dal Comune di Macerata grazie ad un finanziamento della Regione Marche. In seguito alla riqualificazione da parte del Comune, anche diversi proprietari hanno intrapreso restauri in proprio e sono tornati a vivere nei vecchi atterrati.

L'“Ecomuseo delle case di terra di Villa Ficana” è ufficialmente operativo dal 2016, con il sostegno dell'Amministrazione Comunale di Macerata e la cura e gestione di varie associazioni; l'Ecomuseo ospita un centro di documentazione, valorizza e protegge le risorse ambientali, storiche e culturali del territorio e dei suoi abitanti attraverso la realizzazione di itinerari di tipo esperienziale, laboratori didattici, approfondimenti tematici.

Il Comune di Macerata è diventato membro dell'“Associazione delle Città della terra cruda” che riunisce molte città e promuove il riuso del materiale terra cruda nella filiera dell'edilizia contemporanea, promuovendo l'impiego di materiali naturali in edilizia per sostenere l'abitare sostenibile.

Presso l'Ecomuseo ho avuto la possibilità di perfezionare la mia tecnica di estrazione, migliorando alcuni passaggi o eliminandone altri, superflui.

La borsa di ricerca presso l'Ecomuseo mi ha inoltre aperto nuove possibilità e mi ha permesso di lanciare il progetto “*Geocromi: volti di Tellus*”, il cui scopo è di arrivare a definire delle campionature di colori localizzate con terre provenienti da tutte le Regioni d'Italia. (Fig. 6-7)



Fig. 6 Geocromi: volti di Tellus

Fig. 7 Acquarelli prodotti per Geocromi, in foto: 10 terre Marchigiane (primo gruppo in alto),  
10 terre Sarde (secondo gruppo in basso).

Si cercherà di raccogliere terre provenienti da tutti i Comuni aderenti all'Associazione "Città della terra cruda" in modo da creare una palette dedicata alle Città della Terra che sottolinei l'identità e l'unicità dei paesi e delle singole comunità.

Primo a rispondere all'appello è stato Walter Secci in Sardegna che mi ha ospitato per tre giorni a Villamassargia (Sulcis-Iglesiente), nel cui centro storico ci sono ancora oggi numerose abitazioni costruite con il *ladiri*, l'antico mattone di terra cruda; questo viaggio mi ha dato la possibilità di prelevare 11 campioni da un kg di differenti tipi e colori di terre.

E' stata un'esperienza veramente importante per la mia ricerca: le terre che ho potuto vedere sono molto differenti dalle nostre e non solo per colore ma anche per la composizione; nello specifico quelle da me prelevate restituiscono una quantità maggiore di pigmento rispetto alle terre marchigiane.

Alcune poi sono terre molto leggere, hanno molti tipi di ocre dato che sono terre ferrose, con alta percentuale di ossidi di ferro.

## **Conclusioni**

L'obiettivo che si vuole raggiungere è quello di ricavare palette regionali composte da 10 colori l'una che siano significative e rappresentative della regione da cui sono letteralmente estratte. Queste palette di colori saranno poi conservate in un'apposita teca presso l'Ecomuseo, ma non solo.

L'appartenenza ad un luogo, inteso come ambiente ed esperienza di vita, contraddistingue ogni creatura vivente: fine essenziale di questo lavoro è perciò quello di ricercare e sottolineare caratteristiche e storie dei luoghi per poterle valorizzare e condividere.

I pigmenti estratti saranno perciò utilizzati per la realizzazione di una serie di opere d'arte "Cromo Territoriali", piccoli dipinti su tela, inizio di una mostra in continua espansione e sempre in viaggio. Inoltre, i pigmenti creati potranno essere condivisi per alimentare scambi artistici nazionali ed internazionali.

A ciò si affianca la volontà di mettere l'esperienza a disposizione delle scuole, restituire il procedimento tramite un approccio alla materia di tipo artigianale e/o artistico, modulando l'attività laboratoriale secondo le esigenze didattiche e la fascia di età degli studenti, per far loro scoprire le possibilità espressive e identitarie della terra.

L'invito è ovviamente aperto a tutti, chiunque sia interessato al progetto e a collaborare può contattarmi.

## **Riferimenti bibliografici**

Cennini, C., Brunello, F.; Magagnato, L., "Il libro dell'arte / Cennino Cennini; commentato e annotato da Franco Brunello ; con una introduzione di Licisco Magagnato", Neri Pozza, Vicenza, 1982, cap. XXXVI.

## La cultura del colore in fotografia Dagli archivi vernacolari, The Anonymous Project e Album di famiglia, alla fotografia contemporanea di Martin Parr e Piero Percoco

Michela Frontino

Accademia di Belle Arti di Bari

Contatto: Michela Frontino, [michela.frontino@gmail.com](mailto:michela.frontino@gmail.com)

### Abstract

L'articolo ripercorre le fasi storiche della diffusione del colore in fotografia individuando due stagioni fondamentali: la prima, compresa tra gli anni '30 e gli anni '70 del Novecento in cui il colore è impiegato prevalentemente in ambito amatoriale; la seconda in cui la fotografia a colori entra nei circuiti ufficiali dell'arte, a partire dalla mostra del 1976 *Photographs by William Eggleston* al MOMA di New York. Tale svolta è supportata dalla tesi del curatore dell'esposizione John Szarkowski per il quale la fotografia varia e modella i propri codici linguistici nel tempo, con l'esperienza e l'affinamento delle funzioni d'uso del mezzo (Eggleston, 2002). Questo articolo recepisce l'approccio funzionale allo studio del linguaggio fotografico inaugurato da Szarkowski, e considera il campo amatoriale come quello spazio libero da preconcetti e schemi disciplinari preesistenti in cui i fotografi hanno sperimentato i limiti e le potenzialità del mezzo, contribuendo alla formazione di una grammatica autonoma della fotografia. In particolare attraverso l'analisi comparativa tra le fotografie di Martin Parr e quelle di Piero Percoco con immagini tratte dagli archivi di fotografia vernacolare *The Anonymous Project* e *Album di famiglia*, vengono analizzati gli elementi di continuità espressiva tra il racconto interno, privato e familiare della società con quello dell'artista, volto alla rappresentazione diretta e istantanea del paesaggio culturale, dagli anni 70 ad oggi.

**Keywords:** The Anonymous Project, Album di famiglia, William Eggleston, Martin Parr, Piero Percoco, fotografia funzionale, colore.



Left: © Martin Parr/Magnum Photos Right: © The Anonymous Project courtesy of Polka Gallery

Fig. 1 - Dittico. A sinistra ©Martin Parr. A destra ©The anonymous project (Lee Shulman, 2021)

Fig. 2 - Dittico. A sinistra ©Album di famiglia. A destra ©Piero Percoco

### La fotografia istantanea a colori. Un excursus storico e linguistico

Colore e istantaneità rappresentano nella storia della fotografia due conquiste di fondamentale importanza, sia per l'evoluzione tecnica dei supporti fotosensibili, sia per la formazione di una specificità linguistica del mezzo, il quale per la sua stessa natura induce la visione del fotografo ad avere radici nella realtà. A rilevare l'importanza di questi due requisiti della fotografia, sin dagli albori della sua scoperta, è Louis-François Arago che, durante la seduta all'Accademia delle scienze di Parigi (per la proclamazione dell'*Invenzione meravigliosa*, il 19 agosto 1839) ne denuncia l'evidente mancanza, auspicandone altresì soluzioni possibili (I. Zannier, 2006). Nello storico evento se da un lato si riconoscono i limiti dell'annunciata invenzione, dall'altro si dà inizio al percorso evolutivo del

linguaggio fotografico che, parallelamente ai progressi della tecnica, avrebbe riconosciuto l'apice delle sue stesse possibilità espressive nell'aderenza al vero.

Il primo punto di svolta verso l'acquisizione dell'istantaneità si ottiene dopo il 1880 con la diffusione della tecnica della gelatina bromuro d'argento. Essa in virtù di un'elevata sensibilità alla luce e di un'importante riduzione del tempo di posa registra il movimento oltre il limite fisico dell'occhio umano, mostrando ciò che l'uomo non può vedere. Così come dimostrato da Edward Muybridge con *Animal Locomotion*, un atlante che rappresenta con correttezza anatomica la scansione del movimento umano e di svariate specie del mondo animale, offrendosi come punto di partenza per la nascita del cinema (Rondolino, Tomasi, 2022). Il successivo passaggio verso l'istantaneità dell'immagine fotografica è l'adozione della pellicola in rullo, brevettata da George Eastman della Kodak, su supporto in celluloidi, nel 1889. Quest'ultima insieme alla commercializzazione della prima fotocamera automatica, la *Kodak n°1*, con lo slogan *Voi premete il bottone, noi facciamo il resto*, si propone al grande pubblico e consente il primo ingresso della fotografia nel campo di utilizzo commerciale, privato e familiare. Seguono poi diversi altri modelli di fotocamera portatile, ma solo la Leica, progettata da Oskar Barnack, tecnico dello stabilimento ottico di E. Leitz a Wetzlar e lanciata sul mercato nel 1924, garantisce la praticità delle più economiche pellicole cinematografiche standard di 35 mm, con 36 negativi in rapida successione. A seguire, la Contax di piccolo formato e la Rollei-flex per negativi di medio formato (Zannier, 2013).

