

# Geometria descrittiva 2020

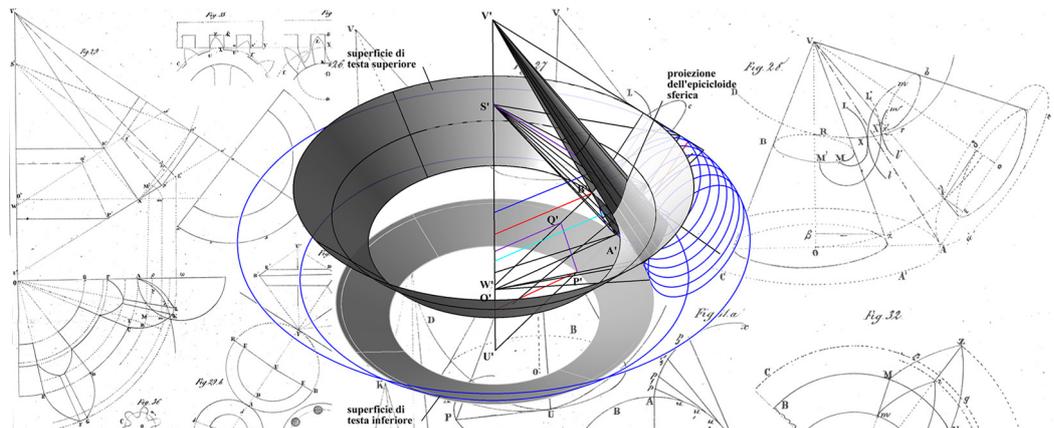
Leonardo Paris

## Abstract

Il processo di rinnovamento della Geometria descrittiva promosso da Riccardo Migliari più di vent'anni fa ha coinvolto nel tempo un gran numero di studiosi. L'esigenza di rinnovamento, scaturita dalla rivoluzione informatica e dall'evoluzione della modellazione digitale, ha aperto numerose prospettive di ricerca, teorica e applicata. Di contro, sul fronte della didattica nella formazione degli Architetti, Ingegneri e Designer, il processo di revisione disciplinare non ha ottenuto lo stesso risultato. Nel panorama scientifico nazionale permane una sostanziale volontà di rimanere ancorati a una tradizione novecentesca che, per molti aspetti, è 'evidentemente' anacronistica. Si è più volte ragionato sui contenuti e sulle finalità della Geometria descrittiva, su Monge e sulla sua eredità scientifica nei due secoli a seguire, sul ruolo dei metodi della rappresentazione, senza però giungere a posizioni condivise. Le applicazioni della geometria nel campo dell'architettura, dell'ingegneria e del design, riguardano sempre più uno specifico ambito di studio, quello della Geometria prestazionale, in cui i processi generativi di costruzione della forma sono pensati ed assoggettati a regole in funzione di precisi input e conseguenti output. La modellazione digitale ha inevitabilmente reso obsolete alcune procedure di rappresentazione tipiche della tradizione novecentesca, modificando al contempo anche i processi di apprendimento delle relazioni geometriche che governano la forma.

## Parole chiave

rinnovamento della disciplina scientifica, geometria solida, architectural geometry, geometria prestazionale, metodi di rappresentazione.



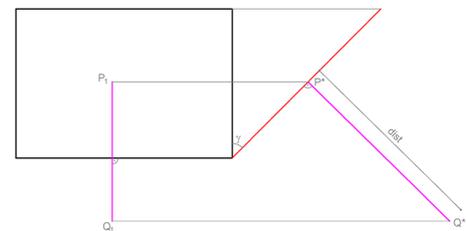
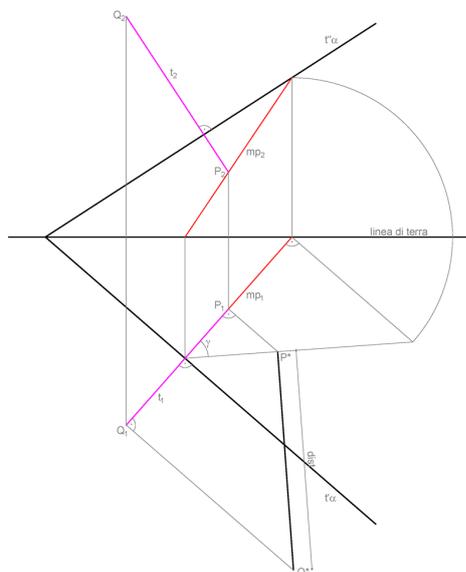
## Gli inizi del rinnovamento

Nel 2000 Riccardo Migliari pubblica un articolo dal titolo indubbiamente provocatorio, *La rappresentazione e il controllo dello spazio: morte e trasfigurazione della Geometria descrittiva*. Questo saggio ha avuto il merito di aver evidenziato in maniera chiara ed argomentata la necessità, non più differibile, di definire una strategia condivisa di revisione della disciplina scientifica nella nuova era digitale: "Voglio ora mostrare come è possibile, a mio avviso, annullare queste differenze con vantaggio reciproco, fino a configurare una nuova scienza della rappresentazione che unisca il rigore logico alla potenza del calcolo e della espressione informatica" [Migliari 2000, p. 10]. Il sasso lanciato da Riccardo Migliari nelle acque stagnanti di una disciplina, che da più parti si riteneva avesse esaurito la sua energia innovatrice, ha avuto il merito di aver avviato una profonda riflessione portata avanti in più occasioni dallo stesso autore insieme ad altri studiosi di Geometria descrittiva [1]. Tuttavia, a distanza di 20 anni – nei quali, tra l'altro, si è compiuto un salto generazionale mai verificatosi in tempi così rapidi nella storia dell'umanità – quel rinnovamento, tanto auspicato ed atteso, non si è ancora compiuto. Anzi, si ha la sensazione che nel panorama scientifico nazionale permanga una sostanziale volontà di rimanere ancorati (non si sa per quale inespressa ragione) a una tradizione novecentesca che, per molti aspetti, è 'evidentemente' anacronistica.

L'argomento va visto ed analizzato su entrambi i fronti della disciplina scientifica, della ricerca e della didattica, intesi come le due facce della stessa medaglia, aggiungendo anche che – per restringere il campo ed evitando quindi di dover parlare dei massimi sistemi – il contesto principale al quale si fa riferimento è quello dell'Architettura Ingegneria Design.

Nel corso di quest'ultimo ventennio è mancata una volontà condivisa di portare a compimento quelle istanze di rinnovamento, di affrontare realmente i problemi posti dalla rivoluzione informatica nel rapporto tra Geometria e Rappresentazione. C'è prima di tutto un problema di linguaggio: "per evitare equivoci e fraintendimenti, è necessario mettersi d'accordo sui significati che attribuiamo alle parole e alle espressioni che utilizziamo; va trovata una nomenclatura condivisa" [Cardone 2017, p. 37]. Poiché, ancora oggi, permane un sostanziale equivoco nell'uso del termine 'Geometria descrittiva' legato alla figura di Gaspard Monge occorre fare chiarezza. Distinguere cioè il contributo e il ruolo del matematico francese nella storia della matematica [Boyer 1968, Cardone 1996] dal suo contributo e dalla sua conseguente eredità riguardo i metodi di rappresentazione. Eredità che ha forte-

Fig. 1. Distanza di un punto  $Q$  da un piano  $\alpha$  nella forma canonica mongiana ed in forma grafica semplificata. In quest'ultimo caso non è necessario riferirsi a due piani  $\pi$ , e  $\pi'$ , tra loro rigidamente bloccati, ma al solo piano orizzontale  $\pi$ , ed al ribaltamento di uno tra gli infiniti piani verticali utile alla soluzione del problema. Questa impostazione è tipicamente vitruviana con una relazione diretta tra 'ortografia' e 'icnografia' ma anche 'scenografia' considerato che la figura geometrica (mancante nel primo caso) assume uno specifico valore estetico, (elaborazione grafica dell'autore).



mente condizionato l'insegnamento della Geometria nelle scuole di Architettura e Ingegneria per i duecento anni a seguire. Come evidenziato in più occasioni da Migliari risulta del tutto evidente – già a fine secolo scorso, a maggior ragione oggi nel 2020 – che gran parte delle procedure di rappresentazione del metodo di Monge sono del tutto anacronistiche (non errate!) (fig. 1). L'equivoco è proseguito nel momento in cui si è voluto associare alla Geometria descrittiva di Monge l'intero corpus dei metodi della rappresentazione, dalle assonometrie alla prospettiva, alle proiezioni quotate, includendo persino la proiettiva. Ne è una dimostrazione la definizione della Treccani secondo cui la Geometria descrittiva è un "settore della geometria che studia i metodi per rappresentare su un piano gli oggetti dello spazio tridimensionale". Se si vuole continuare a usare per questa disciplina scientifica l'aggettivazione 'descrittiva' – che nonostante alcune proposte alternative avanzate in più occasioni risulta essere indubbiamente la più efficace – occorre definirne una volta per tutte contenuti e finalità evitando equivoci.

