

# Forma e colore nei modelli parametrici

Adattività progettuale tra processi neo-artigianali  
e modelli digitali

**Annalisa Di Roma** Politecnico di Bari  
*annalisa.diroma@poliba.it*

**Alessandra Scarcelli** Politecnico di Bari  
*alessandra.scarcelli@poliba.it*

Il saggio [1], attraverso alcune sperimentazioni riferite alla produzione di manufatti ceramici, vuole dimostrare la valenza adattiva del progetto e dei metodi della realizzazione nell'ambito dell'artigianato digitale. La disamina è incentrata sulla relazione tra gli strumenti parametrici a supporto del progetto, dedicati alla "forma" e al "colore", e gli esiti formali e tecnici. Il metodo pre-progettuale tipico del "fare" dell'artigiano – basato sul trasferimento informale dei modelli alla produzione – condivide l'approccio adattivo e reiterabile proprio delle logiche di sviluppo del progetto parametrico informatico. Pertanto, attraverso le specifiche dei materiali, delle tecniche e degli strumenti di realizzazione, si perviene, senza soluzione di continuità al processo di conformazione.

*Artigianato digitale, Industria artistica, Design parametrico, Teoria del colore, Approccio adattivo*

The paper [1] aims at demonstrate the adaptive value of the digital crafts, regarding design and realization methods. In order to achieve some outcomes from a practical approach, some experiments are described. The discussion focuses on the relationship between the parametric tools supporting the design process, (devoted to "form" and "color") and the aesthetical and technical outcomes. The typical way in which the craftsman "makes" - based on the informal transfer of models to production - shares the adaptive and repeatable approach of the parametric design. Therefore, through the specifications of the materials, the techniques and the realization tools, the seamless process is achieved.

*Erosion, Biomimicry, Fashion design, Swarm Behaviour, Stigmergy agents simulation*

## **Introduzione**

Parallelamente alla storia del prodotto industriale (sviluppata attraverso la definizione di principi di forma utile, produzione seriale, ergonomia, ecc.) l'automazione dei processi produttivi e l'evoluzione degli strumenti per la realizzazione, all'indomani della seconda rivoluzione industriale, hanno svolto un ruolo cruciale anche negli ambiti dell'industria artistica [2]. Ne da testimonianza il dibattito culturale di fine Ottocento, incentrato sul rapporto che arte e tecnica stabiliscono in relazione alle teorie che attengono alla forma, al colore, ai metodi e alle tecniche di produzione [3].

Lo sviluppo degli strumenti tecnico-ideativi e dei sistemi di prototipazione e produzione digitale crea nella logica informatizzata una nuova relazione tra teoria del progetto e prassi di produzione e riproduzione: la tecnica non risiede più in maniera esclusiva nell'oggetto compiuto, bensì nella sua concezione prefigurativa. Difatti la gestione della forma e del colore nell'ambito dell'industria artistica in antico non assumeva mediazioni tra la fase d'ideazione e la fase di realizzazione; l'autore della conformazione del prodotto spesso s'identificava con chi tecnicamente ne eseguiva la produzione. La divisione in fasi, già in seno allo sviluppo dei processi seriali di realizzazione dell'industria artistica, ha reso necessaria l'elaborazione di modelli geometrici a supporto della trasmissibilità dell'idea ai diversi esecutori materiali.

I modellatori elettronici – che nell'ultimo ventennio hanno reso possibile la cosiddetta rivoluzione digitale come questione legata al tema della rappresentazione e della comunicazione del progetto, attraverso la sua restituzione virtuale – assumono oggi un ruolo centrale nel processo di prefigurazione dell'artefatto, in quanto si dimostrano strumenti di controllo tecnico-formale in grado di gestire sinteticamente tutte le principali fasi di ideazione e prototipazione, fornendo chiavi decisionali per l'ottimizzazione della forma e del suo processo realizzativo.

La definizione geometrica degli artefatti e dei valori cromatici, unita alle implementazioni dei software parametrici e alle logiche generative di alcuni applicativi cad e raster, favoriscono lo sviluppo di nuove espressioni formali; il processo ideativo diventa, così, «un vero e proprio sistema di informazioni: informazione culturale del prodotto, informazione sul suo uso, informazione linguistica e informazione visiva» (Branzi, 1984, p. 117).