Quanto al colore, il secondo tassello mancante perché la fotografia divenisse copia del reale, le prime ricerche per ottemperare alla sua mancanza si sono basate sulla teoria della tricromia, senza tuttavia portare a risultati stabili. Di fatti i primi dagherrotipisti, così come i successivi atelier fotografici che stampano fotografie su carta, includono stabilmente nel proprio staff almeno un artista per la coloritura delle stampe. Tale consuetudine è ampiamente diffusa sin dalla seconda metà del XIX secolo per soddisfare l'esigenza di un ampio pubblico amante di una ritrattistica il più possibile fedele ai soggetti, in netto contrasto con l'estetica pittorica dei fotografi d'arte, che al realismo preferiscono il tratto impressionista, sfumato e tenue (Newhall, 2009). Per la fotografia a colori diretta, realizzata con un unico scatto, sarà decisiva l'intuizione dei fratelli Lumière di utilizzare granelli di fecola di patate colorata come filtro della lastra fotosensibile già utilizzata nel *Processo Joly* (Walls, Attridge, 1979). Le lastre Autochrome Lumière sono presentate al Congresso fotografico di Nancy nel 1904 e messe in vendita nel giugno 1907, imponendosi poi sul mercato. Nel 1929 viene messa in commercio la Kodakolor progettata con materiali fotosensibili ai colori e utilizzata prevalentemente nel cinema, perché manteneva i riflessi cromatici solo in proiezione. Ma è con la Kodachrome, commercializzata nel 1935, che l'industria introduce finalmente la stampa a colori, per sintesi sottrattiva su carta (Newhall, 2009). Queste pellicole, insieme alla sempre maggiore efficienza delle fotocamere istantanee presenti sul mercato, hanno reso la fotografia una tecnica alla portata di tutti, un linguaggio che ha cambiato radicalmente i modelli di rappresentazione della società.

Tuttavia, seppur onorati già a partire dagli anni '30 del Novecento i buoni auspici di Arago, il colore e la visione istantanea continuano ad essere apprezzati prevalentemente nell'uso domestico e amatoriale; mentre il mondo editoriale, le gallerie e i musei d'arte continuano a favorire l'estetica consolidata del bianco e nero. Reduce ancora della famosa invettiva di Charles Boudelaire del 1859, dunque, la fotografia può assumere unicamente funzioni meccaniche e strumentali (Baudelaire, 1973). Per la cultura dell'epoca, infatti, l'opera d'arte non può prescindere dall'intervento e dalle abilità manuali: di conseguenza la produzione fotografica, figlia dell'industria, non potrebbe mai essere considerata artistica. Di tutt'altro parere sono invece gli esponenti del Pittorialismo, che negli stessi anni portano avanti l'istanza di una fotografia d'arte, somigliante alla pittura, mutuando da quest'ultima, non solo i modelli pittorici, ma anche i soggetti prevalentemente storici e letterari (Miraglia, 2001).

Tra Ottocento e Novecento, l'impegno profuso dai pittorialisti per elevare la fotografia allo *status* di arte viaggia parallelamente alla pratica di dilettanti e non professionisti che, attraverso l'uso ingenuo



e non controllato del mezzo, ne sperimentano le caratteristiche tecniche ed espressive. Tra questi Jacques-Henry Lartigue, il quale, ancora bambino con un Block-Notes (tra le prime fotocamere portatili), riprende attività e stramberie del proprio contesto familiare: salti acrobatici sulle scalinate di casa, corse in riva al mare, motociclette costruite in casa e tanto altro (Newhall, 2009). La sua opera squisitamente vernacolare testimonia la prima diffusione dell'istantanea nel mondo privato, tra amatori e appassionati, che senza alcuna velleità artistica scrivono i codici della fotografia moderna già agli inizi del Novecento. In queste immagini emerge un linguaggio visivo che non può che essere considerato fotografico per due ragioni fondamentali: da un lato per l'estetica realista; dall'altro per la scelta dei soggetti e degli ambienti appartenenti alla quotidianità. Eppure le fotografie di Lartigue che oggi salutiamo come anticipatrici dell'opere di *Brassaï* o di *Henri Cartier-Bresson*, ben lontane dai temi simbolisti e dalla resa formale del Pittorialismo, non sono né esposte né pubblicate fino al 1963, quando una mostra al *Museum of Modern Art* di New York ne consacra l'importanza (Marion, 2020).

Così come la fotografia istantanea, anche il colore stentava ad essere riconosciuto dal mondo dell'arte come codice linguistico (Clarke, 2009). Il fotografo Edwards Weston, fautore del colore, espone con chiarezza tale mancanza, quando nel 1947 scrive «Tante fotografie non sono altro che bianchi e neri colorati. Il pregiudizio che tanti fotografi nutrono contro la fotografia a colori deriva dal fatto che non pensano al colore come forma» (Newhall, 2009). Ancora una volta, quindi, l'equivoco nasce nell'emulazione pittorica, cioè nel tentativo di utilizzare il colore fotografico come quello della pittura. Ignorando il fatto che, disponendo solo di tre colori fondamentali (la cui intensità dipende da leggi sensitometriche), la fotografia non può competere con la tavolozza che dispone invece di tutti i pigmenti possibili. Pertanto alla fotografia non resta che guardare al colore in maniera diversa, come se fosse soggetto esso stesso.

In buona sostanza, la libertà creativa e l'istinto visuale che Lartigue e Weston hanno testato mediante le tecniche dell'istantanea e del colore, avvicinano le loro opere alla pratica amatoriale pura, priva di ambizioni artistiche, per lo più anonima, che rientra nell'attività ricreativa, nello scambio privato, nella cerchia familiare. L'abbondanza e la trivialità di questo universo parallelo della fotografia elitaria l'hanno resa impermeabile al pubblico specializzato, nonostante abbia rappresentato un campo di ricerca importante per la definizione di una grammatica fotografica autonoma (Garat, 2012).

### **La nascita del Dipartimento di fotografia del MoMA di New York e il ruolo della fotografia vernacolare nella genesi del linguaggio fotografico**

Al riconoscimento del medium fotografico come forma artistica indipendente, ha contribuito sin dalla sua fondazione nel 1940 il Dipartimento di fotografia del MoMA di New York, affermandosi, per volontà del curatore Beaumont Newhall, come l'istituzione guida per la valorizzazione della fotografia nella qualità di visualità moderna, che abbraccia un'ampia gamma di generi, dall'immagine scientifica, a quella aerea, medica, cinematografica, di cronaca e tante altre ancora (Russo, 2011). L'idea secondo la quale la tradizione artistica del mezzo fotografico e la sua funzione d'uso sono strettamente connesse prende forma nella mostra *The photographer's eye* del 1964, in cui fotografie differenti per genere, autore, soggetto e approccio sono parte di un racconto unico, attinente allo sguardo del fotografo. A tal proposito, John Szarkowski, nel catalogo della mostra, scrive «Le immagini riprodotte in questo libro sono state realizzate nell'arco di più di un secolo. Sono state realizzate per vari motivi, da uomini con interessi diversi e talenti diversi. Hanno infatti poco in comune, se non il loro successo e un vocabolario condiviso: queste immagini sono inequivocabilmente fotografie. La visione che le accomuna non appartiene a nessuna scuola o teoria estetica, ma alla fotografia stessa. Il carattere di questa visione è stato scoperto dai fotografi al lavoro, man mano che cresceva la loro consapevolezza delle potenzialità della fotografia» (Szarkowski, 2007). Il curatore svincola così il linguaggio fotografico da qualsiasi adattamento a forme e discipline preesistenti, in quanto «L'invenzione della fotografia ha fornito un processo di creazione di immagini



radicalmente nuovo, un processo basato non sulla sintesi ma sulla selezione della realtà. I dipinti venivano realizzati, costruiti a partire da consuetudini, competenze, approcci e schemi consolidati, ma le fotografie venivano scattate per strada» (Szarkowski, 2007). I fotografi a cui Szarkowski fa riferimento sono i protagonisti di un uso globale della fotografia che dalla fine del XIX secolo, con la tecnica della gelatina bromuro d'argento, si diffonde capillarmente nella società. Sono la miriade di operai specializzati, amatori, curiosi e hobbisti della domenica che sperimentano i limiti e le potenzialità del mezzo liberamente, senza preconcetti e schemi precostituiti. Sono loro a realizzare quella varietà di immagini prodigiosa, con cui il linguaggio della fotografia ha trovato la sua identità. A loro, e non solo, il curatore dedica la mostra del 1964, pubblicando sulla copertina del catalogo una fotografia anonima realizzata senza intenzioni creative, vernacolare appunto.

Tale impostazione curatoriale ha contraddistinto l'intera programmazione di attività espositive, di studio e ricerca del prestigioso Dipartimento, aprendo il mondo dell'arte ad una riflessione radicale sul medium fotografico. Tra queste, la mostra già citata nel precedente paragrafo, *Photographs by Jacques-Henry Lartigue* del 1963, che consacra la fotografia di un autore fino ad allora sconosciuto, nel cuore dell'arte moderna. Il comunicato stampa della mostra riporta: «Oggi le fotografie di Lartigue sembrano una straordinaria previsione di ciò che vedremo in futuro. Con l'occhio di un artista, seppur con la mente libera da teorie artistiche, ha realizzato fotografie con chiarezza grafica e osservazione poetica, producendo un lavoro straordinario per mezzo di una fotocamera portatile, strumento che sarà diffusissimo nelle generazioni future» (Bronstoin, 1963).