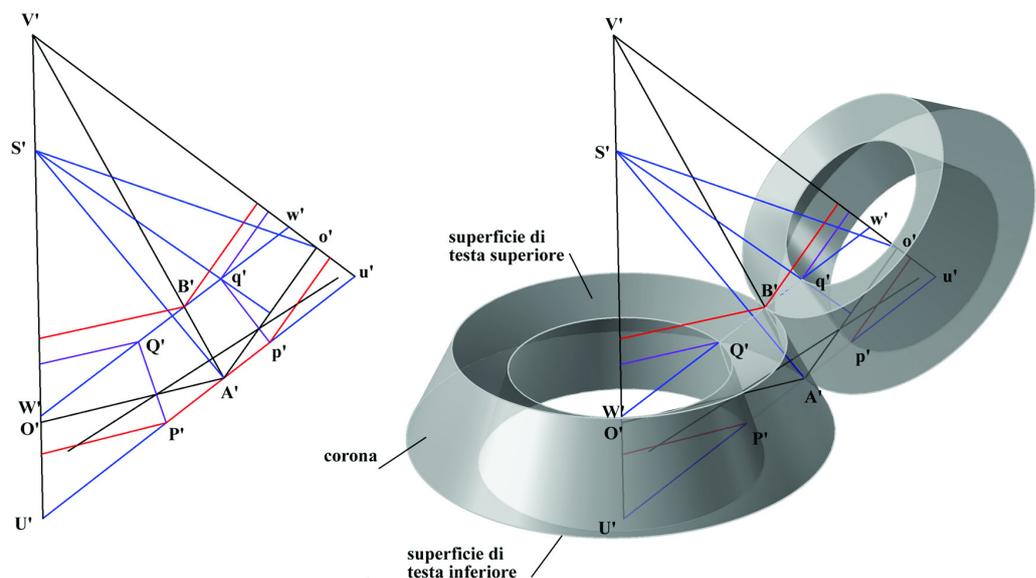
### Attualità della Geometria descrittiva

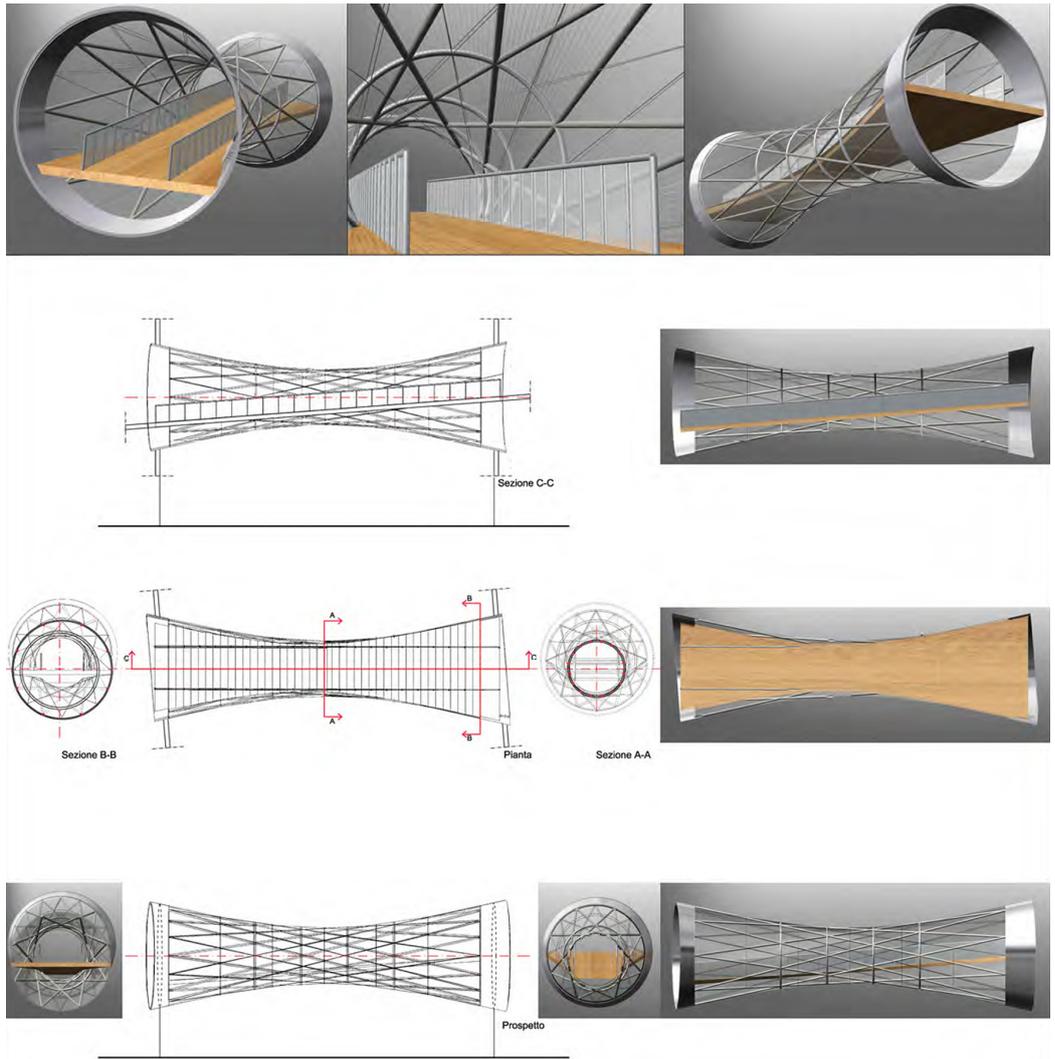
La Geometria descrittiva 2020 affonda le sue radici nella storia dell'evoluzione del pensiero geometrico; include necessariamente i metodi della rappresentazione ma non coincide con questi. I metodi – che sono il mezzo non il fine – evolvono, e vanno pertanto attualizzati e studiati secondo una implicita doppia chiave di lettura: la prima con funzione ermeneutica (fig. 2), la seconda come fondamentale strumento di conoscenza della forma (fig. 3).

Riguardo il primo aspetto c'è stato in questi ultimi anni un grande fermento scientifico di approfondimento dei contributi teorici e delle applicazioni che hanno fatto la storia di questa disciplina, anche grazie alla possibilità di rivisitazione in chiave digitale di alcuni temi specifici [2].

Sul secondo punto si registrano invece posizioni divergenti. Nel momento in cui i metodi di rappresentazione per così dire 'classici' vengono utilizzati per 'descrivere' il processo logico della Geometria, occorre prendere atto, per esempio, che l'uso estremo di un metodo non è più un virtuosismo ma un ostacolo alla comprensione dello spazio – e quindi allo sviluppo del pensiero geometrico (fig. 4). La straordinaria capacità della modellazione digitale di dialogare con lo spazio, obbligando a scomporre in elementi semplici bidimensionali la com-

Fig. 2. Lettura, interpretazione e traduzione nella versione digitale 3D [Paris 2012] di uno dei problemi della teoria geometrica degli ingranaggi tratto dal trattato di Giovanni Codazza del 1864. Ingranaggio di forza a rapporto di velocità costante con assi concorrenti. I due nuclei hanno pertanto la forma di due coni. (Elaborazione grafica dell'autore).

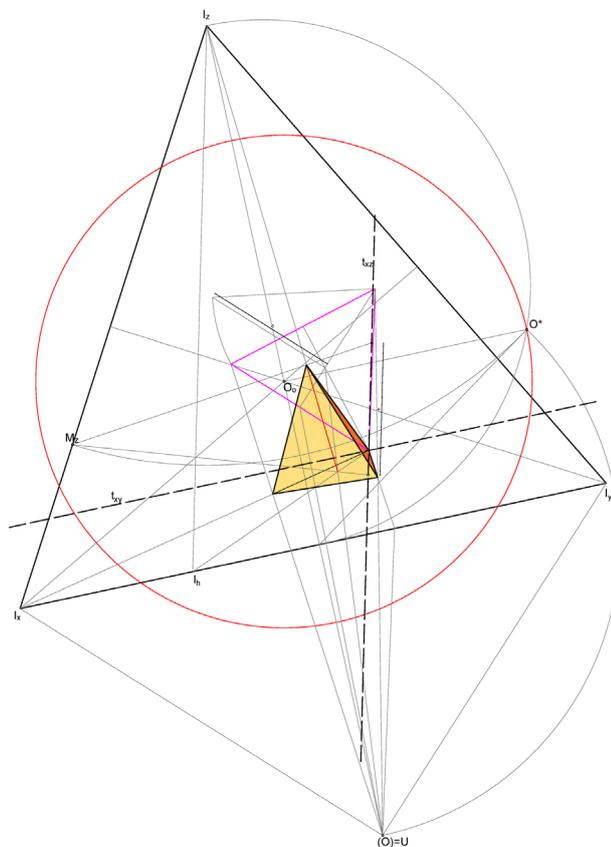




Scale 1:100

Fig. 3. Hodder Associates, *Footbridge a Manchester*, 2001. Lettura, interpretazione e rappresentazione in un corso di Applicazioni di Geometria descrittiva e Disegno dell'architettura attraverso la modellazione tridimensionale e le sue uscite grafiche [Capone 2012].

Fig. 4. Rappresentazione in prospettiva a quadro inclinato di un tetraedro con una faccia appartenente al piano orizzontale  $xy$ . Pur nella semplicità delle relazioni geometriche riferite ad un tetraedro la rappresentazione prevede l'applicazione di diverse procedure di relazione grafica della proiezione centrale (omologia, condizioni di ortogonalità, punti di misura), (elaborazione grafica dell'autore).