## **Design parametrico e artigianato digitale**

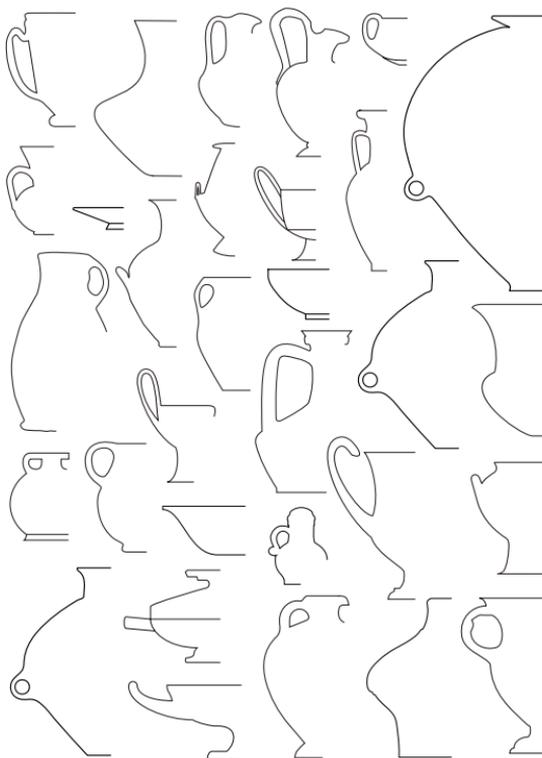
La traduzione della forma ideale in forma tecnica materiale nell'ambito dell'industria artistica si è sempre espres-

sa attraverso l'uso di strumenti in grado di realizzare il modello concettuale e rendere ripetibile il gesto dell'artigiano nella serie di oggetti da riprodurre, adattando di volta in volta il modello ideale alle necessità contestuali, al dimensionamento o a funzionalità specifiche.

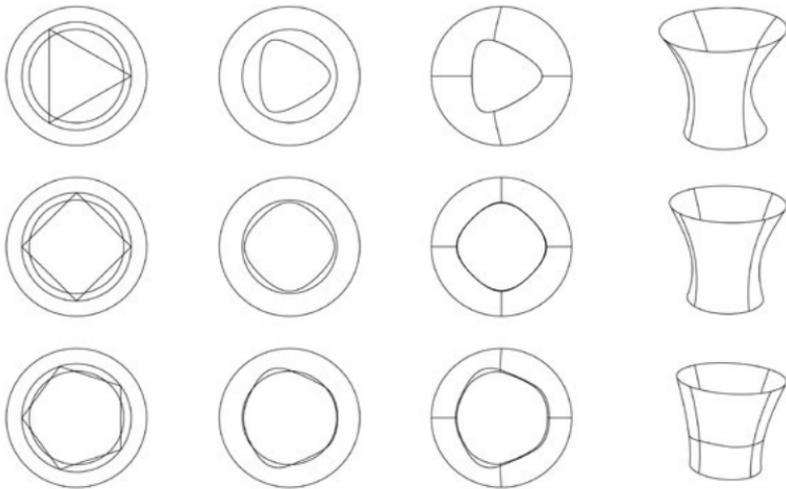
Alla base del processo informale d'interazione tra ideazione e produzione si poneva il modello matematico che gestiva la proporzione tra le parti, la variazione dei raggi e la continuità di tangenza delle curve, i gruppi di simmetria del piano. Non è un caso che nell'ambito dell'arte ornamentale (Carboni, 2000, p. 79) le diverse civiltà storiche abbiano espresso il linguaggio sulla base del proprio codice matematico [fig. 01].

Sul piano strumentale la questione della riproducibilità tecnica è caratterizzata dall'uso di sagome, modini, sigilli (di repertorio oppure progettati ad hoc dallo stesso artefice del lavoro) necessari al trasferimento della "forma"; oppure da quegli ausili meccanici (come ad esempio il tornio, il trapano e le ruote dei vasai) utili al processo di produzione in serie (Benjamin, 1955, p. 20).

01



01  
Abaco dei profili  
dei manufatti  
ceramici, riferiti  
a differenti  
epoche storiche  
e provenienze  
geografiche



02

Questa commistione tra il possesso del modello matematico e il sapere come produrre è alla base della libertà artistica e dell'azione manuale – Riegl (1893), Focillon (1939), Panofsky (1961) – e si esprime attraverso l'estrema flessibilità dei metodi produttivi d'industria pre-informatizzati, in opposizione a quanto sanciscono le tecniche della produzione industriale meccanizzata di fine Ottocento.

