

TRIBELON

RIVISTA DI DISEGNO
UNIVERSITÀ DEGLI
STUDI DI FIRENZE

VOL. 2 | N. 3 | 2025

MODELLI, FORME E GEOMETRIE
MODELS, SHAPES AND GEOMETRIES

Citation: G. M. Valenti, L. Carlevaris, *Con lo sguardo verso $i\pi_1$. "Emergenze" di ricerca per la geometria descrittiva*, in *TRIBELON*, II, 2025, 3, pp. 22-33.

ISSN (stampa): 3035-143X

ISSN (online): 3035-1421

doi: <https://doi.org/10.36253/tribelon-3245>

Received: March, 2025

Accepted: April, 2025

Published: June, 2025

Copyright: 2025 Valenti G. M., Carlevaris L., this is an open access peer-reviewed article published by Firenze University Press (<http://www.riviste.fupress.net/index.php/tribelon>) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: All relevant data are within the paper and its Supporting Information files.

Competing Interests: The Author(s) declare(s) no conflict of interest.

Journal Website: riviste.fupress.net/tribelon

CON LO SGUARDO VERSO $i\pi_1$. "EMERGENZE" DI RICERCA PER LA GEOMETRIA DESCRITTIVA

Looking toward $i\pi_1$. Research "emergencies" for Descriptive Geometry

GRAZIANO MARIO VALENTI, LAURA CARLEVARIS

Sapienza University of Rome

Corresponding author: grazianomario.valenti@uniroma1.it

The paper aims to offer a critical reflection on the current research panorama in the field of Descriptive Geometry. What is discussed here is a path consolidated over time through the constant research activity of a group of scholars. The reflections presented aim to bring together both the scientific and historical, theoretical and methodological foundations of the discipline, as well as the most recent areas of research, with the attention always focused on applications and the contribution offered by the continuous and accelerated transformation of tools. Through an illustrative collection of some "emerging" research identified in a national and international milieu, the contribution observes the state of the art of the field of study, focusing on different paths: some obvious and established, others forgotten or little frequented, which appear fertile and rich in potential. An analysis that observes, with equal dignity, basic, applied and didactically oriented research. An analysis, again, that ranges from philological and methodological rigor, proper to analog drawing, to the expressive derogations in the representation of form apparently granted by the latest digital technologies. Finally, an analysis that submits to the evaluation of the scientific community some possible critical issues to come: real potential "emergencies," which may require an extraordinary effort to be contained, addressed, resolved, assimilated and, above all, shared.

Keywords: *Descriptive Geometry, Form Conception and Control, Model.*

Introduzione e cenni storici

Individuare le origini di una Scienza della rappresentazione è questione ampiamente dibattuta e la sua trattazione richiederebbe uno spazio ampio e dedicato; vogliamo però qui ricordare, in modo sintetico e strettamente connesso a quanto di seguito illustrato, il percorso che ha visto la disciplina accolta e interpretata all'interno delle diverse Scuole sul territorio italiano e da parte dei diversi gruppi di ricercatori che hanno contribuito in modo significativo a focalizzare, sviluppare, caratterizzare e innovare i principi teorici, metodologici e applicativi di questa scienza.

Dopo il riconoscimento del ruolo della componente tecnica del disegno avvenuto all'interno delle scuole per la formazione della figura dell'ingegnere militare in Francia¹, dove la componente grafica e applicativa della disciplina risultava già centrale, la geometria de-

scrittiva viene via via associata a una formazione di matrice matematica. Nel corso dell'Ottocento, sono prevalentemente i matematici a tenere in vita la disciplina, in molti casi allontanandosi dalle applicazioni e dalla parte "pratica" dell'approccio progettuale.

Nell'ultimo quarto dell'Ottocento un'importante svolta incide, in Italia, sulla futura formazione degli architetti e sul destino della geometria descrittiva: si tratta dell'istituzione del Regio Istituto di Belle Arti, che si configura in maniera del tutto autonoma rispetto all'Accademia di San Luca².

Questo passaggio segna il punto di avvio di un pensiero nuovo intorno alla figura dell'architetto e all'autonomia del suo ruolo rispetto a quello dell'ingegnere, avviando «quel progetto culturale e sociale teso a rendere l'insegnamento dell'architettura più rispondente alle mutate esigenze della società civile italiana»³.

¹ Cfr. Sakarovitch, *Épures d'architecture. De la coupe des pierres à la géométrie descriptive. XVIe-XIXe siècle*; Taton, *L'école royale du Génie de Mézières*; Taton, *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIIIe siècle*.

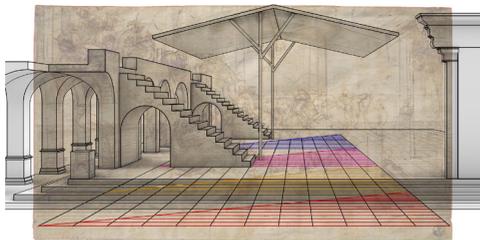
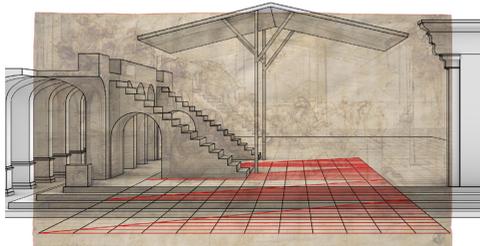
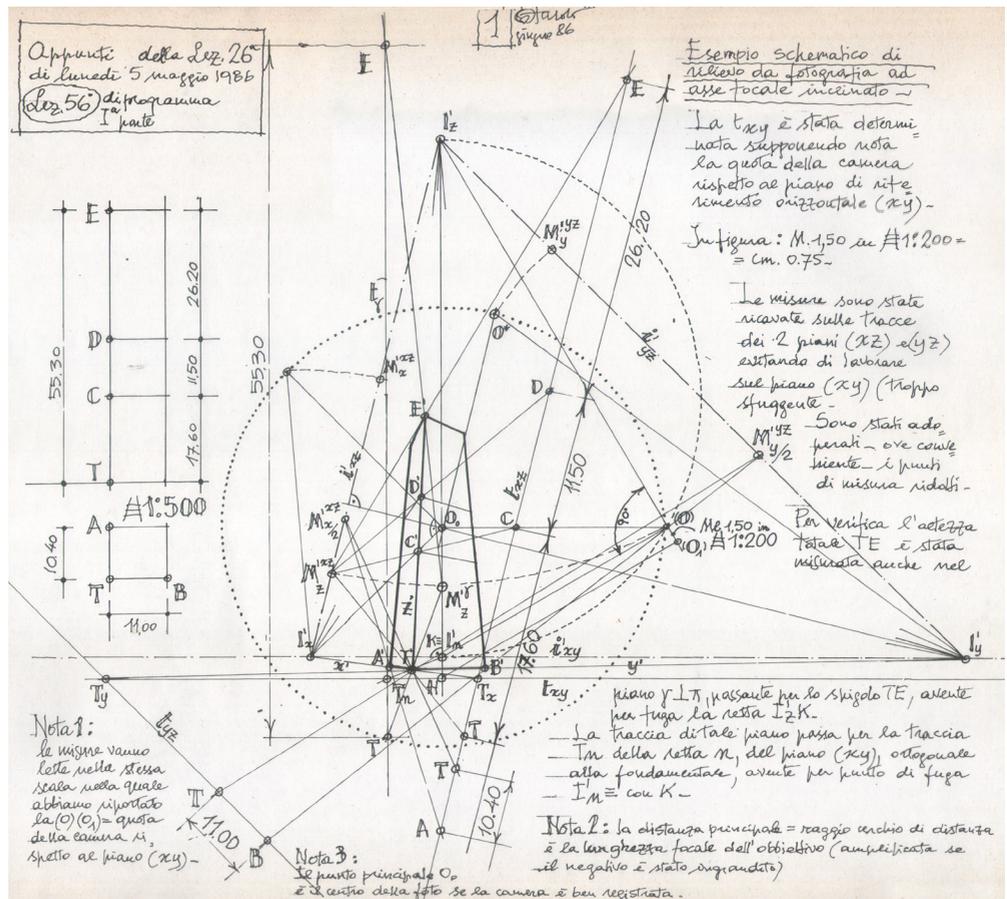
² Bianchini, Docci, *La Scuola romana del Disegno nel centenario della Facoltà di Architettura della Sapienza Università di Roma*, p. 2.

³ *Ibid.*

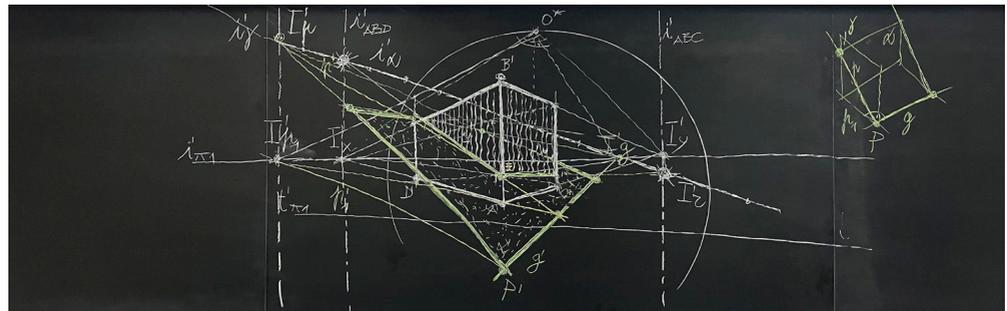
“ La geometria che si “manipola” per mezzo dello spazio digitale è ancora una geometria riconducibile alla schematizzazione antropometrica e razionale delle tre dimensioni.