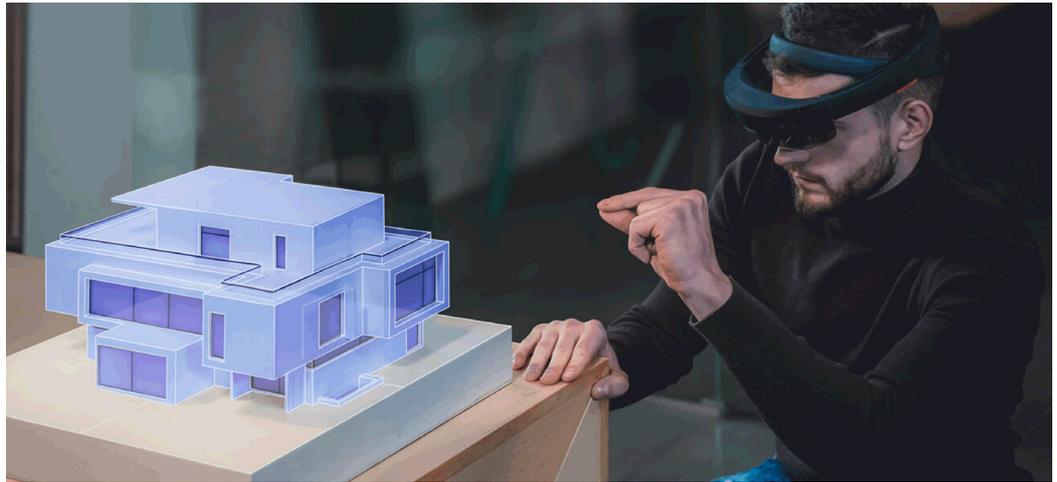


pietà dell'oggetto tridimensionale, non può essere considerata come il livello superiore cui accedere solo dopo aver faticosamente attraversato gli impervi territori della Geometria descrittiva del '900. Se per secoli, ben prima dell'eredità mongiana, si sono affrontati problemi geometrici complessi e si sono realizzate opere di architettura e ingegneria di straordinaria complessità formale (si pensi per esempio alla stereotomia), se nel 2020 si è in grado di ragionare di problemi, anche complessi, di geometria solida in maniera semplice e diretta usando la modellazione digitale, ebbene, forse è venuto il momento di prendere coscienza che la Geometria descrittiva 2020 è ben altra cosa rispetto a quella disciplina che ha pervaso gli ultimi due secoli di storia della rappresentazione (sintetizzata nella concisa definizione della Treccani). Se già oggi alcune modalità di rappresentazione della Geometria dello spazio risultano essere obsolete, queste a maggior ragione risulteranno ancor più anacronistiche quando nel prossimo futuro si svilupperanno e diffonderanno altre forme di connessione diretta tra modello mentale e modello geometrico progettuale (fig. 5).

Il ricorso alla modellazione digitale, come già anticipato da Migliari venti e più anni fa, rappresenta una straordinaria opportunità per approcciarsi in maniera più incisiva alla vera e propria essenza della disciplina che riguarda 'lo studio delle relazioni geometriche'. La Geometria nasce infatti non quando si pensa a un punto, ma quando se ne immaginano due. È in quel momento che si determina il concetto di distanza, di segmento, di retta, di semipiano. E se si pensa a un terzo punto, si introduce il concetto di appartenenza, di allineamento, di figura geometrica, di interno ed esterno, di distanza tra un punto e una retta. E ancora, proseguendo, dopo aver girovagato a lungo per le estese praterie di *flatlandia*, finalmente ci si inoltra a piccoli passi nell'affascinante mondo tridimensionale (cercando però di rimanere sempre ancorati al piano di partenza). Paul Valéry ha definito la Geometria come un atto cosciente che traduce una descrizione. In una persona che cammina senza una regola "ogni

istante del movimento [...] è estraneo agli altri istanti” [Valery 1921, p. 39] ma se si chiede a quella stessa persona di camminare mantenendo una stessa distanza da un albero e da un muro dritto ecco che egli descriverà una figura geometrica. La Geometria quindi è prima di tutto studio delle relazioni tra gli elementi fondamentali che la compongono.

Fig. 5. Un ambito di sviluppo delle tecnologie digitali è quello legato alla VR/AR/MR attraverso cui è possibile avere una connessione più diretta tra modello geometrico mentale e modello geometrico progettuale. [https://arvrjourney.com/hololens-the-accelerating-evolution-of-personal-computing-f2c8007d4505].



### Geometria prestazionale

Ma la Geometria descrittiva, parlando appunto di geometria, si distingue da tutte le altre discipline scientifiche per una peculiarità. Quell'atto cosciente, quella descrizione, viene tradotta in un disegno, in una immagine visuale, in cui al puro rigore geometrico si affiancano tutti i molteplici aspetti che attengono alla percezione visiva e, quindi, anche all'estetica. L'immagine associata a una figura geometrica – tralasciando qui le considerazioni fisiche e biologiche – determina “anche la capacità di trarre significato dall'esperienza ottenuta dalla ricezione di informazioni, dalla loro elaborazione, interpretazione e valutazione” [Casale



Fig. 6. Genesi geometrica della Capilla de Palmira di Felix Candela [Salvatore 2019]. (Elaborazione di Marta Salvatore).

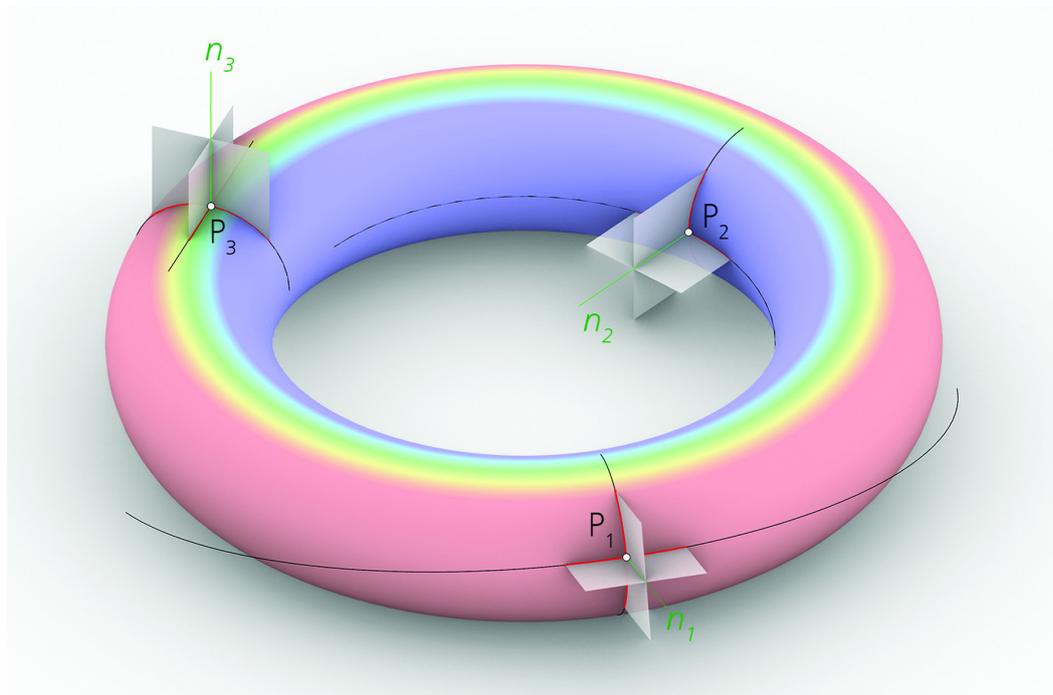


Fig. 7. La curvatura gaussiana di un toro rappresentata attraverso una mappa continua in falsi colori e attraverso i cerchi osculatori (in nero) delle sezioni principali (in rosso) nei punti P1, P2 e P3 [Mancini 2019]. (Elaborazione di Matteo Flavio Mancini).