In linea con le iniziative culturali del Dipartimento di fotografia del MOMA di New York, negli anni Sessanta e Settanta, lo storico dell'arte Arturo Carlo Quintavalle rivaluta, per primo in Italia, il ruolo della cultura visiva nelle riflessioni sul medium fotografico, in quanto uno degli strumenti di comunicazione più diffusi del mondo contemporaneo. Lo studioso, infatti, riconosceva l'importanza della ricerca sulla fotografia popolare, accanto a quella dei grandi maestri, in termini di antropologia visiva e linguistica, dando seguito a un rinnovato interesse per gli studi sulla fotografia nel nostro Paese (Quintavalle, 1994).

### ***The William Eggleston's guide: la fotografia a colori entra nei musei***

Nel catalogo della mostra *The photographer's eye* sono elencate cinque caratteristiche del medium con cui i fotografi inevitabilmente dovevano confrontarsi nello svolgimento del loro lavoro: la cosa in sé, ovvero il soggetto fotografato; il dettaglio, apprezzabile grazie all'alta definizione dell'immagine; l'inquadratura, la selezione del campo visivo; il tempo, la durata dell'esposizione; il punto di vista, la prospettiva da cui il fotografo guarda (Szarkowski, 2007). Il colore, in quanto codice linguistico della fotografia, viene considerato nel dibattito culturale dell'istituzione newyorkese, circa dieci anni dopo, con la mostra *Photographs by William Eggleston*, curata da John Szarkowski nel 1976, e accompagnata dalla prima pubblicazione sulla fotografia a colori del museo, *William Eggleston's guide*. In questo libro l'autore raccoglie in forma diaristica 75 fotografie, scattate tra il 1969 e il 1971, nei dintorni di Memphis, dov'è nato nel 1939, estendendo il suo sguardo ad altre zone del Tennessee e al *Mississippi* (Eggleston, 2002). Il suo lavoro inizia nel 1957, ispirato dall'opera di Cartier-Bresson e Walker Evans. «Avevo una vecchia Canon e una Leica - afferma l'autore in un'intervista pubblicata su *The Guardian* il 25 luglio 2004 - ma non sapevo nulla di fotografia. Non ho mai imparato da nessuno. Ben presto ho iniziato a interessarmi a fotografare qualsiasi cosa ci fosse, ovunque mi trovassi. Per qualsiasi motivo» (O'Hagan, 2004). In quegli anni, quando il reportage era il genere dominante, Eggleston aveva scelto di fotografare il mondo che lo circondava fermandosi sui dettagli, da prospettive inclinate, distorte e poco conformi alle canoniche inquadrature, mediante composizioni che ponevano i soggetti al centro del mirino. Immagine dopo immagine ha realizzato il ritratto della vecchia America del sud rurale, mentre si fondeva con la nuova America del dopoguerra, dei fast food, dei centri commerciali, della plastica e dei neon. Ma per farlo non ha cercato l'azione o il sensazionalismo della cronaca. Il suo sguardo si è rivolto bensì all'ordinario: un pick-up fangoso,

un freezer pieno di cibo preconfezionato, scarpe abbandonate sotto un letto, una donna seduta sul ciglio della strada. Nella sua visione, tutto è degno di essere fotografato, anche l'apparente banalità del quotidiano, secondo quella democrazia dello sguardo che ne ha caratterizzato l'intera opera (Eggleston, 2015). Nel 1973 introduce nel suo lavoro il dry transfer, un processo di stampa a colori con tono continuo, commercializzato negli anni Venti dalla Technicolor e reso popolare negli anni '40 dalla Eastman Kodak (Newhall, 2009). Questo procedimento, noto per una scala cromatica e una gamma tonale più ampie rispetto agli altri processi di stampa, ha rappresentato la chiave di svolta nella produzione di Eggleston, che presto si è distinta come pionieristica nell'uso del colore. Giunto a New York nel 1967 incontra Szarkowski, il quale riconosce nel suo lavoro il potenziale di una nuova e radicale estetica in divenire. Alla base della sua teoria critica, infatti, il noto curatore individua il principio della *fotografia funzionale*, secondo il quale la fotografia varia e modella i propri codici linguistici nel tempo, con l'esperienza e l'affinamento delle funzioni d'uso del mezzo. A questo argomento dedica buona parte del testo che introduce *The William Eggleston's guide*, soffermandosi in particolare sulla progressiva acquisizione del colore nella pratica fotografica d'autore: «Immaginate, dopo che il fotografo aveva trascorso un secolo a imparare a usare il suo mezzo in monocromia, in quale caos si trovò dinanzi alla possibilità di utilizzare una pellicola a colori economica e praticamente infallibile. Per i fotografi professionisti che esigevano rigore formale, il colore era un'enorme complicazione. Tanto che la maggior parte di loro decisero che poiché il bianco e nero era stato abbastanza buono per David Octavius Hill, Brady e Stieglitz, era abbastanza buono anche per loro» (Eggleston, 2002).

Eppure, nonostante le difficoltà, la sperimentazione di questa tecnica ha avuto lungo corso, assimilando input e influenze dalla pittura moderna, dal cinema, dalla televisione a colori, dalle cartoline, dalle riviste illustrate e dalla fotografia amatoriale. Ecco allora che, nella seconda metà del Novecento, i fotografi hanno iniziato a usare il colore come codice linguistico, come se il blu e il cielo fossero una cosa sola, al pari del bianco e delle nuvole o del giallo e dei campi di grano. «Nella fotografia – continua Szarkowski - la ricerca della forma ha preso una direzione inaspettata. In questa peculiare arte, forma e soggetto sono definiti simultaneamente. [...] Si potrebbe dire che il soggetto di una fotografia non è il suo punto di partenza, ma la sua destinazione» (Eggleston, 2002).

Nell'opera di Eggleston questa coincidenza appare con evidenza, perché non include fotografie di colori, né tantomeno di forme o oggetti, ma solo fotografie che richiamano un'esperienza visiva costruita attraverso le strutture imposte dalla macchina fotografica. Si può dire allora che in queste fotografie forma e contenuto sono indistinguibili.

### **L'ispirazione vernacolare della fotografia contemporanea a colori. I casi di *The anonymous project* e *Album di famiglia***

Nelle fotografie di Eggleston, Szarkowski ritrova il potere comunicativo della fotografia amatoriale, un campo di indagine che permette ai fotografi di sperimentare liberamente la tecnica e l'espressività, nella prospettiva di una *fotografia funzionale* (Eggleston, 2002). Secondo questo principio, ad esempio, anche quando non si conoscono le identità delle persone ritratte, le fotografie istantanee rappresentano quell'uso sociale della fotografia che ognuno di noi ha sperimentato nella sua vita, permettendone la comprensione. Tutto ciò avvicina le fotografie di Eggleston ai modelli visivi della fotografia vernacolare. «Si potrebbe dire – spiega Szarkowski - che tali immagini spesso hanno una chiara somiglianza con le diapositive Kodachrome dell'onnipresente dilettante della porta accanto. Mi sembra che questo sia vero, nello stesso senso in cui le belle lettere di un tempo generalmente si relazionano al vernacolo colto prevalente di quel tempo. Allo stesso modo, non dovrebbe sorprendere se la migliore fotografia di oggi è correlata nell'iconografia e nella tecnica allo standard contemporaneo del lavoro fotografico vernacolare, che è in effetti spesso ricco e sorprendente. La differenza tra i due è una questione di intelligenza, immaginazione, intensità, precisione e coerenza» (Eggleston, 2002). A William Eggleston si ispirano intere generazioni di fotografi. Tra questi vi sono autori affermati come Martin Parr e giovani promesse della scena internazionale come Piero Percoco.