1 | Orseolo Fasolo. A sinistra, copertina del cosiddetto “Fascicolo giallo” che il professore elaborò e regalò ai suoi studenti come saluto in occasione dell'a.a. 1985-1986, suo ultimo anno di insegnamento “ufficiale” (in seguito, continuò ad insegnare ancora per diversi anni); a destra, una delle tavole presenti nel fascicolo: si tratta di un elaborato che organizza la componente grafica e quella testuale in maniera chiara e originale.

2 | Marco Fasolo. La conoscenza e il controllo delle forme nello spazio prospettico. Disegno didattico, dicembre 2024.



3 | Fabrizio Ivan Apollonio, Marco Gaiani. Leonardo da Vinci, lo Studio per la Adorazione dei Magi visto attraverso ISL. Sovrapposizione con la scena degli elementi architettonici: in alto restituiti mediante l'utilizzo della prospettiva rigorosa; in basso restituiti mediante l'utilizzo della prospettiva “pratica” o semplificata.



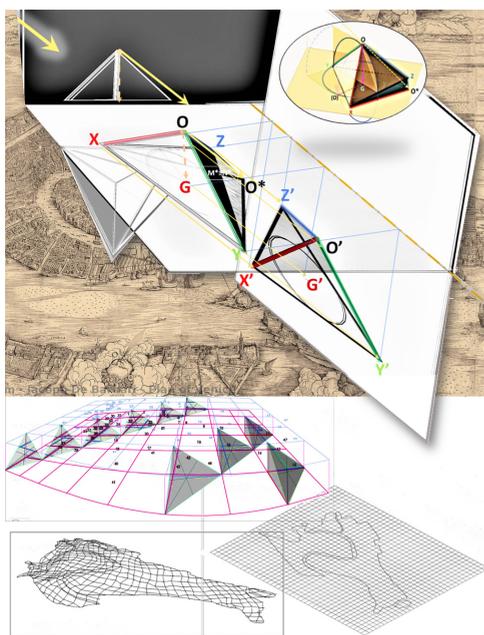
La scelta risulterà determinante per l'istituzione della prima Scuola di formazione italiana riservata alla figura professionale dell'architetto, che nasce a Roma nel corso del secondo decennio del Novecento.

Nella Regia Scuola Superiore di Architettura⁴, presto seguita da molte altre scuole nelle principali città italiane, la formazione si va strutturando intorno all'ideale di una figura di architetto integrale⁵, dalle competenze articolate e complesse, attivo su molteplici piani: storico, artistico, scientifico, formale e compositivo, ma anche costruttivo e amministrativo⁶. Nonostante questo ideale olistico, le discipline caratterizzanti cominciano a specializzarsi e a formare quei raggruppamenti tematici che confluiranno, in seguito, nella definizione dei Settori Scientifici Disciplinari (SSD).

Nelle nuove Scuole di Architettura la geometria descrittiva si presenta come una materia fortemente caratterizzante, ma la sua settecentesca matrice scientifica e il suo legame con la formazione nelle scuole di ingegneria militare sembrano rinsaldare il legame con l'ambito matematico. Lo studio, i testi, l'insegnamento e, in generale, i fondamenti teorici rimangono a lungo legati a figure di matematici, spesso di alto livello ma certamente più orientati verso un approccio teorico che non verso la natura applicativa del disegno, che trova spazio in corsi che riguardano il disegno dal vero, la storia dell'architettura, il rilievo dei monumenti.

È questo il momento in cui va consolidandosi quella tripartizione che ancora oggi, nonostante il panorama sia fondamentalmente cambiato, sembra difficile

⁴ I corsi iniziano nell'anno accademico 1920-1921; nel 1935 la Scuola diventa Facoltà di Architettura: Carnevali, Fasolo, Lanfranchi, *Il Disegno e la Scuola Superiore di architettura*, p. 241.
⁵ Carnevali, Fasolo, Lanfranchi, *Il Disegno*, cit., pp. 239-241.
⁶ Ivi, p. 240.



4 | Fabrizio Gay. Dimostrazione del teorema di Pohlke basata sulla traduzione di un'assonometria obliqua generica in una figura rapportabile a un'assonometria ortogonale isometrica. In alto: rappresentazione dell'idea della dimostrazione (illustra la prospettiva dalla quale si ricava l'omologia); in basso: un'applicazione alla traduzione della veduta di Venezia di Jacopo De Barbari con parti ritratte in diverse pseudo prospettive parallele in una nuova immagine in assonometria ortogonale isometrica.

7 Bianchini, Docci, *La Scuola romana*, cit. p. 70.

8 De Carlo, Migliari, *Un manifesto per il rinnovamento della Geometria Descrittiva*.

9 A Laura De Carlo e Riccardo Migliari si sono associati nella redazione del *Manifesto* Luigi Cocchiarella (Milano), Roberto Corazzi (Firenze) e Michele Inzerillo (Palermo).

10 Si veda anche Carlevaris, De Carlo, Migliari, *Attualità della Geometria Descrittiva*.

11 Responsabile scientifico del PRIN 2008: Riccardo Migliari, Sapienza Università di Roma. Altri atenei coinvolti nel progetto: Università degli Studi di Udine, resp. sc. Roberto Ranon; Università degli Studi di Genova, resp. sc. Maura Boffito; Politecnico di Milano, resp. sc. Michela Rossi; Università IUAV di Venezia, resp. sc. Agostino De Rosa. Molte le pubblicazioni uscite come esito della ricerca. Si vedano, in particolare: Migliari, *Descriptive Geometry: from its Past to its Future*; Casale, *Geometria Descrittiva e rappresentazione digitale. Memoria e innovazione*.

12 Monge, *Géométrie descriptive*.

13 Ivi, p. 5.

14 *Ibid.*

15 Cfr. Migliari, *La Geometria descrittiva nel quadro storico della sua evoluzione [...]*.

16 Si pensi, ad esempio, agli splendidi plastici territoriali elaborati dall'esercito napoleonico nel corso dell'Ottocento.

17 Si veda, ad esempio, Pavignano, *Models for Geometry: Thoughts for an Interdisciplinary Dissemination*.

18 La questione, antica e molto discussa, è stata riaperta nel nostro ambito disciplinare già da un ventennio. Si vedano, ad esempio, Migliari, *La prospettiva e Panofsky*; Fasolo, Migliari, *Decio Gioseffi e La prospettiva come "forma simbolica"*.

19 Valenti, *MI, il modello integrato; Di-segno e modello*, pp. 23-38.

da superare e che vede distinti gli ambiti della Geometria descrittiva, del Rilievo e del Disegno dell'Architettura⁷.

L'aver posto l'accento sui suoi aspetti teorici e matematici sembra impoverire la geometria descrittiva, che va incontro a quella che appare come una fase di indebolimento che la porterà, intorno agli anni Ottanta del Novecento, a non comparire tra le materie caratterizzanti (e quindi obbligatorie) in molte facoltà italiane. Sarà però forse proprio questa fase che, allontanando l'interesse dei matematici, porterà nuova linfa alla disciplina, che sarà presa in mano dagli architetti e riproposta in maniera del tutto rinnovata. Si comincia così a ragionare intorno a un'idea profondamente innovativa – per quanto fondata su concetti antichi – che permette di vedere le diverse fasi della rappresentazione riunite intorno a un unico concetto. Questo concetto si consolida intorno all'idea di "modello", che diventa oggetto della rappresentazione, ma, al contempo, modalità stessa della rappresentazione, e che permette di riunire l'esistente e il progetto, il disegno e la *maquette*, i metodi della rappresentazione e le sue scale.

Fra i protagonisti di questa transizione un ruolo particolare va riconosciuto a Orseolo Fasolo, promotore di una radicale rilettura della disciplina che, attraverso le sue diverse forme espressive e prendendo gradualmente le distanze dalla sua matrice matematica, riporta in posizione centrale l'architettura, le sue peculiarità, le sue esigenze comunicative. In quanto nuovo "utente finale", è dunque l'architettura stessa a richiedere un rinnovamento della disciplina, che riscopre non tanto nuovi fondamenti, quanto nuovi processi grafici e creativi, dimostrando di potersi, sapersi e doversi conformare a un mondo in trasformazione.

Questo processo trova senz'altro nuovo impulso nella istituzione, nel 1979, di un Settore Scientifico Disciplinare dedicato al Disegno e, in rapida successione, dalla nascita di dipartimenti disciplinari e della Unione Italiana per il Disegno (UID), società scientifica che dal 1980 a oggi ha coinvolto e portato al confronto le diverse realtà locali.

Il dibattito appare, fin dagli inizi, acceso e interessante poiché sempre a quegli anni vanno annoverate le prime sperimentazioni del disegno digitale nella didattica e nella ricerca avviate all'interno nelle scuole di architettura.

Fin dal primo momento, infatti, si manifestano ovvie incomprensioni e opposizioni fra conservatori e innovatori, ma appare chiara a tutti la necessità di rinnovare la didattica del Disegno.

Un rinnovamento che doveva interessare in modo particolare la geometria descrittiva, disciplina che più di altre, fra quelle dell'area del Disegno, sembrava a repentaglio esistenziale proprio in conseguenza dell'avvento delle tecnologie digitali.

Molti ricercatori e docenti colsero così l'occasione di avviare un nuovo, radicale processo di trasformazione che, nel tempo, ha traghettato la disciplina verso un futuro che, oggi, possiamo considerare presente e che permette alla geometria descrittiva di essere ancora sufficientemente flessibile per compiere quei nuovi, ineluttabili passi verso le proposte di una tecnologia in continua evoluzione.

Il prezioso lavoro di questi pionieri, primi interpreti dell'adozione di una materia dalla natura scientifico-quantitativa in un ambito umanistico-qualitativo, ha dato origine a vere e proprie scuole, coaguli di ricercatori geograficamente distribuiti che hanno condiviso problemi e trovato soluzioni partendo da una visione comune.