2018, p. 18]. Tre punti non allineati non sono solo 'pura relazione geometrica' ma configurano un triangolo, o meglio possono configurare infiniti triangoli, ciascuno con un proprio valore formale [Casale 2010], soprattutto se si immagina che quella figura è pensata per tradursi poi in un artefatto di Architettura-Ingegneria-Design (fig. 6). La combinazione di linee e superfici euclidee determina una infinità di configurazioni ed è abbastanza curioso notare come la oggettiva difficoltà di rappresentazione delle superfici curve abbia fatto sì che queste ultime rimanessero per secoli appannaggio esclusivo dei matematici (che, di contro, attraverso la geometria analitica e differenziale riuscirono a 'rendere evidenti' le proprietà geometriche delle figure). Nella Geometria descrittiva 2020 molti ostacoli sono stati superati proprio grazie alla capacità della modellazione digitale di combinare insieme espressione matematica ed espressione visuale (fig. 7). "Il controllo della forma trova così nella rappresentazione digitale continua, un luogo privilegiato di sperimentazione, dove linee e superfici curve e a doppia curvatura, rappresentate a fatica fino a oggi, si materializzano trovando fondamento teorico nella loro stessa costruzione" [Salvatore 2019, p. 76]. E ancora, "l'utilizzo dei modelli tridimensionali digitali agevola l'approfondimento teorico dei principi della disciplina, favorendo la verifica immediata delle soluzioni geometriche utilizzate e allo stesso tempo contribuisce alla diffusione di nuove forme di rappresentazione" [Capone 2012, p. 6]. Sia sul fronte della didattica che su quello della ricerca applicata, la Geometria descrittiva 2020 ha aperto numerosi fronti di indagine che avrebbero dovuto già da tempo portare al definitivo superamento dell'altra Geometria descrittiva, quella novecentesca. I tempi formativi nelle scuole di Architettura Ingegneria e Design si sono compressi. L'insegnamento della Geometria descrittiva include spesso anche attività di alfabetizzazione informatica in cui il problema principale è insegnare 'come' disegnare non 'cosa'. Sta alla scelta di ogni singolo docente cercare di scremare il restante corpus disciplinare in relazione ai diversi progetti formativi in cui si colloca. La conoscenza della Geometria solida, che dovrebbe essere il vero focus per l'aspirante architetto ingegnere designer, viene spesso sacrificata all'altare dei 'classici' metodi di rappresentazione quando è ormai assodato (a meno di distopiche visioni di un ritorno al passato pre-informatico) che nessun progettista utilizzerà più la maggior parte delle loro costruzioni grafiche. Se, come è vero, bisogna salvaguardare il "ruolo colloquante"

[Casale 2018, p. 19] del disegno, non è ostinandosi a insegnare procedure che richiedono tempi lunghi di spiegazione e altrettanti tempi lunghi di assimilazione (spesso disattesa) che si difendono le ragioni del disegno. Nell'ottica del tanto auspicato rinnovamento la comunità scientifica dovrebbe definire le priorità di conoscenza geometrica e valutare i metodi più efficaci di comunicazione e di apprendimento utili alla formazione degli architetti ingegneri designers. La ricerca, in questo senso, ha aperto scenari molto interessanti nel settore della Geometria solida applicata, specie in un momento in cui l'analisi e la produzione si manifestano attraverso forme sempre più complesse. "La geometria costruttiva contemporanea trova nella *architectural geometry* un grande potenziale che dimostra come le conoscenze geometriche possano essere alla base di un uso creativo del digitale" [De Carlo, Paris 2019, p. 11]. Si sta delineando sempre più uno specifico campo di ricerca sulla geometria che ha come fine quello di analizzarne le risposte a determinate azioni, interne e/o esterne. Una geometria per sua natura dinamica e responsiva [Casale, Valenti 2012]. In questo senso la forma che scaturisce da queste geometrie si carica di significati multipli, materiali e immateriali. Si potrebbe persino riaffermare il principio di una geometria collegata alla memoria. "La parte geometrica di un oggetto è quell'aspetto che conserva informazioni sull'azione passata. Così, secondo questi nuovi fondamenti, la geometria diviene equivalente alla conservazione di memoria" [Leyton 2009, p. 9]. Ma più in generale si dovrebbe parlare di una 'Geometria prestazionale', quella cioè in cui i processi generativi di costruzione della forma sono pensati e assoggettati a regole in funzione di precisi input e conseguenti output [3]. Come per esempio lo studio sulle forme complesse e sul loro comportamento in funzione della mappa di Gauss [Ciaroni 2017, p. 168], lo studio del *paneling* di superfici curve a singola o doppia curvatura, o ancora lo studio del *Digital form finding* finalizzato "alla ricerca e all'ottimizzazione delle condizioni geometriche che consentono di coniugare l'identità formale delle superfici complesse autoportanti con le tecniche di razionalizzazione ritenute più idonee per il raggiungimento di un risultato complessivamente sostenibile" [Lanzara 2020, p. 224] (figg. 8, 9).

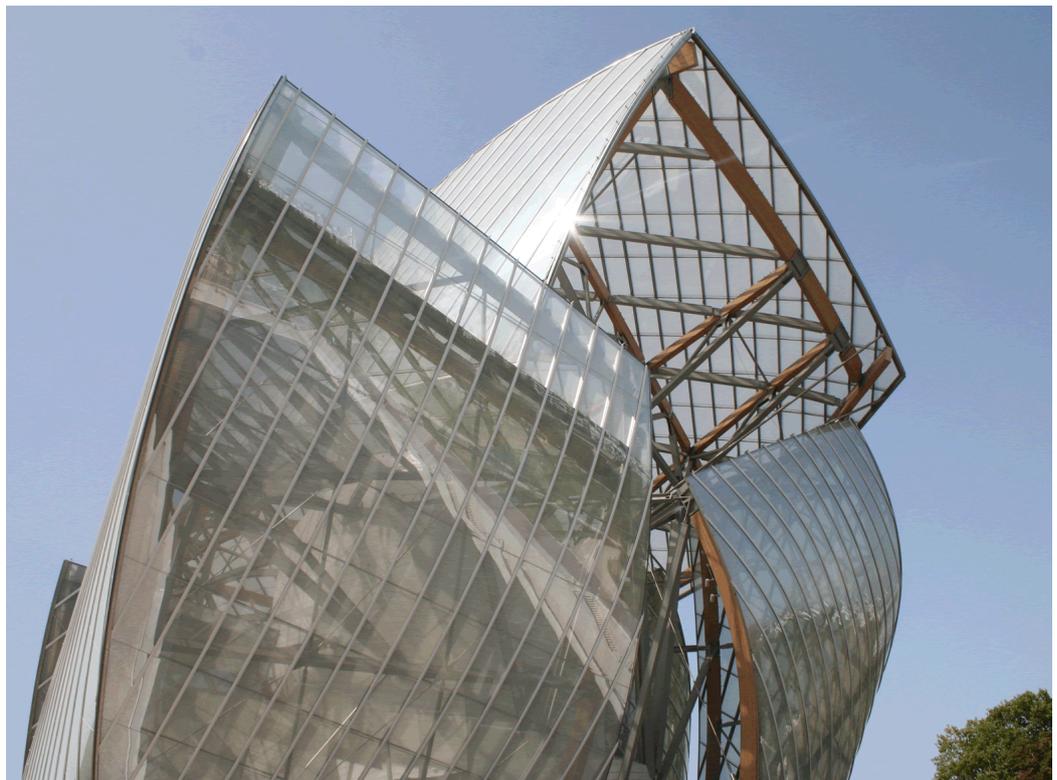


Fig. 8. Frank O. Gehry, Fondazione Louis Vuitton, Parigi 2014. Particolare dell'involucro esterno formato da superfici a singola curvatura suddivise in pannelli adottando procedure di *paneling* [Lanzara 2020 pp. 97-98]. (Foto dell'autore).

## Conclusioni

Un percorso verso la definizione di una Geometria descrittiva 2020 è già ben delineato da diversi anni. Forse una delle motivazioni per cui non si è ancora oggi giunti a una completa rivisitazione della disciplina è la forse eccessiva ramificazione di percorsi di ricerca per i quali non risulta così evidente il rapporto con il tronco principale della disciplina. La comunità scientifica dovrebbe a questo punto intraprendere, senza indugio, azioni concrete di condivisione delle potenzialità e delle criticità (soprattutto nella didattica) di una disciplina fondamentale per gli architetti, ingegneri e designers così da giungere, finalmente, al compimento del tanto auspicato rinnovamento.



Fig. 9. Esperienza didattica di realizzazione di una *gridshell* a cura del prof. Sergio Pone, Facoltà di Architettura di Napoli. <https://www.pinterest.it/in/220324606742861856/>.

## Note

[1] Tra le principali iniziative riguardanti il rinnovamento della Geometria Descrittiva (per la maggior parte promosse da Riccardo Migliari) si ricordano la costituzione nel 2011 di una Unità di Ricerca sulla Geometria Descrittiva presso il Dipartimento di Storia Disegno e Restauro dell'architettura, Sapienza Università di Roma (coordinata prima da Riccardo Migliari e attualmente da Marco Fasolo), la pubblicazione dei due volumi di Riccardo Migliari [Migliari 2009a, Migliari 2009b], un convegno internazionale *La geometria tra didattica e ricerca* svoltosi a Firenze tra il 17 e il 19 aprile del 2008, con relativi atti [Aterini, Corazzi 2008], un seminario sul Rinnovamento della Geometria descrittiva tra il 2009 e il 2010 [Carlevaris et al. 2012], il numero monografico di *Disegnarecon* del 2012.

[2] I riferimenti bibliografici sono troppo numerosi per essere citati in questo contributo. Come attività di ricerca nazionale che hanno visto il coinvolgimento di diversi atenei e numerosi studiosi si ricordano: 2008 – *Geometria descrittiva e rappresentazione digitale: tradizione e innovazione*, con gli Atenei di Genova, Milano, Udine e Venezia; 2010/2011 – *Prospettive Architettoniche: conservazione digitale, divulgazione e studio*, con gli Atenei di Firenze, Genova, Milano, Salerno, Torino, Udine, Venezia e con l'Università della Calabria.

[3] Sotto questo punto di vista anche il ruolo estetico della composizione geometrica, basata su relazioni e proporzioni tra le diverse componenti formali, assume una ben precisa funzione prestazionale.