In riferimento alla intenzionalità estetica da parte dell'artigiano-artista, Hauser afferma che «la soluzione tecnica è essa stessa parte o variante della soluzione estetico visuale» (Hauser, 1978, p. 95). Pertanto, l'evoluzione tecnico strumentale della contemporaneità in ambito digitale favorisce un nuovo rapporto tra arte e tecnica, tra ideazione formale e realizzazione, riattualizzando quei processi di serie limitate dell'artigianato, interrotti nella loro tradizione millenaria dall'industria (Branzi, 2008, pp. 10-11), all'interno del cosiddetto artigianato 2.0.

In riferimento al vasellame ceramico tradizionale, ad esempio, la regola di conformazione seguiva l'impostazione di una geometria costruita, per rivoluzione attorno all'asse fisso del tornio [fig. 02], e il repertorio formale si differenziava e si articolava sulla base della sequenza delle linee curve vincolate, nella sequenza, dalla condizione di tangenza interna e/o esterna [4]. Il presupposto di una produzione mediante stampa tridimensionale consente l'impostazione del progetto attraverso una nuova sequenza geometrica, che vincola sull'asse delle z sezioni trasversali parametrizzate. Nella sperimentazione documentata

02  
Processo di  
conformazione  
tridimensionale e  
parametrizzazione  
delle sezioni  
trasversali di  
un manufatto  
ceramico



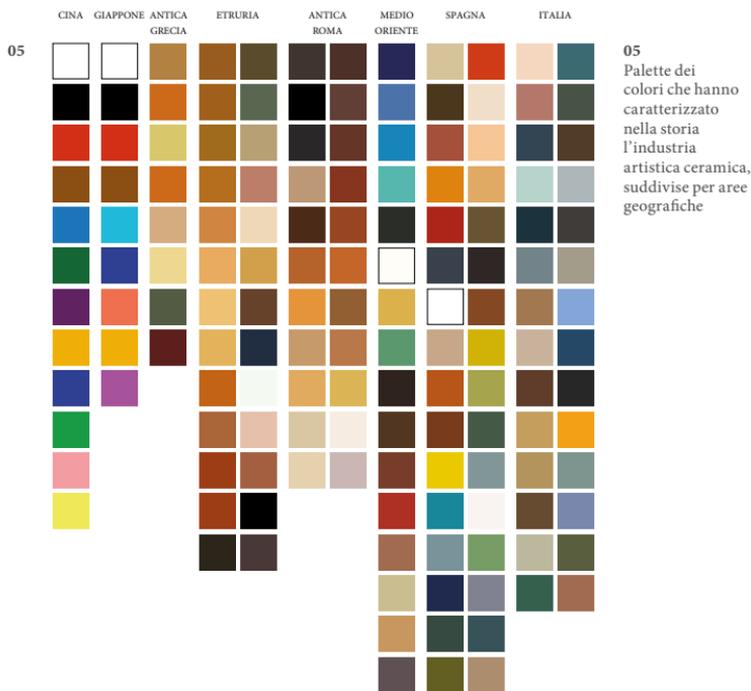
03

03  
Prototipi di ceramica digitale.  
Sandra Diaz, con 3dBoxCreativeLab

04  
Dettagli dei prototipi di ceramica  
digitale. Sandra Diaz, con  
3dBoxCreativeLab



04



attraverso le immagini [fig. 03] [fig. 04] il sistema parametrico ha determinato un processo di conformazione tridimensionale mediante il loft di tre sezioni trasversali. La sezione mediana è stata parametrizzata consentendo di modificare il numero dei vertici del poligono (3, 4, 5), il grado della curvatura (2, 3, 4), il numero dei punti di controllo (da  $n$  a  $n+(1+m)$ ). La prototipazione è stata eseguita mediante estrusore fisso con macchina tipo Fdm per argilla, producendo esiti di caratterizzazione della superficie paragonabili a quelli prodotti dalla tecnica del “colombino”. L'approccio descritto consente di ipotizzare nuovi esiti per il settore della manifattura ceramica basata sulla definizione della forma tridimensionale attraverso la specifica transizione di geometrie adattabili parametricamente. La modellazione generativa, grazie al contributo del coding, ha dato grande sviluppo al tema del design di nuova concezione e allo stesso artigianato digitale. Questo nuovo processo di modellazione ha la caratteristica di avvicinarsi alla programmazione informatica, ma con un approccio facilitato grazie ai componenti visuali. Il sistema consente di implementare le normali operazioni di generazione, trasformazione ed evoluzione – anche sostanziali – dei modelli attraverso sequenze operative reversibili, conservando la memoria delle geometrie originarie.