L'avvento del digitale, caratterizzato da una continua evoluzione delle metodologie, se da un lato ha messo a dura prova il terreno consolidato da queste scuole, dall'altro è stato propulsore di un importante rinnovamento che oggi vede il senso del termine geometria descrittiva notevolmente ampliato, ulteriormente consolidato e, più di ogni altra cosa, profondamente arricchito. Se ciò è avvenuto lo dobbiamo a tutti quei ricercatori, che con grande coraggio e impegno, anziché sottrarsi hanno prima accettato il non semplice impatto con le tecnologie digitali, le hanno poi assecondate e infine sono giunti ad utilizzarle – potremmo metaforicamente dire "cavalcarle" – per dare ancora più forza alla geometria descrittiva.

Nel 2008, un momento di convergenza di riflessioni e obiettivi è confluito nella redazione di un *Manifesto per il rinnovamento della Geometria descrittiva*⁸ proposto da Laura De Carlo e Riccardo Migliari e sottoscritto da altri docenti di diversi atenei italiani⁹.

Il *Manifesto*, presentato come bozza di un documento da sottoporre all'intera comunità scientifica, ha proposto l'avvio di un dibattito collettivo e la condivisio-

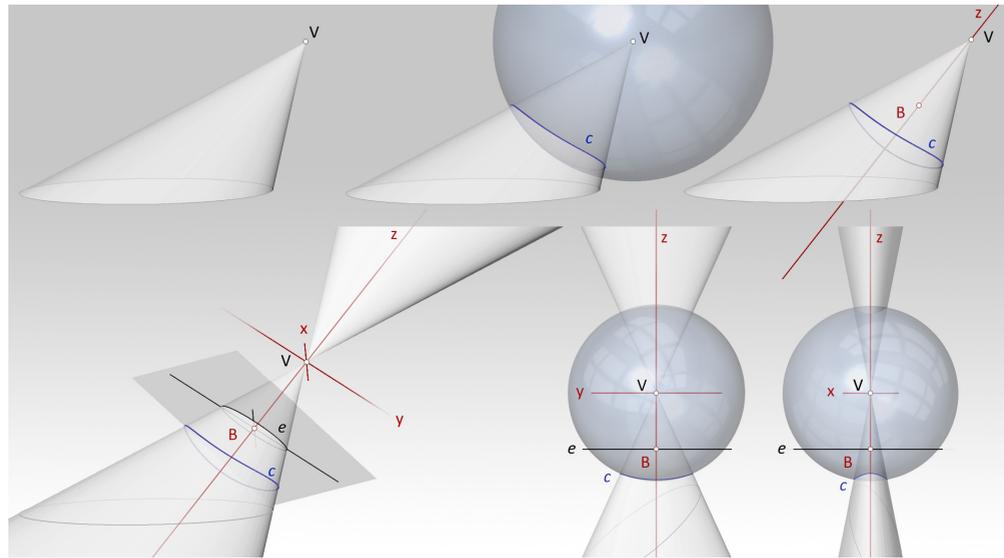
ne di idee, materiali bibliografici, ricerche e l'avvio di un glossario condiviso¹⁰. Se consideriamo il progredire della ricerca e delle tecnologie da essa adottate, potremmo con ragione affermare che ogni 10 anni il settore affronta un *upgrade* metodologico significativo. Un intervallo che, calato sulla vita accademica del ricercatore, segna con distinzione un passaggio generazionale: ne deriva che già quattro generazioni di ricercatori, a partire dagli anni Ottanta, si sono con costanza impegnate e passate il testimone nel sostenere il rinnovamento della geometria descrittiva. Questo passaggio appare recepito in maniera importante a livello nazionale e non solo: ne sono prova i finanziamenti che hanno premiato le ricerche nell'ambito della geometria descrittiva e il condiviso interesse che ha avuto, tra gli altri, il Progetto di Rilevante Interesse Nazionale (PRIN) 2008 dal titolo *Geometria Descrittiva e rappresentazione digitale. Memoria e innovazione* proposto e coordinato da Riccardo Migliari, che ha riunito figure provenienti da molti atenei distribuiti sul territorio nazionale, contribuendo alla diffusione e alla verifica a grande raggio di un pensiero che è risultato ampiamente condiviso¹¹.

Sul termine geometria descrittiva

In questo scenario di impegno e varietà interpretativa, quale significato assume oggi il termine geometria descrittiva? Su quali fronti si è consolidata ed è assiduamente operativa la ricerca scientifica? E ancora: quali sono gli " π_1 " del prossimo futuro?

Ripartiamo dal significato storico e terminologico della geometria descrittiva per proporre un'accezione generale e attuale che contenga i valori nobili della tradizione e le proiezioni – anche ambiziose – degli sviluppi futuri.

I due obiettivi della geometria descrittiva individuati da Gaspard Monge in apertura del suo lavoro¹², ancora oggi attuali, a seguito delle trasformazioni occorse negli strumenti per la trascrizione e la comunicazione della forma, offrono l'occasione per un'attenta rilettura. Primo obiettivo della geometria descrittiva è, secondo quanto si legge nel trattato che definisce la disciplina, la trascrizione su un sostegno bidimensionale di oggetti che di dimensioni ne hanno tre e che "*puissent être définis rigoureusement*"¹³, siano cioè suscettibili di una definizione esatta, anch'essa geometrica.



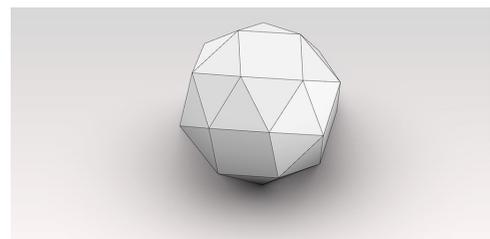
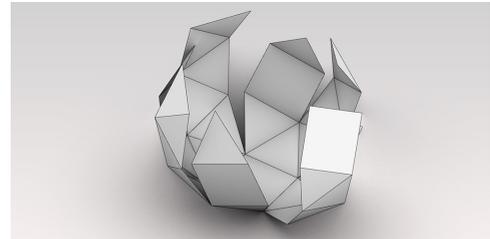
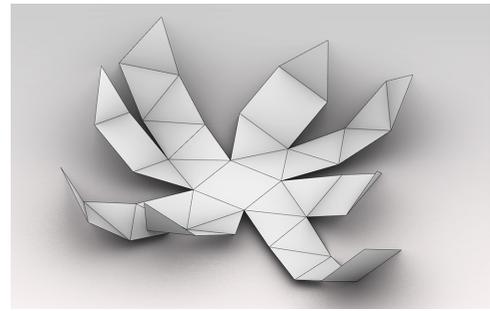
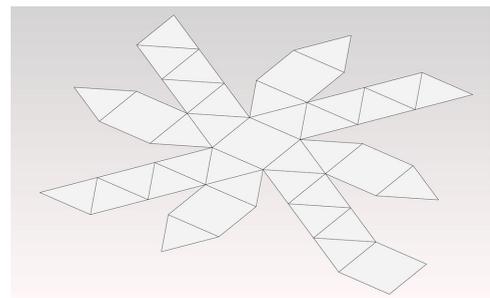
Secondo obiettivo è quello di dedurre, sulla base della loro descrizione "esatta", delle loro forme e posizioni relative, le proprietà di questi corpi (*objets*), operando in un continuo procedere dal noto all'ignoto¹⁴.

Si tratta, evidentemente, di una lucida e dettagliata sintesi del ruolo determinante della disciplina nell'ambito di una modalità espressiva, il disegno, che si avvaleva di tecniche tradizionali, ma richiedeva, e già da molto tempo, un rigore scientifico che non era ancora del tutto scontato.

Oggi quelli che possono essere considerati i paletti che definiscono il perimetro per una definizione della geometria descrittiva appaiono rinnovati. I paletti – strumentali ma anche materiali – sono altri, e la definizione mongiana dell'ambito di interesse della disciplina merita un ampliamento¹⁵.

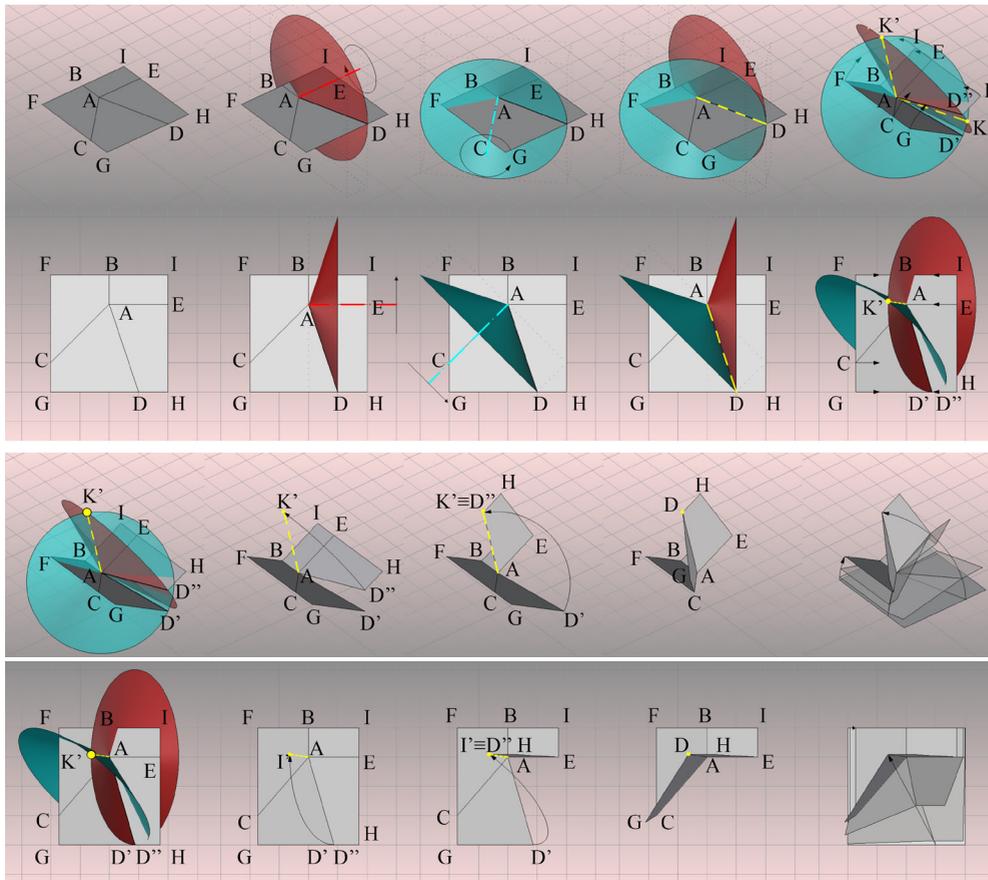
Ben presto, infatti, l'esigenza di rendere tridimensionale la replica della realtà ha portato a considerare anche la *maquette* come uno degli strumenti per la restituzione scientifica del modello del reale¹⁶. Attraverso il plastico ci si è resi conto di poter controllare efficacemente e anche comunicare quella stessa geometria del reale che si intendeva riportare nel piano, nel foglio di carta. Con l'Ottocento, collezioni di modelli geometrici sono iniziate a fiorire anche nelle scuole di matematica e di ingegneria. In una forma volumetrica e spaziale, la geometria "che descrive" è entrata a far parte degli strumenti analitici. Forme e problemi complessi, difficili da rappresentare e da gestire, sono diventati "trattabili" proprio perché "visualizzabili"¹⁷.