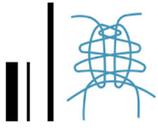
## Riferimenti bibliografici

- Aterini Barbara, Corazzi Roberto (a cura di). (2008). La geometria tra didattica e ricerca: Atti del convegno internazionale. Firenze, 17-19 aprile 2008. Facoltà di Architettura, Dipartimento di Progettazione dell'architettura, Sezione architettura e disegno.
- Boyer Carl B. (1980). *Storia della matematica* (edizione 2017). Milano: Mondadori.
- Capone Mara (2012). *Geometria per l'Architettura*. Napoli: Giannini. Ed.
- Cardone Vito (1996). *Gaspard Monge, scienziato della rivoluzione*. Napoli: Cuen.
- Cardone Vito (2017). Vitalità di una disciplina in ricorrente pericolo di vita. In Laura Carlevaris (a cura di). *La ricerca nell'ambito della geometria descrittiva*, pp. 23-42. Roma: Gangemi.
- Carlevaris Laura, De Carlo Laura, Migliari Riccardo (a cura di). (2012). *Attualità della geometria descrittiva*. Roma: Gangemi Editore.
- Carlevaris Laura (a cura di). (2017). *La ricerca nell'ambito della geometria descrittiva*. Roma: Gangemi.
- Casale Andrea (2010). *Geometria creativa*. Roma: Kappa edizioni.
- Casale Andrea, Valenti Graziano Mario (2012). *Architettura delle superfici piegate*. Roma: Kappa edizioni.
- Casale Andrea (2018). *Forme della percezione. Dal pensiero all'immagine*. Roma: Franco Angeli.
- Ciarloni roberto (2017). La logica delle forme. In Laura Carlevaris (a cura di). *La ricerca nell'ambito della geometria descrittiva*, pp. 159-184. Roma: Gangemi.
- De Carlo Laura, Paris Leonardo (a cura di). (2019). *Le linee curve per l'architettura e il design*. Roma: FrancoAngeli.
- Michael Leyton (2009). *La forma come memoria*. Roma: Edistampa.
- Matteo Flavio Mancini (2019). La rappresentazione digitale delle linee curve. In Laura De Carlo, Leonardo Paris (a cura di). *Le linee curve per l'architettura e il design*, pp.109-142. Roma: Franco Angeli.
- Riccardo Migliari (2000). La rappresentazione e il controllo dello spazio: morte e trasfigurazione della Geometria descrittiva. In *Disegnare Idee Immagini*, 20/21, Anno XI, pp. 9-18.
- Riccardo Migliari (2009a). *Geometria descrittiva. Volume I Metodi e costruzioni*. Novara: CittàStudi.
- Riccardo Migliari (2009b). *Geometria descrittiva. Volume II Tecniche e applicazioni*. Novara: CittàStudi.
- Riccardo Migliari (a cura di), (2012). Geometria – Costruzione – Architettura. In *Disegnarecon*, n. 9, vol. 5.
- Riccardo Migliari (2017). La ricerca nell'ambito della geometria descrittiva. In Laura Carlevaris (a cura di). *La ricerca nell'ambito della geometria descrittiva*, pp. 13-22. Roma: Gangemi Editore.
- Leonardo Paris (2008). Conseguenze informatiche nella rappresentazione. Disegno e modello del capitello ionico. In *Disegnare Idee Immagini*, n. 36, Anno XIX, pp. 82-92.
- Leonardo Paris (2012). Teoria geometrica degli ingranaggi. In Andrea Casale (a cura di). *Geometria descrittiva e rappresentazione digitale. Memoria e innovazione*. Vol. II, pp. 63-84. Roma: Kappa Edizioni.
- Emanuela Lanzara (2020). *Shaping&Paneling*. Roma: Franco Angeli.
- Marta Salvatore (2019). Geometria delle linee curve per la genesi della forma. In Laura De Carlo, Leonardo Paris (a cura di). *Le linee curve per l'architettura e il design*. Roma: Franco Angeli.
- Paul Valéry (1924). *Eupalinos, ou L'architecte: précédé de L'ame et la danse*. Paris: Gallimar. Ed. italiana: Scapoplo Barbara (a cura di), (2011). *Eupalinos o l'Architetto*. Milano: Mimesis.

## Autore

Leonardo Paris, Sapienza Università di Roma, leonardo.paris@uniroma1.it

*Per citare questo capitolo:* Paris Leonardo (2020). Geometria descrittiva 2020/Descriptive Geometry 2020. In Arena A., Arena M., Brandolino R.G., Colistra D., Ginex G., Mediatì D., Nucifora S., Raffa P. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationships. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 772-791.



# Descriptive Geometry 2020

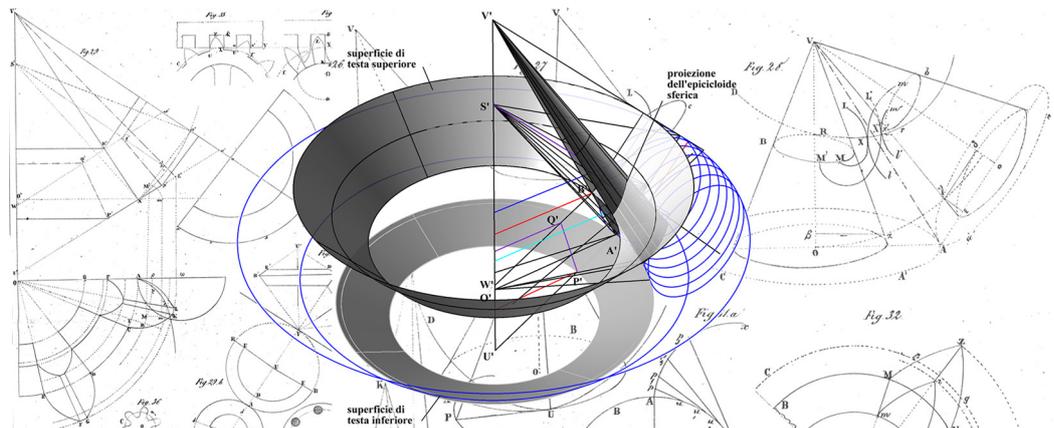
Leonardo Paris

## Abstract

The renovation process of the descriptive Geometry promoted by Riccardo Migliari twenty years ago has involved a large number of scholars. The need for renovation, arising from the IT revolution and the digital modeling evolution, has opened up numerous theoretical and applied research perspectives. On the other hand, on the teaching front for architects, engineers and designers training, the disciplinary revision process hasn't obtained the same results. In the national scientific panorama there is a substantial will to remain anchored to a twentieth-century tradition which, in many respects, is evidently anachronistic. Quite often the researchers have reasoned about contents of descriptive Geometry, on Monge's contribute and his scientific inheritance in the two centuries later, on the role of the methods of representation, without however reaching fully shared positions. The applications of geometry in the field of architecture, engineering and design increasingly concern a specific field of study, that of 'performance Geometry', in which the generative processes of construction of the form are conceived and subjected to rules according to precise inputs and subsequent outputs. Digital modeling has inevitably made some typical representation procedures of the twentieth century tradition obsolete, while also modifying the learning processes of the geometric relationships that govern the shape.

## Keywords

scientific discipline renovation, solid geometry, architectural geometry, performance geometry, methods of representation.



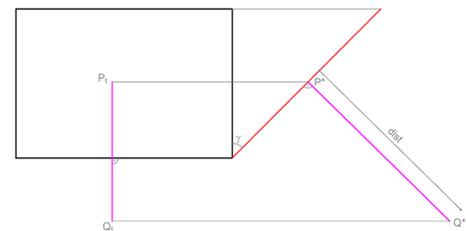
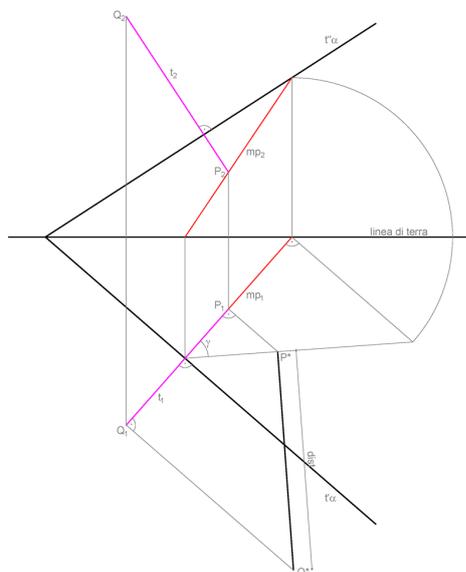
## The beginnings of renovation

In 2000 Riccardo Migliari published an article with an undoubtedly provocative title, *The space representation and control: death and transfiguration of descriptive Geometry*. This essay highlighted clearly the need, no longer deferrable, to define a shared strategy for the scientific discipline renovation in the new digital era: "I want to show now how it is possible, in my opinion, to cancel these differences with mutual advantage, up to configuring a new science of representation that combines the logical exactness with the computing power and digital expression" [Migliari 2000, p. 10]. The stone launched by Riccardo Migliari in the stagnant waters of a discipline, which was believed by many to have exhausted its innovative energy, had the merit of having started a deep reflection carried out on several occasions by the same author together with other scholars of the descriptive Geometry [1]. However, after 20 years –in which, among other things, there has been a generational leap never so fast in the history of humanity– that renovation, much desired and expected, is not yet completed. Against, one has the feeling that in the national scientific panorama there remains a substantial will to remain anchored (it is not known for what unspoken reason) to the twentieth-century tradition which, in many aspects, is evidently anachronistic.