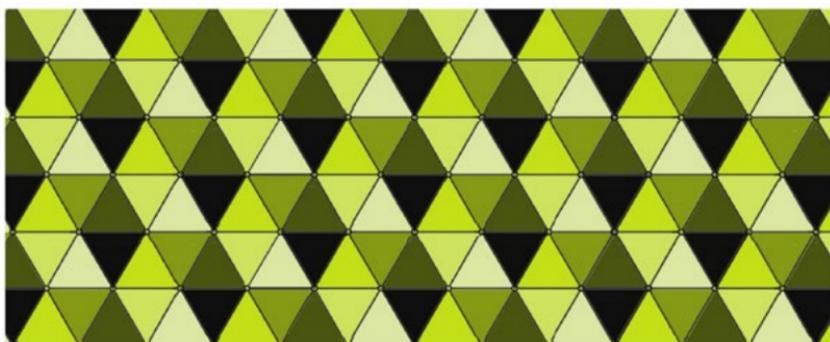
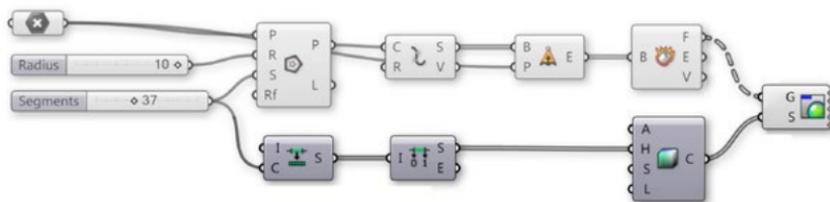
## Il progetto parametrico del colore

Nell'atto progettuale di un artefatto il colore ha sempre assunto un ruolo ambiguo, sia per la complessità di gestione di una teoria molto articolata [5], sia per la difficoltà strumentale nell'individuare e riportare fedelmente le tinte selezionate.

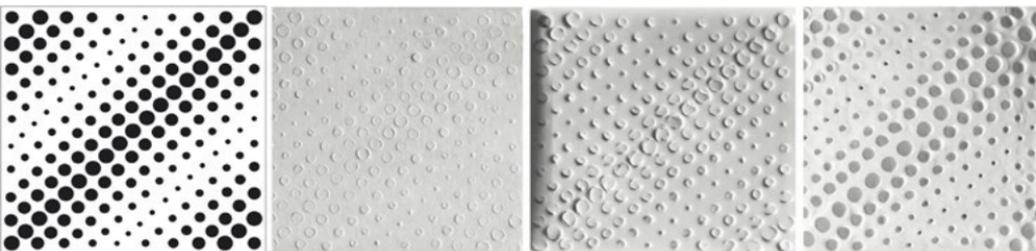
Nei processi produttivi tradizionali l'artigiano sceglie le varianti cromatiche del suo prodotto tra una gamma di tinte (o di semilavorati già colorati) all'interno di un catalogo commerciale; anche il designer ha le stesse restrizioni: deve scegliere in base a una gamma predefinita, influenzata dalle leggi del mercato che condizionano quelle del gusto (color matching) [6], o viceversa.

Se dovessimo identificare e quantificare numericamente i colori esistenti, scopriremmo che sono infiniti. Per poterli classificare sono stati introdotti sistemi molto eterogenei fra loro: nelle forme, piane o tridimensionali, più diverse; dal cerchio delle tinte di Itten all'albero di Munsell. Attualmente, la scelta di un sistema colore rispetto a un altro dipende essenzialmente dall'ambito di applicazione e dai processi di trasformazione che attribuiscono qualità percettive al materiale: tintura in pasta del materiale attraverso coloranti (fibre plastiche e tessuti) o deposito superficiale di pigmenti mediante vernici o inchiostri (processi di stampa e di verniciatura) [fig. 05].

06  
Codice  
parametrico in  
Grasshopper ed  
esito cromatico  
su maglia  
geometrica



06



07

L'adozione di sistemi di disegno informatizzato ha moltiplicato gli strumenti di gestione e controllo del progetto, anche dal punto di vista cromatico: ogni software dedicato presenta un selettore colore. Questo strumento associa a ogni tinta un codice numerico, che la identifica e la rende unica e distinguibile universalmente, all'interno del proprio sistema di codifica. Infatti i diversi sistemi adottano linguaggi differenti, quindi allo stesso colore vengono associati più codici: il sistema HLS ha una triade di numeri specifica, come l'RGB e lo spazio Lab; il CMYK attribuisce a ogni colore quattro valori; il sistema esadecimale Html adotta invece un codice alfanumerico.