Con l'avvento delle applicazioni per la descrizione analitica della forma quello



5 | Marta Salvatore. Costruzione degli assi di un cono quadrico.

6 | Federico Fallavollita. La costruzione del cubo camuso attraverso il metodo sintetico.



7 | Riccardo Foschi. Metodo sintetico per piegare un vertice origami di quarto grado attraverso l'intersezione di coni.

che è sostanzialmente cambiato è proprio lo spazio in cui la descrizione è libera di muoversi. Se è indubbio che lo schermo, interfaccia operativa di ogni operazione digitale, resta bidimensionale e richiede una indubbia capacità di interpretazione e prefigurazione del volume, è altresì vero che le operazioni si svolgono in uno spazio plastico che somiglia più allo spazio di azione dello scultore che a quello del disegnatore. La geometria che si "manipola" per mezzo dello spazio digitale è ancora una geometria riconducibile alla schematizzazione antropometrica e razionale delle tre dimensioni, ma la si gestisce direttamente, agendo sulle stesse tre dimensioni. L'immediatezza con la quale le immagini ci si presentano attraverso l'interfaccia bidimensionale cambiando proiezione o muovendole dinamicamente, non interferisce – anzi: collabora – con l'obiettivo di comunicare forme e posizioni reciproche.

Lo spostamento sostanziale che questo ha reso possibile riguarda prevalentemente la possibilità di alleggerire l'attenzione rivolta ai "problemi" per portarla sulle "configurazioni". La flessibilità resa possibile dagli strumenti per il disegno digitale fa sì che la forma ogget-

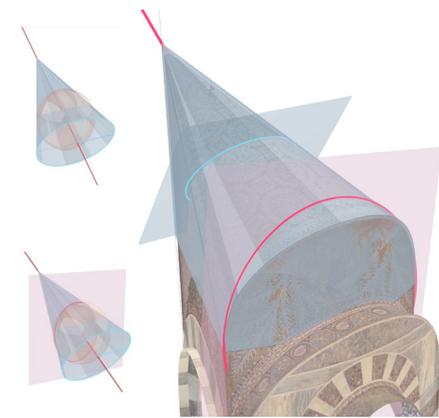
to di attenzione non sia più solo quella "che esiste" e che genera problemi descrittivi, ma diventi materia di una manipolazione anche creativa, che permette, nella fase rappresentativa, di prefigurare questioni secondo una modalità che non discende, ma controlla anche la fase progettuale.

Aspetti teorici e aspetti applicativi

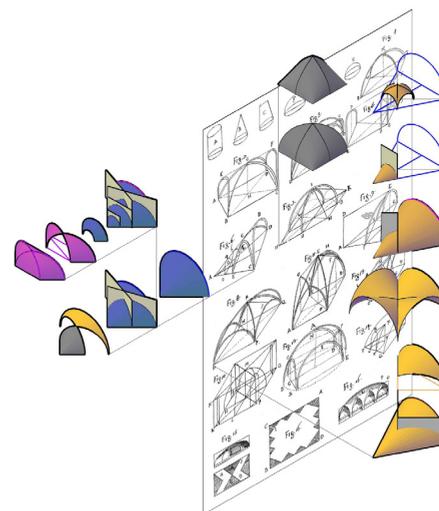
All'interno di questa visione, si possono distinguere due prevalenti attività di ricerca: l'una teorica, l'altra applicativa. Su entrambe si muovono lo sviluppo e l'innovazione metodologica.

Nella piena consapevolezza del fatto che non è mai possibile individuare confini netti di appartenenza di una ricerca a una singola categoria, possiamo comunque, con buona approssimazione, ricondurre alla categoria delle ricerche di natura teorica gli studi orientati alla geometria della forma, dove il carattere di astrazione prevale su quello della applicazione.

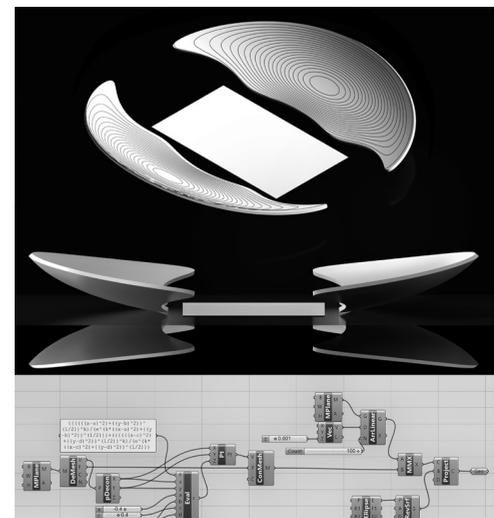
Sono questi studi che entrano nel merito delle proprietà geometriche della forma nelle sue principali declinazioni essenziali: forma luogo geometrico, forma libera, forme naturali.



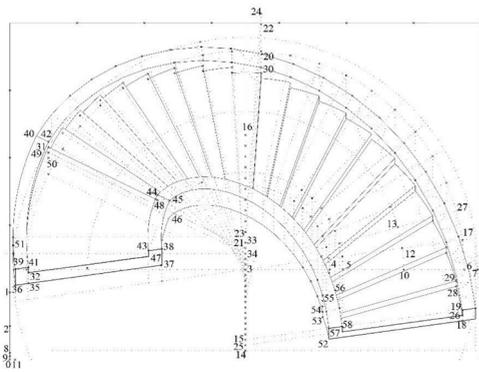
8 | Carlo Bianchini. Cappella Palatina di Aachen, studio e ricostruzione della falda di cono che genera la superficie delle lunette triangolari dell'ambulacro del primo piano (modello C. Bianchini).



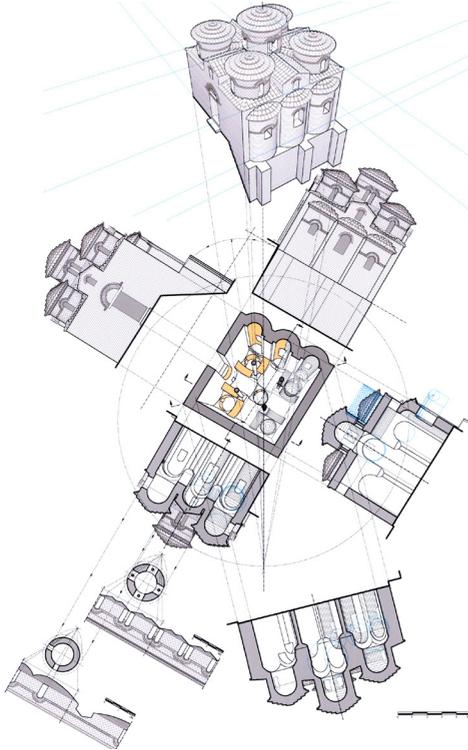
9 | Roberta Spallone. Ricostruzione digitale delle volte a crociera e a padiglione dal trattato di Guarino Guarini. Archi, superfici e volte che si generano dal cono. Da: Guarini, 1737, Architettura Civile. Torino: Appreso Gianfrancesco Mairesse, tavola XIX. (Modello di R. Spallone).



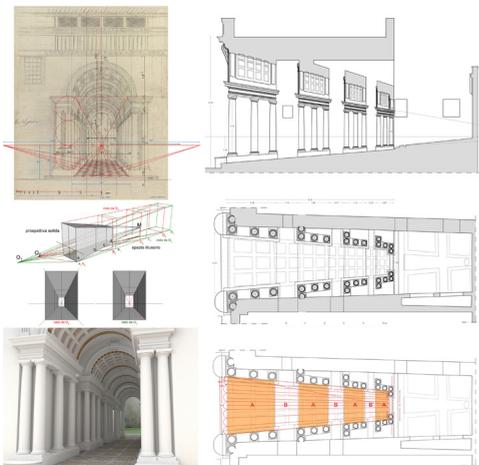
10 | Caterina Palestini. Immagine del modello digitale dello stadio M di Luigi Moretti elaborata con l'algoritmo parametrico di Grasshopper (elaborazione di C. Palestini e A. Basso).