The topic must be analyzed on both fronts of the scientific discipline, research and teaching, the two sides of the same coin, also adding that –narrowing the field and thus avoiding to talk about the maximum systems– the main context is that of Architecture/Engineering/Design.

Over the past twenty years there has been a lack of a shared will to complete those renovation requests, to really face the problems posed by the IT revolution in the relationship between Geometry and Representation. First of all, there is a problem with language: "to avoid misunderstandings, it is necessary to be agreed about the meanings of the words and expressions; a shared nomenclature must be found" [Cardone 2017, p. 37]. Since, still today, a substantial misunderstanding remains using the term 'descriptive Geometry' linked to the figure of Gaspard Monge, a clarify is necessary. It's need to distinguish the French mathematician contribution and role in the math history [Boyer 1968; Cardone 1996] from his contribution and his consequent inheritance regarding the methods of representation. Inheritance that has strongly influenced the teaching of Geometry in the schools of Architecture and Engineering for the two hundred years to follow. As highlighted on several occasions

Fig. 1. Distance of a point  $Q$  from a plane  $\alpha$  in the Monge's canonical form and in simplified graphic form. In the latter case, it is not necessary to refer to two planes  $\pi_1$  and  $\pi_2$ , rigidly locked together, but only to the horizontal plane  $\pi_1$ , and the overturning of one of the infinite vertical planes useful for solving the problem. This is a typically Vitruvian approach with a direct relationship between 'orthography' and 'icnography' but also 'scenography' considering that the geometric figure (missing in the first case) assumes a specific aesthetic value (graphic elaboration by author).



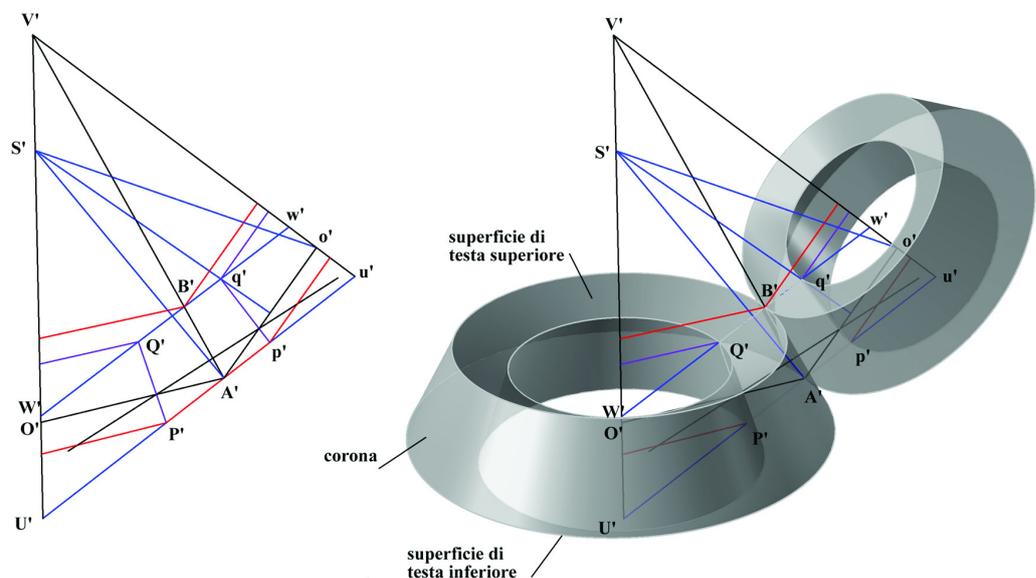
by Migliari, it is quite clear –already at the end of the last century, even more so today in 2020– that most of the representation procedures of the Monge’s method are clearly anachronistic (not wrong!) (fig. 1). The misunderstanding grew up thinking to associate Monge’s descriptive Geometry with the entire corpus of representation methods, from axonometries to perspective, to the quoted projections, even including the projective geometry. A proof of this is Treccani’s definition according to which descriptive geometry is a “sector of geometry that studies the methods to represent the objects of three-dimensional space on a plane”. If scholars like to use the adjective ‘descriptive’ for this scientific discipline –which, despite some alternative proposals advanced at meetings and seminars, is undoubtedly the most effective– it is necessary to define contents and purposes avoiding misunderstandings.

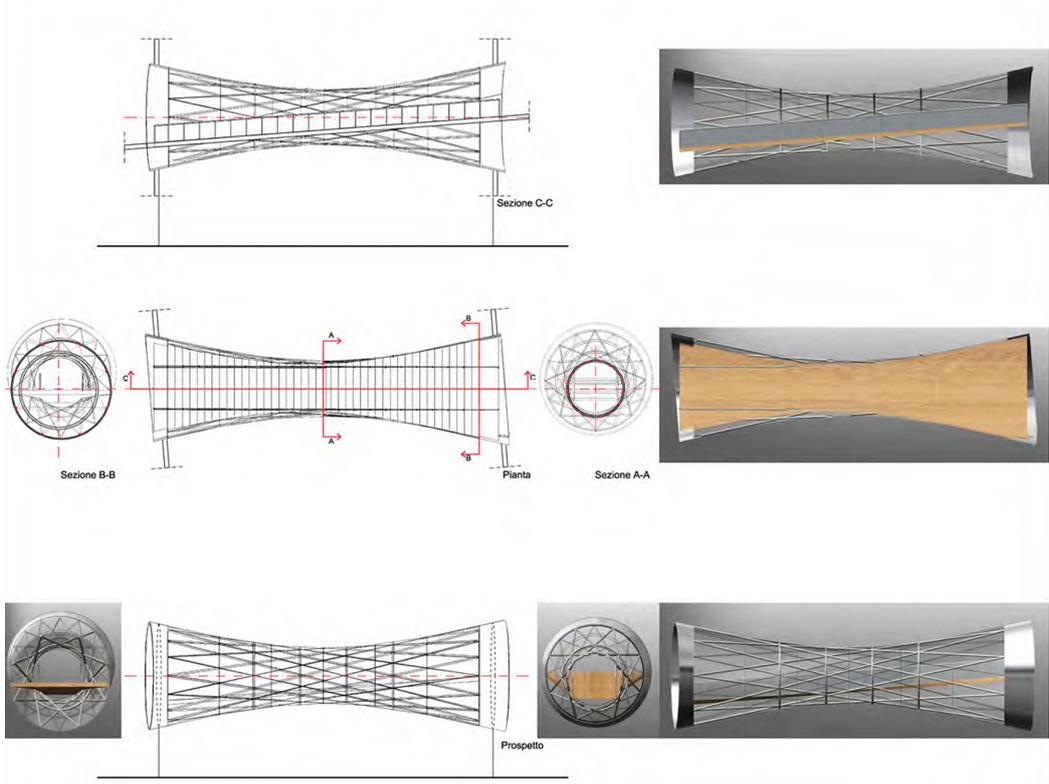
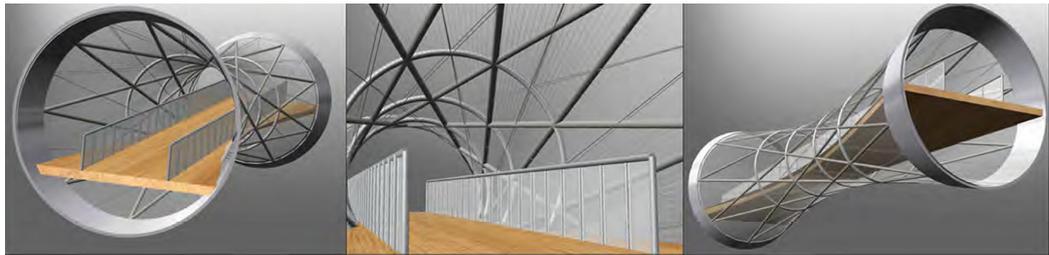
### Actuality of descriptive Geometry

Descriptive Geometry 2020 has its roots in the evolution of geometric thought history; necessarily includes the methods of representation but does not coincide with these. The methods– as a means not an end– evolve, and must therefore be updated and studied according to an implicit double interpretation: the first with a hermeneutic function (fig. 2), the second as a main tool for the shape knowledge (fig. 3).

Regarding the first aspect, in recent years there has been a great scientific ferment with in-depth studies about the theoretical contributions and applications that have made the history of this discipline, also thanks to the digital revisiting of some specific themes [2]. But it is on the second point that there are unshared points of views. Using the classic methods of representation to describe the geometric logical process, it should be noted, for example, that the extreme use of a method is no longer a virtuosity but a real obstacle to understanding of space– and therefore to the geometric thought development (fig. 4). The extraordinary ability of digital modeling to dialogue with space, forcing to break down the complexity of the three-dimensional object into simple two-dimensional elements, cannot be considered as the upper level to be accessed only after having laboriously crossed the impervious territories of descriptive geometry of the 1900s. If for centuries, well before the Monge’s inheritance, complex geometric problems have been studied and works of architecture and engineering of extraordinary formal complexity have been built (think

Fig. 2. Reading, interpretation and translation in the 3D digital version [Paris 2012] of one of the problems of the gears geometric theory taken from the treatise of Giovanni Codazza of 1864. Gear with constant speed ratio with intersecting axes. The two nucleuses therefore have the shape of two cones (graphic elaboration by author).