Le possibilità combinatorie associate ai vari sistemi possono restituire 16.000 colori (e anche oltre). In assoluto molti di più rispetto a quanto l'occhio umano sia capace di distinguere.

La codifica di una tinta attraverso un codice numerico contraddistingue il carattere parametrico della variazione cromatica: variando un solo numero si è in grado di modificare la qualità spettrale superficiale dell'artefatto nella sua definizione virtuale. Questo processo, ormai consolidato nella prassi progettuale del design, in particolare modo nell'ambito grafico, subisce continui aggiornamenti, dovuti alle implementazioni di codici matematici all'interno degli ambienti di sviluppo digitale.

Similarmente ai sistemi di definizione delle forme e dei pattern, suscettibili di mutamenti sulla base di algoritmi che ne controllano le geometrie, anche il colore può essere gestito digitalmente, attraverso la scrittura di codici parametrici che legano ogni singolo valore cromatico a uno specifico punto/pixel dello spazio fisico/grafico.

In particolare, mediante lo strumento del patterning parametrico, incluso fra i tools di applicativi cad come Grasshopper, è possibile interpolare una immagine predefinita con una griglia geometrica, in modo tale da associare ciascun valore cromatico RGB della mappa al corrispondente punto-posizione nella griglia. L'immagine, in definitiva, viene discretizzata in punti con valori numeri-

07  
Fase 1:  
individuazione  
della  
composizione  
grafico-visiva  
e trasposizione  
al supporto  
materico

ci, e quindi tradotta in una geometria vettoriale. Un diverso tool consente tale associazione tra i poligoni di una maglia reticolare – organica o geometrica – con colori a scelta, potendo variare in maniera parametrica i valori tonali, di luminosità o di saturazione. In questo modo sono possibili risultati sia continui che discreti, che si concretizzano in una grafica raster, non più vettoriale [fig. 06].

Questo approccio presenta sviluppi interessanti relativamente alle operazioni di transizione fra i diversi colori, che può avvenire per gradiente (sfumatura) – dando origine a matrici organiche – o per contrasto, rispetto a geometrie discontinue. L'applicazione parametrica adottata per le transizioni non è solo di tipo lineare, ma presenta soluzioni articolate legate alla complessità dei codici matematici utilizzati.

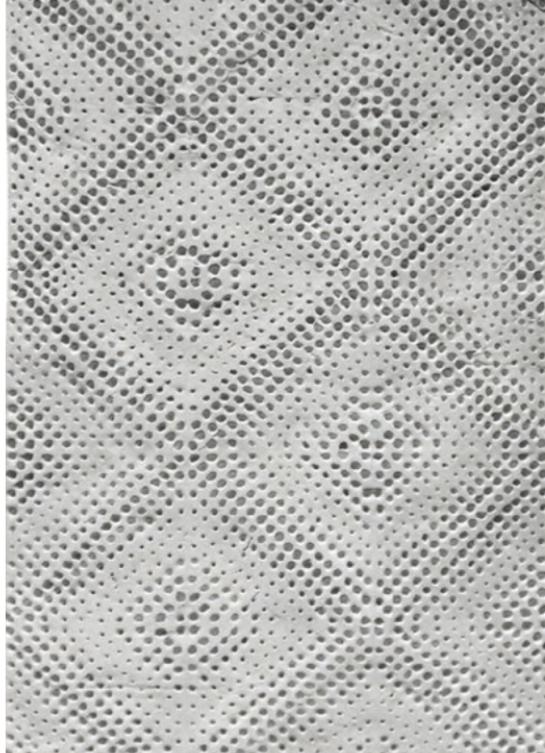
La misura delle potenzialità dei sistemi parametrici cromatici nei processi digitali di progettazione è riscontrabile negli esiti della Digital Art [7]: se la cultura artistica abbandona i propri attrezzi da lavoro per sperimentare le opportunità dei nuovi dispositivi informatici, è il segno di un mutamento non solo strumentale, ma soprattutto linguistico.

### **Sperimentazioni estetiche di superficie**

In questo paragrafo si riportano gli esiti di alcune sperimentazioni volte alla implementazione dei sistemi informatici parametrici per lo sviluppo del pattern decorativo e per lo sviluppo del gradiente del colore [8]. In particolare il percorso è stato incentrato sulla comprensione e innovazione dei processi d'artigianato artistico, mediano l'ambito degli artefatti unici (o delle serie limitate) con l'ambito di produzione industriale di grande serie.