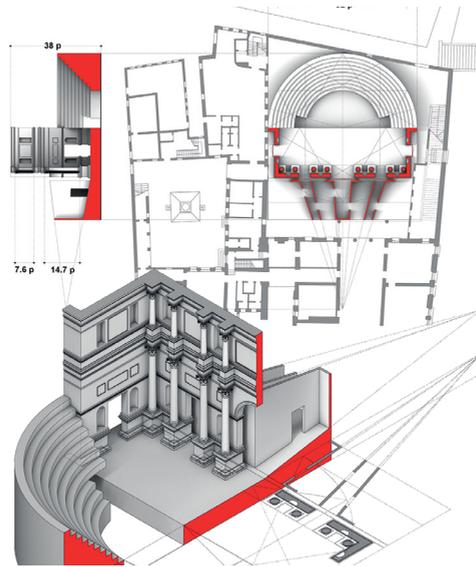
15 | Laura Inzerillo. Assonometria obliqua di una scala elicoidale.



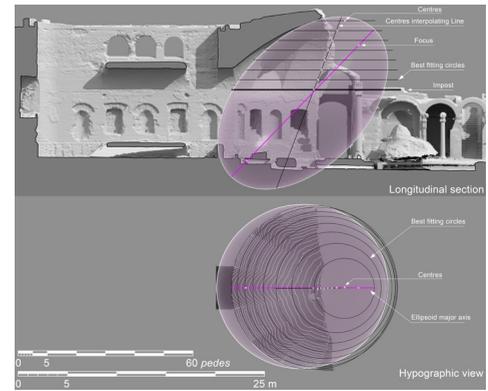
16 | Domenico Medati. Cattolica di Stilo, X-XI secolo. Viste prospettive e proiezioni ortogonali (disegno di D. Medati).



17 | Leonardo Paris. Studi e ricerche sulla galleria prospettica di Palazzo Spada a Roma basati sul rilievo digitale del 2013. Verifica di misura, allineamenti e punti di convergenza del disegno di Borromini (Vienna, Alb. Az Roma 1156); relazione proiettiva in una prospettiva solida; pianta e sezione; studio del ritmo e delle proporzioni della sequenza di campate; vista prospettica del modello 3D (elaborazioni di L. Paris).



18 | Massimiliano Ciammaichella. Ricostruzione del teatro effimero progettato da Andrea Palladio per l'Antigono, inquadramento nella corte di Ca' Foscari, Venezia (disegni di M. Ciammaichella, 2020).



19 | Filippo Fantini. In alto: immagine relativa alla "scoperta" da parte del gruppo internazionale multidisciplinare composto da A. Roca (matematica, Politecnico di Valencia), F. Juan-Vidal (EGA Valencia), L. Cipriani e F. Fantini (Alma Mater Studiorum, Bologna) di come Erone di Alessandria nel I secolo d.C. calcolasse e chiamasse le vele dei sistemi volanti: il nome è "trikentron", ovvero figura con 3 centri. Spiegazione grafica e sua applicazione al Vestibolo di Piazza d'Oro a Villa Adriana.

scrive con maggiore o minore approssimazione la struttura o le funzioni di ciò che intende rappresentare»²⁰, sono numerose le domande alle quali è necessario rispondere nell'affrontare questo percorso di ricerca.

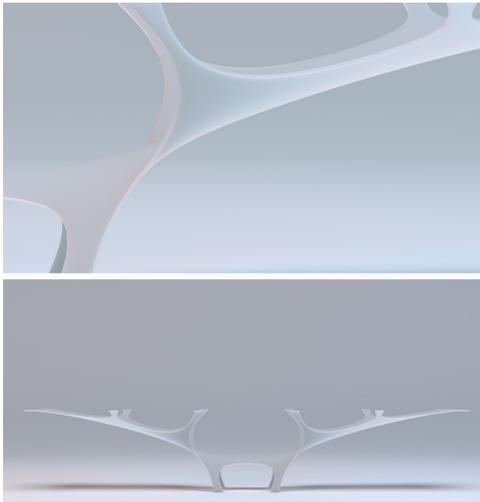
Come articolare, relazionare e organizzare tra loro gli elementi dell'esistente che compongono l'oggetto di studio? Come tradurre in una forma, in un modello "computabile" gli elementi osservati? Quale grado di sintesi o di complessità, di maggiore o minore approssimazione formale scegliere nella definizione del modello e delle sue qualità? Come misurare gli elementi, relazionarli dimensionalmente fra loro per poterli successivamente rappresentare in uno spazio digitale virtuale o nuovamente reale? Come collaudare ognuna delle soluzioni offerte ai problemi sollevati dalle domande precedenti?

Quanto indicato in via esemplificativa per il rilievo architettonico potrebbe in prima istanza richiamare alla mente problematiche dello spazio tridimensionale, ma la geometria per la documentazione opera invece con continuità in contesti pluridimensionali, che spaziano dalla eterogenea natura delle fonti spesso unidimensionali o bidimensionali, fino a considerazioni proiettive o dinamiche di carattere temporale che hanno natura sovra-tridimensionale. Contesti, ancora, che non riguardano solo l'architettura, ma più in generale – e a solo titolo di esempio – la modellazione del tangibile e dell'intangibile, riguardante l'opera artificiale e naturale dell'ambiente reale e immaginato.

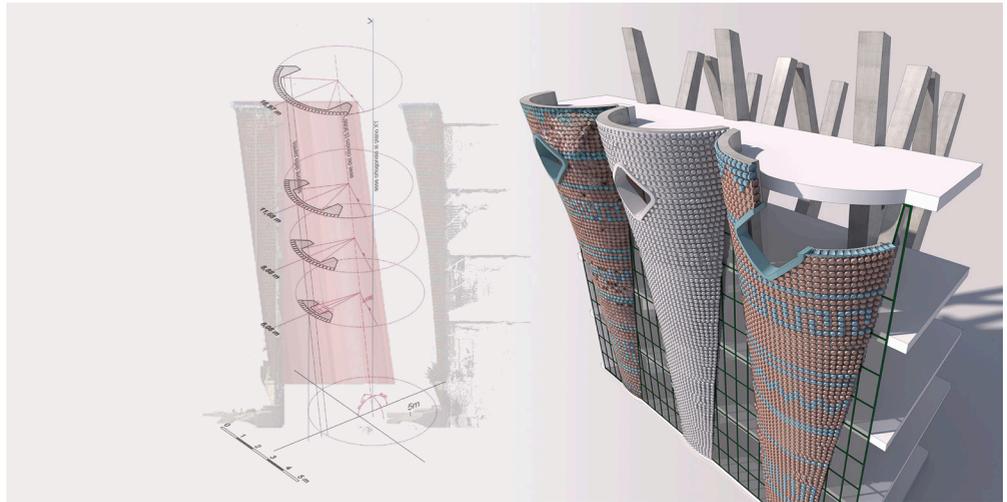
Geometria per l'ideazione e il progetto

Consideriamo il processo progettuale nella sua natura euristica di percorso iterativo-ricorsivo volto al perfezionamento conoscitivo dell'immaginato: il modello mentale. Il progettista disegna perlopiù per se stesso e questa è la dimostrazione più evidente di quanto il disegno sia ausilio alla conoscenza: disegniamo prevalentemente per dar forma, comprendere, alimentare e perfezionare il nostro sapere. Questo processo attraverso ed è fortemente condizionato da teorie, metodologie e strumenti di rappresentazione e di percezione che interessano la modellizzazione del pensiero progettuale. L'evoluzione di uno solo dei tre insiemi – teorie, metodologie, strumenti – generalmente porta modifiche anche agli altri due e, per naturale conseguenza, al processo progettuale e al suo prodotto.

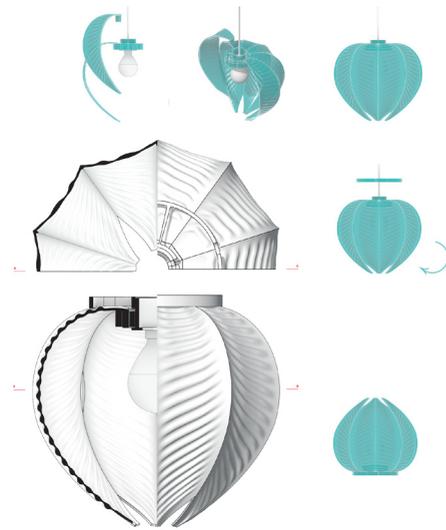
Consideriamo, ad esempio, le trasformazioni prodotte dalle tecnologie digitali, che potrebbe essere interpretata come una rivoluzione sul piano degli strumenti: questa ha parallelamente modificato la metodologia operativa, e, seppure ancora con debole evidenza, alcuni aspetti teorici fondanti il progetto. In questo scenario sono ancora evidenti alcune criticità, nello specifico relative all'ideazione e al controllo della forma, che attendono un approfondimento e che richiederebbero maggiore attenzione da parte dei ricercatori dell'ambito scientifico del Disegno.



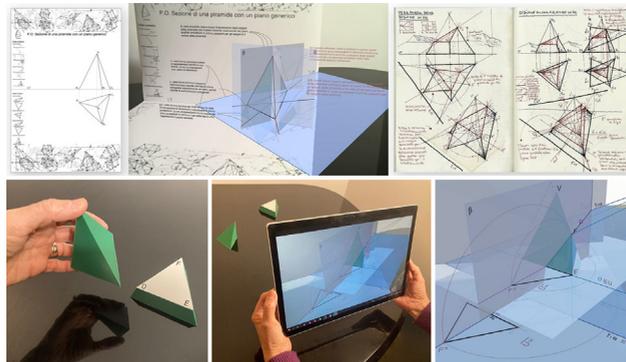
20 | Leonardo Baglioni. La geometria ideale della superficie minima sospesa tra tensione e leggerezza: Sergio Musmeci, Ponte sul Basento.