Per entrambi, infatti, la pratica istantanea e l'uso del colore rappresentano quelle tecniche imprescindibili alla produzione di immagini in cui forma e contenuto inevitabilmente coincidono. Martin Parr, nato nel 1952 a Epsom nel sud dell'Inghilterra, è uno dei fotografi documentaristi più noti della sua generazione. Con oltre 100 libri pubblicati, l'autore inglese ha concentrato la sua attenzione sui comportamenti collettivi, comprendendo in questi comportamenti l'uso stesso della fotografia. La formula con cui l'autore inglese racconta la normalità è quella del paradosso, dell'ironia e dell'iperbole. Ciò è evidente già nel primo progetto *Bad Weather*, che segna l'inizio di una lunga esplorazione della Gran Bretagna e dei suoi abitanti, il vero filo conduttore dell'intera sua opera. Si converte al colore con *The last resort*, realizzato tra il 1983 e il 1985 sulla spiaggia di New Brighton a Liverpool, allora frequentata prevalentemente da famiglie economicamente svantaggiate (Guadagnini, 2013). Qui l'influenza di autori come Joel Meyerowitz, William Eggleston e Stephen Shore è evidente non solo nell'uso di vivaci cromatismi (resi ancor più saturi mediante colpi di flash) ma anche nella scelta di inquadrature in apparenza non ben studiate rispetto ai canoni della fotografia classica, ma in realtà perfette per rendere il caos e l'immediatezza delle situazioni che incontra: bagnanti stesi sul cemento tra bambini urlanti, scarpe abbandonate e sacchetti di plastica, famigliole che mangiano indifferenti proprio davanti a un cassonetto della spazzatura. Da questo progetto in poi, Martin Parr non abbandonerà mai il colore, tanto da divenire caratteristica peculiare della sua fotografia, insieme alla visione istantanea della vita quotidiana. Proprio in virtù di queste caratteristiche, le immagini di Parr sono al centro di uno studio comparativo che Lee Shulman, regista cinematografico e collezionista, realizza nel libro *Déjà View*, accostando in un continuum visivo le foto più celebri del fotografo inglese con le immagini tratte dall'archivio *The Anonymous Project*. Quest'ultimo, creato dallo stesso Shulman, raccoglie più di 800.000 diapositive a colori Kodachrome dalla fine degli anni '30 fino alla metà degli anni '80 (Shulman, 2021), esprimendo l'idea di un fenomeno globale che attiene all'uso privato della fotografia. Nel libro di Shulman si avvicinano su doppia pagina 70 dittici in cui sono accostate le fotografie dell'autore inglese e quelle tratte dall'archivio *The Anonymous Project*, risalenti agli anni '50 e '80, scattate negli Stati Uniti, in Gran Bretagna e in Europa. Le immagini sono affiancate in modo tale da creare un sorprendente effetto speculare, evidente nelle inquadrature colte al volo, nelle composizioni, nella simmetria tra i soggetti e nelle campiture cromatiche, quindi in tutte quelle caratteristiche della fotografia vernacolare, che lo stesso Parr ha largamente valorizzato nella sua attività di collezionista di libri e di immagini fotografiche di vario genere (fotografia documentaria britannica, cartoline, oggetti figurativi). All'interno del libro le immagini sono affiancate secondo due schemi prevalenti. Il primo associa fotografie del medesimo soggetto in inquadrature diverse, una più ampia e l'altra più stretta; il secondo due immagini simili tra loro non solo per il soggetto ma anche per la distanza da cui questo è fotografato. Al primo schema appartiene, ad esempio, il dittico in cui si avvicinano, a sinistra il *close up* di Martin Parr su due piedi che indossano calzoncini rosa e sandali in cuoio e, a destra l'inquadratura molto più ampia in cui un uomo indossa le stesse scarpe (Fig. 1). I due fotogrammi potrebbero far parte di uno stesso film, di un'unica narrazione sull'uscita fuori porta di due coniugi felici, coinvolgendo il contesto della scena nel piano descrittivo. Al secondo schema si riferiscono invece le fotografie somiglianti sia per le inquadrature che per i soggetti. Tra questi ultimi ritroviamo bagnanti distesi al sole, turisti armati di fotocamera, torte di compleanno e gruppi di bambini sui sedili posteriori di un'automobile. A ripetersi all'intero del secondo schema, non sono solo i soggetti, ma anche l'errore di ripresa rappresentato, ad esempio, da un oggetto non previsto che compare sfuocato nell'inquadratura. L'errore, molto comune nell'uso amatoriale del mezzo fotografico, in questo caso è considerato dall'artista tra le possibilità espressive del mezzo, in quanto codice interno alla grammatica visiva della fotografia (Shore, 2011). Una sfocatura, una testa tagliata, un dito posto sull'obiettivo della fotocamera rappresentano di fatto strumenti utili a narrare una visione personale del mondo e a dare una struttura alle proprie percezioni (Kessels, 2014). A proposito del suo rapporto con la fotografia vernacolare nell'intervista a introduzione del libro di Shulman Parr afferma «Adoro il principio e lo spirito che questa fotografia incarna. Ciò che mi interessa è il rapporto tra il soggetto

e la persona che scatta la foto. È semplice e senza pretese. Il fotografo compie un atto fotografico puro, senza idee preconcepite» (Shulman, 2021).

Piero Percoco è nato nel 1987 a Sannicandro di Bari, in Puglia, dove ha sviluppato la sua personale visione del mondo con la fotocamera di uno smartphone. Sui social network è conosciuto con lo pseudonimo *The rainbow is underestimated*, in riferimento ai colori saturi e brillanti delle sue fotografie. Fortemente ispirato dai primi coloristi americani e dal già citato Martin Parr, pone al centro della sua ricerca la prospettiva istantanea, con cui coglie le atmosfere, le abitudini e i comportamenti sociali del suo territorio di origine. Ne deriva un ritratto molteplice e variopinto del Sud Italia che egli compone sulla pagina del suo profilo Instagram, per esaltarne con ironia i paradossi e le peculiarità. Le sue immagini, dettagli ravvicinati della cultura contadina, balneare e religiosa del Sud Italia, esprimono l'idea di una provincia assoluta, dove l'ordinario si esprime in gesti reiterati nel tempo, come icone riconoscibili già negli album di famiglia delle persone ritratte. Tale continuità linguistica appare con evidenza nell'accostamento delle fotografie di Percoco con quelle tratte dall'archivio *Album di famiglia*, esperienza nata dal basso, nel contesto dell'associazionismo locale e sviluppata sul territorio pugliese, attraverso la condivisione collettiva del Patrimonio fotografico, in forma digitale (Frontino, Molinari, 2021). A differenza del binomio messo a punto da Lee Shulman (Shulman, 2021), qui il termine di paragone archivistico comprende solo fotografie provenienti dalle famiglie del territorio in cui opera lo stesso Percoco. In questo modo è stato possibile portare l'attenzione non solo sull'uso sociale della fotografia, ma anche sull'immaginario visivo di un territorio che si racconta dall'interno, al fine di valorizzare il linguaggio della fotografia vernacolare come chiave d'accesso per entrare nelle vite delle persone, rappresentarle e raccontarle come abitanti di uno specifico paesaggio culturale (Valtorta, 2013). Il pregio distintivo delle fotografie di Percoco consiste infatti nella formula dell'istantaneità (resa ancor più efficace dall'agilità dello strumento digitale utilizzato) che si unisce alla tipologia dei soggetti rappresentati, tutti provenienti dalla cultura popolare, che persiste nell'immaginario collettivo dagli anni '50 in avanti, nonostante un debole, seppur costante, richiamo alla modernità. Nei piccoli borghi, negli interni delle case (Fig. 2), nell'ordinario urbano, nelle campagne e nelle periferie, Percoco cerca i segni di un'eredità culturale, che ancora vive nei volti e nelle posture degli anziani, nei rivestimenti in ceramiche delle palazzine, negli infissi in anticorodal, nelle spiagge affollate e nelle luminarie accese per la festa patronale. Il suo punto di vista ha molto in comune con la prospettiva vernacolare della fotografia, perché ne condivide le tematiche e le scelte tecnico – compositive: la vicinanza ai soggetti, l'istantaneità delle scene colte al volo, le composizioni irregolari, l'assenza di artifici, la composizione centrale, il tema del quotidiano e, inevitabilmente, il colore. Tutto ciò serve all'autore per sviluppare quel linguaggio personale che, nella coincidenza dello sguardo vernacolare (De Mattia, 2015), ha trovato il modo per esplorare il presente, precludendo a volte le promesse del futuro.

### Conclusioni

Alla luce delle esperienze, delle opere e delle testimonianze in ambito storico fotografico analizzate in questo articolo, è possibile avvalorare una linea di continuità linguistica tra la fotografia vernacolare e la fotografia autoriale a colori, dagli anni '70 ad oggi. Tale continuità è confermata dalla persistenza dei medesimi codici linguistici sia nelle opere di autori come Martin Parr e Piero Percoco, sia nelle fotografie degli archivi vernacolari, *The anonymous project* e *Album di famiglia*. Detti codici sono rintracciati nella tipologia dei soggetti rappresentati, tutti provenienti dalla cultura popolare, nelle tecniche di ripresa come il punto di vista ravvicinato, l'istantaneità delle scene colte al volo, le composizioni irregolari, la centratura del soggetto e, inevitabilmente, il colore. Allo stesso tempo, con questi strumenti linguistici Parr e Percoco, ciascuno con le proprie specificità, sviluppano una visione artistica personale, che mostra le contraddizioni e il sincretismo della società contemporanea raccontata dal suo interno.

### Riferimenti bibliografici

Baudelaire, C. (1973) *Poesie e prose*. Milano: Mondadori, p. 817.

- Bronstoin, H. (1963) Comunicato stampa della mostra *Photographs by Jacques-Henry Lartigue*. New York: Museum of Modern Art. Available at: [https://assets.moma.org/documents/moma\\_press-release\\_326313.pdf](https://assets.moma.org/documents/moma_press-release_326313.pdf)
- Clarke, G. (2009) *La fotografia. Una storia culturale e visuale*. Torino: Einaudi, pp. 204-205
- De Mattia, G. (2015) *La coincidenza dello sguardo*. Ravenna: Danilo Montanari Editore.
- Eggleston, W. (2002) *The William Eggleston's Guide*. New York: The Museum of Modern Art, pp. 6 – 12.
- Eggleston, W. (2015) *The democratic forest*, Gottinga: Steidl.
- Frontino, M., Molinari L. (2021) *Moderno desiderio. Fotografia e immaginario popolare Terra di Bari 1945/2021*. Altamura: Of(f) the archive.
- Garat, A. M. (2012) *Anonimo. Fotografie trovate*. Verona: Contrasto, p. 3.
- Guadagnini, W. (2013) *La fotografia – L'età contemporanea 1981 – 2013*. Milano: Skira, p. 196
- Kessels, E. (2014) *In almost every picture*. Amsterdam: Kessels Kramer.
- Miraglia, M. (2001) “La fotografia pittorica”, in Marra, C. *Le idee della fotografia*. Milano: Electa, pp. 214 – 215.
- Newhall, B. (2009) *Storia della fotografia*. Torino: Einaudi, pp. 381 – 384.
- O'Hagan, S. (25-07-2004) “Out of the ordinary”, intervista a William Eggleston, *The Guardian*. Londra: Guardian Media Group. Available at: <https://www.theguardian.com/artanddesign/2004/jul/25/photography1>
- Perceval, M. (2020) *Jacques Henri Lartigue. L'invenzione della felicità*. Venezia: Marsilio, p. 5.
- Quintavalle, A. C. (1994) *Messa a fuoco. Studi sulla fotografia*. Milano: Feltrinelli, pp. XI – LIX.
- Rondolino, G. e Tomasi, D. (2022) *Manuale di storia del cinema*. Milano: Utet, pp. 9-10.
- Russo, A. (2011) *Storia culturale della fotografia italiana*. Torino: Einaudi, pp. 217 – 220.
- Shore, S. (2011), *Lezione di fotografia*. Roma: Phaidon, pp. 37-38.
- Shulman, L. (2021) *Déjà View*. Parigi: Textuel, pp. 8-9.
- Szarkowski, J. (2007) *The photographer's eye*. New York: Museum of Modern Art, pp. 6 – 11
- Valtorta, R. (2013) *Luogo e identità nella fotografia italiana contemporanea*. Torino: Einaudi, pp. XXI-XXII.
- Walls, H. e Attridge, G. (1979) *Le basi scientifiche della fotografia*. Roma: Ciapanna, pp. 372-373.
- Zannier, I. (2006) *Il sogno della fotografia*. Milano: Skira, pp. 8-10.
- Zannier, I. (2013) *Storia e tecnica della fotografia*. Milano: Hoepli, pp. 221-222.