In particolare, con riferimento al tema del materiale e dei processi di conformazione del manufatto, si è focalizzato l'interesse verso la produzione tradizionale, giungendo all'integrazione delle tecnologie abilitanti verso la produttività artigianale di tipo 2.0, attraverso l'uso della stampa 3d finalizzata alla realizzazione degli stampi (lavori in scavo, in rilievo, embossy, impressione grafica, ecc.).

Il tema di sperimentazione è stato indirizzato alla caratterizzazione estetica dell'argilla; la metodologia adottata ha scandito il processo in cinque fasi progettuali e realizzative. L'approccio adottato ha teso alla definizione delle potenzialità espressive e comunicative di una superficie ceramica, tramite considerazioni grafico-visive, tattili e cromatiche, in relazione alla triade costituita da materiale, strumenti e processo produttivo. Il tema grafico affrontato ha riguardato il tema del "gradiente".



Fase 2:  
composizione  
di un artefatto  
elementare in  
pasta sintetica  
a base minerale,  
texturizzata  
attraverso la  
reiterazione  
per riflessione  
del modulo

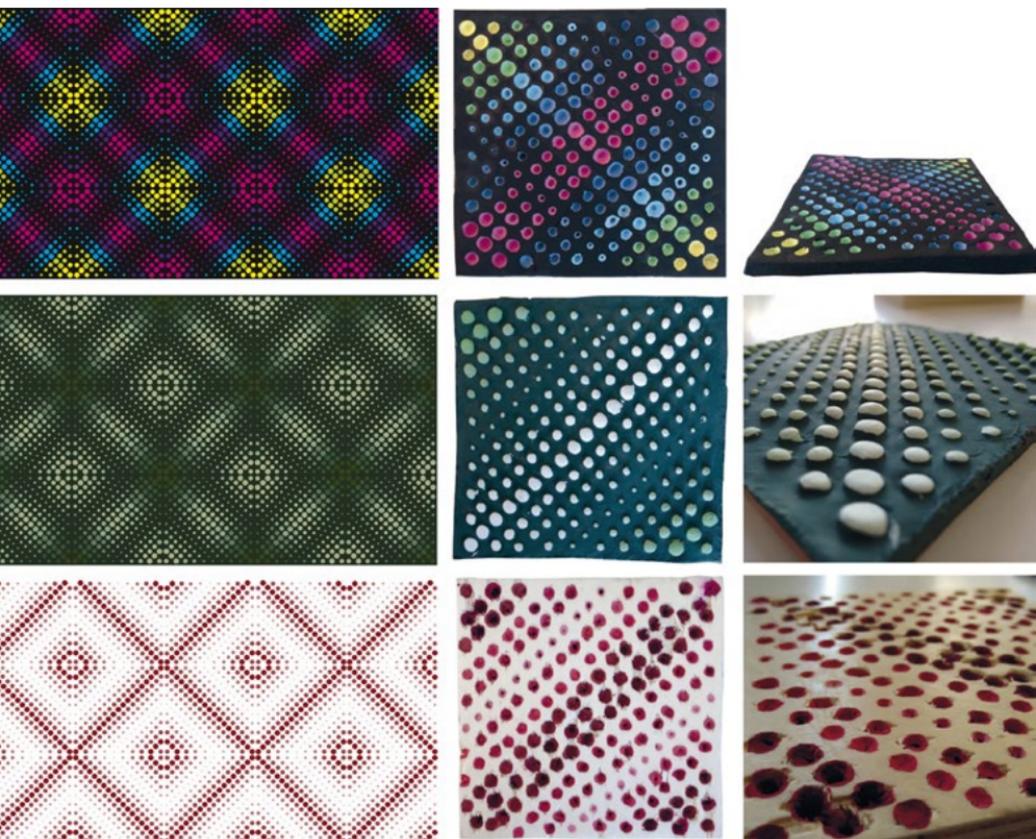


Nella prima fase viene sviluppata una composizione grafica visiva, rispondente a precisi principi di natura percettiva come “rarefazione e addensamento”, “direzione”, “ordine”. Tale concept viene sviluppato mediante elaboratori digitali, per poi essere applicato per trasposizione concettuale su diversi supporti materici, di dimensione modulare 10x10 cm [fig. 07].