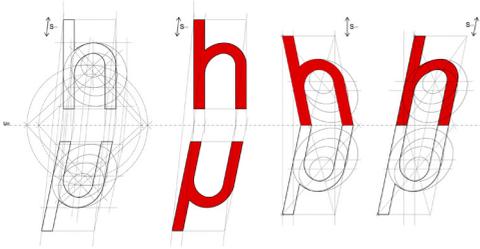
23 | Adriana Rossi. Opificio Solimene, Vietri sul Mare, 1952-1955). Flusso del lavoro attivato sulla base del rilievo integrato. Da sinistra verso destra: studio della configurazione geometrica sulla base dei dati acquisiti con stazione totale; in trasparenza, rappresentazione dello scarto tra il modello ideale e la nuvola reality based 3D (2018); ri-costruzione digitale. Hanno collaborato al progetto coordinato da A. Rossi gli allievi del corso L23 2015, H. Karmazyn, tesista LM23, 2017, arch. U. Palmieri, assegnista ricerca, 2018; S. Lillo, Visiting Professor/Researcher, 2025.



21 | Mara Capone. Tomatillo si ispira alla buccia esterna del tomatillo, il pomodoro verde messicano. Scomposta in 10 petali, specchiati a due a due, e 2 pezzi per incastrare i petali. Un tredicesimo elemento è la base, che viene inserita vicino al giunto per trasformare semplicemente la lampada in una versione da tavolo. I petali vengono inseriti all'interno di un cerchio dotato di fori, ciascuno dei quali accoglie contemporaneamente due petali speculari tra loro. Anche in questo caso lo studio della geometria della texture in rilievo consente di ricostruire la struttura organica della foglia (studentessa: O. Bryechka).



24 | Giovanna Spadafora. In alto, sezione di una piramide con un piano generico: target bidimensionale, applicazione in AR e disegno a mano che ripercorre le fasi del procedimento grafico; in basso, in questo caso il target tridimensionale è il tronco di una piramide sezionata con un piano generico. L'applicazione in AR visualizza il piano secante e il ribaltamento della sezione sovrapponendo i due procedimenti svolti in forma canonica e in forma tecnica.



22 | Stefano Chiarenza. Applicazione delle corrispondenze omologiche nel lettering. Trasformazioni affini di un modulo tipografico da tondo a corsivo (disegno di S. Chiarenza).

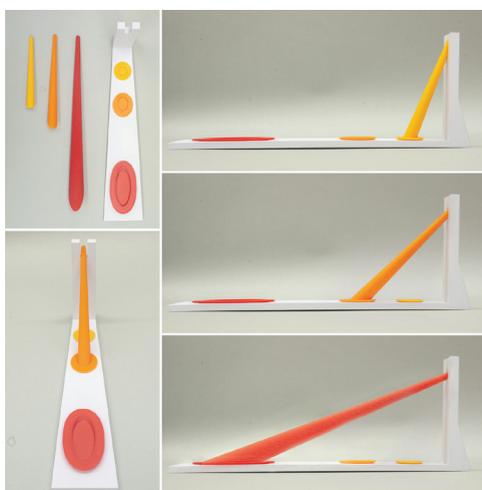
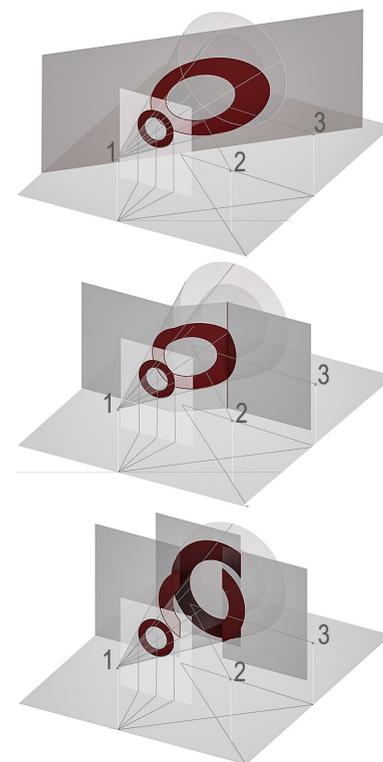
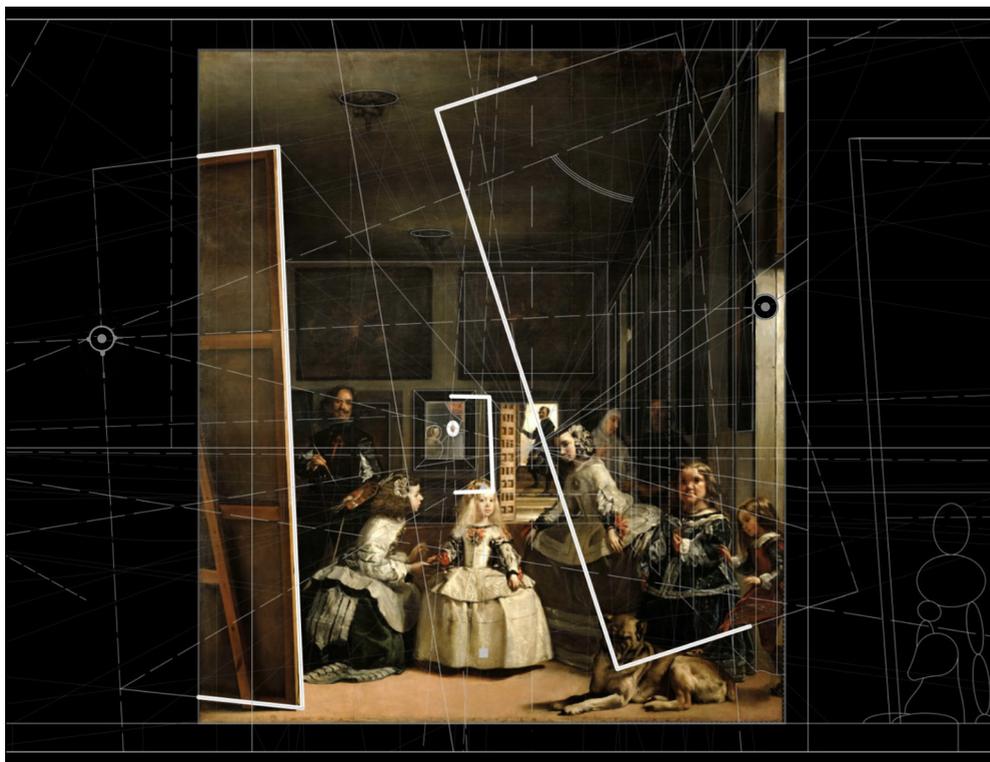
Nell'era pre-digitale l'articolazione e la complessità della forma erano nel patrimonio espressivo di pochi progettisti, capaci di porsi come sintesi di un percorso ideativo rappresentativo e costruttivo, scientifico e rigoroso e, al contempo, prefigurare nuove estetiche. Alludiamo, naturalmente, a quei virtuosismi formali architettonici e costruttivi che superano la dimensione, sostanzialmente ignara della gravità, caratteristica degli apparati decorativi.

Nel tempo, l'ausilio dell'elaborazione digitale ha reso possibile a tutti produrre articolazione e complessità della forma, anche solo per via intuitiva e con metodologia scultorea: si tratta di percorsi che, per natura, allontanano il prodotto da un approccio scientifico – ovvero consapevole, rigoroso e ripetibile – nella progettazione della forma.

Una seconda criticità è da rintracciarsi nell'applicazione del *Form-Finding*. I principi, le metodologie e gli obiettivi di questi processi sono nella piena natura dell'ausilio digitale e del suo "primo"

paradigma input-elaborazione-output. La loro più radicale applicazione, tuttavia, finalizzata alla individuazione della forma ottimale in termini di prestazione, non prevederebbe alcun vincolo geometrico-espressivo da parte del progettista. Il risultato è una forma libera, all'apparenza organica, sul cui aspetto formale non v'è stato un diretto controllo progettuale. Lo sviluppo di attività di ricerca e sperimentazione, nell'ambito della modellazione indiretta procedurale, sulla quale oggi si basano i processi di *Form-Finding*, potrebbe fornire nuove indicazioni per conservare e innovare l'indirizzo geometrico-formale ed espressivo di modellazione diretta del progettista, facendole rientrare all'interno delle descrizioni procedurali di modellazione indiretta e automatica di quegli stessi processi.

Questo intervento progettuale espressivo, che in forma descrittiva interviene su quella che oggi è considerata una *èkphrasis* digitale, in tempi recenti sta assumendo persino una qualità narrati-



27 | Luigi Cocchiarella. Diego Velázquez, *Las Meninas*, 1656. Madrid, Museo del Prado (olio su tela, 276 × 318 cm). *Lenigma dello specchio: l'immagine riflessa nell'immagine, relazioni omologiche* (elaborazione grafica: L. Cocchiarella).

va, necessaria per istruire processi generativi fondati sull'Intelligenza Artificiale. Questa si configura come una vera e propria terza criticità che rinnova la questione su quale possa essere il futuro – che si stima breve per l'evidente velocità di mutazione e innovazione della tecnologia – della consapevolezza e del controllo geometrico finalizzati a definire la forma del progetto.

Geometria per la comunicazione

Dopo aver esemplificato il contributo della Geometria al Disegno inteso come ausilio alla conoscenza entriamo ora nel merito del secondo grande apporto alla disciplina, ovvero il suo contributo nell'ambito della comunicazione. Generalmente il termine "comunicazione" è associato a precisi campi di indagine scientifica della disciplina del Disegno: si vuole qui includere anche gli ambiti di ricerca che si avvalgono dello studio della Geometria per comunicare, rappresentare, valorizzare un soggetto, in una fase che possiamo considerare successiva all'atto conoscitivo. Una rappresentazione, dunque, che ha come prevalente obiettivo la comunicazione verso persone altre rispetto all'autore del processo.