## **Indagini colorimetriche: campagne esplorative per un contributo a supporto dell'interpretazione storico artistica. Esperienze in corso dal Progetto Bormida Gotica**

**Sara Fasana<sup>1</sup>, Marco Zerbinatti<sup>1</sup>, Ludovica Martina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>SintesiLab, DISEG, Politecnico di Torino

<sup>2</sup>Storica dell'arte

Contatto: Sara Fasana, sara.fasana@polito.it

### **Abstract**

Il contributo presenta l'impostazione metodologica e la lettura critica dei primi esiti di rilievi colorimetrici condotti dal gruppo di ricerca del Laboratorio SintesiLab del Politecnico di Torino nell'ambito dell'esperienza di ricerca interdisciplinare "*Bormida Gotica. Dalla Liguria al Piemonte, un nuovo percorso alla scoperta di tesori dimenticati*". L'obiettivo strategico del progetto Bormida Gotica, che vede il sostegno della Fondazione Compagnia di San Paolo, nel contesto del programma di finanziamenti "In Luce", è creare un itinerario culturale e paesaggistico che metta in rete il patrimonio architettonico e storico-artistico di matrice culturale tardo-medievale del territorio che si estende lungo il corso del fiume Bormida, tra l'entroterra ligure e la piana alessandrina. Tra i beni compresi nel progetto, sono stati estratti alcuni esempi, scelti per la maggiore fragilità e per la conseguente necessità di individuare un insieme di azioni per la conservazione; su questi sono state condotte le prime campagne di indagine (basate su diagnostica non distruttiva - NDT) e di rilievi colorimetrici, con un duplice obiettivo: - fornire un contributo all'interpretazione delle vicende costruttive dei manufatti architettonici, individuando al contempo alcune possibili cause di degrado riscontrato sugli apparati decorativi pittorici e - valutare il possibile contributo dell'analisi strumentale a supporto dell'interpretazione storico artistica.

Questa relazione si concentra su questo secondo aspetto. Con particolare riferimento alla possibile attribuzione autoriale di cicli pittorici differenti a botteghe o maestri comuni, sono esposti l'impostazione metodologica e i primi esiti dei rilievi e delle misurazioni, pianificati in coerenza con le ipotesi basate su una estesa e approfondita ricerca storica documentale. Viene inoltre presentata una prima lettura comparata dei risultati, che pone in relazione i dati ottenuti dalle indagini in campo con i risultati delle misure condotte su campioni di pitture realizzate in laboratorio a partire da un ricco repertorio di tinte e coloriture realizzate con terre naturali coloranti (pigmenti), provenienti da bacini territoriali compatibili con quelli di pertinenza del patrimonio in esame. Queste prime indagini esplorative riguardano a un generale obiettivo finale, con riferimento alla possibilità di individuare oggettivi parametri riconducibili a specificità ricorrenti, relativamente all'utilizzo di particolari generi di materiali, di pigmenti e di relative tecniche di applicazione, utili dal punto di vista della conoscenza e, in prospettiva, per la costruzioni di piani di Conservazione Programmata.

**Keywords:** Pittura gotica, Bormida Gotica, spettrofotometria/misure colorimetriche, conservazione e valorizzazione patrimonio diffuso, materiali locali, diagnostica non distruttiva.

### **1. Introduzione**

Il percorso di approfondimento oggetto della presente relazione costituisce parte di un progetto culturale pluriennale denominato *Bormida Gotica*. Nato nel 2021 da un'idea di Laura Sottovia e Fondazione Matrice ETS, *Bormida Gotica* vede la collaborazione di numerosi soggetti: il Parco Culturale Alta Langa (soggetto capofila), la Fondazione 1563 per l'Arte e la Cultura della Compagnia di San Paolo, il laboratorio SintesiLab (DISEG – Politecnico di Torino), "*Città e Cattedrali*" e "*Chiese a porte aperte*" - progetti della Consulta Regionale per i Beni Culturali ecclesiastici, la



Consulta Territoriale della Valle Bormida, la Fondazione Gente & Paesi, l'Associazione Museo del Monastero e Italia Nostra – sezione di Alessandria. Il progetto ha il sostegno della Fondazione Compagnia di San Paolo nell'ambito del bando “*Territori in Luce!*”, di Fondazione CRT e Fondazione CRC e, infine, della Regione Piemonte nell'ambito dell'iniziativa “*La Valle Bormida Si Espone*”.

*Bormida Gotica* ha avviato uno studio documentario e interdisciplinare, tuttora in corso<sup>58</sup>, tracciando un itinerario inedito per la conoscenza e la valorizzazione di un ricco patrimonio di beni architettonici e storico-artistici che punteggiano un territorio esteso tra due regioni (Piemonte e Liguria), quattro province (Savona, Cuneo, Asti, Alessandria), sei diocesi (Savona, Mondovì, Alba, Alessandria, Acqui Terme e Tortona) e ventitré comuni (Bardinetto, Calizzano, Murialdo, Cosseria, Millesimo, Saliceto, Sale San Giovanni, Paroldo, Mombarcaro, Monesiglio, Prunetto, Levice, Cortemilia, Perletto, Roccaverano, Spigno Monferrato, Denice, Cassinasco, Cassine, Cavatore, Castellazzo Bormida, Sezzadio e Sale) assunti come testimonianza di una complessa civiltà figurativa; si tratta di un ricco campionario di architettura e pittura che coprono periodi che vanno dall'Alto Medioevo alle prime aperture rinascimentali, caratterizzandosi per il perdurare di modelli tardogotici che rimandano a una specifica cultura padana e d'oltralpe.

Nel contesto di questo programma, il contributo atteso dall'indagine svolta dal gruppo di ricerca del Politecnico di Torino si riferisce a due principali aspetti: l'interpretazione degli esiti di vicende costruttive - talvolta complesse - e stratificazioni storiche, al quale solo il dialogo tra differenti discipline può concorrere, e l'avvio di un programma di prove esplorative di diagnostica non distruttiva, condotte in campo e supportate dal confronto con misure condotte in laboratorio su una ricca collezione di campioni di pitture murali realizzate con terre naturali coloranti campionate in bacini territoriali compatibili con quelli del patrimonio in questione.

L'obiettivo specifico di tali approfondimenti si riferisce alla possibilità di indirizzare la successiva redazione di piani di conservazione programmata, la cui gestione a regime risulterà particolarmente complessa in considerazione della numerosità dei beni e dei soggetti coinvolti.

Con ciò, tra le primarie esigenze di avvio del progetto *Bormida Gotica* vi è senz'altro quella di stabilire un programma di priorità (quando non di urgenze) e dunque l'individuazione dei beni di straordinario valore artistico per i quali l'attuale stato di conservazione attesti una maggiore fragilità. Sulla base di una prima attenta fase di studio documentale e di indagine sul campo, sono stati scelti i beni ai quali rivolgere le attività di approfondimento diagnostico; i paragrafi che seguono si riferiscono ai beni oggetto di studio per la prima annualità<sup>59</sup>: San Lorenzo a Denice; San Sebastiano a Paroldo; Sant'Anastasia a Sale S. Giovanni; S. Maria del Casato a Spigno Monferrato; Sant'Agostino a Saliceto; San Lorenzo a Murialdo; Roccaverano, S. Giovanni Battista a Roccaverano, riferibili a Botteghe itineranti operanti a fine XV secolo.

---

<sup>58</sup> Per una prima restituzione delle ricerche [www.bormidagotica.org](http://www.bormidagotica.org).

<sup>59</sup> A questi si aggiungono: a) San Francesco a Cassine; Santa Maria e San Siro a Sale; Santo Stefano a Sezzadio; SS Trinità da Lungi a Castellazzo Bormida, attribuibili a un ambito culturale lombardo; b) San Nicolò a Bardinetto, Santuario Madonna del Carmine a Prunetto, S. Antonino a Perletto, San Lorenzo a Cavatore.