Scale 1:100

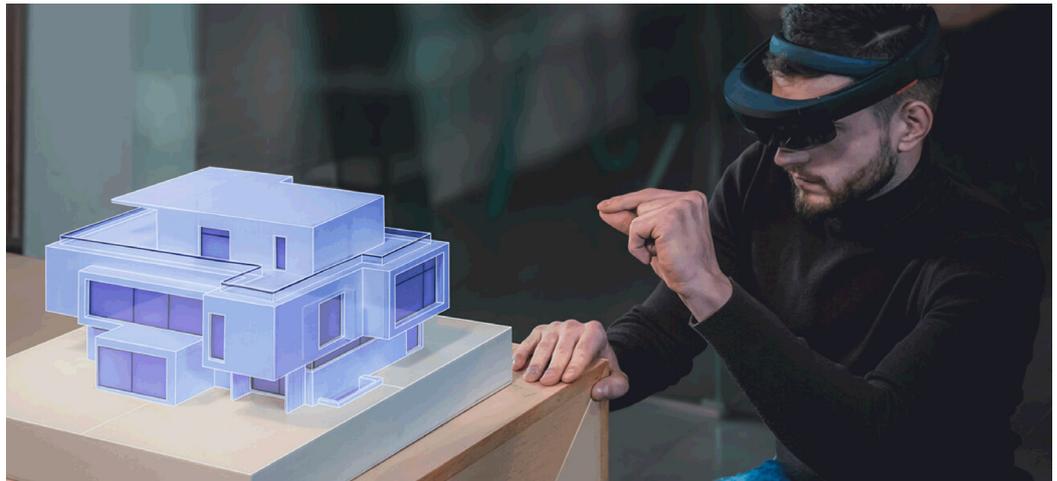
Fig. 3. Hodder Associates, *Footbridge a Manchester*, 2001. Reading, interpretation and representation in a course of Applications of descriptive Geometry and Architectural Drawing through three-dimensional modeling and its graphics outputs [Capone, 2012].



## Performance Geometry

But descriptive geometry, speaking just of geometry, differs from all other scientific disciplines by a peculiarity. That conscious act, that description, is translated into a drawing, into a visual image, in which the pure geometric strictness is connected to all the multiple aspects

Fig. 5. The digital technologies development regards the VR / AR / MR through which it is possible to have a more direct connection between the mental geometric model and the geometric design model. [<https://arvrjourney.com/hololens-the-accelerating-evolution-of-personal-computing-f2c8007d4505>].



of visual perception, also the aesthetic ones. The image associated with a geometric figure – leaving out the physical and biological considerations here – determines “the ability to get meaning from the experience obtained from the reception of information, from their processing, interpretation and evaluation” [Casale 2018, p. 18]. Three non-aligned points are not only a pure geometric relationship but they configure a triangle, or rather they can configure infinite triangles, each with its own formal value [Casale 2010], especially imaging that figure designed to translate into an Architecture-Engineering-Design artifact (fig. 6). The combination of Euclidian lines and surfaces determines an infinite number of configurations and it is quite curious to note how the objective difficulty to represent curved surfaces has meant



Fig. 6. Geometric genesis of the Capilla de Palmira by Felix Candela [Salvatore 2019]. (Graphic elaboration by Marta Salvatore).

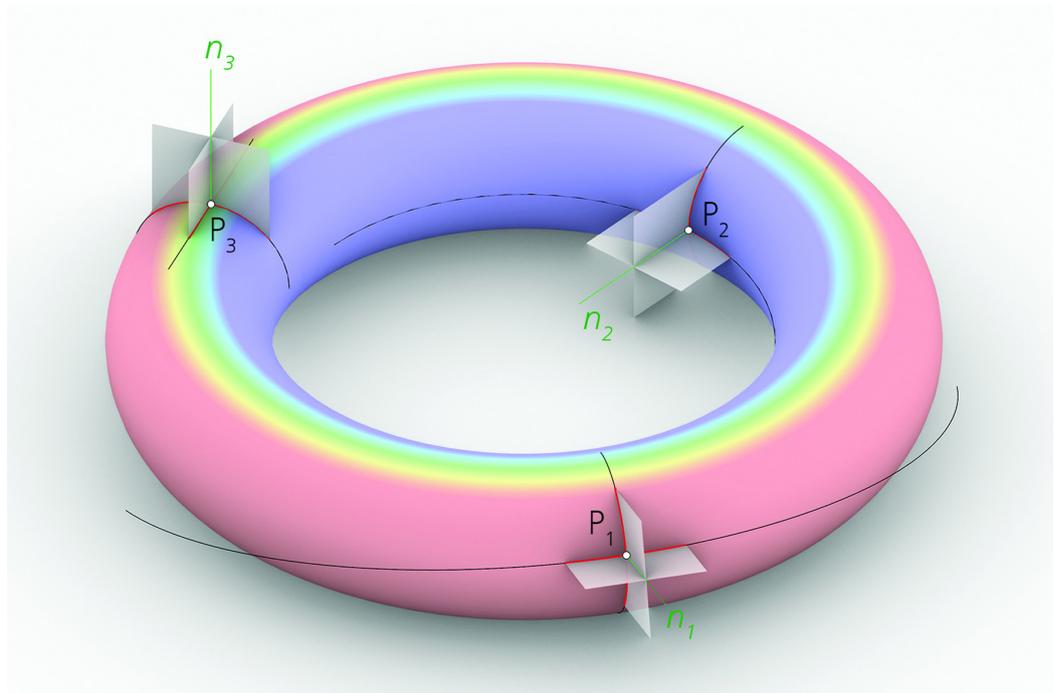


Fig. 7. The Gaussian curvature of a torus represented through a continuous map in false colors and through the osculating circles (in black) of the main sections (in red) in points  $P_1$ ,  $P_2$  and  $P_3$  [Mancini 2019]. (Graphic elaboration by Matteo Flavio Mancini).

that the latter ones remained for centuries the mathematicians exclusiveness (who, on the other hand, through analytical and differential geometry were capable to make evident the geometric properties of the figures). In descriptive Geometry 2020 many obstacles have been overcome thanks to digital modeling combining mathematical expression and visual expression together (fig. 7). "The control of form thus finds in continuous digital representation, a privileged place of experimentation, where curved and double-curved lines and surfaces, represented with difficulty up to now, materialize finding theoretical foundation in their own construction" [Salvatore 2019, p. 76]. And again, "The use of digital three-dimensional models facilitates the theoretical study of the principles of the discipline, promoting the immediate verification of the geometric solutions used and at the same time contributing to the spread of new forms of representation" [Capone 2012, p. 6].

On both the teaching and applied research front, the descriptive Geometry 2020 has opened up numerous research fronts that should have long since led to the definitive overcoming of the other descriptive geometry, the twentieth-century one. The tuition times in the Architecture, Engineering and Design schools have more and more compressed. The teaching of descriptive geometry often also includes computer literacy activities in which the main problem is how to draw, not what. It is up to each individual teacher to try to update the disciplinary corpus in relation to the different learning projects in which it is placed. The knowledge of solid geometry, which should be the real focus for the aspiring architect engineer designer, is often sacrificed at the altar of the classic methods of representation when it is now sure (unless dystopian visions of a return to the analogical age) that designers will not use most of their graphic constructions anymore. If, as is true, it is necessary to safeguard the "conversational role" [Casale 2018, p. 19] of the drawing, it is not by persisting to teach procedures that require long times of explanation and as many long times of assimilation (often disregarded) that the drawing reasons are defended. In view of the much-desired renovation, the scientific community should define the geometric knowledge priorities and evaluate the most effective methods of communication and learning for the Architects Engineers Designers training.

The research, in this sense, has opened very interesting scenarios in the field of solid geometry applied to architecture, engineering and design, especially at a time when analysis and production are manifested through increasingly complex forms. "Contemporary building geometry has great potential in the 'architectural geometry' demonstrating how geometric knowledge can be the basis for a digital creative use" [De Carlo, Paris 2019, p. 11]. A specific research field on geometry is increasingly emerging, whose aim is to analyze the responses to certain actions, internal and / or external. A geometry by its nature dynamic and responsive [Casale Valenti 2012]. In this sense, the form that springs from these geometries is charged with multiple meanings, material and immaterial. One could even reassert the principle of a geometry linked to memory. "The geometric part of an object is that aspect that retains information about the past action. Thus, according to these new foundations, geometry becomes equivalent to memory conservation" [Leyton 2009, p. 9]. But more generally we should speak of a performance geometry, in which the generative processes of shape construction derive according to precise inputs and consequent outputs [3]. As for example the study on complex shapes and their behavior according to the Gauss map [Ciarloni 2017, p. 168], the study of the curved surfaces paneling with single or double curvature, or the study of Digital form finding aimed at "research and optimization of the geometric conditions that allow to combine the formal identity of the complex self-supporting surfaces with the rationalization techniques considered most suitable for achieving an overall sustainable result" [Lanzara 2020, p. 224] (figs. 8, 9).