28 | Alessandra Pagliano. *Tre diverse trascrizioni anamorfiche della medesima forma: dai punti di vista 2 e 3 la figura anamorfica appare violentemente distorta mentre solo dal punto di vista 1 ritorna coincidente in prospettiva con la forma originaria.*

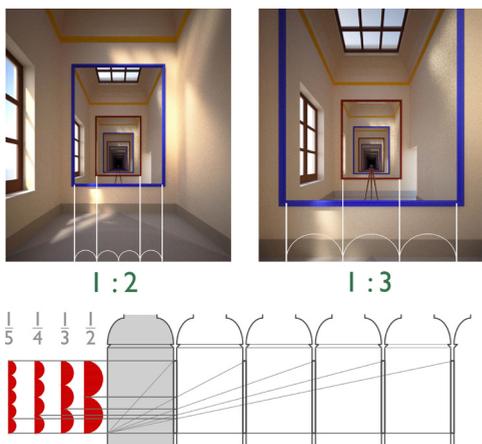
Queste rappresentazioni hanno innanzitutto un valore descrittivo, che può arricchirsi di veri e propri intenti narrativi, suggestivi e, in taluni casi, persino ingannevoli nei confronti dell'osservatore, grazie a un appropriato registro delle qualità illusorie.

Obiettivo di questo genere di studi è la piena comprensione del contributo di innovazione del sapere fornito dalla trattatistica sul tema. Ogni opera analizzata contiene infatti un doppio valore: quello sincronico offerto al tempo in cui prende vita e quello diacronico derivato da ogni rilettura e interpretazione temporalmente successiva.

Un determinante apporto della geometria descrittiva a questi studi – o, meglio, in questa fase degli studi – va anche riconosciuto nella fase di perfezionamento della comunicazione. In questo capitolo rientrano anche gli studi sulla luce e i suoi effetti all'interno della scena rappresentata. La geometria, infatti, oltre a essere utile alla descrizione della forma e delle relazioni tra i corpi, fornisce anche modelli sintetici per la rappresentazione del complesso fenomeno luminoso.

Alla base del chiaroscuro analogico così come del *rendering* digitale, in definitiva, vi sono algoritmi che si avvalgono di teo-

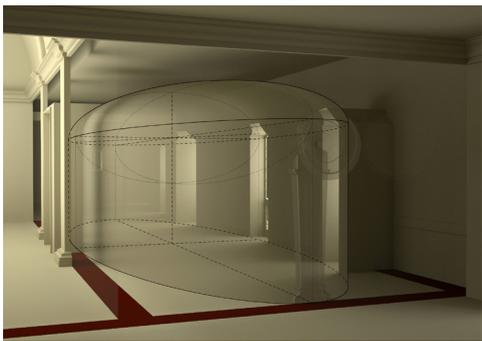
25 | Cristina Candito. *Modello per la comunicazione del fenomeno di proiezione della luce dal foro stenopeico.*



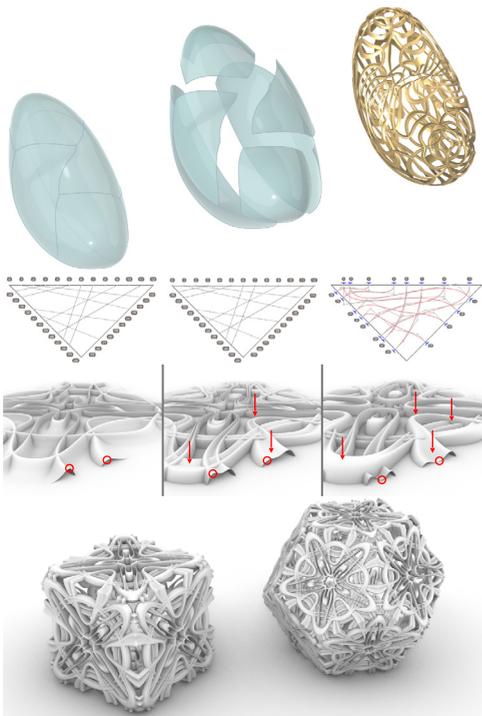
26 | Edoardo Dotto. *Relazioni armoniche tra le profondità virtuali e le dimensioni delle immagini riflesse in un "tunnel di specchi".*



29 | Matteo Flavio Mancini. Interpretazione e ricostruzione di spazi illusori: ridisegno e restituzione prospettica tridimensionale dell'architettura e dell'apparato figurativo della *Allegoria dell'opera missionaria dei Gesuiti* di Andrea Pozzo. Roma, Chiesa di Sant'Ignazio di Loyola.



30 | Alessio Bortot. Ricostruzione digitale del progetto non realizzato di Francesco Borromini ed Emmanuel Maignan per villa Pamphili: stanza con prodigi acustici.



31 | A. Casale, G. M. Valenti, J. Romor. *The shape of the folded surfaces drawing control and analysis.*



32 | Alberto Sdegno. *F.X. Messerschmidt, Teste di Carattere*, Fondazione Museo Coronini Cronberg di Gorizia. Ricerca "Gorizia conTatto" promossa da Italia Nostra con l'Unione Italiana Ciechi. Gruppo di lavoro A. Sdegno, P. Cochelli, V. Riavis, R. Camponogara.

rie geometriche e di modelli anch'essi geometrici per sintetizzare a fini rappresentativi un fenomeno di elevata complessità. Parliamo ora del felice connubio che sussiste tra geometria e illusione. Quando i principi dei metodi della rappresentazione sono applicati per indirizzare verso spazi diversi da quello bidimensionale del supporto (foglio di carta, parete, superficie voltata, pavimentazione, ecc.) aumenta il grado della pervasività illusoria. Entriamo così nel grande capitolo della creazione o del disvelamento di illusioni ottico-percettive, uno dei più fertili ambiti di approfondimento di studi storico-applicativi. La Geometria diventa allora lo strumento principe per affrontare, da un punto di vista essenzialmente di settore, il grande tema del Quadraturismo e delle illusioni a grande scala, la realizzazione delle scenografie teatrali, delle prospettive solide e delle prospettive urbane e, ancora più in generale, ambientali.

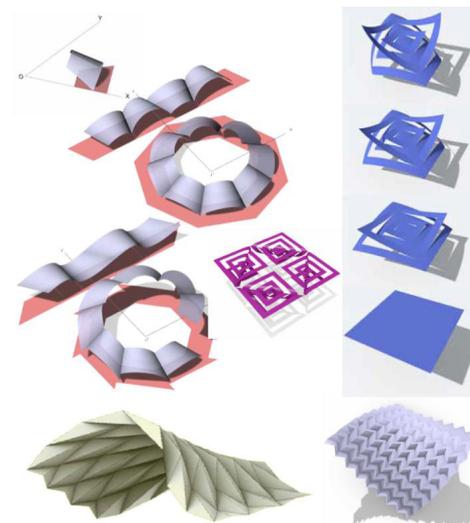
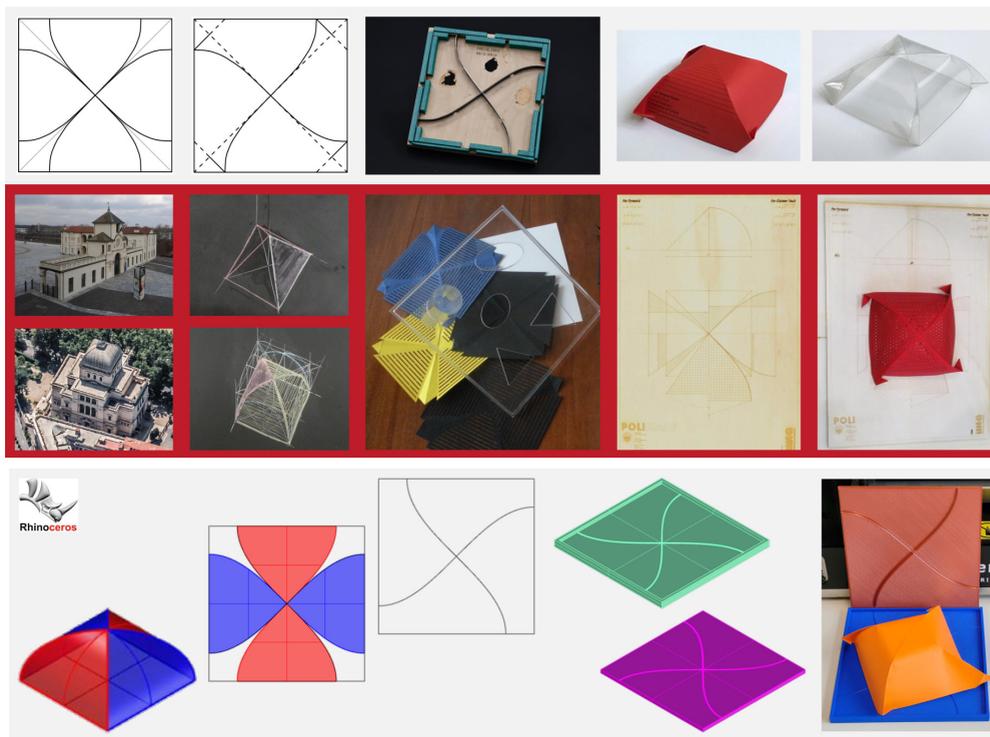
Ampia parte delle ricerche condotte intorno a questi ultimi due ambiti applicativi trae anche vantaggio dagli studi rivolti alla trattatistica e in generale alle fonti storiche. In modo analogo sono interessati anche gli spazi digitali, aventi varietà che potremmo definire n-dimensionale, che caratterizzano le diverse tipologie di fruizione degli spazi virtuali interattivi e immersivi. Molti e attuali, ad esempio, sono gli studi che hanno approfondito la progettazione e la fruizione dei musei digitali o la costruzione negli iper-mondi, compreso il Metaverso. La geometria è oggi anche alla base della progettazione di strumenti di ausilio per affrontare il tema di una comunicazione consapevole attenta alle disabilità: lo studio della possibilità di offrire ai non vedenti una traduzione tattile di opere d'arte o vedute panoramiche, di far loro intuire concetti quali spazio prospettico, scorcio, sfondato sono oggi alla base di molti studi. Studi che, senza il sostanziale supporto di una concezione geometrica, difficilmente possono avere esiti scientifici degni di interesse.