Nella seconda fase avviene la composizione di un artefatto elementare, un pannello 30x60 cm realizzato in argilla. Il principio compositivo originario è così implementato su una superficie a correre, attraverso operazioni di ite-

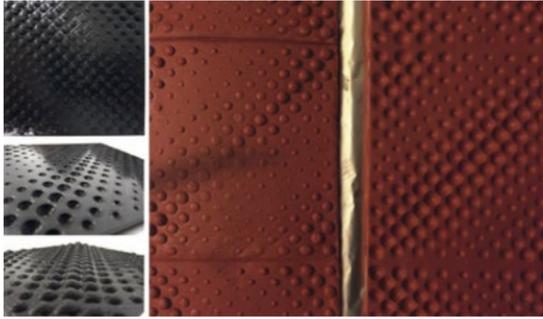
razione del modulo (per riflessione, rotazione o transizione) [fig. 08].

La terza fase riguarda l'associazione di valori cromatici di scala tonale e di contrasto alla composizione grafico-visiva, e la successiva trasposizione sul supporto materico [fig. 09]. L'implementazione processuale di strumenti avviene nelle ultime due fasi: la composizione grafica viene modellata informaticamente per la produzione di file utili alla realizzazione di stampe negativo-positivo, utilizzando processi di stampa tridimensionale a deposizione di filamento in PLA. Gli stampe così ottenuti sono utilizzati per definire la qualità superficiale del pannello fisico, sperimentando procedure di stampaggio su supporti rigidi [fig. 10].



09

09  
Fase 3: associazione di valori cromatici per gradiente di scala tonale o contrasto, e trasposizione al supporto materico



Fase 4 e 5: modellazione e produzione di matrici in stampa 3D, FDM in PLA nero; utilizzo degli stampi per la produzione di pannelli argilla

### Conclusioni

Il design parametrico, unito alla produzione di modelli mediante output di stampa e/o lavorazione controllata elettronicamente, rappresenta una fase di evoluzione della industria artistica contemporanea legata agli esiti del digitale. Gli applicativi software vettoriali e bitmap, attraverso la logica generativa, offrono nuovi strumenti operativi e possibilità di elaborare linguaggi formali innovativi, coerenti con i modelli matematici che li sostengono attraverso gli algoritmi. In accordo con la Kunstwollen riegeliana, la dotazione tecnico-strumentale sostiene la volontà d'arte e configura nuove modalità operative in cui il designer, il tecnico informatico e l'operatore di macchina condividono il processo artistico di messa in forma della materia.

### NOTE

[1] L'essay è scritto dalle autrici confrontando e condividendo scenario, metodi, conclusioni e letteratura. Tuttavia si attribuisce il primo paragrafo ad Annalisa Di Roma, il secondo ad Alessandra Scarcelli.

[2] Con "industria artistica" qui si intende quanto definito da Alois Riegl nel testo *Spätromische Kunst-Industrie* (1901) come la produzione di oggetti d'uso (dalla gioielleria alla porcellana, ai tappeti). La riflessione sviluppata da Riegl comprende l'indipendenza della volontà d'arte (Kunstwollen) dalla evoluzione tecnologica di materiali, dalle tecniche e dai processi di conformazione della forma.

[3] Ci si riferisce al dibattito di fine Ottocento che ha visto contrapporre le teorie sull'ornamento espresse rispettivamente da Alois Riegl e da Gottfried Semper; la contrapposizione tra le forme della produzione seriale meccanicizzata e la produzione artistica artigianale rispettivamente espresse da Henry Cole e da William Morris.

[4] Alla base della conformazione delle modanature di origine classica vi è il postulato dovuto a Euclide che individua la relazione di tangenza interna o esterna tra circonferenze. Questa relazione considera le circonferenze raccordate nell'unico punto per cui passa la tangente, esternamente o l'una interna all'altra. Questa relazione garantisce la continuità di curvatura in tangenza.

[5] Per un approfondimento delle varie teorie del colore applicate al mondo del disegno del prodotto industriale, è fondamentale un confronto con i testi pionieristici di Itten e Albers, nei quali l'apparato critico è sempre accompagnato da sperimentazioni grafiche.

[6] «Il controllo qualitativo del colore è uno dei problemi centrali della cultura ambientale moderna. Prima ancora che della forma o della funzione di un oggetto, noi ne percepiamo l'identità cromatica, a tal punto che l'insieme dei colori che ci circondano costituisce uno specifico livello d'uso dell'ambiente stesso. All'interno di questa problematica, il colore deve essere oggi inteso come oggetto di una ricerca progettuale autonoma; fino ad ora il colore è stato l'ultimo attributo del prodotto industriale: il designer, dopo averne progettato la forma e la funzione, sceglie il colore come ultimo segno da collocare su di una struttura che possiede già tutte le qualità fondamentali.» (Andrea Branzi, *La Casa Calda*, Milano, Idea Books, 1999, p. 102).