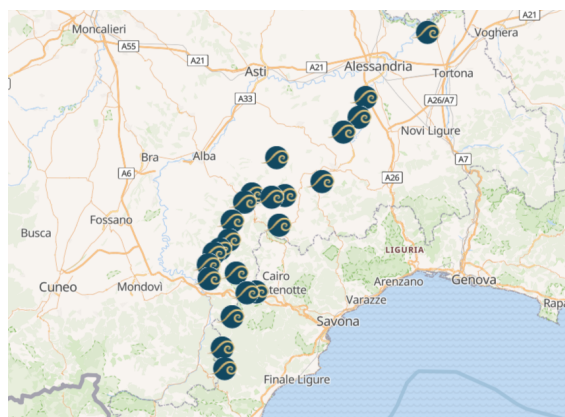


Figura 8 – Mappa dei Beni attualmente inseriti nel percorso culturale (<https://www.bormidagotica.org/>)

## 2. I beni oggetto delle indagini

Con particolare riferimento alla lettura storico-artistica di cicli pittorici differenti, due elementi connotano e mettono in reciproca relazione i beni oggetto della ricerca: il forte legame con il contesto territoriale di pertinenza (sul confine ligure-piemontese) e la comune “attribuzione” autoriale a botteghe specializzate, che si muovevano nelle terre di dominazione dei Del Carretto (famiglia nobile di riferimento) e che erano formate da anonimi maestri locali, non ancora (o quasi mai) ricondotti a precise identità dalle fonti documentarie, aiutati da collaboratori fissi e occasionali.

I paragrafi che seguono tratteggiano la caratterizzazione storico-artistica dei singoli beni, proponendo una sintesi critica dell'intreccio che li pone in relazione.

**2.1. S. Lorenzo a Denice.** Denice è posta su un promontorio accanto a Roccaverano, con cui condivide le vicende territoriali (storiche e politiche) (Arata, 2020). Del sistema difensivo medievale resta oggi accanto all'attuale chiesa di San Lorenzo la torre (probabile torre di avvistamento, ma non documentata). In una Visita Pastorale (Archivio Diocesano di Acqui Terme) di fine Settecento si ritrova la descrizione del muro dell'attuale chiesa di San Lorenzo come posizionato contro le rovine del castello. La comunità iniziò a radunarsi nella chiesa del castello, ubicata nel centro del borgo e intitolata poi a San Lorenzo, in un momento imprecisato del XV secolo<sup>60</sup>.

---

<sup>60</sup> L'antica parrocchiale risultava essere quella di San Massimo, di fattezze romaniche, situata al di fuori dell'abitato e in posizione sopraelevata, sulla via d'accesso al paese. Abbandonata nella prima Età Moderna, assunse in seguito le funzioni di cappella cimiteriale, che conserva tutt'ora.

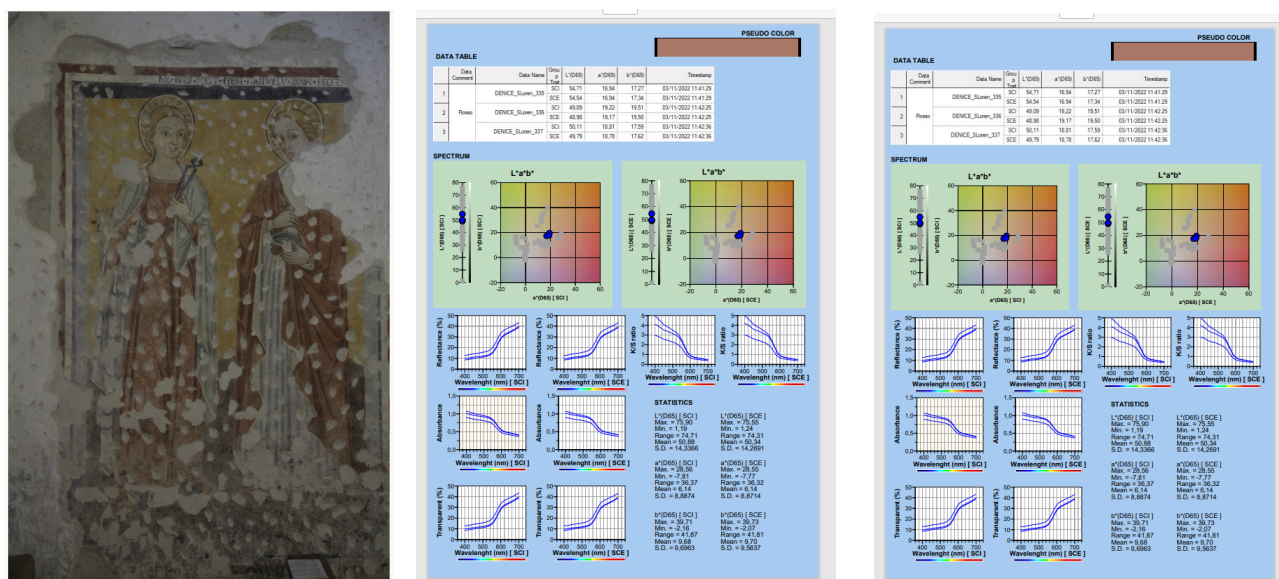


Figura 9 – A sn. Pannello di S. Apollonia e S. Lucia presso la Chiesa di S. Lorenzo a Denice Sono visibili chiaramente le "picchettature" sulle campagne pittoriche parietali, segno del tentativo di sovrapporre le pitture precedenti.

L'intervento di copertura potrebbe risalire al 1577 (VP), quando, su ordine del Vescovo, la chiesa fu imbiancata e restaurata per adeguarla alle disposizioni tridentine, con lavori eseguiti anche sul pavimento e sul soffitto. (Foto, 2021).

Al centro e a dx risultati delle misurazioni in campo.

Qui, il pannello votivo con S. Apollonia e S. Lucia, databile alla Seconda metà del XV secolo (Arditi, Prosperi 2018), presenta affinità con altri episodi coevi e contemporanei avvicinati alla produzione del cosiddetto Maestro di Roccaverano (Murialdo, Calizzano, Roccaverano, per esempio). Si noti in particolare il modello pittorico-devozionale entro una cornice geometrica semplice che alterna rosso bianco e blu oltre a ravvisabili espedienti esecutivi e formali.

**2.2. Sant'Agostino a Murialdo.** A Murialdo, il castello altomedievale e la sua cortina di torri difensive, posizionate degradanti su un promontorio e ormai ridotte in rovine, erano unite da un ponte sul fiume Bormida ad altri due siti strategici, la parrocchiale di San Lorenzo e l'oratorio di Sant'Agostino, volti a disegnare quello che è stato riconosciuto come un complesso sistema difensivo architettonico e urbano.

La chiesa di San Lorenzo oggi si presenta nel suo rifacimento moderno (seicentesco e successivo), a tre navate con abside e due cappelle terminali, un campanile quattrocentesco<sup>61</sup> (verso il fiume).

<sup>61</sup> Il portale, appare discorde rispetto alla facciata principale. Sotto la lunetta del portale un'epigrafe riporta il 1445 come anno della nuova erezione dell'edificio che sopraggiunse per riparare le fondamenta ormai deteriorate, ne seguì una più imponente e incisiva nella seconda metà del Seicento, responsabile dell'aspetto attuale. La struttura architettonica della chiesa quattrocentesca, che prevedeva un tetto a capriate a vista e tre navate, è leggibile nella prima colonna a destra dell'altare: da questa riemergono infatti un capitello in pietra istoriato a racemi vegetali e un superbo affresco tardogotico raffigurante Santa Caterina d'Alessandria.



Figura 10 – A sinistra: Sacrestia della chiesa di S. Lorenzo, Murialdo.

Tra gli elementi che concorrono a supportare il riferimento del riquadro mariano al Maestro di Roccaverano alcuni stilemi, come l'esecuzione della capigliatura dell'angelo, l'aureola resa con tocchi bianchi dimensionali e l'ambientazione architettonica e paesaggistica.

Sotto: in Tabella 1) sono riportati gli esiti delle misurazioni condotte in campo sul particolare delle capigliature. I valori ottenuti risultano confrontabili con quelli rilevati su analoghi dettagli del ciclo di Roccaverano. Tali risultati sono compatibili con quelli delle misurazioni condotte in laboratorio su campioni di coloriture realizzate con ocre gialle campionate presso il sito estrattivo di Poiola Marsa (territorio di Vicoforte) (cfr. Tab 2).

| Località                | Colore | Dato | Note                                                                   |     | L*    | a*   | b*    |
|-------------------------|--------|------|------------------------------------------------------------------------|-----|-------|------|-------|
| Murialdo_S.Lorenzo      | Giallo | 88   | Capigliature                                                           | SCI | 76,02 | 8,62 | 22,21 |
|                         |        |      |                                                                        | SCE | 75,52 | 8,63 | 22,28 |
| Roccaverano_S. Giovanni |        | 313  | Capelli_giallo paglierino_Rilievo parte terminale delle ciocche, scuro |     | 68,69 | 9    | 27,42 |
|                         | Ocra   |      |                                                                        | SCI |       |      |       |
| (Banchetto di Erode)    |        |      |                                                                        | SCE | 68,95 | 8,39 | 26,5  |
|                         |        | 309  |                                                                        | SCI | 73,16 | 9,92 | 28,64 |
|                         |        |      |                                                                        | SCE | 72,75 | 9,95 | 28,76 |

Nell'attuale sacrestia, probabilmente riuso di una cappella della chiesa primigenia, si apprezza un riquadro mariano divelto, databile alla Seconda metà del XV secolo, che presenta affinità con altri episodi coevi e contemporanei del cosiddetto Maestro di Roccaverano (Denice, Calizzano, Roccaverano, per esempio) (Caldera 2020). Anche in questo caso, il riferimento è al modello pittorico-devozionale entro una cornice geometrica semplice che alterna rosso bianco e blu.