A scala architettonica, un ambito di ricerca ancora poco indagato, ma senz'altro fertile e con elevato potenziale di interesse, è lo studio della comunicazione della genesi formale dell'architettura. Si tratta di quella che potremmo definire "analisi geometrica dell'architettura". Diversa dal concetto di analisi grafica, volta prevalentemente a comprendere l'organismo nella sua espressione finale, l'analisi geometrica narra invece l'evoluzione del pensiero progettuale della forma architettonica e verifica se la costruzione è riuscita nell'intento di enfatizzare l'idea o ne ha tradito la comunicazione.

Geometria per la costruzione

La costruzione, intesa sia come processo che come prodotto finito, deve oggi essere considerata uno dei tanti atti di rappresentazione del modello di progetto: lo è in un rapporto scalare con i modelli prototipo che caratterizzano la fase progettuale; lo è ancora in una visione di automazione strumentale che va dalla stampa 3D alle macchine a controllo numerico (*Computer Numerical Control, CNC*) per arrivare alla robotica di cantiere; lo è, per ulteriore esempio, nel continuo e dinamico manifestarsi delle trasformazioni formali delle architetture responsive. Lo scenario descritto offrirebbe notevoli risorse e ampi spazi di indagine per la ricerca del Disegno, che tuttavia attualmente sono poco frequentati.

Affascinante, nell'ambito della geometria per la costruzione, il tema del disegno di cantiere, ovvero del tracciamento a scala reale dello spiccato dell'opera o di sue parti finalizzato alla realizzazione o al taglio di materiali da porre in opera. Si tratta, evidentemente, di un disegno che contiene, affronta e risolve la geometria stessa della costruzione con tutte le questioni e i problemi che questa implica. Il discorso di una geometria a scala reale conduce direttamente all'ambito di indagine della stereotomia e dell'archi-



33 | Ursula Zich, Martino Pavignano. *Geometria e Modelli tangibili, strumenti per accompagnare all'osservazione e alla scoperta del patrimonio costruito.*

34 | Andrea Casale, Graziano Mario Valenti, Michele Calvano. *Disegni per il controllo e l'analisi delle Folded surfaces.*

tettura stereotomica, basata su una tecnica costruttiva che in epoche passate ha avuto momenti di massimo fulgore, ma che oggi è studiata prevalentemente nella sua valenza di patrimonio storico. In ambito stereotomico, geometria e costruzione appaiono tanto strettamente saldate da fare di quest'arte "massonica" uno dei fondamenti della stessa nascita di una rappresentazione scientifica, unitamente agli studi relativi a un'altra questione "progettuale" fondamentale, quella legata al *défilement* delle fortificazioni. La discretizzazione delle geometrie complesse, finalizzata alla loro materializzazione, è ricerca di natura interdisciplinare, che vede impegnati matematici, ingegneri e tecnologi, e nella quale il ruolo dei ricercatori dell'area del Disegno può fornire significativi contributi nella ricerca di soluzioni sintetiche, particolarmente rispettose dei principi geometrici ideativi, espressivi e comunicativi della forma. Operazioni che si traducono anche nell'uso creativo delle tecnologie di costruzione a controllo numerico, le cui funzionalità sono portate con originalità a sperimentare la realizzazione di forme per le quali non erano state immaginate. Inoltre i processi di fabbricazione fisica a controllo digitale, rendono nuovamente accessibili la realizzazione di complessi *pattern* materici, decorativi o specificatamente funzionali, la cui genesi formale non può che scaturire da considerazioni di tassellazione

del piano o dello spazio e che dunque appartengono al dominio della geometria della forma.

Conclude lo scenario, esemplificativo ma non esaustivo, della ricerca sulla geometria per la costruzione, lo studio sui movimenti e sulle relazioni cinematiche realizzabili attraverso la forma, che va dallo studio degli ingranaggi all'*industrial design*, coinvolgendo anche l'architettura contemporanea. Un ambito che vedrà una domanda di ricerca crescente, con il diffondersi di una società culturale che vorrà sempre più avvalersi di oggetti e architetture aventi capacità adattive e responsive guidate dall'Intelligenza Artificiale.

Prolusione

Il lettore comprenda lo spirito appassionato e di costruttiva apertura e condivisione con il quale gli autori hanno deciso di utilizzare il termine "prolusione" in vece di "conclusione". L'ampio ed eterogeneo scenario di carattere teorico e applicativo, riferito attraverso questo contributo, se da un lato vuole ricordare il profondo legame fra la disciplina del Disegno e le qualità della geometria, dall'altro vuole essere la prolusione a un dibattito che – nel breve periodo – dovrebbe affrontare i temi delle "emergenze" qui dichiarate nella loro duplice polarità. Geometria per la conoscenza e geometria per il proget-

to, innanzitutto: la prima da collaudare e oggettivare, la seconda largamente da esplorare, sviluppare e potenziare. A sostegno di questi due obiettivi primari, le fondamenta storiche della geometria – sempre da consolidare – e le eterogenee manifestazioni della comunicazione: dalla geometria dei disegni-modelli tecnici alla geometria dei disegni-modelli accessibili; dalla geometria delle rappresentazioni virtuali dinamiche e interattive alla geometria delle materializzazioni fisiche adattive-responsive; dalla geometria per la rappresentazione diretta della forma alla geometria per la generazione indiretta e procedurale, ancora della forma. Il dibattito vuole dunque alimentare l'interesse e la condivisione delle attività dei ricercatori, in favore di un cammino comune verso l'attualizzazione continua e il "rincorrente" perfezionamento, di una rinnovata visione sul ruolo e il valore degli studi "con" e "per" la geometria. Una visione certamente eterogenea, per il proficuo manifestarsi delle individuali interpretazioni, ma espressa nel collaborativo tentativo di organizzarne i caratteri in modo che siano sempre fra loro complementari e da tutti condivisi. Con questo auspicio, non possiamo che dichiararci pronti a offrire il nostro contributo e ad augurare la più intensa collaborazione fra le unità di ricerca dedicate alla geometria o affini ad essa, distribuite nel territorio nazionale e internazionale.

Bibliografia

C. Bianchini, M. Docci, *La Scuola romana del Disegno nel centenario della Facoltà di Architettura della Sapienza Università di Roma*, in *Disegnare. Idee, immagini*, 61, 2020, pp. 68-79.

L. Carlevaris, L. De Carlo, R. Migliari (a cura di), *Attualità della Geometria descrittiva. Seminario Nazionale sul rinnovamento della Geometria descrittiva*, Gangemi editore, Roma 2012.

L. Carnevali, M. Fasolo, F. Lanfranchi, *Il Disegno e la Scuola Superiore di Architettura/ Drawing and the Advanced School of Architecture*. In A. Arena, M. Arena, R.G. Brandolino, D. Colistra, G. Ginex, D. Mediatì, S. Nucifora, P. Raffa (a cura di), *Connettere. Un disegno per annodare e tessere/Connecting. Drawing for weaving relationships*, Atti del 42° Convegno dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione, FrancoAngeli, Milano 2020, pp. 238-259.

A. Casale (a cura di), *Geometria Descrittiva e rappresentazione digitale. Memoria e innovazione*, vol. I e II, Edizioni Kappa, Roma, 2013.

L. De Carlo, R. Migliari, *Un manifesto per il rinnovamento della Geometria Descrittiva*, in B. Aterini, R. Corazzi (a cura di), *La Geometria tra didattica e Ricerca*, Atti del Convegno internazionale, Firenze 17-19 aprile 2008, Alinea, Firenze 2008, pp.103-104.

M. Fasolo, R. Migliari, *Decio Gioseffi e La prospettiva come "forma simbolica"*, in *Disegnare. Idee immagini*, n. 57, 2018, pp. 54-57.

R. Migliari, *La prospettiva e Panofsky*, in *Disegnare. Idee, immagini*, n. 31, 2005, pp. 28-44.

R. Migliari, *Descriptive Geometry: From its Past to its Future*, in *Nexus Network Journal*, n. 14, 2012, pp. 555-571. DOI: 10.1007/s00004-012-0127-3.

R. Migliari, *La Geometria descrittiva nel quadro storico della sua evoluzione dalle origini alla rappresentazione digitale*, in L. Carlevaris, L. De Carlo, R. Migliari (a cura di). *Attualità della Geometria descrittiva. Seminario nazionale sul Rinnovamento della Geometria descrittiva*, Roma dicembre 2009 - marzo 2010, Gangemi editore, Roma 2012.

G. Monge, *Géométrie Descriptive. Leçons données aux Écoles Normales, Programme: 2*, Baudouin, Paris 1798.

Voce "Modello", in *Dizionario di Filosofia*, Treccani, Roma 2009.

M. Pavignano, *Models for Geometry: Thoughts for an Interdisciplinary Dissemination*, in L. Carlevaris, G.M. Valenti (a cura di). *Digital & Documentation*, vol. 3. *Reading and Communicating Cultural Heritage*, Pavia University Press, Pavia 2023, pp. 190-203.

J. Sakarovitch, *Épures d'architecture. De la coupe des pierres à la géométrie descriptive. XVI^e-XIX^e siècle*, Birkhäuser, Basel-Boston-Berlin 1998.

R. Taton, *L'école royale du Génie de Mézières*. In R. Hahn and R. Taton (editors). *Écoles techniques et militaires au XVIII^e siècle*, Hermann, Paris 1986, pp. 559-615.

R. Taton, René. *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIII^e siècle*, Hermann, Paris 1964.

G.M. Valenti, in *MI Il modello integrato*, in R. Migliari (a cura di), *Disegno come modello*, Edizioni Kappa, Roma 2004, pp. 59-62.

G.M. Valenti, *Di segno e modello*, FrancoAngeli, Milano 2022.