[7] Il primo software a svolgere operazioni grafiche in ambito artistico è Processing, un linguaggio di programmazione visuale sviluppato nel 2001 all'interno del MIT Media Lab di Boston. L'applicazione è Open source, e presenta un'interfaccia semplificata studiata specificatamente per i non addetti al lavoro, al fine di spingere gli artisti visivi a confrontarsi con la programmazione informatica e sperimentare nuove forme di comunicazione.

[8] Le sperimentazioni presentate rappresentano alcune ricadute della ricerca delle autrici nell'ambito della didattica. In particolare si riferiscono ad alcune esercitazioni svolte nei corsi di Realizzazione 2, prof.ssa Annalisa Di Roma, collaboratrice prof.ssa Alessandra Scarcelli, A.A. 2015-17.

#### REFERENCES

Chevreul Michel Eugène, *Des couleurs et de leurs applications aux arts industriels à l'aide des cercles chromatiques*, Parigi, J.B. Baillière, **1864**, pp. 94.

Riegl Alois, *Stilfragen: Grundlegungen zu einer Geschichte der Ornamentik*, Berlin, G. Siemens, **1893**, pp. 387.

Focillon Henri, *Vie de formes*, Parigi, Presses Universitaires de France, **1939**, pp. 131.

Hauser Arnold, *Storia sociale dell'arte*, vol. III, Torino, Einaudi, **1955**, pp. 232.

Panofsky Erwin, *La prospettiva come forma simbolica*, Miano, Feltrinelli, **1961**, pp. 220.

Benjamin Walter, *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproduzione tecnica*, Torino, Einaudi, **1966**, pp. 184.

Albers Josef, *Interaction of color*, New Haven, Yale Univ. Press, **1971**, pp. 194.

Bologna Ferdinando, *Dalle arti minori all'industrial design: storia di una ideologia*, Bari, Laterza, **1972**, pp. 309.

Itten Johannes, *Arte del colore*, Milano, Il Saggiatore, **1982**, pp. 95.

Riley Charles A., *Color Codes: Modern Theories of Color in Philosophy, Painting and Architecture, Literature, Music, and Psychology*, Lebanon, UPNE, **1995**, pp. 373.

Branzi Andrea, *La casa calda. Esperienze del Nuovo Design Italiano*, Milano, Idea Books, **1999**, pp. 156.

- Brusatin Manlio, *Storia dei colori*, Torino, Einaudi, **2000**, pp. 133.
- Carboni Massimo, *L'ornamentale: tra arte e decorazione*, Milano, Jaca Book, **2000**, pp. 193.
- Ceccarelli Nicolò, *Progettare nell'era del digitale*, Milano, Marsilio, **2000**, pp. 150.
- Ball Philip, *Colore. Una biografia. Tra arte storia e chimica, la bellezza e i misteri del mondo del colore*, Milano, BUR, **2001**, pp. 378.
- Oxman Neri, Rosenberg Jesse Louis, "Material-based Design Computation", in *International Journal of Architectural Computation*, n. 1 vol. 5, **2007**, pp. 26-44.
- Oxman Neri, "Digital Craft: Fabrication Based Design in the Age of Digital Production", in *Workshop Proceedings for Ubicomp*, pp. 534-538 (International Conference on Ubiquitous Computing. September, Innsbruck, Austria, **2007**).
- Branzi Andrea, *Introduzione al Design Italiano, una modernità incompleta*, Milano, Baldini e Castoldi, **2008**, pp. 210.
- Di Roma Annalisa, *La produzione in serie dell'ornato architettonico: dall'industria artistica ellenistica alla prototipazione con processi cad-cam*, Roma, Aracne, **2008**, pp. 188.
- Bertagna Giulio, Bottoli Aldo, *Scienza del colore per il design*, Santarcangelo di Romagna, Maggioli Editore, **2013**, pp. 145.
- Di Roma Annalisa, "La cultura materiale tra tradizione e innovazione", in *Cultura materiale e Design*, Bari, Favia, **2016**, pp. 11-30.
- Gadaleta Ignazio (a cura di), *Dialoghi di colore*, Roma, Gangemi, **2016**, pp. 111.
- Scarcelli Alessandra, "Il colore materiale del progetto", in *Cultura materiale e Design*, Bari, Favia, **2016**, pp. 31-44.