## Conclusions

A path towards defining a descriptive Geometry 2020 has already been well delineated since several years. Perhaps one of the reasons why a complete discipline renovation has not yet reached is perhaps the excessive ramification of research paths for which the relation-

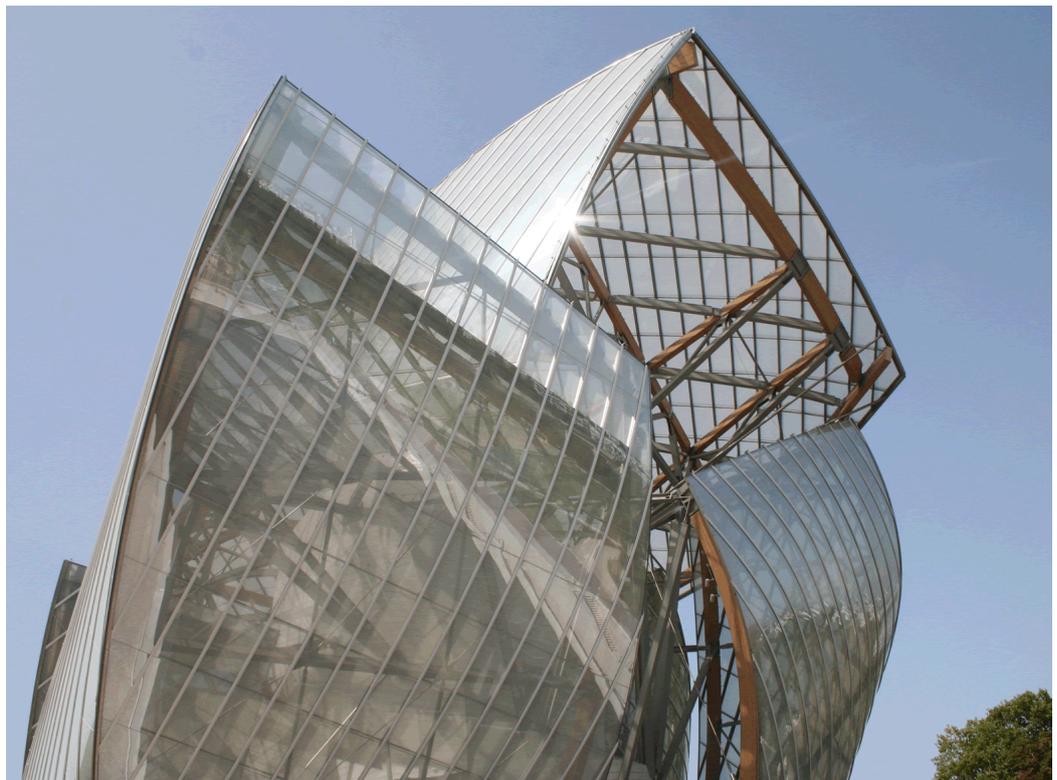


Fig. 8. Frank O. Gehry, Louis Vuitton Foundation, Paris 2014. Detail of the external envelope formed by single-curved surfaces divided into panels by adopting paneling procedures [Lanzara 2020 pp. 97, 98]. (Photo by the author).

ship with the main trunk of the discipline is not so evident. The scientific community should at this point take, without delay, concrete actions to share the potential and critical issues (especially in teaching) of a fundamental discipline for architects, engineers and designers so as to finally reach the completion of the much-desired renovation.



Fig. 9. Didactic experience of creating a gridshell by prof. Sergio Pone, Faculty of Architecture, Naples. <https://www.pinterest.it/in/220324606742861856/>.

#### Notes

[1] Among the main initiatives concerning the renovation of the Descriptive Geometry (for the most part promoted by Riccardo Migliari) we remember the establishment in 2011 of a Research Unit on Descriptive Geometry at the Department of History, Design and Restoration of Architecture, Sapienza University of Rome (coordinated first by Riccardo Migliari and currently by Marco Fasolo), the publication of two volumes by Riccardo Migliari (Migliari 2009a, b), an international conference *The geometry between teaching and research* held in Florence between 17 and 19 April 2008, with related prints (Aterini, Corazzi 2008), a seminar on the renewal of descriptive geometry between 2009 and 2010 (Carlevaris et al. 2012), the monograph number of *Disegnarecon* 2012.

[2] Bibliographical references are too numerous to be cited in this contribution. As national research activities that have seen the involvement of several universities and numerous scholars, we remember: 2008 - *Descriptive geometry and digital representation: memory and innovation*, with the universities of Genoa, Milan, Udine and Venice; 2010/2011 - *Architectural Perspective: digital preservation, content access and analytics*, with the universities of Florence, Genoa, Milan, Salerno, Turin, Udine, Venice and with the University of Calabria.

[3] From this point of view also the aesthetic role of the geometric composition, based on relationships and proportions between the different formal components, assumes a very precise performance function.

## References

- Aterini Barbara, Corazzi Roberto (a cura di), (2008). La geometria tra didattica e ricerca: Atti del convegno internazionale. Firenze, 17-19 aprile 2008. Facoltà di Architettura, Dipartimento di Progettazione dell'architettura, Sezione architettura e disegno.
- Boyer Carl B. (1980). *Storia della matematica* (edizione 2017). Milano: Mondadori.
- Capone Mara (2012). *Geometria per l'Architettura*. Napoli: Giannini. Ed.
- Cardone Vito (1996). *Gaspard Monge, scienziato della rivoluzione*. Napoli: Cuen.
- Cardone Vito (2017). Vitalità di una disciplina in ricorrente pericolo di vita. In Laura Carlevaris (a cura di). *La ricerca nell'ambito della geometria descrittiva*, pp. 23-42. Roma: Gangemi.
- Carlevaris Laura, De Carlo Laura, Migliari Riccardo (a cura di). (2012). *Attualità della geometria descrittiva*. Roma: Gangemi Editore.
- Carlevaris Laura (a cura di). (2017). *La ricerca nell'ambito della geometria descrittiva*. Roma: Gangemi.
- Casale Andrea (2010). *Geometria creativa*. Roma: Kappa edizioni.
- Casale Andrea, Valenti Graziano Mario (2012). *Architettura delle superfici piegate*. Roma: Kappa edizioni.
- Casale Andrea (2018). *Forme della percezione. Dal pensiero all'immagine*. Roma: Franco Angeli.
- Ciarloni roberto (2017). La logica delle forme. In Laura Carlevaris (a cura di). *La ricerca nell'ambito della geometria descrittiva*, pp. 159-184. Roma: Gangemi.
- De Carlo Laura, Paris Leonardo (a cura di). (2019). *Le linee curve per l'architettura e il design*. Roma: FrancoAngeli.
- Michael Leyton (2009). *La forma come memoria*. Roma: Edistampa.
- Matteo Flavio Mancini (2019). La rappresentazione digitale delle linee curve. In Laura De Carlo, Leonardo Paris (a cura di). *Le linee curve per l'architettura e il design*, pp.109-142. Roma: Franco Angeli.
- Riccardo Migliari (2000). La rappresentazione e il controllo dello spazio: morte e trasfigurazione della Geometria descrittiva. In *Disegnare Idee Immagini*, 20/21, Anno XI, pp. 9-18.
- Riccardo Migliari (2009a). *Geometria descrittiva. Volume I Metodi e costruzioni*. Novara: CittàStudi.
- Riccardo Migliari (2009b). *Geometria descrittiva. Volume II Tecniche e applicazioni*. Novara: CittàStudi.
- Riccardo Migliari (a cura di), (2012). Geometria – Costruzione – Architettura. In *Disegnarecon*, n. 9, vol. 5.
- Riccardo Migliari (2017). La ricerca nell'ambito della geometria descrittiva. In Laura Carlevaris (a cura di). *La ricerca nell'ambito della geometria descrittiva*, pp. 13-22. Roma: Gangemi Editore.
- Leonardo Paris (2008). Conseguenze informatiche nella rappresentazione. Disegno e modello del capitello ionico. In *Disegnare Idee Immagini*, n. 36, Anno XIX, pp. 82-92.
- Leonardo Paris (2012). Teoria geometrica degli ingranaggi. In Andrea Casale (a cura di). *Geometria descrittiva e rappresentazione digitale. Memoria e innovazione*. Vol. II, pp. 63-84. Roma: Kappa Edizioni.
- Emanuela Lanzara (2020). *Shaping&Paneling*. Roma: Franco Angeli.
- Marta Salvatore (2019). Geometria delle linee curve per la genesi della forma. In Laura De Carlo, Leonardo Paris (a cura di). *Le linee curve per l'architettura e il design*. Roma: Franco Angeli.
- Paul Valéry (1924). *Eupalinos, ou L'architecte: précédé de L'ame et la danse*. Paris: Gallimard. (Ed. italiana: Scapoplo Barbara (a cura di), 2011. *Eupalinos o l'Architetto*. Milano: Mimesis. 2011).

## Author

Leonardo Paris, Sapienza University of Roma, leonardo.paris@uniroma1.it

To cite this chapter: Paris Leonardo (2020). Geometria descrittiva 2020/Descriptive Geometry2020. In Arena A., Arena M., Brandolino R.G., Colistra D., Ginex G., Mediatì D., Nucifora S., Raffa P. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationships. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 772-791.