**2.3. S. Sebastiano a Paroldo.** A Paroldo, la chiesa di San Sebastiano si trova accanto ai ruderi del castello, sulla sommità collinare, non distante dalla chiesa parrocchiale di San Martino e dal nucleo moderno del paese. Si presenta oggi come un edificio rettangolare, di modeste dimensioni, a unica navata, senza zona absidale, orientato nord-sud<sup>62</sup>. Il muro<sup>63</sup> esterno verso valle era racchiuso nella cinta fortificata; sul suo spigolo sud-ovest c'era l'arco di accesso al *castrum* (Micheletto, Cortellazzo 2000). Subì poi ampliamenti e modifiche strutturali (VP fine Cinquecento) che la trasformarono in un ampio edificio rettangolare, con abside invertita per adattare lo spazio alle necessità della confraternita laica dei Disciplinanti Bianchi dal XVI secolo (Sista (2007). Le vicende costruttive, tuttavia, non si esauriscono con queste fasi, poiché la chiesa fu certamente soprelevata e dotata di volte. In epoca moderna fu aggiunto un piccolo soppalco ligneo alla stessa parete, accessibile da una scala esterna, utilizzato come cantoria dai membri della confraternita.

<sup>62</sup> Recenti indagini archeologiche hanno portato alla luce l'esistenza di una fucina metallurgica, nella prima porzione dell'edificio, e resti di manufatti in ceramica databili dall'XIII al XVI secolo. Il ritrovamento di specifiche scorie nel terreno e di una base per un focolare, utilizzato nel processo di forgiatura, attesta che all'interno dell'officina la lavorazione avveniva su minerali già trasformati: si trattava dunque di attività specializzate che localizzano questa struttura in un sistema economico-industriale medievale più articolato e diffuso sul territorio (prob. insediamenti benedettini)

<sup>63</sup> Lo stesso muro fu poi utilizzato nelle trasformazioni volumetriche che portarono a ottenere una cappella sopra la fucina predetta, in un edificio polifunzionale.



**2.4. S. Anastasia a Sale San Giovanni.** A Sale S. Giovanni, in posizione geografica rilevante, esposta su un crinale<sup>64</sup>, la cappella di S. Anastasia si presenta a unica navata terminante in un'abside piatta con una copertura a spioventi. La cappella risulta una dipendenza del monastero benedettino di San Stefano Belbo o San Benedetto, a partire dal 1050<sup>65</sup>. La parete di fondo ospita un intervento pittorico datato al 1493 grazie a un'iscrizione eseguita in punta di pennello nero sul limite superiore della cornice.

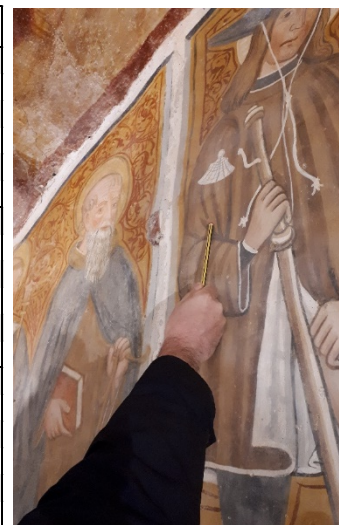


Figura 11 – Cappella di S. Anastasia, Sale S. Giovanni.

A sinistra: si riconoscono, San Bernardo importunato da un diavoletto, Sant'Antonio Abate, San Romeo, Sant'Anastasia e infine San Rocco. Termina questa parete un riquadro commissionato pochi decenni più tardi, raffigurante una Madonna assisa in trono con il Bambino, con accanto San Giovanni Battista e un angelo musicante: in parte alterato da incauti ritocchi recenti, probabilmente è legato a un privato ringraziamento devozionale e denuncia un repentino cambio di gusto artistico (si intuisce un precedente strato pittorico). Numerosi tratti dell'iconografia e dettagli permettono di individuare affinità con i cicli pittorici di Paroldo, Cosseria e Saliceto (S. Agostino).

Sotto: In Tabella (a sinistra) risultati delle misure colorimetriche e (a destra) particolare della tunica di S. Rocco.

| Data Comment                                                | Data Name                       | Group Traits | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|---------|---------|
| MARRONE Chiaro<br>S.Rocco_Secondo piego sopra gomito sn     | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_297 | SCI          | 55,56   | 11,81   | 24,6    |
|                                                             | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_297 | SCE          | 55,35   | 11,85   | 24,69   |
|                                                             | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_298 | SCI          | 55,38   | 11,78   | 24,47   |
|                                                             | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_298 | SCE          | 55,15   | 11,81   | 24,56   |
|                                                             | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_299 | SCI          | 55,42   | 11,79   | 24,48   |
|                                                             | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_299 | SCE          | 54,88   | 11,77   | 24,53   |
| MARRONE Intermedio<br>S.Rocco_Secondo piego sopra gomito sn | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_300 | SCI          | 51,6    | 11,75   | 19,40   |
|                                                             | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_300 | SCE          | 51,17   | 11,75   | 19,49   |
|                                                             | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_301 | SCI          | 51,26   | 11,71   | 19,36   |
|                                                             | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_301 | SCE          | 51,02   | 11,74   | 19,45   |
|                                                             | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_302 | SCI          | 51,14   | 11,7    | 19,31   |
|                                                             | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_302 | SCE          | 50,67   | 11,7    | 19,37   |
| MARRONE Scuro<br>S.Rocco_Secondo piego sopra gomito sn      | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_303 | SCI          | 46,79   | 5,3     | 9,77    |
|                                                             | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_303 | SCE          | 46,36   | 5,33    | 9,91    |
|                                                             | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_304 | SCI          | 46,71   | 5,29    | 9,78    |
|                                                             | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_304 | SCE          | 46,19   | 5,31    | 9,92    |
|                                                             | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_305 | SCI          | 46,54   | 5,29    | 9,77    |
|                                                             | SALE S.GIOVANNI_S.Anastasia_305 | SCE          | 46,17   | 5,31    | 9,92    |



**2.5. Sant'Agostino a Saliceto.** A Saliceto, l'oratorio di Sant'Agostino è al centro dell'attuale nucleo abitativo. Nessun dato sulle sue origini costruttive dell'ampio edificio rettangolare, a navata unica, terminante in due vani (probabilmente ex cappelle), dove la piccola cappella quadrangolare di

<sup>64</sup> La località in cui è situata la chiesa è ancora oggi conosciuta come la "Gamellona", un termine il cui significato non è completamente chiaro: potrebbe fare riferimento alla locuzione longobarda che indica una terra comunitaria, oppure al contenitore utilizzato dai monaci per servire i viandanti (cfr lacerto pittorico tardo duecentesco San Giacomo Maggiore).

<sup>65</sup> Si trovano riferimenti storici che indicano nel paese di Sale la presenza di proprietà nell'atto di fondazione dell'abbazia di Santa Maria di Castiglione e, a partire dal 1281, quattro poderi tra Priero e Sale furono ceduti dal priore al Marchese di Ceva in cambio della corresponsione annua di due pietre di mulino estratte dalla "mollaria sallarum" e consegnate proprio presso l'antica chiesa di Sant'Anastasia.

sinistra fu probabilmente parte dell'edificio originario. A partire dal XV secolo, questa chiesa fu la sede della confraternita laica dei Disciplinanti Bianchi, la cui raffigurazione nell'affresco consente di ipotizzare una datazione storico-pittorica (Manavella, 2017).

**2.6. S. Maria del Casato a Spigno Monferrato.** La chiesa di Santa Maria del Casato, a Spigno Monferrato, si trova lungo un'antica e frequentata via di transito romana, la via *Aemilia Scauri*, non lontano dall'Abbazia benedettina di San Quintino (XI sec.). La chiesa orientata, presenta un'abside che potrebbe risalire all'epoca medievale, mentre navata e facciata appaiono in stile barocco. L'edificio si presenta come un'aula unica a due campate con volte a crociera, che comprende la zona presbiteriale, anch'essa coperta da volte a crociera<sup>66</sup>.

Stilemi, colori e impostazione scenografica dell'affresco sulla parete di fondo dell'abside suggeriscono l'attribuzione al Maestro di Roccaverano e alla sua bottega (ultimi decenni del quattrocento).



**Figura 12** – Santa Maria del Casato, Roccaverano.

Sulla parete di fondo dell'abside è collocato un affresco raffigurante l'Assunzione della Vergine, con ai piedi della Vergine il Bambino, circondato da angeli musicanti che suonano vari strumenti, quali il liuto, la ribeca, il tamburello, la cennamella, la bombarda e la zampogna, mentre il momento mariano è accentuato dal suono delle trombe di due angeli vessilliferi. Sulla sinistra si apprezza l'episodio di San Francesco che riceve le stimmate, seguendo un tradizionale modello compositivo iconografico, al lato opposto si assiste al supplizio di Santa Caterina d'Alessandria.

**2.7. S. Giovanni Battista a Roccaverano.** A Roccaverano, l'antica parrocchiale di S. Giovanni Battista, fu certamente eretta almeno dal XIII secolo sul rilievo che separa i due tratti del fiume Bormida (Pittarello, 2002). Attestata al XIII per gli archetti pensili dei primi due ordini del campanile, che in origine doveva sorgere separato dalla chiesa (come si può notare dalla giunta di mattoni), la chiesa orientata presenta una struttura a navata unica divisa in quattro campate e termina con un presbiterio rialzato di alcuni gradini. Sul lato settentrionale si possono notare i resti di una cappella semicircolare, mentre accanto si estende il cimitero<sup>67</sup>. Ricoprì il ruolo di parrocchiale fino al 1509 quando, nel centro del borgo e attigualmente al castello, venne costruita la nuova e rinascimentale chiesa.

L'artista anonimo ligure-piemontese alla guida dell'intervento decorativo della chiesa è conosciuto come il Maestro di Roccaverano, il cui nome deriva proprio da questa impresa pittorica, riconosciuta a lui dagli studiosi moderni per la prima volta.

### 3. Le indagini in campo per il supporto all'interpretazione e alla conservazione programmata

<sup>66</sup> In origine la chiesa potrebbe aver avuto un'abside quadrangolare, di cui sono visibili tracce, e un porticato adiacente, probabilmente demolito durante gli ampliamenti del Seicento, quando fu installato l'attuale altare. Il tetto della chiesa è stato rifatto a inizio del Novecento e non si hanno attestazioni delle precedenti coperture.

<sup>67</sup> Verrà indicata almeno dal 1585 come la chiesa cimiteriale del luogo.



### 3.1. Le misure di colore. Cenni all'impostazione metodologica e alle procedure.

La colorimetria è una tecnica di indagine non invasiva che permette di ottenere informazioni circa le caratteristiche cromatiche delle superfici in termini di purezza, saturazione e lunghezza d'onda dominante; per l'applicazione nel campo della conservazione dei Beni Culturali, con particolare riferimento al colore di superfici di materiali inorganici porosi e alle loro possibili variazioni cromatiche, il metodo di prova è stabilito nella UNI EN 15886:2010 e può essere applicato sia a materiali non trattati, sia a materiali trattati o invecchiati<sup>68</sup>.

Sebbene una esaustiva e completa indagine scientifica preveda di supportare le misurazioni colorimetriche con analisi di laboratorio (Omarini et. Al, 2015) (XRF, Raman, SEM, per esempio), sulla base delle misure eseguite in campo con uno spettrofotometro è possibile avanzare prime ipotesi relativamente al tipo di pigmento presente nella stesura pittorica, sulla base del confronto con standard di letteratura (Pelosi, Perta, 2009).

### 3.2. Accorgimenti per l'impostazione delle misure in campo.

La prima campagna di misurazioni è stata preceduta da sopralluoghi esplorativi, necessari per una prima valutazione dello stato di conservazione dei cicli pittorici e della consistenza (qualitativa e quantitativa) delle stesure originarie: i punti di misura sono stati scelti accuratamente in corrispondenza di superfici sufficientemente estese in cui fosse chiaramente riconoscibile la presenza di stesure pittoriche non compromesse da successivi interventi di restauro, né con evidenti fenomeni di degrado in atto. In ogni caso in cui fosse dubbia l'adesione della pellicola pittorica al supporto (per la presenza di sollevamenti, rigonfiamenti, decoesione o crettature, per esempio), anche il semplice contatto con la maschera dell'obiettivo dello strumento è stato evitato.

Ciascun punto di misura è stato documentato con un apposito scatto fotografico e corredato da una sintetica annotazione, utile sia per la corretta analisi e interpretazione dei risultati<sup>69</sup>, sia ai fini della replicabilità delle misure nel tempo.

Le misure colorimetriche sono state condotte con spettrofotometro portatile Konica Minolta CM-700d. I parametri operativi, anche in coerenza con consolidate procedure documentate in letteratura (Lorusso et al., 2007), sono stati assunti come segue: spazio colore  $L^*a^*b^*$  DE; Media auto 3 (lo strumento restituisce la media delle letture eseguite sullo stesso campione); tempo di misura 1s (il tempo di misura è anche conseguenza della misurazione effettuate in modalità SCI/SCE; tenendo in conto l'eventuale influenza di movimenti della mano, ogni misurazione è stata ripetuta per 3 volte); area di lettura<sup>70</sup> 8F mm; UV 100%; Illuminazione 1: D56.

Per la lettura completa dei risultati e l'elaborazione dei dati lo strumento è collegato al Programma SpectraMagic NX<sup>71</sup>.

---

<sup>68</sup> Prima dell'adozione della UNI EN 15886:2010 il riferimento era costituito dalla Norma UNI 8941 *Superfici colorate. Colorimetria*, che oltre a stabilire i metodi per la determinazione strumentale delle coordinate tricromatiche e delle differenze di colore indicava nel dettaglio le finalità delle misurazioni.

<sup>69</sup> Le annotazioni segnalano, in particolare, la tecnica di stesura. Diffusamente presente, per esempio, la ricorrente applicazione con tecnica a secco di motivi decorativi nei panneggi delle vesti, o sulle stesure di fondo a fresco, spesso realizzati con l'utilizzo di "mascherine", che permettono di riconoscere la comune matrice di cicli pittorici la cui attribuzione non è attestabile da ricerche documentali.

<sup>70</sup> Per alcune misurazioni condotte su superfici curve è stata adottata una maschera 3F mm.

<sup>71</sup> Nei grafici e nelle tabelle per l'elaborazione dei risultati il campione di prova è indicato come *Target*, il campione di riferimento (quando assunto) come *Sample*.

## Le prove colorimetriche in Laboratorio per la lettura comparata

Presso il laboratorio SintesiLab al Politecnico di Torino è conservata una cospicua collezione di terre coloranti naturali e tinte murali a base di terre allestita da Paolo Scarzella e Pietro Natale. Tale collezione comprende un numero elevato di campioni di tinte a base di calce (o calce e latte; calce, caseina e ammoniaca) realizzati “a fresco”, ovvero a tempera o con tecniche miste. Ben sapendo che le gamme tonali sono limitate (perché le variazioni possono essere – teoricamente – infinite), nell’ambito di questo lavoro è stato ritenuto utile confrontare i dati colorimetrici di tali campioni con quelli più prossimi di campioni individuati *in situ*. Lo scopo delle indagini colorimetriche è quello di ricercare eventuali similitudini o corrispondenze (in termini di coordinate cromatiche nel sistema C.I.E.  $L^*a^*b$ ), poiché le località ‘storiche’ di approvvigionamento delle terre naturali coloranti dei campioni presenti in laboratorio sono note. Le ocre gialle, le ocre rosse, le terre brune e nere, quelle verdi erano reperibili in siti estrattivi non troppo lontani (in termini kilometrici) dai luoghi ove furono realizzati i cicli pittorici in questione.

Le tabelle 1 e 2 riportano. A titolo esemplificativo, i primi risultati ottenuti dalle misurazioni in campo su particolari analoghi di cicli pittorici differenti e le omologhe misurazioni condotte in laboratorio. La comparazione delle misure documenta corrispondenze apprezzabili, che incoraggiamo la prosecuzione delle indagini

## Conclusioni

La ricerca è tuttora in corso. La mole di dati registrati sui diversi cicli pittorici è attualmente oggetto di lettura e disamina dettagliata. Una seconda campagna di rilievi *in situ* è stata avviata al fine di verificare l’attendibilità di alcune rilevazioni effettuate; la ripetibilità delle indagini è uno degli aspetti nodali del lavoro e l’acquisizione di ulteriori esiti, ma anche di ulteriori riscontri da riferimenti bibliografici, potranno concorrere a consolidare la base di conoscenza e a suffragare (ovvero, anche a smentire) le ipotesi formulate nel percorso di ricerca, aiutando a correggere la direzione intrapresa, a finalizzare adeguatamente le azioni condotte sul campo e a indirizzare le attività future.

## Riferimenti bibliografici

Arata, A. (2020) ‘L’incastellamento in Val Bormida: localizzazione e riferimenti documentari’, in Benente, F. , Garbarino, G.B. , *Incastellamento, popolamento e signoria rurale tra Piemonte meridionale e Liguria. Fonti scritte e fonti archeologiche*, atti del convegno (Acqui Terme, 17-19 novembre 2000), pp. 103-121.

Arditi, S., Prosperi, C. (2018) ‘Gli affreschi quattrocenteschi della parrocchiale di San Lorenzo a Denice’, in «Iter.Ricerche fonti e immagini per un territorio», 40, pp. 17-32.

Caldera, M., Murialdo, G., Tassinari, M. (2020), *I Del Carretto. Potere e committenza artistica di una dinastia signorile tra Liguria e Piemonte (XIV - XVI secolo)*, ITA: Milano.

Coccoluto, G. (2020), ‘Tracce di vita monastica tra Liguria e Piemonte’, *Bollettino della Società per gli Studi Storici, Archeologici ed Artistici della Provincia di Cuneo*, 163 (2), pp. 67-92.

Lorusso, S., Natali, A., & Matteucci, C. (2007). ‘Colorimetry applied to the field of cultural heritage: examples of study cases’, *Conservation Science in Cultural Heritage*, 7(1). <https://doi.org/10.6092/issn.1973-9494/1252>

Manavella, S. (2017) ‘Osservazioni sulla pittura medievale e rinascimentale fra Tanaro e Bormida di Millesimo’, ITA: Castelnuovo di Ceva.

Micheletto, E., Cortellazzo, M., (2020) 'Paroldo. Chiesa di San Sebastiano', *Quaderni della Soprintendenza Archeologica del Piemonte*, 17, pp. 189-195.

Pittarello L. (2002) a cura di, 'Le chiese romaniche delle campagne astigiane. Un repertorio per la loro conoscenza, conservazione, tutela', ITA: Torino.

Scarzella, P.; Natale, P. (1989), *Terre coloranti naturali e tinte murali a base di terre*, Torino, Stamperia Artistica Nazionale.

Sista, A., (2017) 'Percorsi d'arte tra Alpi Marittime, Bormida e Langa alla fine del medioevo', *Bollettino della Società per gli Studi Storici, Archeologici ed Artistici della Provincia di Cuneo*, 137 (2), pp. 79-100.